

Mgr Tomasz Żołyński

Katedra Ekonomii Ekologicznej
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

Rozwój i modernizacja sektora energetycznego poprzez inwestycje w energetykę rozproszoną

WPROWADZENIE

W ostatnich latach można zaobserwować globalny trend odchodzenia od rozwiązań energetyki wielkoskalowej na rzecz energetyki rozproszonej (mikroenergetyki), opartej przede wszystkim na źródłach odnawialnych. Jest to wynikiem coraz silniejszej potrzeby bezpieczeństwa energetycznego, ograniczania zanieczyszczania środowiska naturalnego oraz poprawy efektywności energetycznej. Znaczenie inwestowania w energetykę rozproszoną inspiruje do prowadzenia wszechstronnych badań w tym zakresie. Polska energetyka wymaga wielomiliardowych inwestycji w infrastrukturę, gdyż większość aktywów, które posiadają spółki energetyczne są za stare, by dalej funkcjonować w obecnym stanie technicznym. Zatem stoimy u progu podjęcia decyzji, w jakim kierunku podoży w Polsce sektor energetyczny.

Celem artykułu jest dokonanie analizy porównawczej mikroenergetyki oraz energetyki wielkoskalowej, a także kosztów i korzyści zastosowań generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii, w rozumieniu mikrogeneracji, z pominięciem biomasy. Jest to istotne ze względu na szybko postępujący rozwój sektora w Polsce. Innowacje technologiczne oznaczają coraz to lepsze parametry urządzeń stosowanych w mikrogeneracjach. W pierwszej części artykułu zostanie dokonana próba zdefiniowania mikroenergetyki. Zostaną omówione aktualnie dostępne technologie generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii. Następnie zostanie dokonana ich ocena w aspekcie ekonomicznym i ekologicznym. Na tym tle będą przedstawione możliwości osiągnięcia przez Polskę zobowiązań wynikających z tzw. pakietu klimatyczno-energetycznego „3x20”¹.

DEFINICJA

Pojęcie generacji rozproszonej (mikroenergetyki) nie jest nowe, jednak wciąż brak jest usystematyzowanej definicji, która pozwoliłaby w sposób jedno-

¹ *Pakiet klimatyczno-energetyczny*, Komisja Europejska, [COM/2008/30/końcowy], 2008.

znaczny dokonać klasyfikacji jednostek wytwórczych do niej zaliczanych. Jedną z najczęściej wykorzystywanych definicji pochodzi z raportu Grupy Roboczej 37–27 CIGRE [Przybosz, 2001, s. 248], która mówi, że do źródeł rozproszonego wytwarzania energii można zaliczyć źródła rozmieszczone niezależnie od centralnego planowania i jednocześnie o mocach w przedziale 50–100 MW. Jednak nie jest to ogólnie obowiązująca zasada, dla porównania graniczna moc źródeł rozproszonych w Wielkiej Brytanii ustalona została na poziomie 100 MW, w Stanach Zjednoczonych 50 MW, w Nowej Zelandii 5 MW, w Szwecji 1,5 MW [Określenie warunków powstawania..., 2000, s. 20]. Nie zostało to także bezpośrednio określone w *ustawie Prawo energetyczne*². Ustawa ta wprowadza jedynie wartość 5 MW, jako mocy źródła, które nie wymaga uzyskania koncesji, w przypadku źródeł niezaliczanych do odnawialnych źródeł energii, oraz w przypadku odnawialnych źródeł energii, jako jednostek zwolnionych z opłat koncesyjnych. Jednak nie do końca możemy uważać wartość 5 MW, jako graniczną moc dedykowaną generacji rozproszonej. Bardziej szczegółowy podział generacji rozproszonej zaproponowano w pracy *Generacja rozproszona a rynek energii* [Jurczyk, 2005, s. 38] na: mikrogenerację (1 W–5 kW), małą generację (5 kW–5 MW), średnią generację (5 MW–50 MW) oraz dużą generację (50 MW–150 MW). Aby wprowadzić usystematyzowanie na potrzeby niniejszej publikacji w dalszej części artykułu podział ten będzie obowiązujący. W związku z dużą różnicą w mocach wytwórczych można stwierdzić, że podział ten umożliwia właściwą klasyfikację pozwalającą na dalszą rozprawę na temat rozwiązań dedykowanych szczególnie dla odbiorców ostatecznych.

