



Tadeusz SKOCZKOWSKI*, Sławomir BIELECKI**

Problemy rozwoju rozproszonych zasobów energetycznych

STRESZCZENIE: Wybrany przez Unię Europejską kierunek polityki energetycznej, powiązanej z polityką klimatyczną i społeczną, powoduje stopniowe odchodzenie od modelu scentralizowanej energetyki opartej na wielkoskalowych źródłach wytwórczych. Nastąpi przeorientowanie sektora na zasoby energetyczne o charakterze rozproszonym, obejmujące źródła rozproszone, technologie magazynowania energii, programy reakcji strony popytowej (DSR, *demand side response*) oraz efektywność energetyczną. Niniejszy artykuł przedstawia zagadnienia dotyczące rozwoju rozproszonych zasobów energetycznych, omawia obowiązujące wspólnotowe akty prawne oraz przyjęte w Polsce dokumenty rządowe. Pojęcie rozproszonych zasobów energetycznych jest różnie definiowane, na co zwrócono uwagę w niniejszym artykule; ponadto, opierając się na dokumentach międzynarodowych organizacji branżowych i politycznych, wyliczono i wyjaśniono pojęcia powiązane ze wspomnianym określeniem. Przedstawiono zakres dyrektyw unijnych, odnoszących się do energetyki rozproszonej oraz przeanalizowano dokumenty krajowe, poruszające zagadnienie rozwoju źródeł rozproszonych w kontekście strategii planowania polityki energetycznej państwa. Przedstawiono oraz uporządkowano kwestie związane z definicją zasobów rozproszonych. Opisano też korzyści i zagrożenia, jakie są związane z rozwojem generacji rozproszonej. Przeanalizowano kwestie związane z potencjałem, jaki tkwi w generacji rozproszonej, m.in. odnośnie poprawy bezpieczeństwa energetycznego, rozwoju rynku oraz technologii energetycznych i komunikacyjnych. Zidentyfikowano czynniki wpływające na rozwój energetyki rozproszonej ze strony potencjalnego inwestora oraz prosumenta. Zwrócono uwagę na możliwość niekontrolowanego rozwoju energetyki rozproszonej, nie odpowiadającej rzeczywistym potrzebom kraju. W pracy zawarto również rekomendacje i wskazania do określo-

* Prof. dr hab. inż., ** Dr inż. – Politechnika Warszawska, Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa, Instytut Techniki Ciepłej im. B. Stefanowskiego, Warszawa; e-mail: tadeusz.skoczkowski@itc.pw.edu.pl, slawomir.bielecki@itc.pw.edu.pl

nych posunięć, które powinny doprowadzić do optymalnego wykorzystania zasobów rozproszonych w Polsce, podkreślając przy tym konieczność koordynacji działań i współpracy pomiędzy różnymi organami administracji rządowej oraz gminnej, a także podmiotami prywatnymi w sferze implementacji strategii wspierających inwestycje w zasoby rozproszone.

SŁOWA KLUCZOWE: rozproszone zasoby energetyczne, generacja rozproszona, europejska i krajowa polityka energetyczna, prawo energetyczne

1. Wstęp

Problem postępującej degradacji i zanieczyszczeń środowiska wiązany jest głównie z sektorem energetyki, co jest jednym z czynników wymuszających jego ewolucję. Trendy światowej polityki energetycznej kładą nacisk na zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego, ochronę środowiska i konkurencyjność energii głównie poprzez wykorzystywanie odnawialnych źródeł energii oraz poprawę efektywności energetycznej urządzeń i instalacji. Postęp technologiczny i rosnąca świadomość społeczna sprzyjają powstawaniu niskoemisyjnych technologii, nowych usług energetycznych i sposobów użytkowania energii. Opisując transformację energetyki coraz powszechniej zwraca się uwagę na znaczenie takich elementów i pojęć jak rozproszone zasoby energetyczne (Mokrzycki 2011), odnawialne źródła energii – OZE (Skoczkowski i in. 2016), inteligentne sieci energetyczne – *smart grid* (Bielecki i Skoczkowski 2014), prosument (Bielecki 2014), mikroinstalacja (Grzegorzczak 2014), energetyka obywatelska (Popczyk 2015). Nowoczesna energetyka będzie wymagać większego zaangażowania ze strony odbiorcy. Na potencjał i znaczenie odbiorców w bilansowaniu zapotrzebowania na energię zwrócono uwagę w (Olkuski i in. 2015), gdzie szczegółowo przedstawiono problematykę związaną z zarządzaniem popytem, m.in. mechanizmy i programy DSR (*demand side response*) oraz – związane z tym – konieczne zmiany na rynku energii.

Filarem zmian w energetyce jest możliwość decentralizacji podsektora wytwarzania oraz pojawienie się licznych źródeł energii małej mocy, tworzących tzw. generację rozproszoną. Możliwości zasobów rozproszonych energii w połączeniu z rozwiązaniami *smart grid* pozwolą na częściowe oddanie inicjatywy kształtowania energetyki w ręce społeczeństwa. Predestynowana do tego celu wydaje się, zdobywająca coraz większą popularność na Zachodzie Europy, forma spółdzielni energetycznych (Bielecki 2015).

Pozycją obejmującą w pełni zagadnienia związane z rozproszonymi zasobami energii w literaturze krajowej jest monografia (Mokrzycki 2011). Perspektywy wykorzystania generacji rozproszonej i związane z tym technologie przedstawiono w (Szczerbowski i Ceran 2013). Wyniki analizy ekonomicznej wytwarzania energii elektrycznej w warunkach polskich dla różnych technologii i źródeł – w tym rozproszonych opartych na OZE i skojarzonych małej mocy – przedstawiono w (Zaporowski 2014).

