Załącznik 2

Autoreferat przedstawiający opis dorobku i osiągnięć naukowych

dr Magdalena Ligus

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Wydział Zarządzania, Informatyki i Finansów

Katedra Finansów Przedsiębiorstw i Finansów Publicznych

Wrocław 2019

dr Magdalena Ligus

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Katerda Finansów Przedsiębiorstw i Finansów Publicznych

AUTOREFERAT

„WARTOŚCIOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH INWESTYCJI W NISKOEMISYJNE ŹRÓDŁA ENERGII – ZASTOSOWANIE W WYBRANYCH METODACH OCENY EFEKTYWNOŚCI"

Opis dorobku i osianieć naukowych wraz z informacją na temat osiagnięć dydaktycznych, popularyzatorskich i organizacyjnych

Załącznik 2 do wniosku o wszczęcie postępowania habilitacyjnego

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej…….....3
2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych (w tym studiach doktoranckich)……3
3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311)……4

3.1.Tytuł osiągnięcia naukowego……..4
3.2.Uzasadnienie klasyfikacji osiągnięcia naukowego do dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne…….5
3.3.Uzasadnienie wyboru oraz istniejący stan wiedzy w zakresie tematyki obszaru badawczego……7
3.4.Cele oraz metody badawcze ……11
3.5. Omówienie uzyskanych wyników badań……14
3.6. Podsumowanie znaczenia wkładu naukowego monografii……...25

4. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze……27

4.1.Wartościowanie efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii…28
4.2.Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii……33
4.3.Wartościowanie pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym ……...39
4.4.Kierunek dalszego rozwoju naukowego……44

Literatura……45

1. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe – z podaniem nazwy, miejsca i roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej

- **Doktor nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii**.

Stopień naukowy doktora uzyskany 20.12.2007 roku na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów Akademii Ekonomicznej im. O. Langego we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu).

Tytuł rozprawy doktorskiej: *Zastosowanie analizy kosztów i korzyści w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w odnawialne źródła energii*, promotor: prof. zw. dr hab. inż. Wiesław Pluta. Praca uzyskała wyróżnienie Rady Wydziału Zarządzania, Informatyki i Finansów.

- **Magister ekonomii**, kierunek: finanse i bankowość, specjalność: finanse i inwestycje.

Tytuł zawodowy uzyskany 20.02.2003 roku na Wydziale Ekonomii Akademii Ekonomicznej im. K. Adamieckiego w Katowicach (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach).

Praca magisterska pt. *Implementacja metod wyceny środowiska do oceny efektywności inwestycji proekologicznych na przykładzie instalacji odsiarczania spalin w Elektrowni „Łaziska" S.A.* napisana pod kierunkiem prof. dr hab. Haliny Henzel została obroniona na ocenę bardzo dobry z wyróżnieniem.

2. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych (w tym studiach doktoranckich)

- **15.02.2009 – obecnie** adiunkt w Katedrze Finansów Przedsiębiorstwa i Zarządzania Wartością (obecnie Katedra Finansów Przedsiębiorstw i Finansów Publicznych) Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu,
- **01.10.2008 – 14.02.2009** asystent w Katedrze Finansów Przedsiębiorstwa i Zarządzania Wartością na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu,
- **01.10.2007 – 30.09.2008** asystent w Katedrze Finansów Przedsiębiorstwa i Zarządzania Wartością na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów Akademii Ekonomicznej im. O. Langego we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu)
- **01.10.2003-30.09.2007** dzienne studia doktoranckie na Wydziale Zarządzania, Informatyki i Finansów Akademii Ekonomicznej im. O. Langego we Wrocławiu (obecnie Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu)

3. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. 2016 r. poz. 882 ze zm. w Dz. U. z 2016 r. poz. 1311.)

3.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

Jako moje osiągnięcie naukowe wskazuję:

„WARTOŚCIOWANIE EFEKTÓW ŚRODOWISKOWYCH INWESTYCJI W NISKOEMISYJNE ŹRÓDŁA ENERGII – ZASTOSOWANIE W WYBRANYCH METODACH OCENY EFEKTYWNOŚCI"

Dziełem stanowiącym osiągnięcie jest monografia naukowa mojego autorstwa o takim samym tytule jak tytuł osiągnięcia naukowego:

Wartościowanie efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii - zastosowanie w wybranych metodach oceny efektywności,

wydana w 2018 r. przez Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu w serii Monografie i Opracowania, nr 275, Wrocław

ISBN 978-83-7695-710-4

Recenzenci: **prof. dr hab. Piotr Jeżowski**
Zakład Ekonomii Środowiska i Zasobów Naturalnych
Katedra Rozwoju Regionalnego i Przestrzennego
Kolegium Ekonomiczno-Społeczne
Szkoła Główna Handlowa w Warszawie

prof. dr hab. Krzysztof Marcinek
Katedra Inwestycji i Nieruchomości
Wydział Finansów i Ubezpieczeń
Uniwersytet Ekonomiczny w Katowicach

3.2. Uzasadnienie klasyfikacji osiągnięcia naukowego do dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne

Problemy naukowe podejmowane przeze mnie po obronie pracy doktorskiej koncentrują się na kilku obszarach dotyczących oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii.

Pierwszy problem badawczy dotyczy obszaru zarządzania wartością inwestycji w odnawialne źródła energii (OZE), a w jego ramach w szczególności: metodyki oceny finansowej efektywności inwestycji w OZE (z punktu widzenia inwestora), w tym analizy wartości tworzonej przez mechanizmy wsparcia ze strony państwa, oceny efektywności ekonomicznej (z punktu widzenia społecznego), oceny efektywności w odniesieniu do poszczególnych technologii OZE, porównania kosztów prywatnych i społecznych produkcji energii w poszczególnych technologiach niskoemisyjnych z wykorzystaniem metodyki rozłożonego w cyklu życia kosztu produkcji (*levelized cost of electricity*, LCOE) oraz zarządzania ryzykiem inwestycji w OZE. W tym obszarze badawczym moje publikacje są najliczniejsze.

Kolejne problemy badawcze, dotyczą wartościowania efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii oraz wartościowania pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, w tym w szczególności bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym.

Podejmowane przeze mnie problemy naukowe oraz wyzwania przed jakimi stoi polska energetyka, priorytetowe potraktowanie równolegle rozwoju odnawialnych źródeł energii oraz energetyki jądrowej (EJ), oraz wynikającą stąd konieczność przeprowadzania oceny efektywności tego typu inwestycji najczęściej z zastosowaniem analizy kosztów i korzyści (*cost-benefit analysis*, CBA), której newralgicznym elementem jest wartościowanie efektów środowiskowych oraz wyboru priorytetowych technologii z zastosowaniem głównie metod jakościowych, w tym metody delfickiej oraz wielokryterialnej (*multi criteria decision analysis*, MCDA) nadały ostateczny kształt problematyce naukowej, która stanowi przedmiot monografii habilitacyjnej pt. *Wartościowanie efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii - zastosowanie w wybranych metodach oceny efektywności*, wskazanej jako główne osiągnięcie naukowe.

Mój dorobek naukowy ma charakter interdyscyplinarny. Wyrasta jednak z dyscypliny finanse, stąd zdecydowałam się wnioskować o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie **nauk ekonomicznych** w dyscyplinie **finanse**. Uzasadnienie tego wyboru przedstawiam poniżej.

Różnorodność metod i narzędzi oraz kategorii formalnych wykorzystywanych w moim dorobku naukowym, w tym głównym osiągnięciu naukowym determinuje jego interdyscyplinarny charakter. Z jednej bowiem strony wykorzystuję metody statystyczne i ekonometryczne, zarówno dla wyceny efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, jak i oceny programów inwestycyjnych: metoda wyceny warunkowej (*contingent valuation method,* CVM) oparta na analizie statystycznej ankiet, metoda cen hedonicznych (*hedonic pricing method,* HPM) będąca metodą ekonometryczną - w jej ramach zastosowano modele regresji klasyczne oraz przestrzenne; metody jakościowe, jak wielokryterialne metody oceny programów inwestycyjnych (*multi criteria decision analysis,* MCDA) – w jej ramach zastosowano metodę rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (*fuzzy analytic hierarchy process,* FAHP), które należą do metod badawczych wspólnych dla wszystkich dyscyplin nauk ekonomicznych. Według klasyfikacji JEL opracowanej przez Amerykańskie Towarzystwo Ekonomiczne (*American Economic Association*) metody ilościowe oraz jakościowe są klasyfikowane do tzw. kategorii ogólnych nauk ekonomicznych (*General Categories*). Nowoczesne metody wartościowania efektów środowiskowych (wspomniane CVM oraz HPM) wyrastają jednak z dorobku ekonomii neoklasycznej, co przemawia za klasyfikacją mojego dorobku naukowego do dyscypliny ekonomia. Z drugiej jednak strony uzyskane wyceny efektów środowiskowych są elementem stosowanej przeze mnie analizy kosztów i korzyści przedsięwzięć inwestycyjnych (CBA) która jest metodą opartą na zdyskontowanych społecznych przepływach pieniężnych i wyrasta z metod finansowych oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych opartych na zdyskontowanych przepływach pieniężnych (*discounted cash flows,* DCF), które następnie podlegają ocenie w świetle fundamentalnego kryterium finansowego opartego na wartości bieżącej netto (*net present value,* NPV), co przemawia za zaklasyfikowaniem mojego dorobku do dyscypliny finanse. Podobne spostrzeżenia dotyczą metod wielokryterialnych oceny inwestycji. Także mój pozostały dorobek naukowy, koncentrujący się na elementach zarządzania wartością inwestycji w niskoemisyjne źródła energii klasyfikuje się do subdyscypliny finansowego zarządzania przedsiębiorstwem (*financial management*).

Wobec wszystkich powyższych argumentów zasadne jest zaklasyfikowanie mojego osiągnięcia naukowego do dyscypliny finanse w dziedzinie nauki ekonomiczne.

3.3. Uzasadnienie wyboru oraz istniejący stan wiedzy w zakresie tematyki obszaru badawczego

Rozwój technologii energetycznych opartych na niskoemisyjnych źródłach energii odpowiada na wyzwania stopniowego wyczerpywania się paliw kopalnych, takich jak węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny, naruszenie bariery biologicznej, intensyfikacji efektu cieplarnianego, oraz zagrożeń bezpieczeństwa energetycznego. Pojawiło się zatem pojęcie „zrównoważonego rozwoju energetycznego", przez który rozumieć należy sposób gospodarowania energią tak, aby zapewnić dostęp do niej w wystarczającej ilości nie tylko obecnemu, ale i przyszłym pokoleniom oraz zmniejszyć do minimum negatywne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze [Mokrzycki 2003]. Polityka energetyczna powinna być nakierowana na wsparcie tych technologii, które w najwyższym stopniu przyczyniają się do maksymalizacji dobrobytu społecznego w powyższym rozumieniu.

Obecnie polityka państwa ukierunkowana jest na wsparcie rozwoju energetyki niskoemisyjnej, opartej na odnawialnych źródłach energii (OZE) oraz energetyki jądrowej (EJ). Świadczą o tym dokument strategiczny „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku" (PEP 2030), jak również ogłoszony przez Ministerstwo Energii 23 listopada 2018 r. projekt „Polityki energetycznej Polski do 2040 roku" (PEP 2040) oraz „Krajowy plan działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych". Ten ostatni dokument ściśle określa sposób wdrożenia dyrektywy 2009/28/WE z 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych i drogę dojścia do celu, jakim jest 15% udziału energii ze źródeł odnawialnych w zużyciu końcowym energii oraz 10% udziału biopaliw w transporcie w 2020 roku. PEP 2030 wyznacza udziały niskoemisyjnych źródeł energii w zużyciu końcowym energii w 2030 roku. Oprócz rozwoju OZE (głównie energetyki wiatrowej oraz biogazowni rolniczych i biomasy) przewiduje budowę pierwszej elektrowni jądrowej (projekt PEP 2040 zakłada oddanie pierwszej elektrowni jądrowej w 2033 r.).

Działania te mają na celu ograniczenie wskazanych negatywnych oddziaływań energetyki konwencjonalnej, jednak zarówno strategia, programy rozwoju oraz inwestycje w energetyce powinny być realizowane zgodnie z zasadą maksymalizacji dobrobytu społecznego. Analiza dokumentów planistycznych z tego obszaru wskazuje natomiast, że państwo wspierając energetykę opartą na odnawialnych źródłach, jak i jądrową, w niewielkim stopniu kieruje się przesłankami ekonomicznymi, istnieją też trudności metodyczne dotyczące oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w EJ i OZE. Wobec tego niezmiernie istotne jest rozwijanie metodyki oceny opłacalności ekonomicznej tego typu inwestycji. Trudności metodyczne wynikają stąd, że inwestycje w niskoemisyjne źródła energii oprócz efektu

produkcyjnego generują także pozytywny efekt zewnętrzny (netto) polegający na zmniejszeniu zużycia pierwotnego, najczęściej nieodnawialnego, zasobu przyrody oraz (lub) zmniejszeniu emisji substancji szkodliwych, a także ograniczeniu innych form negatywnego oddziaływania na środowisko. Takie cechy sprawiają, że kryterium korzyści netto w ujęciu finansowym (z punktu widzenia inwestora), które jest w pełni zasadne w przypadku analizy typowych przedsięwzięć rzeczowych, okazuje się zazwyczaj niewystarczające do poprawnej oceny ekonomicznej efektywności tego typu przedsięwzięć. Celem przeprowadzenia pełnej oceny efektywności tego rodzaju inwestycji należy zastosować kryterium ekonomicznej korzyści netto w ujęciu ogólnospołecznym. W tym ujęciu suma efektów prywatnych i zewnętrznych daje efekt społeczny. Inwestycje w odnawialne źródła energii oraz w energetykę jądrową są diametralnie różne koncepcyjnie – są to odpowiednio: źródła rozproszone i scentralizowane, wywołują różne efekty po stronie kosztów i korzyści społecznych, szczególnie pozaśrodowiskowych kosztów i korzyści zewnętrznych. Jednak główny czynnik, dla którego są wdrażane, jest ten sam – są to niskoemisyjne źródła energii, ograniczające uwalnianie do atmosfery takich zanieczyszczeń, jak dwutlenek siarki, dwutlenek węgla, tlenki azotu oraz pyły, i stanowiące alternatywę dla wysokoemisyjnych źródeł energii opartych na spalaniu węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego.

Newralgicznym elementem analizy kosztów i korzyści (*cost-benefit analysis*, CBA) służącej ocenie efektywności społecznej tego typu inwestycji, jest identyfikacja i wycena środowiskowych (jak również pozaśrodowiskowych) korzyści (i kosztów) zewnętrznych inwestycji w EJ i OZE. Skwantyfikowanie kosztów zewnętrznych odgrywa szczególnie ważną rolę w procesie wyboru przyszłych technologii energetycznych w ramach kształtowania polityki ekologicznej i energetycznej państwa, dotyczącej również bezpieczeństwa energetycznego oraz minimalizowania negatywnego wpływu na środowisko przyrodnicze, optymalnego wykorzystywania zasobów oraz zapewnienia społeczeństwu największych korzyści.

