



Tomasz MIROWSKI*

Wybrane problemy związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w Polsce

Streszczenie: Pomimo trudności technologicznych, logistycznych i ekonomicznych, stale wzrasta zainteresowanie odnawialnymi źródłami energii na świecie. Taką tendencję obserwuje się również w Polsce, głównie przez wzgląd na pilną potrzebę przeciwdziałania zmianom klimatycznym spowodowanym rosnącym stężeniem gazowych zanieczyszczeń w atmosferze. W pracy przedstawiono zarys problematyki szacowania zasobów energii odnawialnej w Polsce w kontekście tworzenia lokalnych planów gospodarki niskoemisyjnej na poziomie gmin/powiatów, w których źródła OZE powinny zostać uwzględnione. Zaproponowano indywidualne podejście do szacowania potencjału OZE, uwzględniające lokalne uwarunkowania oraz krótką charakterystykę sektora małych i średnich przedsiębiorstw w Polsce. Przedsiębiorstwa te posiadają duży potencjał aplikacyjny dla zwiększenia udziału energii ze źródeł odnawialnych, a także poprawy efektywności energetycznej w prowadzonej działalności gospodarczej. Działania podjęte przez Ministerstwo Energii w obszarze rozwoju energetyki obywatelskiej, zwiększenia lokalnego bezpieczeństwa energetycznego i zrównoważonym rozwoju instalacji opartych na zasobach energii odnawialnej to wsparcie rozwoju klastrów energii obejmujących obszar jednego powiatu lub pięciu gmin. W pracy przedstawiono dane dotyczące ilości przedsiębiorstw posiadających koncesję na wytwarzanie energii elektrycznej w instalacjach OZE w zakresie mocy od 40 kW do 200 kW. Przedsiębiorstwa te w dużej mierze mogą stanowić załączek do tworzenia lokalnego klastra, w którym bilansowanie energii elektrycznej na poziomie mikrosieci jest kluczowym elementem.

Słowa kluczowe: odnawialne źródła energii, potencjał OZE, klastry energii

Selected issues in the use of renewable energy sources in Poland

Abstract: In spite of technological, logistic and economic difficulties, interest in renewable energy sources in the world is consistently increasing. This trend is also observed in Poland, mainly due to the urgent need to tackle the problem of climate change, which is caused by the increasing concentration of gaseous pollutants in the atmosphere. The paper presents a short script of the issue of estimating renewable energy resources in Poland in the context of creating local low carbon economy plans at the level of municipalities/counties where RES sources

* Dr inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków; e-mail: mirowski@min-pan.krakow.pl

should be taken into account. The author proposed an individual approach to estimate the potential of RES, taking the local conditions and the short characteristics of the small and medium companies sector in Poland into account. These companies have a great application potential to increase the share of renewable energies and to improve energy efficiency in their business. The actions, which are taken by the Ministry of Energy in the field of civil energy development, enhancing local energy security and the sustainable development of renewable energy resources support the development of energy clusters covering one district or five municipalities. In the article, the author presents data on the number of companies possessing a concession for generating electricity in RES installations in the power range from 40 kW to 200 kW. These companies can largely be the nucleus for creating a local cluster in which microgrids will be a key element.

Keywords: renewable energy, energy potential of RES, energy clusters

Wprowadzenie

Możliwości wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych uwarunkowane są wieloma czynnikami, z których najważniejsze to: aspekty techniczne, ekonomiczne, rynkowe i wdrożeniowe. Każdy kraj ma pewien określony potencjał OZE, którego nie można porównywać podobną szerokością geograficzną, dostępnością do morza/oceanu, liczbą cieków wodnych, czy też udziałem upraw rolnych i lasów do całkowitej powierzchni. Szacowania zasobów biomasy wyłącznie na podstawie danych statystycznych, czy też innych czynników charakterystycznych dla określonego źródła OZE (np. warunków wiatrowych na podstawie danych ze stacji meteorologicznych), niesie ze sobą groźbę przeniesienia błędu na poziom lokalny (gminy, powiaty). Tak wykonane szacunki potencjału energetycznego lokalnych źródeł energii odnawialnej mogą prowadzić do zachwiania równowagi w zrównoważonym rozwoju energetyki odnawialnej, a w skrajnych przypadkach do zaniechania inwestycji przez potencjalnych inwestorów, ponieważ stają się publicznie dostępne w przyjmowanych do realizacji przez lokalne samorządy Programach Gospodarki Niskoemisyjnej (tzw. PGN). Ważny jest także stan wiedzy decydentów na temat dostępnych technologii OZE oraz rozwiązań hybrydowych, które mogą funkcjonować w warunkach lokalnych rynków energii i paliw. Taką nową nadzieję na rozwój lokalnych instalacji OZE dają klastry energii, w których bilansowanie popytu i podaży na energię będzie ściśle związane z lokalnymi uczestnikami rynku i rozwojem mikrosieci.