Artykuł niniejszy prezentuje współczesne uwarunkowania o charakterze prawno-organizacyjnym, związane z problematyką rozwoju generacji rozproszonej w Polsce, a jego celem jest wskazanie na potrzebę podjęcia pewnych działań, które doprowadziłyby do optymalnego wykorzystania tych zasobów w Polsce.

2. Desygnat pojęcia zasobów rozproszonych w energetyce

Najogólniejszym pojęciem – opisującym zjawisko powstawania w systemie elektroenergetycznym nowych źródeł energii, poza elektrowniami systemowymi (wielkoskalowe źródła wytwórcze) – są *rozproszone zasoby energetyczne*. W szczególności, zasoby rozproszone obejmować mogą nie tylko jednostki wytwórcze, oparte np. na technologiach OZE, ale również układy magazynowania energii, w tym też związane z pojazdami elektrycznymi, ponadto programy reakcji strony popytowej (DSR) oraz zagadnienia związane z efektywnością energetyczną, którą można traktować jako specyficzny zasób energetyczny (Bielecki i Skoczkowski 2012).

W oficjalnych dokumentach i literaturze przedmiotu można spotkać różne definicje formalne, związane z zagadnieniem zasobów rozproszonych energii. IEA podaje następujący podział generacji niescentralizowanej (IEA 2002):

- ◆ generacja rozproszona (*distrubuted generation*) oznacza źródła wytwórcze pracujące na potrzeby własne klienta lub dostarczające energię do sieci dystrybucyjnej (nie obejmuje zazwyczaj energetyki wiatrowej, utożsamianej raczej z dużymi farmami wiatrowymi niż z pojedynczymi elektrowniami wiatrowymi),
- ◆ generacja rozsziana (*dispersed generation*) obejmuje oprócz generacji rozproszonej również energetykę wiatrową, jednostki są przyłączone do sieci dystrybucyjnej lub nie współpracują z siecią,
- ◆ moce rozproszone (*distributed power*) obejmują oprócz generacji rozproszonej również technologie magazynowania energii, np. koła zamachowe, sprężone powietrze, cewki magnetyczne, duże ogniwa paliwowe,
- ◆ moce zdecentralizowane (*decentralised power*) oznaczają system zasobów energetycznych rozproszonych przyłączony do sieci dystrybucyjnej,
- ◆ zasoby energetyczne rozproszone (*distributed energy resources*) obejmują generację rozproszoną działania po stronie popytu (*demand side management, DSM*), w tym również wzrost końcowego użytkownika energii.

Międzynarodowe organizacje w starszych dokumentach podają następujące definicje źródła rozproszonego:

- ◆ źródło nie planowane i nie dysponowane centralnie, przyłączone do sieci rozdzielczej; definicja podkreśla ograniczenie mocy do wartości 100–150 MW oraz niezależność od działań operatora systemu (Cigre 1998),

- ◆ jednostka wytwórcza, wykorzystywana przez użytkownika na miejscu zainstalowania lub dostarczająca energię do sieci rozdzielczej niskiego napięcia (IEA 2002),
- ◆ jednostka wytwórcza przyłączona do sieci rozdzielczej niskiego napięcia (EU Directive 96-92).
US Department of Energy podkreśla w swoich dokumentach, że generacja rozproszona wiąże się z użyciem małych, modułowych generatorów energii elektrycznej, usytuowanych w pobliżu odbiorców, autonomicznych lub zintegrowanych z systemem.

Dyrektywa elektryczna (Dyrektywa IEM – *Internal Electricity Market*) wprowadza pojęcia:

- ◆ *mały system wydzielony* – każdy system, który w 1996 r. osiągnął zużycie mniejsze niż 3 000 GWh, i w którym mniej niż 5% rocznego zużycia uzyskuje się przez wzajemne połączenie z innymi systemami,
- ◆ *mikrosystem wydzielony* – każdy system, który w 1996 r. osiągnął zużycie mniejsze niż 500 GWh, i który nie ma połączenia z innymi systemami,
- ◆ *wytwarzanie rozproszone* – elektrownie podłączone do systemu dystrybucyjnego.

Przyjęcie ostatniej z wymienionych wyżej definicji w Polsce oznaczałoby ograniczenie mocy źródeł rozproszonych do przedziału 150...200 MW. Warto zauważyć, że definicje według Dyrektywy IEM wykorzystują wielkość zużycia energii i kryterium wymiany z innymi systemami, a nie powszechnie stosowane pojęcie zainstalowanej mocy.

W prawodawstwie krajowym, ustawa o odnawialnych źródłach energii (Ustawa o OZE) wprowadza kategorie wytwórców:

- ◆ mała instalacja – instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej większej niż 40 kW i nie większej niż 200 kW, przyłączoną 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,
- ◆ mikroinstalacja – instalację odnawialnego źródła energii o łącznej mocy zainstalowanej elektrycznej nie większej niż 40 kW, przyłączoną do sieci elektroenergetycznej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV lub o mocy osiągalnej cieplnej w skojarzeniu poniżej 120 kW.

Podsumowując, pojęcie *energetyczne zasoby rozproszone* można stosować w dwóch znaczeniach:

- ◆ rozproszone (lokalne), nie eksploatowane na dużą skalę, zasoby surowców i nośników energetycznych, zarówno konwencjonalnych jak i odnawialnych,
- ◆ połączenie rozproszonych źródeł energii, systemów magazynowania energii, reakcji strony popytowej.

3. Otoczenie prawne generacji rozproszonej

3.1. Akty prawne wspólnotowe

Podstawowe akty prawne dotyczące generacji rozproszonej na poziomie Unii Europejskiej to:

- ◆ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE (*Dyrektywa IEM*),
- ◆ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej Dz.U. L 315 z 14.11.2012, s. 134 (*Dyrektywa EED – Energy Efficiency Directive*),
- ◆ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dz.U. L 153 z 18.6.2010, s. 13,
- ◆ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r., w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola). L 334 z 17.12.2010, s. 17 (*Dyrektywa IED – Industrial Emissions Directive*),
- ◆ Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych instalacji spalania Dz.U. L 309 z 27.11.2001, s. 1. (*Dyrektywa LCP – Large Combustion Plants*).

