

**Uniwersytet Szczeciński**  
**Wydział Nauk Ekonomicznych i Zarządzania**  
**Instytut Ekonomii**

---

**Magdalena Suska-Szczerbicka**

**OCENA EFEKTYWNOŚCI  
FUNKCJONOWANIA ENERGETYKI  
WIATROWEJ W POLSCE**

**Autoreferat rozprawy doktorskiej**

**Promotor:**

prof. zw. dr hab. Edward Urbańczyk

**Recenzenci:**

dr hab. prof. US Barbara Kryk

dr hab. prof. nadzw. UEP Dariusz Nowak

---

Szczecin 2018

## **SPIS TREŚCI**

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| Uzasadnienie wyboru tematu ..... | 3  |
| Cel i zakres pracy.....          | 5  |
| Układ pracy.....                 | 7  |
| Metodyka badań.....              | 9  |
| Podstawowe wyniki badań.....     | 11 |
| Wnioski końcowe.....             | 37 |

## UZASADNIENIE WYBORU TEMATU

Świadomość istnienia alternatywnych źródeł energii powoli dociera do społeczności. Dalekowzroczone i świadome społeczeństwo doprowadzić może do istotnych zmian w podejściu do problemu rozsądnego korzystania z surowców Ziemi. Na środowisko wpływa działalność człowieka, który jest nierozdzieloną jego częścią. Przyjęta forma życia, przekształcanie i wykorzystywanie przez niego bogactw naturalnych wpłynęło na znaczne zubożenie środowiska. Człowiek ponosi solenną odpowiedzialność za chronienie i ulepszanie środowiska.<sup>1</sup> Nadmierna eksploatacja zasobów naturalnych i nieodczowność racjonalnego gospodarowania nimi to główny problem całego świata.

Innowacyjne zarządzanie środowiskiem stało się w ostatnim okresie przedmiotem badań wielu dyscyplin naukowych. Nieodzowna staje się działalność mająca na celu dostosowanie współczesnej gospodarki do możliwości przyrodniczych naszej planety. Naukowcy i praktycy podejmują działania w celu ograniczenia symptomów globalnego zagrożenia środowiska oraz wyeliminowania marnotrawstwa i nieefektywnego wykorzystania zasobów energetycznych Ziemi. Koncentrują swoją uwagę na intensyfikującym się efekcie cieplarnianym, który wywołał globalny kryzys energetyczny. Energia uważana za oczywistą i niezbędną do życia jest czynnikiem rozwoju gospodarczego, społecznego i kulturowego. Rozwój społeczno-gospodarczy to taki, w którym integrowane są działania polityczne, gospodarcze i społeczne, z zachowaniem równowagi przyrodniczej oraz trwałości podstawowych procesów przyrodniczych w celu zabezpieczenia podstawowych potrzeb poszczególnych społeczności lub obywateli zarówno współczesnego pokolenia, jak i przyszłych pokoleń.<sup>2</sup> Określa on proces zmian stanów dynamicznej równowagi między lokalnym rozwojem gospodarczym, społecznym i ekologiczno-przestrzennym. Ostatecznym celem tego procesu jest poprawa w oparciu o poszanowanie zasobów naturalnych – szeroko rozumianej jakości życia.<sup>3</sup> Wdrażanie zasad rozwoju zrównoważonego wymusza podjęcie zagadnień racjonalnego zarządzania i gospodarowania środowiskiem oraz

---

<sup>1</sup> St. Czaja, A. Becla: Podstawy procesów gospodarowania, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej, Wrocław 2007, s.317

<sup>2</sup> Ustawa z 27 kwietnia 2001r. Prawo ochrony środowiska, Dz.U. 2001, nr 62, poz.627

<sup>3</sup> T. Borys: Jakość życia a zrównoważony rozwój, Relacje i pomiar (w:) Ekonomia a rozwój zrównoważony, t.1: Teoria, kształtowanie, pod red. F. Piontek, Wydawnictwo EiŚ, Białystok 2001, s.89

podejmowania działań zmierzających do zachowania równowagi w makrosystemie społeczeństwo – gospodarka - środowisko<sup>4</sup> Rozwój zrównoważony wskazuje na ochronę środowiska, która nie może być sprzeczna z interesami gospodarki. Powinna ona stanowić element i warunek prawidłowego gospodarowania, czyli procesu, który realizuje cechę zrównoważenia<sup>5</sup> czyli równorzędności traktowania polityki ekologicznej, gospodarczej i społecznej. Charakterystyczny musi być długoterminowy punkt widzenia w stosunku do zasad ochrony środowiska, oszczędnego gospodarowania zasobami naturalnymi i zachowania przezorności.<sup>6</sup> Dzisiaj szuka się rozwiązań technologicznych, które ograniczą dewastację środowiska i pozwolą na maksymalne spożytkowanie jej samo odnawiających się zasobów energetycznych. Prowadzone są badania, których wyniki są wykorzystywane do budowy nowych systemów konwersji energii wiatru, słońca i biomasy w energię elektryczną. Wzrost udziału „czystej” energii, takiej jak energia promieniowania słonecznego, energia wiatru, wód, biomasy i energii geotermalnej przyczynia się do oszczędnego gospodarowania zasobami pierwotnymi. By zahamować dalszą degradację środowiska i zapobiegać pogłębiającym się stratom w ekosystemie, pobudza się rozwój inwestycji w odnawialne źródła energii, by zgodnie z ideą zrównoważonego rozwoju czerpać korzyści z poszanowaniem natury. Szczęólnego znaczenia nabiera proekologiczna orientacja przedsiębiorstw<sup>7</sup>. Ponoszenie nakładów dzisiaj na inwestycje proochronne, ograniczające istniejące i przyszłe straty ekologiczne intensywnego zużywania naturalnych zasobów, spowoduje w przyszłości mniejsze wydatki na likwidację powstałych skutków zanieczyszczeń czy szkodliwego działania na środowisko. W wyniku zmniejszenia wykorzystania zasobów surowców energetycznych ze źródeł pierwotnych doprowadzamy do poprawy stanu środowiska poprzez ograniczenie wytwarzania odpadów oraz zmniejszenie emisji zanieczyszczeń odprowadzanych do atmosfery i wód. Pokrycie potrzeb energetycznych spowodowało w krajach rozwiniętych i

---

<sup>4</sup> B. Kryk (red.): Gospodarowanie i zarządzanie środowiskiem, Recenzja książki, *Ekonomia i Środowisko* 3 (45), Wydawnictwo Uniwersytetu Szczecińskiego, Szczecin 2013, s.292

<sup>5</sup> Por. T. Borys (red): Wskaźniki zrównoważonego rozwoju, Wydawnictwo EiŚ, Warszawa-Białystok 2005, s.46-47

<sup>6</sup> P. Jeżowski (red): Ekonomiczne problemy ochrony środowiska i rozwoju zrównoważonego w XXI wieku, Wydawnictwo Szkoła Główna Handlowa w Warszawie, Warszawa 2007, s.24

<sup>7</sup> B. Kryk, D. Darąż: Cele ekologiczne przedsiębiorstwa a inwestycje ekologiczne na przykładzie elektrowni Turów w: *Trendy i wyzwania zrównoważonego rozwoju*, Księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Marianowi Malickiemu Uniwersytet Szczeciński Katedra Polityki Społeczno-Gospodarczej i Europejskich Studiów Regionalnych, Szczecin 2011, s.357

pretendujących do miana nowoczesnych konieczność budowania i stosowania odpowiednich światowych, krajowych, rządowych, regionalnych i lokalnych programów oraz instrumentów wspierających rozwój i wprowadzanie na rynek odnawialnych źródeł energii. W związku z realizacją zobowiązań powstała potrzeba tworzenia w poszczególnych krajach uwarunkowań prawnych w zakresie rozwoju i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii.<sup>8</sup> Rozwój wprowadzania technologii pozyskiwania energii odnawialnej stał się aspiracją Unii Europejskiej. Kraje Unii Europejskiej poświadczyły pomoc w rozwoju tego sektora poprzez wprowadzanie dokumentów politycznych, prawnych i wspólnotowych. Polityka unijna i wewnętrzna państw skierowana na rozwój sektora energetyki odnawialnej pozwala na uniknięcie dalszych zagrożeń dewastacji środowiska naturalnego. Zmiana stosunku człowieka do otaczającego go środowiska staje się warunkiem dalszej jego egzystencji.

## **CELE I ZAKRES PRACY**

Celem pracy jest ocena efektywności funkcjonowania energetyki wiatrowej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem województwa zachodniopomorskiego przy pomocy odpowiednich metod i narzędzi badawczych.

Realizacja celu głównego pracy wymaga osiągnięcia następujących celów częściowych:

1. Identyfikacja czynników determinujących inwestowanie w energetykę wiatrową.
2. Przegląd i ocena działań na rzecz rozwoju odnawialnych źródeł energii
3. Przedstawienie obecnie stosowanych metod oceny inwestycji w elektrownie wiatrowe.
4. Ukazanie procesu inwestycyjnego w elektrownie wiatrowe.
5. Określenie założeń realizacji inwestycji w energetykę wiatrową.
6. Zobrazowanie elementów składających się na ocenę efektywności ekonomicznej i ekologicznej przedsięwzięcia.

---

<sup>8</sup> Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 maja 2014 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowego zakresu obowiązków uzyskania i przedstawienia do umorzenia świadectw pochodzenia, uiszczenia opłaty zastępczej, zakupu energii elektrycznej i ciepła wytworzonych w odnawialnych źródłach energii oraz obowiązku potwierdzania danych dotyczących ilości energii elektrycznej wytworzonej w odnawialnym źródle energii z dnia 23 maja 2014r.(Dz. U. poz.671)

7. Ocena efektywności ekonomicznej realizacji inwestycji w elektrownie wiatrowe.
8. Ocena korzyści ekologicznych funkcjonowania elektrowni wiatrowych.

Główną hipotezą badawczą pracy jest twierdzenie, że energetyka wiatrowa jest ważnym elementem zrównoważonego rozwoju kraju. W chwili obecnej brak odpowiednich metod i narzędzi badawczych oceny efektywności funkcjonowania energetyki wiatrowej zarówno od strony ekonomicznej jak i ekologicznej. Istnieje zatem pilna potrzeba wypracowania kompleksowych metod, które pozwoliłyby na podejmowanie racjonalnych decyzji w zakresie realizacji strategii rozwoju energetyki wiatrowej.

Z podstawowej hipotezy badawczej, wyprowadzono następujące hipotezy szczegółowe:

1. Jedną z zasadniczych barier dokonania oceny efektywności ekonomiczno-ekologicznej jest brak jednoznacznych metod kompleksowej oceny.
2. Instrumentem służącym ocenie efektywności są dostępne metody oceny efektywności podejmowanych inwestycji.
3. Inwestowanie w energetykę wiatrową przynosi wymierne efekty ekonomiczne i ekologiczne.
4. Energetyka wiatrowa jest ważnym elementem zrównoważonego rozwoju.

Przeprowadzenie oceny efektywności inwestycji w elektrownie wiatrowe pozwoli na uzyskanie odpowiedzi na następujące pytania:

- czy jest zasadne podejmowanie działań skierowanych na realizację inwestycji w energię odnawialną w postaci elektrowni wiatrowych?
- jakiej mocy elektrownie wiatrowe są najbardziej pożądane pod względem ekonomicznym, ekologicznym i społecznym?, w tym:
  - a) czy te, które są najbardziej uzasadnione pod względem korzyści ekologicznych i społecznych?
  - b) czy te, które są najbardziej uzasadnione pod względem najszybszego zwrotu poniesionych nakładów?
- czy inwestycje takie są opłacalne dla inwestora?
- jakie korzyści dla środowiska niesie inwestycja w elektrownie wiatrowe?

Odpowiedzi na powyższe pytania dostarczyła analiza efektywności inwestycji oraz analiza korzyści ekologicznych.

## **UKŁAD PRACY**

Struktura pracy, układ i kolejność poszczególnych rozdziałów i podrozdziałów podporządkowane zostały celowi głównemu oraz podstawowej hipotezie badawczej. Niniejsza praca ma charakter teoretyczno-empiryczny i składa się z następujących części: wstępu, pięciu rozdziałów, zakończenia, bibliografii, spisu rysunków i tabel oraz załączników. Praca została zasadniczo podzielona na dwie główne części: teoretyczno-poznawczą (rozdziały 1-3) oraz metodologiczno-empiryczną (rozdziały 4-5).

Rozdział pierwszy jest teoretyczny wprowadzeniem w problematykę rozwoju energetyki odnawialnej i zrównoważonego rozwoju. Punktem wyjścia rozważań jest zdefiniowanie sektora energetyki odnawialnej, a następnie przedstawienie jej znaczenia w zrównoważonym rozwoju, a także w strategii sektora energetycznego. Dalsza część rozdziału ma na celu identyfikację działań krajowych i międzynarodowych na rzecz rozwoju odnawialnych źródeł energii. Następnie przedstawia się powiązania polityki ekologicznej i energetycznej na rzecz rozwoju zrównoważonego oraz prawno - ekonomiczne rozwiązania dotyczące energetyki wiatrowej jako głównego źródła energii odnawialnej.

W rozdziale drugim przedstawia się rozwój i aktualny stan sektora energetyki wiatrowej w Polsce oraz jej wpływ na środowisko. Scharakteryzowano etapy działania jakie musi przejść inwestor by zrealizować inwestycję w zakresie elektrowni wiatrowych oraz zaprezentowano możliwości finansowania tych przedsięwzięć. Wskazana została strategia rozwoju tego sektora w kontekście przepisów unijnych oraz w oparciu o proponowane krajowe rozwiązania prawno - finansowe.

Rozdział trzeci przedstawia metodykę oceny efektywności funkcjonowania energetyki wiatrowej. Punktem wyjścia i podstawą jest przedstawienie pojęć z zakresu efektywności inwestycji. Następnie zaprezentowane zostały pojęcia i metody rachunku ekonomicznego, ekologicznego inwestycji oraz metody oceny

oddziaływania elektrowni wiatrowych na środowisko. Przedstawiono propozycje w zakresie wykorzystania metody analizy ekonomiczno-finansowej oraz możliwości ich zastosowania do oceny efektywności elektrowni wiatrowych. Scharakteryzowano źródła informacji niezbędnych do prawidłowego przeprowadzenia rachunku efektywności inwestycji w energetyce wiatrowej.

