

Energetyka **R o z p r o -** **s z o n a**

Zeszyt 8
2022



Energetyka Rozproszona

Czasopismo redagowane przez zespół projektu Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER) (www.er.agh.edu.pl) w ramach Strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków” GOSPOSTRATEG.



KlastER

Redaktor naczelny:
Sławomir Kopec

Sekretarz redakcji:
Katarzyna Faryj

Członkowie redakcji:
Zbigniew Hanzelka
Andrzej Kaźmierski
Marek Kisiel-Dorohinicki
Ryszard Sroka
Wojciech Suwała
Tomasz Szmuc
Karol Wawrzyniak

Redaktor prowadząca
i korekta językowa:
Malwina Mus-Frosik

Skład:
MUNDA Maciej Torz

Projekt okładki i layoutu:
Tomasz Budzyń

Strona internetowa:
Katarzyna Kwiatkowska
Jakub Mirek

Wydawca:

Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków

Kontakt:

Dział Współpracy z Administracją i Gospodarką
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie
al. A. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
tel. 12 888 55 29
e-mail: klaster_er@agh.edu.pl
www.er.agh.edu.pl
www.energetyka-rozproszona.pl
ISSN 2720-0973
<https://doi.org/10.7494/er>

© Wydawnictwa AGH, Kraków 2022
Creative Commons CC-BY 4.0



Ministerstwo
Rozwoju i Technologii



Spis treści

Wstęp	5
Andrzej CURKOWSKI, Marcin JACZEWSKI, Andrzej KAŻMIERSKI Strategia energetyki rozproszonej – ścieżka do finalnego dokumentu	7
Karol WAWRZY尼亚K, Tomasz CHMIEL Aspekty ekonomiczno-finansowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku	11
Barbara WOREK, Dorota MICEK, Marcin KOCÓR Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku	23
Zbigniew HANZELKA, Waldemar SKOMUDEK Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku – obszar techniczno-technologiczny	31
Michał KURTYKA Energetyka rozproszona jako element uniezależniania Polski od zewnętrznych wstrząsów	41
Michał BĘDKOWSKI-KOZIOŁ Regulacja prawna w zakresie budowy i eksploatacji linii bezpośrednich a wspieranie rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce	49
Ewa ADAMIEC, Elżbieta JAROSZ-KRZEMIŃSKA Korzyści środowiskowe i zdrowotne jako efekt realizacji polityki klimatycznej i rozwoju energetyki rozproszonej	61
Arkadiusz MARAT Magazyny energii – inteligentne zarządzanie energią na przykładzie Automatic System Engineering	69
Wręczenie nagrody Kreator Nowej Energetyki – przemówienie laureata, prof. Jana Popczyka	75

Wstęp

Drodzy Czytelnicy,

Tematem przewodnim ósmego zeszytu czasopisma „Energetyka Rozproszona” jest opracowana w ramach projektu KlastER *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*. Proponuje ona niezbędne działania zapewniające rozwój energetyki rozproszonej (ER) i koresponduje z dokumentami rządowymi wyznaczającymi ramy transformacji energetycznej w Polsce.

W artykule otwierającym numer **Andrzej Curok**, **Marcin Jaczewski** i **Andrzej Kaźmierski** przedstawiają ścieżkę dochodzenia do finalnej wersji dokumentu. Kluczowym elementem i punktem zwrotnym w procesie prac nad *Strategią...* było opracowanie analizy SWOT dla energetyki rozproszonej w obszarach ekonomiczno-finansowym, legislacyjno-regulacyjnym, społeczno-kulturowym i techniczno-technologicznym. Stanowiła ona punkt wyjścia do opracowania niezbędnych działań służących realizacji założeń *Strategii...* w analizowanych dziedzinach.

Karol Wawrzyniak i **Tomasz Chmiel** przedstawiają aspekty ekonomiczno-finansowe określone w *Strategii...* i na bazie wyników analizy SWOT formułują propozycje rekomendowanych działań. Autorzy wskazują, że dobrze przemyślana transformacja energetyczna, uwzględniająca energetykę rozproszoną, może przyczynić się do rozwoju krajowego przemysłu, obniżenia całkowitych kosztów pokrycia zapotrzebowania na energię i utrzymania systemów zdrowotnych, lepszego dbania o środowisko, podniesienia poziomu świadomości i edukacji społeczeństwa. W rezultacie pojawia się szansa na zmianę nie tylko sektora energii, ale także nastawienia społecznego do innowacji oraz środowiska, bez nadwyrężania systemu finansowego.

Aspekty społeczne i kulturowe w *Strategii...* są przedmiotem artykułu **Barbary Worek**, **Doroty Micek** i **Marcina Kocóra**. Z analizy SWOT czynników społeczno-kulturowych wynika, że do kluczowych czynników determinujących rozwój energetyki rozproszonej w Polsce należą: działania w celu zwiększenia społecznej akceptacji, kształcenie kadr (przede wszystkim specjalistów z tego obszaru) oraz wsparcie potencjału organizacyjnego społeczności lokalnych, które już podejmują aktywność na rzecz rozwoju ER i planują ją utrzymać w przyszłości.

