

*prof. zw. dr hab. inż. Ireneusz Soliński*¹

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Inżynierii Środowiska i Przeróbki Surowców
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

*dr Mieczysława Solińska*²

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki Politechniki Krakowskiej, Instytut Ekonomii, Socjologii
i Filozofii, Politechnika Krakowska

*mgr inż. Kinga Turoń*³

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Inżynierii Środowiska i Przeróbki Surowców
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

*mgr inż. Mateusz Matusik*⁴

Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Katedra Inżynierii Środowiska i Przeróbki Surowców
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Rozwój rozproszonej energetyki odnawialnej szansą wzrostu innowacyjności gospodarki

WPROWADZENIE

Światowa polityka energetyczna zmienia się dynamicznie od wielu lat, a zmiany te dostrzec można zarówno na poziomie lokalnym, jak i globalnym. Kierunek zmian najbardziej widoczny jest w zwiększonym zainteresowaniu odnawialnymi źródłami energii (OZE). Jednym z kluczowych aspektów związanych z OZE jest ich innowacyjność, która dostrzegana jest w zróżnicowanych technologiach produkcji energii, zmianach na rynku energii oraz zmianach w odbiornikach energii

¹ Adres korespondencyjny: al. Mickiewicza 30, A-1, parter, pok. 23, 30-059 Kraków, e-mail: solinski@agh.edu.pl.

² Adres korespondencyjny: ul. Warszawska 24 bud: „CUP” (W-9), 30-084 Kraków, e-mail: ksol@vp.pl.

³ Adres korespondencyjny: al. Mickiewicza 30, A-1, parter, pok. 23, 30-059 Kraków, e-mail: kturon@poczta.fm.

⁴ Adres korespondencyjny: al. Mickiewicza 30, A-1, parter, pok. 23, 30-059 Kraków, e-mail: mmatusik@agh.edu.pl.

elektrycznej. Innowacyjność technologiczna wpływa bardzo znacząco na odbiorców końcowych. Niniejszy artykuł poświęcony jest wpływowi rozproszonej energetyki odnawialnej na innowacyjność gospodarki. Nowoczesna energetyka, jak można to zauważyć na przykładzie krajów najbardziej rozwiniętych, nie jest już częścią scentralizowanej gospodarki. Energetyka oparta na technologii *smart-grid* staje się integralną częścią gospodarki na poziomie gminnym, a różnorodność zasobów energii pierwotnej w każdej jednostce samorządu terytorialnego tylko wymusza innowacyjność w wytwarzaniu energii elektrycznej.

INNOWACYJNOŚCI W OZE

Innowacyjność gospodarki, najogólniej rzecz ujmując, to skuteczne wdrożenie do rzeczywistości gospodarczej nowości. Innowacją jest zarówno opracowanie nowego produktu finalnego, jak i wprowadzenie do biznesu nowych rozwiązań służących usprawnieniu organizacji przedsiębiorstwa, udoskonaleniu technologii produkcji, wzmocnieniu strategii marketingowej, ulepszeniu komunikacji z klientami czy zwiększeniu efektywności procesów zaopatrzeniowych [Oslo, 2005]. Według M. Kicińskiego [2013, s. 11]: „Bycie innowacyjnym nie jest sztuką samą w sobie. (...) «Inaczej» musi oznaczać «lepiej». Czasem w pogoni za innowacyjnością zapomina się o tym oczywistym fakcie”.

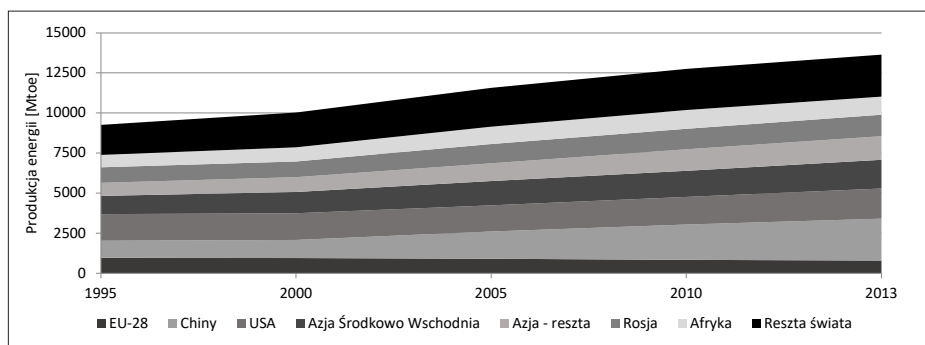
Same innowacje mogą zapewnić korzyści nie tylko firmom prywatnym, ale także administracji publicznej, uczelniom, a przede wszystkim lokalnym społecznościom, które wielokrotnie są głównymi beneficjentami innowacji. Innowacje same w sobie wkraczają do gospodarki głównie przez przedsiębiorstwa. Przedsiębiorstwa najczęściej, szukając innowacyjności, współpracują z uczelniami lub rozwijają własne działy badawcze. Często też w rolę przedsiębiorców wprowadzających innowacje wchodzi sami naukowcy.

W przypadku małoskalowej energetyki odnawialnej najczęstsza droga do innowacji prowadzi od miłośników i pasjonatów danej technologii, którzy realizując swoje pomysły, poszukują wsparcia merytorycznego i naukowego, trafiają na swojej drodze na naukowców specjalizujących się w danej technologii. Odwrotnie jest w przypadku zawodowej energetyki odnawialnej, gdzie najczęściej za innowacje odpowiadają działy badawcze dużych firm danego sektora, które współpracują z wybranymi jednostkami naukowymi.