Natomiast w odniesieniu do całych programów rozwoju (realizujących jednocześnie różne cele polityki) metod~~a~~ wielokryterialna (*multi criteria decision analysis, MCDA*), obejmująca również środowiskowe i pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne, jest najwłaściwszą metodą do zastosowania dla wyboru przyszłych kierunków rozwoju technologii energetycznych i kształtowania miksu energetycznego. Główną zaletą MCDA jest pokonanie większości problemów pomiarowych będących udziałem metody jednokryterialnej (w szczególności mowa tu o CBA), która wymaga, aby wszystkie kategorie kosztów i korzyści były wyrażone w jednostkach pieniężnych. MCDA stosuje w miejsce wartości pieniężnych

system względnych wag, dzięki którym mogą być ocenione zarówno efekty ilościowe jak i jakościowe. Ostateczne rozwiązanie w metodzie wielokryterialnej ma charakter kompromisu pomiędzy przyjętymi kryteriami. Metoda ta daje pełniejszy obraz analizowanych wariantów, ale ostateczny wynik analizy nie jest tak jednoznaczny, jak w metodzie jednokryterialnej [Stypka, Flaga-Maryańczyk 2016]. Stąd też metoda ta jest zalecana do oceny programów rozwoju a nie poszczególnych inwestycji.

Zastosowanie analizy kosztów i korzyści do oceny ekonomicznej efektywności projektów inwestycyjnych, i w jej ramach zastosowanie do wyceny pieniężnej efektów zewnętrznych projektu nowoczesnych metod wyceny, takich jak metody deklarowanych preferencji (*stated preference methods*) – w tym wybrana przeze mnie w prezentowanym osiągnięciu badawczym metoda wyceny warunkowej (*contingent valuation method, CVM*), jak i metod ujawnionych preferencji (*revealed preference methods*) – w tym wybrana metoda cen hedonicznych (*hedonic pricing method, HPM*), zaczęły być stosowane w latach 60-tych XX wieku w Stanach Zjednoczonych, a następnie w innych krajach wysokorozwiniętych. Jednak są to zagadnienia nadal stosunkowo słabo rozpoznane, wymagające prowadzenia dalszych prac badawczych. W Polsce nie były praktycznie stosowane lub zaczynają być stosowane w ostatnich latach, głównie na skalę lokalną.

Jedyne znane mi badanie pierwotne przeprowadzone metodą zaliczaną do tzw. metod nowoczesnych (metodą wyceny warunkowej), dotyczące jakości powietrza w Polsce przeprowadzone na ogólnopolskiej reprezentatywnej próbie badawczej zostało przeprowadzone w 2003 roku [Dzięgielewska, Mendelsohn 2005] lecz dotyczyło wyceny korzyści z dostosowania jakości powietrza w Polsce do standardów Unii Europejskiej. Inne badania pierwotne dotyczące zanieczyszczenia powietrza były prowadzone na skalę lokalną, w dużych miastach: Desaigues i in. [2011], Markowska i in. [2007].

Istnieje natomiast kilka badań dla Polski: Radović [2009], Kudełko [2009], Kudełko [2012], adaptujących wyceny przeprowadzane w krajach wysokorozwiniętych w ramach kolejnych projektów Komisji Europejskiej (przy oryginalnym dla Polski modelu rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń) lub też wprost bazujących na badaniu KE. Badanie efektów zewnętrznych produkcji energii dla krajów UE zostało zapoczątkowane przez KE w 1995 r. w ramach projektu ExternE – External Costs of Energy (jednak wyniki badań przedstawiono dla krajów 15-UE) oraz kontynuowane w projektach NewExt - New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies, ExternE-Pol - Externalities of Energy: Extension of Accounting Framework and Policy Applications, NEEDS - New Energy Externalities Developments for Sustainability i CASES - Cost Assessment of Sustainable Energy Systems,

przy czym należy podkreślić, że konstruując wskaźniki dla Polski (projekt CASES zakończony w 2008 r.) nie przeprowadzano badań pierwotnych w Polsce (lub przeprowadzano na skalę lokalną ale ostatecznie nie miały one wpływu na wynikowe wyceny prezentowane w ramach kolejnych faz projektu, nie tylko jako średnie unijne ale też na poziomie krajowym) lecz przenoszono wyniki badań ankietowych z najwyżej rozwiniętych państw UE, co powoduje, że wyniki są przeszacowane. KE argumentuje takie podejście do wycen celem prowadzonej polityki wspólnotowej (łatwiejsze prowadzenie wspólnej polityki energetycznej i klimatycznej) oraz perspektywą wyrównania dochodów w poszczególnych państwach w pewnym horyzoncie czasowym (nie został sprecyzowany). Jednocześnie jednak można zaobserwować w wymienionych kolejnych projektach KE tendencję do poszerzania spektrum badań pierwotnych w odniesieniu do kolejnych, dodawanych do metodyki oddziaływań i poszczególnych państw.

Obecnie istnieje coraz większa potrzeba przeprowadzania badań pierwotnych w Polsce, które pozwolą na poznanie pełnych korzyści dla społeczeństwa generowanych przez inwestycje w niskoemisyjne źródła energii, z uwagi na konieczność odpowiedniego wyboru technologii priorytetowych oraz kształtowania coraz bardziej wymagającej polityki energetyczno-ekologicznej, zgodnie z wymogami UE. Stąd podjęta przeze mnie próba wypełnienia tej luki badawczej.

Przeprowadzone w ramach prezentowanego osiągnięcia naukowego badania pierwotne metodami CVM oraz HPM mają także na celu wkład w rozwój metodologii nowoczesnych metod wyceny środowiska, w kontekście badania poprawności wycen oraz stałości preferencji w czasie. Problem ten jest w Polsce nowy. Podkreśla się konieczność przeprowadzania testów poprawności wycen dóbr nierynkowych, do jakich zalicza się dobra środowiska, jako że nie ma możliwości odkrycia ich „prawdziwej" wartości. W pracy badawczej zostały przeprowadzone testy poprawności konstrukcji (*construct validity*) - obejmującej poprawność zbieżności (*convergent validity)* oraz poprawność teoretyczną (*theoretical validity*). Nie mniej ważnym zagadnieniem jest przeprowadzone przeze mnie badanie stałości preferencji (średnia gotowości do zapłaty WTP z próby) w ramach badania CVM. Subiektywna teoria wartości (stanowiącą w CBA podstawę kryterium opłacalności) oparta na użyteczności dobra dla konsumenta powoduje, że wartość dobra jest zmienna w czasie. Stąd istotna jest ocena stałości preferencji, a co za tym idzie ocena przydatności wskaźników korzyści środowiskowych opracowanych w przeszłości dla analizy opłacalności inwestycji *ex ante*. Nie są mi znane tego typu badania stałości preferencji dla Polski, przeprowadzenie ich stanowi kolejne osiągnięcie badawcze.

Istotnym elementem proponowanej przeze mnie metody oceny opłacalności oraz kolejnym osiągnieciem badawczym jest oszacowanie wskaźnika jednostkowego korzyści

środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł według dwóch autorskich procedur, na podstawie badania pierwotnego CVM przeprowadzonego na reprezentatywnej dla Polski próbie badawczej. Wskaźnik ten został porównany z innymi dostępnymi w literaturze wskaźnikami, oszacowanymi głównie w ramach projektu CASES Komisji Europejskiej oraz wskaźnikami oszacowanymi dla Polski na podstawie wyników badań KE.

W związku z powyższą tematyką zrealizowałam też w roli kierownika (projekt jednoosobowy) grant finansowany przez Narodowe Centrum Nauki w latach 2011-2017 pt. „*Wartościowanie efektów środowiskowych w analizie kosztów i korzyści inwestycji w niskoemisyjne źródła energii”,* nr umowy UMO-2011/01/B/HS4/02322.

3.4.Cele oraz metody badawcze

Główną tezą monografii habilitacyjnej jest twierdzenie, że ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii wymaga zastosowania metody, która uwzględnia zarówno efekt produkcyjny tych inwestycji, jak i możliwie wiarygodnie skwantyfikowany efekt zewnętrzny (głównie środowiskowy), ujęte w analizie społecznych korzyści i kosztów inwestycji.

Głównym celem monografii habilitacyjnej było przeprowadzenie w warunkach polskich wyceny środowiskowych efektów zewnętrznych związanych ze zmniejszeniem emisji substancji szkodliwych do atmosfery, badanie stałości preferencji w czasie oraz poprawności (*validity*) wycen, a także opracowanie wskaźnika jednostkowego korzyści ekologicznych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii w ramach oceny opłacalności tych inwestycji, opartej na analizie kosztów i korzyści (*cost-benefit analysis*, CBA), a w odniesieniu do oceny programów rozwoju poszczególnych technologii energetyki niskoemisyjnej identyfikacja oddziaływań w obszarach: gospodarczym, społecznym i środowiskowym oraz ocena efektywności społecznej z wykorzystaniem analizy wielokryterialnej (*multi-criteria decision analysis*, MCDA).

Osiągnięcie głównego celu badań wymagało:

1) prezentacji metodycznych podstaw oceny ekonomicznej efektywności rozwoju niskoemisyjnych źródeł energii: analizy kosztów i korzyści do oceny projektów inwestycyjnych oraz analizy wielokryterialnej do oceny programów rozwoju poszczególnych technologii energetyki niskoemisyjnej,

2) określenia specyfiki inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, odrębnie OZE oraz EJ – identyfikacji kosztów i korzyści społecznych, w tym zewnętrznych środowiskowych i pozaśrodowiskowych,

3) przeglądu metod wyceny oddziaływań pozarynkowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, ze szczególnym uwzględnieniem metod wyceny warunkowej (*contingent valuation method,* CVM) i cen hedonicznych (*hedonic pricing method,* HPM) oraz przedstawienia stanu wiedzy i wyników światowych badań w tym zakresie,
4) dokonania przeglądu i wyboru testów poprawności wycen metodami nowoczesnymi,
5) przeprowadzenia badania ankietowego CVM oraz badania metodą HPM,
6) oszacowania dla Polski wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł na podstawie przeprowadzonego badania pierwotnego według dwóch autorskich procedur,
7) testowania poprawności wycen oraz stałości preferencji w czasie,
8) przeprowadzenia metodą delficką identyfikacji istotnych obszarów i oddziaływań (wyodrębnionych w ramach obszarów) programów rozwoju technologii energetyki niskoemisyjnej dla maksymalizacji dobrobytu społecznego, rozumianego zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju,
9) przeprowadzenia badania metodą analizy wielokryterialnej z zastosowaniem metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (*fuzzy analytic hierarchy process,* FAHP), mającego na celu wyłonienie rankingu wybranych technologii energetyki niskoemisyjnej, mających w warunkach polskich największy potencjał wzrostowy.

Istotny etap prac badawczych stanowiła identyfikacja typowych elementów po stronie kosztów i korzyści inwestycji w OZE oraz EJ, koncentrująca się na identyfikacji kosztów i korzyści zewnętrznych w podziale na środowiskowe i pozaśrodowiskowe, oraz próba wyceny w wartościach pieniężnych poszczególnych oddziaływań. Wycena jest zadaniem złożonym ze względu na specyfikę obu typów projektów. W odniesieniu do efektów pozaśrodowiskowych, które są dość słabo rozpoznane i trudno wymierne, został opracowany przegląd i analiza wyników badań światowych w tym zakresie. Efekty te zostały poddane ocenie punktowej (eksperckiej) w ramach analizy wielokryterialnej.

W ramach wyceny środowiskowych efektów zewnętrznych zostały przeprowadzone badania pierwotne dla Polski metodą wyceny warunkowej i metodą cen hedonicznych oraz obliczony wskaźnik korzyści środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł (OZE oraz jądrowej) na podstawie uproszonej metody opracowanej przeze mnie. Wskaźnik opiera się na ugruntowanej w literaturze i badaniach empirycznych koncepcji unikniętych kosztów środowiskowych z tytułu zastąpienia energii z węgla, ropy naftowej i gazu ziemnego energią ze źródeł niskoemisyjnych. Oszacowane wskaźniki zostały porównane z dostępnymi wskaźnikami, głównie opracowanymi w badaniach Komisji Europejskiej jako średnie unijne

lub na podstawie tych badań (projekt ExternE i kontynuacja w projektach NEEDS oraz CASES).

Przeprowadzenie badań pierwotnych metodami CVM oraz HPM, a także porównanie z wcześniejszymi badaniami (badanie autorskie metodą CVM przeprowadzone w lutym 2007 r.) ma istotny cel, jakim jest wkład w rozwój metodyki badań w obszarze testowania poprawności wycen oddziaływań środowiskowych. Przeprowadzenie badań pierwotnych dwiema metodami stanowi podstawę do oceny poprawności obu wycen (test poprawności zbieżności – *convergent validity*). Porównanie wyników badania CVM z badaniem autorskim przeprowadzonym w 2007 r. ma m.in. na celu badanie stałości preferencji (przede wszystkim średniej WTP z próby) oraz poprawności teoretycznej (*theoretical validity*).

W ramach identyfikacji oraz oceny istotności obszarów i oddziaływań (wyodrębnionych w ramach obszarów) programów rozwoju poszczególnych technologii energetyki niskoemisyjnej zastosowanym kryterium wyboru był paradygmat zrównoważonego rozwoju, jako dominujący w kształtowaniu polityki energetycznej na poziomie Unii Europejskiej i krajowym. Następnie przeprowadzono analizę wielokryterialną z zastosowaniem metody delfickiej i metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (FAHP), mającą na celu wyłonienie rankingu (rangowanie) wybranych technologii energetyki niskoemisyjnej mających największy potencjał wzrostowy.

Badania prowadzone we wskazanym obszarze zostały zwieńczone monografią autorską (habilitacyjną), którą przedstawiam jako moje główne osiągnięcie naukowe. Jednak równolegle publikowałam artykuły naukowe koncentrujące się na problematyce wartościowania efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii. W ramach cyklu powstało jedenaście artykułów naukowych, w tym dwa opublikowane w czasopismach z listy Journal Citation Reports. Wykazuję je w punkcie 4.1 autoreferatu, w ramach pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych. Artykuły z racji swej specyfiki koncentrowały się na przedstawieniu wycinkowych wyników prowadzonych badań empirycznych we wskazanych obszarach. W monografii wykorzystano również wyniki opublikowanych badań powołując się każdorazowo na wcześniej publikowane artykuły mojego autorstwa. Monografia habilitacyjna natomiast powstawała równolegle, a nawet zapoczątkowała powstanie cyklu publikacji, z uwagi na konieczność opracowania przeglądu literatury badanych zagadnień oraz przedstawienia warstwy teoretycznej, także dotyczącej zastosowania wyników badań wartościowania efektów środowiskowych w wybranych metodach oceny opłacalności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, następnie koncentrując się na badaniach empirycznych.

3.5. Omówienie uzyskanych wyników badań

Rozważania teoretyczne i wyniki wyceny środowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii oraz oceny wielokryterialnej wpływu technologii energetyki niskoemisyjnej na dobrobyt społeczny w rozumieniu paradygmatu zrównoważonego rozwoju pozwalają stwierdzić, że główny cel prowadzonych badań przedstawionych w monografii habilitacyjnej został osiągnięty. Cel ten polegał na wycenie środowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii w ramach oceny opłacalności tych inwestycji, opartej na analizie kosztów i korzyści (CBA) oraz rankingu technologii energetyki niskoemisyjnej przeprowadzonym z wykorzystaniem analizy wielokryterialnej (MCDA).