Można zwrócić uwagę na to, że w Polsce implementacją tych dyrektyw zajmują się trzy różne ministerstwa.

Dyrektywa IEM, mówi m.in., że:

- ◆ *Państwa członkowskie zapewniają istnienie specjalnych procedur udzielania zezwoleń na małe wytwarzanie zdecentralizowane lub rozproszone, które uwzględnia ich ograniczoną wielkość i potencjalne oddziaływanie.* (art. 7, p. 3).
- ◆ *Przy planowaniu rozbudowy sieci dystrybucyjnej operator systemu dystrybucyjnego uwzględnia środki związane z efektywnością energetyczną/zarządzaniem popytem lub wytwarzanie rozproszone, które mogłyby zastąpić potrzebę modernizacji lub wymiany zdolności.* (art. 25, p. 7).

Dyrektywa LCP (2001/80/EC) wprowadza trudne do realizacji przez polską elektroenergetykę limity emisji gazów i pyłów dla wielkich obiektów o mocy powyżej 50 MWt, a więc obejmuje górne granice mocy źródeł rozproszonych.

Szereg zapisów dotyczących przetwarzania, przesyłu i rozdziału energii, w tym dotyczących źródeł rozproszonych znajduje się również w Dyrektywie EED. Obejmują one zobowiązania, aby krajowe organy regulacyjne sektora energetycznego należycie uwzględniały efektywność energetyczną, m.in. poprzez (art. 15):

- ◆ opracowanie taryf sieciowych i regulacji dotyczących sieci, w ramach dyrektywy 2009/72/WE i z uwzględnieniem kosztów i korzyści poszczególnych środków, dostarczały operato-

rom sieci zachęć do udostępniania użytkownikom sieci usług systemowych, umożliwiających im wdrażanie środków poprawy efektywności energetycznej w kontekście systematycznego wdrażania inteligentnych sieci,

- ◆ ocenę potencjału w zakresie efektywności energetycznej ich infrastruktur gazowych i elektroenergetycznych, w szczególności w odniesieniu do przesyłu, rozdziału, zarządzania obciążeniem i interoperacyjności, a także przyłączenia do energetycznych instalacji wytwórczych, w tym możliwości dostępu dla mikroproducentów energii,
- ◆ wyeliminowanie z taryf przesyłu i rozdziału zachęć, które są szkodliwe dla ogólnej efektywności (w tym efektywności energetycznej) wytwarzania, przesyłu, rozdziału i dostaw energii elektrycznej.

Podobnie jak poprzednio, w dyrektywie 2004/8/WE o promocji kogeneracji, w dyrektywie EED szczególną uwagę poświęcono zagadnieniom wysoko sprawnej kogeneracji (nie precyzując zakresu mocy źródeł). W związku z czym, wymaga się, aby operatorzy systemów dystrybucyjnych:

- ◆ gwarantowali przesył i rozdział energii elektrycznej z wysoko sprawnej kogeneracji,
- ◆ zapewнили energii elektrycznej z wysoko sprawnej kogeneracji priorytetowy lub gwarantowany dostęp do sieci,
- ◆ zapewniali priorytetowy przesył energii elektrycznej z wysoko sprawnej kogeneracji w zakresie, w jakim zezwala na to bezpieczna eksploatacja krajowego systemu elektroenergetycznego.

Wymaga się również:

- ◆ stworzenia możliwości szczególnego ułatwienia przyłączeń do systemu sieci elektroenergetycznych energii elektrycznej wytworzonej w procesie wysoko sprawnej kogeneracji w małoskalowych jednostkach kogeneracyjnych i jednostkach mikrokogeneracji;
- ◆ zapewnienia, by krajowe organa regulacyjne sektora energetycznego zachęcały, aby na rynkach hurtowych i detalicznych obok podaży wykorzystywane były również środki po stronie popytu, takie jak reagowanie na zapotrzebowanie;
- ◆ zapewnienia, aby operatorzy systemów przesyłowych i operatorzy systemów dystrybucyjnych traktowali usługodawców reagujących na zapotrzebowanie – w tym koncentratorów – w sposób niedyskryminacyjny, kierując się ich zdolnościami technicznymi, przy czym według Dyrektywy EED: koncentrator oznacza dostawcę usług po stronie zapotrzebowania, który łączy wiele krótkotrwałych obciążeń po stronie odbiorców, by sprzedawać lub wystawiać je na aukcjach na zorganizowanych rynkach energii.

3.2. Dokumenty krajowe

W Polityce Energetycznej Polski do 2030 r. (PEP 2030) znajduje się zapis na temat generacji rozproszonej, mianowicie w priorytecie *Ograniczenie oddziaływania energetyki na środowisko* zapisano cel *Rozwój źródeł skojarzonych i rozproszonych*. W Ocenie Polityki Energetycznej

Polski do 2030 roku (**Ocena PEP 2030**) ocena realizacji tego zadania została ujęta w następujący sposób: *W odniesieniu do kwestii ograniczenia strat sieciowych w przesyłach i dystrybucji (w szczególności poprzez modernizację obecnych i budowę nowych sieci, wymianę transformatorów o niskiej sprawności oraz rozwój generacji rozproszonej) osiągnięto pewne postępy, pozostaje jednak nadal duży potencjał ograniczenia wolumenu strat. Jako rekomendacje dla przyszłej polityki zapisano: Z uwagi na spodziewany rozwój energetyki rozproszonej, wobec przewidywanej dużej skali przyłączeń zmianie musi ulec struktura sieci (zaprojektowanej w przeszłości pod kątem przesyłania energii z elektrowni systemowych do odbiorcy), której przebudowa powinna być wspomagana np. przez stosowne regulacje dla inwestycji sieciowych.*