POLITYKA ENERGETYCZNA

Światowy sektor energetyczny znajduje się obecnie w okresie znacznych zmian. Gwałtowny wzrost zapotrzebowania na energię w krajach rozwijających się jest kluczowym czynnikiem wpływającym na rynek energii. Rozwój nowych

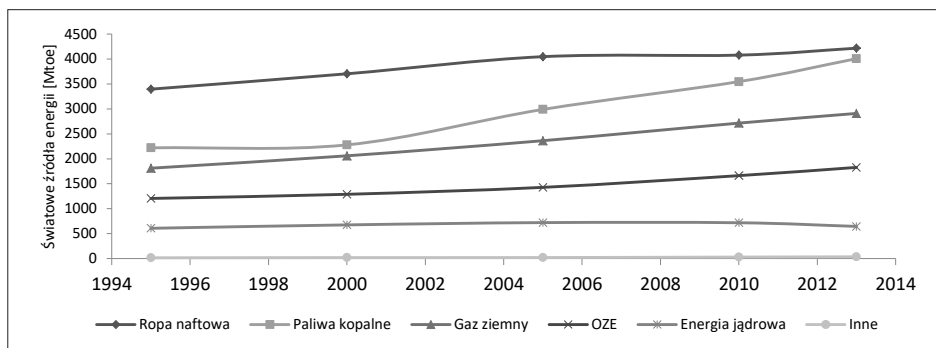
technologii wpłynął na zwiększenie efektywności we wprowadzaniu nowych rozwiązań w różnych sektorach energetyki, w szczególności w sektorze OZE. Jak wynika z rys. 1, największy wzrost produkowanej energii od 1995 r. można było zaobserwować w dynamicznie rozwijającej się Azji.



Rys. 1. Światowa produkcja energii

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [EU Energy in Figures].

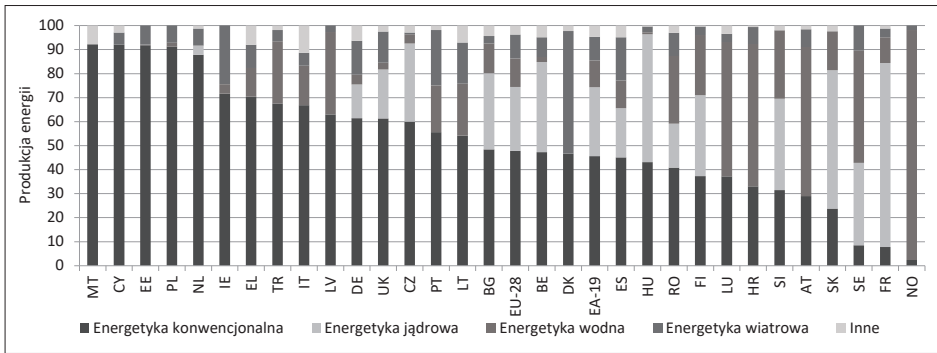
Porównując dane dotyczące produkcji energii, warto odnotować dynamiczny wzrost produkcji energii elektrycznej z OZE (rys. 2).



Rys. 2. Światowe źródła energii

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [EU Energy in Figures].

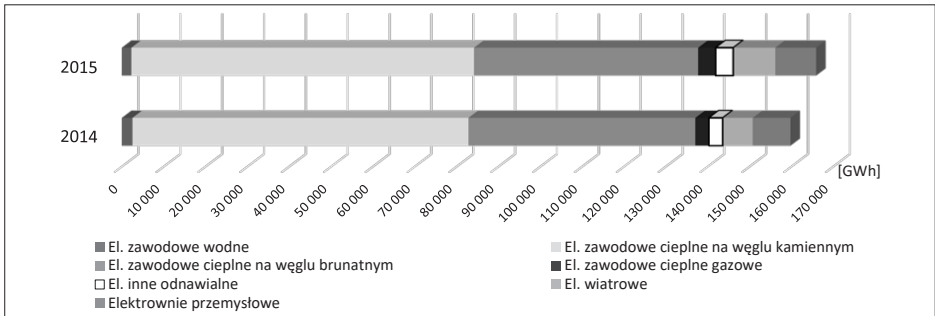
Porównując już samą Europę i jej produkcję energii elektrycznej w danej technologii, należy zauważyć, że każdy kraj w Europie posiada miks energetyczny dostosowany do swoich zasobów energii oraz sytuacji makroekonomicznej (rys. 3). Również należy zauważyć, że wszystkie kraje europejskie rozwijają w swoich narodowych miksach energetycznych technologie OZE, przy czym warto podkreślić, że polski miks na tle całej Europy wygląda bardzo ubogo i jednolicie, a Polska energetyka zawodowa oparta jest na węglu.



Rys. 3. Europejskie źródła energii elektrycznej w 2015 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat.

