

Mirosław Sobolewski*

Innowacyjne technologie energetyczne – w stronę energetyki rozproszonej

Innovative energy technologies – towards decentralised energy systems:

The article focuses on technological change in the energy sector in light of its social context. Author examines recent progress in several emerging technologies (solar electricity, energy storage, passive buildings) and claims that widespread deployment of these technologies will lead to structural change in operational model of traditional energy system. Transition towards more decentralised energy may have a wide range of socio-economic implications, therefore policy guidance pertaining to future shape of energy market should be assisted with Technology Assessment (TA) studies.

Słowa kluczowe: *energia, energetyka rozproszona, innowacyjne technologie energetyczne, ocena technologii*

Keywords: *energy, decentralised energy, microgeneration, innovative energy technologies, Technology Assessment*

* Specjalista ds. systemu gospodarczego w Biurze Analiz Sejmowych;
e-mail: miroslaw.sobolewski@sejm.gov.pl.

Wstęp

Tradycyjny model funkcjonowania sektora elektroenergetycznego został ukształtowany w połowie ubiegłego stulecia. Niemal we wszystkich krajach europejskich energetyka była wówczas silnie scentralizowana, a o inwestycjach w nowe moce produkcyjne przesądzały przede wszystkim decyzje polityczne, a nie mechanizmy rynkowe. Ceny prądu ustalane były przez państwo, a obrót energią elektryczną był ograniczony niemal wyłącznie do kraju jej wytworzenia. Ukształtowane w takich warunkach koncerny energetyczne stawały się olbrzymimi przedsiębiorstwami, dla których jedynym przedmiotem działalności było wytwarzanie prądu. W związku ze stale rosnącym

zapotrzebowaniem nie musiały troszczyć się o jego zbyt ani konkurować o klientów. Wielkie elektrownie lokalizowano w sąsiedztwie złóż surowców, często w znacznym oddaleniu od miast i centrów przemysłowych, które były głównymi odbiorcami energii. W Polsce przykładami takich inwestycji są np. elektrownia Turów w Bogatyni czy elektrownia w Bełchatowie¹.

Tradycyjny model energetyki zaczął ulegać erozji w ostatnich dwu dekadach. Sektor ten zmienia się zarówno pod wpływem predefiniowania priorytetów politycznych, jak i za sprawą nowych technologii, które pozwalają na zastosowanie alternatywnych rozwiązań systemowych. Dużą rolę w tym procesie odgrywają działania regulacyjne, stymulowane przez europejską politykę klimatyczną. Stawia ona za cel radykalne zmniejszenie emisji dwutlenku węgla do 2050 r., ale przy tym wychodzi z założenia, że transformacja energetyki jest konieczna, by stawić czoła wyzwaniom wynikającym z ograniczonych zasobów paliw kopalnych oraz położyć kres uzależnieniu Europy od importu energii z obszarów niestabilnych politycznie. Doktryna ta uznaje, że planowanie produkcji energii powinno uwzględniać skutki społeczne, środowiskowe i zdrowotne oraz wpływ na przyszłe pokolenia.

W procesie transformacji i budowy gospodarki niskowęglowej kluczową rolę odgrywa szerokie wykorzystanie energii ze źródeł odnawialnych. W efekcie europejski system energetyczny ulega głębokiej przebudowie, czego najbardziej wyrazistym przykładem jest wielka niemiecka reforma *Energiewende*². Ogólnie rzecz ujmując, transformacja energetyczna związana jest ze stopniowym odchodzeniem od paliw kopalnych w stronę energii odnawialnej, od wytwarzania scentralizowanego w stronę technologii rozproszonych, od dostarczania wyłącznie energii do rozszerzenia oferty na cały zestaw produktów i usług związanych z zaspokajaniem różnorodnych potrzeb, nie tylko energetycznych. Pojawiające się nowe rozwiązania technologiczne już doprowadziły do wyraźnych zmian w modelach biznesowych branży energetycznej w USA i krajach Europy Zachodniej. W najbliższych latach proces ten może jeszcze przyspieszyć³.

¹ Należąca do koncernu PGE Elektrownia Bełchatów o mocy 5400 MW to największa w Europie elektrownia opalana węglem brunatnym, <http://www.elbelchatow.pgegiek.pl/> [dostęp 29 września 2015 r.].

² Wnikliwą analizę niemieckiej strategii transformacji energetycznej przedstawia np. R. Bajczuk, *Odnawialne źródła energii w Niemczech*, Ośrodek Studiów Wschodnich, Warszawa 2014.

³ Taką tezę stawia np. raport PwC, renomowanej firmy doradczej, która ocenia, że tradycyjny model przedsiębiorstwa elektroenergetycznego przestał się sprawdzać, a nowe trendy sprawiają, że utrzymanie *status quo* nie będzie możliwe. Jako receptę na spadającą rentowność sektora produkcji energii eksperci zalecają poszerzenie jego

Powyższe trendy zaczynają być widoczne także w Polsce, choć na razie zmiany w sektorze energetyki są jeszcze w fazie początkowej. W naszym kraju wciąż dominuje tradycyjne podejście do polityki energetycznej, upatrujące gwarancji bezpieczeństwa energetycznego w rodzimych zasobach węgla i wielkich elektrowniach systemowych⁴. Do niedawna prawie nikt nie kwestionował poglądu, że polskie kopalnie mogą zapewnić samowystarczalność w produkcji energii elektrycznej i ciepłej jeszcze co najmniej przez kilkadziesiąt lat. Dziś w świetle kryzysu w branży węglowej ta perspektywa się zmienia. Coraz więcej ekspertów prognozuje nadchodzący zmierzch górnictwa, przedstawiając analizy dowodzące, że nie będzie ono w stanie kontynuować eksploatacji kurczących się i coraz trudniej dostępnych zasobów w sposób opłacalny ekonomicznie⁵.

Na kryzys wydobywania węgla nakłada się drugi poważny problem – konieczność zastąpienia starych elektrowni i elektrociepłowni nowymi rozwiązaniami. W najbliższych latach wiele instalacji musi zostać zamkniętych ze względu na ich zużycie⁶. Dlatego wielkiego znaczenia i aktualności nabiera debata na temat przyszłego kształtu polskiej energetyki. Czy właściwym rozwiązaniem będzie uzupełnienie dotychczasowej struktury wytwórczej o elektrownie jądrowe (w 2011 r. rząd podjął decyzję, że pierwsza taka elektrownia powstanie do 2020 r, ale realizacja tego programu jest już opóźniona o 8–10 lat)? Czy racjonalne są nadzieje, że nowym paliwem dla polskiej energetyki mogą stać się zasoby gazu z łupków? Jaką rolę w dywersyfikującym się rynku energii mogą odgrywać mikroinstalacje i energetyka rozproszona, w której producentami energii są zwykli obywatele i małe przedsiębiorstwa, a nie wielkie koncerny energetyczne?

Duże znaczenie dla tempa i kierunku przekształceń związanych ze zmianami w energetyce mają priorytety państwa realizującego określony model polityki energetycznej. Wybór konkretnych opcji (np. wspieranie energetyki jądrowej, dotowanie deficytowych segmentów rynku, wprowa-

oferty o sprzedaż dodatkowych usług, np. telekomunikacyjnych, ubezpieczeniowych i bankowych, zob. *Koniec tradycyjnej energetyki*, raport PwC i ING Banku Śląskiego, kwiecień 2015, http://www.pwc.pl/pl_PL/pl/publikacje/assets/pwc-ing-raport-koniec-tradycyjnej-energetyki.pdf [dostęp 29 września 2015 r.].

