

Porównanie finansowo-środowiskowe farmy wiatrowej i fotowoltaicznej dedykowanych dla zasilania strefy przemysłowej

Financial and environmental comparison of a wind farm and photovoltaic systems for supplying an industrial zone

Streszczenie: Celem artykułu jest porównanie efektywności finansowej i ekonomicznej farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej w celu wsparcia decyzji o najbardziej efektywnej inwestycji w odnawialne źródła energii, mającej na celu dostarczenie energii do strefy ekonomicznej na południu Polski.

W artykule przedstawiono zastosowanie analiz finansowo-ekonomicznych wybranych odnawialnych źródeł energii (OZE). Analizę ax-ante OZE przeprowadzono w oparciu o prognozowane dane z terenów, takie jak określenie potencjału energetycznego wiatrów (prędkość, chropowatość terenu) i nasłonecznienie. Na podstawie przyjętych założeń dotyczących cen energii, nakładów inwestycyjnych oraz kosztów operacyjnych, jak i efektów środowiskowych w postaci unikniętych emisji substancji szkodliwych obliczono zaktualizowaną wartość netto oraz wewnętrzną stopę zwrotu.

Wyniki pokazują, że opłacalność inwestycji w OZE zależy od kilku czynników, które są analizowane w pracy w odniesieniu do danego studium przypadku. Dlatego przedstawione wyniki powinny w szczególności informować decydenta o kosztach i korzyściach zarówno finansowych jak i ekonomicznych instalacji OZE.

Słowa kluczowe: energetyka odnawialna, efektywność finansowa, efektywność ekonomiczna.

¹⁾ Dr inż., Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania.

Summary: The purpose of this paper is to compare the financial and economic efficiency of a wind farm and a photovoltaic farm in order to support the decision on the most effective investment in renewable energy sources aimed at providing energy to the economic zone in southern Poland.

The paper presents the application of financial-economic analyses of selected renewable energy sources (RES). The ax-ante analysis of RES was carried out based on the projected data from the sites, such as determination of wind energy potential (speed, terrain roughness) and insolation. Net present value and internal rate of return were calculated based on assumptions made about energy prices, capital expenditures and operating costs, and environmental effects in the form of avoided emissions.

The results show that the profitability of RES investments depends on several factors, which are analysed in the paper in relation to the case study. Therefore, the results presented should especially inform the decision maker about the costs and benefits of both financial and economic RES installations.

Keywords: renewable energy, financial efficiency, economic efficiency.

JEL classification codes: D61, Q2.

Wprowadzenie

Zgodnie z prognozami klimatycznymi oczekuje się, że globalna zmiana klimatu będzie miała znaczący wpływ na środowisko naturalne i ludzi². W związku z tym przewidywane skutki zmian klimatycznych stają się poważnym problemem globalnym, wymagającym zmian nie tylko w zachowaniach konsumentów, ale także generującym potencjalne możliwości rozwoju. Jedną z istotnych branż związanych ze zmianami klimatycznymi jest sektor produkcji energii, ponieważ jednocześnie wpływa on na zmiany klimatu jak i jest przez nie napędzany. Zmiany jakie dotyczą sektora energetycznego, czy wręcz jakie zostaną wymuszone, mogą być korzystne zarówno dla samej branży i gospodarki w ogóle jak i dla klimatu. Obejmują one m.in. zwiększony transfer wydajnych technologii z krajów uprzemysłowionych do krajów rozwijających

²⁾ Schaeffer R., Szkło A.S., de Lucena A.S.P., Borba B.S.M.C., Nogueira L.P.P., Fleming F.P., Troccoli A., Harrison M., Boulahya M.S., *Podatność sektora energetycznego na zmiany klimatu: przegląd*, „Energia”, 2012, tom 38, wydanie 1, s. 1–12.

się oraz zachęty do inwestowania poprzez regulowany handel emisjami jak i inne elementy wsparcia wynikające z polityki klimatycznej zarówno globalnej, jak i unijnej oraz z polityk krajowych. Dostęp do skutecznych technologii i do systemów wspierających wytwarzanie energii mają zasadnicze znaczenie dla skutecznego rozwoju przyjaznego dla klimatu wytwarzania energii i determinują korzyści finansowe dla inwestora, a także korzyści ekonomiczne dla społeczeństwa.