Obszar techniczno-technologiczny w *Strategii...* przybliżają **Zbigniew Hanzelka** i **Waldemar Skomudek**. Autorzy wskazują na ograniczenia i bariery techniczne, które mogą spowalniać rozwój energetyki rozproszonej. Do ich pokonania, niezbędne będą m.in. modernizacja sieci oraz stosowanie rozwiązań platformy *smart grid*.

Na rolę energetyki rozproszonej jako najszybszej reakcji na kryzys energetyczny wskazuje **Michał Kurtyka**. Artykuł zawiera postulat osadzenia rozwoju ER na czterech fundamentach, którymi są: rozwój regulacji, modernizacja i dostosowanie infrastruktury, inwestycje w postęp technologiczny oraz edukacja i wymiana doświadczeń. Autor proponuje, by przy definiowaniu energetyki rozproszonej w mniejszym stopniu odnosić się do kryteriów technicznych, a bardziej uwzględniać cele jej rozwoju (na przykład dążenie do samobilansowania).

Michał Będkowski-Koziół podkreśla, że w *Strategii...* jako jedno z istotnych działań służących promowaniu rozwoju ER w Polsce wskazano wdrożenie przepisów ułatwiających realizację linii bezpośrednich. Aktualnie obowiązująca regulacja na gruncie

ustawy Prawo energetyczne znacząco ogranicza możliwości ich budowy. Autor, pozytywnie oceniając podjęcie w projekcie nowelizacji Prawa energetycznego (UC74) próby liberalizacji przepisów, formułuje równocześnie szereg wątpliwości co do proponowanych rozwiązań.

Na korzyści środowiskowe i zdrowotne wynikające z wprowadzania rozproszonych źródeł energii oraz oszczędzania energii wskazują **Ewa Adamiec** i **Elżbieta Jarosz-Krzemińska**. Autorki wskazują, że odnawialne źródła energii stały się narzędziem służącym ochronie środowiska, a skutki środowiskowe można przełożyć bezpośrednio na korzyści finansowe, w rozumieniu zysków z uniknięcia kosztów zdrowotnych spowodowanych złą jakością środowiska. Istotne są również korzyści społeczno-ekonomiczne związane z nowymi lokalnymi miejscami pracy, które tworzy energetyka rozproszona.

W zeszycie publikujemy również artykuł **Arkadiusza Marata** zawierający studium przypadku – przykład inteligentnego zarządzania energią dla układu instalacji fotowoltaicznej i magazynu energii. Autor dowodzi, że magazyn energii spełnia pokładane w nim oczekiwania, a w przyszłości może stać się elementem infrastruktury krytycznej polskich przedsiębiorstw.

Numer zamyka zapis przemówienia **Jana Popczyka** wygłoszonego podczas uroczystości wręczenia nagrody Kreator Nowej Energetyki. Prof. Popczyk jest pierwszym laureatem nagrody, która będzie wręczana wybitnym osobistościom wpływającym na kształt polskiej energetyki.

Zapraszamy do lektury i współpracy!

Sławomir Kopeć
Kraków, listopad 2022

Andrzej CURKOWSKI, Marcin JACZEWSKI, Andrzej KAŹMIERSKI

Strategia energetyki rozproszonej – ścieżka do finalnego dokumentu

Abstrakt: *Strategia energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku (SER 2040)* jest dokumentem tworzonym w ramach oddolnej inicjatywy wynikającej z celów projektu „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)” i nawiązuje do założeń *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju oraz Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP 2040)*. Przygotowany w okresie 2021–2022 dokument proponuje niezbędne w obszarze energetyki rozproszonej (ER) działania, które wspierają realizację PEP 2040 i wyznaczają ramy transformacji energetycznej w Polsce, jednocześnie uwzględniając najnowsze trendy i wydarzenia, które nastąpiły od momentu przyjęcia PEP 2040. Kluczowym elementem i punktem zwrotnym w procesie prac nad *Strategią...* było opracowanie analizy SWOT dla ER w obszarach ekonomiczno-finansowym, legislacyjno-regulacyjnym, społeczno-kulturowym i techniczno-technologicznym. Prace przeprowadzono pod nadzorem koordynatorów zespołów roboczych Sieci Kompetencji ds. Energetyki Rozproszonej (SKER). Na podstawie efektów analizy przyjęto, że działania wynikające ze *Strategii...* powinny być realizowane w trzech głównych obszarach, odpowiadających jej poszczególnym celom: regulacyjnym, technicznym i edukacyjnym.

Słowa kluczowe: energetyka rozproszona, rozproszone źródła energii, odnawialne źródła energii, polityka energetyczna, klastry energii

Wypracowanie strategii rozwoju klastrów energii w Polsce było zdefiniowane jako jeden z głównych celów projektu „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)” realizowanego w okresie od lutego 2019 r. do grudnia 2022 r. przez konsorcjum z udziałem Akademii Górniczo-Hutniczej i Narodowego Centrum Badań Jądrowych, w którym rolę lidera odgrywało Ministerstwo Rozwoju i Technologii (MRiT). Jedną z kluczowych motywacji do opracowania strategii było umożliwienie skutecznego wdrażania efektów kompleksowego projektu Energetyka Rozproszona wpisanego na listę projektów strategicznych w *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, za którego implementację odpowiedzialne jest MRiT. W związku z powyższym zdecydowano o poszerzeniu planowanego pierwotnie

zakresu dokumentu, co znalazło również odzwierciedlenie w zmianie tytułu na *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku (SER 2040)*.