⁴ Świadczy o tym m.in. przyjęta w 2009 r. *Polityka energetyczna Polski do 2030 r.* oraz opracowany przez Ministerstwo Gospodarki w 2015 r. projekt dokumentu *Polityka energetyczna Polski do 2050 r.*

⁵ Zob. np. M. Wilczyński, *Zmierzch węgla kamiennego w Polsce*, Instytut na rzecz Ekorozwoju, Warszawa 2013

⁶ Zob. np. *Ryzyko wystąpienia niedoborów mocy w polskim systemie energetycznym do roku 2020*, Forum Analiz Energetycznych, 2014

dzenie taryf gwarantowanych dla określonych metod wytwarzania energii) wiąże się z istotnym ryzykiem politycznym, bowiem większość technologii energetycznych wzbudza rozmaite kontrowersje społeczne. Dlatego decyzje państwa przesądzające o określonym modelu polityki energetycznej powinny uwzględniać możliwie szeroki zakres konsekwencji związanych z dokonywanymi wyborami. Służyć temu mogą kompleksowe analizy wykorzystujące narzędzia z zakresu oceny technologii.

Energetyka stanowi ważny obszar badań z zakresu oceny technologii począwszy od pierwszych opracowań dotyczących bezpieczeństwa energetycznego prezentowanych w latach 70. ubiegłego wieku przez Office of Technology Assessment działające przy Kongresie USA. Energia jest jednym z kluczowych czynników rozwoju. Pojawianie się i upowszechnianie nowych technologii w istotny sposób może wpływać na wzrost gospodarczy, bezpieczeństwo energetyczne i jakość życia milionów ludzi. Skokom technologicznym towarzyszą zwykle rozmaite przemiany społeczne i kulturowe, często nieoczywiste i trudne do zdiagnozowania w ich początkowym stadium, np. upowszechnienie technologii pozwalających na uniezależnienie się od sieci energetycznej może stymulować rozwój osadnictwa rozproszonego i zmiany w zagospodarowaniu przestrzennym. Niektóre zmiany mogą mieć istotne znaczenie dla budżetu państwa i struktury jego dochodów. Na przykład w krajach UE dodatkowym strumieniem przychodów państwa stały się opłaty za uprawnienia do emisji gazów cieplarnianych. Z drugiej strony upowszechnianie technologii energooszczędnych i niskiemisyjnych może prowadzić w dalszej przyszłości do zmniejszenia przychodów z podatków i danin na paliwa i energię, które są istotnym składnikiem wpływów do kasy publicznej. Transformacji technologicznej powinna zatem towarzyszyć przebudowa systemów fiskalnych, która uodporni budżet na potencjalne perturbacje związane z przesuwaniem się bazy podatkowej.

W tym kontekście szczególnie aktualne i ważne wydaje się prześledzenie trendów rozwoju technologicznego i zwrócenie uwagi na te procesy, rozwiązania i technologie, które w nadchodzących latach mogą wpływać na sposób funkcjonowania rynku energii w naszym kraju. W poniższym artykule szczególną uwagę poświęcono niektórym z nich: fotowoltaice, magazynowaniu energii i budynkom pasywnym. Wspólną cechą tych technologii jest to, że wszystkie one są technologiami małoskalowymi, czyli takimi, które mogą stymulować rozwój energetyki rozproszonej, określonej przez J. Rifkina energetyką trzeciej generacji⁷. Ten amerykański politolog

⁷ J. Rifkin, *Trzecia rewolucja przemysłowa*, Wydawnictwo Sonia Draga, Katowice 2012.

i ekonomista, zajmujący się wpływem innowacji technologicznych na społeczeństwo, prognozuje, że wyczerpywanie się zasobów i wzrost cen paliw kopalnych spowodują głęboką przebudowę systemu energetycznego, co z kolei skutkować będzie licznymi konsekwencjami społecznymi i gospodarczymi. Ta rewolucyjna zmiana ma się dokonać za sprawą kombinacji kilku czynników, takich jak: nowe sposoby dystrybucji zielonej energii przy wykorzystaniu technologii internetowych, uruchomienie przepływu informacji między producentami i konsumentami, wdrożenie technologii magazynowania energii, oraz powszechne wykorzystanie pojazdów elektrycznych. Celem niniejszego artykułu jest prześledzenie postępów we wdrażaniu niektórych z tych technologii oraz zwrócenie uwagi na rolę innowacji technicznych w przekształcaniu tradycyjnego systemu energetycznego i w rozwoju energetyki rozproszonej.

Fotowoltaika

Wielu ekspertów uważa, że dokonany w ostatnich latach postęp w dziedzinie technologii umożliwiających wykorzystanie energii słonecznej zapowiada największy przełom energetyczny w historii i stwarza szansę na niemal całkowite uniezależnienie się od paliw kopalnych w ciągu 50–100 lat⁸. Perspektywa ta sprawia, że stoimy w przededniu głębokich zmian w całym systemie energetycznym, a skala tych przekształceń może być większa niż w przypadku „rewolucji łąpkowej”, która przeobraziła rynek paliw kopalnych w Stanach Zjednoczonych w ostatniej dekadzie.

Ogniwa fotowoltaiczne (PV) konwertują światło słoneczne na energię elektryczną z wykorzystaniem efektu fotoelektrycznego. Ogniwa łączy się, tworząc panele słoneczne. Panele słoneczne można wykorzystywać w formie małych instalacji do zasilania budynków i domów lub budować z nich duże farmy, z których energia trafia do sieci energetycznej. Z technologicznego punktu widzenia można rozróżnić: ogniwa krzemowe, mono- i polikrystaliczne, o sprawności powyżej 20%, ogniwa cienkowarstwowe, wykonane np. z tellurku kadmu (CdTe) – tańsze, ale o niższej sprawności, oraz organiczne ogniwa fotowoltaiczne, które są najtańsze, ale jednocześnie cechują się najniższą sprawnością (na poziomie ok. 10%). Dokonujący się postęp techniczny prowadzi do szybkiego spadku kosztu wytwarzania energii elektrycznej z promieni słonecznych. Koszt jednego megawata mocy ogniw fotowoltaicznych w ostatnich dwóch dekadach obniża się w średniorocznym tempie

⁸ Zob. np. M. Nowicki, *Nadchodzi era słońca*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.

ok. 7–10%. Z analizy wykonanej przez Międzynarodową Agencję Energii Odnawialnej wynika, że koszt produkcji energii w instalacjach fotowoltaicznych w ostatnich latach spadał najszybciej spośród wszystkich technologii wytwarzania zielonej energii⁹. Obecnie jednostkowy uśredniony koszt produkcji energii w instalacjach słonecznych o mocy 1000 kW wynosi od 450 do 600 zł/MWh. Prawdopodobny jest dalszy spadek tego wskaźnika. Intensywne prace badawczo-rozwojowe w tej dziedzinie koncentrują się między innymi na podnoszeniu sprawności systemowej, redukcji kosztów przez wykorzystanie tańszych materiałów oraz na nowych strukturach ogniw.