Według Piątego Raportu Oceniającego Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu, trzy zjawiska zmiany klimatu będą miały szczególny wpływ na sektor energetyczny. Będą to: globalne ocieplenie, zmieniające się regionalne wzorce pogodowe (w tym wzorce hydrologiczne) i wzrost ekstremalnych zjawisk pogodowych. Zjawiska te nie tylko będą oddziaływać na zapotrzebowanie na energię, ale w niektórych regionach wpłyną również na całe spektrum produkcji i przesyłu energii. Dlatego, aby zmniejszyć wpływ zmian klimatu i zwiększyć odporność w sektorze energetycznym, jednym z najważniejszych działań jest zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii (OZE).

W związku ze stojącymi przed społecznością międzynarodową wyzwania-
mi klimatycznymi Unia Europejska określiła ramy klimatyczno-energetyczne do roku 2030, które mają służyć spełnieniu określonych celów, także politycznych na lata 2021-2030. Do zasadniczych zadań na 2030 r. należą: obniżenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 40% (zestawiając to z 1990 rokiem), wzrost udziału energii odnawialnej w ogólnym bilansie energetycznym o co najmniej 32% oraz zwiększenie wydajności energetycznej o co najmniej 32,5%³. Jednak najnowsze dane wskazują nawet na ograniczenie emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 r. (analogicznie w stosunku do 1990 r.) jak wynika z pakietu „Fit for 55”. Pakiet ten stanowi zestaw ustaleń, które mają doprowadzić Europę do neutralności klimatycznej w terminie do 2050 r⁴. Dodatkowo jednym z założeń jest aktualizacja co do udziału OZE w ogólnej produkcji energii. Przyjęto, że aż 40% energii ma pochodzić ze źródeł odnawialnych do 2030 r. W zależności od udziału odnawialnych źródeł w określonych sektorach gospodarki zostaną przedstawione konkretne plany dla państw członkowskich UE, regulujące rozkład produkcji energii⁵.

³ *Działanie dotyczące klimatu*, https://ec.europa.eu/clima/eu-action/climate-strategies-targets/2030-climate-energy-framework_en, [dostęp: 11.11.2021].

⁴ *Pakiet dla neutralności klimatycznej, czyli Fit for 55*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosc/fit-for-55-zmiany-klimatu-forum-energii-koalicja-klimatyczna-10594.html>, [dostęp: 14.11.2021].

⁵ *RAPORT: Nowy Fit For 55 zmieni sposób życia Europejczyków*, <https://biznesalert.pl/raport->

Poza pozytywnymi skutkami dla środowiska, takimi jak zmniejszenie zużycia paliw kopalnych czy zmniejszenie zanieczyszczenia, inwestycje w OZE powinny przynieść także korzyści finansowe. Jednak pomimo nowych innowacyjnych technologii, które prowadzą do niższych kosztów produkcji i inwestycji, przy obecnych cenach energii inwestycje w energię odnawialną nie zawsze są opłacalne finansowo. Dlatego też dodatkowe zachęty wynikające z systemów wsparcia finansowego, w tym dotacje z Unii Europejskiej lub źródeł krajowych, często mają kluczowe znaczenie dla decyzji o rozpoczęciu inwestycji w OZE, a takie dofinansowanie ze źródeł publicznych wymaga przeprowadzenia analiz ekonomicznych w celu oceny innych niż tylko finansowe aspekty opłacalności przedsięwzięcia. Najważniejsze z nich to kwestie społeczne i środowiskowe związane z realizacją inwestycji. Zarówno koszty, jak i korzyści ekonomiczne generowane przez inwestycję muszą być „monetyzowane”, tak aby można było porównywać różne projekty. Ważne jest przyjęcie identycznych założeń, takich jak czas eksploatacji, stopa dyskontowa itp., tak aby warunki oceny projektów związanych z odnawialnymi źródłami energii były porównywalne.