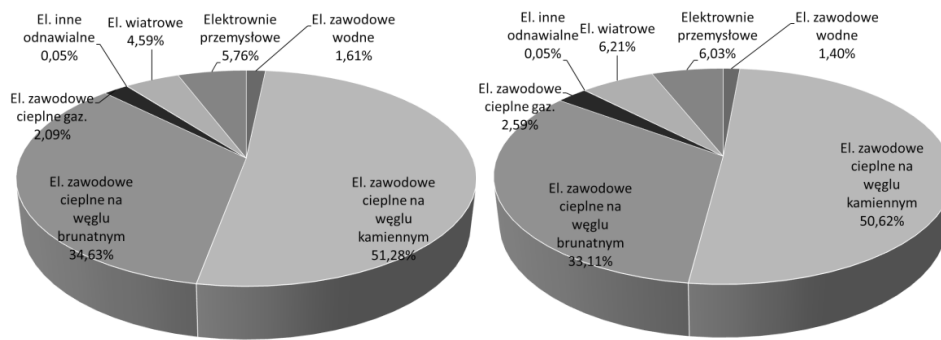
Porównując dane o produkcji energii elektrycznej z 2014 i 2015 r. (rys. 4–5), zauważyć można, że ponad 83% polskiej energii elektrycznej pochodzi z bezpośredniego spalania węgla. Dodatkowo należy być świadomym, że większość elektrowni przemysłowych opalana jest także węglem, a energia elektryczna tam powstała wykorzystywana jest tam na potrzeby zakładu przemysłowego, przy którym się znajduje.



Rys. 4. Produkcja energii elektrycznej w 2014 i 2015 r.

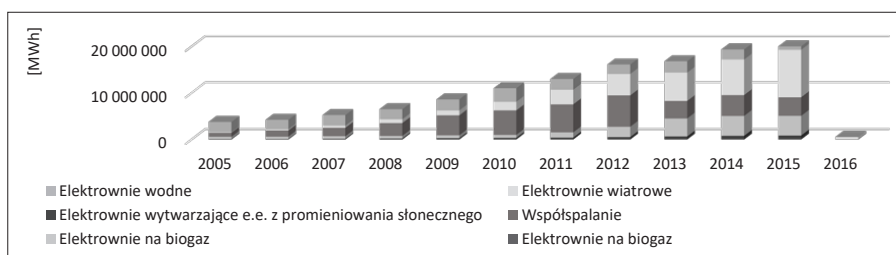
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z miesięcznych raportów z funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego i Rynku Bilansującego (dane operatywne).

Analizując sam sektor OZE w naszym kraju, należy zauważyć, że od 2012 r. nastąpiła duża zmiana w ilości wytworzonej energii elektrycznej powstałej w procesie współspalania. Spadek ilości wyprodukowanej energii w procesie współspalania spowodował wzrost energii wytworzonej przez energetykę wiatrową, która stała się dominującą technologią OZE w Polsce. Na taki stan rzeczy złożyła się zapaść na rynku zielonych certyfikatów oraz znaczące zwiększenie się liczby zainstalowanych nowych turbin wiatrowych. Ilość energii elektrycznej wytworzonej z OZE w latach 2005–2016 przedstawiono na rys. 6.



Rys. 5. Struktura produkcji energii elektrycznej w 2014 (a) i 2015 (b) r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z miesięcznych raportów z funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego i Rynku Bilansującego (dane operatywne).



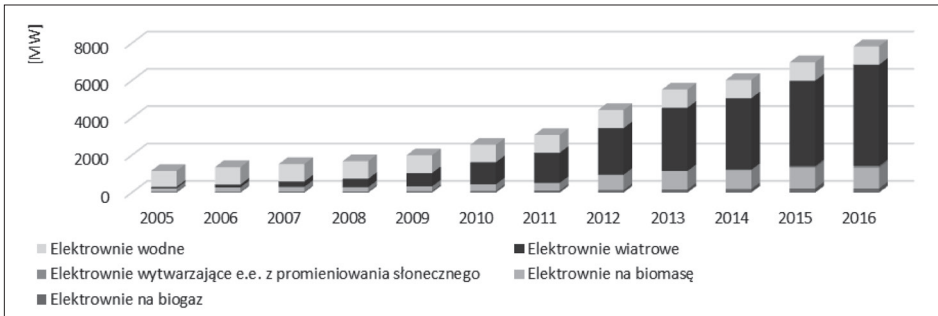
Rys. 6. Ilość energii elektrycznej wytworzonej z OZE w latach 2005–2016, potwierdzonej świadectwami pochodzenia wydanymi do 31 marca 2016 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Ilość energii elektrycznej...].

Analizując rys. 7 przedstawiający moc zainstalowaną w technologiach OZE, należy stwierdzić, że technologie wiatrowe to prawie 70% mocy zainstalowanej w OZE w Polsce. Należy też mieć na uwadze, że porównanie sumarycznej mocy zainstalowanej w OZE i technologiach konwencjonalnych nie jest właściwe z podstawowego powodu: znaczące w naszym miksie energetycznym technologie OZE, jak energia wiatrowa czy słoneczna, wytwarzają energię elektryczną tylko wtedy, kiedy są ku temu korzystne warunki atmosferyczne, takie jak prędkość wiatru powyżej 4 m/s dla turbin wiatrowych oraz promieniowanie słoneczne dla paneli fotowoltaicznych.