W ostatnich latach jednostkowy koszt modułu fotowoltaicznego obniżał się szczególnie szybko dzięki pojawieniu się na rynku nowych producentów azjatyckich. Doprowadziło to do wyraźnego obniżenia cen gotowych systemów PV dla odbiorców końcowych. W wielu krajach o dobrych warunkach pogodowych (niewielkiej liczbie dni pochmurnych w roku) lub wysokich cenach prądu dla klientów detalicznych energia elektryczna wyprodukowana za pomocą ogniw PV może już z powodzeniem konkurować z energią „z gniazdka”. Według raportu opracowanego przez N.C. Clean Energy Technology Center¹⁰, przy odpowiednim wykorzystaniu systemu zachęt finansowych, cena za energię elektryczną pochodzącą z systemów fotowoltaicznych może być niższa niż z tradycyjnych sieci już w 42 z 50 największych miast w USA. Rynkowym sygnałem świadczącym o przełomie w rozwoju fotowoltaiki jest osiągnięcie przez tę technologię tzw. *grid parity*, tj. punktu, w którym inwestycja w panele słoneczne staje się dla odbiorcy detalicznego ekonomicznie bardziej atrakcyjna od kupowania energii sieciowej. Szacuje się, że w latach 2010–2014 punkt ten został osiągnięty w kilkudziesięciu krajach, przede wszystkim tych położonych na niskich szerokościach geograficznych, z wieloma słonecznymi dniami w ciągu roku, oraz tych, w których ceny energii elektrycznej dla konsumentów są szczególnie wysokie.

Spadek cen instalacji słonecznych doprowadził do szybkiego przyrostu wykorzystywanych mocy w skali całego globu. W ostatnim dziesięcioleciu na świecie przybyło ponad 100 GW mocy zainstalowanej w energetyce słonecznej. Za dużą część tego przyrostu odpowiadała Europa, a zwłaszcza Niemcy, prowadzące aktywną, choć jednocześnie kosztowną politykę do-

⁹ *Renewable Power Generation Costs in 2014*, Międzynarodowa Agencja Energii Odnawialnej, 2015, http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf [dostęp 29 września 2015 r.].

¹⁰ *Going Solar in America*, NC Clean Energy Technology Center, 2015, http://nccliatech.ncsu.edu/wp-content/uploads/Going-Solar-in-America-A-Customer-Guide-FINAL_V2.pdf [dostęp 29 września 2015 r.].

finansującą rozwój fotowoltaiki za pomocą taryf gwarantowanych (tzw. *feed-in-tariff*)¹¹. W efekcie już ponad 5 proc. całej energii elektrycznej wyprodukowanej w Niemczech pochodzi ze słońca. W światowym *boomie* na energetykę słoneczną uczestniczą też kraje południowej Europy, południowe stany USA oraz Chiny i Indie. Międzynarodowa Agencja Energii prognozuje, że do roku 2030 nawet 15% energii elektrycznej na świecie może być produkowane ze słońca.

Fotowoltaika może być atrakcyjna także w rejonach, które nie kojarzą się ze słoneczną pogodą. Dowodzi tego przykład Wielkiej Brytanii, gdzie liczba domów z zainstalowanymi panelami słonecznymi osiągnęła pod koniec 2013 r. ponad pół miliona. Według prognoz naukowców z Imperial College do 2020 r. w panele słoneczne może zostać wyposażonych nawet 10 mln brytyjskich domostw. Oznaczałoby to, że co trzecie gospodarstwo domowe mogłoby korzystać z energii słonecznej. Naukowcy prognozują, że taki wynik pozwoliłby osiągnąć w skali roku 6-procentowy udział energetyki słonecznej w całkowitej produkcji energii elektrycznej w Wielkiej Brytanii. W słoneczne letnie dni udział ten może jednak wzrastać nawet do 40%. Warunkiem realizacji takiego scenariusza jest utrzymanie rządowego wsparcia dla energetyki solarnej. Powinno ono obejmować nie tylko korzystne regulacje finansowe, ale także programy na rzecz stosowania paneli słonecznych w budynkach administracji rządowej i innych obiektach użyteczności publicznej.

Energetyka słoneczna zdobywa swoich zwolenników także w Polsce. Z badania przeprowadzonego przez TNS Polska wynika, że 21% Polaków byłoby skłonnych do zainwestowania w panele fotowoltaiczne, pod warunkiem że wydatki zwrócą się w ciągu pięciu lat. Niemal dwie trzecie Polaków rozważających instalację paneli fotowoltaicznych mieszka na wsi i w miastach do 20 tys. mieszkańców.

Rozwiązaniem technicznym, które radykalnie mogłoby zwiększyć atrakcyjność wytwarzania energii w przydomowych instalacjach fotowoltaicznych, jest umożliwienie magazynowania energii. Panele fotowoltaiczne najwięcej energii wytwarzają w środku dnia, tymczasem największe zużycie ma miejsce o poranku i w godzinach popołudniowo-wieczornych. W tej

¹¹ Wysokie subsydia dla technologii fotowoltaicznych (sięgające nawet poziomu 1000 zł/MWh) charakterystyczne są dla wstępnej fazy rozwoju rynku i stanowią swoistą premię dla pionierów, którzy jako pierwsi podjęli ryzyko kosztownych i nowatorskich inwestycji. Dopłaty uzyskiwane przez kolejne grupy inwestorów są stopniowo obniżane. Przeprowadzona w Niemczech w 2014 r. reforma systemu wsparcia dla energetyki odnawialnej (w tym słonecznej) przewiduje istotne ograniczenie poziomu dofinansowania przysługującego nowym instalacjom.

sytuacji użytkownicy paneli mogą wykorzystywać jedynie część wytwarzanej energii i wciąż są zmuszeni do zakupu energii z sieci.

Magazynowanie energii

Jednym z głównych problemów towarzyszących produkcji energii elektrycznej jest konieczność zbilansowania poziomu wytwarzania energii z poziomem jej zużycia. W odróżnieniu od takich nośników, jak węgiel, ropa czy gaz, elektryczność musi być wykorzystana bezpośrednio w czasie jej generowania lub natychmiast zamieniona w inną formę energii, na przykład potencjalną, kinetyczną czy chemiczną. Rosnące wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, które są uzależnione od warunków pogodowych, sprawia, że coraz większego znaczenia nabiera kwestia opanowania technologii pozwalających na magazynowanie nadwyżek energii. Zapewnienie niezawodności działania krajowego systemu energetycznego w sytuacji, kiedy znaczna część prądu wytwarzana byłaby ze źródeł odnawialnych, wymagać będzie utworzenia zasobników energii o łącznej pojemności liczonej w terawatogodzinach.

Przechowywanie energii elektrycznej wciąż pozostaje poważnym problemem technicznym. Tradycyjne baterie i akumulatory mają ograniczone zastosowania w większych systemach elektrycznych z uwagi na ich relatywnie małą pojemność oraz wysokie koszty. W ostatnich latach trwają intensywne prace badawcze i wdrożeniowe nad różnymi technologiami umożliwiającymi konwertowanie i przechowywanie energii. O możliwości wykorzystania technologii magazynowania w konkretnych zastosowaniach będą decydować nie tylko koszty, ale także takie parametry techniczne, jak moc instalacji, ilość energii elektrycznej zmagazynowanej podczas jednego cyklu pracy danej instalacji oraz czasu trwania takiego cyklu.