Celem artykułu jest przedstawienie case study porównania inwestycji wybranych odnawialnych źródeł energii, czyli farm fotowoltaicznych i wiatrowych, w ujęciu finansowym i środowiskowym, z uwzględnieniem warunków, w jakich działają one w Polsce. W kolejnych sekcjach przedstawiono finansową i ekonomiczną wykonalność studium przypadku dotyczącego stanowiska testowego farm fotowoltaicznych i wiatrowych w południowej Polsce.

Opis studium przypadku

Analizowany obszar planowanej inwestycji znajduje się w południowej Polsce w województwie małopolskim pod Krakowem. Głównym celem inwestycji w OZE w postaci farmy wiatrowej i/lub farmy fotowoltaicznej byłoby dostarczenie energii elektrycznej do specjalnej strefy ekonomicznej utworzonej dla firm z sektora energetyki odnawialnej. Powierzchnia planowanej strefy ekonomicznej wynosi około 50 ha, a na jej terenie znajdować się będzie 7- 12 firm. Roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną w strefie szacowane jest na około 3 520 MWh.

Specjalna strefa ekonomiczna będzie skoncentrowana na firmach z sektora energetycznego, zajmujących się głównie branżą energetyki odnawialnej.

Szacuje się, że około 1 000 MWh energii elektrycznej, z której będą korzystać, powinno być dostarczane z odnawialnych źródeł energii. Do zaopatrzenia obszaru w energię elektryczną brane są pod uwagę dwa źródła energii odnawialnej: energia słoneczna wytwarzana przy użyciu ogniw fotowoltaicznych i energia wiatrowa z turbiny wiatrowej.

Podstawowe parametry techniczne instalacji, które pozwolą na produkcję oczekiwanego wolumenu energii elektrycznej, przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1: Parametry analizowanych farm słonecznych i wiatrowych

Energia słoneczna	
Typ paneli fotowoltaicznych	Panele monokrystaliczne
Moc paneli fotowoltaicznych [kWp]	0,24
Wymiary panelu fotowoltaicznego [m ²]	1,624
Powierzchnia ogniw fotowoltaicznych [m ²]	0,02
Panel Wydajność PV [%]	14,7
Liczba paneli fotowoltaicznych [szt.]	4 767
Straty systemowe, przewodów, ogniw [%]	8
Roczna degradacja ogniw podana w gwarancji producenta [%/rok]	0,3
Całkowita moc farmy fotowoltaicznej [kWp]	1 144,00
Średnie nasłonecznienie [kWh/m ² /rok]	950
Energia wiatrowa	
Producent /model turbiny	Fuhrlander FL 250
Moc znamionowa [kW]	250
Wysokość wieży [m]	50
Liczba turbin	6
Średnia roczna prędkość wiatru [m/s]	4,5
Pomiar prędkości wiatru [m.a.g.l.]	100
Klasa chropowatości terenu	2
Położenie nad poziomem morza [m.a.s.l.]	247
Całkowita moc farmy wiatrowej [kWp]	1500

Źródło: opracowanie własne.

Dla farmy fotowoltaicznej przyjęto założenia, że będzie działać w oparciu o 4767 paneli monokrystalicznych. Na podstawie analizowanych charakterystyk produktu przyjęło się, że moc znamionowa wynosi 240 Wp na panel, przy

wydajności 14,7%. Straty energii w systemie oszacowano na 8% całkowitej wyprodukowanej energii, a spadek sprawności instalacji założono na poziomie 3% rocznie całkowitej wyprodukowanej energii. Na podstawie mapy nasłonecznienia oszacowane jest średnie roczne nasłonecznienie dla analizowanego miejsca na poziomie 950 kWh/m²/rok.

Analizowana farma wiatrowa składa się z sześciu turbin wiatrowych o mocy znamionowej 250 kW każda. Średnia roczna prędkość wiatru 4,5 m/s i prędkość wiatru 100 m nad poziomem gruntu są szacowane na podstawie Globalnego Atlasu Wiatrów.⁶ Farma będzie zlokalizowana na obszarach wiejskich, więc przyjmuje się wartość 2 w odniesieniu do parametru chropowatości gruntu.