Prognozy długoterminowe wykorzystania OZE w Polsce (Gawlik i Mirowski 2016; ARE 2013; Malec i Kamiński 2016) w każdym scenariuszu wskazują na wzrost inwestycji w nowe moce w sektorze energii w Polsce w perspektywie lat 2015–2050, niezależnie czy przyjęto wariant węglowy, gazowy, czy wysokiego wzrostu cen za CO₂. W prognozie IGSMiE PAN (Gawlik i in. 2013) scenariusze umiarkowane i optymistyczne dla rozwoju OZE zwiększają liczbę mocy zainstalowanej w tych źródłach od około 52% do około 72%.

W pracy skoncentrowano się na problematyce szacowania zasobów energii odnawialnej w Polsce dla tworzących się lokalnych inicjatyw – klastrów energii. W szczególności został uwzględniony sektor małych i średnich przedsiębiorstw, które poprzez działania proefektywnościowe oraz prosumenckie mogą znacznie szybciej przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym oraz zwiększyć udział OZE w bilansie energetycznym kraju.

1. Szacowanie zasobów OZE w Polsce

Energia pierwotna na Ziemi to energetyczne zasoby przyrody, które dzieli się na odnawialne i nieodnawialne (Chmielniak 2008). Zasoby te zostały zdefiniowane jako średniorocznie możliwe do pozyskania w sposób trwały na obszarze kraju, ilości energii promieniowania słonecznego, energii mechanicznej wiatru i cieków wodnych, chemicznej energii biomasy oraz ciepłej energii geotermalnej (IEO 2007).

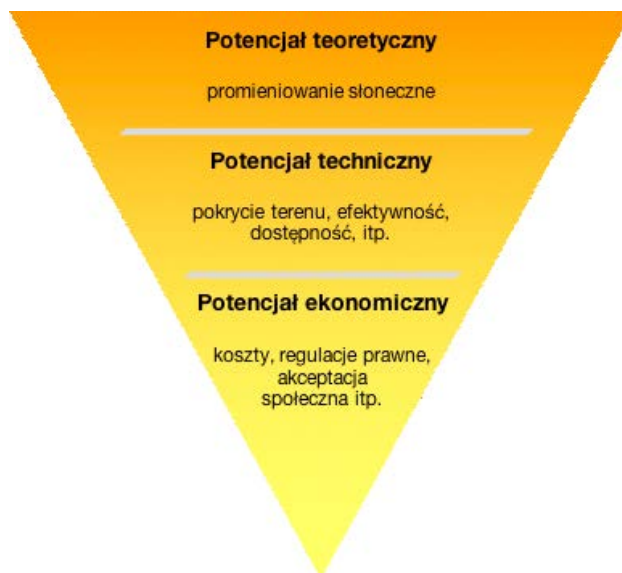
Pojęcie „potencjał OZE” jest ściśle powiązane z szacowaniem zasobów energii odnawialnej i należy je traktować jako pewnego rodzaju skrót myślowy. Najczęściej jest stosowany następujący podział potencjałów energetycznych zasobów energii odnawialnej zaprezentowany i objaśniony w pracach (IEO 2007; Rakowski 2010):