Doprowadzenie do szerokiego wykorzystania technologii magazynowania energii umożliwiłoby funkcjonowanie w systemie elektroenergetycznym dużej liczby źródeł o niestabilnej charakterystyce pracy (elektrownie wiatrowe, fotowoltaiczne itp.). Wprowadzenie takich rozwiązań, w tym zwłaszcza rozwój przydomowych magazynów energii, pozwoliłoby zatem na przyspieszenie transformacji niskoemisyjnej. Upowszechnienie magazynów energii gwarantowałoby stabilność jej dostaw i ograniczyłoby konieczność budowy nowych elektrowni.

Do tej pory jedyną szerzej rozpowszechnioną wielkoskalową technologią magazynowania energii były elektrownie szczytowo-pompowe, wykorzystujące energię kinetyczną wody. Elektrownie takie mogą mieć duże znaczenie z punktu widzenia stabilności całego systemu elektroenergetycz-

nego, ale technologia ta ma wiele ograniczeń, gdyż wymaga odpowiedniego ukształtowania terenu pozwalającego gromadzić wodę w dwóch zbiornikach położonych na różnej wysokości, a jej koszty są stosunkowo wysokie. Szacunki nakładów inwestycyjnych wskazują, że w niektórych przypadkach bardziej opłacalne niż elektrownie szczytowo-pompowe mogą być instalacje wykorzystujące technologię CAES (ang. *compressed air energy storage*), polegającą na magazynowaniu energii w postaci sprężonego powietrza.

Magazynowanie energii sprężonego powietrza jest rozwiązaniem stosowanym od lat 70. ubiegłego wieku. Zasada działania jest następująca: kompresor zasilany tanim prądem, pozyskiwanym z sieci w okresach jego nadpodaży, spręża powietrze, które gromadzone jest w podziemnych lub naziemnych zbiornikach. W okresach zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną powietrze jest uwalniane i rozprężając się, napędza turbiny wytwarzające prąd. Zasada działania przypomina zatem mechanizm wykorzystywany w elektrowniach szczytowo-pompowych, z tym że w technologii CAES energia magazynowana jest pod postacią energii potencjalnej skompresowanego powietrza. Zasobniki CAES są w stanie przechowywać duże ilości energii, co ma niebagatelne znaczenie dla systemów o znacznym udziale produkcji energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych. Istotny jest przy tym fakt, że znalezienie lokalizacji spełniających warunki do przechowywania sprężonego powietrza jest znacznie łatwiejsze niż w przypadku lokalizacji elektrowni szczytowo-pompowych. Oprócz kawern solnych magazynami sprężonego powietrza mogą być twory geologiczne w wapieniu, piaskowcu i innych skałach. Jako zbiorniki mogą być też wykorzystane wyeksploatowane kopalnie. Możliwe jest również zastosowanie sztucznie skonstruowanych wysokociśnieniowych zbiorników naziemnych.

Technologia ta ma jednak istotne ograniczenia. Jej zasadniczą wadą jest relatywnie niska sprawność. Wynika ona z faktu, że poddane kompresji powietrze musi być schłodzone, zanim zostanie umieszczone w magazynie, a później ponownie ogrzane podczas rozprężania. Chłodzenie jest konieczne, ponieważ podczas sprężania powietrza do ciśnienia wynoszącego około 70 barów jego temperatura wzrasta nawet do 700°C, co grozi uszkodzeniem zbiorników. Z kolei podczas rozprężania powietrze musi być podgrzewane. W przeciwnym razie dochodziłoby do oblodzenia i uszkodzenia turbin. Powoduje to, że sprawność takich magazynów wynosi zaledwie 42–54%. Obecnie badania nad systemami magazynowania energii elektrycznej w postaci sprężonego powietrza koncentrują się na wyeliminowaniu konieczności dostarczania dodatkowego paliwa do jednostek magazynujących oraz zwiększenia ich sprawności do 62–70%. Jest to możliwe, jeżeli ciepło wytwarzane podczas kompresji powietrza będzie następnie

wykorzystywane do jego ogrzewania w procesie rozprężania. Technologia ta nazywana jest AA-CAES, czyli zaawansowane adiabatyczne magazynowanie energii sprężonego powietrza (*advanced-adiabatic compressed air energy storage*). Wdrożenie takich innowacyjnych rozwiązań może sprawić, że pod względem sprawności systemy AA-CAES mają szansę zbliżyć się do elektrowni szczytowo-pompowych. Równoległe do badań nad jednostkami wielkoskalowymi prowadzone są prace badawcze nad wykorzystaniem tej metody w małych jednostkach naziemnych, możliwych do zastosowania w instalacjach domowych. Dalsze prace nad tą technologią mają przyczynić się do zwiększenia jej sprawności i obniżenia kosztów jednostkowych. Jednak podobnie jak inne metody magazynowania energii, napotyka ona barierę opłacalności rynkowej¹².

Dotychczas nie udawało się opracować takiej metody magazynowania energii, która byłaby wystarczająco efektywna, a jednocześnie akceptowalna pod względem kosztów. Na rynek trafiają jednak kolejne generacje produktów, które wskazują, że przełom może nastąpić już wkrótce. Nad nowymi rozwiązaniami pracuje m.in. jeden z liderów sektora samochodów elektrycznych – firma Tesla. W 2015 r. koncern ten wprowadził na rynek akumulator Powerwall, czyli litowo-jonową baterię domowego użytku, która może zmagazynować, w zależności od wersji, 7 lub 10 kWh energii. Jeśli przeliczyć to na polskie warunki, to z w pełni naładowanej baterii średnie gospodarstwo domowe (o rocznym zużyciu ok. 2400 kWh) można byłoby zasilić przez co najmniej dobę. Ograniczenia techniczne sprawiają jednak, że akumulator może obsłużyć rocznie tylko 50 cykli ładowania-rozładowania. Tesla przyjmuje założenie, że akumulator będzie ładowany energią z paneli słonecznych lub z sieci (wtedy gdy stawki będą najniższe). Ma on stanowić źródło energii w szczycie wieczornym lub zabezpieczenie na wypadek awarii. Powerwall wciąż jest droгим urządzeniem (akumulator o pojemności 10 kWh bez niezbędnej w użytkowaniu domowym przetwornicy i robocizny kosztuje ok. 3,5 tys. dolarów), niemniej w porównaniu z dostępnymi wcześniej podobnymi technologiami akumulatorowymi pozwala na zmniejszenie kosztów o około połowę. Wprowadzenie tej baterii na rynek stanowi też krok ku temu, by urządzenia do magazynowania energii trafiły do szerokiego kręgu indywidualnych użytkowników. Wytacza to kierunek, w którym podążać będą prace badawcze na całym świecie. Nad rozwojem technologii magazynowania energii aktywnie pracują także inne firmy samochodowe, np. Mitsubishi, Peugeot i Nissan. Ich badania koncentrują się

¹² Zob. <http://www.globenergia.pl/oze-i-ee/magazynowanie-energii-sprezonego-powietrza> [dostęp 29 września 2015 r.].

na wykorzystaniu zużytych baterii litowo-jonowych, które nie spełniają już standardów motoryzacyjnych, ale które nadal można wykorzystać w systemach stacjonarnych, np. domowych¹³.