Rozdział czwarty to empiryczna ocena efektywności funkcjonowania energetyki wiatrowej w województwie zachodniopomorskim w latach 2005-2016. Prezentując województwo zachodniopomorskie jako region sprzyjający rozwojowi tego sektora dokonano oceny ponoszonych tam nakładów inwestycyjnych na energetykę wiatrową na tle innych rejonów Polski. W dalszej części przeprowadzono analizę wielkości wyprodukowanej energii i ocenę efektywności energii wiatrowej na tle konwencjonalnych źródeł oraz analizę wyników ekonomiczno-finansowych przedsiębiorstw działających na rynku wytwarzania energii wiatrowej. Ocenie poddane zostały korzyści ekologiczne i społeczne wynikające z funkcjonowania energetyki wiatrowej.

Rozdział piąty określa przyszłe kierunki rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem województwa zachodniopomorskiego. Rozważania rozpoczynają się zobrazowaniem strategii wyznaczenia nowych miejsc posadawiania turbin wiatrowych oraz możliwości realizacji inwestycji w morzu. W dalszej części określa się kierunki rozwoju energetyki wiatrowej w kontekście nowego prawa energetycznego i dostosowania sektora energetyki wiatrowej do wymogów Unii Europejskiej, analizując możliwości dalszego jej finansowania. Każdy z rozdziałów kończy się krótkim podsumowaniem, ponadto pracę kończy synteza wyników badań.



## **METODYKA BADAŃ**

Zrealizowanie celu głównego projektu badawczego oraz zweryfikowanie hipotezy badawczej wymagało przeprowadzenia badań:

1. Jakościowych: (lata 2005-2016)
  - 1.1. Województwo zachodniopomorskie jako region sprzyjający rozwojowi energetyki wiatrowej
2. Ilościowych: (lata 2005-2016)
  - 2.1. Ocena nakładów inwestycyjnych na energetykę wiatrową w woj. zachodniopomorskim na tle innych regionów (15-letni horyzont czasowy)
  - 2.2. Ocena wielkości wyprodukowanej energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych
  - 2.3. Ocena efektywności produkcji energii z wiatru na tle energii konwencjonalnej
  - 2.4. Analiza wyników ekonomiczno-finansowych przedsiębiorstw produkujących energię w woj. zachodniopomorskim
  - 2.5. Analiza korzyści ekologicznych wynikających z funkcjonowania energetyki wiatrowej

W pracy wykorzystano łącznie 261 pozycji zbiorczych, (książki i artykuły), w tym: 23 obcojęzyczne, 105 różnych opracowań i innych materiałów źródłowych oraz fachowe strony internetowe.

Materiał empiryczny zgromadzony został na podstawie przeprowadzonych badań autorskich, które związane były z analizą: danych statystycznych, badań ankietowych przedsiębiorstw planujących budowę elektrowni wiatrowych na terenie Polski, w tym w woj. zachodniopomorskim, oraz sprawozdań finansowych przedsiębiorstw, które zrealizowały już budowę elektrowni wiatrowych na terenie woj. zachodniopomorskiego i w innych regionach Polski.

Pierwszym etapem badań empirycznych było badanie o charakterze jakościowym. Ocena województwa zachodniopomorskiego została dokonana w oparciu o warunki klimatyczne województwa oraz rozwój zainstalowanych mocy w

energetykę wiatrową na tle innych województw. Punktem wyjścia był opis warunków klimatycznych i stan rozwoju energetyki wiatrowej w badanym województwie na tle innych województw. Badanie to pozwoliło uzyskać wiedzę, że potencjał energetyki wiatrowej województwa zachodniopomorskiego z punktu widzenia praktycznego, technicznego i ekonomicznego jest możliwy do dalszego wykorzystania.

Do oceny ekonomicznej efektywności inwestycji w elektrownie wiatrowe wykorzystano dane projektów budowy turbin w poszczególnych województwach. Badanie zostało przeprowadzone na podstawie ankiety i danych z pięciu firm planujących budowę farm wiatrowych na terenie czterech województw. W analizie wykorzystano okres zwrotu (Pb), księgową stopę zwrotu (ARR), wartość bieżącą netto (NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) oraz wskaźnik rentowności (PI), co pozwoliło na stwierdzenie, że zasadne jest podejmowanie inwestycji w turbiny wiatrowe na terenach o bardzo korzystnych warunkach wietrznych, najbardziej opłacalne jest budowanie farm wiatrowych na terenie województwa zachodniopomorskiego. Inne rejony kraju choć są atrakcyjne, to nie posiadają tak dobrych terenów lokalizacyjnych.

Kolejnym etapem badań empirycznych było zastosowanie analizy porównawczej, struktury i dynamiki co pozwoliło na poznanie wielkości pozyskiwanej energii elektrycznej produkowanej z odnawialnych źródeł energii, w tym w szczególności z wiatru w naszym kraju na tle krajów Unii Europejskiej na przestrzeni lat. W tym horyzoncie czasowym poznano również udział produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w stosunku do krajowej produkcji energii elektrycznej ogółem, udział sprzedaży energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w stosunku do krajowej sprzedaży energii elektrycznej ogółem jak również skalę efektywnego wdrażania energii z wiatru w Polsce na tle Niemiec. Przeprowadzona analiza potwierdziła, że udział energii elektrycznej wyprodukowanej z wykorzystaniem OZE w Polsce w latach 2005-2016 daleki jest od optymalnego i pożądanego. A porównując moce zainstalowane w elektrownie wiatrowe w Polsce i w Niemczech wykazano, iż stopień wykorzystania mocy zainstalowanej w elektrownie wiatrowe w Polsce jest wyższy niż w Niemczech.

Następnie przeprowadzono analizę wyników ekonomiczno-finansowych siedmiu przedsiębiorstw, które dokonały inwestycji w elektrownie wiatrowe na terenie województwa zachodniopomorskiego w latach 2005-2016. Do oceny sytuacji finansowej badanych spółek posłużono się zestawem wskaźników finansowych. Wykorzystano do tego celu takie wskaźniki jak: płynność finansowa, wypłacalność, sprawność zarządzania i rentowność. Dla każdego z nich obliczono średnią arytmetyczną, odchylenia standardowe z próby, współczynnik zmienności i określono medianę. Badanie pozwoliło uzyskać informacje, iż spółki odnotowują zyski netto z zaangażowanych w aktywa środków oraz satysfakcjonującą stopę zwrotu z kapitału. Stanowi to dowód, że inwestowanie w energetykę wiatrową przy określonych warunkach pozwala na osiągnięcie wymiernych korzyści.

Ostatnim etapem badań empirycznych było badanie korzyści ekologicznych wynikających z funkcjonowania energetyki wiatrowej. W toku badań rozpoznano efekt ekologiczny wykorzystania energii wiatrowej stanowiący różnicę między całkowitym kosztem obciążającym energię z węgla a całkowitym kosztem obciążającym energię z wiatru. Poznano efekt ekologiczny wielkości unikniętych emisji CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO i NO<sub>x</sub> poprzez zastąpienie energii z węgla energią z wiatru, jak również całkowitą wysokość strat ekologicznych, którą generowały elektrownie produkujące energię elektryczną z węgla w Polsce.

## **PODSTAWOWE WYNIKI BADAŃ**

Potencjał energetyki wiatrowej w Polsce, a szczególnie w województwie zachodniopomorskim jest bardzo duży. Z praktycznego, technicznego ekonomicznego i ekologicznego punktu widzenia dalszy rozwój energetyki wiatrowej w Polsce jest możliwy i wymagany. Z przeprowadzonej analizy wynika, że potencjał energetyki wiatrowej województwa zachodniopomorskiego z punktu widzenia praktycznego, technicznego i ekonomicznego jest możliwy do dalszego wykorzystania i rozszerzenia. Metody zastosowane do oceny nakładów inwestycyjnych i wykonane obliczenia pozwalają na stwierdzenie, że podejmowanie inwestycji w energię pozyskiwaną z turbin wiatrowych przy określonych warunkach klimatycznych i lokalizacyjnych jest opłacalne. Wyniki badań wskazują, że najbardziej opłacalne są urządzenia o dużych mocach produkcyjnych. Bardzo

ważnym czynnikiem powodzenia inwestycji są odpowiednie warunki klimatyczne i lokalizacyjne.

Przeprowadzona analiza wielkości wyprodukowanej energii z wiatru pozwala stwierdzić, że udział tej energii w naszym kraju w latach 2005-2016 systematycznie wzrasta, jednak daleki jest od wymaganego i pożądanego. Energia odnawialna jest bezcennym rozwiązaniem dla naszego kraju. Przykład powinniśmy brać od naszego zachodniego sąsiada, który wciąż jest liderem w rozwoju tej dziedziny. Zgodnie z unijnymi wytycznymi Polska zobowiązana jest do wypracowania określonego udziału energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii, by zobowiązania wypełnić dążyć powinniśmy do jak największego rozwoju tego sektora. Poddając ocenie efektywność energetyki wiatrowej należy wskazać, że w Polsce efektywne wykorzystanie energii z wiatru jest niepodważalne. Przeprowadzona analiza współczynnika wykorzystania mocy informuje, że Polska dysponuje większym potencjałem wietrznym niż Niemcy, ale nie potrafi tego właściwie wykorzystać. Elektrownie wiatrowe nie tylko wpływają na efektywniejsze korzystanie i oszczędzania zasobów kopalnych ale też same w sobie są efektywne.

Z przeprowadzonej analizy sytuacji finansowej podmiotów produkujących energię elektryczną z wiatru wynika, że ich sytuacja w badanym okresie kształtowała się korzystnie. W zakresie płynności pomiędzy badanymi podmiotami poziom był zróżnicowany. Spółki w większości zaciągały długi dla sfinansowania swoich inwestycji. W zakresie analizy produktywności majątku zdiagnozowano, że sprzedaż wytworzona przy pomocy posiadanych aktywów jest raczej niska. Branża energetyczna charakteryzuje się wysoką kapitałochłonnością produkcji w związku z tym wskaźniki produktywności aktywów osiągały niskie wartości. Wskaźnik produktywności płac w badanych spółkach kształtował się także na zróżnicowanym poziomie. Wskaźniki rentowności w badanych przedsiębiorstwach choć nie mają wysokiego poziomu informują o zyskowności inwestowania w energetykę wiatrową. Autorka stwierdza, że przyczyną, która wpływa na stany poszczególnych wskaźników w badanych podmiotach jest fakt, iż energetyka wiatrowa to dział dość kapitałochłonny, posiadający długi cykl wprowadzonej do działalności gotówki. Dokonując analizy korzyści ekologicznych autorka dowiodła, że energia z wiatru niezbędna jest dla osiągnięcia określonych efektów ekologicznych. Wdrażanie energii z wiatru zdecydowanie ogranicza wielkości emisji substancji

zanieczyszczających oraz przyczynia się do wymiernych efektów finansowo – ekologicznych. Zaprezentowany wymierny efekt ekologiczny pozwala uzmysłowić sobie skalę problemu emisji zanieczyszczeń.

## 1. Województwo zachodniopomorskie jako region sprzyjający rozwojowi energetyki wiatrowej

Tab.1 Moc zainstalowana w energetyce wiatrowej (MW) w Polsce według województw w latach 2005-2016

| Województwo         | 2005  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009  | 2010  | 2011   | 2012   | 2013    | 2014   | 2015   | 2016   |
|---------------------|-------|------|------|------|-------|-------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Zachodniopomorskie  | 53,1  | 103  | 145  | 272  | 285,3 | 348   | 488,9  | 726,4  | 1045,3  | 1076,2 | 1292,8 | 1477,2 |
| Wielkopolskie       | -     | -    | -    | -    | 22,44 | 178   | 238,4  | 259,3  | 430,54  | 466,5  | 545,8  | 686,8  |
| Kujawsko-pomorskie  | -     | -    | -    | 64   | 95,21 | 143   | 207,9  | 281,8  | 306,7   | 365,4  | 517,1  | 592,6  |
| Pomorskie           | 10,8  | 34,4 | 76   | 154  | 138,8 | 138,8 | 141,5  | 271,9  | 378,43  | 424,1  | 475,9  | 684,9  |
| Łódzkie             | -     | -    | 30   | 30   | 49,23 | 56    | 144,3  | 247,8  | 313,9   | 386,2  | 414,4  | 579,8  |
| Warmińsko-mazurskie | -     | -    | 40,5 | 40,5 | 47,06 | 50    | 187,1  | 201,4  | 217,07  | 271,6  | 326,1  | 353,6  |
| Podlaskie           | -     | -    | -    | -    | 44,38 | 45,6  | 79,1   | 120,9  | 78,50   | 151,4  | 182,3  | 197,3  |
| Podkarpackie        | -     | -    | -    | 12   | 26,7  | 26,6  | 52,4   | 55,54  | 84,18   | 84,41  | 151,9  | 152,9  |
| Mazowieckie         | -     | -    | -    | -    | 7,24  | 9,4   | 20,1   | 119,1  | 155,6   | 241,1  | 269,8  | 378,8  |
| Świętokrzyskie      | -     | -    | -    | -    | 3,39  | 3,9   | 4,4    | 4,41   | 7,76    | 9,63   | 11,03  | 22,34  |
| Śląskie             | -     | -    | -    | -    | 2,17  | 3,0   | 4,3    | 5,75   | 12,75   | 21,2   | 27,33  | 33,08  |
| Małopolskie         | -     | -    | -    | -    | 0,70  | 0,7   | 2,1    | 2,96   | 2,96    | 3,47   | 3,53   | 6,68   |
| Lubelskie           | -     | -    | -    | -    | 0,58  | 0,6   | 1,5    | 2,15   | 2,15    | 3,65   | 6,2    | 134,9  |
| Lubuskie            | -     | -    | -    | -    | 0,43  | 0,6   | 12,6   | 50,6   | 55,6    | 63,0   | 63,7   | 192,0  |
| Opolskie            | -     | -    | -    | -    | 0,43  | 0,45  | 31,7   | 84,15  | 96,1    | 103,6  | 125,6  | 138,2  |
| Dolnośląskie        | -     | -    | -    | -    | 0,14  | 0,16  | 0,3    | 62,26  | 154,3   | 162,4  | 168,4  | 176,4  |
| Ogółem              | 121,0 | 175  | 306  | 526  | 725   | 1107  | 1616,6 | 2496,7 | 3389,54 | 3833,8 | 4582,0 | 5807,4 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE, GUS; (-) brak danych