Jeden z celów PEP 2030 zakładał stymulowanie rozwoju kogeneracji poprzez mechanizmy wsparcia, z uwzględnieniem kogeneracji ze źródeł poniżej 1 MW oraz odpowiednią politykę gmin. Cel ten nie został zrealizowany, pomimo znacznych nakładów przeznaczonych z budżetu, gdyż:

- ◆ udział energii elektrycznej wytwarzanej w wysoko sprawnej kogeneracji w całkowitej produkcji energii elektrycznej był monitorowany w niewystarczającym stopniu;
- ◆ wymogi co do obowiązków gmin w dalszym ciągu pozostają niezrealizowane (niewielka liczba gmin posiada plany zaopatrzenia w paliwa, energię elektryczną i ciepło) – należy wprowadzić bezwzględną obligatoryjność posiadania planów;
- ◆ system wsparcia dla kogeneracji nie doprowadził do osiągnięcia zamierzonych w PEP 2030 celów, zabrakło również oceny efektywności funkcjonującego systemu (np. nie udało się zapobiec zjawisku tzw. bankowania uprawnień);
- ◆ należałoby opracować i realizować długoterminową strategię wspierania inwestycji w renowację krajowych zasobów budynków mieszkaniowych i użytkowych, zarówno publicznych, jak i prywatnych (art. 4 oraz art. 5 EED).

Ocena PEP 2030 postuluje, aby Polityka Energetyczna Polski do 2050 zakładała kontynuację celu podwojenia w 2030 roku produkcji energii w wysoko sprawnej kogeneracji w stosunku do 2006 r. Wszystko wskazuje więc na to, że stosowne rozwiązania zostaną wdrożone. Należy zatem stworzyć mechanizm wsparcia, zgodny z wytycznymi Komisji Europejskiej, który będzie elastycznie reagował na zmiany czynników w otoczeniu firm energetycznych. Mechanizm ten powinien zawierać element korekcyjny, mający na celu coroczną weryfikację poziomu wsparcia, co powinno chronić odbiorców energii przed nadmiernym wsparciem kogeneracji i przenoszeniem nieuzasadnionych, dodatkowych kosztów w cenie energii oraz wspierać inwestorów, ograniczając ryzyko inwestycyjne i przez to zachęcać do budowy nowych jednostek. Nowy projekt polityki energetycznej (**Projekt PEP 2050, 2015**) zakłada zwiększenie sprawności wytwarzania energii elektrycznej poprzez budowę wysoko sprawnych jednostek wytwórczych lub modernizację istniejących. Ze względu na obserwowane okresowe nadwyżki w wytwarzaniu ciepła należy dążyć do dalszego rozwoju kogeneracji. Celowe jest również zwiększanie udziału kogeneracji i modernizacja sieci ciepłowniczych.

W Projekcie Polityki Energetycznej Polski do 2050 roku z 2014 r. (**Projekt PEP 2050, 2014**) znalazł się zapis: *W warunkach scenariusza jądrowego, odnawialne źródła energii koncentrować się będą zapewne w obszarze rozproszonej energetyki prosumenckiej, generacji rozproszonej i mikrogeneracji. Ich rola w energetyce systemowej będzie ograniczona.*

Kolejnym oficjalnym dokumentem krajowym dotyczącym energetyki, w tym rozproszonej, jest Strategia Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko (**Strategia BEiŚ**), która stanowi próbę zintegrowanego podejścia do kwestii energetycznych i środowiskowych. Ustanawia ona wytyczne dla polityki energetycznej Polski i innych programów rozwoju, wskazując na kluczowe reformy i niezbędne działania, jakie powinny zostać podjęte do 2020 r. Prace nad nią rozpoczęto w grudniu 2009 r., a przyjęcie przez Radę Ministrów odbyło się 15 kwietnia 2014 r. Jest jedną z dziewięciu Zintegrowanych Strategii Rozwoju i zawiera perspektywę do 2020 r., a jednym z elementów jest Polityka energetyczna Polski do 2050 r.