W kierunku wspierania domowych systemów magazynowania energii idą również Niemcy. Federalny program dopłat do takich instalacji jest realizowany od dwóch lat, skorzystało z niego już ponad 10 tys. użytkowników. Wsparcie oferowane jest gospodarstwom domowym, które mają instalacje fotowoltaiczne. Program ma na celu zwiększenie użytkowania energii na własne potrzeby i jednocześnie zwiększenie niezależności od dostaw energii z sieci. Mechanizm finansowania zakłada przyznawanie przez bank federalny KfW nisko oprocentowanych pożyczek, a następnie spłatę ich części. Dopłaty są przyznawane zarówno dla istniejących wcześniej systemów fotowoltaicznych, jak i nowych instalacji. Wprowadzenie programu dopłat przyczyniło się do zwiększenia konkurencji wśród firm oferujących tego rodzaju rozwiązania i do znacznego spadku cen domowych magazynów energii (w ostatnim roku spadek ten wyniósł ok. 25%). Prognozy firmy konsultingowej EUPD Research wskazują, że w 2015 r. w Niemczech może powstać 12,5 tys. domowych magazynów energii, czyli więcej niż zainstalowano w ciągu pierwszych dwóch lat obowiązywania federalnego programu dopłat. Według EUPD Research przeciętna pojemność domowych magazynów energii instalowanych przez Niemców wynosi 5,1 kWh w przypadku baterii litowo-jonowych i 6 kWh w przypadku baterii ołowio-kwasowych¹⁴.

Budynki pasywne

Budownictwo i sektor mieszkaniowy stanowią jeden z głównych obszarów, w których można znacznie zmniejszyć zapotrzebowanie na energię i jednocześnie ograniczać emisje gazów cieplarnianych. Ważną rolę w tym procesie może odegrać upowszechnienie standardów budynków energooszczędnych i pasywnych. Dane statystyczne wskazują, że zużycie energii w gospodarstwach domowych stanowi około 32% całkowitego zużycia energii w gospodarce. Dla wszystkich budynków wskaźnik ten wynosi aż 44%. Nawet niewielka poprawa standardów efektywności energetycznej może zatem przełożyć się na znaczne skumulowane oszczędności.

¹³ Zob. <http://www.chronmyklimat.pl/wiadomosci/transport/mitsubishi-i-peugeot-zaoferuja-magazyny-energii-ze-zuzytych-baterii-samochodowych> [dostęp 29 września 2015 r.].

¹⁴ <http://www.cire.pl/item,111258,1,0,0,0,0,juz-ponad-10-tys-doplat-do-domowych-magazynow-energii-w-niemczech.html> [dostęp 29 września 2015 r.].

Najwięcej energii w cyklu użytkowania budynku pochłania jego ogrzewanie. O zapotrzebowaniu na energię decydują między innymi usytuowanie budynku, rodzaj ścian i stropów, a zwłaszcza sposób ich ocieplenia, szczelność okien i drzwi oraz rozwiązania techniczne związane z oświetleniem, wentylacją itp. Podniesienie energooszczędności wymaga kompleksowego podejścia do wszystkich aspektów użytkowania energii w budynku obejmujących takie funkcje, jak:

- system grzewczy,
- ciepła woda użytkowa (c.w.u.),
- urządzenia gospodarstwa domowego,
- gotowanie,
- oświetlenie.

Dom energooszczędny to budynek, w którym roczne zapotrzebowanie na energię cieplną jest niższe niż 50 kWh/m^2 . Dla porównania domy standardowe (spełniające obecne przepisy) zużywają ok. 120 kWh/m^2 rocznie¹⁵. Jak pokazały dotychczasowe doświadczenia, możliwe jest wybudowanie domu, który będzie zużywał zaledwie 15% energii, jaką należałoby dostarczyć do ogrzania analogicznego budynku tradycyjnego. Domy takie określane są mianem pasywnych. Zapotrzebowanie na energię cieplną takiego budynku jest mniejsze niż 15 kWh/m^2 rocznie¹⁶. Dzięki zastosowaniu odpowiednich technologii zapewnia on mieszkańcom właściwe warunki termiczne przez cały rok, bez konieczności stosowania tradycyjnej instalacji grzewczej lub klimatyzacyjnej. Komfort cieplny uzyskiwany jest dzięki wykorzystaniu pasywnych źródeł ciepła (do których zalicza się urządzenia elektryczne, promieniowanie słoneczne przez przeszklenia południowych fasad oraz samych mieszkańców, którzy też wydzielają ciepło) i radykalnemu zmniejszeniu strat ciepła związanego z przenikaniem przez ściany i przez system wentylacyjny. Istotnym elementem domu pasywnego jest zwarta bryła oraz odpowiednio dostosowana wielkość i rozmieszczenie okien, a także optymalne rozlokowanie pomieszczeń wewnątrz budynku.

¹⁵ Wartości te odnoszą się do energii końcowej zużywanej do ogrzania domu, nie uwzględniają energii potrzebnej do podgrzewania wody i innych funkcji. Te instalacje także powinny cechować się wysokim wskaźnikiem efektywności energetycznej, tak by całkowite zużycie energii finalnej w przypadku budynku pasywnego nie przekraczało $42 \text{ kWh}/(\text{m}^2/\text{rok})$.

¹⁶ Wielkość ta odpowiada spalaniu $1,5 \text{ l}$ oleju opałowego bądź $1,7 \text{ m}^3$ gazu, czy też $2,3 \text{ kg}$ węgla.

Tabela 1. Porównanie cech budynków obecnie wznoszonych z energooszczędnymi i pasywnymi

Rodzaj budynku	Spełniający aktualne przepisy	Energooszczędny	Pasywny
Grubość warstwy izolacyjnej ścian zewnętrznych	ok. 12 cm	ok. 18 cm	ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
Współczynnik przenikania ciepła U ścian zewnętrznych [W/(m ² K)]	0,30	do 0,20	do 0,15
Grubość warstwy izolacyjnej dachu lub stropodachu	ok. 16 cm	ok. 30 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)	ok. 40 cm izolacji tradycyjnej (wełna mineralna, styropian)
Usytuowanie okien	dowolne	głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przez nadmiernym nasłonecznieniem latem)	głównie na elewacji południowej (należy przewidzieć ochronę przez nadmiernym nasłonecznieniem latem)
Współczynnik przenikania ciepła U okien (łącznie z ramami okiennymi i ościeżnicami) [W/(m ² K)]	do 1,8	1,1–1,3	do 0,8
System wentylacji	wentylacja naturalna grawitacyjna	wentylacja hybrydowa lub mechaniczna z odzyskiem ciepła	wentylacja mechaniczna z odzyskiem ciepła gruntowym wymiennikiem
System ogrzewania	tradycyjny	niskotemperaturowy	system grzejników wodnych nie istnieje, stosuje się dogrzewanie powietrza wentylacyjnego
Wykorzystanie energii słonecznej	nie występuje	kolektory słoneczne w systemie c.w.u.	kolektory słoneczne w systemie c.w.u.
Zapotrzebowanie na energię do ogrzewania, wentylacji [kWh/(m ² rok)]	90–120	30–50	do 15