Tab.2 Struktura (%) zainstalowanych mocy w energetyce wiatrowej w Polsce (MW) według województw w latach 2005-2016

| Województwo         | 2005 | 2006  | 2007  | 2008  | 2009 | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015  | 2016  |
|---------------------|------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Zachodniopomorskie  | 43,9 | 58,91 | 47,39 | 51,77 | 39,4 | 34,63 | 30,24 | 29,10 | 30,84 | 28,07 | 28,21 | 25,44 |
| Wielkopolskie       | -    | -     | -     | -     | 3,09 | 17,72 | 14,75 | 10,38 | 12,7  | 12,1  | 11,91 | 11,83 |
| Kujawsko-pomorskie  | -    | -     | -     | 12,17 | 13,2 | 14,23 | 12,86 | 11,30 | 9,1   | 9,5   | 11,29 | 10,20 |
| Pomorskie           | 8,93 | 19,66 | 24,84 | 29,28 | 19,2 | 13,81 | 8,75  | 10,90 | 11,2  | 11,0  | 10,39 | 11,79 |
| Łódzkie             | -    | -     | 9,80  | 9,80  | 6,80 | 5,57  | 8,93  | 9,93  | 9,3   | 10,0  | 9,04  | 9,98  |
| Warmińsko-mazurskie | -    | -     | 13,23 | 13,23 | 6,50 | 4,98  | 11,58 | 8,06  | 6,4   | 7,08  | 7,12  | 6,09  |
| Podlaskie           | -    | -     | -     | -     | 6,12 | 4,54  | 4,89  | 4,84  | 2,3   | 3,9   | 3,98  | 3,40  |
| Podkarpackie        | -    | -     | -     | -     | 3,68 | 2,65  | 3,24  | 2,22  | 2,5   | 2,0   | 3,31  | 2,63  |
| Mazowieckie         | -    | -     | -     | -     | 1,0  | 0,94  | 1,24  | 4,76  | 4,6   | 6,2   | 5,9   | 6,52  |
| Świętokrzyskie      | -    | -     | -     | -     | 0,47 | 0,39  | 0,27  | 0,18  | 0,3   | 0,2   | 0,24  | 0,38  |
| Śląskie             | -    | -     | -     | -     | 0,30 | 0,30  | 0,27  | 0,23  | 0,4   | 0,5   | 0,59  | 0,57  |
| Małopolskie         | -    | -     | -     | -     | 0,10 | 0,07  | 0,13  | 0,12  | 1,0   | 0,09  | 0,08  | 0,12  |
| Lubelskie           | -    | -     | -     | -     | 0,08 | 0,06  | 0,10  | 0,09  | 0,06  | 0,9   | 0,14  | 2,32  |
| Lubuskie            | -    | -     | -     | -     | 0,06 | 0,06  | 0,78  | 2,03  | 1,7   | 1,64  | 1,39  | 3,31  |
| Opolskie            | -    | -     | -     | -     | 0,06 | 0,04  | 1,96  | 3,37  | 2,9   | 2,7   | 2,74  | 2,38  |
| Dolnośląskie        | -    | -     | -     | -     | 0,02 | 0,01  | 0,01  | 2,49  | 4,7   | 4,2   | 3,67  | 3,04  |
| Razem %             | 100  | 100   | 100   | 100   | 100  | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   | 100   |

źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE, GUS, (-) brak danych

Na podstawie badań jakościowych stwierdzono, że potencjał energetyki wiatrowej województwa zachodniopomorskiego z punktu widzenia praktycznego, technicznego i ekonomicznego jest możliwy do dalszego wykorzystania i rozszerzenia. Region ten sprzyja rozwojowi energetyki wiatrowej ze względu na możliwość zagospodarowania powierzchni gruntów i terenów morskich wód, ze względu na istniejące możliwości techniczne budowy farm wiatrowych na morzu i

ładzie oraz ze względu na możliwości sprzedaży wytworzonej energii z turbin na lokalnym rynku i w całym kraju.

2. Ocena nakładów inwestycyjnych na energetykę wiatrową w woj. zachodniopomorskim na tle innych regionów (15 letni horyzont czasowy)

Tab.3 Kluczowe dane poszczególnych projektów

|                                  | Projekt I          | Projekt II         | Projekt III | Projekt IV   | Projekt V |
|----------------------------------|--------------------|--------------------|-------------|--------------|-----------|
| Województwo                      | zachodniopom.      | pomorskie          | lubuskie    | dolnośląskie | pomorskie |
| moc farmy MW                     | 30                 | 6                  | 6           | 24           | 32        |
| ilość turbin                     | 15                 | 3                  | 3           | 12           | 16        |
| warunki wietrzne                 | wybitnie korzystne | wybitnie korzystne | korzystne   | korzystne    | korzystne |
| produktywność maszyn             | 85%                | 85%                | 75%         | 75%          | 75%       |
| śr. roczna produkcja energii MWh | 83.219             | 14.250             | 12.445      | 58.616       | 74.496    |

Źródło: opracowanie własne

Tab.4 Dane finansowe poszczególnych projektów

| wyszczególnienie                  | Projekt I   | Projekt II | Projekt III | Projekt IV  | Projekt V   |
|-----------------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| nakłady inwestycyjne              | 193.000.000 | 35.381.000 | 33.800.000  | 165.000.000 | 200.000.000 |
| przewidywane średnio. przychody   | 28 995 466  | 4 964 297  | 4 335 971   | 20 423 101  | 25 955 902  |
| śr. roczne koszty własne          | 15 440 000  | 1.238.335  | 1 183 000   | 5 775 000   | 7 000 000   |
| amortyzacja                       | 8 685 000   | 1 592 000  | 1 521 000   | 7 425 000   | 9 000 000   |
| średnioroczny zysk netto          | 17 982 377  | 3 018 029  | 2 553 907   | 11 864 962  | 15 354 281  |
| miary oceny efektywności          |             |            |             |             |             |
| czas zwrotu (Pb) - lata           | 7,3         | 7,67       | 8,29        | 8,55        | 8,21        |
| księgową stopa zwrotu - % (ARR)   | 13,05       | 9,15       | 8,2         | 7,81        | 11,94       |
| Wartość bieżąca netto – zł. (NPV) | 23 575 840  | 2 035 691  | - 696 447   | - 6 272 083 | - 2 164 971 |
| Wewnętrzna stopa zwrotu - % (IRR) | 12,29       | 11,09      | 9,61        | 9,28        | 9,8         |
| Wskaźnik rentowności (PI)         | 1,12        | 1,06       | 0,98        | 0,96        | 0,99        |

Źródło: opracowanie własne

W wyniku przeprowadzonej analizy i przy uwzględnieniu pewnych założeń stwierdza się, że zasadne jest podejmowanie inwestycji w turbiny wiatrowe na terenach o bardzo korzystnych warunkach wietrznych. Dostępne metody oceny efektywności podejmowanych inwestycji dają jednoznaczny obraz sytuacji. Wyniki badań wskazują, że najbardziej pożądane pod względem ekonomicznym są inwestycje w urządzenia do produkcji prądu o dużych mocach wytwórczych posadowione na wysokich wieżach z uwzględnieniem właściwych warunków klimatycznych i lokalizacyjnych. Obliczenia dowodzą, że najbardziej opłacalne jest budowanie farm wiatrowych na terenie województwa zachodniopomorskiego. Inne rejony kraju choć są atrakcyjne, nie mają jednak tak dobrych warunków lokalizacyjnych. Należy tu zauważyć, że obliczone wskaźniki uwzględniają także warunki stworzone przez państwo, a dotyczące wsparcia w postaci sprzedaży praw majątkowych (świadectw pochodzenia energii) i możliwości finansowania inwestycji. Bez wsparcia projekty byłyby nieopłacalne. Warto dodać, że gdyby projekty III, IV i V uzyskały średnie ceny energii i certyfikatów na poziomie cen referencyjnych proponowanych dla energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii dla mocy zainstalowanej większej niż 1 MW, wykorzystujących do wytwarzania energii elektrycznej wyłącznie energię wiatru na lądzie w 2016 roku na poziomie 385 zł/MWh, i od 2017r do 2020r. 350 zł/MWh byłyby projektami opłacalnymi.



## 2. Ocena wielkości wyprodukowanej energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych

Tab.5 Pozyskanie energii elektrycznej z odnawialnych źródeł energii (Mtoe) w Polsce na tle wybranych krajów Unii Europejskiej w latach 2005-2016

| Kraje                     | ENERGIA Z OZE |              |              |              |              |              |              |              |              |              |            |          |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------|----------|
|                           | 2005          | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015       | 2016     |
| Austria                   | 7,2           | 7,1          | 7,8          | 8,3          | 8,4          | 8,9          | 8,4          | 9,3          | 9,5          | 9,2          | 9,3        | -        |
| Czechy                    | 2,0           | 2,2          | 2,4          | 2,4          | 2,6          | 2,9          | 3,0          | 3,7          | 4,1          | 4,2          | 4,3        | -        |
| Francja                   | -             | -            | -            | -            |              | 21,1         | 17,9         | 20,3         | 22,5         | 21,0         | 21,4       | -        |
| Finlandia                 | 8,2           | 8,8          | 8,7          | 9,2          | 7,9          | 9,4          | 9,2          | 10,0         | 9,9          | 10,1         | 10,4       | -        |
| Litwa                     | 0,8           | 0,8          | 1,0          | 1,1          | 1,2          | 1,2          | 1,2          | 1,2          | 1,3          | 1,4          | 1,5        | -        |
| Włochy                    | -             | -            | -            | -            |              | 15,9         | 17,4         | 21,1         | 23,5         | 23,6         | 23,6       | -        |
| Niemcy                    | 16,7          | 19,9         | 28,0         | 28,0         | 27,8         | 27,7         | 29,5         | 32,1         | 33,7         | 36,0         | 38,9       | -        |
| Polska                    | 4,5           | 4,8          | 4,9          | 5,4          | 6,1          | 6,9          | 7,5          | 8,5          | 8,6          | 8,1          | 9,0        | 13,5     |
| w tym: woj. zachodniopom. | 0,026         | 0,035        | 0,047        | 0,059        | 0,070        | 0,094        | 0,125        | 0,202        | 0,228        | 0,266        | 0,332      | 0,336    |
| Słowacja                  | 0,9           | 0,9          | 1,0          | 1,0          | 1,2          | 1,4          | 1,4          | 1,4          | 1,5          | 1,4          | 1,6        | -        |
| Holandia                  | -             | -            | -            | -            |              | 2,9          | 3,1          | 3,9          | 4,4          | 4,6          | 4,8        | -        |
| <b>OZE w EU Razem</b>     | <b>115,1</b>  | <b>122,2</b> | <b>133,9</b> | <b>141,9</b> | <b>148,7</b> | <b>163,3</b> | <b>162,6</b> | <b>182,2</b> | <b>194,6</b> | <b>197,5</b> | <b>205</b> | <b>-</b> |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Wind ind Power, 2016 *European statistic*, Published In February 2017, windeurope.org (dostęp 08.06.2018r.)

Tab.6 Struktura pozyskania energii elektrycznej z wiatru (do OZE ogółem) w Polsce na tle wybranych krajów Unii Europejskiej w latach 2005-2016 (udział %)

| Kraje                            | ENERGIA z WIATRU |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------------|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                  | 2005             | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Austria                          | 1,6              | 2,1  | 2,2  | 2,1  | 2,0  | 2,0  | 2,0  | 2,2  | 2,9  | 3,6  | 4,5  | -    |
| Czechy                           | 0,1              | 0,2  | 0,5  | 0,9  | 1,0  | 1,0  | 1,1  | 1,1  | 1,0  | 1,0  | 1,0  | -    |
| Francja                          | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 4,1  | 5,9  | 6,2  | 5,8  | 7,1  | 8,5  | -    |
| Finlandia                        | 0,2              | 0,1  | 0,2  | 0,2  | 0,3  | 0,3  | 0,5  | 0,4  | 0,7  | 0,9  | 1,9  | -    |
| Litwa                            | 0,0              | 0,1  | 1,1  | 1,2  | 1,2  | 1,6  | 3,5  | 3,9  | 4,0  | 4,0  | 4,8  | -    |
| Włochy                           | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 4,9  | 4,9  | 5,5  | 5,5  | 5,5  | 5,4  | -    |
| Niemcy                           | 13,3             | 12,7 | 11,6 | 11,7 | 12,0 | 11,7 | 14,3 | 13,6 | 13,2 | 13,7 | 17,5 | -    |
| Polska                           | 0,3              | 0,5  | 0,9  | 1,3  | 1,5  | 2,1  | 3,7  | 4,8  | 6,0  | 8,1  | 10,4 | 12,0 |
| Słowacja                         | 0,1              | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | 0,0  | -    |
| Holandia                         | 0                | 0    | 0    | 0    | 0    | 11,7 | 14,2 | 11,3 | 11,1 | 10,9 | 13,5 | -    |
| udział energii wiatru w EU Razem | 5,3              | 5,8  | 6,7  | 7,2  | 7,7  | 7,9  | 9,5  | 9,8  | 10,4 | 11,0 | 12,7 | 23,5 |
| pozostałe OZE, EU razem %        | 94,7             | 94,2 | 93,3 | 92,8 | 92,3 | 92,3 | 90,5 | 90,2 | 89,6 | 89,0 | 87,3 | 76,5 |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Wind ind Power, 2016 *European statistic*, Published In February 2017, windeurope.org (dostęp 08.06.2018r.), (-) brak danych