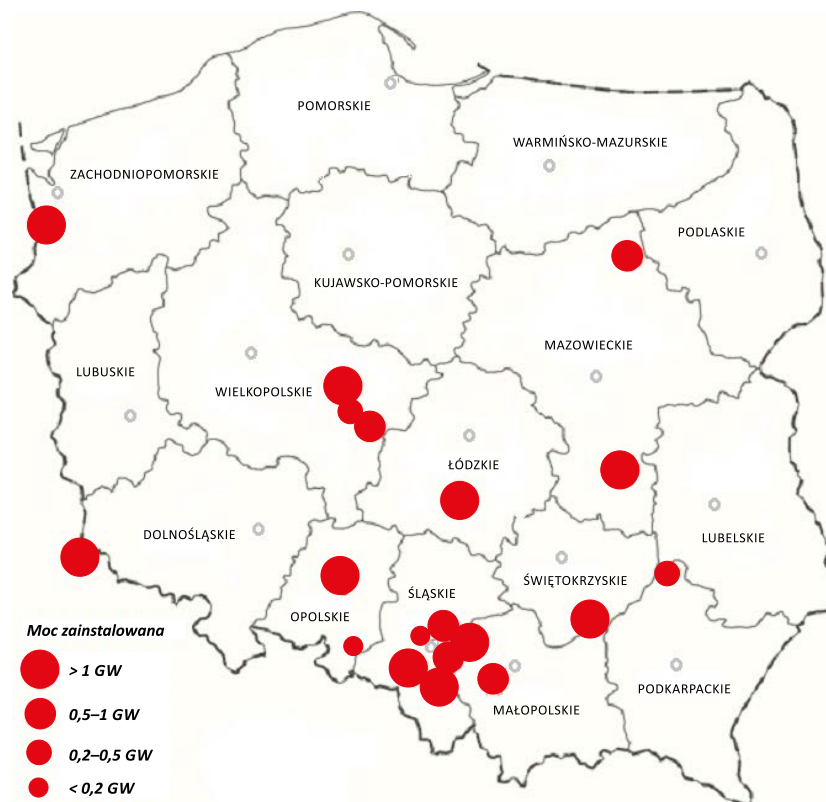
Głównym celem Strategii BEiŚ jest *zapewnienie wysokiej jakości życia obecnym i przyszłym pokoleniom, z uwzględnieniem ochrony środowiska oraz stworzenie warunków do zrównoważonego rozwoju nowoczesnego sektora energetycznego, zdolnego zapewnić Polsce bezpieczeństwo energetyczne oraz konkurencyjną i efektywną gospodarkę*. W dokumencie dostrzeżono, że: *W ujęciu przestrzennym, polską energetykę charakteryzuje więc zdecydowana nierównomierność. Obecne rozłożenie mocy wytwórczych powoduje, że kluczową kwestią dla bezpieczeństwa energetycznego niektórych regionów staje się stan techniczny infrastruktury oraz zdolność do transmisji energii (gęstość i stan techniczny sieci przesyłowych i dystrybucyjnych)*. Stwierdzenie to sugeruje takie rozmieszczenie mocy wytwórczych i wykorzystanie zasobów energetycznych, aby usunąć tę nierównomierność. Na rysunku 1 pokazano obecne rozmieszczenie geograficzne mocy wytwórczych w polskim systemie elektroenergetycznym.

Innym, istotnym zagadnieniem socjoekonomicznym jest stymulowanie rozwoju źródeł rozproszonych w sposób, który najlepiej odpowiada potrzebom lokalnym. Jako przykład można podać rozwój technologii biomasowych w miejscach jej pozyskiwania, a nie w miejscach, gdzie już obecnie istnieją duże bloki elektroenergetyczne dostosowywane jedynie do spalania biomasy.

W świetle Strategii BEiŚ i PEP 2050 generacja rozproszona przestaje być zagadnieniem li tylko technicznym (nowe technologie i ich udoskonalenie), a zaczyna być istotnym elementem filozofii przyszłościowego zaopatrzenia w energię. Stanowi ona obecnie pewien wyraz chęci przełamania globalnej niewiary w możliwość zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego i wynikającego z niej braku zaufania do inwestowania w nowe moce wytwórcze.

4. Perspektywy dla generacji rozproszonej

Energetyka rozproszona może stać się jednym z filarów krajowego systemu elektroenergetycznego i choć w najbliższych latach nie zastąpi energetyki konwencjonalnej, może być jej dobrym uzupełnieniem, pod warunkiem określenia optymalnego modelu polskiej energetyki (Szczerbowski i Ceran 2013). Oczekuje się od europejskich operatorów sieci dystrybucyjnych (OSD) dostosowania działań, warunków uprawnień i odpowiedzialności do szybkiego rozwoju generacji rozproszonej, współpracującej z sieciami dystrybucyjnymi (Malko 2014).



Rys. 1. Obecne rozmieszczenie zainstalowanej mocy wytwórczych w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym
Źródło: cire.pl

Fig. 1. Actual installed power sources placement in the Polish Power System

Uważa się, że rozwój zasobów rozproszonych energii może pozwolić przedsiębiorstwom energetycznym na uniknięcie kosztownych inwestycji w sieć przesyłową i dystrybucyjną, ponadto zwiększa możliwości systemu i przyczynia się do dostarczenia odbiorcom energii elektrycznej o wyższej jakości, zwiększa niezawodność dostaw i przyczynia się do zachowania czystości środowiska. Wpływ wykorzystania zasobów rozproszonych na bezpieczeństwo energetyczne kraju może być następujący:

- ◆ zwiększa stopień dywersyfikacji wykorzystania pierwotnych nośników energii,
- ◆ zwiększa niezawodność systemów energetycznych,
- ◆ ogranicza straty energii w sieciach.

Jednakże o rozwoju generacji rozproszonej na poziomie inwestora decydują:

- ◆ liberalizacja rynku energii, prowadząca do wzrostu konkurencji, poszukiwania nowych źródeł przychodu przez firmy energetyczne,
- ◆ rosnące znaczenie bezpieczeństwa dostaw i związane z tym dążenie do dywersyfikacji źródeł energii,

- ◆ postęp w opracowywaniu rynkowych technologii źródeł rozproszonych,
 - ◆ obowiązki nakładane na sektor energetyki, wynikające ze wzrastających wymogów ochrony środowiska i wynikający z nich staranny dobór typu źródła (technologii) przez inwestorów,
 - ◆ rosnące koszty produkcji i przesyłu energii ze źródeł scentralizowanych,
 - ◆ brak połączeń międzyregionalnych uniemożliwiających swobodny przepływ energii elektrycznej pomiędzy obszarami, trudności w budowie nowych sieci przesyłowych,
 - ◆ rozwój mechanizmów rynkowych i regulacyjnych stwarzający powolną lecz systematyczną poprawę pozycji rynkowej źródeł rozproszonych,
 - ◆ wysokie ceny na energię w szczycie zapotrzebowania,
 - ◆ spadek kosztów inwestycyjnych jednostek wytwórczych rozproszonych wynikający z rozwoju technologii i wzrostu skali rynku,
 - ◆ rosnący brak zaufania odbiorców, co do niezawodności systemów dużej skali, szczególnie po serii *blackoutów*,
 - ◆ rosnące wymagania niektórych odbiorców, co do jakości i niezawodności dostarczanej energii elektrycznej, np. banki, giełda, systemy rezerwacji biletów, centra handlowe,
 - ◆ rosnący krąg odbiorców energii elektrycznej i ciepła przekonanych, co do zalet generacji rozproszonej: przemysł, budownictwo mieszkaniowe, hotele, banki, duże wydzielone osiedla i budynki, duże placówki handlowe, szkoły, szpitale,
 - ◆ rosnący komfort życia na terenach pozbawionych ciepła sieciowego, np. terenach wiejskich.
- Wykorzystanie lokalnych zasobów energetycznych będzie stanowić filar lokalnych rynków energii, widoczny szczególnie tam, gdzie powstają przedsiębiorstwa multienergetyczne.