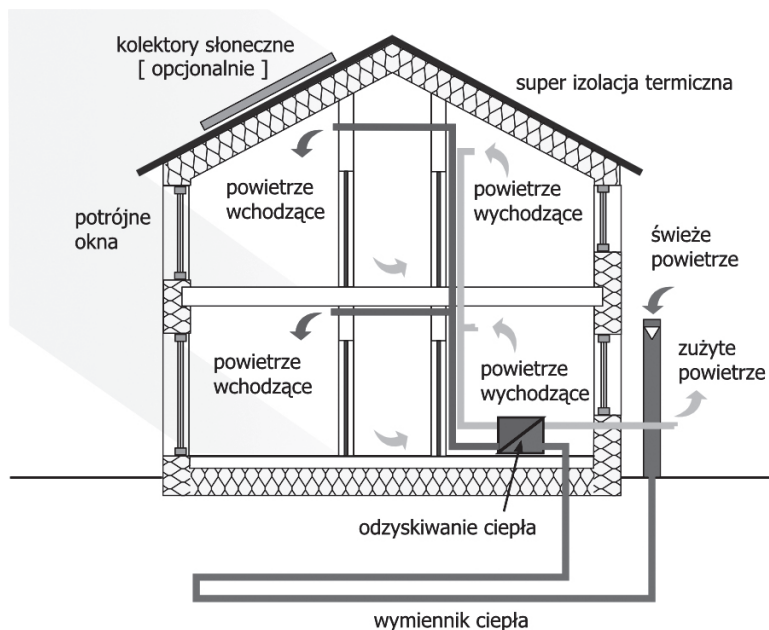
Źródło: opracowanie KAPE SA, za: <http://www.chronmyklimat.pl/projekty/energooszczedne-4-katy/poradnik/wprowadzenie-do-budownictwa-energooszczednego-i-pasywnego/wprowadzenie-do-budownictwa-energooszczednego-i-pasywnego> [dostęp 29 września 2015 r.].

Jak przedstawiono na schemacie na s. 168, istotą budownictwa pasywnego jest maksymalizacja zysków energetycznych i ograniczenie strat ciepła. Aby osiągnąć ten efekt, wszystkie przegrody zewnętrzne muszą charakteryzować się niskim współczynnikiem przenikania ciepła. Ponadto zewnętrzna powłoka budynku powinna być nieprzepuszczalna dla powietrza i zapewniać dobrą ochronę przed utratą ciepła. Podobnie stolarka

okienna musi charakteryzować się wysoką termoizolacyjnością i gwarantować mniejsze straty ciepłe niż rozwiązania stosowane standardowo. Okna w domu pasywnym powinny osiągać współczynnik przenikalności ciepła U niższy od $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Parametry takie można otrzymać przez zastosowanie okien trójszybowych (dwukomorowych), wypełnionych gazem szlachetnym. Z kolei odpowiedni system aktywnej instalacji wentylacyjnej pozwala zmniejszyć o 75–90% straty ciepła związane z wentylacją budynku.

Rozwiązaniem stosowanym w budynkach pasywnych jest gruntowy wymiennik ciepła. W okresie zimowym świeże powietrze po przefiltrowaniu przechodzi przez to urządzenie, gdzie jest wstępnie ogrzewane. Następnie powietrze dostaje się do rekuperatora, w którym zostaje podgrzane ciepłem pochodzącym z powietrza wywiewanego z budynku. Dzięki takim rozwiązaniom przeważająca część zapotrzebowania na ciepło zostaje zaspokojona za pośrednictwem promieniowania słonecznego, ciepła oddawanemu przez urządzenia domowe i przebywających w budynku ludzi. Jedyne w okresach szczególnie niskich temperatur stosuje się dogrzewanie powietrza nawiewanego do pomieszczeń.

Schemat domu pasywnego



Źródło: <http://polreal.com/pl/passive-house/> [dostęp 29 września 2015 r.].

Wznoszenie budynków pasywnych możliwe jest w różnych technologiach budowlanych, takich jak: tradycyjna murowana, szkielet drewniany (tzw. technologia kanadyjska) czy szkielet stalowy. Większość materiałów i elementów używanych w budynkach pasywnych jest powszechnie dostępna na rynku, co znacznie ułatwia ich budowę. Domy pasywne nie wymagają wysoko zaawansowanych rozwiązań technologicznych. Ich innowacyjność polega na wykorzystaniu istniejących już systemów i materiałów, poprawianiu parametrów izolacji i szczelności budynku, odpowiednim rozlokowaniu okien, pomieszczeń wewnętrznych oraz usytuowania w przestrzeni. Niemniej budowa domu pasywnego wymaga dużej staranności i precyzji prac budowlanych, co zwykle oznacza konieczność zatrudnienia doświadczonej ekipy budowlanej.

W Europie domy budowane w standardzie pasywnym wciąż stanowią niewielki ułamek całego rynku budowlanego, ale ich liczba szybko rośnie. Pierwsze budynki tego typu powstały w Niemczech (w 1991 r. oddano do użytku zespół mieszkalny w zabudowie szeregowej w Darmstadt, w którym roczne zapotrzebowanie na energię każdego domu wynosiło 10 kWh/m²). W ciągu ostatnich dwóch dekad w krajach UE powstało łącznie kilkadziesiąt tysięcy obiektów zaprojektowanych według standardów domu pasywnego. W technologii tej wznoszone są nie tylko domy mieszkalne, ale także biurowce, szkoły, a nawet kościoły. Rynek ten najszybciej rozwija się w Niemczech, Austrii i państwach skandynawskich, czyli w krajach, które opracowały systemy zachęt finansowych wspierających inwestorów indywidualnych lub komunalnych¹⁷.

Mimo oczywistych zalet idea domu pasywnego w Polsce upowszechnia się powoli. Do tej pory wybudowano w naszym kraju jedynie kilkadziesiąt obiektów niskoenergetycznych i domów pasywnych. Podstawową barierą ograniczającą atrakcyjność takich projektów są wysokie koszty inwestycyjne. Według analiz przeprowadzonych przez ekspertów w zakresie budownictwa pasywnego koszty budowy budynku pasywnego są w warunkach polskich wyższe o około 25–30% niż koszty domu wybudowanego według obowiązującego standardu energetycznego¹⁸. Zakładając, że koszt budowy pod klucz typowego domu jednorodzinnego o powierzchni użytkowej 130 m² wynosi około 400 tys. złotych, dodatkowy koszt dla domu pasywnego to 100–120 tys. złotych. Przy obecnych cenach energii okres zwrotu

¹⁷ Dane za: <http://www.pass-net.net/situation/index.htm> [dostęp 29 września 2015 r.].

¹⁸ Zob. <http://domy.lipincy-projekty.pl/pasywne/opis.html> [dostęp 29 września 2015 r.].

dotychczasowych nakładów na budowę domu pasywnego wynosi ponad 20 lat, co powoduje, że inwestycja taka nie jest atrakcyjna z ekonomicznego punktu widzenia¹⁹. Należy jednak oczekiwać, że wraz z upowszechnianiem się tej technologii koszty budowy domów pasywnych będą spadać (np. w Wielkiej Brytanii koszty budowy domu pasywnego są obecnie tylko o 10–15% wyższe niż budynku tradycyjnego, a w Niemczech różnica ta wynosi jedynie 3–8%), a rosnące ceny energii będą prowadziły do skrócenia okresu zwrotu dodatkowych nakładów.