Tab.7 Udział energii elektrycznej wytworzonej w OZE w zużyciu energii elektrycznej brutto w wybranych krajach UE w latach 2005-2016 (%)

| Kraje           | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Austria         | 58,8 | 57,5 | 60,7 | 62,3 | 67,7 | 61,4 | 66,0 | 66,5 | 68,0 | 70,1 | 70,3 | -    |
| Czechy          | 4,5  | 4,9  | 4,7  | 5,2  | 6,8  | 8,3  | 10,6 | 11,6 | 12,8 | 13,9 | 14,1 | -    |
| Finlandia       | 26,8 | 24,0 | 25,9 | 30,8 | 25,8 | 26,5 | 29,4 | 29,5 | 30,9 | 31,4 | 32,5 | -    |
| Litwa           | 3,9  | 3,6  | 4,6  | 4,7  | 5,5  | 7,8  | 9,0  | 10,9 | 13,1 | 13,7 | 15,5 | -    |
| Łotwa           | 48,4 | 37,7 | 36,4 | 41,2 | 49,2 | 48,5 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Niemcy          | 10,0 | 11,4 | 14,1 | 14,6 | 16,2 | 16,9 | 20,9 | 23,6 | 25,3 | 28,2 | 30,7 | -    |
| Polska          | 2,6  | 2,8  | 3,5  | 4,3  | 5,8  | 7,0  | 8,2  | 10,7 | 10,7 | 12,4 | 13,4 | -    |
| Słowacja        | 16,6 | 16,5 | 16,6 | 15,5 | 17,9 | 20,5 | 19,3 | 20,1 | 20,8 | 22,9 | 22,7 | -    |
| Estonia         | 1,3  | 1,5  | 1,5  | 2,0  | 6,1  | 10,8 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| Szwecja         | 53,8 | 47,6 | 51,5 | 55,0 | 56,4 | 54,5 | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
| EU(27)<br>Razem | 13,6 | 14,2 | 15,1 | 16,4 | 18,3 | 19,9 | 21,7 | 23,5 | 25,4 | 27,5 | 28,8 | -    |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, Eurostat; (-) brak danych

Tab.8 Udział energii elektrycznej z OZE w krajowej sprzedaży energii odbiorcom końcowym w latach 2005 - 2016 (TWh)

| Rok  | Sprzedaż en.elekt. odbiorcy końcowemu | Udział energii z OZE wymagany rozp.MG | Wartość zrealizowanego obowiązku energii z OZE wg ŚP-opłata zastępcza | Udział OZE wykonany |
|------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------|
|      | TWh                                   | %                                     | TWh   | %                   |
| 2005 | 108,625                               | 3,10                                  | 2,956   | 3,46                |
| 2006 | 117,817                               | 3,60                                  | 3,60  | 3,58                |
| 2007 | 115,974                               | 5,10                                  | 5,271   | 4,51                |
| 2008 | 121,180                               | 7,00                                  | 6,987   | 5,36                |
| 2009 | 116,458                               | 8,7                                   | 8,674   | 7,39                |
| 2010 | 121,298                               | 10,4                                  | 10,40   | 9,06                |
| 2011 | 121,718                               | 10,4                                  | 10,44   | 10,66               |
| 2012 | 121,846                               | 10,4                                  | 10,44   | 13,21               |
| 2013 | 123,551                               | 12,0                                  | 12,00   | 13,58               |
| 2014 | 123,687                               | 13,0                                  | 13,13   | 15,93               |
| 2015 | 124,000                               | 14,0                                  | -   | 17,65               |
| 2016 | -                                     | -                                     | -   | -                   |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE, (-) brak danych

Przeprowadzona analiza pozwala na stwierdzenie, że udział energii elektrycznej produkowanej z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w naszym kraju w latach 2005-2015 daleki jest od optymalnego i pożądanego. Energia odnawialna jest cennym rozwiązaniem. Najlepszym przykładem są Niemcy, które od

dawna wykorzystują taką formę wytwarzania energii. Nie tylko w tym kraju energia z wiatru jest ważnym filarem biznesu energetycznego. W wielu krajach Unii Europejskiej szybko rozwija się ta forma pozyskiwania energii elektrycznej. Polska powinna dążyć do dalszego rozwoju tego sektora i przygotowywać się do wzrostu produkcji z OZE. Zgodnie z dyrektywami UE Polska zobowiązana jest do zapewnienia określonego udziału energii ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii brutto jednak osiągnięcie tych wielkości będzie bardzo trudne. Szansy na wykonanie unijnego zobowiązania można upatrywać tylko w intensywnym rozwoju sektora energetyki wiatrowej wraz z równoczesnym dostępem do nowych technologii i przyjaznym inwestorom systemie finansowania zewnętrznego.

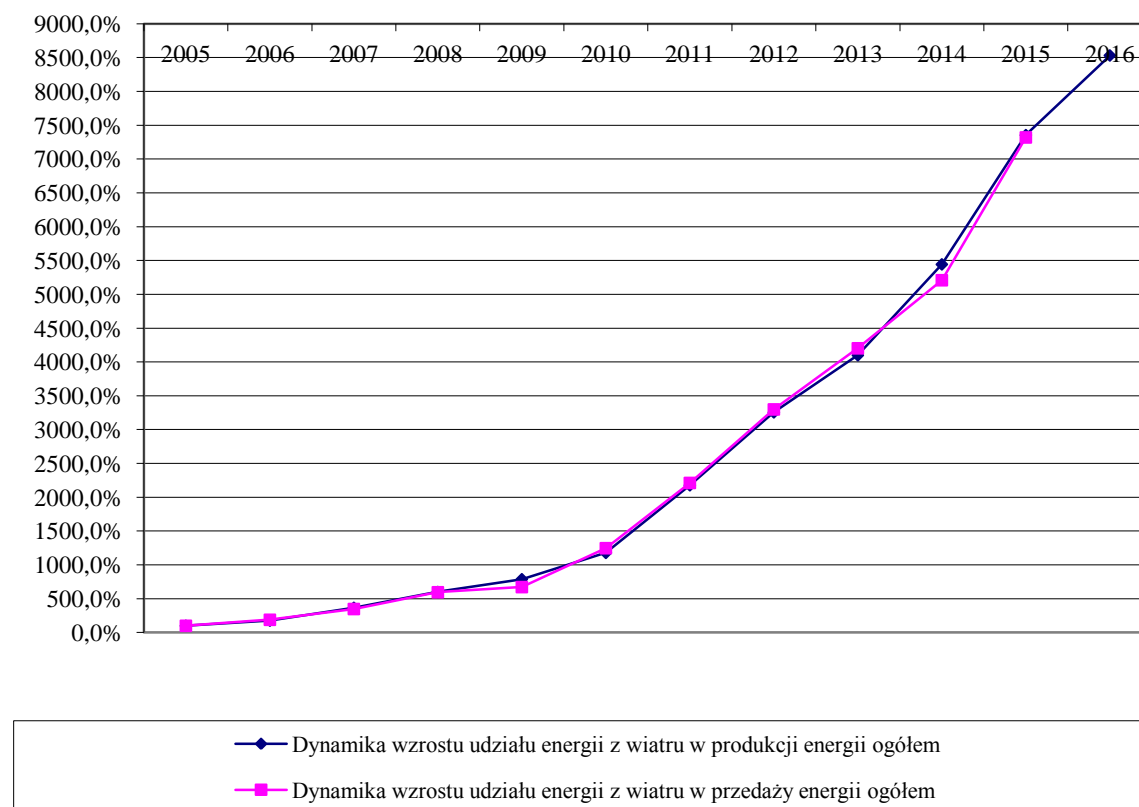
#### 4. Ocena efektywności energii wiatrowej na tle energii konwencjonalnej

Tab. 9 Udział produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w krajowej produkcji energii elektrycznej ogółem w latach 2005-2016 (GWh)

| lata | Produkcja energii elektrycznej ogółem | w tym produkcja energii z elektrowni wiatrowych | % udział energii z wiatru w produkcji energii ogółem |
|------|---------------------------------------|---|--|
| 2005 | 156 944,4                             | 135,5   | 0,09   |
| 2006 | 161 750                               | 256,1   | 0,16   |
| 2007 | 159 361,1                             | 521,6   | 0,33   |
| 2008 | 155 305,6                             | 836,8   | 0,54   |
| 2009 | 151 722,2                             | 1 077,3   | 0,71   |
| 2010 | 157 666,7                             | 1 664,3   | 1,06   |
| 2011 | 163 555,6                             | 3 205   | 1,96   |
| 2012 | 162 139                               | 4 747   | 2,93   |
| 2013 | 162 501                               | 6 004   | 3,69   |
| 2014 | 156 567                               | 7 676   | 4,90   |
| 2015 | 161 722                               | 10707   | 6,62   |
| 2016 | 162 626                               | 12491   | 7,68   |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, URE

Wykres 1. Dynamika wzrostu udziału energii wiatrowej w produkcji i sprzedaży energii ogółem w Polsce w latach 2005-2016



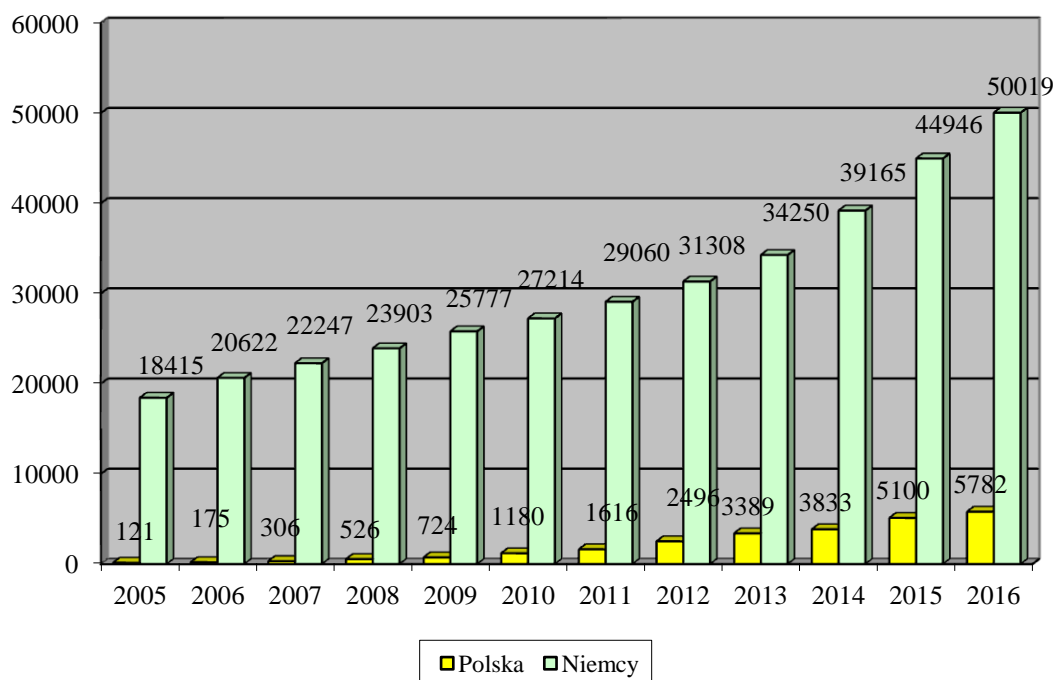
źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, URE

Tab.10 Udział energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w krajowej sprzedaży energii odbiorcom końcowym energii elektrycznej ogółem w latach 2005-2016 (GWh)

| lata | Sprzedaż energii elektrycznej ogółem odbiorcom końcowym | w tym sprzedaż energii z elektrowni wiatrowych | % udział energii z wiatru w sprzedaży energii ogółem |
|------|---|--|--|
| 2005 | 108 625   | 135,3  | 0,12   |
| 2006 | 117 816,7   | 257,04   | 0,22   |
| 2007 | 115 973,7   | 472,12   | 0,41   |
| 2008 | 121 180,1   | 806,3  | 0,66   |
| 2009 | 116 458,3   | 1 045,2  | 0,90   |
| 2010 | 121 298,2   | 1 823,3  | 1,50   |
| 2011 | 121 717,8   | 3 128,7  | 2,57   |
| 2012 | 121 846,1   | 4 599,3  | 3,77   |
| 2013 | 123 551,6   | 5 822  | 4,71   |
| 2014 | 123 687,1   | 7 184  | 5,81   |
| 2015 | 124 000,0   | 10 041   | 8,1  |
| 2016 | -   | -  | -  |

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych URE, GUS (-) brak danych

Wykres.2 Moc zainstalowanych elektrowni wiatrowych w Polsce i na terenie Niemiec w latach 2005-2016 (MW)

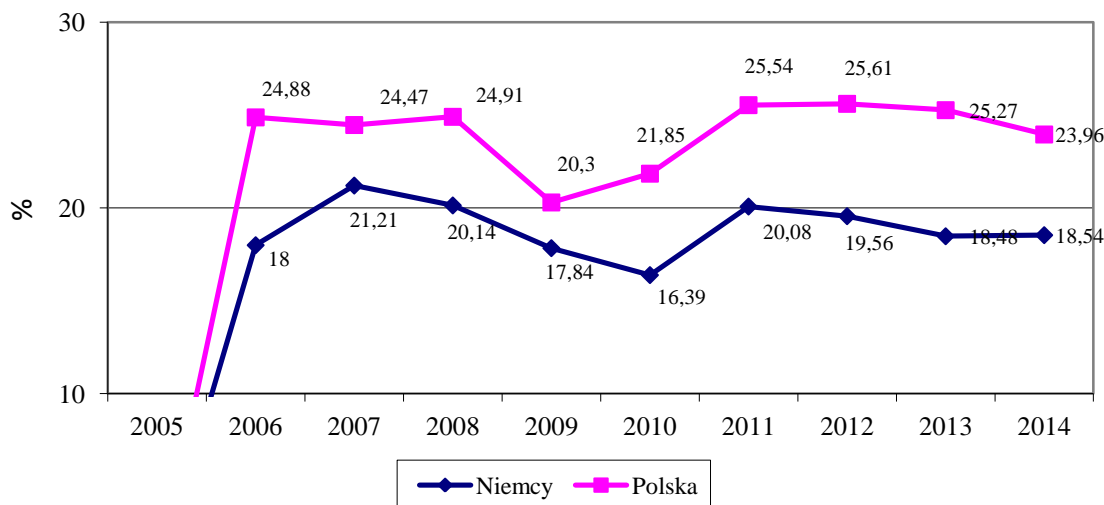


Tab.11 Średni współczynnik wykorzystania mocy maksymalnej dla różnych elektrowni wykorzystujących energię odnawialną i konwencjonalną dla mocy 1MW.

| Współczynnik wykorzystania Mocy maksymalnej    |      |        |
|--|------|--------|
| maksymalna produkcja dla elektrowni o mocy 1MW | 8,76 | 100,0% |
| Elektrownia fotowoltaiczna                     | 0,97 | 11,1%  |
| Elektrownia wiatrowa dobra lokalizacja         | 2,1  | 24,0%  |
| Elektrownia wiatrowa umiarkowana lokalizacja   | 1,4  | 16,0%  |
| Elektrownia wodna                              | 2,7  | 30,8%  |
| Elektrownia węglowa                            | 6,9  | 78,8%  |

Źródło: B. Szymański, Jak porównać moc elektrowni OZE z konwencjonalną, Analizy, listopad 2012  
 Zaprezentowany średni współczynnik wykorzystania mocy pozwala na oszacowanie niezbędnej ilości mocy do zainstalowania w poszczególne technologie OZE, by zastąpić nimi elektrownię węglową o żądanej mocy. Dla elektrowni wiatrowych potrzebna jest 3,3-4,9 razy większa moc w zależności od ich usytuowania. Dla elektrowni fotowoltaicznych potrzebna jest moc 7,1 razy większa, dla wodnych 2,6 razy większa.