Rosnąca penetracja źródeł rozproszonych, w tym również odnawialnych źródeł energii w sieciach dystrybucyjnych, oraz jednoczesny rozwój technologii teleinformatycznych pozwalają na pełne wykorzystanie lokalnych zasobów surowców energetycznych, jednakże wymagają nowego podejścia do zarządzania siecią i stanowią silny impuls do opracowania nowego modelu działania spółek energetycznych (Helstroem i in. 2015).

Prosument czy podmiot gospodarczy, rozważając możliwość uczestnictwa w działalności związanej z rozproszonym źródłem, powinien rozważyć dodatkowo następujące zagadnienia:

- ◆ lokalne zapotrzebowanie na energię elektryczną i ciepło,
- ◆ istniejące i możliwe do przewidzenia ograniczenia systemowe,
- ◆ możliwości zwiększenia atrakcyjności ekonomicznej obszaru swojego działania poprzez zaoferowanie wymagającym klientom usług związanych z generacją rozproszoną,
- ◆ możliwość integracji z miejscowymi zasobami OZE, np. biomasą,
- ◆ wpływ systemu handlu emisjami na rozwój kogeneracji i systemów ciepłowniczych,
- ◆ koszty i ocena ryzyka inwestycji uwzględniające m.in. wielowariantowość rozwiązań, koszt niedostarczonej energii, zmiany prawa, zmiany systemu regulacji, zmiany cen nośników energii,
- ◆ celowość i możliwość współpracy z innymi partnerami na rynku ciepła i energii elektrycznej, np. inni producenci ciepła, lokalna spółka dystrybucyjna,
- ◆ istotne możliwe zmiany w lokalnej polityce własnościowej,
- ◆ dostępność surowców energetycznych w skali lokalnej i krajowej,

- ◆ wynikające z trendów europejskich, dające się przewidzieć tendencje w sposobie użytkowania energii, np. działania termomodernizacyjne w sektorze mieszkalnictwa, zapotrzebowanie na chłód, ograniczenia w dostawach energii elektrycznej związane ze zmianą klimatu (mrozy, upały), działania modernizujące.

Z punktu widzenia produkcji ciepła istotne jest to, że źródła rozproszone często, chociaż oczywiście nie zawsze, buduje się jako źródła skojarzone. Jeżeli istnieje lokalne zapotrzebowanie na ciepło, powinno poszukiwać się w pierwszym rzędzie technologii skojarzonej, szczególnie jeżeli jest dostępny lokalny nośnik energii pierwotnej, odpowiedni dla tego typu produkcji. Kogeneracja średniej i małej skali, wytwarzająca w skojarzeniu ciepło i energię elektryczną, cechuje się wysoką sprawnością wykorzystania energii chemicznej paliwa, prowadząc do oszczędności około 30% energii pierwotnej w porównaniu z wytwarzaniem rozdzielonym. Skutkuje to również ograniczeniem emisji do środowiska (np. wytwarzanie CO₂ zmniejsza się o 0,3...0,5 kg na kWh produkowanej energii w stosunku do tradycyjnych technologii węglowych). Należy jednak pamiętać, że limity emisji gazów i pyłów ze źródeł spalania maleją wraz ze wzrostem całkowitej mocy dostarczonej w paliwie (**Dyrektywa LCP**).

5. Wnioski i rekomendacje

Obecne uwarunkowania prawne nie pozwalają na kontrolę rozwoju ilościowego i rozmieszczenia terytorialnego rozproszonych źródeł energii. Utrzymanie takiego stanu rzeczy nie doprowadzi samoistnie do wyrównania na terenie kraju rozmieszczenia mocy wytwórczych i w konsekwencji będzie prowadzić do narastania problemów związanych z pracą KSE.

Podjęte przez państwo działania stymulujące rozwój zasobów rozproszonych muszą być skorelowane z sygnałami rynkowymi, np. cenami energii, kosztami inwestycyjnymi, kosztami surowców energetycznych, w celu minimalizowania kosztów społecznych i ograniczeniu ryzyka rynkowego (**Asensio i in. 2015**). Wykorzystanie zasobów rozproszonych wymaga nowych modeli biznesowych, uwzględniających skalę i indywidualizm podejścia, co jest konsekwencją innej filozofii w stosunku do źródeł scentralizowanych (**Helstroem i in. 2015; Boons i Lüdeke-Freund 2013**), opartej na koncepcji innowacji inspirowanej zrównoważeniem (*sustainable innovation*).

Wykorzystanie zasobów rozproszonych, w szczególności rozwój generacji rozproszonej, powinien być sterowany przez państwo w sposób umożliwiający realizację określonych celów społeczno-ekonomicznych na poziomie kraju, regionu i lokalnie. Stwierdzenie to wydaje się sprzeczne z zasadami swobody gospodarczej i zasadami konkurencyjnych rynków energii czy inicjatywy obywatelskiej. Niemniej, realizacja celów Strategii BEiŚ i PEP 2050 nakłada na państwo obowiązek osiągnięcia pewnych celów, a więc pośrednio wprowadzenie regulacji i rozwiązań umożliwiających pełne wykorzystanie możliwości, wynikających z potencjału zasobów rozproszonych. W sferze implementacji wymusza współpracę i koordynację działań pomiędzy różnymi organami administracji rządowej, gminnej i podmiotami prywatnymi.