Rozdział pierwszy pracy habilitacyjnej ukierunkowany był na wskazanie cech specyficznych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii (OZE i EJ) utrudniających ocenę tego typu inwestycji metodami finansowymi, opartymi na rachunku prywatnych kosztów i przychodów. Przedstawiono także podstawy teoretyczne analizy kosztów i korzyści oraz analizy wielokryterialnej jako narzędzi pozwalających na ocenę ekonomicznej efektywności oraz rangowanie takich specyficznych inwestycji, jakimi są inwestycje proekologiczne, w tym inwestycje w niskoemisyjne źródła energii.

Inwestycja efektywna z punktu widzenia analizy kosztów i korzyści jest to inwestycja, która przyczynia się do możliwie największego przyrostu dobrobytu społecznego. Przyrost dobrobytu jest definiowany według tzw. kryterium Kaldora–Hicksa lub inaczej kryterium potencjalnej efektywności Pareta. Umożliwia to porównanie wszystkich kosztów i korzyści inwestycji bez względu na to, kogo dotyczą. Tak sformułowane kryterium stało się podstawą powszechnie stosowanego kryterium korzyści netto. Zapewnienie pełnej zgodności kryterium potencjalnej efektywności Pareta oraz korzyści netto projektu wymaga odpowiedniej ewaluacji kosztów (nakładów) i korzyści (wyników) jako elementów analizy kosztów i korzyści projektu. W odniesieniu do wyników zastosowanie znajduje koncepcja gotowości do zapłaty (*willingness to pay*, WTP) lub też, znacznie rzadziej, koncepcja gotowości do przyjęcia rekompensaty (*willingness to accept*, WTA), natomiast do wyceny nakładów stosuje się podejście kosztów alternatywnych.

W tym celu analiza kosztów i korzyści proponuje wykorzystanie koncepcji tzw. cen cienia lub inaczej cen kalkulacyjnych. Ceny te odzwierciedlają rzeczywiste społeczne koszty i korzyści związane z realizacją projektu. Zagadnienie to wiąże się z celem cząstkowym pracy, jakim była identyfikacja cech inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, utrudniających wycenę metodami finansowymi. Wymagało to omówienia odrębnie cech specyficznych

inwestycji w energetykę jądrową, w tym ryzyk dotyczących możliwych awarii powodujących katastrofalne skutki, możliwości proliferacji broni jądrowej, zagrożeń terrorystycznych i innych. Odrębnym zagrożeniem jest niepewność dotycząca długotrwałego składowania odpadów radioaktywnych. Problemem jest wycena tego typu zagrożeń jako zdarzeń o bardzo niskim prawdopodobieństwie, lecz obciążonych ogromnymi kosztami (tzw. ryzyko Damoklesa). W znacznej mierze są to problemy międzypokoleniowe, wymagające również powzięcia decyzji co do poprawnego poziomu stopy dyskontowej.

Zidentyfikowane oddziaływania inwestycji w OZE są istotnie uzależnione od konkretnej technologii. W przypadku energetyki wiatrowej wskazuje się na możliwość negatywnego oddziaływania turbin wiatrowych emitujących fale elektromagnetyczne oraz hałas na ludzi i na faunę. Wskazuje się również na zagrożenie dla ptaków, co może być istotnym problemem w razie eksploatacji licznych farm wiatrowych na danym obszarze. W przypadku energetyki wiatrowej morskiej wskazuje się również na zagrożenia dla ssaków morskich, fauny dennej oraz ryb. Ingerencja w krajobraz może być istotnym oddziaływaniem lądowych farm wiatrowych.

Energetyka fotowoltaiczna nie emituje hałasu w fazie eksploatacji oraz charakteryzuje się znacznie mniej uciążliwą ingerencją w krajobraz, ponieważ instalacje są niskie i łatwiej je zamaskować. Możliwe są również negatywne oddziaływania w odniesieniu do ptaków.

W przypadku technologii biomasowych negatywnym oddziaływaniem jest zajęcie terenu pod uprawy roślin energetycznych, które konkurują z uprawami roślin jadalnych oraz leśnych. Wyjątkiem jest biomasa odpadowa. Biomasie odpadowej nie przypisuje się zajęcia terenu, gdyż nie ona była celem produkcji.

Najistotniejszym efektem zewnętrznym wszystkich technologii OZE i EJ jest zmniejszenie emisji do powietrza substancji szkodliwych (efekt netto z uwagi na zastąpienie energetyki konwencjonalnej). Choć oczywiście w cyklu paliwowym każdej technologii energetycznej występuje emisja substancji szkodliwych, w przypadku EJ oraz technologii wiatrowej i PV głównie w fazie produkcji urządzeń, w mniejszym stopniu w fazie demontażu. W odniesieniu do technologii biomasowych odwrotnie, największy udział emisji w całym cyklu życia występuje w fazie eksploatacji elektrowni oraz (w zależności od rodzaju biomasy) w fazie produkcji paliwa.

Podsumowując, cechy inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, utrudniające wycenę metodami finansowymi opartymi na kryterium korzyści netto dla inwestora, to: trudności wyceny nakładów i efektów płynące z braku rynków dla dóbr środowiskowych oraz nieefektywnego funkcjonowania rynków wynikającego z istnienia efektów zewnętrznych;

trudności wyceny międzyokresowej nakładów i efektów związane z możliwością wystąpienia efektów w odległej przyszłości oraz wysokim poziomem niepewności ze względu na brak dostatecznej informacji.

Do wyceny środowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii zastosowano dwie metody: wyceny warunkowej (CVM) oraz metodę cen hedonicznych (HPM). Metody te zostały opisane w drugim rozdziale monografii habilitacyjnej wraz z zagadnieniami poprawności i porównywalności wycen, ponieważ celem pracy badawczej było nie tylko wartościowanie, lecz również badanie stałości preferencji w czasie oraz poprawności wycen środowiskowych efektów zewnętrznych związanych ze zmniejszeniem emisji do atmosfery substancji szkodliwych, a także opracowanie wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii.

Badania empiryczne metodami CVM oraz HPM wraz z testami poprawności i konstrukcja wskaźnika jednostkowego były przedmiotem trzeciego rozdziału monografii habilitacyjnej. Przeprowadzenie badań pierwotnych metodami CVM oraz HPM oraz porównanie z wcześniejszymi badaniami (m.in. badaniem autorskim metodą CVM przeprowadzonym w 2007 r.) miało istotny cel, jakim jest wkład w rozwój metodyki badań w zakresie testowania poprawności wycen oddziaływań środowiskowych. Przeprowadzenie badań pierwotnych dwiema metodami stanowi podstawę do oceny poprawności obu wycen (test poprawności zbieżności, *convergent validity*). Porównanie wyników badania CVM (2015 r.) z autorskim przeprowadzonym w 2007 r. miało m.in. na celu badanie stałości preferencji (przede wszystkim średniej WTP z próby) oraz poprawności teoretycznej (*theoretical validity*). Kwestionariusz badań z 2015 oraz 2007 roku był ten sam. Jako wynik otrzymano kwotę gotowości do zapłaty (WTP) za poprawę jakości powietrza atmosferycznego w Polsce. Po przekształceniu tych wyników, z wykorzystaniem metodyki zaproponowanej przeze mnie (o czym poniżej), otrzymano wskaźnik jednostkowy korzyści środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł, tj. OZE oraz potencjalnie energetyki jądrowej.

Oba badania CVM zostały przeprowadzone na ogólnopolskiej próbie dorosłych mieszkańców Polski wynoszącej 1000 osób, metodą wywiadu bezpośredniego. Badania zostały zlecone ośrodkom badania rynku i opinii publicznej. W obu badaniach wyodrębniono respondentów protestujących na podstawie pytań dodatkowych. Porównując badania, można stwierdzić, że odsetek respondentów protestujących jest zbliżony, choć niższy w badaniu z 2015 roku.

Zestawienie uzyskanych w obu badaniach średnich kwot gotowości do zapłaty za poprawę w poszczególnych komponentach jakości powietrza oraz całkowitej średniej WTP w próbie po usunięciu respondentów protestujących przedstawiono w tabeli 3.5.1.

Tabela 3.5.1. Zestawienie uzyskanych w badaniach CVM z 2007 r. oraz z 2015 r. średnich kwot gotowości do zapłaty za poprawę w poszczególnych komponentach jakości powietrza oraz całkowitej średniej WTP w próbie po usunięciu respondentów protestujących

Oszacowany parametr	Śmiertelność	Zachorowalność	Widoczność	Mat. Bud.	Zabytki	Ekosys., rolnict.	Suma	**Suma po weryfikacji**
Średnia WTP'2015 (ceny bieżące)	5,50	4,08	3,61	3,36	3,49	3,58	23,62	**21,172**
Średnia WTP'2007 (ceny bieżące)	3,01	2,92	1,85	1,38	1,57	2,30	13,46	**11,01**
Nominalny przyrost średniej WTP	2,49	1,17	1,76	1,98	1,92	1,29	10,16	**10,16**
Średnia WTP'2007 w cenach z 2015 r.	3,60	3,49	2,22	1,65	1,88	2,75	16,11	**13,17**
Realny przyrost średniej WTP (skorygowany o inflację*)	1,90	0,59	1,39	1,71	1,61	0,84	7,52	**8,00**
Średnia WTP'2007 w cenach z 2015 r., skorygowana o przyrost PKB	4,93	4,78	3,04	2,26	2,57	3,77	22,07	**18,05**
Realny przyrost średniej WTP (skorygowany o inflację* oraz o przyrost PKB**)	0,57	-0,70	0,57	1,10	0,91	-0,18	1,55	**3,12**

*Przyjęto wysokość inflacji w poszczególnych okresach według raportu NBP dotyczącego inflacji CPI (*consumer price index*), będącej indeksem wzrostu cen towarów i usług konsumpcyjnych. Ten wskaźnik inflacji przyjęto jako najodpowiedniejszy, gdyż jest średnią ważoną cen towarów i usług nabywanych przez przeciętne gospodarstwo domowe, na podstawie [NBP 2016]; ** Na podstawie [GUS 2016].
Źródło: opracowanie własne.

Średnia całkowita WTP oraz średnie WTP dla poszczególnych komponentów jakości powietrza, zgodnie z oczekiwaniami, są wyższe w badaniu z 2015 roku. Średnia całkowita WTP po weryfikacji jest nominalnie o 10,2 zł wyższa w 2015 r. w porównaniu z rokiem 2007.Wzrost średniej WTP częściowo wynika z inflacji, ale jest również wyrazem realnego przyrostu średniej gotowości do zapłaty za czyste powietrze. Przypuszcza się, że ten drugi czynnik wynika z przyrostu dochodu (wyższe PKB *per capita*) oraz ze wzrostu świadomości ekologicznej społeczeństwa. Dodatkowym czynnikiem może być zmiana stosunku społeczeństwa do poczucia odpowiedzialności za jakość powietrza oraz skłonności do partycypacji w kosztach jego oczyszczania (utrwalenie przejścia od gospodarki centralnie planowanej do rynkowej). Średnia całkowita WTP po weryfikacji i uwzględnieniu inflacji jest

o 8 zł wyższa w 2015 r. w porównaniu z rokiem 2007, a z uwzględnieniem dodatkowo realnego przyrostu dochodu obywateli różnica wynosi 3,1 zł. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem jest, że ten realny przyrost średniej gotowości do zapłaty za czyste powietrze jest wyrazem zmiany preferencji i wzrostu świadomości ekologicznej społeczeństwa. A zatem 14,74% kwoty WTP'2015 wynika ze zmiany stosunku społeczeństwa do jakości powietrza. Daje to średnioroczny wzrost wartości średniej WTP między rokiem 2007 i 2015 o 1,79% rocznie.

Uzyskane wyniki potwierdzają, iż należy z dużą dozą ostrożności stosować wskaźniki korzyści środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł opracowane w przeszłości dla analizy opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych *ex ante*. Wskaźniki powinny być korygowane przynajmniej o inflację oraz o zmianę PKB, jednak należy również uwzględnić oczekiwaną dla społeczeństw zamożniejszych zmianę preferencji, czyli właśnie zmianę użyteczności dobra, jakim jest czyste powietrze, i związany z tym wzrost gotowości do zapłaty za ochronę środowiska, w tym powietrza.

Kolejnym problemem dotyczącym szacunku wskaźnika jednostkowego kosztów/korzyści zewnętrznych na jednostkę produkcji energii jest zmieniająca się w czasie struktura produkcji energii. Konwencjonalna energetyka zawodowa jest coraz mniej uciążliwa dla środowiska. Tym bardziej powoduje to konieczność dostosowywania szacunków kosztów/korzyści zewnętrznych produkcji energii w danym sektorze do struktury emisji zanieczyszczeń. Uwagę na ten problem zwrócono również w badaniu CASES Komisji Europejskiej [2008]. Stwierdzono, że emisyjność wszystkich źródeł będzie spadać, jednak ze względu na zmianę preferencji społecznych w kierunku wyższej gotowości do zapłaty za jakość powietrza należy przeszacować wartości obliczone dla 2005 roku. Zaproponowano konserwatywną wartość wskaźnika korekcyjnego wynoszącą 1,5% rocznie [Komisja Europejska 2008].

Badania pierwotne przeprowadzone przeze mnie metodami CVM oraz HPM miały stanowić podstawę do oceny poprawności obu wycen (test poprawności zbieżności). Niestety brak pozytywnych rezultatów badania HPM uniemożliwił przeprowadzenie takiego testu. Badanie metodą HPM przeprowadzono dla trzech dużych miast Polski: Warszawy, Wrocławia oraz Krakowa. Zamierzano na tej podstawie podjąć próbę skonstruowania metamodelu dla Polski, jednak wyniki modeli dla poszczególnych miast, opisane poniżej, nie pozwoliły na jego skonstruowanie. Podstawowym założeniem metody HPM jest, że przy zakupie domu kupujący płaci nie tylko za samą nieruchomość, ale także za otaczające ją walory środowiskowe, stąd możliwe jest oszacowanie funkcji ceny nieruchomości od różnego rodzaju atrybutów, w tym środowiskowych. Przetestowano kilka modeli cen hedonicznych, zarówno modele klasyczne:

najprostszą postać liniową, najczęściej prezentowaną postać logarytmiczną, a także przekształcenie Boxa–Coxa, jak i coraz częściej stosowane modele przestrzenne: model opóźnienia przestrzennego (*spatial autoregressive model*, SAR) oraz model błędu przestrzennego (*spatial error model*, SEM). Jednak będące w centrum uwagi przeprowadzanej analizy zmienne środowiskowe zostały zwykle odrzucone w pierwszym etapie doboru zmiennych do modelu. Będąca głównym przedmiotem wyceny jakość powietrza, reprezentowana przez stężenie pyłu zawieszonego PM10, okazała się bardzo silnie skorelowana ze zmienną odległości nieruchomości od centrum miasta (wystąpił efekt współliniowości). Z tego powodu, aby wyeliminować wpływ zmiennej „odległość od centrum miasta" i uzyskać rzeczywisty obraz wpływu PM10 na cenę nieruchomości, podjęto próbę podziału obserwacji na klasy, reprezentowane przez dzielnice miast (Krakowa i Warszawy) i następnie oszacowanie modeli cen hedonicznych w ramach dzielnic. Jednak i to działanie nie przyniosło pozytywnych rezultatów. Wyniki przeprowadzonych analiz mogą wskazywać na niewystarczający stopień efektywności rynku nieruchomości w Polsce w odniesieniu do możliwości wartościowania atrybutów środowiskowych, w tym jakości powietrza.