Wykres.3 Współczynnik stopnia wykorzystania mocy elektrowni wiatrowych w Polsce i w Niemczech w latach 2006-2014



Źródło: opracowanie własne na podstawie: dane URE, Eurostat, Fraunhofer Institute

Na podstawie analizy współczynnika wykorzystania mocy stwierdza się, że Polska dysponuje większym potencjałem wietrznym niż Niemcy. Rozpatrywane w pracy województwo zachodniopomorskie ma swój duży udział w kształtowaniu się tego współczynnika. Rozpatrując analizowane wielkości wyprodukowanej energii elektrycznej i jej sprzedaż ze szczególnym uwzględnieniem energii z elektrowni wiatrowych należy wskazać, że w Polsce efektywne wykorzystanie energii z wiatru jest już zauważalne. Elektrownie wiatrowe nie tylko wpływają na lepsze korzystanie i oszczędzania zasobów kopalnych, ale też same w sobie są efektywne. Elektrownia wiatrowa wytwarza w trakcie eksploatacji ok. 70 razy więcej energii, niż sama potrzebuje do jej wyprodukowania. Tę efektywność energetyczną nowoczesnych wiatraków potwierdziły w ciągu ostatnich lat liczne badania niezależnych instytutów badawczych. Występujący systematyczny wzrost ilości odnawialnej energii zarówno w produkcji jak i sprzedaży pozwala w części zrealizować wyznaczone cele polityki energetycznej w zakresie efektywności. Pozostałe wyznaczone cele dla Polski to m.in. zapewnienie bezpieczeństwa dostawy energii, wzrost konkurencyjności gospodarki i minimalizacja negatywnego oddziaływania sektora energii na środowisko. Niewątpliwie elementem przyczyniającym się do spełnienia tych celów jest efektywne wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii.

5. Analiza wyników ekonomiczno finansowych przedsiębiorstw produkujących energię w woj. zachodniopomorskim

Tab.12 Wskaźniki płynności finansowej w latach 2005-2016

| lata               | wskaźnik płynności bieżącej | wskaźnik płynności szybkiej | wskaźnik płynności gotówką |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Przedsiębiorstwo A |                             |                             |                            |
| 2005               | 101,922                     | 101,922                     | 98,028                     |
| 2006               | -                           | -                           | -                          |
| 2007               | 0,810                       | 0,810                       | 0,748                      |
| 2008               | -                           | -                           | -                          |
| 2009               | 1,472                       | 1,472                       | 1,226                      |
| 2010               | 1,099                       | 1,099                       | 0,315                      |
| 2011               | 0,474                       | 0,373                       | 0,233                      |
| 2012               | 1,471                       | 0,995                       | 0,311                      |
| 2013               | 0,916                       | 0,495                       | 0,296                      |
| 2014               | 0,610                       | 0,229                       | 0,041                      |
| 2015               | 0,398                       | 0,128                       | 0,015                      |
| 2016               | 0,493                       | 0,391                       | 0,126                      |
| Przedsiębiorstwo B |                             |                             |                            |
| 2005               |                             |                             |                            |
| 2006               | *                           | *                           | *                          |
| 2007               | 81,705                      | 11,958                      | 5,277                      |
| 2008               | 7,562                       | 3,117                       | 0,178                      |
| 2009               | 39,082                      | 9,526                       | 0,347                      |
| 2010               | -                           | -                           | -                          |
| 2011               | 88,659                      | 66,657                      | 12,199                     |
| 2012               | 5,391                       | 1,344                       | 0,015                      |
| 2013               | 4,475                       | 1,219                       | 0,118                      |
| 2014               | 7,715                       | 3,957                       | 0,048                      |
| 2015               | -                           | -                           | -                          |
| 2016               | -                           | -                           | -                          |
| Przedsiębiorstwo C |                             |                             |                            |
| 2005               | 9,087                       | 9,087                       | 6,465                      |
| 2006               | 0,606                       | 0,606                       | 0,186                      |
| 2007               | 1,080                       | 2,903                       | 2,641                      |
| 2008               | 1,876                       | 1,543                       | 1,108                      |
| 2009               | 1,810                       | 1,219                       | 0,803                      |
| 2010               | 2,042                       | 1,518                       | 0,866                      |
| 2011               | 2,357                       | 1,621                       | 1,009                      |
| 2012               | 1,562                       | 1,032                       | 0,841                      |
| 2013               | 1,362                       | 1,018                       | 0,759                      |
| 2014               | 2,272                       | 1,472                       | 0,945                      |
| 2015               | 2,183                       | 1,160                       | 1,148                      |
| 2016               | 1,577                       | 0,655                       | 0,632                      |
| Przedsiębiorstwo D |                             |                             |                            |
| 2005               | *                           | *                           | *                          |
| 2006               | 0,840                       | 0,701                       | 0,672                      |
| 2007               | 0,861                       | 0,333                       | 0,289                      |
| 2008               | 0,843                       | 0,577                       | 0,453                      |
| 2009               | -                           | -                           | -                          |
| 2010               | 0,808                       | 0,332                       | 0,146                      |
| 2011               | 0,831                       | 0,434                       | 0,045                      |
| 2012               | 0,930                       | 0,678                       | 0,145                      |
| 2013               | 0,96                        | 0,620                       | 0,172                      |

|                    |        |       |       |
|--------------------|--------|-------|-------|
| 2014               | 0,828  | 0,377 | 0,003 |
| 2015               | 0,820  | 0,136 | 0,003 |
| 2016               | 1,642  | 0,7   | 0,560 |
| Przedsiębiorstwo E |        |       |       |
| 2005               |        |       |       |
| 2006               | *      | *     | *     |
| 2007               | 0,185  | 0,173 | 0,032 |
| 2008               | 0,255  | 0,157 | 0,157 |
| 2009               | 0,1002 | 0,100 | 0,055 |
| 2010               | -      | -     | -     |
| 2011               | 0,115  | 0,109 | 0,041 |
| 2012               | 0,151  | 0,145 | 0,066 |
| 2013               | -      | -     | -     |
| 2014               | 0,197  | 0,150 | 0,120 |
| 2015               | 0,179  | 0,154 | 0,138 |
| 2016               | 0,156  | 0,138 | 0,123 |
| Przedsiębiorstwo F |        |       |       |
| 2005               | 0,206  | 0,173 | 0,024 |
| 2006               | 0,881  | 0,792 | 0,640 |
| 2007               | 0,968  | 0,709 | 0,683 |
| 2008               | 0,722  | 0,457 | 0,439 |
| 2009               | 0,618  | 0,402 | 0,225 |
| 2010               | 0,832  | 0,559 | 0,240 |
| 2011               | 0,401  | 0,273 | 0,181 |
| 2012               | -      | -     | -     |
| 2013               | 0,290  | 0,700 | 0,004 |
| 2014               | 0,366  | 0,050 | 0,007 |
| 2015               | 0,647  | 0,054 | 0,011 |
| 2016               | 14,331 | 2,246 | 1,594 |
| Przedsiębiorstwo G |        |       |       |
| 2005               | 0,887  | 0,887 | 0,608 |
| 2006               | 0,872  | 0,872 | 0,643 |
| 2007               | 0,268  | 0,226 | 0,210 |
| 2008               | 0,262  | 0,217 | 0,184 |
| 2009               | 0,214  | 0,153 | 0,112 |
| 2010               | -      | -     | -     |
| 2011               | 0,775  | 0,624 | 0,328 |
| 2012               | -      | -     | -     |
| 2013               | 1,145  | 0,79  | 0,061 |
| 2014               | 0,076  | 0,055 | 0,025 |
| 2015               | 0,577  | 0,309 | 0,012 |
| 2016               | -      | -     | -     |

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych finansowych

(-) brak danych, \* przedsiębiorstwo rozpoczęło swoją działalność w danym roku, nie wykazuje danych



Tab.13 Wskaźniki poziomu zadłużenia w latach 2005-2016

| lata               | wskaźnik ogólnego zadłużenia | wskaźnik zadłużenia kapitału własnego | wskaźnik udziału zadłużenia długoterminowego |
|--------------------|------------------------------|---------------------------------------|--|
| Przedsiębiorstwo A |                              |                                       |  |
| 2005               | 0,007                        | 0,007                                 | 0,00   |
| 2006               | 0,00                         | 0,00                                  | 0,00   |
| 2007               | 0,84                         | 5,31                                  | 0,00   |
| 2008               | 1,03                         | -31,99                                | -31,99                                       |
| 2009               | 0,32                         | 0,47                                  | 0,43   |
| 2010               | 0,94                         | 17,99                                 | 9,03   |
| 2011               | 0,93                         | 13,69                                 | 8,15   |
| 2012               | 0,87                         | 6,54                                  | 5,59   |
| 2013               | 0,878                        | 7,21                                  | 6,03   |
| 2014               | 0,88                         | 0,88                                  | 5,83   |
| 2015               | 0,89                         | 0,89                                  | 6,11   |
| 2016               | 0,878                        | 0,70                                  | 1,37   |
| Przedsiębiorstwo B |                              |                                       |  |
| 2005               |                              |                                       |  |
| 2006               | *                            | *                                     | *  |
| 2007               | 0,99                         | 157,07                                | 1,44   |
| 2008               | 1,46                         | -3,15                                 | -2,88  |
| 2009               | 1,78                         | -2,28                                 | -2,25  |
| 2010               | -                            | -                                     | -  |
| 2011               | 0,31                         | 0,45                                  | 0,22   |
| 2012               | 0,18                         | 0,22                                  | 0,00   |
| 2013               | 0,35                         | 0,54                                  | 0,22   |
| 2014               | 0,37                         | 0,59                                  | 039  |
| 2015               | -                            | -                                     | -  |
| 2016               | -                            | -                                     | -  |
| Przedsiębiorstwo C |                              |                                       |  |
| 2005               | 1,07                         | -14,91                                | -14,25                                       |
| 2006               | 0,69                         | 2,19                                  | 0,00   |
| 2007               | 0,79                         | 3,82                                  | 3,61   |
| 2008               | 0,81                         | 4,37                                  | 3,95   |
| 2009               | 0,80                         | 4,25                                  | 3,57   |
| 2010               | 0,78                         | 3,73                                  | 3,17   |
| 2011               | 0,77                         | 3,37                                  | 2,71   |
| 2012               | 0,76                         | 3,23                                  | 2,53   |
| 2013               | 0,57                         | 3,00                                  | 2,26   |
| 2014               | 0,51                         | 2,19                                  | 1,64   |
| 2015               | 0,44                         | 1,75                                  | 1,20   |
| 2016               | 0,36                         | 1,70                                  | 0,96   |
| Przedsiębiorstwo D |                              |                                       |  |
| 2005               | *                            | *                                     | *  |
| 2006               | 0,96                         | 29,90                                 | 0,00   |
| 2007               | 0,97                         | 31,08                                 | 0,00   |
| 2008               | 0,95                         | 18,41                                 | 0,68   |
| 2009               | -                            | -                                     | -  |
| 2010               | 0,97                         | 31,44                                 | 0,26   |
| 2011               | 0,97                         | 32,18                                 | 1,07   |
| 2012               | 0,98                         | 58,87                                 | 0,28   |
| 2013               | 0,98                         | 58,72                                 | 0,42   |
| 2014               | 0,98                         | 60,52                                 | 0,07   |
| 2015               | 0,98                         | 43,42                                 | 20,37  |
| 2016               | 0,97                         | 36,75                                 | 19,99  |
| Przedsiębiorstwo E |                              |                                       |  |
| 2005               |                              |                                       |  |

|                    |      |        |      |
|--------------------|------|--------|------|
| 2006               | *    | *      | *    |
| 2007               | 1,02 | -60,22 | 0,00 |
| 2008               | 1,03 | -29,22 | 0,00 |
| 2009               | 0,64 | 1,76   | 0,00 |
| 2010               | -    | -      | -    |
| 2011               | 0,70 | 2,29   | 0,00 |
| 2012               | 0,73 | 2,66   | 0,00 |
| 2013               | -    | -      | -    |
| 2014               | 0,72 | 2,58   | 0,00 |
| 2015               | 0,76 | 3,13   | 0,00 |
| 2016               | 1,33 | -4,01  | 0,00 |
| Przedsiębiorstwo F |      |        |      |
| 2005               | 0,88 | 7,55   | 2,90 |
| 2006               | 0,91 | 10,77  | 7,29 |
| 2007               | 0,89 | 8,11   | 5,29 |
| 2008               | 0,89 | 8,24   | 5,11 |
| 2009               | 0,86 | 6,11   | 3,54 |
| 2010               | 0,79 | 3,93   | 2,17 |
| 2011               | 0,81 | 4,18   | 2,00 |
| 2012               | -    | -      | -    |
| 2013               | 0,79 | 3,77   | 1,16 |
| 2014               | 0,66 | 1,94   | 0,42 |
| 2015               | 0,53 | 1,12   | 0,10 |
| 2016               | 0,43 | 0,77   | 0,08 |
| Przedsiębiorstwo G |      |        |      |
| 2005               | 0,81 | 4,29   | 2,94 |
| 2006               | 0,73 | 2,68   | 1,59 |
| 2007               | 0,64 | 1,77   | 0,00 |
| 2008               | 0,58 | 1,37   | 0,00 |
| 2009               | 0,60 | 1,51   | 0,62 |
| 2010               | -    | -      | -    |
| 2011               | 0,46 | 0,86   | 0,00 |
| 2012               | 0,24 | 0,32   | 0,27 |
| 2013               | 0,29 | 0,29   | 0,37 |
| 2014               | 0,67 | 0,67   | 0,09 |
| 2015               | 0,75 | 3,02   | 2,63 |
| 2016               | -    | -      | -    |