Warto jednocześnie zauważyć, że opracowany dokument jest inicjatywą związaną z projektem KlastER i na obecnym etapie nie ma statusu strategii rządowej wynikającej z krajowych polityk lub innych dokumentów strategicznych. Niemniej jednak autorzy położyli znaczny nacisk na spójność tworzonej *Strategii...* z założeniami *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*, wskazującej energetykę rozproszoną w obszarze „Energia” jako jeden z elementów mających doprowadzić do dywersyfikacji źródeł wytwórczych, a także z *Polityką energetyczną Polski do 2040 r. (PEP 2040)*, w której energetyka rozproszona wpisuje się najbardziej w szósty cel szczegółowy, dotyczący rozwoju odnawialnych źródeł energii, zaś energetyka lokalna i obywatelska wymieniona jest w drugim filarze PEP „Zeroemisyjny system energetyczny”, wskazywanym jako długoterminowy kierunek transformacji energetycznej.

Przygotowany w ciągu ostatnich dwóch lat projektu (2021–2022) dokument proponuje niezbędne działania w obszarze energetyki rozproszonej (ER), wspierające realizację PEP 2040 wyznaczającej ramy transformacji energetycznej w Polsce. Jednocześnie uwzględnia on najnowsze trendy oraz wydarzenia, które nastąpiły od momentu przyjęcia PEP 2040, w tym kwestie zawarte w założeniach do jej aktualizacji przyjętych przez Radę Ministrów 29 marca 2022 r. w kontekście inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę. Dotyczą one w szczególności znaczenia ER dla bezpieczeństwa energetycznego, które zostało

uznane za czwarty filar PEP. Pewną trudność stwarzała przy tym konieczność połączenia dwóch płaszczyzn: z jednej strony odwołanie się do założeń PEP 2040, które w pewnych obszarach stały się już nieaktualne, z drugiej zaś samo precyzyjne określenie ram tworzonego dokumentu wobec rozbieżnych definicji ER, z uwzględnieniem warunków technologicznych, rodzaju wykorzystywanych nośników energii oraz branej pod uwagę wielkości źródeł. Na potrzeby *Strategii...*, mając na względzie występujące w literaturze pojęcia, przyjęto następującą definicję ER: „Energetyka rozproszona to zasoby energetyczne źródeł wytwórczych i magazynów przeznaczone do użytku lokalnego przyłączone bezpośrednio lub pośrednio (przy wykorzystaniu sieci wewnętrznych gospodarstw domowych, zakładów przemysłowych itp.) do sieci operatora sieci dystrybucyjnej (OSD)”.

Z uwagi na wpływ źródeł energetyki rozproszonej na system elektroenergetyczny oraz dominujące trendy technologiczne (w tym przede wszystkim *sector coupling*) ustalono, że dokument będzie koncentrować się na źródłach energii elektrycznej, z uwzględnieniem tych, które są silnie związane z energią ciepłą (np. pompy ciepła, biogaz, kogeneracja, *power to heat*).

Praca nad *Strategią...* obejmowała kilka etapów, z których największy wpływ na końcowy kształt dokumentu miały: ustalenie zakresu obszaru problemowego, opracowanie poszczególnych rozdziałów dokumentu przez niezależne zespoły robocze, przygotowanie tabeli działań, dopracowanie struktury i układu dokumentu w wyniku wewnętrznych rozmów, a także konsultacje publiczne.

Kluczowym elementem i punktem zwrotnym w procesie prac nad *Strategią...*, rzutującym na ostateczną strukturę całego dokumentu, było opracowanie analizy SWOT energetyki rozproszonej w obszarach: ekonomiczno-finansowym, legislacyjno-regulacyjnym, społeczno-kulturowym i techniczno-technologicznym. Za przeprowadzenie analiz w danych obszarach odpowiedzialni byli koordynatorzy (lub wyznaczone przez nich osoby) poszczególnych zespołów roboczych Sieci Kompetencji ds. Energetyki Rozproszonej (SKER) utworzonej w ramach projektu. Prace te

zakończono w marcu 2022 r. Dzięki przeprowadzeniu diagnozy stanu obecnego oraz w wyniku opracowania analizy SWOT zidentyfikowano odpowiednio mocne i słabe strony, a także szanse i zagrożenia w poszczególnych obszarach, ukierunkowane na określenie kluczowych działań w ramach *Strategii...*

Eksperti SKER jako kluczowe szanse rozwoju energetyki rozproszonej w obszarze legislacyjno-regulacyjnym wskazali: konieczność implementacji przepisów UE, ambitną politykę klimatyczno-energetyczną UE, współpracę polskich i zagranicznych organów regulacyjnych, jak również inicjatywę Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki oraz Ministerstwa Klimatu i Środowiska w zakresie *Karty efektywnej transformacji sieci dystrybucyjnych polskiej energetyki*, mającą na celu zdynamizowanie rozwoju energetyki rozproszonej. Za najistotniejsze zagrożenie dla rozwoju ER uznano trudności w kreowaniu regulacji prawnych odpowiadających na potrzeby rynku, wynikające m.in. z szybkiego tempa zmian technologicznych i rynkowych w tym sektorze.