- **potencjał teoretyczny**, który nie ma praktycznego zastosowania, gdyż obliczany jest metodami wskaźników empirycznych,
- **potencjał techniczny**, który określa ilość energii, jaką w ciągu roku można pozyskać z zasobów krajowych, wykorzystując najlepsze dostępne technologie i techniki pozyskiwania i przetwarzania energii w jej nośniki energii końcowej z uwzględnieniem ograniczeń przestrzennych i środowiskowych,
- **potencjał ekonomiczny**, który jest częścią potencjału technicznego, jaki może zostać wykorzystany po uwzględnieniu kryteriów gospodarczych,
- **potencjał rynkowy** jest pewnego rodzaju scenariuszem maksymalnego optymalnego wykorzystania potencjału ekonomicznego, wykorzystując przy tym wszelkie dostępne wsparcie w postaci funduszy krajowych i UE, usuwając bariery rozwoju OZE przy zachowaniu zasady zrównoważonego rozwoju.

Inny podział potencjału zasobów energii odnawialnej, zaproponowany w pracy (Angelis-Dimakis i in. 2011), określa trzy poziomy szacowania: potencjalny, teoretyczny i eksploatacyjny. W pierwszym poziomie mamy do czynienia z energią brutto źródła (np. energią kinetyczną wiatru w danej lokalizacji). W poziomie drugim, teoretycznym, bierze się pod uwagę tylko tę część energii, która może być pozyskana przez system konwersji energii (np. promieniowanie słoneczne zebrane przez pewną powierzchnię paneli fotowoltaicznych). Ostatni poziom eksploatacyjny dodatkowo uwzględnia kryteria trwałości pozyskiwania energii, problemy związane z logistyką dostaw, aspektami ekologicznymi i gospodarczymi (np. ciepło wytwarzane przez instalację zasilaną biomasą).

Metodologia szacowania potencjałów zasobów odnawialnych jest inna dla każdego źródła odnawialnego. W przypadku energii słonecznej potencjał teoretyczny jest szacowany dla całej powierzchni kraju na podstawie ilości docierającego do tej powierzchni promieniowania bezpośredniego i rozproszonego. Uwzględnia się przy tym różne czynniki, jak geometria Ziemi, ruch obrotowy, charakterystyka warunków terenowych (wzniesienia, kąty nachylenia, zacienienie) czy zachmurzenie, które określa się dzięki modelom progностycznym pogody, np. model GFS (NOAA 2017). Strumień energii docierający do powierzchni terenów zamieszkałych w Polsce wynosi 27,2 EJ (IEO 2007). Jest to oszacowany potencjał techniczny, który może – podobnie jak zasoby geotermalne – rozbudzać nadzieje na niezależność energetyczną wobec innych nośników energii odnawialnej i nieodnawialnej, lecz bez uwzględnienia czynników ekonomicznych i rynkowych; tak oszacowana wartość jest mało przydatna.

Na rysunku 1 przedstawiono schematycznie podejście tzw. *top-down* szacowania potencjału energetycznego zasobów energetycznych promieniowania słonecznego.



Rys. 1. Podejście *top-down* do szacowania potencjału odnawialnych zasobów energii na przykładzie energii słonecznej

Źródło: opracowanie własne na podstawie Angelis-Dimakis i in. 2011

Fig. 1. Top-down approach to estimate renewable energy potentials based on solar energy