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych finansowych, (-) brak danych, \* przedsiębiorstwo rozpoczęło swoją działalność w danym roku, nie wykazuje danych

Tab.14 Wskaźniki sprawności zarządzania w latach 2005-2016

| lata               | wskaźnik kosztów całkowitych | wskaźnik rotacji aktywów | Wskaźnik produktywności plac |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|------------------------------|
| Przedsiębiorstwo A |                              |                          |                              |
| 2005               | 1,95                         | 0,25                     | 0,00                         |
| 2006               | 1,84                         | 0,31                     | 0,00                         |
| 2007               | 2,26                         | 0,11                     | 0,00                         |
| 2008               | 11,70                        | 0,00                     | 0,00                         |
| 2009               | 39,90                        | 0,00                     | 0,00                         |
| 2010               | 0,52                         | 0,01                     | 0,00                         |
| 2011               | 0,52                         | 0,13                     | 102,73                       |
| 2012               | 0,48                         | 0,07                     | 78,22                        |
| 2013               | 0,72                         | 0,11                     | 98,72                        |
| 2014               | 0,68                         | 0,12                     | 89,21                        |
| 2015               | 0,81                         | 0,11                     | 55,08                        |
| 2016               | 0,98                         | 0,22                     | 33,98                        |
| Przedsiębiorstwo B |                              |                          |                              |
| 2005               |                              |                          |                              |
| 2006               | *                            | *                        | *                            |
| 2007               | 1,28                         | 0,04                     | 0,99                         |
| 2008               | 1,54                         | 0,36                     | 1,05                         |
| 2009               | 2,93                         | 0,18                     | 0,54                         |
| 2010               | -                            | -                        | -                            |
| 2011               | 3,62                         | 0,18                     | 0,97                         |
| 2012               | 0,84                         | 0,74                     | 3,61                         |
| 2013               | 1,01                         | 1,37                     | 1,88                         |
| 2014               | 0,78                         | 1,03                     | 1,94                         |
| 2015               | -                            | -                        | -                            |
| 2016               | -                            | -                        | -                            |
| Przedsiębiorstwo C |                              |                          |                              |
| 2005               | 158,34                       | 0,00                     | 0,02                         |
| 2006               | 2,24                         | 0,05                     | 4,19                         |
| 2007               | 0,33                         | 0,13                     | 132,56                       |
| 2008               | 0,66                         | 0,22                     | 509,94                       |
| 2009               | 0,69                         | 0,22                     | 2656,25                      |
| 2010               | 0,72                         | 0,27                     | 0,00                         |
| 2011               | 0,65                         | 0,31                     | 0,00                         |
| 2012               | 0,73                         | 0,33                     | 0,00                         |
| 2013               | 0,76                         | 0,33                     | 154,98                       |
| 2014               | 0,71                         | 0,32                     | 192,36                       |
| 2015               | 0,74                         | 0,44                     | 176,18                       |
| 2016               | 0,78                         | 0,34                     | 19,01                        |
| Przedsiębiorstwo D |                              |                          |                              |
| 2005               | *                            | *                        | *                            |
| 2006               | 0,18                         | 1,25                     | 15,09                        |
| 2007               | 0,37                         | 0,92                     | 6,79                         |
| 2008               | 0,84                         | 4,43                     | 11,02                        |
| 2009               | -                            | -                        | -                            |
| 2010               | 0,72                         | 1,23                     | 4,78                         |
| 2011               | 1,09                         | 1,15                     | 2,68                         |
| 2012               | 1,33                         | 0,80                     | 1,67                         |
| 2013               | 1,36                         | 0,98                     | 1,41                         |
| 2014               | 1,38                         | 0,62                     | 1,83                         |
| 2015               | 1,26                         | 1,07                     | 2,04                         |
| 2016               | 1,28                         | 0,70                     | 1,56                         |
| Przedsiębiorstwo E |                              |                          |                              |
| 2005               |                              |                          |                              |
| 2006               | *                            | *                        | *                            |

|                    |       |      |           |
|--------------------|-------|------|-----------|
| 2007               | 10,02 | 0,00 | 0,58      |
| 2008               | 1,75  | 0,02 | 2,27      |
| 2009               | 1,07  | 0,02 | 23,01     |
| 2010               | -     | -    | -         |
| 2011               | 0,50  | 0,13 | 68,78     |
| 2012               | 0,59  | 0,08 | 43,46     |
| 2013               | -     | -    | -         |
| 2014               | 0,65  | 0,10 | 45,74     |
| 2015               | 0,75  | 0,10 | 32,92     |
| 2016               | 1,30  | 0,13 | 20,49     |
| Przedsiębiorstwo F |       |      |           |
| 2005               | 0,88  | 0,01 | 45,08     |
| 2006               | 0,45  | 0,10 | 0,00      |
| 2007               | 0,36  | 0,20 | 0,00      |
| 2008               | 0,42  | 0,24 | 0,00      |
| 2009               | 0,48  | 0,24 | 0,00      |
| 2010               | 0,41  | 0,33 | 0,00      |
| 2011               | 0,37  | 0,30 | 0,00      |
| 2012               | -     | -    | -         |
| 2013               | 0,40  | 0,29 | 0,00      |
| 2014               | 0,41  | 0,27 | 0,00      |
| 2015               | 0,32  | 0,32 | 9 185,21  |
| 2016               | 0,36  | 0,29 | 0,00      |
| Przedsiębiorstwo G |       |      |           |
| 2005               | 0,54  | 0,23 | 10 890,5  |
| 2006               | 0,58  | 0,14 | 15 134,11 |
| 2007               | 0,40  | 0,22 | 320 662   |
| 2008               | 0,63  | 0,18 | 0,00      |
| 2009               | 1,06  | 0,17 | 0,00      |
| 2010               | -     | -    | -         |
| 2011               | 0,76  | 0,28 | 0,00      |
| 2012               | 0,41  | 0,22 | 0,00      |
| 2013               | 0,50  | 0,17 | 0,00      |
| 2014               | 0,57  | 0,14 | 0,00      |
| 2015               | 0,66  | 0,12 | 0,00      |
| 2016               | -     | -    | -         |

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych finansowych, (-) brak danych, \* przedsiębiorstwo rozpoczęło swoją działalność w danym roku, nie wykazuje danych

Tab.15 Wskaźniki rentowności w latach 2005-2016

| lata               | wskaźnik rentowności sprzedaży netto | wskaźnik rentowności aktywów | wskaźnik rentowności kapitału własnego |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------------|--|
| Przedsiębiorstwo A |                                      |                              |  |
| 2005               | -0,96                                | -0,24                        | -0,24                                  |
| 2006               | -0,84                                | -0,26                        | -0,26                                  |
| 2007               | -1,71                                | -0,18                        | -1,14                                  |
| 2008               | -18 640,42                           | -0,06                        | 1,97                                   |
| 2009               | -102,09                              | -0,03                        | -0,04                                  |
| 2010               | 0,35                                 | 0,002                        | 0,04                                   |
| 2011               | 0,02                                 | 0,003                        | 0,05                                   |
| 2012               | 0,06                                 | 0,32                         | 0,03                                   |
| 2013               | -0,18                                | -0,02                        | -0,16                                  |
| 2014               | -0,05                                | -0,01                        | -0,15                                  |
| 2015               | -0,14                                | -0,02                        | -0,15                                  |
| 2016               | -4,32                                | -0,97                        | -3,26                                  |
| Przedsiębiorstwo B |                                      |                              |  |
| 2005               |                                      |                              |  |
| 2006               | *                                    | *                            | *                                      |
| 2007               | -0,032                               | -0,01                        | -2,00                                  |
| 2008               | -1,3                                 | -0,47                        | 1,01                                   |
| 2009               | -2,11                                | -0,38                        | 0,48                                   |
| 2010               | -                                    | -                            | -                                      |
| 2011               | -3,52                                | -0,62                        | -0,91                                  |
| 2012               | 0,016                                | 0,11                         | 0,14                                   |
| 2013               | -0,01                                | -0,02                        | -0,03                                  |
| 2014               | 0,20                                 | 0,20                         | 0,31                                   |
| 2015               | -                                    | -                            | -                                      |
| 2016               | -                                    | -                            | -                                      |
| Przedsiębiorstwo C |                                      |                              |  |
| 2005               | -157,86                              | -0,11                        | 1,56                                   |
| 2006               | -1,29                                | -0,07                        | -0,21                                  |
| 2007               | 0,41                                 | 0,05                         | 0,25                                   |
| 2008               | 0,03                                 | 0,006                        | 0,03                                   |
| 2009               | 0,06                                 | 0,01                         | 0,07                                   |
| 2010               | 0,09                                 | 0,02                         | 0,11                                   |
| 2011               | 0,12                                 | 0,04                         | 0,16                                   |
| 2012               | 0,09                                 | 0,03                         | 0,12                                   |
| 2013               | 0,09                                 | 0,03                         | 0,12                                   |
| 2014               | 0,15                                 | 0,05                         | 0,15                                   |
| 2015               | 0,17                                 | 0,07                         | 0,20                                   |
| 2016               | 0,15                                 | 0,05                         | 0,14                                   |
| Przedsiębiorstwo D |                                      |                              |  |
| 2005               | -                                    | -                            | -                                      |
| 2006               | 0,82                                 | 1,03                         | 31,67                                  |
| 2007               | 0,63                                 | 0,58                         | 18,51                                  |
| 2008               | 0,16                                 | 0,71                         | 0,71                                   |
| 2009               | -                                    | -                            | -                                      |
| 2010               | 0,27                                 | 0,33                         | 0,33                                   |
| 2011               | -0,29                                | -0,34                        | -11,14                                 |
| 2012               | -0,39                                | 0,32                         | -18,85                                 |
| 2013               | -0,43                                | -0,42                        | -25,09                                 |
| 2014               | -0,49                                | -0,30                        | -18,68                                 |
| 2015               | -0,33                                | -0,36                        | -15,83                                 |
| 2016               | -0,36                                | -0,26                        | -9,53                                  |
| Przedsiębiorstwo E |                                      |                              |  |
| 2005               |                                      |                              |  |

|                    |       |       |       |
|--------------------|-------|-------|-------|
| 2006               | *     | *     | *     |
| 2007               | -9,81 | -0,02 | 1,22  |
| 2008               | -1,93 | -0,03 | 0,91  |
| 2009               | -1,13 | -0,02 | -0,06 |
| 2010               | -     | -     | -     |
| 2011               | 0,23  | 0,03  | 0,10  |
| 2012               | 0,05  | 0,004 | 0,02  |
| 2013               | -     | -     | -     |
| 2014               | 0,09  | 0,01  | 0,03  |
| 2015               | -0,77 | -0,08 | -0,31 |
| 2016               | -6,06 | -0,76 | 2,29  |
| Przedsiębiorstwo F |       |       |       |
| 2005               | 0,10  | 0,00  | 0,01  |
| 2006               | 0,39  | 0,04  | 0,49  |
| 2007               | 0,42  | 0,09  | 0,78  |
| 2008               | 0,37  | 0,09  | 0,00  |
| 2009               | 0,37  | 0,09  | 0,63  |
| 2010               | 0,45  | 0,15  | 0,73  |
| 2011               | 0,46  | 0,14  | 0,07  |
| 2012               | -     | -     | -     |
| 2013               | 0,46  | 0,13  | 0,63  |
| 2014               | 0,46  | 0,13  | 0,38  |
| 2015               | 0,53  | 0,17  | 0,36  |
| 2016               | 0,51  | 0,15  | 0,26  |
| Przedsiębiorstwo G |       |       |       |
| 2005               | 0,32  | 0,07  | 0,39  |
| 2006               | 0,18  | 0,03  | 0,09  |
| 2007               | 0,37  | 0,08  | 0,22  |
| 2008               | 0,17  | 0,03  | 0,07  |
| 2009               | -0,16 | -0,03 | -0,07 |
| 2010               | -     | -     | -     |
| 2011               | 0,12  | 0,03  | 0,06  |
| 2012               | 0,39  | 0,09  | 0,11  |
| 2013               | 0,26  | 0,04  | 0,06  |
| 2014               | 0,07  | 0,01  | 0,03  |
| 2015               | 0,05  | -0,01 | -0,03 |
| 2016               | -     | -     | -     |

Źródło: Obliczenia własne na podstawie danych finansowych, (-) brak danych, \* przedsiębiorstwo rozpoczęło swoją działalność w danym roku, nie wykazuje danych