Analizując światowe trendy, należy stwierdzić, że światowa produkcja energii elektrycznej coraz mocniej ukierunkowuje się na OZE. Poza oczywistymi powodami, takimi jak chęć dbania o środowisko, spowodowana jest ogromnym rozwojem turbin wiatrowych, które jeszcze w 1990 r. miały 30 m średnicy i wysokość około 55 m przy mocy znamionowej 300 kW. Dzisiejsza największa turbina wiatrowa posiada średnicę 164 m, wysokość 120 m i mocy znamionowej 7 MW

[Soliński, 2014]. Równoległe do rozwoju turbin wiatrowych w ostatnich latach można zaobserwować także ogromny rozwój sprawności paneli fotowoltaicznych z kilku procent sprawności konwersji w latach 90. XX w. do ponad 20% obecnie.



Rys. 7. Moc zainstalowana [MW] według stanu na 31 marca 2016 r.

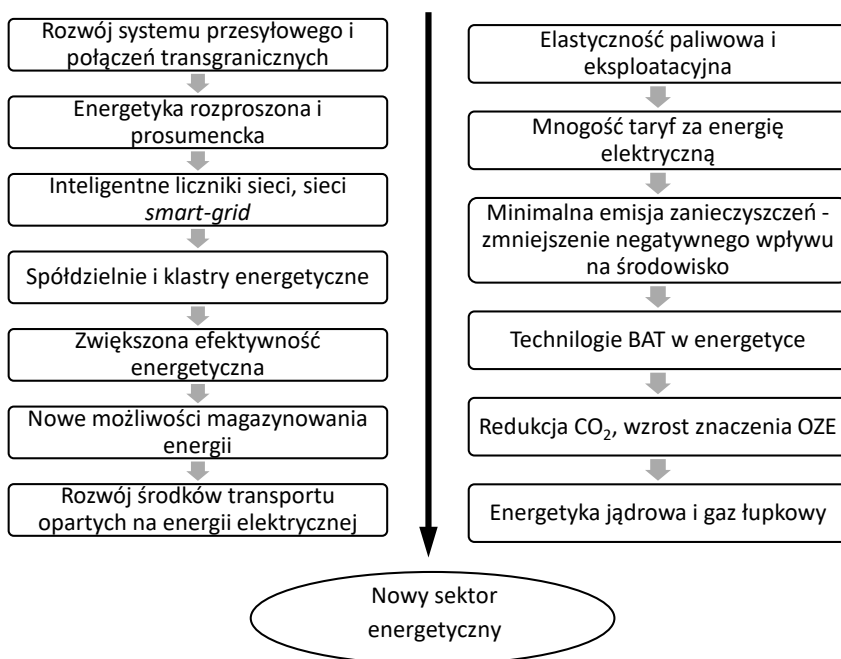
Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Ilość energii elektrycznej...].

INNOWACYJNOŚĆ I POLITYKA ENERGETYCZNA W PRZEMYSŁE

Polska energetyka w ostatnich latach znacząco przyspieszyła proces zmian mających na celu dostosowanie jej do zachodnioeuropejskich standardów. Sam model zmian odbywa się dwutorowo: na poziomie samych sieci elektroenergetycznych oraz rynku energii, co przedstawiono na rys. 8.

Do najbardziej perspektywicznych technologii w energetyce, które mogą stać się polską specjalnością, należą wszelakie technologie zarządzania popytem związane z sektorem IT. Zarządzanie popytem na energię (Demand Side Response – DSR) ukierunkowuje odbiorców energii w ekonomiczne rozwiązanie problemu szczytowego obciążenia sieci. Konsumenci przenoszą swoje zapotrzebowanie na energię poza okresy szczytu, co generuje tzw. jednostki negawatów energii, która nie jest używana w danym czasie. Proces ten powoduje korzystny dla gospodarki transfer środków od małych odbiorców do odbiorców dużych. Zarządzanie popytem skutkuje maksymalizacją potencjału istniejących elektrowni i pozwala uniknąć nowych inwestycji, prowadzi więc do oszczędności. Cały proces musi być kontrolowany i weryfikowany na bieżąco dzięki nowoczesnym technologiom informatycznym, które pozwalają przesyłać i analizować dane w sposób ciągły i automatyczny. Dodatkowo rozwój takiego rynku energii daje wielkie możliwości dla polskich firm, które mogą konkurować o klienta przez tworzenie ogromnej liczby rozwiązań na linii: cena energii–urządzenie. Najlepiej obrazuje to przykład zmywarki, która uruchomi proces zmywania tylko przy określonej niskiej cenie. Ta rewolucja na poziomie użytkowania najmniejszych urządzeń elektrycznych jest szansą na wprowadzenie innowacji dla ogromnej liczby firm w Polsce pro-