GENERACJA ROZPROSZONA – TECHNOLOGIA

Dzięki stosunkowo niskim barierom wejścia na rynek mikroenergetyki w porównaniu do energetyki wielkoskalowej obserwujemy dynamiczny rozwój rynku. Oprócz USA i UE wykorzystują to Chiny i Indie. Kraje azjatyckie specjalizują się w produkcji mikrowiatraków oraz ogniw fotowoltaicznych. Wykorzystanie na większą skalę energii odnawialnej sprawia, że urządzenia wykorzystywane do jej produkcji osiągają coraz wyższą sprawność oraz zmniejszają się jej koszty wytworzenia. Ma to także bezpośrednie przełożenie na szybszy rozwój generacji rozproszonej. W Polsce rynek jest w początkowej fazie wzrostu. Największy wpływ na decyzje inwestycyjne uwzględniające mikroenergetykę ma aspekt preferencyjnego finansowania oraz decyzyjny czynnik ludzki. Do najczęściej w Polsce stosowanych odnawialnych źródeł wytwarzania energii określanych mianem generacji rozproszonej należą: kolektory słoneczne, pompy ciepła, mikrowiatraki oraz ogniwa fotowoltaiczne.

Kolektory słoneczne są najbardziej rozpowszechnionym źródłem wytwarzania energii cieplnej ze źródeł odnawialnych w generacji rozproszonej. W roku 2009

² Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. – *Prawo energetyczne* (DzU 1997 nr 54 poz. 348 z późn. zm).

w Polsce zainstalowano 144 184 m² kolektorów słonecznych [The potential..., 2010, s. 10]. W ujęciu całościowym w Polsce na 1000 mieszkańców przypada 13,5 m² kolektorów słonecznych. Zajmujemy 9. miejsce wśród krajów Unii Europejskiej co do powierzchni wytwarzającej ciepło. W 2010 oraz najbliższych latach liczba instalowanych kolektorów ulegnie zwiększeniu m.in. ze względu na preferencyjne finansowanie z NFOŚiGW. Zgodnie z certyfikatem Solar Keymark, wydawanym przez European Solar Thermal Industry Federation, najbardziej wydajnym kolektorem słonecznym na świecie jest WATT 4000SU produkcji polskiej. Kolektor WATT 4000SU składa się z absorbera VIP, czyli z wysokoselektywnej powłoki ETA PLUS niemieckiej firmy BLUETEC, dziesięciu rurek odbierających ciepło z kolektora, powiększonej powierzchni styku absorbera i rurek miedzianych. WATT 4000SU jest ulepszoną wersją WATT 3000SU. Kolektory te posiadają grubszą wełnę mineralną ze specjalną powłoką aluminiową jeszcze lepiej niwelującą straty ciepła oraz antyrefleksyjną szybę CENTROSOLAR o zwiększonej przenikalności promieni słonecznych. Kolektor WATT 4000SU uzyskał współczynnik efektywności 84,5%.

Pompy ciepła są kolejnym urządzeniem stosowanym w mikroenergetyce. Wykorzystują niskotemperaturową energię składowaną w postaci ciepła pod powierzchnią ziemi, w powietrzu lub w wodach powierzchniowych do celów grzewczych. W 2009 roku w Polsce zainstalowano około 9000 pomp ciepła [Grochal, Mania, 2010].

Mikrowiatraki są to urządzenia zamieniające energię kinetyczną wiatru na pracę mechaniczną w postaci ruchu obrotowego wirnika o mocy 1–20 kW. Nie zostały przeprowadzone badania statystyczne pozwalające określić liczbę zainstalowanych mikrowiatraków w Polsce. W tej dziedzinie jest najwięcej innowacji. W tradycyjnej formie, posiadając wirnik i przymocowane do niego trzy łopaty, mikrowiatrak jest mało atrakcyjny architektonicznie. Prowadzone są prace w celu zwiększania sprawności wirników i obniżenia poziomu hałasu oraz opracowania nowych kształtów, które pozwolą na wpasowanie w projekt budynku w sposób estetyczny. Nowa generacja mikrowiatraków będzie mogła być instalowana na dachach budynków oraz przed obiektami jako element architektoniczny.