Analizy finansowe i ekonomiczne

Analiza ekonomiczna może być przeprowadzona z punktu widzenia inwestora i może dostarczać informacji o finansowej wykonalności inwestycji lub może dotyczyć szerszej perspektywy, w tym zewnętrznych (ekonomicznych) skutków inwestycji. Pozytywne skutki zewnętrzne (korzyści) lub negatywne skutki zewnętrzne (koszty) związane ze wszystkimi zainteresowanymi podmiotami (interesariuszami) są związane z kwestiami środowiskowymi i społecznymi.

Udział odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym ze względów politycznych i praktycznych stale rośnie. Dlatego analiza finansowa inwestycji może posłużyć inwestorowi w racjonalnym procesie decyzyjnym jako argument i motywacja do podjęcia decyzji o zaangażowaniu w inwestycje OZE. Stąd też bardzo ważne jest przeprowadzenie analizy kosztów i korzyści (AKK) szczególnie dotyczących nowych technologii i rozwiązań. Zwłaszcza gdy innowacyjne technologie mają mieć zastosowania komercyjne. Z jednej strony analiza może posłużyć inwestorowi do oceny potencjalnych korzyści osobistych, a z drugiej strony służy do podjęcia decyzji o wydatkach publicznych poprzez dostarczenie informacji o społecznych korzyściach netto z planowanej inwestycji.

W pracy wykorzystano wskaźniki AKK do oceny wybranych inwestycji w OZE, w szczególności: obliczono zaktualizowaną wartość netto (NPV) oraz wewnętrzną stopę zwrotu (IRR) w analizach finansowo-ekonomicznych.

⁶ IRENA Międzynarodowa Agencja Odnawialna DTU Global Wind Atlas, www.irena.com, <https://irena.masdar.ac.ae/GIS/?&tool=dtu:gwa&map=103>.

Analizy zostały przeprowadzone dla przedstawionych powyżej dwóch odnawialnych źródeł energii jako badanie *ex ante* w celu sprawdzenia, czy planowane inwestycje będą efektywne finansowo i/lub ekonomicznie. Wykonano je na podstawie prognozowanych danych dotyczących planowanej lokalizacji, takich jak warunki wiatru (prędkość, chropowatość terenu) i nasłonecznienie. Analizy warunków funkcjonowania siłowni z założonymi parametrami pozwoliły na uzyskanie oczekiwanej rocznej produkcji energii elektrycznej. Założenia i wyniki przedstawiono w kolejnej sekcji.

Założenia i wyniki

Wyprodukowana energia elektryczna jest zmienną wejściową do obliczania dochodu z inwestycji i korzyści ekonomicznych – środowiskowych wynikających z redukcji emisji, w tym dwutlenku węgla.

W oparciu o analizy wykonywane dla podobnych projektów została przyjęta stopa dyskontowa w wysokości 4% dla analizy ekonomicznej i 4,5% dla analizy finansowej. Po stronie kosztów w analizie wzięto pod uwagę koszty inwestycji w turbiny, w tym wieże, ich koszty instalacji i konserwacji. W szczególności uwzględniono koszty związane z instalacją takie jak koszty: dzierżawy gruntów, instalacji turbin, modernizacji sieci elektrycznej, utrzymania-eksploatacji, naprawy oraz koszty operacyjne. Według Raportu Energetyka Wiatrowa w Polsce⁷ średni koszt inwestycji turbin wiatrowych wynosi 6,5 mln zł/MW, a dla systemów PV około 4,4 mln zł/MW. Koszty operacyjne kształtują się na poziomie 245 000 zł/MW dla farmy wiatrowej i około 2% kosztów inwestycji dla farmy fotowoltaicznej. Po stronie korzyści uwzględnione są przychody ze sprzedaży energii, które będą przychodami operatora strefy przemysłowej oraz korzyści z redukcji emisji CO₂, NO_x, SO₂, CO i pyłów ze spalania paliw.

Kwestie związane z wpływem inwestycji na lokalny rynek pracy zostały pominięte, w związku z tym założono neutralny wpływ na rynek pracy zakładanej inwestycji.

Analiza prowadzona jest w cenach stałych. Cena sprzedaży energii przyjęta została na poziomie 282,97 PLN/MWh (III kw.2021 wg URE) oraz cena zielonego certyfikatu na poziomie 191,87 PLN/MWh (średnia cena w 2021 wg TGE) dla obu instalacji.