W obszarze techniczno-technologicznym do najistotniejszych szans zaliczono m.in. wykorzystanie mechanizmu tzw. renty późnego startu. W przypadku Polski, która nadal wykazuje pewne opóźnienia w stosunku do krajów wiodących w obszarze energetyki rozproszonej, skorzystanie z tej prawidłowości może wspierać zainteresowane podmioty w adaptowaniu najnowszych rozwiązań technologicznych o ugruntowanej dojrzałości rynkowej, a także w czerpaniu z wypracowanego dotychczas kapitału wiedzy i doświadczeń (m.in. poprzez wdrażanie wyników prac B+R i pilotaży technologicznych, korzystanie z przykładów dobrych praktyk inżynierskich oraz modelowych rozwiązań technicznych i ekonomicznych). Za kluczowe szanse uznano również budowanie wiedzy technicznej z zakresu rozproszonych źródeł energii na różnych poziomach edukacji oraz uruchomienie dużych programów modernizacji sieci energetycznych, w tym np. programu Cyfrowa Europa. Jednocześnie stwierdzono, że główne zagrożenia dla rozwoju ER wiążą się ze zbyt wolnym tempem modernizacji i cyfryzacji sektora energetycznego oraz brakiem skutecznego nadzoru jakości instalowanych źródeł i wykonywanych prac instalacyjnych.

Za najistotniejsze szanse dla ER w obszarze ekonomiczno-finansowym uznano dostępność potencjalnie dużych środków pomocowych, zarówno krajowych, jak i funduszy UE, oraz możliwości, jakie w sytuacji rosnących cen energii stwarza ER (np. poprzez rozwój klastrów energii i energetyki prosumenckiej). Stwierdzono zarazem, że głównymi zagrożeniami w tej sferze mogą być nieprzewidywalne wahania na rynkach surowców i uprawnień do emisji CO₂, a także brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej umożliwiającej utrzymanie pożądanej dynamiki rozwoju OZE oraz kierowanie nieadekwatnych środków pomocowych w stosunku do potrzeb zarówno ER, jak i sieci dystrybucyjnych.

W obszarze społeczno-kulturowym z kolei za największe szanse uznano rosnące społeczne poparcie rozwiązań w zakresie energetyki odnawialnej, związane ze zwiększoną świadomością w zakresie ochrony środowiska, oraz wysoki stopień zaufania do władz samorządowych. Jednocześnie za zagrożenia dla realizacji wyzwań ER w tym obszarze uznaje się możliwą rozbieżność pomiędzy deklaratywnym a faktycznym zaangażowaniem w działania, słabo rozwinięty kapitał społeczny, ograniczone zaufanie społeczne (w tym do części instytucji) oraz opór poszczególnych grup interesów, które mogą być niechętnie nastawione do rozwoju ER.

Artykuły umieszczone w dalszej części niniejszego zeszytu relacjonują przebieg prac w zespołach roboczych oraz opisują wytykające z nich wnioski i rekomendacje działań.

Na podstawie wyników analizy SWOT przyjęto, że działania wynikające ze *Strategii...* powinny być realizowane w trzech głównych obszarach (odpowiadających poszczególnym celom *Strategii...*).

- 1) Rozwój otoczenia regulacyjnego przyjaznego dla energetyki rozproszonej.
- 2) Poprawa poziomu wiedzy, edukacji i kompetencji w sferach powiązanych z energetyką rozproszoną.
- 3) Promowanie szerszego wykorzystywania inteligentnych i nowoczesnych rozwiązań sprzyjających rozwojowi energetyki rozproszonej.

Analiza SWOT stanowiła jednocześnie punkt wyjścia do opracowania niezbędnych działań służących

realizacji założeń *Strategii...* w kolejnych obszarach. Również to zadanie zostało powierzone koordynatorom zespołów, a prace przeprowadzono w okresie od marca do maja 2022 r.

W poszczególnych dziedzinach zaproponowano działania, na które składa się szereg zadań cząstkowych. W **obszarze regulacyjnym** działania realizowane w ramach wdrażania przedmiotowej *Strategii...* powinny koncentrować się na niżej wymienionych kwestiach.

- Opracowanie regulacji dla ER wspierających realizację uzasadnionych ekonomicznie modeli biznesowych.
- Poprawa warunków współpracy z operatorami sieci dystrybucyjnych.
- Zmniejszenie kosztu stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE.
- Rozwój standardów stanowienia prawa.

W **obszarze edukacyjnym** do kluczowych działań autorzy *Strategii...* zaliczyli następujące kwestie.

- Rozwój wiedzy i kompetencji, a także wzrost poziomu edukacji w zakresie gospodarowania energią i wykorzystania nowoczesnych rozwiązań.
- Rozbudowa kapitału organizacyjnego społeczności lokalnych.

Z kolei w **obszarze technicznym** jako kluczowe dla rozwoju energetyki rozproszonej zidentyfikowano niżej wymienione zagadnienia.

- Zwiększenie poziomu obserwowalności sieci energetycznych.
- Zwiększenie poziomu sterowalności sieci energetycznych.

Tak przygotowany dokument podlegał w okresie od lipca do września 2022 r. wewnętrznym uzgodnieniom wśród uczestników i współpracowników projektu KlastER. Następnie, w okresie 10–28 października 2022 r., został poddany konsultacjom publicznym za pośrednictwem stron internetowych: projektu oraz MRiT. Na bazie zebranych opinii dokonano w tej fazie ostatnich korekt opracowania, które stanowi końcowy wynik prac w ramach projektu KlastER.