Ogniwa fotowoltaiczne są najbardziej dynamicznie rozwijającą się technologią pozyskiwania energii elektrycznej z energii słonecznej. Przyszłością fotowoltaiki są systemy rozproszone. 6 m² powierzchni ogniw fotowoltaicznych pozwala na uzyskanie 1 kW mocy energii elektrycznej (przy obecnej sprawności 17–18% modułów fotowoltaicznych z monokrystalicznego krzemu). Sprawność teoretyczna sięga 45%. W roku 2009 w Niemczech było już około 0,5 mln takich małych systemów jednodomowych po kilka kilowatów. Ale, aby tak się stało również w Polsce, potrzeba zachęty i rządowego systemu wsparcia dla budowy instalacji pozyskujących energię słoneczną. Instalacja ogniw fotowoltaicznych powinna otrzymywać takie samo wsparcie jak w przypadku kolektorów słonecznych (dofinansowanie w wysokości 45% kosztów inwestycji). W chwili obecnej jest brak preferencyjnego finansowania dla rozwiązań mikroenergetyki.

Tabela 1 przedstawia dynamikę rozwoju rynku kolektorów słonecznych oraz pomp ciepła w ostatnim roku. Tendencja ta od wielu lat jest rosnąca. Brak danych odnośnie do pozostałych urządzeń jest wynikiem wiaź niewielkiej skali rynku oraz braku uregulowań prawnych, zobowiązujących do prowadzenia ich ewidencji. Planuje się wprowadzenie obowiązku certyfikowania urządzeń mikrogeneracji wytwarzających energię ze źródeł odnawialnych, co umożliwi włączenie ich do bilansów krajowych oraz zapewni wartościowe informacje lokalnym wytwórcom energii.

Tabela 1. Rynek mikroenergetyki w Polsce

Lp.	Technologia	2009 rok	Prognoza 2010 rok	Zmiana
1	Kolektor słoneczny	144 482 [m ²]	200 000 [m ²]	72%
2	Pompa ciepła	9000 [szt.]	10 000 [szt.]	11%
3	Mikrowiatrak	Bd.	Bd.	–
4	Ogniw fotowoltaiczne	Bd.	Bd.	–

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Grochal, Mania, 2010].

OCENA STOSOWANYCH ROZWIĄZAŃ W GENERACJI ROZPROSZONEJ

Zaspokajanie potrzeb energetycznych poprzez zastosowanie energetyki rozproszonej powoduje konieczność zmian w sektorze elektroenergetycznym. Skutkuje to licznymi korzyściami dla przedsiębiorstw energetycznych oraz ostatecznych odbiorców energii. Umieszczenie źródła wytwarzania energii w pobliżu miejsca odbioru niemal całkowicie eliminuje koszty związane z przesyłem energii, które przy tradycyjnym zakupie stanowią nawet 30% całkowitej ceny. Ogranicza to także straty wywołane przesyłem, co zwiększa sprawność wytwarzania energii. Źródła generacji rozproszonej nie wywołują konieczności rozbudowy sieci przesyłowej ani dystrybucyjnej. Ich budowa jest bardzo kosztowna, a niejednokrotnie niemożliwa ze względu na miejscowe przepisy determinujące planowanie przestrzenne. Generacja rozproszona pozwala także zredukować obciążenie sieci. Jednym z najważniejszych zastosowań energetyki rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii jest zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego oraz ekologicznego. Dużym problemem jest uzależnienie od importu surowców energetycznych, szczególnie ropy naftowej i gazu z krajów spoza UE. Dywersyfikacja i rozproszenie źródeł sprawia, że wyeliminowane zostaje prawdopodobieństwo wystąpienia braku dostaw energii. Dostarczana energia jest także odpowiedniej jakości. Szczególne znaczenie ma to dla przedsiębiorstw.