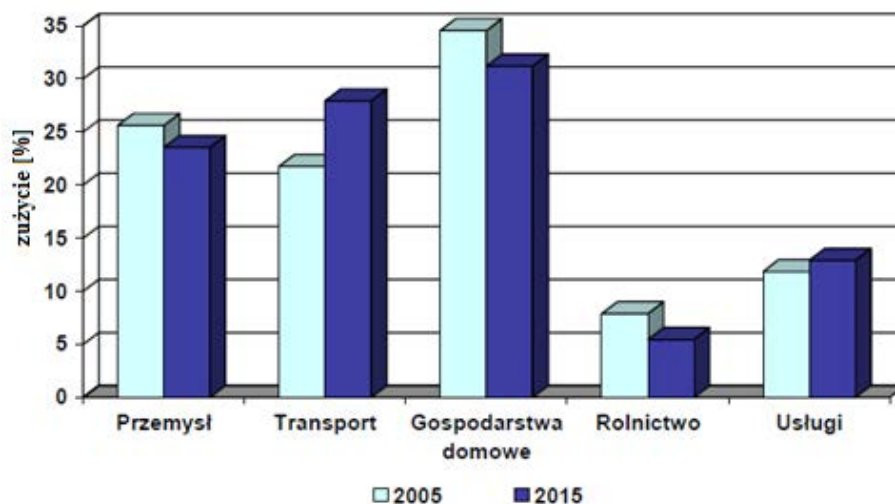
Potencjał teoretyczny, techniczny i ekonomiczny oszacowany na poziomie Polski został przedstawiony w dokumencie Ministerstwa Gospodarki w 2007 roku (IEO 2007), a dane w nim zawarte przyjmowane były (i są do dzisiaj) jako referencyjne w scenariuszach rozwoju OZE w Polsce. Ekonomiczny potencjał OZE w Polsce został oszacowany w pracy Instytutu Energii Odnawialnej dla Ministerstwa Gospodarki (IEO 2013). Dokonano tam podziału technologii OZE zgodnie z wytycznymi do Krajowego Planu Działania w zakresie OZE (KPD 2010). Określenie wielkości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE, czyli wielkość pomocy publicznej jaką państwo może udzielić w ramach środków pomocowych na wysoko sprawną kogenerację i instalacje OZE przedstawiono w dokumencie (RAM 2016). Wytyczne dotyczące maksymalnych kwot dofinansowania do instalacji oparto na analizie kosztów instalacji referencyjnych oraz badaniu cen technologii na rynkach krajowym i zagranicznych. Wskaźniki nakładów dla poszczególnych OZE przyjęte z lat 2012–2014 np. dla zestawów elektrowni słonecznych, mogą przyczynić się do utrzymania cen technologii OZE i zamknięcia się błędnego koła technologii OZE (mała skala \leftrightarrow wysokie koszty). Zjawisko takie można było odnotować w okresie wsparcia instalacji kolektorów słonecznych w latach 2010–2014, gdzie pobudzono rynek krajowych producentów i firm instalatorskich, a średnie ceny kolektorów dla odbiorcy końcowego pomimo dotacji 45% z NFOŚiGW na przestrzeni trzech lat spadły o 3,2% w przypadku kolektorów próżnio-

wych, a w przypadku kolektorów płaskich o 1,9% (RI 2013). Innym przykładem są duże inwestycje w energetykę wiatrową w Polsce. Spadek cen zielonych certyfikatów, których rynkowy charakter miał pobudzić branżę OZE do wzrostu konkurencyjności cen za zieloną energię, ostatecznie doprowadził do spadku rentowności farm wiatrowych, a w niektórych przypadkach do ich bankructwa.

2. Miejsce technologii odnawialnych w strukturze zużycia energii końcowej w MSP

Przeniesienie inwestycji w zakresie ochrony środowiska, poprawy efektywności energetycznej oraz budowy nowych instalacji wykorzystujących odnawialne źródła energii na poziom samorządów jest naturalną konsekwencją rozwoju gospodarczego kraju. Analizując polityki energetyczne jednostek samorządowych na poziomie powiatów oraz gmin zapisane w najbardziej aktualnych dokumentach, czyli Planach Gospodarki Niskoemisyjnej (PGN), trudno odnaleźć szacowanie potencjałów OZE z uwzględnieniem potencjału ekonomicznego. Jest to kosztowne przedsięwzięcie, dlatego podmioty startujące do przetargów na wykonanie PGN, które posiadają metodologię szacowania ekonomicznego OZE, przegrywają wysoką ceną. Konsekwencje przyjętych dokumentów strategicznych w latach 2013–2015, w których przedstawiono najczęściej regionalną statystykę oraz badania ankietowe sektorów gospodarstw domowych, transportu, usług i przemysłu, będą widoczne przede wszystkim w braku spójnych działań inwestycyjnych w OZE w najbliższych latach. Szansą na szybki wzrost wskaźników efektywności i udziału źródeł odnawialnych może być sektor gospodarstw domowych oraz przedsiębiorstwa sektora usługowego i przemysłowego, w szczególności z grupy małych i średnich przedsiębiorstw (MSP). W przypadku gospodarstw domowych ich rozproszenie oraz trudność w bilansowaniu wytwarzania energii w instalacjach OZE, a także możliwości finansowe, w wielu przypadkach hamują możliwości rozwoju energetyki obywatelskiej. W strukturze finalnego zużycia energii wspomniane sektory odznaczają się dużym zużyciem energii (rys. 2).