Decyzja o inwestowaniu w źródło rozproszone nie powinna być podejmowana w oderwaniu od całokształtu miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego i planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe. Powinna być raczej wynikiem lokalnego konsensusu społecznego i politycznego wokół planowanej inwestycji, z uwzględnieniem zasad zrównoważonej polityki energetycznej i takich czynników jak ochrona środowiska, redukcja emisji CO₂, zmniejszenie zapotrzebowania na ciepło, wyniki planowanych prac termomodernizacyjnych, ograniczenie strat energii elektrycznej, zasoby energetyczne odnawialne, efektywny energetycznie system transportu publicznego.

Wpływ organów samorządowych staje się coraz bardziej istotny i będzie się powiększał wraz z rozwojem energetyki rozproszonej, w której coraz ważniejszą rolę będą wypełniały lokalne źródła kogeneracyjne i odnawialne. Konkretyzując rolę samorządów lokalnych w rozwoju generacji rozproszonej, można zauważyć, że mogą one podejmować następujące działania:

- ◆ standaryzować warunki lokalnego przyłączenia do sieci elektroenergetycznej i ciepłej, np. określać warunki techniczne, standaryzować proces składania wniosków i upraszczać kontrakty,
- ◆ ułatwiać potencjalnym inwestorom ocenę kosztów, korzyści i ryzyka ekonomicznego inwestycji,
- ◆ ujmować w lokalnych planach energetycznych możliwości wykorzystania źródeł rozproszonych,
- ◆ żądać rozważenia opcji generacji rozproszonej przy analizie planów rozbudowy i wzmocnienia sieci,
- ◆ analizować wpływ generacji rozproszonej na lokalne warunki ochrony środowiska,
- ◆ stwarzać stabilne warunki dla odbioru wytwarzanej energii, głównie ciepła, np. poprzez podpisywanie długoletnich kontraktów zakupu ciepła na potrzeby samorządu,
- ◆ ułatwiać rozmowy pomiędzy potencjalnymi inwestorami, odbiorcami indywidualnymi i lokalnymi przedsiębiorstwami energetycznymi,
- ◆ umożliwiać wykorzystanie środków z funduszy strukturalnych na inwestycje w źródła rozproszone,
- ◆ prowadzić lobbing na rzecz stwarzania warunków sprzyjających rozwojowi źródeł rozproszonych, np. zmian warunków regulacyjnych.

Potrzebny jest aktywny udział podmiotów polskich, wszystkich interesariuszy (*stakeholderów*), w celu utrzymania kontaktu z działaniami prowadzonymi na szczeblu UE, mającymi na celu rozwój kogeneracji rozproszonej. Potrzebny jest transfer wiedzy do kraju również w zakresie rozwiązań prawnych, regulacji rynku energii, gotowych technologii oraz inżynierii finansowania.

Należy podkreślić możliwość sterowania wykorzystaniem zasobów rozproszonych poprzez przyjęcie odpowiednich kryteriów przyznawania funduszy unijnych. Kryteria te powinny umożliwić ocenę projektu nie tylko pod względem zrównoważenia, ale również realizacji regionalnych czy nawet lokalnych celów społeczno-gospodarczych. Dotyczy to również użycia środków publicznych przeznaczonych na ochronę środowiska i rozwój OZE. Oznaczałoby to odejście od dotychczasowych kryteriów w postaci uzyskania maksymalnego efektu ekologicznego lub minimalnych kosztów „uzyskania” energii (wytworzenia lub zaoszczędzenia).

Rozwój kogeneracji rozproszonej obarczony jest ryzykiem, związanym przede wszystkim z dostępnością na rynku oraz relacjami cenowymi pomiędzy nośnikami energii (węgiel, gaz). Ryzyko to będzie miało charakter długotrwały z uwagi na brak stabilności na światowych ryn-

kach nośników energii. Włączenie się przedsiębiorstw ciepłowniczych do gry rynkowej wymagać będzie prowadzenia aktywnej polityki, zarówno na etapie opracowywania rozwiązań rynkowych jak i na etapie prowadzenia gry rynkowej. Rozwiązaniem naturalnym przy realizacji nowych inwestycji wydaje się być współpraca lokalnych dystrybutorów energii elektrycznej i przedsiębiorstwa ciepłowniczego. Istnieje cały szereg rozwiązań modelowych ułatwiających prowadzenie wspólnych inwestycji.