Podstawowym ograniczeniem rozwoju mikroenergetyki jest znacznie wyższy koszt kWh w porównaniu do energetyki wielkoskalowej. Jest to spowodowane przede wszystkim niewliczeniem, w przypadku dużej energetyki, do rachunku eko-

onomicznego kosztów zewnętrznych, szczególnie środowiskowych i zdrowotnych. Stosując mikrogenerację unika się kosztów przesyłowych oraz kosztu uprawnień do emisji CO₂, co w sumie stanowi około 50% kosztu energii u odbiorcy końcowego.

Kolejnym czynnikiem ograniczającym inwestycje w energetykę rozproszoną opartą na źródłach odnawialnych jest brak badań i zaleceń pozwalających w sposób optymalny dostosowywać źródła energii do zapotrzebowań. Nie każdy sposób wytwarzania energii daje możliwość uzyskania jej w szczycie zapotrzebowania. Wymaga to współpracy przedsiębiorstw energetycznych oraz odbiorców końcowych. Pierwszym dużym przedsiębiorstwem energetycznym w Polsce, które wychodzi naprzeciw rozwojowi mikroenergetyki jest gdańska spółka Smarteco, będąca częścią grupy Energa – jedna z czterech największych spółek energetycznych w branży energetycznej. Smarteco wdraża rozwiązania nowoczesnej energetyki mikrogeneracyjnej u odbiorców końcowych. Przed procesem instalacyjnym odbywa się audyt energetyczny, dokładnie określający możliwości zwiększenia efektywności energetycznej oraz zmiany źródeł wytwarzania energii, ze szczególnym uwzględnieniem mikroenergetyki. Jest to przykład wart naśladowania i powielania. Na obecnym etapie rozwoju technologicznego nie ma już barier w sferach technicznej i logistycznej.

W tabeli 2 przedstawiono niektóre cechy najczęściej stosowanych w Polsce odnawialnych źródeł wytwarzania energii określanymi mianem generacji rozproszonej oraz ich szacunkowe koszty pełnej instalacji przy obecnie dostępnej technologii.

Tabela 2. Rodzaje technologii generacji rozproszonej

Lp.	Technologia	Szacunkowy koszt pełnej instalacji [PLN/kW]	Emisja CO ₂ kg/kWh (niebezpośrednio)	Emisja NO _x kg/kWh (niebezpośrednio)
1	Kolektor słoneczny	2000–4000	Bd.	Bd.
2	Pompa ciepła	4000–8000	10	0
3	Mikrowiatrak	10 000–15 000	4,5m/s 19–34 5,5m/s 13–22 6,5m/s 10–17	4,5m/s 0,026–0,043 5,5m/s 0,018–0,027 6,5m/s 0,014–0,022
4	Ogniwo fotowoltaiczne	12 000–28 000	200–250	0,160–0,340

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Paska, 2002, s. 18] oraz [Popczyk, 2010, s. 40].

Na podstawie tabeli 2 można zaobserwować, że przy obecnie stosowanej technologii kolektory słoneczne wymagają najniższych nakładów inwestycyjnych w przeliczeniu na PLN/kW. Szacuje się, że w 2010 roku w Polsce zostanie zainstalowanych około 200 000 m² kolektorów słonecznych. Jest to wzrost o 72% w porównaniu do roku 2009. Jest to wynikiem skutecznych kampanii promujących kolektory słoneczne oraz programu dofinansowywania tej technologii

z funduszy NFOŚiGW w wysokości 45% nakładów inwestycyjnych. Obecnie kolektory słoneczne są jedynym źródłem energii odnawialnej w skali mikrogeneracji dofinansowywanym w formie dotacji. Pompy ciepła wymagają większych nakładów inwestycyjnych i znacząco możliwość ich wykorzystania determinują miejscowe warunki środowiskowe. W Polskich przepisach pompa ciepła wciąż nie jest jednoznacznie uważana za odnawialne źródło energii. Jednocześnie określa to Dyrektywa 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, nie pozostawiając wątpliwości, że pompa ciepła jest źródłem odnawialnym. Kolejne źródło energii odnawialnej: mikrowiatraki, nie należą w chwili obecnej do popularnych technologii w Polsce. Działania inwestorów skierowane są na budowanie dużych farm wiatrowych. Takie inwestycje nie są zaliczane do generacji rozproszonej. Największa perspektywa wzrostu jest przed technologią ogniw fotowoltaicznych.