Sektor małych i średnich przedsiębiorstw pełni ważną rolę ekonomiczną w gospodarce (wpływa na poziom PKB – tab. 1), ale także społeczną. Lokalny charakter działalności MSP przekłada się na zatrudnianie pracowników najczęściej z bliskiego obszaru działalności danego przedsiębiorstwa. Wpływa to na silną zależność rozwoju firmy od sytuacji ekonomicznej obszaru jego działania. Przedsiębiorcy wykorzystują miejscowe zasoby, a ich działanie opiera się w dużym stopniu na miejscowym rynku. Sektor MSP pozwala na poprawę sytuacji ekonomicznej na lokalnym obszarze i przyczynia się do polepszenia warunków życia społeczeństwa (Onak-Szczepaniak 2008). Analizując dane dotyczące wskaźników energochłonności przemysłu według rodzaju działalności, można wytypować sześć najbardziej energochłonnych (rys. 3). Wśród nich jest przemysł drzewny, który w dużej mierze zalicza się do sektora MSP. Badania wskazują na duży potencjał ekonomiczny wykorzystania lokalnej biomasy odpadowej z przemysłu drzewnego do produkcji ciepła/chłodu oraz energii elektrycznej w kogeneracji z wykorzystaniem technologii karbonizacji i peletyzacji (Drobnik i Mirowski 2017).



Rys. 2. Struktura finalnego zużycia energii w Polsce według sektorów w latach 2005 i 2015
Źródło: opracowano na podstawie GUS 2017

Fig. 2. Final energy use in Poland by sectors in 2005 and 2015

TABELA 1. PKB w przedsiębiorstwach różnej wielkości według sekcji PKD 2007 w 2013 r.

TABLE 1. The GDP in different enterprises according to the Polish Classification of Activities (PKD 2007) in 2013

Sektor	Jednostki – ceny bieżące [mln PLN]					
	ogółem PKB	razem MSP	mikro	małe	średnie	duże
Przemysł	368 192	143 996	49 188	35 582	59 226	221 231
Budownictwo	109 256	99 083	74 408	15 356	9 319	10 025
Handel	281 771	238 409	161 357	38 474	38 577	43 303
Usługi	519 161	309 330	218 735	49 194	41 400	81 821

Źródło: opracowanie na podstawie PARP 2016

3. Sektor małych i średnich przedsiębiorstw w klastrach energii

Umieszczenie w klastrach przedsiębiorstw sektora MSP to rola koordynatora klastra, którą na etapie tworzenia najczęściej pełni jednostka samorządu terytorialnego lub instytucja ściśle z nią współpracująca i związana obszarowo na poziomie gmin lub powiatu (np. lokalne grupy działania). Załącznikiem do tworzenia się klastra energii mogą być już istniejące przedsiębiorstwa posiadające instalacje objęte koncesją Prezesa URE i wpisane do rejestru wytwórców energii w małej instalacji (w skrócie Rejestr MIOZE). Na rysunku 4 przedstawiono poglądową mapę liczby wytwórców według województw oraz rodzaj posiadanej instalacji.

Koncesjonowani wytwórcy energii w małej instalacji, to podmioty posiadające instalacje o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 40 kW i nie większej niż 200 kW, która jest przyłączona do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu większej niż 120 kW i nie większej niż 600 kW. Zgodnie z rejestrem MIOZE najwięcej instalacji stanowią źródła wykorzystujące hydroenergię (312 szt.), następnie energię słoneczną do produkcji energii elektrycznej (83 szt.), instalacje biogazowe inne niż rolnicze (45 szt.), elektrownie wiatrowe (34 szt.) oraz zaledwie dwie instalacje na biomasę.