Distributed energy strategy – path to the final document

Abstract: The developed *Strategy for distributed energy in Poland until 2040* (SER 2040) is a document created as part of a bottom-up initiative resulting from the objectives of the project “Development of distributed energy in energy clusters (KlastER)”. In its assumptions, the document refers to the role of distributed energy resulting both from the *Strategy for Responsible Development*, and in particular from the *Polish Energy Policy until 2040*. The document prepared in the period 2021–2022 proposes the necessary measures in the field of distributed energy, supporting the implementation of PEP 2040, setting the framework for the energy transformation in Poland, taking into account the latest trends and events that have taken place since the adoption of PEP 2040. A key element and a turning point in the process of works on the *Strategy...* was the development of a SWOT analysis of distributed energy in the following areas: economic and financial, legislative and regulatory, socio-cultural and technical and technological. The work was carried out under the supervision of the coordinators of the working groups of the Distributed Energy Competence Network (SKER). On this basis, it was assumed that the actions resulting from the *Strategy...* should be implemented in three main areas corresponding to its individual goals: regulatory, technical and educational.

Keywords: distributed energy, distributed energy sources, renewable energy sources, energy policy, energy clusters

Andrzej Curkowski

Ministerstwo Rozwoju i Technologii
Departament Gospodarki Niskoemisyjnej
Wydział Energetyki Prosumenckiej
i Rozproszonej
Główny Specjalista



Marcin Jaczewski

Ministerstwo Rozwoju i Technologii
Departament Gospodarki Niskoemisyjnej
Naczelnik Wydziału Energetyki
Prosumenckiej i Rozproszonej



Andrzej Kaźmierski

Ministerstwo Rozwoju i Technologii
Dyrektor Departamentu
Gospodarki Niskoemisyjnej



Aspekty ekonomiczno-finansowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku

Abstrakt: Artykuł przedstawia zagadnienia ekonomiczno-finansowe określone w *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*. Autorzy prezentują analizę SWOT (mocne oraz słabe strony, szanse potencjalne lub zaistniałe oraz zagrożenia prawdopodobne lub istniejące w obszarze energetyki rozproszonej) i na bazie jej wyników formułują propozycję rekomendowanych działań.

Słowa kluczowe: energetyka rozproszona, aspekty ekonomiczno-finansowe, modele biznesowe

Zgodnie z pakietem Komisji Europejskiej *Fit for 55* walka o klimat staje się jedną z głównych przyczyn zwrotu w polityce i ekonomii i ma stanowić remedium na problemy gospodarcze i społeczne postpandemicznej Europy. UE do 2030 r. ma zredukować emisję dwutlenku węgla aż o 55% względem 1990 r., a do 2050 r. ma osiągnąć neutralność klimatyczną. Te wymagania przekładają się w Polsce na coraz ambitniejsze strategie energetyczne, co w sytuacji obecnego stanu bazy wytwórczej, czerpiącej w głównej mierze z paliw kopalnych, nieuchronnie będzie skutkowało wzrostem cen energii. Sytuację zaostrza napięcie geopolityczne związane z wojną w Ukrainie oraz wynikająca z tego niestabilność na rynkach światowych. W rezultacie energochłonne branże przemysłowe mogą mieć problem ze zbilansowaniem budżetów, a wzrost cen energii będzie prowadził do zwiększenia inflacji, zmniejszenia produkcji przemysłowej i w konsekwencji do spowolnienia gospodarczego. W celu osiągnięcia założonych poziomów redukcji emisji, bez istotnej utraty konkurencyjności krajowej gospodarki, konieczne będą głębokie zmiany legislacyjne oraz zbudowanie środowiska naukowo-przemysłowego umożliwiającego kreowanie innowacji technologicznych. Aby ten długotrwały proces przebiegał w sposób prawidłowy i korzystny dla gospodarki, potrzeba

dokumentów strategicznych wskazujących kierunki działań dla różnych krajowych sektorów, w tym poszczególnych obszarów energetyki.

Jednym z takich dokumentów jest *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*. W ramach prac nad dokumentem zdiagnozowano szereg czynników ekonomicznych, technicznych, legislacyjnych oraz społecznych mogących mieć wpływ na przyszłość energetyki rozproszonej. Zostały one ustrukturyzowane odrębnie dla każdego z obszarów analizy SWOT. Samo narzędzie stanowi jedną z podstawowych metod analizy strategicznej, a nazwa jest akronimem angielskich słów *strengths* (mocne strony), *weaknesses* (słabe strony), *opportunities* (szanse potencjalne lub zaistniałe w otoczeniu), *threats* (zagrożenia prawdopodobne lub istniejące w otoczeniu). Ze względu na zwięzłość *Strategii...* nie było w niej miejsca na dogłębne omówienie poszczególnych zagadnień. Niniejszy artykuł rozwija fragmenty dotyczące ekonomicznych aspektów rozwoju energetyki rozproszonej (ER) oraz wskazuje działania odpowiadające na najważniejsze wyzwania. Należy także zaznaczyć, iż dokument pomija obszar ciepłownictwa, ponieważ istnieje odrębna strategia rozwoju tego sektora. Ze względu na bliskość obu dziedzin wspomniany temat będzie jednak wymagał pogłębienia w kolejnych wersjach *Strategii...*