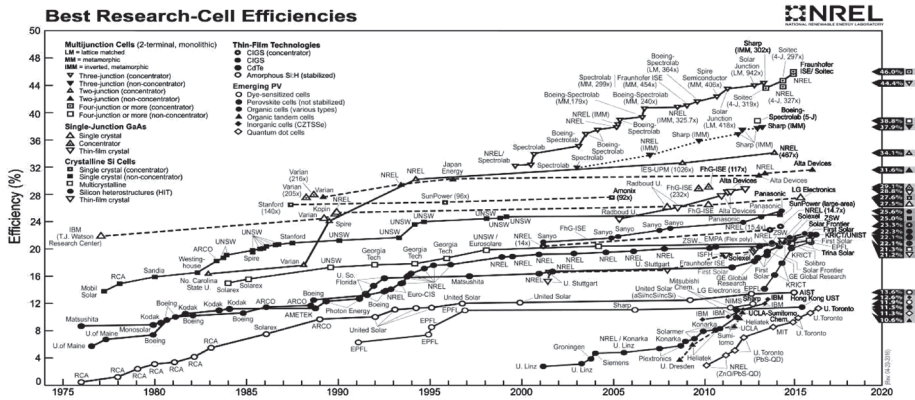
dukujących urządzenia elektryczne do codziennego użytku. Kolejną składową polskiego sektora energetycznego, która będzie musiała stać się bardziej innowacyjna, jest energetyka zawodowa. Zgodnie z dyrektywą UE Integrated Pollution Prevention and Control [Dyrektywa 96/61/WE, 1996] każda nowo powstała technologia wytwarzania energii elektrycznej, która została wdrożona, powinna spełniać wymóg BAT (Best Available Technology) – Najlepszej Dostępnej Techniki. Powoduje to, iż każdorazowa innowacja, która skutkuje zmniejszeniem wielkości emisji zanieczyszczeń, oddziałuje pośrednio na kolejne nowe inwestycje, które muszą spełnić wymóg BAT.



Rys. 8. Nowy model sektora energetycznego

Źródło: opracowanie własne na podstawie: [Kiciński].

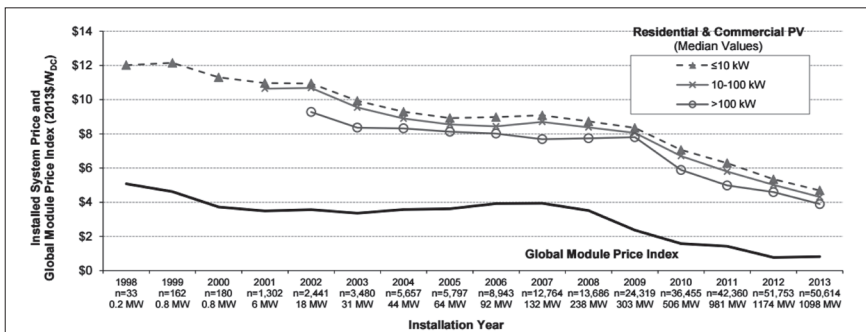
Kolejną kluczową technologią, która dzięki wszelakim innowacjom rozwija się bardzo szybko, jest sama technologia OZE. Sztandarowym przykładem tego rozwoju jest zwiększanie sprawności paneli fotowoltaicznych dzięki ciągłym pracom badawczym. Na podstawie rys. 9, można stwierdzić, że efektywność laboratoryjna ogniw fotowoltaicznych niezależnie od technologii zwiększa się bardzo szybko. Na najbardziej sprawna technologia ogniw monokrystalicznych tylko w latach 2000–2015 zwiększyła swoją maksymalną sprawność laboratoryjną z 34 do 45%. Niezależnie od technologii ogniw każda technologia zwiększyła swoją maksymalną sprawność laboratoryjną o kilkanaście procent na przestrzeni obecnego stulecia.



Rys. 9. Zmiany efektywność laboratoryjnej ogniw fotowoltaicznych od 1975 r.

Źródło: [www.nrel.gov/ncpv/index.html?print].

W przypadku ogniw fotowoltaicznych prace badawcze trwają cały czas. Przykładem innowacyjności w samej technologii produkcji paneli fotowoltaicznych jest technologia budowy ogniw z perowskitów. Są one świetnymi pochłaniaczami światła, a sprawność perowskitowych ogniw fotowoltaicznych stała się porównywalna ze sprawnością przemysłowych technologii fotowoltaicznych, jak np. Si, CdTe i CIGS. Największą innowacyjnością perowskitowych ogniw fotowoltaicznych jest możliwość nanoszenia ich na takie powierzchnie, jak szkło, beton czy stal. Dzięki elastyczności, przezroczystości i niskiej wadze wiele przedmiotów z naniesionymi powierzchniami perowskitowymi będzie mogło produkować odnawialną energię [Biskupski, Wilk, 2015]. Rozwijająca się technologia paneli fotowoltaicznych bardzo mocno skorelowana jest ze spadkiem cen za instalacje komercyjne, co przedstawiono na rys. 10.



Rys. 10. Mediana ceny komercyjnych systemów fotowoltaicznych w zależności od mocy znamionowej

Źródło: [Photovoltaic System Pricing Trends, Historical, Recent, and Near-Term Projections 2014 Edition].

INNOWACYJNOŚĆ NA POZIOMIE GMIN

Jednym z najważniejszych zadań stawianych przed sektorem energetycznym jest stworzenie inteligentnej sieci elektroenergetycznej, która w sposób efektywny ekonomicznie integruje zachowania i działania wszystkich przyłączonych do niej użytkowników – wytwórców, odbiorców i prowadzących obydwie te działalności – w celu zapewnienia funkcjonowania ekonomicznie efektywnego zrównoważonego systemu charakteryzującego się wysokim poziomem jakości energii elektrycznej oraz niskim poziomem strat, jednocześnie zapewniając pewność i bezpieczeństwo zasilania. Ta innowacyjność na rynku energii elektrycznej w Polsce zapoczątkuje transformację energetyczną na poziomie regionalnym. Dzięki inteligentnej, zintegrowanej generacji prosumentów zwiększy się zdolność bilansowania systemu elektroenergetycznego przy dużym udziale niespokojnej generacji OZE. Integracja z systemem elektroenergetycznym pojazdów elektrycznych oraz systemów ogrzewania i chłodzenia zwiększy poszanowanie dla energii. Inteligentne systemy magazynowania energii skutkować będą spadkami ich cen. Inteligentny rynek i klienci spowodują rozwój programów zarządzania popytem energii. Dzięki temu możliwe będzie powstanie spółdzielni energetycznych oraz klastrów energetycznych, które będą mogły w sposób innowacyjny konkurować na rynku energii, opierając swoją konkurencję na różnorodności form energii pierwotnej występującej na danym terenie.