PROGNOZA ROZWOJU MIKROENERGETYKI

Osiągnięcie celów pakietu klimatyczno-energetycznego, który Komisja Europejska ogłosiła 23 stycznia 2008 r. jest możliwe po części w sposób, jaki prezentuje tabela 3. Polska zobowiązała się, że do 2020 roku zredukuje emisję gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do 1990 roku, zwiększy udział energii ze źródeł odnawialnych do 15% w bilansie energetycznym oraz zmniejszy zużycie energii o 20% w porównaniu z prognozami na ten rok. W założeniach w tabeli 3 przyjęto, że technologie te będą zastępować energię elektryczną z elektrowni kondensacyjnych o największej emisyjności oraz ciepła produkowanego w kotłowniach węglowych o najmniejszej sprawności. Założenia dotyczące udziałów poszczególnych technologii w charakterystycznych dla nich rynkach przyjęto bardzo ostrożnie. Zostało to przedstawione, aby zademonstrować skalę możliwości mikroenergetyki. Na tej podstawie można także zaobserwować, że wdrażając rozwiązania energetyki odnawialnej jednocześnie ograniczamy zużycie CO₂.

Tabela 3. Potencjalne rynki podażowe rzeczywistej energii odnawialnej w mikroenergetyce w 2020 r. (bez pompy ciepła)

Lp.	Technologia (potencjalny rynek)	Energia elektryczna [TWh/rok]	Ciepło [TWh/rok]	Redukcja emisji [CO ₂ mln t/rok]	Redukcja paliw kopalnych [TWh/rok]
1	Kolektory słoneczne (20%)	–	20	9	30
2	Mikrowiatraki (15%)	6	–	6	18
3	Fotowoltaika (10%)	1	–	1	3
	Udział w rynkach odniesienia		4,4 %	6,2 %	6,3 %

Po zsumowaniu ilość energii generowanej przez te technologie w mikroenergetyce w 2020 roku może wynieść 21 TWh/rok. Redukcja emisji CO₂ może być na poziomie 16 milionów t/rok. Jest to wynik skłaniający do rozwoju mikrogeneracji.

PODSUMOWANIE

Biorąc pod uwagę dostępne zasoby energii słonecznej, wiatru, wody oraz geotermii widać, że istnieją w Polsce ogromne możliwości korzystnego przekształcenia struktury zużycia nośników energii, w kierunku odejścia od monokultury węgla. Stosując rozwiązania mikroenergetyki przekształcenia te nie będą wymagały jednorazowych dużych nakładów inwestycyjnych. Dzięki temu Polska ma szansę uelastycznienia systemu zaopatrzenia energetycznego kraju. Aby odbyło się to także z ekonomiczną korzyścią dla konsumentów, a przede wszystkim przedsiębiorstw, należy włączyć ekologiczne koszty zewnętrzne w ceny energii.

Rozwój mikrogeneracji determinuje nowe podejście do zaspokajania potrzeb energetycznych. Korzyści płynące z jego rozwoju to przede wszystkim:

- brak konieczności przesyłu energii,
- dodatkowe źródło energii poprawiające niezawodność pracy systemu elektroenergetycznego,
- wzrost bezpieczeństwa energetycznego i ekologicznego,
- kreowanie nowych miejsc pracy,
- wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.

Mając na uwadze przerwy w dostawie energii elektrycznej, jakie miały miejsce w Polsce w zimie na przełomie roku 2009/2010, możliwość zapewnienia dodatkowych źródeł energii niewymagających przesyłu nabiera szczególnego znaczenia. Pozwala to uniknąć bardzo wysokich kosztów ekonomicznych.