Budowa klastrów energii w Polsce powinna być postrzegana z perspektywy możliwości utworzenia nowego modelu rynku energii elektrycznej opartego na funkcjonowaniu tzw. mikrosieci. Na istotne elementy dotyczące klastrów energii w Polsce zwrócono uwagę w pracy (Mataczyńska 2017); określono pojęcie mikrosieci jako skupiska obiektów posiadających zdolności wytwórcze, odbiorcze, technologie magazynowania oraz możliwość synchronizacji z systemem elektroenergetycznym (KSE) lub też pracy wyspowej, ze zdolnością bilansowania zapotrzebowania na energię elektryczną z jej wytwarzaniem w skali lokalnej. Pojęcie klastra zdefiniowano jako rodzaj formalno-prawnej współpracy między uczestnikami tworzonej struktury. Łącząc te dwa pojęcia powstaje struktura lokalnej wspólnoty energetycznej, czyli wytwórców energii elektrycznej oraz jej odbiorców, ukierunkowana na zapewnienie jak najwyższego poziomu stabilizacji i bezpieczeństwa dostaw energii. Klastry energii będą miały na celu bilansowanie nie tylko przepływów energii elektrycznej w sieciach, ale również ciepła i chłodu oraz paliw stałych, ciekłych i gazowych. Koncepcję taką przedstawiono w pracy (Wasilewski i in. 2015). Należy mieć zatem nadzieję, że rozwój klastrów energii nie będzie realizowany poprzez wsparcie OSD (model dotacji), które koszty tzw. taryfy klastrowej wliczą sobie w straty, obciążając w kolejnych latach odbiorców taryfowych nie będących w klastrach energii, lecz klastry będą wkomponowane w tworzący się nowy model rynku energii (Wiśniewski 2017). Jeśli model dotacyjny dla inwestycji w klastrach energii utrwali się, to bez gotowego na małe i mikro instalacje OZE rynku energii elektrycznej i rynku ciepła, inicjatywy podjęte w klastrach po okresie utrzymania mogą nie uzyskać wymaganego w aukcjach poziomu ceny za MWh i będą przynosiły straty.

Podsumowanie

Najnowsza propozycja, jaką Komisja Europejska ogłosiła 30 listopada 2016 r. w tzw. Pakiecie Zimowym, to zestaw regulacji w kierunku utrzymania konkurencyjności w obszarze rynków energetycznych z zachowaniem rozwoju czystej energii. Pakiet zawiera plany ograniczenia subsydiów dla węgla, a także zwiększenia poprawy efektywności energetycznej do poziomu 30% oraz zredukowanie o 40% emisji CO₂ do 2030 r. Dodatkowo rekomenduje się rozwiązania wspierające rozwój energetyki rozproszonej oraz magazynowania energii elektrycznej w celu popularyzacji energetyki obywatelskiej. Istotną zmianą jest zniesienie pierwszeństwa OZE przed źródłami konwencjonalnymi w dostępie do sieci elektroenergetycznej w UE (Paska i Surma 2017). Dodając do tego tzw. Dyrektywy MCP i IED obciążające odpowiednio ciepłownictwo systemowe i duże obiekty spalania (węglowe bloki

energetyczne) w obszarze redukcji emisji związków siarki, azotu i pyłów do atmosfery, polską energetykę czeka gruntowna systemowa przebudowa, w której instalacje OZE powinny efektywnie wykorzystywać potencjał lokalnych zasobów energii w udziałach adekwatnych do potencjału ekonomicznego tych zasobów.

Praca została zrealizowana w ramach prac statutowych Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk.