Sposób funkcjonowania budynku pasywnego w sposób naturalny łączy się z kwestią wykorzystywania odnawialnych źródeł energii. Dzięki temu, że budynki pasywne wykazują dużo mniejsze zapotrzebowanie na energię niż budynki tradycyjne, maleją koszty stosowania w nich takich rozwiązań jak pompy ciepła, kolektory słoneczne czy gruntowe wymienniki ciepła. Mniejsze i tańsze instalacje tego typu są w stanie pokryć większość zapotrzebowania budynku na ciepło. Niewielkie zapotrzebowanie na energię, które dodatkowo pokrywane jest za pomocą źródeł odnawialnych, pozwala zmniejszyć emisję szkodliwych gazów i tym samym chronić środowisko naturalne. Upowszechnienie energooszczędnych standardów w budownictwie będzie prowadziło do ograniczenia zapotrzebowania na surowce energetyczne, a także zmniejszy presję na inwestycje w nowe moce wytwórcze w energetyce.

Společne i ekonomiczne konsekwencje rozwoju nowych technologii – energetyka obywatelska

Nowe technologie stanowią istotny czynnik sprzyjający modernizacji sektora energetycznego w Europie. W najbliższych latach będzie on ewoluował w kierunku modelu niskoemisyjnego, bardziej efektywnego i otwartego na innowacje. Ważnym elementem europejskiego rynku stanie się energetyka rozproszona, obejmująca dużą liczbę mikroinstalacji, których użytkownikami są prosumenci. W modelu energetyki prosumenckiej odbiorca energii jest jednocześnie jej producentem i konsumentem. Produkuje energię na własne potrzeby, a jej nadwyżki może odstąpić innym od-

¹⁹ Istotnym wsparciem dla inwestorów planujących budowę domu pasywnego może okazać się uruchomiony w 2014 r. przez NFOŚiGW program dopłat do kredytów na domy energooszczędne. Dotacja wynosi 50 tys. zł brutto w przypadku domów jednorodzinnych i 16 tys. zł brutto dla lokali mieszkalnych w budynkach wielorodzinnych; budżet programu opiewa na 300 mln zł, <https://www.nfosigw.gov.pl/oferta-finansowania/srodki-krajowe/programy-priorytetowe/doplata-do-kredytow-na-domy-energooszczedne/> [dostęp 29 września 2015 r.].

biorcom lub sprzedać do sieci. Energetyka prosumencka stanowi najniższy poziom energetyki rozproszonej, może rozwijać się przy wykorzystaniu takich instalacji, jak panele fotowoltaiczne, kolektory słoneczne, mikrowiatrak, pompy ciepła, mikrosystemy kogeneracyjne na biogaz itp.

Rozwój energetyki prosumenckiej, określanej też często jako energetyka obywatelska, może być źródłem wielu korzyści ekonomicznych i społecznych. Jej istotą jest przeniesienie korzyści finansowych wynikających z wytwarzania i dystrybucji energii na poziom lokalny. Pobudzenie inwestycji prywatnych na rzecz energetyki prowadzić będzie do rozwoju nowego rynku mikroinstalacji, wzrostu zatrudnienia w małych i średnich przedsiębiorstwach zajmujących się ich projektowaniem, produkcją, montażem i serwisem. Szczególnie duże znaczenie może mieć upowszechnienie nowego modelu energetyki na obszarach wiejskich. To tu istnieje największy potencjał do jego rozwoju, a jednocześnie korzyści społeczne związane z dywersyfikacją ekonomiczną i tworzeniem pozarolniczych źródeł dochodu mogą być najwyższe.

Energetyka rozproszona może też stać się istotnym elementem podnoszącym poziom bezpieczeństwa energetycznego kraju. Choć nigdy nie będzie to źródło dominujące, to wystarczy kilkuprocentowy udział w krajowym miksie energetycznym, by istotnie złagodzić deficyty mocy, zwłaszcza w okresach szczytowego zapotrzebowania. W odróżnieniu od wielkich inwestycji, takich jak elektrownia atomowa czy nowe duże elektrownie węglowe, których realizacja jest bardzo czasochłonna, przyrost mocy w energetyce rozproszonej może nastąpić znacznie szybciej, bowiem proces inwestycyjny jest tu sumą tysięcy jednostkowych projektów, które mogą być realizowane jednocześnie.

Rezolucja Parlamentu Europejskiego w sprawie mikrogeneracji*

W przyjętej w 2013 r. rezolucji Parlament Europejski wezwał do podjęcia skutecznych i skoordynowanych działań na rzecz wytwarzania energii na małą skalę. Parlament wskazuje, że energetyka obywatelska powinna zostać uwzględniona w procesie tworzenia europejskiego wewnętrznego rynku energii i planach budowy Unii Energetycznej. W rezolucji podkreślono potrzebę wspierania lokalnych spółdzielni energetycznych i innych rozwiązań służących zwiększaniu zaangażowania obywateli w działania na rzecz poprawy dostępu do energii odnawialnej.

* <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P7-TA-2013-0374+0+DOC+XML+V0//PL> [dostęp 29 września 2015 r.].

Rozwój energetyki rozproszonej postępuje w Polsce wolniej niż w innych krajach europejskich, ale wydaje się, że w dłuższym horyzoncie czasowym jest to zjawisko nieodwracalne, które będzie prowadzić do istotnych zmian w sposobie wytwarzania, dystrybuowania i wykorzystywania energii. Jak każda głęboka zmiana proces ten wywołuje silne społeczne emocje. Z jednej strony rośnie ruch zwolenników nowych rozwiązań, czego najlepszym przykładem była społeczna mobilizacja towarzysząca parlamentarnym pracom nad ustawą o odnawialnych źródłach energii i tzw. poprawką prosumencką. Ale na zmianie mogą stracić dotychczasowi główni beneficjenci tradycyjnego systemu energetycznego – państwowe przedsiębiorstwa o monopolistycznej pozycji na rynku i ich pracownicy. Z uwagi na swoje znaczenie mają one duży wpływ na stanowienie polityki energetycznej państwa i często opowiadają się przeciwko rozwiązaniom korzystnym dla małoskalowych wytwórców zielonej energii.

Tempo rozwoju energetyki prosumenckiej w dużej mierze będzie zależęć od instrumentów wsparcia w obszarze prawnym, inwestycyjnym i edukacyjnym. Ustawa z 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. poz. 478), która weszła w życie 4 maja 2015 r., wprowadziła regulacje mające na celu wsparcie energetyki prosumenckiej. Prosument dostanie 15-letnią gwarancję odkupu energii, a od 1 stycznia 2016 r. obowiązywać będą taryfy gwarantowane, którymi objęte zostaną instalacje o łącznej mocy do 800 MW. Ceny odkupu energii zależeć będą od wielkości mikroinstalacji oraz technologii wytwarzania. Niezależnie od ustawy wsparcie inwestycyjne oferuje Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w ramach programu „Prosument”. Program przewiduje finansowanie mikroinstalacji do produkcji energii elektrycznej lub ciepła i energii elektrycznej, wykorzystujące:

- systemy fotowoltaiczne, małe elektrownie wiatrowe oraz układy mikrokogeneracyjne (w tym mikrobiogazownie) o zainstalowanej mocy elektrycznej do 40 kW,
- źródła ciepła opalane biomasą, pompy ciepła oraz kolektory słoneczne o zainstalowanej mocy cieplnej do 300 kWt.