⁷⁾ *Energetyka wiatrowa w Polsce*, „TPA Howart Polska”, listopad 2014.

Tabela 2 przedstawia porównanie operacyjne i finansowe wyników dla farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej oraz wyniki przeprowadzonych obliczeń. Redukcja zanieczyszczeń i wynikające z niej korzyści są obliczane na podstawie współczynnika emisji na 1 MWh energii oraz kosztu emisji zanieczyszczeń (kar), zgodnie z obowiązującymi stawkami w roku 2021⁸.

Tabela 2. Porównanie wyników operacyjnych i finansowych farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
koszt inwestycji	zł	9 945 000,00	5 033 600,00
roczny koszt operacyjny	zł	374 850,00	100 672,00
roczna produkcja energii	MWh	1 000,00	1 000,00
redukcja:			
emisja CO ₂	kg		810 000,00
emisja SO ₂	kg		1 539,00
emisja NO _x	kg		968,00
emisja CO ₂	kg		238,00
emisja TSP	kg		63,00

Źródło: opracowanie własne.

Wartość bieżąca netto, jak i wewnętrzna stopa zwrotu są niższe w odniesieniu do farmy wiatrowej w porównaniu z inwestycją w farmę fotowoltaiczną w analizowanym okresie 15 lat. Co więcej, w obu przypadkach inwestycje są finansowo nieefektywne. Szczegółowe wyniki przedstawiono w tabeli 3.

⁸⁾ <http://wszystkooemisjach.pl/43/zmiany-stawek-oplat-styczen-2022>.

Tabela 3: Wyniki finansowe i ekonomiczne farmy wiatrowej i farmy fotowoltaicznej

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
Przychody z energii	zł	474 840,00	474 840,00
FNPV	zł	-8 833 272,44	-971 583,93
STOPA FIRR	%	-17,71%	1,06%
Korzyści z redukcji emisji:			
emisja CO ₂	zł	251,10	
emisja SO ₂	zł	861,84	
emisja NO _x	zł	542,08	
emisja CO ₂	zł	26,18	
emisja pyły ze spalania paliw	zł	23,94	
ENPV	zł	-8 867 064,70	-952 977,90
EIRR	%	-17,69%	1,12%

Źródło: opracowanie własne.

Ponieważ inwestycja zastąpi „tradycyjną” produkcję energii elektrycznej opartej w Polsce w głównej mierze na węglu, deklarowane korzyści w zakresie redukcji emisji mają ogromne znaczenie dla lokalnej społeczności ze względu na już wysokie stężenia tych substancji lokalnie w atmosferze. Prowadzi to do wniosku, że ilościowo ten sam efekt redukcji emisji może mieć różną wielkość wpływu na mieszkańców i środowisko.

Omówienie wyników

Analiza finansowa wskazuje na nieopłacalną realizację inwestycji opartych na energetyce wiatrowej lub słonecznej. Na podstawie tego przykładu i analizy innych studiów przypadku OZE widać, że w przypadku elektrowni OZE np. wskaźniki FNPV i FIRR nie mogą być podstawą do racjonalnego podejmowania decyzji o instalacjach elektrowni. W analizowanym przykładzie również analiza ekonomiczna przeprowadzona w odniesieniu

do aspektów środowiskowych (takich jak redukcja emisji zanieczyszczeń), nie uzasadnia rozwoju instalacji opartych na odnawialnych źródłach energii w konkurencyjnych warunkach rynkowych. Należy jednak zauważyć, że przeprowadzona analiza nie uwzględnia wsparcia państwa udzielanego zgodnie z bieżącą polityką energetyczną. Jest to kluczowy czynnik w analizie finansowo-ekonomicznej OZE, który odpowiada za ich lepsze wyniki. Dlatego kluczowe jest zbadanie, jak skonstruowane są systemy wsparcia OZE i jakie cele wspierają zachęty, które są przekazywane inwestorowi. Możliwe są na przykład dodatkowe systemy wsparcia napędzane polityką państwa w zakresie rozwoju klastrów energetycznych. Takie powiązania między lokalnymi producentami i konsumentami mogą mieć istotne implikacje dla rentowności inwestycji.