Z przeprowadzonych badań sytuacji finansowej podmiotów z sektora energetycznego produkujących energię elektryczną z odnawialnego źródła energii wynika generalnie, że ich kondycja w badanym okresie nie kształtowała się korzystnie. W zakresie oceny płynności spółek należy stwierdzić, że jej poziom był dość zróżnicowany zarówno w poszczególnych latach jak i pomiędzy badanymi podmiotami. Poziom wskaźników płynności były niejednokrotnie niższy od wartości uznawanych za pożądane. Należy tu zwrócić uwagę na fakt, że badani producenci energii korzystali z pomocy finansowej jednostek powiązanych. W tym sektorze rosnące stany zobowiązań wobec jednostek powiązanych to sygnał, że spółki powiązane pozytywnie oceniają inwestycje w elektrownie wiatrowe i są skore do ich

finansowania. Badane spółki w większości nie dysponowały wystarczającą ilością kapitału własnego, zaciągały długi dla sfinansowania swoich inwestycji i rozwoju. Podmioty, w których odnotowano najwyższy wskaźnik zadłużenia kapitału własnego, to przedsiębiorstwa, które w swojej strukturze finansowania posiadały dużą część kapitałów jednostek powiązanych. Wzrost wskaźnika zadłużenia kapitału to głównie wynik aprecjacji zadłużenia wobec jednostek powiązanych. Korzystanie z kapitału jednostek powiązanych to kapitał, który pozwala realizować inwestycję i wypracować zysk dla właścicieli. W zakresie produktywności majątku porównano podmioty w zakresie uzyskanych przychodów ze wszystkimi aktywami i zdiagnozowano, że sprzedaż wytworzona przy pomocy posiadanych aktywów jest raczej niska w badanym okresie, a wynika to z charakteru działalności sektora. Badane podmioty to sektor energetyczny, który charakteryzuje się wysoką kapitałochłonnością produkcji w związku z tym wskaźnik produktywności aktywów osiągały niskie wartości. Wskaźnik produktywności płac w badanych spółkach kształtował się na bardzo zróżnicowanym poziomie, wysoki jego poziom był wynikiem minimalnego zatrudnienia przy osiągnięciu relatywnie wysokich przychodów. W badanych spółkach odnotowano również brak zatrudnienia. W przypadku podmiotów realizujących inwestycje w postaci elektrowni wiatrowych należy wziąć pod uwagę fakt, iż większość podmiotów tego sektora na rynku nabywa gotowe "projekty" i realizuje je za pomocą wyspecjalizowanych podmiotów zewnętrznych. Wskaźniki rentowności w badanych przedsiębiorstwach choć nie mają wysokiego poziomu dają obraz o zyskowności inwestowania w energetykę wiatrową. Głównym założeniem przedsięwzięcia jest utrzymanie rentowności sprzedaży, choć we wszystkich podmiotach wskaźnik utrzymuje się poniżej zera ze względu na wysoką kapitałochłonność inwestycji i długi cyklu operacyjny, nie mniej jednak można stwierdzić, że zaangażowane kapitały po zrealizowaniu inwestycji w przyszłości będą rentowne. Przeprowadzona analiza wskaźnika rentowności aktywów wykazała dużą zmienność wyników finansowych poszczególnych podmiotów i choć większość badanych spółek w analizowanym okresie wykazuje nadwyżkę kosztów nad przychodami z uwagi na prowadzone kosztowne inwestycje to przy założeniu, że wszystkie podmioty zakończyłyby realizację inwestycji i rozpoczęły produkcję energii w tym samym czasie, można stwierdzić, że spółki odnotują zyski netto z zaangażowanych w aktywa środków, jak również odnotują satysfakcjonującą stopę zwrotu z kapitału.

## 2.5. Analiza korzyści ekologicznych wynikających z funkcjonowania energetyki wiatrowej

Tab.16 Koszty zewnętrzne różnych źródeł energetycznych (€centy/kWh)

|  | Wpływ na zdrowie | Bioróżnorodność | Utrata wydaj. upraw | Straty materialne | Wykorzyst. gruntów | Zmiany klimatyczne | Łącznie Koszty zewnętrzne |
|--|------------------|-----------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|
| Elektrownia Węgla brunatnego 900MW                       | 0,72             | 0,07            | 0,02                | 0,01              | 0,01               | 2,016              | <b>2,99</b>               |
| Elektrownia węgla brunat. z oczyszczaniem zanieczyszczeń | 0,95             | 0,16            | 0,03                | 0,01              | 0,02               | 0,40               | 1,57                      |
| Elektrownia węgla kamiennego 600MW                       | 1,00             | 0,08            | 0,03                | 0,02              | 0,05               | 2,26               | 3,44                      |
| Elektrownia węgla kamienn. z oczyszczaniem zaniecz.      | 1,15             | 0,17            | 0,03                | 0,02              | 0,06               | 0,41               | 1,84                      |
| Elektrociepłownia na gaz ziemny                          | 0,24             | 0,02            | 0,01                | 0,01              | 0,01               | 1,17               | 1,46                      |
| Komórki paliwowe Drewno-gaz                              | 0,56             | 0,06            | 0,02                | 0,01              | -                  | 0,15               | 0,80                      |
| Elektrownie wiatrowe                                     | 0,06             | 0,00            | 0,00                | 0,00              | -                  | 0,02               | <b>0,06-0,08</b>          |
| Elektrownia fotowoltaiczna                               | 0,47             | 0,02            | 0,00                | 0,01              | -                  | 0,03               | 0,1-0,63                  |
| Elektrownia Na biomasę                                   | 1,53             | 0,09            | 0,06                | 0,03              | 0,66               | 0,04               | 0,07-2,51                 |
| Elektrownia jądrowa                                      | 0,06             | 0,004           | 0,001               | 0,001             | 0,01               | 0,01               | 0,09                      |
| wodór  | 3,82             | 0,22            | 0,04                | 0,10              | 0,06               | 2,01               | 6,25                      |

Źródło: NEEDS, New Energy Externalities Developments for Sustainability, External costs from emerging electricity generation Technologies, Deliverable n 6.1-RS1a, 2009; Renewable Power Generation Costs in 2017, International Renewable Energy Agency, IRENA Abu Dhabi, 2018, s.17

Efekt ekologiczny wykorzystania energii z wiatru przedstawia formuła:<sup>9</sup>

$$EO_i = KZW - KZO_i$$

gdzie:

$EO_i$  - efekt ekologiczny wykorzystania energii odnawialnej z i-tego źródła OZE

KZW – koszt zewnętrzny obciążający energię wytworzoną z węgla

$KZO_i$  – koszt zewnętrzny obciążający energię wytworzoną z i-tego źródła OZE

Jednostkowe koszty zewnętrzne ustanowione przez program NEEDS

<sup>9</sup> M. Solińska, I. Soliński: Efektywność ekonomiczna..., op cit., s 82-85



- dla energii z węgla 2,99 euro/kwh,
- dla elektrowni wiatrowych 0,08 euro/kWh.

Efekt ekologiczny wykorzystania energii z wiatru  $EO_i = 2,99 - 0,08 = 2,91$  euro/kWh

to wielkość unikniętej emisji, wynikająca z zastąpienia energii z węgla energią z wiatru.

Tab.17 Efekt ekologiczny wykorzystania energii z wiatru na podstawie krajowej produkcji energii elektrycznej w latach 2005-2016 (mld euro/GWh)

| lata | Produkcja energii z węgla | Koszt zewnętrzny obciążający energię z węgla | Produkcja energii z wiatru | Koszt zewnętrzny obciążający energię z wiatru | Efekt ekologiczny |
|------|---------------------------|--|----------------------------|---|-------------------|
| 2005 | 141250                    | 422,34                                       | 135,5                      | 0,01  | 422,33            |
| 2006 | 145575                    | 435,27                                       | 256,1                      | 0,02  | 435,25            |
| 2007 | 143425                    | 428,84                                       | 521,6                      | 0,042   | 428,80            |
| 2008 | 139775                    | 417,93                                       | 836,8                      | 0,067   | 417,86            |
| 2009 | 136550                    | 408,28                                       | 1077,3                     | 0,086   | 408,19            |
| 2010 | 126133                    | 377,14                                       | 1664,3                     | 0,133   | 377,00            |
| 2011 | 130844                    | 391,22                                       | 3204,5                     | 0,256   | 390,94            |
| 2012 | 129711                    | 387,84                                       | 4747                       | 0,38  | 387,46            |
| 2013 | 130001                    | 388,70                                       | 6004                       | 0,48  | 388,22            |
| 2014 | 125254                    | 374,51                                       | 7676                       | 0,61  | 373,9             |
| 2015 | 129378                    | 386,84                                       | 10707                      | 0,86  | 385,98            |
| 2016 | 130101                    | 389,00                                       | 12491                      | 1,0   | 385,84            |

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS

Wykazany efekt ekologiczny energii z wiatru na podstawie udziału produkcji energii elektrycznej z elektrowni wiatrowych w krajowej produkcji energii w energetyce zawodowej w Polsce dowodzi, że są to ogromne koszty, które statystyczny Polak ponosi, choć nie ma o nich wiedzy, wykazany efekt ekologiczny to miliony euro - biliony złotych.

Tab.18 Efekt ekologiczny ograniczenia wielkości emisji krajowej produkcji energii elektrycznej w latach 2005-2016

| lata | Produkcja energii z wiatru | Uniknięta wielkość emisji CO <sub>2</sub> | Uniknięta wielkość emisji SO <sub>2</sub> | Uniknięta wielkość emisji CO | Uniknięta wielkość emisji NO <sub>x</sub> |
|------|----------------------------|---|---|------------------------------|---|
| 2005 | 135,5                      | 115175                                    | 1355                                      | 1490,5                       | 542                                       |
| 2006 | 256,1                      | 217685                                    | 2561                                      | 2817,1                       | 1024,4                                    |
| 2007 | 521,6                      | 443360                                    | 5216                                      | 5737,6                       | 2086,4                                    |
| 2008 | 836,8                      | 711280                                    | 8368                                      | 9208,4                       | 3347,2                                    |
| 2009 | 1077,3                     | 912305                                    | 10773                                     | 11850,3                      | 4309,2                                    |
| 2010 | 1664,3                     | 1415655                                   | 16643                                     | 18307,3                      | 6657,2                                    |
| 2011 | 3204,5                     | 2723825                                   | 32045                                     | 35249,5                      | 128018                                    |
| 2012 | 4747                       | 4034950                                   | 47470                                     | 52217                        | 18988                                     |
| 2013 | 6004                       | 5103400                                   | 60040                                     | 66044                        | 24016                                     |
| 2014 | 7676                       | 6524600                                   | 76760                                     | 84436                        | 30704                                     |
| 2015 | 10707                      | 9100950                                   | 107070                                    | 117777                       | 42828                                     |
| 2016 | 12491                      | 10617350                                  | 124910                                    | 137401                       | 49964                                     |

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych GUS

Obliczony efekt ekologiczny zastąpienia energii z węgla energią z wiatru w zakresie unikniętych emisji pokazuje wymierne wielkości rocznego zredukowanego zanieczyszczenia (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO i NO<sub>x</sub>). Efekt ekologiczny dla polskich warunków wykorzystania energetyki wiatrowej w 2016r. roku oznacza uniknięcie emisji zanieczyszczeń w ilości: 10617350 ton CO<sub>2</sub>, 124910 ton SO<sub>2</sub>, 137401 ton CO i 49964 ton NO<sub>x</sub>. W związku z wdrażaniem produkcji energii wiatrowej każdy mieszkaniec Polski w 2016r roku uniknął szkodliwych substancji w ilości: ok. 276 kg CO<sub>2</sub>, ok. 3,3 kg SO<sub>2</sub>, ok. 3,6 kg CO i ok. 1,3 kg NO<sub>x</sub>.

By zaprezentować całkowitą wysokość strat ekologicznych, które generowały elektrownie produkujące energię elektryczną z węgla w Polsce w tabeli 19 przedstawiono odpowiednie wyliczenia.

Tab.19 Koszty zewnętrzne powodowane przez sektor energetyczny w Polsce w latach 2005-2016 (mln.euro/Mg)

| wyszczególnienie                         | Pyły<br>$\Sigma PM_{2,510}, PM_{2,5}$ | NOx  | SO <sub>2</sub> | CO <sub>2</sub> | Razem |
|--|---------------------------------------|------|-----------------|-----------------|-------|
| Jednostkowy koszt zewnętrzny tys.euro/Mg | 17,0                                  | 5,76 | 7,77            | 0,02            | 30,55 |
| 2005                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 39                                    | 246  | 673             | 176323          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 663                                   | 1417 | 5229            | 3526            | 10835 |
| Z tego koszty zdrowotne *                | 650                                   | 1034 | 4654            | -               | 6338  |
| 2006                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 51                                    | 345  | 677             | 175019          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 867                                   | 1987 | 5260            | 3500            | 11614 |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 850                                   | 1451 | 4682            | -               | 6983  |
| 2007                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 54                                    | 363  | 722             | 181279          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 918                                   | 2091 | 5610            | 3626            | 12245 |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 900                                   | 1526 | 1993            | -               | 4419  |
| 2008                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 23                                    | 228  | 373             | 184633          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 391                                   | 1313 | 2898            | 3693            | 8295  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 383                                   | 959  | 2579            | -               | 3921  |
| 2009                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 23                                    | 225  | 323             | 178194          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 391                                   | 1296 | 2510            | 3564            | 7761  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 383                                   | 946  | 2234            | -               | 3563  |
| 2010                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 39,6                                  | 272  | 474             | 189315          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 673                                   | 1567 | 3683            | 3786            | 9709  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 660                                   | 1144 | 3278            | -               | 5082  |
| 2011                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 18                                    | 228  | 357             | 173822          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 306                                   | 1313 | 2774            | 3476            | 7869  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 300                                   | 959  | 2469            | -               | 3728  |
| 2012                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 17                                    | 212  | 319             | 170057          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 289                                   | 1221 | 2479            | 3401            | 7390  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 283                                   | 891  | 2206            | -               | 3380  |
| 2013                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 17                                    | 203  | 290             | 171137          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 289                                   | 1169 | 2253            | 3423            | 7134  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 283                                   | 854  | 2005            | -               | 3142  |
| 2014                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 28                                    | 213  | 367             | 163029          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 476                                   | 1227 | 2852            | 3261            | 7816  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 467                                   | 896  | 2538            | -               | 3901  |
| 2015                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | 28                                    | 202  | 356             | 164639          |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               | 476                                   | 1164 | 2766            | 3292            | 7699  |
| Z tego koszty zdrowotne*                 | 467                                   | 850  | 2462            | -               | 3779  |
| 2016                                     |                                       |      |                 |                 |       |
| Emisja, tys Mg                           | -                                     | -    | -               | -               |       |
| Całkowity koszt zewnętrzny               |                                       |      |                 |                 |       |
| Z tego koszty zdrowotne*                 |                                       |      |                 |                 |       |
| Łącznie całkowite koszty zewnętrzne      |                                       |      |                 |                 | 98367 |
| W tym łączne koszty zdrowotne            |                                       |      |                 |                 | 47606 |

Źródło: obliczenia własne na podstawie danych z projektu NEEDS i GUS, (-) oznacza brak danych.