Polskie przepisy regulujące działalność spółdzielni określają, iż członkami spółdzielni mogą być osoby fizyczne, a także osoby prawne, nie ma zatem przeszkód, aby spółdzielnię tworzyły również jednostki samorządowe, np. gminy. W polskich realiach spółdzielnię można zawiązać także w celu budowy i eksploatacji źródła OZE wytwarzającego energię przede wszystkim na potrzeby społeczności lokalnej. Instytucja spółdzielni energetycznej ma być instrumentem wspierającym energetykę prosumencką. Obecnie obowiązujące przepisy zakładają, iż spółdzielnię energetyczną mogą tworzyć przynajmniej trzy osoby, niezależnie od tego, czy są to osoby fizyczne, czy prawne. Poza formalnościami związanymi z zawiązaniem spółdzielni w celu rozpoczęcia działalności w zakresie wytwarzania lub obrotu energią konieczne jest również spełnienie wymogów przewidzianych dla przedsiębiorstw energetycznych. W Polsce w 2014 r. powstała pierwsza spółdzielnia energetyczna Nasza Energia. Jest to inicjatywa prywatno-samorządowa. Członkami-założycielami są dwie firmy prywatne oraz cztery sąsiadujące ze sobą gminy: Sitno, Skierbieszów, Komarów-Osada i Łabunie. Każdy członek spółdzielni posiada część własności w infrastrukturze i partycypuje w zyskach. Ze względu na lokalny potencjał, jaki dostrzegli członkowie spółdzielni Nasza Energia, postawiono na inwestycje w biogazownie rolnicze. Budowany jest kompleks elektrowni biogazowych połączonych ze sobą autonomiczną siecią [<http://nasza-energia.com/opis-projektu>].

Lokalne mikroklastry energetyczne (LME) to z kolei porozumienia podmiotów, które oferują usługi wytwarzania, dystrybucji, magazynowania i zaopatrzenia w energię i paliwa na obszarze lokalnym. Dzięki LME zwiększa się bezpieczeń-

stwo energetyczne całego kraju, a same LME zachowują opłacalności ekonomiczną, finansową dzięki kompleksowemu systemowi wsparcia. Mikroklastery energetyczne wykorzystują wszystkie dostępne źródła energii w zależności od zasobów energii na swoim terenie. Nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej, chłodu lub ciepła są magazynowane w magazynach BTS (*Build to Suit*). Magazyny BTS są projektowane i budowane według indywidualnych preferencji i na potrzeby dedykowanego odbiorcy. Podstawą funkcjonowania LME jest rozbudowany system BMS (*Building Management Systems*). Słowo „rozbudowany” jest kluczowe, gdyż system nie funkcjonuje na obszarze budynku, tylko na obszarze o wiele większym. System spełnia rolę zaawansowanego narzędzia, którego celem jest efektywne sterowanie instalacjami wchodzącymi w skład LME. Głównym zadaniem systemu jest minimalizacja kosztów przy jednoczesnym zwiększeniu funkcjonalności i bezpieczeństwa energetycznego. Aby było to możliwe, system monitoruje lokalne sieci, estymuje możliwe zapotrzebowanie na energię oraz tworzy algorytmy zarządzania systemem. System ten nazywany jest też często Mikro Smart Gridem. Przykładem LME jest Przywidzki Gminny Mini Klaster Energetyczny [<http://www.przywidz.pl/aktualnosci/2199-przywidzki-gminny-mini-klaster-energetyczny>]. Porozumienie z 5 maja 2016 r. o przystąpieniu do mikroklastra w Przywidzu podpisały:

- gmina Przywidz,
- Pomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego,
- Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Gdańsku,
- oddział regionalny ogólnokrajowego banku z Gdańska,
- Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk jako patronat honorowy,

Do współpracy w ramach działalności klastra zgłosiły się przedsiębiorstwa:

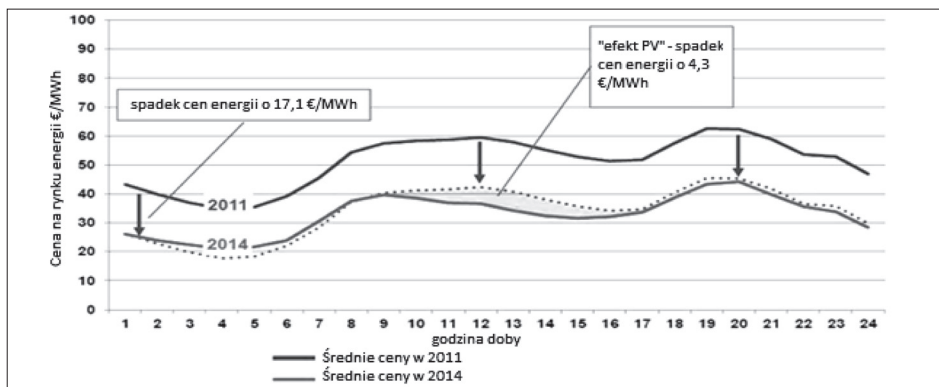
- produkujące pionowe turbiny wiatrowe,
- produkujące kontenerowe mikrobiogazowie,
- instalujące panele fotowoltaiczne,
- projektujące i produkujące agregaty kogeneracyjne,
- produkujące systemy zarządzania energią.