Analiza SWOT

Dobrze skonstruowane regulacje uwzględniają efekty synergii pomiędzy technologiami, legislacją i ekonomią, w tym także – a być może przede wszystkim – ich

wpływ na krajowe sektory przemysłu. W zależności od sposobu wdrożenia rozwiązań w tym obszarze, rozproszona energetyka może wzmocnić polski przemysł, ale może także go osłabiać, podobnie jak w pewnych sytuacjach może zwiększać poziom

bezpieczeństwa energetycznego, a w innych może go obniżać. Celem tej części opracowania jest ocena obecnego stanu krajowej energetyki rozproszonej z wykorzystaniem analizy SWOT (jej wyniki zostały przedstawione w Tab. 1).

Tab. 1. Analiza SWOT dla ekonomicznych uwarunkowań rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce

Mocne strony	Słabe strony
<p>S1. Istniejące mechanizmy finansowe wsparcia energetyki rozproszonej.</p> <p>S2. Funkcjonujące na rynku klastry energii i inne społeczności energetyczne.</p> <p>S3. Inwestorzy z praktycznym doświadczeniem w budowie energetyki rozproszonej.</p> <p>S4. Spadek kosztów produkcji rozwiązań technicznych i szeroka dostępność urządzeń.</p>	<p>W1. Niepewność inwestorów spowodowana brakiem stabilności regulacyjnej.</p> <p>W2. Niewystarczające regulacje prawne przeciwdziałające negatywnym skutkom naturalnego monopolu operatorów sieci energetycznych.</p> <p>W3. Niska dostępność atrakcyjnych ekonomicznie lokalizacji dla źródeł rozproszonych ze względu na ograniczony poziom mocy przyłączeniowych w systemie.</p> <p>W4. Wysoki koszt stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE.</p> <p>W5. Niewystarczający poziom finansowania dla działań inwestycyjnych na budowę nowych odcinków sieci i modernizację istniejącej sieci dystrybucyjnej.</p> <p>W6. Brak rozwiniętego rynku usług energetycznych (np. usług elastyczności).</p> <p>W7. Działanie Ustawy o systemie rekompensat dla sektorów i podsektorów energochłonnych oraz innych systemów wsparcia, które promują wykorzystanie energii z elektrowni konwencjonalnych.</p> <p>W8. Programy wsparcia niedopasowane do potrzeb konkretnych grup interesariuszy.</p> <p>W9. Brak narzędzi i procesów do wsparcia modeli biznesowych na poziomie technicznym.</p>
Szanse	Zagrożenia
<p>O1. Dostępność potencjalnie dużych środków pomocowych.</p> <p>O2. Rosnące ceny energii jako zachęta do szukania alternatyw w źródłach rozproszonych.</p> <p>O3. Rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania i urządzenia dla rozproszonej generacji energii.</p> <p>O4. Rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania techniczne stabilizujące napięcie w liniach z dużą penetracją źródeł rozproszonych (szczególnie instalacji PV), mogące skutkować szybkim rozwojem rynku elastyczności.</p> <p>O5. Rosnące zaangażowanie kapitału własnego prosumentów/inwestorów w OZE wynikające z rosnącej świadomości ekologicznej i ekonomicznej.</p> <p>O6. Pojawiające się na rynku energii nowe role, w tym dla operatorów, np. w obszarze dostawców platform elastyczności czy też obsługi społeczności energetycznych.</p> <p>O7. Pojawianie się na świecie nowych modeli biznesowych adaptowalnych do potrzeb krajowych.</p> <p>O8. Wczesne zidentyfikowanie priorytetów w zakresie działań służących rozwojowi wybranych technologii.</p> <p>O9. Wdrożenie norm emisyjności stymulujących rozwój energetyki rozproszonej, np. objęcie ETS-em innych sektorów niż energetyka.</p> <p>O10. Elektryfikacja kolejnych sektorów gospodarki, np. wykorzystanie energii elektrycznej przy produkcji ciepła oraz transportu.</p> <p>O11. Wzrost atrakcyjności turystycznej części regionów ze względu na poprawę jakości środowiska.</p>	<p>T1. Nieprzewidywalne wahania na rynku surowców oraz uprawnień do emisji CO₂.</p> <p>T2. Brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej umożliwiający utrzymanie pożądanej dynamiki rozwoju OZE.</p> <p>T3. Brak zharmonizowania kierunków wsparcia – środki pomocowe skierowane nieadekwatnie do potrzeb zarówno energetyki rozproszonej, jak i sieci dystrybucyjnych.</p> <p>T4. Długi czas zwrotu z inwestycji w OZE.</p> <p>T5. Możliwa utrata alternatywnych korzyści ekonomicznych (zmniejszenie atrakcyjności turystycznej terenów, spadek cen gruntów).</p> <p>T6. Negatywny efekt programów wsparcia (przekonanie o opłacalności inwestycji tylko w przypadku dofinansowania).</p> <p>T7. Rosnące koszty zatrudnienia w branży budowlanej i technologicznej.</p> <p>T8. Brak zdefiniowanej roli dla społeczności energetycznych w obszarze technicznym, społecznym, ekonomicznym – niewykorzystywanie tego typu podmiotów do np. stabilizacji parametrów technicznych sieci dystrybucyjnych czy do bilansowania KSE.</p> <p>T9. Zwiększające się zagrożenie ubóstwem energetycznym.</p> <p>T10. Wzrost kosztów redysponowania źródeł wytwórczych będących poza obszarem bilansowania wewnętrznego odbiorcy (autoproducenta) lub poza obszarem bilansowania w ramach klastra/spółdzielni.</p> <p>T11. Niski poziom udziału różnych rodzajów źródeł OZE o zwiększonej elastyczności i dostępności mocy w ciągu doby i roku (np. biogazownie, wodór) wymuszający budowę kosztownych, regulacyjnych jednostek wytwórczych na potrzeby utrzymania stabilności systemu.</p> <p>T12. Wzrost opłat z tytułu utrzymania systemu energetycznego przez użytkowników systemu nieposiadających własnych OZE.</p>