Przeprowadzono badanie poprawności autorskiego badania metodą CVM na podstawie porównania z dostępnymi badaniami światowymi w obszarze jakości powietrza, choć było ono utrudnione, jako że autorskie badanie CVM, nie jest w pełni porównywalne z większością dostępnych badań, które zwykle dotyczą wybiórczo określonych komponentów szkody środowiskowej powodowanej złą jakością powietrza. Najbardziej zbliżonym badaniem w odniesieniu do wycenianych komponentów szkody środowiskowej jest badanie D. Dziegielewskiej i R. Mendelsohna [2005], które stanowiło główne badanie odniesienia. D. Dziegielewska i R. Mendelsohn zaproponowali jako mechanizm płatności jednorazowy wzrost podatku, podczas gdy w autorskim badaniu zaproponowano miesięczną dopłatę do rachunku za energię elektryczną, przy czym zobowiązanie płatnicze miałoby trwać 15 lat. W celu sprowadzenia wyników badania Dziegielewskiej i Mendelsohna do porównywalności obliczono annuitetową roczną wartość WTP wynoszącą 33,4 PLN'2015, podczas gdy roczna WTP z badania autorskiego wynosi 96 PLN'2015. Jednak i te wartości nie są całkowicie porównywalne. Powodem jest (tak jak w przypadku porównania badań autorskich z lat 2007 i 2015) zmiana preferencji i wzrost świadomości ekologicznej społeczeństwa w okresie 2000-2015. Dodatkowym czynnikiem może być zmiana stosunku społeczeństwa do poczucia odpowiedzialności za jakość powietrza oraz chęci partycypacji w kosztach jego oczyszczania Wydaje się również, że odpowiedzi na pytanie o jednorazową płatność dadzą niższą medianę WTP niż odpowiedzi na pytanie o płatności ratalne. Powodem są ograniczenia budżetowe.

Parametry, które są w pełni porównywalne, to cząstkowe średnie WTP (dla poszczególnych komponentów szkody środowiskowej). Zarówno w badaniu autorskim, jak i w badaniu Dziegielewskiej i Mendelsohna respondenci przypisywali najwyższe wartości gotowości do zapłaty wpływowi zanieczyszczeń powietrza na śmiertelność, a następnie na zachorowalność. Rozkład cząstkowych WTP był jednak bardziej równomierny w badaniu autorskim. Przeprowadzona analiza porównawcza zarówno cząstkowych średnich WTP, jak i rozkładu wartości WTP w odniesieniu do poszczególnych komponentów szkody środowiskowej pozwala wyciągnąć pozytywny wniosek o poprawności obu badań.

W ramach badania poprawności teoretycznej sprawdzono w dostępnych badaniach dla Polski zależność WTP od cech socjoekonomicznych respondentów, które zgodnie z teorią ekonomii powinny być predyktorami wartości WTP. W tym celu porównano cechy istotne statystycznie w badaniu autorskim z cechami istotnymi w badaniu A. Markowskiej i in. [2007], B. Desaigues i in. [2011] oraz D. Dziegielewskiej i R. Mendelsohna [2005]. Podsumowując prowadzone rozważania należy stwierdzić, że wyceniając dobro w postaci jakości powietrza, które jest dobrem dość abstrakcyjnym dla respondentów, trudno znaleźć predyktory WTP wśród cech socjoekonomicznych respondentów, co nie świadczy o braku poprawności badania.

Jednym z kluczowych osiągnięć prezentowanego programu badawczego było oszacowanie (na podstawie autorskiego badania metodą CVM wartościowania jakości powietrza atmosferycznego przez społeczeństwo polskie) wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii. Wskaźnik ten obliczono na dwa sposoby, ponieważ każdy sposób stanowi pewne uproszczenie problemu i jest szacunkiem wartości. Po pierwsze w celu określenia udziału emisji zanieczyszczeń przez energetykę zawodową w całkowitym rocznym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego przyjęto udział SO_2, (metodyka przyjęta również w badaniu z 2007 r.) jako reprezentatywnego rodzaju zanieczyszczenia powietrza. Podejście to zastosowano, aby porównać wskaźnik obliczony w 2007 r. ze wskaźnikiem z 2015 r. w celu badania stałości preferencji w czasie. Obliczony na tej podstawie wskaźnik jednostkowy wynosi 8,2 zł/MWh, a w przeliczeniu na energię ciepła 2,3 zł/GJ.

Drugi sposób, zastosowany dla oszacowania wskaźnika jednostkowego szkód środowiskowych, za jaki odpowiada energetyka zawodowa, oparto na wykorzystaniu metodyki wyznaczania energetycznego wskaźnika jakości powietrza (*energy air quality index*, EAQI), który wiąże jakość powietrza ze strukturą zużycia energii i wykorzystuje w swej konstrukcji równoważniki toksyczności emitowanych zanieczyszczeń. Okazuje się, że udział energetyki zawodowej w „zważonej" emisji zanieczyszczeń, oddającej wpływ emisji substancji

szkodliwych z danego sektora na zdrowie i życie ludzkie oraz środowisko przyrodnicze, jest znacznie niższy (w porównaniu z udziałem opartym na emisji SO_2). Obliczony na tej podstawie wskaźnik jednostkowy wynosi 3,1 zł/MWh, a w przeliczeniu na energię ciepła 0,9 zł/GJ. Wskaźniki te przyjmują bardzo niskie wartości. Uzasadnieniem może być fakt, iż w ostatnich latach emisyjność energetyki zawodowej została w znacznej mierze ograniczona.

Oszacowany wskaźnik kosztów zewnętrznych produkcji energii „czarnej" (stanowiący równocześnie wskaźnik korzyści zewnętrznych produkcji energii z zastosowaniem technologii niskoemisyjnych) dla Polski został porównany z dostępnymi wskaźnikami z badań w tym zakresie, w szczególności wynikami projektu ExternE, NEEDS oraz CASES Komisji Europejskiej. Stwierdzono, iż podobnie jak w moim autorskim badaniu największy udział w całkowitym koszcie zewnętrznym wytwarzania energii elektrycznej miały koszty zdrowotne, a w ich ramach wzrost umieralności wskutek narażenia chronicznego.

Za największy problem i słabość przeprowadzonego badania wyceny warunkowej w projekcie NEEDS (a następnie wyniki adaptowane w projekcie CASES) uważam niereprezentatywną próbę dla badanych państw. Dla dziewięciu państw łączna próba wyniosła 1 463 respondentów. Dla Polski przeprowadzono badanie w Warszawie na próbie 150 osób. Mimo że wkład pracy w udoskonalanie metodyki w ramach kolejnych projektów programu KE, w szczególności funkcji oddziaływanie-skutek oraz włączanie nowych oddziaływań jest ogromny, to z uwagi na wspomniany brak reprezentatywności badań CVM oraz brak badań pierwotnych dla poszczególnych państw UE dotyczących wycen pieniężnych ostateczne szacunki kosztów zewnętrznych poszczególnych technologii energetycznych są bardzo niepewne.

W ostatnim etapie programu KE – CASES [Komisja Europejska 2008] przedstawiono wskaźniki kosztu prywatnego oraz zewnętrznego poszczególnych technologii energetycznych dla poszczególnych państw UE, jak i średnie unijne (bazując na wycenach pieniężnych z projektu NEEDS). Przy tym należy podkreślić, że konstruując wskaźniki dla Polski, nie przeprowadzano badań pierwotnych w Polsce, lecz stosowano jednolite wartości WTP dla wszystkich państw UE, co powoduje, że wyniki są przeszacowane (jeśli się założy, że deklarowane wartości WTP są powiązane z wysokością dochodu oraz świadomością ekologiczną społeczeństwa).

Wyniki mojego badania autorskiego porównałam również z kosztami zewnętrznymi wytwarzania energii z paliw kopalnych przez energetykę zawodową w Polsce (z uwzględnieniem struktury wytwarzania) oszacowanymi przez U. Radovića [2009] na podstawie danych z projektów NEEDS i CASES dla lat 2007 i 2008. Łączny uśredniony koszt

zewnętrzny (bez uwzględnienia CO_2) obliczony na MWh energii elektrycznej dla Polski w 2008 r. został oszacowany na ok. 35 euro/MWh oraz 49,95 euro/MWh w 2007 r. Istotny spadek kosztu zewnętrznego w 2008 r. w stosunku do roku poprzedniego jest następstwem uruchomienia kilku instalacji odsiarczania spalin w elektrowniach zawodowych.

Wyniki te potwierdzają moje spostrzeżenia dotyczące konieczności uaktualniania wskaźników kosztów zewnętrznych obliczonych w przeszłości nie tylko z uwagi na wzrost zamożności i świadomości ekologicznej społeczeństwa, ale również na zmiany strukturalne zachodzące w energetyce. Obecnie (10 lat od przedstawionego badania) nadal spada emisyjność w wartościach bezwzględnych, jak i udział energetyki zawodowej w emisji zanieczyszczeń powietrza. Na plan pierwszy wysunęły się zagrożenia związane z emisją pyłu zawieszonego, za co w głównej mierze odpowiedzialny jest sektor komunalno-bytowy. Według badania U. Radovića [2009] tylko uruchomienie kilku instalacji odsiarczania spalin dało efekt obniżenia kosztów zewnętrznych energetyki zawodowej o blisko 30%. Co więcej, zmiana ta odbyła się w ciągu jednego roku.

Na problem aktualności szacunków kosztów zewnętrznych zwraca również uwagę M. Kudełko [2012], dokonując porównania kosztów zewnętrznych polskich elektrowni dla 2005 r. oszacowanych w ramach projektu NEEDS. Autor stwierdza, że dzięki przeprowadzonym na szeroką skalę inwestycjom środowiskowym po 2005 r. polskie elektrownie znacznie zmniejszyły poziom rocznych emisji SO_2 i NOx. Dlatego wyliczone w NEEDS wskaźniki kosztów zewnętrznych przypadających na jednostkę produkowanej energii (dla polskich elektrowni) są nieadekwatne do obecnych warunków.

Kolejnym osiągnięciem oraz celem badań odnoszącym się do czwartego rozdziału monografii habilitacyjnej, było rangowanie technologii energetyki niskoemisyjnej według kryterium stopnia realizacji celów zrównoważonego rozwoju, jako dominującego paradygmatu w kształtowaniu polityki energetycznej na poziomie Unii Europejskiej i krajowym. Przeprowadzono identyfikację oraz ocenę istotności obszarów i oddziaływań (wyodrębnionych w ramach obszarów) programów rozwoju poszczególnych technologii energetyki niskoemisyjnej. Wstępny dobór obszarów i oddziaływań zidentyfikowano na podstawie literatury przedmiotu, a zweryfikowano w badaniu pierwotnym z zastosowaniem metody delfickiej eksperckiej. Następnie w ramach badania wielokryterialnego z udziałem piętnastu ekspertów, specjalistów z dziedziny ekonomii środowiska oraz energetyki, nadano wagi poszczególnym oddziaływaniom. Zastosowano podejście oparte na bezpośrednim nadawaniu wag dla kryteriów i subkryteriów przez ekspertów oraz alternatywnie bardziej poprawną teoretycznie, ale również bardziej wymagającą, metodę rozmytego analitycznego procesu

hierarchicznego (*fuzzy analytic hierarchy process,* FAHP). W tabeli 3.5.2 przedstawiono finalną listę zidentyfikowanych oddziaływań w wyżej wymienionych obszarach wraz z wagami globalnymi oraz lokalnymi uzyskanymi z zastosowaniem metody FAHP. Zbudowano jedną listę oddziaływań dla wszystkich technologii, obejmującą jednak specyficzne dla poszczególnych technologii oddziaływania. Wybrano ośmiu ekspertów zajmujących się ekonomią środowiska oraz energetyką, do których została przesłana wstępna lista oddziaływań wraz z opisem analizowanych technologii energetyki niskoemisyjnej. Badaniu poddano cztery technologie energetyki odnawialnej o największym potencjale wzrostowym w Polsce: energetykę biomasową i biogazową, fotowoltaiczną, wiatrową lądową oraz wiatrową morską, a także energetykę jądrową.

Tabela 3.5.2. Gospodarcze, społeczne i środowiskowe oddziaływania energetyki niskoemisyjnej wraz z przypisanymi wagami lokalnymi i globalnymi

Kryteria główne/subkryteria	Wagi lokalne	Wagi globalne
Gospodarka	**0,420**	**0,420**
PKB	0,146	0,061
Bilans handlowy	0,110	0,046
Innowacyjność i konkurencyjność gospodarki	0,167	0,070
Stopa bezrobocia	0,142	0,060
Bezpieczeństwo energetyczne przedsiębiorstw	0,166	0,070
Równomierny rozwój regionów	0,157	0,066
Zajęcie terenu	0,112	0,047
Społeczeństwo	**0,304**	**0,304**
Niwelowanie nierówności społecznych	0,366	0,111
Kształtowanie nowej kultury energetycznej	0,308	0,094
Bezpieczeństwo energetyczne gospodarstw domowych	0,326	0,099
Środowisko	**0,276**	**0,276**
Emisja gazów cieplarnianych	0,179	0,049
Emisja innych zanieczyszczeń powietrza	0,167	0,046
Ilość wytwarzanych odpadów	0,171	0,047
Zasobooszczędność gospodarki	0,171	0,047
Ingerencja w krajobraz	0,161	0,044
Ryzyko awarii/wypadku	0,152	0,042

Źródło: opracowanie własne.

Najwyższą wagę eksperci przypisali obszarowi gospodarka. Wagi obszarów społeczeństwo i środowisko są zbliżone, choć nieco wyższą wagę przypisano pierwszemu obszarowi.

Ze względu na znaczną liczbę porównań zrezygnowano z metody porównań parami w stosunku do wzajemnej oceny poszczególnych technologii w odniesieniu do poszczególnych kryteriów. Do oceny punktowej technologii zastosowano odrębną skalę, według której ustalano wpływ danej technologii energetycznej na określone kryterium (bez odniesienia do pozostałych technologii). Wpływ ten mógł być zarówno pozytywny, jak i negatywny, a określano go na skali od -4 do 4 (gdzie -4 oznaczało maksymalny wpływ negatywny, 0 – brak wpływu, a 4 – maksymalny wpływ pozytywny).

Średnia suma punktów uzyskana w obszarach gospodarka, społeczeństwo, środowisko wskazuje na następujący ranking technologii energetyki niskoemisyjnej: fotowoltaika zajmuje pierwsze miejsce (25 punktów), biomasa miejsce drugie (22 punkty), trzecie miejsce energetyka wiatrowa lądowa (18 punktów), czwarte wiatrowa morska (16 punktów) i ostatnie miejsce energetyka jądrowa z zaskakująco niskim wynikiem (2 punkty).

Ten sam ranking uzyskano po zważeniu punktów (tab. 3.5.3). Okazuje się, że energetyka jądrowa uzyskała równie niski wynik w porównaniu z technologiami opartymi na odnawialnych źródłach energii.

Tabela 3.5.3. Ranking technologii energetyki niskoemisyjnej

Wyszczególnienie	**Technologia energetyczna**				
	wiatrowa lądowa	**wiatrowa morska**	**biomasa i biogazowa**	**słoneczna**	**jądrowa**
Wartość syntetyczna	1,276	0,988	1,627	1,774	0,306
Ranking	3	4	2	1	5

Źródło: opracowanie własne.