Energia wytworzona w wybudowanych z inicjatywy klastra energia urządzeniach wykorzystywana będzie przez obiekty samorządowe i mieszkańców z terenu gminy w lokalnej sieci. Dodatkowym elementem działalności klastra będzie umożliwienie jednostkom naukowo-badawczym prowadzenia badań nad doskonaleniem wytwarzania oraz wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych.

EFEKTY ZASTOSOWANIA INNOWACYJNYCH TECHNOLOGII

Do najkorzystniejszych efektów ekonomicznych zastosowania innowacyjnych technologii w energetyce z uwzględnieniem OZE należy przede wszystkim spadek cen energii. Szandarowym przykładem takiego efektu są Niemcy. Docelowo planują one do 2050 r. produkować 80% swojej energii elektrycznej z OZE.

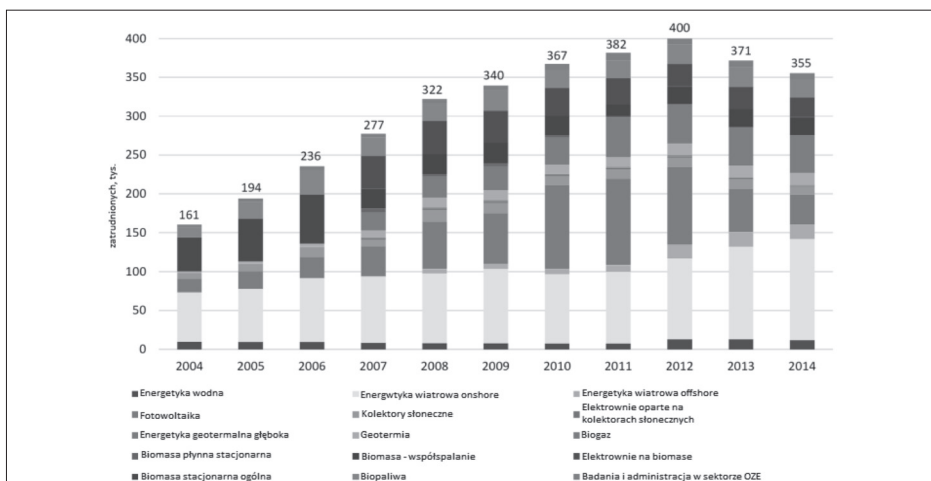
Tylko porównując 2011 z 2014 r., ceny energii w Niemczech spadły o 17,1 euro/MWh (rys. 11). Obserwuje się także tzw. efekt PV, czyli spadek ceny energii o dodatkowe 4,3 euro/MWh widoczny w godzinach od 9.00 do 16.00. Powodem takiego stanu rzeczy jest stała produkcja energii przez panele fotowoltaiczne.



Rys. 11. Wpływ OZE na średnią cenę na giełdzie energii w Niemczech w 2011 i 2014 r.

Źródło: [Recent Facts about Photovoltaics in Germany].

Kolejnym bardzo ważnym efektem rozwoju OZE jest zwiększenie zatrudnienia w sektorze. Jeszcze raz wracając do przykładu Niemiec (rys. 12), zatrudnienie w sektorze OZE w latach 2004–2014 wzrosło ze 160 tys. pracowników do 355 tys. pracowników. Takie technologie, jak energetyka wiatrowa czy fotowoltaika, znacząco wpływają na strukturę zatrudnienia w Niemczech.



Rys. 12. Zatrudnienie w sektorze OZE w Niemczech

Źródło: [Recent Facts about Photovoltaics in Germany].

Podstawowym efektem produkcji energii elektrycznej z OZE jest polepszenie się stanu środowiska. OZE wprowadzają wiele aspektów środowiskowych zarówno w ujęciu lokalnym, jak i regionalnym. Korzystny wpływ stosowania OZE można rozpatrywać w takich aspektach, jak: ciągły zrównoważony rozwój, ochrona i poszanowanie środowiska naturalnego oraz wykorzystywanie ciągłego i niewyczerpalnego źródła energii, która pozyskiwana jest w sposób technologicznie najmniej inwazyjny dla środowiska.

PODSUMOWANIE

Jak przedstawiono w niniejszym artykule, rozwój rozproszonej energetyki odnawialnej jest szansą wzrostu innowacyjności gospodarki. Wprowadzenie OZE do systemu elektroenergetycznego samo w sobie wymusza zastosowanie innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie zarządzania i sterowania siecią. Stały postęp technologiczny połączony ze spadkiem cen dostępnych rozwiązań w dziedzinie OZE także sprawia, że rozpowszechniają coraz to nowe rozwiązania sprzętowe. Dodatkowo wprowadzane innowacje przyczyniają się do wzrostu sprawności urządzeń wytwórczych, a tym samym do spadku cen energii, czyniąc w ten sposób energetykę odnawialną atrakcyjną alternatywą dla konwencjonalnych źródeł energii nie tylko w aspekcie ekologicznym, ale też ekonomicznym.