Jednym z rozwiązań może być wsparcie państwa, które powinno obejmować różnice w cenie rynkowej energii oraz w poziomie cen wymaganym do realizacji inwestycji ($FNPV=0$).

Ceny energii do jakich powinno być udzielone wsparcie w przypadku analizowanych instalacji (farma wiatrowa i farma fotowoltaiczna) przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4: Poziom cen energii przy wsparciu państwa

		Farma wiatrowa	Farma fotowoltaiczna
Cena energii z mechanizmem wsparcia ($FNPV = 0$)		1 269,31	563,88

Źródło: opracowanie własne.

Gupta⁹ twierdzi, że czynniki ekonomiczne i społeczne są ważnymi determinantami wyników finansowych. W szczególności przedsiębiorstwa zajmujące się odnawialnymi źródłami energii osiągają lepsze wyniki gdy technologia i innowacje są dobrze rozwinięte.

Ograniczenie strat i kosztów przesyłu, magazynowanie energii do strefy, zastosowanie hybrydowego systemu elektroenergetycznego mogą mieć wpływ zarówno na efektywność finansową jak i ekonomiczną instalacji wcho-

⁹ Gupta K., *Czy czynniki ekonomiczne i społeczne wpływają na wyniki finansowe alternatywnych firm energetycznych?* [w:] „Energy Economics”, 2017, Tom 65, s. 172-182.

dzącej w skład całego systemu elektroenergetycznego. Niewątpliwie budowa obiektu OZE dedykowanego strefie ekonomicznej będzie prawdziwym laboratorium odnawialnych źródeł energii i pozwoli na badanie sprawności systemu w warunkach rzeczywistych.

Wnioski

Przede wszystkim cel inwestycji, jej warunki fizyczne oraz skala inwestycji determinują korzyści płynące z instalacji. Kluczowym czynnikiem odpowiedzialnym za wyniki inwestycyjne OZE jest jednak wsparcie państwa. Dlatego najważniejsze jest to, jak skonstruowane są systemy wsparcia OZE i jakie cele są wspierane przez zachęty dla inwestorów. Międzynarodowe lub państwowe systemy wsparcia determinujące funkcjonowanie źródeł odnawialnych w krajowym systemie energetycznym oraz wspierające inicjatywy klastrów energii i zachęcające do efektywniejszego rozwoju technologii w dużym stopniu wpływają na efektywność finansową i ekonomiczną inwestycji. Szczególnie jest to istotne wobec zmieniających się cen energii elektrycznej. Odpowiednia polityka państwa może wpłynąć na stabilność inwestycji w OZE, co z jednej strony zachęci i pomoże inwestorom w podjęciu decyzji inwestycyjnych, (czego skutkiem będzie zwiększający się udział w OZE w miksie energetycznym kraju), a co za tym idzie zbliżanie się do osiągnięcia założonych celów klimatycznych w tym zakresie.

Literatura

1. Komisja Europejska, *Przewodnik po analizie kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. Narzędzie oceny ekonomicznej dla polityki spójności na lata 2014–2020*, grudzień 2014 r.
2. Gupta K., *Czy czynniki ekonomiczne i społeczne wpływają na wyniki finansowe alternatywnych firm energetycznych?* „Energy Economics”, 2017, tom 65, strony 172-182.
3. IPCC, *Climate Change: Implications for the Energy Sector, The 5th Assessment Raport Cambridge University Press, Cambridge, Wielka Brytania i Nowy Jork, NY, USA*.
4. Schaeffer R., Szkło A.S., de Lucena A.S.P., Borba B.S.M.C., Nogueira L.P.P., Fleming F.P., Troccoli A., Harrison M., Boulahya M.S., *Podatność sektora energetycznego na zmiany klimatu: przegląd*, „Energia”, 2012, tom 38, wyd. 1, s. 1–12.

5. Szymański B., *Instalacje fotowoltaiczne*, „Globenergia”, Kraków 2020.
Raport Rynek fotowoltaiki w Polsce 2017; EC BREC Instytut Energetyki Odnawialnej Sp. z o.o., maj 2017.
6. *Energetyka wiatrowa w Polsce*, „TPA Howart Poland”, listopad 2014.