Zaleca się, aby odbiorcy końcowi, szczególnie przedsiębiorstwa, rozpoczęli proces przemian źródeł zaspokajania potrzeb energetycznych poprzez zlecenie wykonania audytu energetycznego. Jest to podstawą do podejmowania decyzji dotyczących inwestycji w mikrogenerację w chwili obecnej lub w przyszłości, gdy zmieni się otoczenie generacji rozproszonej.

W najbliższych latach będzie ulegało zmianie przede wszystkim otoczenie polityczno-prawne. Jest to spowodowane ukierunkowaniem polityki Unii Europejskiej w kierunku szeroko pojętego zrównoważonego rozwoju, który uwzględni koszty środowiskowe i poprawę bezpieczeństwa krajów UE oraz jest sposobem na wyjście z globalnego kryzysu. Obecnie obowiązującym dokumentem strategicznym jest pakiet klimatyczno-energetyczny.

Po uwzględnieniu kosztów środowiskowych i zdrowotnych inwestycje w mikroenergetykę staną się w pełni uzasadnione. Przedstawiona perspektywa rozwoju tego rynku oraz możliwe do osiągnięcia cele potwierdzają zasadność podejmowanych działań.

LITERATURA

- Grochal B., Mania T., 2010, *Rynek pomp ciepła w Polsce*, Międzynarodowe Targi Instalacyjne, 06.2010.
- Janiczek R., Przygodzki M., 2006, *Rozproszone źródła energii w systemie elektroenergetycznym*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- Jurczyk M., 2005, *Generacja rozproszona a rynek energii*, „Rynek energii”, nr 3.
- Pakiet klimatyczno-energetyczny*, 2008, Komisja Europejska [COM/2008/30/końcowy], Bruksela.
- Paska J., 2002, *Generacja rozproszona*, „Elektroenergetyka”, nr 4.
- Pepermans G., Driesen J., Haeseldonckx D., D'haeseleer W., Belmans R., 2003, *Distributed generation: definition, benefits and issues*, K.U.Leuven – Energy Institute, 08.2003.
- Popczyk J. (red.), 2000, *Określenie warunków powstawania i zasad funkcjonowania przedsiębiorstw multiinfrastrukturalnych, zwłaszcza multienergetycznych w gminach*, praca wykonana na zlecenie MG przez Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Partner RE Sp. z o.o., Warszawa, 11.2000.
- Popczyk J., 2010, *Energetyka rozproszona*, Fundacja OAK Warszawa.
- Przybosz J., 2001, *Energetyka rozproszona – światowe tendencje i krajowe realia*, „Energetyka”, nr 5.
- Werner Weiss, 2010, *The potential of solar thermal In Europe*, European Solar Thermal Industry Federation, 07.2010.

Streszczenie

W artykule zostały przedstawione możliwości modernizacji sektora energetycznego przy zastosowaniu tzw. energetyki rozproszonej. Celem artykułu jest próba szerszego spojrzenia na sposoby zaspokajania potrzeb energetycznych, ze szczególnym uwzględnieniem kosztów i korzyści wynikających z zastosowania energetyki rozproszonej opartej na źródłach odnawialnych. Podjęto także próbę zdefiniowania generacji rozproszonej. Przedstawiono najczęściej stosowane technologie wytwarzania energii na małą skalę. Artykuł wykazuje, że inwestycje w energetykę rozproszoną stanowią słuszny kierunek rozwoju przedsiębiorstw energetycznych zarówno ze względów ekonomicznych, jak i społecznych.

**Development and Modernization of Energy Sector
through Investment in Distributed Energy***Summary*

The article presents the possibility of modernizing the energy sector using the concept of distributed energy. The article attempts a broader look at ways of meeting energy needs, with particular emphasis on the costs and benefits of distributed energy from renewable sources. Some problems with the implementation of the solutions has been presented. Article presents also the most commonly used technologies to produce energy on a small scale. Article shows that investments in distributed energy are right direction for the development of energy enterprises.