Beneficjentami programu mogą być osoby fizyczne, spółdzielnie i wspólnoty mieszkaniowe oraz jednostki samorządu terytorialnego i ich związki.

Aby zapewnić rozwój energetyki obywatelskiej, konieczna jest intensyfikacja wsparcia. W opinii zajmujących się tą tematyką ekspertów do kluczowych zadań należy wprowadzenie ułatwień w dziedzinie przyłączania nowych instalacji do sieci oraz zapewnienie przejrzystych i opłacalnych taryf

gwarantowanych dla najmniejszych instalacji. Inne rozwiązania, które będą sprzyjać rozwojowi tego segmentu rynku, obejmują między innymi: rozszerzenie ustawowej definicji prosumenta, umożliwienie bezpośredniej sprzedaży energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacjach innym odbiorcom. Potrzebne jest też rozstrzygnięcie wątpliwości dotyczących przepisów podatkowych (zwolnienie energii elektrycznej wytworzonej w mikroinstalacjach z akcyzy, podatku dochodowego itp.)²⁰. Szybki postęp technologiczny sprawia, że paleta rozwiązań dostępnych dla prosumentów cały czas się rozszerza. Według analiz Instytutu Energetyki Odnawialnej w nowe mikroinstalacje wytwarzające energię ciepłą i elektryczną można byłoby wyposażyć ponad trzy miliony obecnie istniejących lub nowo powstających budynków²¹. Czy szansa ta zostanie wykorzystana, zależy będzie od sprawności wprowadzanego w Polsce systemu wsparcia energetyki prosumenckiej.

Wprowadzenie takiego systemu byłoby zgodne z zaleceniami Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego (EKES)²², który dokonując oceny stanu wdrożenia dyrektywy 2009/28/WE o promocji odnawialnych źródeł energii, podkreślił pilną potrzebę nadania priorytetowego charakteru wsparciu dla zdecentralizowanego produkowania energii ze źródeł odnawialnych przez obywateli. Wśród rekomendacji EKES dotyczących tworzenia stabilnych ram polityki wspierającej energetykę obywatelską wskazano, że:

- procedury administracyjne dotyczące energetyki obywatelskiej powinny być proste, szybkie i przystępne cenowo,
- koszty przyłączenia instalacji energetyki obywatelskiej do sieci i czas oczekiwania na to przyłączenie muszą być utrzymane w rozsądnych granicach; operatorzy sieci, którzy się tym wymogom nie podporządkują, muszą się liczyć z karami,

²⁰ Szczegółowe rekomendacje dotyczące mechanizmów wsparcia przedstawia np. organizacja ClientEarth w raporcie: J. Roberts, F. Bodman, R. Rybski, *Energetyka obywatelska: modelowe rozwiązania prawne promujące obywatelską własność odnawialnych źródeł energii*, Warszawa 2015.

²¹ *Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do 2020 roku*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, http://www.ieo.pl/pl/ekspertyzy/doc_details/651-krajowy-plan-rozwoju-mikroinstalacji-odnawialnych-rode-energii.html [dostęp 29 września 2015 r.].

²² Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny, EKES (ang. *The European Economic and Social Committee*) – organ doradczy i opiniodawczy Unii Europejskiej. Reprezentuje na forum unijnym przedstawicieli zorganizowanego społeczeństwa obywatelskiego, w skład którego wchodzi m.in. pracodawcy, związki zawodowe, rolnicy, konsumenci.

- należy tworzyć punkty kompleksowej obsługi prowadzące doradztwo dla drobnych inwestorów, począwszy od studium wykonalności i etapu planowania projektów inwestycyjnych aż do ich wdrażania,
- energia elektryczna wyprodukowana z odnawialnych źródeł musi być wprowadzana do sieci na zasadzie pierwszeństwa – przed energią z paliw kopalnych czy energią jądrową.

W opinii EKES potwierdzono, że najefektywniejszym mechanizmem wsparcia projektów energetyki obywatelskiej są taryfy gwarantowane, zaś systemy aukcyjne (tzn. przetargi na dostarczenie określonej ilości energii elektrycznej pochodzącej z odnawialnych źródeł energii) wydają się służyć raczej interesom dużych producentów, sprzyjając centralizacji i utrudniając produkcję energii odnawialnej producentom prywatnym i społecznościom lokalnym.

Bibliografia

- 2050.pl podróż do niskoemisyjnej przyszłości, M. Bukowski (red.), Warszawa 2013.
- Bajczuk R., *Odnawialne źródła energii w Niemczech*, Ośrodek Studiów Wschodnich, Warszawa 2014.
- Energetyka obywatelska w Polsce i Niemczech*, Z.M. Karaczun (red.), Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2014.
- Energetyka prosumencka. Możliwości i korzyści dla odbiorcy końcowego*, Instytut im. E. Kwiatkowskiego, Warszawa 2013.
- Energy Storage*, POSTnote nr 492, The Parliamentary Office of Science and Technology, 2015.
- Generacja rozproszona w nowoczesnej polityce energetycznej – wybrane problemy i wyzwania*, J. Rączka (red.), NFOŚiGW, Warszawa 2012.
- Krajowy plan rozwoju mikroinstalacji odnawialnych źródeł energii do 2020 roku*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2013, http://www.ieo.pl/pl/ekspertyzy/doc_details/651-krajowy-plan-rozwoju-mikroinstalacji-odnawialnych-rode-energii.html.
- Łucki Z., Misiak W., *Energetyka a społeczeństwo. Aspekty socjologiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2011.
- Nowicki M., *Nadchodzi era słońca*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2012.
- Odmienić przyszłość energetyki: społeczeństwo obywatelskie jako główny podmiot produkcji energii ze źródeł odnawialnych*, Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny, 2015, http://www.ieo.pl/dokumenty/aktualnosci/28012015/150122-RED_Study_polish_version.pdf.
- Popczyk J., *Energetyka prosumencka*, Instytut Badań nad Gospodarką Rynkową, Gdańsk 2014.

- Renewable Power Generation Costs in 2014, Międzynarodowa Agencja Energii Odnawialnej, 2015 http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf.
- Rifkin J., *Trzecia rewolucja przemysłowa*, Wydawnictwo Sonia Draga, Katowice 2012.
- Roberts J., Bodman F., Rybski R., *Energetyka obywatelska: modelowe rozwiązania prawne promujące obywatelską własność odnawialnych źródeł energii*, Warszawa 2015.
- Scenariusze rozwoju technologii na polskim rynku energii do 2050 roku*, Studium RWE, 2014.
- Stankiewicz P., *Teoria i praktyka oceny technologii*, „INFOS. Zagadnienia Społeczno-gospodarcze” 2010, nr 22(92).
- „Studia BAS” 2010, nr 1(21) [*Polityka energetyczna*, M. Sobolewski (red.)].
- The Future of Electricity. Attracting investment to build tomorrow's electricity sector*, World Economic Forum 2015.
- Ustawa z 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii, Dz.U. poz. 478.
- W kierunku nowoczesnej polityki energetycznej. Energia elektryczna*, M. Swora (red.), Instytut Obywatelski, Warszawa 2011.