Literatura

- Angelis-Dimakis, A. i in. 2011. Methods and tools to evaluate the availability of renewable energy sources. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, s.1182–1200.
- ARE 2013 – Uaktualnienie prognozy zapotrzebowania na paliwa i energię do roku 2050, Agencja Rynku Energii S.A. Warszawa 2013.
- Chmielniak, T. 2008. *Technologie energetyczne*. Warszawa: Wyd. Naukowo-Techniczne.
- Drobnik, P. i Mirowski, T. 2017. Koncepcja wirtualnej sieci ciepłowniczej zasilanej tanimi i wysokoenergetycznymi paliwami odnawialnymi na bazie Biowęgla. *Czysta Energia* nr 9 (w druku).
- Gawlik, L. i in. 2013. *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe* (Gawlik L. red.). Wydanie 1. Wyd. IGSMiE PAN. [Online] Dostępne w: http://www.giph.com.pl/giph/attachments/article/278/Wegiel_dla_polskiej_energetyki_2050_GIPH_MINPAN.pdf [Dostęp: 06.07.2017].
- Gawlik, L. i Mirowski T. 2016. Strategic directions of development of the Polish power sector in the light of climate and energy policy of the European Union. *Humanities and Social Sciences* 21 (23 (2)), s. 49–62.
- GUS 2017 – Efektywność wykorzystania energii w latach 2005–2015. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- IEO 2013. Analiza dotycząca określenia niezbędnej wysokości wsparcia dla poszczególnych technologii OZE. Raport dla Ministerstwa Gospodarki. Instytut Energetyki Odnawialnej, lipiec 2013.
- IEO2007 – Możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce do 2020 roku. Ekspertyza dla Ministerstwa Gospodarki. EC BREC IEO. Warszawa 2007.
- KPD 2010. Krajowy Plan Działania w zakresie energii ze źródeł odnawialnych. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2010.
- Malec, M. i Kamiński, J. 2016. Wpływ wybranych regulacji środowiskowych na dezaktualizację prognoz zapotrzebowania na energię elektryczną. *Rynek Energii* t. 5, z. 126, s. 27–36.
- Mataczyńska, E. 2017. *Klustry energii – korzyści i szanse realizacji*. Instytut Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza. Analiza nr 2/2017. [Online] Dostępne w: <http://www.institutpe.pl/analizy-i-raporty/> [Dostęp: 02.08.2017].
- NOAA 2017. Global Forecast System (GFS) – model description. National Centers for Environmental Information. <https://www.ncdc.noaa.gov/data-access/model-data/model-datasets/global-forecast-system-gfs>
- Onak-Szczepanik, B. 2008. Spójność społeczno-ekonomiczna a modernizacja regionów trans granicznych – małe i średnie przedsiębiorstwa w gospodarce regionu na przykładzie województwa podkarpackiego. Rzeszów: Wyd. Uniwersytetu Rzeszowskiego, s. 362–375.
- PARP 2016 – Raport o stanie sektora MSP w Polsce. Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości. Wydanie I, Warszawa.
- Paska, J. i Surma, T. 2017. „Pakiet Zimowy” Komisji Europejskiej a kierunki i realizacja polityki energetycznej do 2030 roku. *Rynek Energii*, kwiecień 2017.
- Rakowski, J., 2010 – Tendencje rozwojowe w zakresie energetycznego wykorzystania biomasy. [W:] *Nowoczesne technologie pozyskiwania i energetycznego wykorzystania biomasy*. Monografia, Warszawa: Wyd. Instytut Energetyki, s. 5–33.
- RAM 2016. Analiza w celu określenia nakładów inwestycyjnych instalacji referencyjnych dla projektów OZE i wysokosprawnej kogeneracji do obliczenia kwoty pomocy inwestycyjnej. Towarzystwo Gospodarcze Polskie Elektrownie. Warszawa 2016.
- RI 2013. Rynek kolektorów słonecznych w Polsce – wyniki raportu. Rynek Instalacyjny. [Online] Dostępne w: <http://www.rynekinstalacyjny.pl/aktualnosc/id7169,rynek-kolektorow-slonecznych-w-polsce-wyniki-raportu> [Dostęp: 06.07.2017].

- Wasilewski i in. 2015 – Wasilewski, J., Kaleta, M. i Baczyński, D. 2015. Wybrane zagadnienia rozwoju mikro sieci energetycznych w Polsce. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 18, z. 1, s. 45–58.
- Wiśniewski, G. 2017. autorski komentarz do artykułu Mataczyńska E. 2017 – *Klastry energii z perspektywy wdrożenia nowego modelu rynku opartego na funkcjonowaniu mikro sieci*. KOM 1/2017 Instytutu Polityki Energetycznej w Rzeszowie. [Online] Dostępne w: <http://www.cire.pl/item,139611,2,1,2,0,302528,0,klastry-energii-z-perspektywy-wdrozenia-nowego-modelu-rynku-opartego-na-funkcjonowaniu-mikrosieci-.html#komentarz> [Dostęp: 24.08.2017].