Obliczony efekt ekologiczny równy jest ilości rocznego zredukowanego zanieczyszczenia (całkowitych kosztów zewnętrznych powodowanych emisją substancji). Według obliczeń straty ekologiczne tożsame z całkowitym kosztem zewnętrznym spowodowane przez sektor energetyczny w Polsce w latach 2006-2016 roku wynoszą ok. 98,367 miliarda euro w tym ok. 47,606 mld euro kosztów zdrowotnych. Pomimo odnotowanego wzrostu produkcji energii koszty zewnętrzne maleją, maleją też koszty zdrowotne, jest to wynikiem stosowania coraz nowszych technologii w zakładach energetycznych oraz wzrastającego udziału odnawialnych źródeł energii. Wysokość szkód zewnętrznych może być zweryfikowana o większe wykorzystanie potencjału OZE. Niniejsze badania dowodzą, że energia z wiatru niezbędna jest dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki a głównie dla zdrowego życia i poszanowania środowiska. Sytuacja sektora energetycznego w związku z naciskiem ekologicznym pogarsza się i jego konkurencyjność maleje w związku z wdrażaniem nowych ekologicznych źródeł wytwórczych. Należy przy tym pamiętać, że w długim horyzoncie czasu na ekologicznych rozwiązaniach społeczeństwo naszego kraju może tylko zyskać.

## WNIOSKI KOŃCOWE

W rozprawie podjęto problem oceny efektywności funkcjonowania energetyki wiatrowej w Polsce.

Wejście na ścieżkę zrównoważonego rozwoju nałożyło na przedsiębiorstwa zmianę podejścia do dotychczasowych działań. Dzisiaj osiągnięcie sukcesu rynkowego i utrzymanie się nim uzależnione jest od uwarunkowań społecznych w relacji przedsiębiorstwo – środowisko. Przedsiębiorstwa wdrażają systemy zarządzania jakością z uwzględnieniem ochrony środowiska a stosowanie nowych rozwiązań technologicznych staje się kryterium możliwości dalszej działalności. Dzisiejsza gra rynkowa odbywa się z produkcją szanującą środowisko. Małe szanse na rynku ma producent, którego działalność przynosi wymierne szkody środowisku. Podmioty uwzględniające cele środowiskowe państwa podejmują działania proekologiczne.

Energetyka spośród wielu sektorów gospodarki krajów jest dziedziną szczególnie ważną i złożoną. Produkty tego sektora w postaci energii i ciepła mają bardzo duży wpływ na sprawne funkcjonowanie wielu działów gospodarki oraz jej wzrost gospodarczy. Współczesny świat wymaga coraz większej ilości energii. Postępujący rozwój cywilizacyjny i wzrost konsumpcji wymusza zwiększanie dostaw energii, niezbędnej dla wszystkich dziedzin gospodarki. Z produkcją energii przy użyciu paliw kopalnianych nierozzerwalnie związana jest emisja zanieczyszczeń i dewastacja środowiska. Najpoważniejszym dzisiaj problemem globalnym stała się nadmierna emisja CO<sub>2</sub>, która jest głównym sprawcą efektu cieplarnianego. Zastąpienie paliw kopalnianych odnawialnymi źródłami energii to proces długi i trudny. Jednak podążanie obecną drogą staje się ryzykowne. Powinniśmy zacząć odliczać czas, kiedy niedobór paliw kopalnianych dotknie nas bezpośrednio. Konieczne staje się poszukiwanie i wykorzystanie wysokosprawnych i ekonomicznie efektywnych źródeł energii elektrycznej, które będą w zgodzie ze środowiskiem. Niekonwencjonalne źródła energii są alternatywą dla paliw kopalnianych. Integracja Polski z Unią Europejską wymusza dokonanie zmian w dotychczasowym zarządzaniu gospodarką energetyczną zarówno w zasobach tradycyjnych jak i alternatywnych. Racjonalne gospodarowanie zasobami energii musi być efektywne ekonomicznie, społecznie i ekologicznie, zgodnie z polityką zrównoważonego rozwoju.

Rozważania teoretyczne oraz wyniki empirycznej analizy w oparciu o zaproponowaną w pracy procedurę pozwala stwierdzić, że główny cel dysertacji, polegający na doborze i wykorzystaniu metod do oceny efektywności ekonomiczno – ekologicznej inwestycji w elektrownie wiatrowe oraz cele cząstkowe, których zadaniem było zidentyfikowanie czynników i działań determinujących inwestowanie w energetykę wiatrową, a także ocena efektywności ekonomicznej inwestycji oraz ocena efektów ekologicznych funkcjonowania energetyki wiatrowej w Polsce zostały osiągnięte.

Z przeprowadzonych przez autorkę badań wynika, że energetyka wiatrowa jest ważnym elementem zrównoważonego rozwoju kraju z uwagi na jej ekologiczny charakter. Brak jednoznacznych metod i narzędzi badawczych oceny funkcjonowania energetyki wiatrowej od strony ekonomicznej i ekologicznej wymusza wypracowanie kompleksowych metod, które pozwolą na podejmowanie racjonalnych decyzji w zakresie realizacji strategii jej rozwoju. Jak wynika z przeprowadzonych przez autorkę badań inwestowanie w energetykę wiatrową przynosi wymierne efekty nie tylko ekonomiczne ale co najważniejsze również ekologiczne.

Przyjęta główna hipoteza badawcza zakładająca, że jedną z zasadniczych barier dokonania oceny efektywności ekonomiczno - ekologicznej jest brak jednoznacznych metod kompleksowej oceny została zweryfikowana pozytywnie. Zdaniem autorki barierą dla dokonania kompleksowej oceny jest to, że do tej pory nie został sprecyzowany zespół ściśle określonych metod do kompleksowych ocen efektywności ekonomiczno – ekologicznych elektrowni wiatrowych.

Obecnie dostępnych jest wiele metod powszechnie stosowanych ekonomii, służą ocenie opłacalności inwestycji, prowadzonej działalności jak również różnych aspektów środowiskowych ich prowadzenia. Jednak dotychczas nie wybrano spośród nich takiego zestawu metod, który pozwoliłby rozpoznać problem i kompleksowo go ocenić.

Ponieważ nie został jeszcze zdiagnozowany i przygotowany żaden zakres wymaganych i niezbędnych metod do kompleksowej oceny efektów funkcjonowania źródła odnawialnego, dlatego istnieje potrzeba ich wypracowania. Złożoność problemu polega na tym, że chcąc dokonać dokładnej analizy planowanej inwestycji i jej funkcjonowania pod względem ekonomicznym i środowiskowym nie można wszystkich zagadnień z tym związanych oszacować i wyrazić w formie pieniężnej.

Co prawda posługujemy się metodami służącymi ocenie wpływu istniejącego przedsięwzięcia na otaczające go warunki środowiskowe, które wyrażane są w pieniądzu, jednak cały czas są one przedmiotem badań i rozważań naukowych. Zatem istnieje pilna potrzeba wypracowania zespołu kompleksowych metod, które pozwoliłyby na podejmowanie racjonalnych decyzji w zakresie realizacji strategii rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce i ujmowały nowe metody, uwzględniające zmieniające się podejście do środowiska i zrównoważonego rozwoju.

Hipoteza cząstkowa zakładająca, że instrumentem służącym ocenie efektywności są dostępne metody oceny efektywności podejmowanych inwestycji została oceniona pozytywnie. Wieloaspektowość tej materii wywołuje potrzebę wypracowania kompleksowych metod, które pozwoliłyby na podejmowanie racjonalnych decyzji inwestycyjnych. Spośród dostępnych metod służących ocenie efektywności inwestycji autorka wybrała czas zwrotu (Pb), księgową stopę zwrotu (ARR), wartość bieżącą netto (NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) oraz wskaźnik rentowności (PI). Dla każdego z pięciu analizowanych projektów przeprowadziła obliczenia dotyczące oceny finansowej efektywności przedsięwzięć, z których wynika, że przy określonych warunkach zasadne jest podejmowanie inwestycji w energię wiatrową. Celem przeprowadzenia analizy wyników ekonomiczno-finansowych przedsiębiorstw produkujących energię elektryczną z wiatru autorka wykorzystwała metody oceny sytuacji finansowej. Posłużono się zestawem wskaźników finansowych obejmujących płynność finansową, wypłacalność, sprawność zarządzania i rentowność. Z badań wynika, że pomimo dużej kapitałochłonności inwestycji, inwestowanie w energetykę wiatrową daje wymierne korzyści finansowe. Przeprowadzona ocena finansowa efektywności przedsięwzięć dowodzi, że zasadne jest podejmowanie inwestycji w energię wiatrową. Potwierdzają to analizy wyników ekonomiczno-finansowych przedsiębiorstw produkujących energię elektryczną z wiatru. Wyniki badań wskazują, że najbardziej opłacalne są urządzenia o dużych mocach produkcyjnych posadowione na wysokich wieżach, a wypracowana przez nie energia znajduje swoje uzasadnienie w osiągniętych korzyściach ekonomicznych, ekologicznych i społecznych. Bardzo ważnym czynnikiem powodzenia tej inwestycji jest usytuowanie turbin. Odpowiednie warunki klimatyczne i lokalizacyjne stanowią o opłacalności tego przedsięwzięcia, co jest podstawowym czynnikiem skłaniającym inwestora do działania. Przeprowadzona analiza efektów ekologicznych wdrażania energii z wiatru

udowadnia, że jej udział staje się niezbędny. Wykazany efekt ekologiczny energii z wiatru wynikający ze zwiększania udziału tej energii w krajowej produkcji dowodzi, że poprzez wdrażanie ekologicznej energii zaoszczędzone zostają ogromne kwoty wynikające z kosztów korzystania ze środowiska, liczone w bilionach złotych rocznie. Kolejny zobrazowany przez autorkę efekt ekologiczny zastąpienia energii z węgla energią z wiatru pokazuje wymierne wielkości rocznych zredukowanych zanieczyszczeń (CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO i NO<sub>x</sub>). Wykazany całkowity koszt zewnętrzny poszczególnych substancji zanieczyszczających środowisko daje wymierny obraz finansowych kosztów, których redukcja staje się efektem ekologicznym wyrażonym w pieniądzu. Straty ekologiczne wynikające z funkcjonowania energetyki zawodowej to koszty nie tylko finansowe ale i zdrowotne, które dotyczą całe społeczeństwo. Zastąpienie energii konwencjonalnej energią wiatrową przynosi więc wymierne efekty ekonomiczne i ekologiczne. Zdaniem autorki dla inwestora najbardziej uzasadnione są inwestycje w elektrownie wiatrowe, które gwarantują najszybszy zwrot poniesionych nakładów. Autorka jako właściciel elektrowni wiatrowych również długo trwała w takim przekonaniu. Dopiero napisana rozprawa dała jej wiedzę, dzięki której może stwierdzić, że najbardziej uzasadnione są inwestycje przynoszące nie tylko korzyści finansowe ale i ekologiczne oraz społeczne. Autorka jest przekonana, że większość inwestorów nie ma świadomości jak duże znaczenie ma ich biznes, który traktują tylko jako źródło przychodu, wyraża nadzieję, że każdy z nich gdy nabędzie taką wiedzę, dojdzie do podobnych konkluzji.

Ostatnia hipoteza cząstkowa zakładająca prawdziwość twierdzenia, że energetyka wiatrowa jest ważnym elementem zrównoważonego rozwoju, również została zweryfikowana pozytywnie. Wymierne korzyści ekonomiczne to rozwój gospodarczy, ale korzyści ekologiczne obecnie stały się nierozdzielalnym jego elementem. Dobra wynikające z wdrażania energii z wiatru, to redukcja emisji gazów cieplarnianych i przeciwdziałanie dalszym zmianom klimatu. Wszystkie te korzyści mają swoje uzasadnienie w rozwoju zrównoważonym, który na równi traktuje rachunek ekonomiczny, ekologiczny i społeczny. Fundamentalną zasadą rozwoju zrównoważonego jest oszczędne gospodarowanie zasobami naturalnymi z równoczesnym rozwojem społeczno-gospodarczym. Wdrażanie elektrowni wiatrowych pozwoli na wypełnienie m.in. jednego z głównych celów rozwoju zrównoważonego, którym jest cel ekologiczny mówiący m.in. o powstrzymaniu degradacji środowiska przyrodniczego i ograniczaniu negatywnych przyczyn



wpływających na zmianę klimatu. Autorka przeprowadzając badania efektu ekonomicznego i ekologicznego wdrażania energii z wiatru jednoznacznie udowadnia, że energetyka wiatrowa jest ważnym elementem rozwoju zrównoważonego. Zdaniem autorki energetyka wiatrowa jest bardzo ważnym elementem zrównoważonego rozwoju ze względu na swój ekologiczny charakter wytwórczy. Stosując najlepsze dostępne techniki i technologie w energetyce wiatrowej wypełniamy zasady zrównoważonego rozwoju.