Jak wspomniano powyżej niezależnie od przeprowadzonego badania z wykorzystaniem metody FAHP eksperci zostali poproszeni również o wskazanie własnych wag dla poszczególnych kryteriów i subkryteriów. Celem takiego działania było testowanie wiarygodności stosowania obu metod (bezpośredniego nadawania wag przez ekspertów dla poszczególnych kryteriów z wagami uzyskanymi z użyciem metody FAHP). W wyniku zastosowania obu metod uzyskano taki sam ranking technologii energetyki niskoemisyjnej. Utwierdza to w przekonaniu, że odpowiedzi ekspertów były przemyślane i spójne oraz potwierdza możliwość zastosowania wyników badania w praktyce dla kształtowania polityki energetyczno-ekologicznej w Polsce.

Na podstawie przedstawionych wniosków można zatem uznać, że przyjęta w osiągnięciu habilitacyjnym teza główna: **ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii wymaga zastosowania metody, która uwzględnia zarówno efekt produkcyjny tych inwestycji, jak i możliwie wiarygodnie skwantyfikowany efekt zewnętrzny (głównie środowiskowy), ujęte w analizie społecznych korzyści i kosztów inwestycji**, została dowiedziona w rozważaniach teoretycznych oraz badaniach empirycznych wyceny efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii, a także w wyniku analizy wielokryterialnej uwzględniającej oddziaływania gospodarcze, społeczne i środowiskowe programów rozwoju poszczególnych technologii energetyki niskoemisyjnej.

Analiza wycen kosztów zewnętrznych technologii energetycznych udowodniła tezę, że efektywność ekonomiczna inwestycji w niskoemisyjne źródła energii jest zdecydowanie wyższa niż ich efektywność finansowa (chodzi o efektywność finansową, jeśli nie uwzględnia się preferencji stwarzanych przez państwo). Poziom efektywności ekonomicznej w znacznej mierze uzależniony jest od rodzaju technologii energetyki niskoemisyjnej oraz bardzo wrażliwy na przyjęty szacunek korzyści środowiskowych.

Ze względu na zmianę struktury i emisyjności wytwarzania energii przez energetykę zawodową oraz zmianę preferencji społecznych należy z dużą dozą ostrożności stosować wskaźniki kosztów zewnętrznych opracowane w przeszłości do oceny programów inwestycyjnych *ex ante*. Dla możliwie najbardziej wiarygodnego szacunku kosztów zewnętrznych produkcji energii należy przeprowadzać badania pierwotne w danym państwie, zwłaszcza jeśli wyniki badania mają służyć celom kształtowania polityki ekologicznej i energetycznej. Stąd obliczone w rezultacie moich badań wskaźniki mogą znaleźć zastosowanie praktyczne we wskazanym obszarze.

3.6. Podsumowanie znaczenia wkładu naukowego monografii

Newralgicznym elementem analizy kosztów i korzyści inwestycji w niskoemisyjne źródła energii jest wycena kosztów i korzyści zewnętrznych, w tym zwłaszcza środowiskowych. Problematyka ta, jak również zagadnienie testowania poprawności wycen to zagadnienia niedostatecznie rozpoznane. W szczególności dla Polski brak jest podobnych wycen przeprowadzanych tzw. metodami nowoczesnymi, lub są prowadzone od kilku lat głównie na skalę lokalną, oraz badań ich poprawności. Uzupełnienie tej luki było celem badań prowadzonych w ramach prezentowanej monografii.

Istotnym elementem proponowanej metody oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii w Polsce jest oszacowanie przeze mnie wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych produkcji energii z niskoemisyjnych źródeł. Wyniki

autorskich badań pierwotnych CVM oraz HPM mogą także posłużyć innym badaniom poprzez dostosowanie do zmienionych warunków (*benefit transfer*).

Kolejnym osiągnięciem badawczym prezentowanym w monografii habilitacyjnej jest podjęcie problemu szacunku wskaźnika jednostkowego kosztów/korzyści zewnętrznych w warunkach zmieniającej się w czasie struktury produkcji energii. Powoduje ona konieczność dostosowywania szacunków kosztów/korzyści zewnętrznych produkcji energii w danym sektorze do struktury emisji zanieczyszczeń. Analogiczne skutki powoduje zmiana świadomości i preferencji społecznych.

Opracowanie metody kompleksowej oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii opartej na rzetelnym rachunku efektywności ekonomicznej może przyczynić się do przełamywania barier w przejściu do realizacji projektów z tego obszaru w Polsce. Przeprowadzone badanie rangowania technologii niskoemisyjnych w Polsce z zastosowaniem analizy wielokryterialnej i metody rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego może posłużyć odpowiedniemu doborowi priorytetowych technologii niskoemisyjnych w kształtowaniu polityki ekologiczno-energetycznej.

Przeprowadzone badania pierwotne wartościowania jakości powietrza atmosferycznego stanowią także wkład w rozwój metodologii nowoczesnych metod wartościowania środowiska (*behavioral linkage methods*), a porównanie ich z wcześniejszymi badaniami pozwoliło na przetestowanie poprawności wycen (*validity*). Przeprowadzenie badań dwiema metodami stanowi podstawę do oceny poprawności obu wycen (test poprawności zbieżności - *convergent validity*). Brak pozytywnych rezultatów badania metodą HPM został zrekompensowany porównaniem wyników badania metodą CVM z badaniami światowymi w tym zakresie tj. z badaniem Dziegielewska, Mendelsohn [2005], projektem KE ExternE i jego sukcesorami (NEW-EXT, NEEDS, CASES), badaniem Radović [2009], Kudełko [2012], Markowska i in. [2007], Desaigues i in. [2011]. Na podstawie porównania metodyki i rezultatów badań wyciągnięto istotne wnioski dotyczące poprawności badań metodami nowoczesnymi. Nie są mi znane tego typu badania poprawności dla Polski.

Porównanie wyników badania autorskiego metodą CVM przeprowadzonego w 2015 r. z autorskim badaniem z 2007 r. pozwoliło na przebadanie stałości preferencji w czasie oraz poprawności teoretycznej badań. Subiektywna teoria wartości (stanowiącą w CBA podstawę kryterium opłacalności) oparta na użyteczności dobra dla konsumenta, powoduje że wartość ta jest zmienna w czasie. Stąd istotna jest ocena stałości preferencji, a co za tym idzie ocena przydatności wskaźników korzyści środowiskowych opracowanych w przeszłości dla analizy opłacalności inwestycji *ex ante*. Problem ten jest stosunkowo nowy na świecie, według mojej

wiedzy w Polsce praktycznie nie poruszany. Równocześnie jest to problem kluczowy w zakresie prawidłowego przeprowadzenia analizy kosztów i korzyści przedsięwzięć inwestycyjnych w odniesieniu do inwestycji w OZE oraz EJ, gdzie znaczny udział kosztów i korzyści społecznych przypada na efekty zewnętrzne. Jak dotąd nie istnieje metoda wyceny efektów zewnętrznych zapewniająca uzyskanie obiektywnie miarodajnych wyników.

Prezentowane osiągnięcie naukowe może posłużyć jako głos w dyskusji o społeczno-ekonomicznej zasadności rozwoju i wsparcia poszczególnych technologii OZE oraz energetyki jądrowej w Polsce.

4. Pozostałe osiągnięcia naukowo-badawcze

Po uzyskaniu stopnia doktora nauk ekonomicznych (20 grudnia 2007 r.) opublikowałam łącznie 61 prac (z czego jedną monografię autorską przedstawiłam jako osiągnięcie główne) w tym:

− 44 w języku polskim i 17 w języku angielskim;

− 38 prac przygotowałam samodzielnie, a pozostałe 23 powstało we współautorstwie;

- 3 publikacje znajdują się na liście A w bazie Journal Ciation Reports – najwyższy IF czasopisma w momencie publikacji wynosi 2,262 (5-letni IF 3,045); kolejny 1,12 (5-letni IF 1,144) oraz 0,655 (5-letni IF 0,57);

− 12 publikacji jest indeksowanych w bazie Web of Science Core Collection, 7 w bazie Scopus, 16 występuje w bazie EBSCO;

− opublikowałam 3 książki autorskie (2 samodzielne, 1 wieloautorską);

− opublikowałam 10 rozdziałów w monografiach naukowych (9 w języku polskim i 1 - angielskim, 6 samodzielnie i 4 współautorskie);

− 11 publikacji wydanych zostało w materiałach konferencyjnych (wszystkie w języku angielskim, w tym 4 samodzielne, 7 wieloautorskich);

− 34 prace zostały opublikowane w innych niż z listy A recenzowanych czasopismach (w języku polskim - 31 i angielskim – 3, w tym 23 publikacje powstały samodzielnie, 11 we współautorstwie).

Problemy naukowe podejmowane po obronie pracy doktorskiej koncentrują się na kilku obszarach badawczych dotyczących inwestycji w niskoemisyjne źródła energii. Najistotniejszy obszar badawczy dotyczy wartościowania efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii w ramach analizy kosztów i korzyści oraz analizy wielokryterialnej tego typu przedsięwzięć. Jako efekt prowadzonych w tym obszarze prac badawczych powstała monografia habilitacyjna wskazana przeze mnie jako główne osiągnięcie naukowe. Poza wskazanym obszarem moje osiągnięcia można zgrupować w dwóch kolejnych

obszarach: zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii oraz wartościowanie pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym.

Osiągnięcia naukowe w powyższych obszarach zostały przedstawione w punktach 4.1, 4.2 oraz 4.3.

4.1. Wartościowanie efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii

Badania prowadzone w ramach wskazanego obszaru zaowocowały publikacją jedenastu artykułów naukowych, w tym dwóch artykułów opublikowanych w czasopismach z listy Journal Citation Reports. Prowadzone badania zostały zwieńczone monografią autorską (habilitacyjną), która została wskazana przeze mnie jako główne osiągnięcie. Monografia obejmuje jednak szerszy obszar badawczy, gdyż koncentruje się nie tylko na badaniach w obszarze wartościowania efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii oraz badaniu ich poprawności, wnosząc nowe treści w stosunku do publikowanych artykułów (każdorazowo jeśli korzystałam w monografii z wyników badań cząstkowych opublikowanych w artykułach powoływałam się na konkretną publikację), ale także ich zastosowania w wybranych metodach oceny opłacalności. Wnosi także wiele nowych treści w warstwie teoretycznej badanych problemów. Monografia habilitacyjna powstawała równolegle, a nawet zapoczątkowała powstanie cyklu publikacji, z uwagi na konieczność opracowania przeglądu literatury badanych zagadnień, przedstawienia warstwy teoretycznej oraz zagadnienia zastosowania wyników badań wartościowania efektów środowiskowych w wybranych metodach oceny opłacalności inwestycji w niskoemisyjne źródła energii.

Z uwagi na powyższe w niniejszym punkcie zwięźle zaprezentowano treść artykułów, gdyż wnioski z badań przedstawione w punkcie 3.4 obejmują swoim zakresem wnioski wynikające z prezentowanego cyklu publikacji.

Zbiorczy wykaz publikacji w omawianym obszarze wraz z oznaczeniem publikacji zawarto w tabeli 4.1.1.

Tabela 4.1.1. Wykaz publikacji w obszarze: wartościowanie efektów środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii

Lp.	Autor/autorzy, data wydania, tytuł, wydawca lub czasopismo, tom, strony; indeksowanie (w nawiasie podany IF)	Typ publikacji	Oznaczenie
1.	Ligus M., 2017, *Evaluation of economic, social and environmental effects of low-emission energy technologies development in Poland: a multi-criteria analysis with application of a fuzzy analytic hierarchy process (FAHP),* Energies, Vol. 10, No 10, 1550, DOI:10.3390/en10101550 (IF 5-letni 3,045, IF za 2017 r. 2,676) Indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w czasopiśmie z listy JCR	A1
2.	Ligus M., 2018, *Measuring the willingness to pay for improved air quality: A contingent valuation survey*, Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 27, no 2 (2018), p. 763-771, DOI: 10.15244/pjoes/76406 (IF 5-letni 1,144, IF za 2017 r. 1,120) Indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w czasopiśmie z listy JCR	A2
3.	Ligus M., 2017, *Ranking of low-carbon energy technologies in the context of the degree of achievement of sustainable development objectives – Multi Criteria Decision Analysis (MCDA)*, Acta Energetica, 3(32), p. 136-141, DOI:10.12736/issn.2300-3022.2017311	Artykuł naukowy	A3
4.	Ligus M., 2017, *Identyfikacja gospodarczych, społecznych i środowiskowych oddziaływań rozwoju technologii energetyki niskoemisyjnej w Polsce,* Studia i Prace WNEiZ US, nr 47/2, s. 89-98, DOI:10.18276/SIP.2017.47/2-08	Artykuł naukowy	A4
5.	Ligus M., 2017, *Wartościowanie jakości powietrza atmosferycznego w Polsce – badanie stałości preferencji w czasie*, Optimum. Studia Ekonomiczne, nr 1(82), s. 143-154, DOI:10.15290/ose.2017.01.85.11	Artykuł naukowy	A5
6.	Ligus M., 2017, *Evaluation of economic, social and environmental effects of low-emission energy technologies in Poland – multi-criteria analysis*, 4rd International Conference on Energy and Environment Research. ICEER 2017, N. Caetano, M. Felgueiras (eds), Energy Procedia, 136, p. 163-168, DOI:10.1016/j.egypro.2017.10.314 Indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A6
7.	Ligus M., 2017, *The assessment of environmental benefits of low-emission electricity generation, the case of Poland*, 3rd International Conference on Energy and Environment Research. ICEER 2016, N. Caetano, M. Felgueiras, M. Forment (eds), Energy Procedia, Vol. 107, p. 363-368, DOI:10.1016/j.egypro.2016.12.177 Indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A7
8.	Ligus M., Peternek P., 2017, *Impacts of urban environmental attributes on residential housing prices in Warsaw (Poland) – Spatial hedonic analysis of city districts*, Contemporary Trends and Challenges in Finance, K. Jajuga, K. Staehr, L.T. Orlowski (eds), Springer	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A8