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów przygotowywanych do *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*.

Analizowany obszar ekonomiczno-finansowy jest nierozzerwalnie powiązany z innymi wymienionymi w *Strategii...* działami: legislacyjnym, technicznym oraz społecznym, stąd naturalne jest, że niektóre przedstawione w niej elementy odnoszą się do wspomnianych dziedzin. Punkty w tabeli są ponumerowane, a szersze odniesienie do nich następuje w dalszej części artykułu. Pogrubieniem oznaczono te kwestie, które zostały uznane za szczególnie istotne dla rozwoju energetyki rozproszonej.

Mocne strony

Dzięki mechanizmom wsparcia finansowego (S1) w obszarze energetyki rozproszonej – wśród których należy wymienić zwłaszcza rządowe programy koordynowane przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej, takie jak Mój Prąd, Czyste Powietrze i Moje Ciepło, jak również bardzo liczne programy samorządowe oraz finansowane ze środków krajowych i UE – w Polsce szybko wzrasta liczba instalacji prosumenckich, głównie w obszarze fotowoltaiki i efektywnych źródeł ciepła. Niezwykle istotnym zjawiskiem jest także powstanie ponad 100 klastrów energii jeszcze przed planowanym wdrożeniem wszystkich regulacji mających na celu wsparcie rozwoju społeczności energetycznych (S2). W rezultacie na poziomie krajowym obecne są podmioty mające doświadczenie w ustanawianiu złożonych struktur w obszarze energetyki rozproszonej (S3). Dzięki niedawnemu pojawieniu się rozporządzeń określających sposób rozliczeń spółdzielni energetycznych, także w tym obszarze widać wzmożone zainteresowanie, głównie jednostek samorządowych. Co więcej, od kwietnia 2022 r. w polskim prawie funkcjonuje definicja „prosumenta zbiorowego energii odnawialnej”, która może być niezwykle interesująca dla zarządców, a przede wszystkim mieszkańców budynków wielolokalowych. Jednocześnie na rynkach technologii obserwujemy spadek kosztów poszczególnych rozwiązań technicznych, takich jak panele fotowoltaiczne, magazyny energii, pompy ciepła czy technologie modernizacyjne (S4).

Słabe strony

Zmiany regulacyjne w obszarze energetyki rozproszonej będą sukcesywnie postępować. Na poziomie krajowym widoczne jest jednak zatrzymanie rozwoju jej poszczególnych branż wynikające z narzucenia ograniczeń legislacyjnych wpływających istotnie na ekonomiczny aspekt przedsięwzięć. Przykładem może być wprowadzona Ustawą z dnia 20 maja 2016 r. regulacja o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych, tzw. zasada 10H. Na mocy ustawy elektrownia wiatrowa nie może być zbudowana w odległości mniejszej niż 10-krotna wysokość turbiny od zabudowań o funkcji mieszkaniowej, form ochrony przyrody i leśnych kompleksów. W praktyce zasada 10H spowodowała zahamowanie rozwoju inwestycji wiatrowych na lądzie. Dlatego słabą stroną polskiego rynku ER i szerzej OZE (W1) jest niepewność inwestorów spowodowana brakiem stabilności regulacyjnej. Prywatni przedsiębiorcy obecnie mniej chętnie decydują się na inwestycje w OZE ze względu na dużą zmienność przepisów w zakresie potencjalnych inwestycji (np. linii bezpośredniej, klastrów energii, spółdzielni energetycznych, rozwiązań z dziedziny *cable pooling*), co powoduje, że oszacowanie pełnych kosztów przedsięwzięć staje się bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe.

Kolejną słabą stroną jest niski poziom dostępnych mocy przyłączeniowych w systemie elektroenergetycznym, co ogranicza dostępność atrakcyjnych ekonomicznie lokalizacji (W3). W zależności od operatora odrzucanych jest obecnie nawet 30–40% wniosków o przyłączenie. Często zatem dochodzi do sytuacji, że nawet gdy są chętni do pokrycia kosztów inwestycyjnych dla projektów zgodnych z celem OZE wymaganym na poziomie krajowym, to państwo nie zapewnia odpowiedniej infrastruktury do realizacji tego typu przedsięwzięcia. Przyczyną takiego stanu rzeczy są m.in. niewystarczający poziom finansowania działań inwestycyjnych na budowę nowych odcinków sieci dystrybucyjnej i modernizację już istniejących elementów (W5) oraz niedostatecznie rozwinięte usługi elastyczności w obszarze zarówno zarządzania lokalnymi przeciążeniami, jak i bilansowania całości systemu.