BIBLIOGRAFIA

- Biskupski J., Wilk B., 2015, *Biodegradable Perovskites Cells and Their Impact on the Environment*, „Archiwum Gospodarki Odpadami i Ochrony Środowiska”, vol. 17, issue 2.
- Electricity Production and Supply Statistics, http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_production_and_supply_statistics (25.05.2016).
- EU Energy in Figures 2015, [ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/ Pocket-Book_ENERGY_2015%20PDF%20final.pdf](http://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/Pocket_Book_ENERGY_2015%20PDF%20final.pdf) (25.05.2016).
- <http://nasza-energia.com/opis-projektu> (25.05.2016).
- <http://www.nrel.gov/ncpv/index.html?print> (25.05.2016).
- <http://www.przywidz.pl/aktualnosci/2199-przywidzki-gminny-mini-klaster-energetyczny> (25.05.2016).
- Ilość energii elektrycznej wytworzonej z OZE w latach 2005–2016 potwierdzonej wydanymi świadectwami pochodzenia, <http://www.ure.gov.pl/pl/rynki-energii/energia-elektryczna/odnawialne-zrodla-ener/potencjal-krajowy-oze/5755,Ilosc-energii-elektrycznej-wytworzonej-z-OZE-w-latach-2005-2016-potwierdzonej-wy.html> (25.05.2016).
- Integrated Pollution Prevention and Control*, Dyrektywa UE nr 96/61/WE z 24.09.1996.
- Kiciński J., *Gmina, miejsce wdrożeń nowych ekologicznych technologii energetycznych. Gminne Miniklastry Energetyczne, Jabłonna 2016*, materiały niepublikowane.

- Kiciński M., 2013, *Wiedźmin, czyli historia polskiego sukcesu*, „Instytut Idei”, nr 3.
- Miesięczne raporty z funkcjonowania Krajowego Systemu Elektroenergetycznego i Rynku Bilansującego (Dane operatywne), http://www.pse.pl/index.php?modul=8&id_rap=212 (25.05.2016).
- Oslo M., 2005, *Manual Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data – third edition*, OECD & Eurostat, <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/5889925/OSLO-EN.PDF> (25.05.2013).
- Photovoltaic System Pricing Trends, Historical, Recent, and Near-Term Projections 2014 Edition, SunShot U.S. Department of Energy, NREL/PR-6A20-62558.
- Recent Facts about Photovoltaics in Germany, Fraunhofer ISE, April 22, 2016.
- Soliński B., 2014, *Hybrydowy, wiatrowo-słoneczny system wytwarzania energii elektrycznej*, Agencja Reklamowa TOP – Drukarnia Cyfrowa, Kraków.

Streszczenie

Niniejszy artykuł przedstawia rozproszoną energetykę odnawialną jako szansę na innowacyjny rozwój polskiej gospodarki. Zawiera on przegląd możliwości wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań nie tylko w dziedzinie energetyki, ale także w innych gałęziach przemysłu. Nieustanny rozwój technologiczny wymusza na nas wprowadzanie coraz to nowych rozwiązań, a OZE jako dość kapryśne źródło zasilania stwarzają konieczność wykorzystania rozwiązań dotąd niestosowanych w dziedzinie zarządzania siecią elektroenergetyczną. Dodatkowo inwestowanie w OZE napędza rozwój branży produkującej urządzenia wytwórcze, takie jak turbiny wiatrowe, moduły fotowoltaiczne, kolektory słoneczne czy pompy ciepła. To z kolei przekłada się na szybszy rozwój technologii konwersji energii odnawialnej na ciepło i prąd. Rosnące zapotrzebowanie na energię wymusza badania nad wzrostem efektywności urządzeń wytwórczych oraz dążenie do minimalizacji kosztów wytwarzania energii. Ponadto rozwiązania zastosowane w systemach energetyki rozproszonej stwarzają możliwość wprowadzenia różnego rodzaju nowinek technologicznych związanych z użytkowaniem urządzeń elektronicznych w naszych gospodarstwach domowych. Wszystkie te czynniki są motorem innowacyjnej gospodarki.

Słowa kluczowe: energetyka rozproszona, innowacyjność, OZE, rynek energii, prosument, rozwój regionalny

Development of dispersed renewable energy opportunity for growth innovation economy

Summary

This article presents a distributed renewable energy as a chance for the innovative development of the Polish economy. It contains a review of the possibilities of introducing innovative solutions not only in the energy sector but also in other industries. Continuous technological development forces us to introduce more and more new solutions, and renewable energy as a rather capricious power source, necessitates the use of solutions has not used in the management of electricity network before. In addition, investing in renewable energy is driving the development of the industry producing generation equipment such as wind turbines, photovoltaic modules, solar collectors and heat pumps. This in turn translates into faster development of technology to convert renewable energy

into heat and electricity. The growing demand for energy research forces increase the efficiency of power generation equipment and the desire to minimize the cost of producing energy. Furthermore, solutions used in distributed energy systems make it possible to introduce all sorts of technological innovations related to the use of electronic devices in our households. All these factors are the engine of innovation economy.

Keywords: dispersed energy, innovation, renewable energy, energy market, prosumer, regional development

JEL: O00, Q28, Q55, K32, P18, Q42