	Proceedings in Business and Economics, Springer International Publishing, p. 155-164, ISBN 9783319548845) *Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu badań, w tym przeglądzie literatury przedmiotu i opracowaniu metodyki badań, uzyskaniu dostępu do baz danych, interpretacji wyników i omówieniu wniosków z badań oraz opracowaniu tekstu artykułu w wyżej wskazanych obszarach. Mój udział polegał także na kierowaniu dwoma projektami naukowymi obejmującymi badania opisane w tej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%.* Indeksowany w bazie Web of Science		
9.	Ligus M., Peternek P., 2016, *Measuring structural, location and environmental effects: A hedonic analysis of housing market in Wroclaw, Poland*, 19th International Conference Enterprise and the Competitive Environment 2016, S. Kapounek, V. Krutilova (eds), Procedia - Social and Behavioral Sciences I, Vol. 220, p. 251-260, DOI:10.1016/j.sbspro.2016.05.497 *Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu badań, w tym przeglądzie literatury przedmiotu i opracowaniu metodyki badań, uzyskaniu dostępu do baz danych, interpretacji wyników i omówieniu wniosków z badań oraz opracowaniu tekstu artykułu w wyżej wskazanych obszarach. Mój udział polegał także na kierowaniu projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%.* Indeksowany w bazie Web of Science. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A9
10.	Ligus M., Peternek P., 2016, *Urban environmental externalities and location effect – hedonic analysis of residential housing market in Warsaw (Poland*), Managing and Modelling of Financial Risks 2016, 8th International Scientific Conference Proceedings Part II, M. Čulik (ed.), VSB Technical University of Ostrava, p. 514-521, ISBN 978-80-248-3994-3 *Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu badań, w tym przeglądzie literatury przedmiotu i opracowaniu metodyki badań, uzyskaniu dostępu do baz danych, interpretacji wyników i omówieniu wniosków z badań oraz opracowaniu tekstu artykułu w wyżej wskazanych obszarach. Mój udział polegał także na kierowaniu projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%.*	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A10
11.	Ligus M., Peternek P., 2015, *Consumption preferences and location effects: A hedonic analysis of the housing market in Cracow, Poland,* 18 Annual International Conference *Enterprise and the Competitive Environment,* Conference Proceedings, S. Kapounek (ed.), Mendel University in Brno, Czech Republic, p. 480-489, ISBN 9488075093424 *Mój wkład w powstanie tej pracy polegał na zaplanowaniu badań, w tym przeglądzie literatury przedmiotu i*	Artykuł naukowy w materiałach konferencyjnych	A11

	opracowaniu metodyki badań, uzyskaniu dostępu do baz danych, interpretacji wyników i omówieniu wniosków z badań oraz opracowaniu tekstu artykułu w wyżej wskazanych obszarach. Mój udział polegał także na kierowaniu projektem naukowym obejmującym badania opisane w tej pracy. Mój udział procentowy szacuję na 50%. Indeksowany w bazie Web of Science		

Artykuły naukowe zostały ujęte chronologicznie (od najnowszego do najstarszego), z wyjątkiem dwóch publikacji w czasopismach z bazy Journal Citation Reports, które zostały przedstawione jako pierwsze według wysokości IF. Prezentowane artykuły można pogrupować na koncentrujące się wokół tematyki:

- wartościowania jakości powietrza atmosferycznego w Polsce z wykorzystaniem metody wyceny warunkowej (CVM), testowania poprawności wycen oraz opracowania na podstawie przeprowadzonego badania wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii – artykuły A2, A5, A7;
- wartościowania jakości powietrza atmosferycznego w Polsce z zastosowaniem metody cen hedonicznych (HPM) – artykuły A7, A8, A9, A10, A11;
- identyfikacji i ewaluacji z wykorzystaniem metody delfickiej eksperckiej istotnych obszarów i oddziaływań (wyodrębnionych w ramach obszarów) programów rozwoju technologii energetyki niskoemisyjnej dla maksymalizacji dobrobytu społecznego, rozumianego zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju oraz rangowania technologii energetyki niskoemisyjnej z wykorzystaniem metod wielokryterialnych - artykuły A1, A3, A4, A6.

Metodyka badania CVM przeprowadzonego w 2015 r. wraz z omówieniem wyników oraz badaniem poprawności teoretycznej i poprawności zbieżności jest przedmiotem publikacji A2. Wyniki badania CVM z 2015 r., (jak również wyniki badania HPM) zaprezentowano również w publikacji A7. Stanowiły one podstawę dla syntetycznego przedstawienia w dalszej części artykułu szacunku wskaźnika jednostkowego korzyści środowiskowych inwestycji w niskoemisyjne źródła energii. Omówiono uzyskane wyniki oraz porównano je z wynikami projektu CASES Komisji Europejskiej.

Porównanie wyników badania CVM przeprowadzonego w 2015 r. z wcześniejszymi badaniami miało istotny cel, jakim jest wkład w rozwój metodyki badań w zakresie testowania poprawności wycen oddziaływań środowiskowych. Tematyce tej poświęcono publikację A2. Porównanie wyników badania CVM (2015 r.) z autorskim przeprowadzonym w 2007 r. miało m.in. na celu badanie stałości preferencji (przede wszystkim średniej WTP z próby) oraz

poprawności teoretycznej (*theoretical validity*). Problemowi badania stałości preferencji w czasie została poświęcona publikacja A5.

Badanie metodą HPM przeprowadzono dla trzech dużych miast Polski: Warszawy, Wrocławia oraz Krakowa. Wyniki badań przedstawiono dla Warszawy w artykułach A8 oraz A10, dla Wrocławia w artykule A9, dla Krakowa w artykule A11. Zaprezentowane w artykule A10 wyniki analizy regresji (dla modeli semi-log i modelu z transformacją Box-Cox) dały dobrą moc wyjaśniającą (skorygowany R kwadrat większy niż 0,75). Większość atrybutów strukturalnych i lokalizacyjnych była statystycznie istotna z oczekiwanymi znakami wpływu zmiennych na ceny nieruchomości, niemniej jednak większość atrybutów środowiskowych okazała się statystycznie nieistotna, w tym testowane zmienne odpowiedzialne za jakość powietrza. W artykule A8 w celu wyeliminowania silnej korelacji zmiennej odpowiedzialnej za jakość powietrza, reprezentowanej przez stężenie pyłu zawieszonego PM10 ze zmienną odległości nieruchomości od centrum miasta podjęto próbę podziału obserwacji na klasy, reprezentowane przez dzielnice miasta. Poza modelami klasycznymi przetestowano modele przestrzenne: model opóźnienia przestrzennego (*spatial autoregressive model*, SAR) oraz model błędu przestrzennego (*spatial error model*, SEM). Jednak będące w centrum uwagi przeprowadzanej analizy zmienne środowiskowe zostały zwykle odrzucone w pierwszym etapie doboru zmiennych do modelu, choć często pojedyncze zmienne środowiskowe były statystycznie istotne w modelach dla konkretnych dzielnic.

Podobną analizę, z podziałem miasta na dzielnice przeprowadzono w publikacji A11 dla Krakowa, uzyskując podobne, niesatysfakcjonujące rezultaty dotyczące próby wyceny jakości powietrza atmosferycznego.

W publikacji A 9 dotyczącej Wrocławia przeprowadzono analizę bez próby podziału miasta na dzielnice. Uzyskano podobne rezultaty jak dla dwóch poprzednich miast. Wyniki przeprowadzonych analiz mogą wskazywać na niewystarczający stopień efektywności rynku nieruchomości w Polsce w odniesieniu do możliwości wartościowania atrybutów środowiskowych, w tym jakości powietrza.

Kolejnym obszarem badawczym była identyfikacja i ewaluacja istotnych obszarów i oddziaływań (wyodrębnionych w ramach obszarów) programów rozwoju technologii energetyki niskoemisyjnej dla maksymalizacji dobrobytu społecznego, rozumianego zgodnie z paradygmatem zrównoważonego rozwoju oraz rangowania technologii energetyki niskoemisyjnej z wykorzystaniem metod wielokryterialnych. Wstępny dobór obszarów i oddziaływań zidentyfikowano na podstawie literatury przedmiotu, a zweryfikowano w badaniu pierwotnym z zastosowaniem metody delfickiej eksperckiej. Tematyka doboru obszarów i

oddziaływań wraz z opisem przeprowadzonego badania delfickiego eksperckiego jest przedmiotem publikacji A4. Wyniki badania zaprezentowano również w publikacjach A1, A3 oraz A6, gdyż stanowiły punkt wyjścia dla prezentowanej w nich analizy wielokryterialnej (z zastosowaniem różnych metod) programów rozwoju technologii energetyki niskoemisyjnej w Polsce. Następnie w ramach badania wielokryterialnego, z udziałem piętnastu ekspertów nadano wagi poszczególnym oddziaływaniom. W publikacjach A3 oraz A6 zastosowano podejście oparte na bezpośrednim nadawaniu wag dla kryteriów i subkryteriów przez ekspertów, natomiast w publikacji A1 zastosowano w tym celu bardziej poprawną teoretycznie, ale również bardziej wymagającą, metodę rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego (*fuzzy analytic hierarchy process,* FAHP).

Dodatkowo w publikacji A1 w celu sporządzenia rankingu technologii na podstawie wag wyznaczonych metodą FAHP oraz punktów przypisanych poszczególnym technologiom, poza miarą syntetyczną opartą na średniej arytmetycznej zastosowano również podejście oparte na metodyce TOPSIS. Metodyka ta bazuje na obliczeniu odległości każdego wariantu od rozwiązania idealnego. Jako rezultat tego podejścia uzyskano również ranking technologii niskoemisyjnych zgodny z dwoma poprzednimi podejściami. Omówienie metodyki TOPSIS jak i osiągniętych przy jej zastosowaniu wyników wpisuje się w kierunek podjętych przeze mnie dalszych prac badawczych (o czym w punkcie 4.4).

4.2. Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii

W ramach badań naukowych prowadzonych w obszarze zarządzania wartością inwestycji w odnawialne źródła energii zajmowałam się w szczególności metodyką oceny finansowej efektywności inwestycji w OZE (z punktu widzenia inwestora), w tym analizą wartości tworzonej przez mechanizmy wsparcia ze strony państwa, oceną efektywności ekonomicznej, oceną efektywności w odniesieniu do poszczególnych technologii OZE, porównaniem kosztów prywatnych i społecznych produkcji energii w poszczególnych technologiach niskoemisyjnych z wykorzystaniem metodyki rozłożonego w cyklu życia kosztu produkcji (*levelized cost of electricity*, LCOE) oraz zarządzaniem ryzykiem inwestycji w OZE, w tym analizą ryzyka legislacyjnego.

W związku z powyższą tematyką zrealizowałam w roli kierownika (zespół siedmioosobowy) grant finansowany przez Narodowe Centrum Nauki w latach 2011-2017 pt. „*Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii*", nr umowy UMO-2011/01/D/HS4/05925.

Podejmowane zagadnienia badawcze zaowocowały również wieloletnią współpracą z Instytutem Energetyki Odnawialnej w Warszawie (IEO), w wyniku której w roku akademickim

2009/2010 odbyła się pierwsza edycja studiów podyplomowych na UE we Wrocławiu we współpracy merytorycznej z IEO pt. „Inwestycje w odnawialne źródła energii". Od tej pory sukcesywnie uruchamiane są kolejne edycje studiów zarówno we Wrocławiu jak i w Warszawie (uruchomienie studiów uzależnione jest od liczby chętnych, do tej pory odbyło się jedenaście edycji studiów). Pełnię funkcję kierownika studium.

Wynikiem współpracy z Instytutem Energetyki Odnawialnej są również raporty na zlecenie dawnego Ministerstwa Gospodarki, dotyczące mechanizmów wsparcia energetyki opartej na OZE, raporty na zlecenie organizacji ekologicznych (m.in. Greenpeace Polska), opracowania studiów wykonalności inwestycji w OZE dla prywatnych przedsiębiorców, głównie na potrzeby ubiegania się o dofinansowanie z programów pomocowych UE (wykaz najistotniejszych raportów znajduje się w załączniku 4).

Realizuję również samodzielnie, jak i we współpracy z IEO szkolenia zamknięte dla firm w zakresie inwestowania w odnawialne źródła energii (wykaz najważniejszych szkoleń podany jest w załączniku 4), są to przykładowo szkolenia dla Związku Gmin i Powiatów Subregionu Centralnego Województwa Śląskiego, Polskiej Izby Ekologii, firmy ATMOTERM S.A. zajmującej się jakością powietrza.

W obszarach oceny efektywności finansowej, w tym analizy wartości tworzonej przez mechanizmy wsparcia ze strony państwa oraz efektywności ekonomicznej inwestycji w OZE, ryzyka inwestycji w OZE, porównania kosztu produkcji energii LCOE w poszczególnych technologiach OZE, składających się na prezentowany obszar badawczy – zarządzanie wartością inwestycji w OZE, moje publikacje są stosunkowo liczne. Tematyka ta stanowiła kontynuację i rozszerzenie tematyki poruszanej w pracy doktorskiej, a zatem publikacje obejmują również długi horyzont czasowy (od 2008 r.). Jako wynik prac badawczych w tym obszarze wskazuję siedemnaście najistotniejszych publikacji naukowych (tabela 4.2.1), głównie artykułów publikowanych w czasopismach naukowych oraz materiałach konferencyjnych. Artykuły są ujęte chronologicznie z wyjątkiem artykułu opublikowanego w czasopiśmie z listy Journal citation Reports, który wykazano jako pierwszy.

Zwieńczeniem prowadzonych badań jest monografia powstała pod moją redakcją naukową, jestem również autorem trzech rozdziałów oraz współautorem kolejnych dwóch rozdziałów tej monografii, pt. *Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii*, 2019, red. M. Ligus, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (po pozytywnej recenzji) – publikacja B2 (zaświadczenie z wydawnictwa o przyjęciu pracy do druku stanowi załącznik nr 8).

Tabela 4.2.1 Wykaz kluczowych publikacji dla obszaru badawczego dotyczącego zarządzania wartością inwestycji w OZE

Lp.	Autor/autorzy, data wydania, tytuł, wydawca lub czasopismo, tom, strony; indeksowanie(w nawiasie podany IF)	Typ publikacji	Oznaczenie
1.	Ligus M., 2015, *An analysis of competitiveness and potential of renewable energy technologies in Poland,* Energy & Environment, Vol. 26, No 8, p. 1247-1269 (IF 5-letni 0,57, IF za 2015 r. 0,513) Indeksowany w bazie Web of Science oraz SCOPUS. Występuje w bazie EBSCO	Artykuł naukowy w czasopiśmie z listy JCR	B1
2.	*Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii*, 2019, red. M. Ligus, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (w druku)	Książka pod moją redakcją naukową	B2
3.	Ligus M., 2019, *Uwarunkowania rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce,* W: Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii, red. M. Ligus, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (w druku)	Rozdział w monografii naukowej	B3
4.	Ligus M., 2019, *Ocena finansowej opłacalności inwestycji w odnawialne źródła energii,* W: Zarządzanie wartością inwestycji w odnawialne źródła energii, red. M. Ligus, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu (w druku)	Rozdział w monografii naukowej	B4
5.	Ligus M., Słoński T., 2018, *Financial and legal aspects of eco-efficiency investments in Poland*, in: *Corporate Social Responsibility in Poland - Strategies, Opportunities and Challenges*, A. Dlugopolska-Mikonowicz, S. Przytuła, C. Stehr, (eds), Series: CRS, Sustainability, Ethics & Governance, SPRINGER publishing house, p. 93-104	Rozdział w monografii naukowej	B5
6.	Ligus M., Słoński T., 2019, *Analiza ryzyka biogazowni rolniczej w Polsce*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach, Katowice (w druku)	Artykuł naukowy	B6
7.	Ligus M., Daszyńska-Żygadło K., 2017, *Impact of risk factors on market value of companies from Polish renewable energy sector in changing regulatory environment,* 20th Annual International Conference "Enterprise and Competitive Environment", Conference proceedings, S. Kapunek, V. Krutilova (eds), Mendel University in Brno, p. 195-205, ISBN 978-80-7509-499-5	Publikacja w materiałach konferencyjnych	B7
8.	Ligus M., 2014, *Levelized cost of electricity (LCOE) of renewable energies in the auctioning system in Poland,* In: SGEM Conference on Political Sciences, Law, Finance, Economics and Tourism, Conference Proceedings, Volume IV, Economics and Tourism, STEF92 Technology Ltd., p. 435-442, ISBN 978-619-7105-28-5, DOI:10.5593/sgemsocial2014/B24/S7.056	Publikacja w materiałach konferencyjnych	B8
9.	Ligus M., Ciecieląg C., 2014, *Przez selekcję do skuteczności: komu opłaci się pompa ciepła i jak celnie wspierać rozwój tego rynku*, Polityka Energetyczna - Energy Policy Journal, tom 17, zeszyt 4/2014, s. 391-404, ISSN 1429-6675	Artykuł naukowy	B9
10.	Ligus M., 2012, *Analiza porównawcza kosztów społecznych produkcji energii przez morską energetykę*	Artykuł naukowy	B10