Literatura

- ASENSIO, M. i in. 2015. Electric Price Signals, Economic Operation, and Risk Analysis. *Smart and Sustainable Power Systems Operations, Planning, and Economics of Insular Electricity Grids* (edited by João P. S. Catalão), CRC Press.
- BIELECKI, S. i SKOCZKOWSKI, T. 2014. Europejskie projekty rozwoju inteligentnych sieci energetycznych, obraz ogólny i miejsce Polski. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 17, z. 4, s. 171–185.
- BIELECKI, S. 2014. Prosumenci – nowa struktura instalacji elektroenergetycznych. *Elektro. Info* nr 10(128), s. 48–53.
- BIELECKI, S. 2015. Elektrownie systemowe, OZE, prosumenci i spółdzielnie energetyczne. Najbliższa perspektywa krajowej struktury wytwarzania energii elektrycznej. *Elektro. Info* 9, s. 106–114.
- BIELECKI, S. i SKOCZKOWSKI, T. 2012. Racjonalne użytkowanie energii w kontekście zagadnień dostarczania energii elektrycznej. *Przegląd Elektrotechniczny* 12a, s. 121–126.
- BOONS, F. i LÜDEKE-FREUND, F. 2013. Business models for sustainable innovation: state-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production* 45.
- CIGRE 1998 – Study Committee 37 CIGRE. Influence enhanced distributed generation on power system. TF 37.23 Report, Paris 1998.
- DYREKTYWA 2004/8/UE PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie promowania kogeneracji w oparciu o zapotrzebowanie na ciepło użytkowe na wewnętrznym rynku energii oraz wnosząca poprawki do Dyrektywy 92/42/EWG.
- DYREKTYWA EED – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r. w sprawie efektywności energetycznej Dz.U.L315 z 14.11.2012, s. 134.
- DYREKTYWA IED – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r., w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola). L 334 z 17.12.2010, s. 17.
- DYREKTYWA IEM – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/72/WE z dnia 13 lipca 2009 r. dotycząca wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej i uchylająca dyrektywę 2003/54/WE.
- DYREKTYWA LCP – Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych instalacji spalania Dz.U. L 309 z 27.11.2001, s. 1.
- DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków, Dz.U.L 153 z 18.6.2010, s. 13.
- EU Directive 96-92 – Directive 96/92/EC of the European Parliament and of the Council of 19 December 1996 concerning common rules for the internal market in electricity Official Journal L 027, 30/01/1997 P. 0020 – 0029.
- GRZEGORCZYK, L. 2014. Mikroinstalacje – regulacje i uwarunkowania w perspektywie krajowej energetyki prosumenckiej. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 17, z. 3, s. 207–216.

- HELSTROEM, M. i in. 2015. Collaboration mechanism for business models in distributed energy ecosystems. *Journal of Cleaner Production* 102, s. 226–236.
- IEA 2002 – Distributed generation in liberalised electricity markets, IEA, Paris 2002.
- MALKO, J. 2014. Studium przypadku: Europa – generacja, przesył, dystrybucja. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 16, z. 3, s.157–168.
- MOKRZYCKI, E. (red.) 2011. *Rozproszone zasoby energii w systemie elektroenergetycznym*. Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.
- OLKUSKI i in. 2015 – OLKUSKI, T., CIESIELKA, E. i SZURLEJ, A. 2015. Programy zarządzania popytem odbiorcy energii elektrycznej. *Rynek Energii* Nr 2 (117), s. 3–9.
- OCENA PEP 2030 – Ocena realizacji Polityki energetycznej Polski do 2030 roku, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, sierpień 2014 r.
- PEP 2030 – Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki, 10 listopada 2009 r.
- POPCZYK, J. 2015. Model interaktywnego rynku energii elektrycznej. Od modelu WEK-IPP-EP do modelu EP-IPP-WEK. Biblioteka Źródłowa Energetyki Prosumenckiej www.klaster3x20.pl Wersja zmodyfikowana 10.03.2015 r.
- Projekt PEP 2050, 2015 – Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku wersja 0.1, Warszawa, sierpień 2015 r.
- Projekt PEP 2050, 2015 – Projekt Polityki energetycznej Polski do 2050 roku wersja 0.6, Warszawa, sierpień 2014 r.
- SKOCZKOWSKI, T., BIELECKI, S. i BARAN, Ł. 2016. Odnawialne źródła energii – problemy i perspektywy rozwoju w Polsce. *Przegląd Elektrotechniczny* R. 92, Nr 3, s. 190–195.
- STRATEGIA BEiŚ – Uchwała w sprawie przyjęcia Strategii „Bezpieczeństwo Energetyczne i Środowisko – perspektywa do 2020 r.” [Online] Dostępne w: <https://www.premier.gov.pl/wydarzenia/decyzje-rzadu/uchwala-w-sprawie-przyjecia-strategii-bezpieczenstwo-energetyczne-i.html> [Dostęp: 30.01.2016].
- SZCZERBOWSKI, R. i CERAN, B. 2013. Możliwości rozwoju i problemy techniczne małej generacji rozproszonej opartej na odnawialnych źródłach energii. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 16, z. 3, s. 193–205.
- USTAWA O OZE – Ustawa z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, M.P. poz. 478.
- ZAPOROWSKI, B. 2014. Kierunki rozwoju źródeł wytwórczych małej mocy. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal* t. 16, z. 3, s. 169–180.

Tadeusz SKOCZKOWSKI, Sławomir BIELECKI

Problems of the development of distributed energy resources

Abstract

European energy policy along with climate and social policies have contributed to a gradual moving away from the model of centralized power sector with large-scale generation units. Instead, a progressive shift towards dispersed energy resources, including dispersed sources, energy storage, demand side response (DSR) and energy efficiency, has been taking place. This paper presents issues related to the devel-

opment of dispersed energy resources, discusses EU legal acts and documents of the Polish Government. As there are numerous definitions on what the concept of distributed energy resources is, the authors of the paper draw the reader's attention to this fact by presenting terms associated with the subject matter to be found in various documents of international professional and political organizations, including EU directives. Furthermore, the authors analyze national and EU documents in reference to the issues on planning of a national strategy of energy policy. The matters dealing with definition and extension of concept of distributed energy resources was adjusted and described. The advantages and menaces of distributed generation advancement was presented. They describe the potential of distributed generation in terms of improving energy security, development of the market as well as energy and communication technologies. One identifies the factors influencing the development of distributed energy on the part of potential investors and prosumers. Also, the attention is drawn to a possibility of uncontrolled development of distributed energy, the one which may not correspond to the actual needs of the country. The authors include recommendations and guidelines to optimize the exploitation of such resources in Poland. They emphasize the need for coordination and cooperation among various government bodies, municipal and private entities in the field of implementation of the strategies supporting investment in distributed resources.

KEYWORDS: distributed energy resources, distributed generation, European and Polish energy policy, energy law