	wiatrową oraz energetykę jądrową w Polsce, Studia Ekonomiczne UE w Katowicach „Finanse w niestabilnym otoczeniu – dylematy i wyzwania. Finanse publiczne", red. nauk. T. Famulska, A. Walasik, Zeszyty Naukowe Wydziałowe nr 108, Wydawnictwo UE w Katowicach, s. 123-132, ISSN 2083-8611		
11.	Ligus M., 2011, *Analiza porównawcza opłacalności finansowo-ekonomicznej technologii odnawialnych źródeł energii*, Ekonomia i środowisko, nr 2 (40), s. 90-109	Artykuł naukowy	B11
12.	Ligus M., 2010, *Efektywność inwestycji w odnawialne źródła energii – analiza kosztów i korzyści,* CeDeWu Wydawnictwa Fachowe, Warszawa, ISBN 978-83-7556-172-2	Książka autorska	B12
13.	Ligus M., Słoński T., 2009, *Analiza wpływu regulacji prawnych na opłacalność inwestycji wykorzystującej olej rzepakowy do produkcji biodiesla*, W: Zarządzanie finansami. Aktualne wyzwania teorii i praktyki, red. D. Zarzecki, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego nr 533, s. 707-717	Artykuł naukowy	B13
14.	Ligus M., 2009, *Ocena finansowej i ekonomicznej efektywności inwestycji w odnawialne źródła energii na przykładzie instalacji kolektorów słonecznych*, W: Zrównoważony rozwój regionów uprzemysłowionych, Tom I, red. E. Lorek, Akademia Ekonomiczna im. K. Adamieckiego w Katowicach, s. 309-319	Artykuł naukowy	B14
15.	Ligus M., Słoński T., 2009, *Ocena efektywności i ryzyka inwestycji w energetykę wiatrową*, W: Ekonomiczne uwarunkowania stosowania odnawialnych źródeł energii, red. B. Klepacki, Monografia SGGW w ramach tematu *"Odnawialne źródła energii w energetyce zawodowej i lokalnej"*, Wieś Jutra, Warszawa, s. 73-81	Artykuł naukowy	B15
16.	Ligus M., Pluta W., Słoński T., 2008, *Social and financial effectiveness of renewable energy projects – An mechanism of the Polish government support system*, In: Economic Transformation of Central and Eastern European Countries: Conference Proceedings: Vilnius, Lithuania 19-20 September 2008/ Faculty of Economics of Vilnius University, Vilnius University Publishing House, p. 316-324	Artykuł naukowy	B16
17.	Ligus M., 2008, *The assessment of economic effectiveness of investments in renewable energy sources*, In: International Conference on Business and Economy: Conference Proceedings: Constanta, Romania, 6-8 Nov. 2008/ Universitatea Spiru Haret, Facultatea de Management Financiar Contabil Constanta; ed. Claudiu Chiru, Iatan Elenta [i inni], Editura Muntenia, Constanta 2008, part II: Economy and Regional Development p. 136-144	Artykuł naukowy	B17

Publikacja B4 (stanowiąca rozdział mojego autorstwa w monografii B2) prezentuje kompleksowe podejście metodyczne do oceny finansowej opłacalności inwestycji w OZE wraz z analizą studium przypadku.

Publikacje B12, B11, B17 stanowią przykłady oceny porównawczej efektywności finansowej (z punktu widzenia inwestora) oraz ekonomicznej (z punktu widzenia społecznego) inwestycji w odnawialne źródła energii lub konkretnych technologii OZE. Wykazano w nich, że efektywność finansowa tego rodzaju inwestycji jest niższa od ich efektywności ekonomicznej, stąd też potrzebna i wskazana jest ingerencja państwa umożliwiająca rozwój tego podsektora. Monografia autorska B12 oparta jest na pracy doktorskiej. Artykuł B17 również stanowi kontynuację badań prowadzonych w ramach pracy doktorskiej i zawiera prezentację studiów przypadku oceny finansowej i ekonomicznej opłacalności farmy wiatrowej, ciepłowni biomasowej oraz elektrowni biogazowej. W artykule B11 przeprowadzono porównawczą ocenę opłacalności finansowej i ekonomicznej priorytetowych w tamtym okresie (2011 r.) technologii odnawialnych źródeł energii w warunkach polskich: farmy elektrowni wiatrowych, elektrociepłowni biogazowej, instalacji kolektorów słonecznych do przygotowania c.w.u. w domu jednorodzinnym. W artykule przedstawiono finansowe konsekwencje rządowego systemu wsparcia produkcji zielonej energii elektrycznej i ciepła. Wykazano, iż generalnie dodatnia wartość bieżąca netto dla inwestora jest możliwa do osiągniecia tylko przy zastosowaniu systemu wsparcia, jednak różne technologie OZE wymagają innej intensywności wsparcia.

W artykułach B9 oraz B14 poruszono problem oceny opłacalności (finansowej i ekonomicznej) źródeł ciepła w zakresie OZE – odpowiednio gruntowych pomp ciepła oraz kolektorów słonecznych, głównie w odniesieniu do gospodarstw domowych. Wykazano, że jest to segment rynku OZE o tyle istotny ze społecznego punktu widzenia, że produkcja ciepła dla gospodarstw domowych ma bardzo duży udział w szkodliwych emisjach, a równocześnie charakteryzuje się największym potencjałem redukcji emisji, w szczególności najbardziej szkodliwej - niskiej emisji. W artykule B9 na podstawie zebranych danych rynkowych przeprowadzono analizę opłacalności gruntowej pompy ciepła w porównaniu do tradycyjnych źródeł ogrzewania. Wyłoniono te segmenty rynku, dla których pompa ciepła jest atrakcyjną ofertą inwestycyjną. Wykazano, że dla szybszej redukcji szkodliwych emisji działania promocyjne w zakresie stosowania pomp ciepła powinny być selektywne i „wycelowane" w te właśnie wyłonione segmenty rynku. W artykule B14 natomiast przeprowadzono wariantową ocenę efektywności finansowej i ekonomicznej (społecznej) typowej instalacji kolektorów słonecznych w domu jednorodzinnym, wskazując również segmenty rynku dla których inwestycja jest społecznie efektywna.

Problematyka analizy wartości tworzonej przez mechanizmy wsparcia inwestycji w OZE poruszona jest w publikacjach B13, B16 (wskazanych jako reprezentatywne dla mojego

dorobku w tym obszarze). Analiza prowadzona była z zastosowaniem metodyki skorygowanej wartości bieżącej (*adjusted present value*, APV), zaproponowanej przez Myersa pierwotnie dla uwzględnienia ubocznych efektów związanych z finansowaniem kapitałem obcym [Myers 1974]. Artykuły wpisują się również we wskazaną powyżej tematykę oceny opłacalności finansowej inwestycji w OZE (punktem wyjścia dla analizy wartości tworzonej przez mechanizmy wsparcia jest ocena efektywności finansowej bez uwzględnienia tych mechanizmów), jak również analizy otoczenia prawnego (która to analiza jest niezbędna dla scharakteryzowania mechanizmów wsparcia), gdyż obszary te zazębiają się.

W ramach analizy otoczenia prawnego wskazano jako kluczowe publikacje B3, B5, B7. W publikacji B3 szczegółowo przedstawiono uwarunkowania, głównie legislacyjne, rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce oraz jej poszczególnych podsektorów. Przedstawiono początki rozwoju energetyki opartej na źródłach odnawialnych wraz z prawodawstwem UE oraz krajowym, stan obecny oraz perspektywy rozwoju. W publikacji B5 przedstawiono analizę wpływu regulacji prawnych w Polsce na przyszły rozwój sektora energetyki odnawialnej. Zastosowano wytyczne krajowe, oparte na wytycznych UE do metodyki oceny skutków regulacji - *Regulation Impact Assessment Guidelines* [Ministerstwo Gospodarki 2006] aby przeanalizować konsekwencje nie tylko dla uczestników sektora ale pośrednio dla gospodarki i społeczeństwa jako całości. W publikacji B7 charakterystyka otoczenia prawnego była punktem wyjścia do oceny ryzyka legislacyjnego w sektorze OZE w Polsce. Zbadano wpływ przejścia z systemu wsparcia opartego na certyfikatach pochodzenia energii z OZE do systemu aukcyjnego. Stwierdzono, że ryzyko dla dobrze zdywersyfikowanych, dużych inwestorów ulega niewielkim zmianom, statystycznie nieistotnym. Natomiast dla małych inwestorów ryzyko ulega obniżeniu, na co wskazuje niższe beta.

Artykuły B6 oraz B15 wybrano jako kluczowe dla badań prowadzonych w obszarze analizy ryzyka inwestycji w OZE. Artykuł B6 przedstawia najbardziej kompleksową analizę ryzyka inwestycji w OZE, dotyczącą biogazu rolniczego. Posłużono się studium przypadku biogazowni rolniczej o mocy 88 kWe jako inwestycji modelowej. Przeprowadzono jakościowe badanie ankietowe eksperckie czynników ryzyka. Respondenci uznali za najistotniejsze czynniki ryzyka z grupy regulacyjnych, prawnych wynikających z lokalizacji biogazowni, oraz ryzyka techniczne (procesu). Następnie przeprowadzono pełną analizę ilościową czynników ryzyka. Analiza wrażliwości i wartości wyłączających pozwoliła wyłonić zmienne krytyczne. Analiza Monte Carlo obnażyła słabości wariantu bazowego. Artykuł potwierdza wciąż niską opłacalność (nawet w obecnym systemie aukcyjnym) i wysokie ryzyko inwestycji biogazowych. Z uwagi na to, że inwestycje w biogazownie rolnicze są traktowane jako

priorytetowe w polityce energetyczno-ekologicznej Polski, potwierdza to zasadność działań państwa polegających na wprowadzaniu dodatkowych mechanizmów wsparcia tego typu inwestycji. W artykule B15 przeprowadzono analizę ryzyka modelowej farmy elektrowni wiatrowych, jako że energetyka wiatrowa lądowa była do niedawna jednym z priorytetowych i najszybciej (po współspalaniu) rozwijającym się podsektorem OZE w Polsce.

Publikacje B1, B8 oraz B10 wybrano jako kluczowe dla obszaru analizy i porównania kosztów produkcji energii LCOE w poszczególnych technologiach OZE. W publikacji B1 przedstawiono ocenę konkurencyjności oraz możliwości rozwoju poszczególnych technologii OZE w Polsce w systemie aukcyjnym w oparciu o krytyczną ocenę proponowanych regulacji prawnych (stan na 2015 r.) i rozłożonego w cyklu życia kosztu energii LCOE dla każdej technologii. Podobnie w publikacji B8 (gdzie jednak stan prawny na 2014 r.). W publikacji B10 przeprowadzono analizę porównawczą kosztów społecznych produkcji energii przez morską energetykę wiatrową oraz energetykę jądrową w Polsce. Analiza opierała się również na koszcie produkcji LCOE z tym, że brano pod uwagę szerszy niż zwykle zakres kosztów tj. koszty prywatne oraz zewnętrzne. Przy tym z analizy wykluczono mechanizmy wsparcia OZE stosowane przez państwo. Technologie te są w literaturze przedmiotu porównywane jako alternatywy dla osiągnięcia celów w zakresie polityki energetyczno-klimatycznej, w tym w szczególności mających ogromny potencjał redukcji emisji gazów cieplarnianych. Problem ten został również poruszony przeze mnie w raporcie sporządzonym wspólnie z Instytutem Energetyki Odnawialnej na zlecenie m.in. Greenpeace Polska [Wiśniewski, Ligus i in. 2012]. Stwierdzono, iż analizowane technologie dostarczają energii przy zbliżonych kosztach społecznych, z niewielką przewagą (niższy LCOE) energetyki wiatrowej morskiej. Przy tym nie uwzględniono w analizie oczekiwanego w tamtym okresie (koniec 2011 r.) wzrostu kosztów wytwarzania energii w technologii jądrowej z uwagi na niedawną awarię elektrowni jądrowej w Fukushimie i oczekiwany wzrost wymogów bezpieczeństwa. Ostatecznie wyciągnięto wniosek o niedostatecznej uwadze poświęcanej energetyce wiatrowej morskiej w polityce energetycznej Polski.

4.3. Wartościowanie pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, ze szczególnym uwzględnieniem bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym

Tematyką wartościowania pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, w tym bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym zainteresowałam się w trakcie realizacji (jako jeden z wykonawców) grantu rozwojowego finansowanego przez NCBiR pt. *Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach*

i powiatach, projekt na lata 2009-2011, nr projektu N R11 0015 06/2009, projekt realizowany za pośrednictwem Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Białymstoku, pod kierunkiem prof. Bazylego Poskrobki. Tematykę tę kontynuowałam również jako wykonawca grantu pt. *Szacunek pozaśrodowiskowych korzyści i kosztów zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym*, projekt na lata 2010-2013, projekt badawczy finansowany przez Narodowe Centrum Nauki, nr projektu NN112384840, projekt realizowany za pośrednictwem Uniwersytetu w Białymstoku, którego kierownikiem był dr inż. Tomasz Poskrobko. W tabeli 4.3.1 wskazuję (w porządku chronologicznym) publikacje, które uważam za najistotniejsze dla tego obszaru badawczego.

Tabela 4.3.1 Wykaz kluczowych publikacji dla obszaru badawczego dotyczącego wartościowania pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych inwestycji w energetyce, w tym bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym

Lp.	Autor/autorzy, data wydania, tytuł, wydawca lub czasopismo, tom, strony; indeksowanie (w nawiasie podany IF)	Typ publikacji	Oznaczenie
1.	Ligus M., Poskrobko T., Sidorczuk-Pietraszko E., 2015, *Pozaśrodowiskowe efekty zewnętrzne w lokalnych systemach energetycznych,* Fundacja Ekonomistów Środowiska i Zasobów Naturalnych, Białystok, ISBN 978-83-942623-2-7	Książka współautorska	C1
2.	Ligus M., 2015, *The value of supply security. Contingent valuation survey on the costs of power interruptions for Polish enterprises*, In: 2015 IEEE 15th International Conference on Environment and Electrical Engineering, 10-13 June, 2015 Rome Italy, Conference proceedings: IEEE Advancing Technology for Humanity, IEEE PES Power and Energy Society, p. 1846-1851, ISBN 978-1-4799-7992-9	Publikacja w materiałach konferencyjnych	C2
3.	Ligus M., 2011, *Wartościowanie bezpieczeństwa energetycznego w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym – wyniki badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej*, W: Finanse – nowe wyzwania teorii i praktyki. Finanse przedsiębiorstw, red. S. Wrzosek, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, s. 122-138, ISSN 1899-3192	Artykuł naukowy	C3
4.	Ligus M., Poskrobko T., Sidorczuk-Pietraszko E., 2011, *Korzyści i koszty społeczne modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym*, W: Kryzys a rozwój zrównoważony rolnictwa i energetyki, red. A. Graczyk, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 231, s. 255-270, ISSN 1899-3192	Artykuł naukowy	C4

Książka współautorska – publikacja C1, napisana wspólnie z E. Sidorczuk-Pietraszko oraz T. Poskrobko stanowi zwieńczenie badań we wskazanym obszarze. Powstała ona również jako wymierny efekt projektu badawczego pt. *Szacunek pozaśrodowiskowych korzyści i kosztów*

zewnętrznych modernizacji systemów energetycznych na poziomie lokalnym. W pracy tej moje dokonania koncentrują się głównie na efekcie zewnętrznym w postaci zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego - przeglądzie badań, przeprowadzeniu badania pierwotnego dla Polski gospodarstw domowych oraz sektora przedsiębiorstw oraz opisie i wycenie efektów zewnętrznych związanych ze zmianą poziomu bezpieczeństwa energetycznego (rozdział 3). Na podstawie wskazanych badań pierwotnych przeprowadziłam szacunek kosztu przerw w zasilaniu odbiorców energii elektrycznej w Polsce w 2014 roku. Tabela 4.3.2 przedstawia wyniki badań pierwotnych gotowości do zapłaty (WTP) za uniknięcie 1-godzinnej przerwy w zasilaniu oraz obliczony na tej podstawie szacunkowy koszt przerw w zasilaniu poszczególnych grup odbiorców w 2014 r.

Tabela 4.3.2. Szacunek gotowości do zapłaty (WTP) za uniknięcie 1-godzinnej przerwy w zasilaniu oraz szacunkowy koszt przerw w zasilaniu poszczególnych grup odbiorców w 2014 roku

Sektor	**Usługowy**	**Przemysłowy**	**Gospodarstwa domowe**
Średnia WTP za uniknięcie 1h przerwy w zasilaniu [zł]	97,5	129,7	13,68
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	91,45	44,05	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	162,5	1068,4	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	962,8	1990	
Średni czas trwania przerw na odbiorcę końcowego w 2014 r. [min]	34,6 (0,58 h)	34,6 (0,58 h)	34,6 (0,58 h)
Koszt roczny przerw na odbiorcę [zł]:	**56,2**	**74,8**	**7,9**
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	52,7	25,4	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	93,7	616,04	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	555,2	1147,4	
Liczba odbiorców:	1 374 998	419 944	13 568 000

Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	1 333 520	385 666	
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	33 077	23 994	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	8 401	10 284	
Koszt roczny przerw w zasilaniu dla grup odbiorców [zł]	**78 079 654,3**	**36 377 081**	**107 022 864**
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	70 316 603	9 795 619,4	
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	3 099 232,2	14 781 250,3	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	4 663 819,2	11 800 211,3	
Koszt roczny przerw w zasilaniu według grup odbiorców [%]	**35,25%**	**16,43%**	**48,32%**
Mikroprzedsiębiorstwa (1-10 zatrudnionych)	31,75%	4,42%	-
Małe przedsiębiorstwa (11-49 zatrudnionych)	1,40%	6,67%	
Średnie i duże przedsiębiorstwa (50 i więcej zatrudnionych)	2,11%	5,33%	
Koszt roczny przerw w zasilaniu dla Polski w 2014 roku [zł]	**221 479 599,7**		

Źródło: opracowanie własne.

Sektor gospodarstw domowych poniósł najwyższe koszty przerw w zasilaniu - ponad 107 mln zł w 2014 roku, co stanowiło 48% kosztu dla gospodarki jako całości. Jednak w przeliczeniu na pojedyncze gospodarstwo domowe koszt ten był najniższy i wyniósł jedynie 7,9 zł. Drugi co do wielkości koszt przerw w zasilaniu dotyczył sektora usługowego i wyniósł ponad 78 mln zł w 2014 roku, co stanowiło 35% kosztu dla gospodarki, przy koszcie na 1 mikroprzedsiębiorstwo wynoszącym 52,7 zł, małe przedsiębiorstwo - 93,7 zł oraz średnie i duże przedsiębiorstwo - 555,2 zł. Koszt przerw w zasilaniu dla sektora przedsiębiorstw przemysłowych wyniósł ponad 36 mln zł, co stanowiło 17% kosztów dla gospodarki. Średni koszt dla poszczególnych grup wielkości przedsiębiorstw wyniósł odpowiednio: 25,4 zł na 1

mikroprzedsiębiorstwo, 616 zł na 1 małe przedsiębiorstwo oraz 1147,4 zł na 1 przedsiębiorstwo z grupy średnich i dużych. Ponownie, wyższy udział sektora usług spowodowany był znacznie wyższą liczbą podmiotów w tym sektorze w porównaniu z sektorem przemysłowym.

Wniosłam także istotny wkład w obszarze identyfikacji zmian w modelu gospodarowania energią na poziomie lokalnym, systematyzacji efektów zewnętrznych wywołanych zmianami w lokalnych systemach energetycznych (rozdział 2 publikacji C1).

Publikacja C2 stanowi opis badania pierwotnego przeprowadzonego metodą wyceny warunkowej (CVM) sektora przedsiębiorstw w Polsce w zakresie wartościowania zmian w poziomie bezpieczeństwa energetycznego. Celem badania było oszacowanie kosztu przerw w dostawach energii dla sektora polskich przedsiębiorstw. Oszacowano średnie WTP oraz średnie VoLL (*value of lost load*) z próby oraz przeprowadzono analizy średnich WTP oraz VoLL w grupach przedsiębiorstw w zależności od wielkości przedsiębiorstwa oraz sektora. Przeprowadzono również testy istotności różnic wartości oczekiwanych WTP oraz VoLL w grupach. Analizy te przeprowadzano w próbie z wyłączeniem respondentów protestujących. Na podstawie przeprowadzonych analiz wyciągnięto wnioski.

Publikacja C3 stanowi rezultat badań prowadzonych przeze mnie w ramach projektu badawczego pt. *Uwarunkowania i mechanizmy racjonalizacji gospodarowania energią w gminach i powiatach.* W artykule przedstawiono sposób ujmowania kosztów bezpieczeństwa energetycznego w ramach oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym. Zaprezentowano wyniki badań światowych dotyczących wartości VoLL jako wyceny kosztów zakłóceń oraz przerw w dostawach energii spowodowanych niedoskonałościami rynku produkcji oraz przesyłu i dystrybucji energii. Wskazano czynniki determinujące VoLL jako pomoc przy przeprowadzaniu badań pierwotnych. Przedstawiono wyniki mojego autorskiego badania pierwotnego metodą wyceny warunkowej dla trzech województw Polski gotowości do zapłaty w sektorze gospodarstw domowych, mikroprzedsiębiorstw oraz gospodarstw rolnych w celu poprawy bezpieczeństwa energetycznego oraz przetestowano jego poprawność. Wskazano procedurę zaadaptowania badania do oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w sektorze energetycznym.

W publikacji C4 przedstawiono tezę, iż decyzje dotyczące wyboru wariantu zmian modernizacyjnych w lokalnych systemach energetycznych powinny uwzględniać w możliwie szerokim zakresie wszystkie efekty społeczne poszczególnych rozwiązań. Analizując społeczną efektywność zmian należy zidentyfikować nie tylko bezpośrednie efekty pieniężne, lecz również efekty pośrednie i efekty o charakterze pozarynkowym – efekty zewnętrzne. Z reguły analizy kosztów i korzyści przedsięwzięć uwzględniają efekty zewnętrzne

transferowane za pośrednictwem środowiska – ekologiczne efekty zewnętrzne. Oprócz tego występują także, zwykle uwzględniane w analizie kosztów i korzyści wybiórczo, efekty dotyczące oddziaływania na infrastrukturę, higienę pracy, rynek pracy, sferę fiskalną, aspekty związane z bezpieczeństwem i ryzykiem, czas wolny i komfort. Pośrednie efekty społeczne oraz pozaśrodowiskowe efekty społeczne są w większości trudno wycenialne. W publikacji zaproponowano metody wyceny wybranych kategorii lokalnych pozaśrodowiskowych efektów zewnętrznych, odnoszących się do zmian w lokalnej gospodarce energetycznej.

4.4. Kierunek dalszego rozwoju naukowego

Obszarem moich dalszych prac badawczych jest: *Zrównoważona energetyka regionalna – pomiar stopnia wdrożenia oraz wybór strategii rozwoju*. Taki jest również temat grantu który został zakwalifikowany przez Narodowe Centrum Nauki do finansowania na lata 2019-2022 (grant uzyskany w ramach konkursu OPUS 15, nr rej. wniosku 2018/29/B/HS4/00561). Jestem kierownikiem grantu, wykonawcą jest dr Piotr Peternek z Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu.

W polityce energetycznej UE skala regionalna i lokalna jest strategicznym wymiarem przekształcania wytycznych UE w konkretne działania, ze względu na zdecentralizowany charakter efektywności energetycznej i energetyki odnawialnej. Ocena regionalnej energetyki jest punktem wyjścia do odkrycia mocnych i słabych stron w celu stworzenia zindywidualizowanych zrównoważonych strategii energetycznych i zdefiniowania wspólnego wskaźnika poziomu wdrażania zrównoważonej energetyki. Głównym celem projektu jest uzyskanie syntetycznego wskaźnika poziomu rozwoju zrównoważonej energetyki dla regionów Polski i państw UE, a także wybór najlepszych strategii rozwoju zrównoważonej energetyki dla regionów Polski.

Niestety, nie ma jasno określonych wskaźników, za pomocą których można by zweryfikować poziom wdrożenia zrównoważonej energetyki. Istnieją co prawda informacje np. dotyczące liczby instalacji i zainstalowanej mocy w niskoemisyjnych technologiach energetycznych, ale te wartości w żaden sposób nie odnoszą się do potencjału danego regionu. Wydaje się zatem, że weryfikacja poziomu wdrażania zrównoważonej energetyki powinna uwzględniać charakterystykę danego regionu. Dlatego klasyczne podejście stosowane w analizie taksonomicznej opartej na porównaniu do idealnego wzorca, uzyskanego jako najlepsze wartości wskaźników dla wszystkich regionów, nie do końca się sprawdza. Z tego powodu zaproponowany zostanie w ramach projektu nowy, zmodyfikowany indeks oparty na klasycznym tzw. wskaźniku rozwoju. Indeks ten jest konstruowany na podstawie porównania obecnego stanu z idealnym, opartym na potencjale regionu. Takie podejście wymaga

wykorzystania wiedzy eksperckiej w celu określenia potencjału każdego regionu. Tak obliczone wartości indeksu pozwolą zweryfikować stan wdrażania jak i umożliwią podział regionów na jednorodne klasy pod względem wdrożenia. Zostanie również podjęta próba dokonania porównań między państwami UE.

Druga część badania dotyczyć będzie stosowania wielokryterialnych metod wspomagania podejmowania decyzji w celu wyboru odpowiedniej strategii rozwoju zrównoważonej energetyki i priorytetowych niskoemisyjnych technologii energetycznych. Tu również potrzebna będzie wiedza ekspercka. Najpierw eksperci zostaną poproszeni o wskazanie najważniejszych czynników, które należy wziąć pod uwagę przy wyborze odpowiednich technologii energetycznych i koszyka energetycznego. Następnie ich propozycje zostaną zagregowane z wykorzystaniem wielokryterialnych metod wspomagania podejmowania decyzji i zostaną ustalone konkretne wskaźniki wraz z ich wagami. Następnie eksperci zostaną poproszeni o ocenę regionów pod kątem ustalonych wskaźników. Takie dwuetapowe podejście pozwala stworzyć ranking strategii rozwoju i niskoemisyjnych technologii energetycznych dla poszczególnych regionów, biorąc pod uwagę ich potencjał.

Wybrane strategie rozwoju dla poszczególnych regionów muszą stanowić integralną część ustalonej strategii zrównoważonego rozwoju dla Polski. Dlatego ostatni etap tej części badania będzie polegał na porównaniu zagregowanego koszyka energetycznego dla regionów i ustalonego koszyka energetycznego dla całego kraju. W przypadku znacznych różnic zaproponowane zostaną modyfikacje strategii dla poszczególnych regionów.

Literatura

Desaigues B., Ami D., Bartczak A., Braun-Kohlová M., Chilton S., Czajkowski M., Farreras V., Hunt A., Hutchison M., Jeanrenaud C., Kaderjak P., Máca V., Markiewicz O., Markowska A., Metcalf H., Navrud S., Nielsen J.S., Ortiz R., Pellegrini S., Rabl A., Riera R., Scasny M., Stoeckel M.-E., Szántó R., Urban J., 2011, *Economic Valuation of Air Pollution Mortality: A 9-Country Contingent Valuation Survey of Value of a Life Year (VOLY)*, Ecological Indicators, 11(3), p. 902–910.

Dziegielewska D.A., Mendelsohn R., 2005, *Valuing air quality in Poland,* Environmental and Resource Economics, No. 30, p. 131-163.

GUS, 2016, *Roczne wskaźniki makroekonomiczne (xls)*, http://stat.gov.pl/wskazniki-makroekonomiczne.

Komisja Europejska, 2008, *CASES Cost Assessment of Sustainable Energy Systems D_06_01*, Arkusz kalkulacyjny www.externe.info.

Kudełko M., 2009, *External Costs of Power Plants – Results of the NEEDS Project*, Rynek Energii, nr 4(84).

Kudełko M., 2012, *Koszty zewnętrzne produkcji energii elektrycznej z projektowanych elektrowni dla kompleksów złożowych węgla brunatnego Legnica i Gubin oraz sektora energetycznego w Polsce*, Kraków, http://www.greenpeace.org/poland/PageFiles/461286/koszty_wegla_ekspertyza.pdf.

Markowska A., Markiewicz O., Czajkowski M., Bartczak A., 2007, *Wartość dodatkowego roku przeżycia w Polsce. Wyniki i wnioski z badań wyceny w kontekście poprawy jakości powietrza.* Ekonomia, Rynek, Gospodarka, Społeczeństwo, 19, s. 194-208.

Ministerstwo Gospodarki, 2006, Wytyczne do oceny skutków regulacji (OSR), http://www.mg.gov.pl/files/upload/8668/publikacja_6.pdf

Mokrzycki E., 2003, *Idea generacji rozproszonej. Nowe spojrzenie na środowisko,* Nafta & Gaz Biznes, nr 10.

Myers S.C., 1974, *Interactions of corporate debt financing and investment decisions implications for capital budgeting*, Journal of Finance, Vol. 29, 1974, p.1 – 25.

NBP, 2016, *Szeregi czasowe miar inflacji bazowej w ujęciu miesięcznym i rocznym obejmujące okres od 2001 r. (xls)*, http://www.nbp.pl/home.aspx?f=/statystyka/bazowa/bazowa.htm.

Radović U., 2009, *Porównanie wpływu na zdrowie człowieka i środowisko naturalne różnych źródeł energii – wyniki badań w programie ExternE*, referat na II Szkołę Energetyki Jądrowej, Warszawa.

Stypka T., Flaga-Maryańczyk A., *Możliwości stosowania zmodyfikowanej metody AHP w problemach inżynierii środowiska*, Ekonomia i Środowisko, 2 (57), 2016, s. 37-53.

Wiśniewski G., Ligus M. i in., 2012, *Morski wiatr kontra atom. Analiza porównawcza kosztów morskiej energetyki wiatrowej i energetyki jądrowej oraz ich potencjału tworzenia miejsc pracy*, Raport Instytutu Energetyki Odnawialnej na zlecenie Greenpeace Polska, Fundacji im. Heinricha Bolla, Warszawa.

Magdalena Ligus