Słabą stroną polskiego rynku energii jest także brak regulacji pozwalających na przyłączenie większych zasobów w zakresie energetyki rozproszonej bez konieczności oczekiwania na rozwój sieci dystrybucyjnych (W2). Mowa tutaj o regulacjach w zakresie *cable pooling*, *oversizing* czy linia bezpośrednia. *Cable pooling* umożliwia przyłączenie, na przykład w obrębie jednego węzła, kilku jednostek wytwórczych, w tym magazynów energii o łącznej mocy generacji przekraczającej możliwości techniczne infrastruktury dystrybucyjnej. Mechanizm zakłada jednak, iż takie przyłączenie byłoby możliwe pod warunkiem, że jednostki działałyby w sposób skoordynowany, tak aby nie dopuścić do wyżej wspomnianych przeciążeń infrastruktury. Podobnie rzecz ma się z rozwiązaniami typu *oversizing*, gdzie zezwala się na podłączenie przewymiarowanej instalacji pod warunkiem, że nie wyprowadzi ona więcej mocy niż dopuszczają możliwości techniczne sieci dystrybucyjnej. W rezultacie inwestorzy, dla których zostały określone warunki przyłączeniowe na zbudowanie źródeł OZE, dostają szansę na ich wykorzystanie w bardziej efektywny sposób. Negatywną konsekwencją takich rozwiązań jest jednak to, że w sporadycznych momentach, w których zaistnieją bardzo sprzyjające warunki pogodowe, a instalacja będzie działać z pełną mocą, wymagane będzie ograniczenie produkcji. Niemniej jednak w ciągu roku taka farma dostarczy do sieci większą niż standardowo średnią ilość energii, co zapewni szybszy zwrot z inwestycji i bardziej efektywne wykorzystanie sieci dystrybucyjnej. Dodatkowo takie podejście pozwala na zwiększenie penetracji OZE bez konieczności znacznych inwestycji w infrastrukturę dystrybucyjną i przesyłową (W3).

Innym problemem są wysokie koszty stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE, spowodowane brakiem odpowiednich regulacji wspierających rozwiązania bilansowania lokalnego (W4). Bez wdrożenia takich rozwiązań coraz częściej będzie dochodzić do destabilizacji systemu elektroenergetycznego, która może się przejawiać na kilku poziomach. Na poziomie sieci dystrybucyjnych są to: wyższe napięcia związane z intensywnym działaniem instalacji fotowoltaicznych (skutkujące

m.in. odłączaniem tych instalacji czy też przeciążeniem elementów takich jak stacje transformatorowe) spowodowane zwiększonym przepływem mocy z instalacji wytwórczych. Na poziomie sieci przesyłowej dochodzi m.in. do częstszego odstawiania i włączania jednostek konwencjonalnych, co skutkuje zwiększeniem ich awaryjności, skróceniem czasu pracy oraz zmniejszeniem opłacalności ekonomicznej tych jednostek. Istnienie jednostek wytwórczych w kilkudziesięcioletniej perspektywie jest gwarantem stabilizacji całego systemu, przynajmniej dopóki nie pojawią się wielkoskalowe magazyny energii i energetyka atomowa lub dopóki nie nastąpi przełom w prototypowych technologiach typu fuzja jądrowa. Dodatkowym problemem jest obecny kształt rynku mocy, który nie stwarza wystarczających zachęt do inwestycji w nowe jednostki konwencjonalne mogące dalej stabilizować system poprzez zbilansowanie jednostek pogodozależnych, których liczba rośnie w szybkim tempie. Zwiększenie stabilności możliwe byłoby także dzięki stworzeniu odpowiedniego rynku dla usług elastyczności, za pośrednictwem którego będzie można rozwiązywać kwestie dotyczące nie tylko bilansowania całości systemu, ale również lokalnych przeciążeń (W6).

Na wczesnym etapie rozwoju poszczególnych koncepcji niezbędne jest zdefiniowanie odpowiednich programów wsparcia zachęcających rynek do stworzenia rozpoznających poprawność założonych modeli biznesowych (W8). Zakończenie pilotaży z sukcesem daje szansę na szersze rozpowszechnienie dobrych rozwiązań. Pewne grupy interesariuszy, które mogłyby istotnie przyczynić się do rozwoju energetyki krajowej, nie są obecnie objęte takimi programami wsparcia. Przykładem są tutaj klastry energii, prosumenci zbiorowi czy spółdzielnie energetyczne.

Aby wdrożyć pewne modele biznesowe, np. w zakresie efektywnego zarządzania OSDn-em, klastrem energii, spółdzielnią energetyczną, prosumentem zbiorowym czy wirtualnym itp., potrzebne są rozwiązania sprzętowo-programistyczne, które zoperacjonalizują dany model biznesowy (W9). Są to np. narzędzia do zarządzania infrastrukturą oraz do rozliczania podmiotów zrzeszonych w danej inicjatywie. W obecnych

realiach narzędzia te są niedostosowane do polskiego rynku, a ich adaptacja jest często poza zasięgiem finansowym części podmiotów działających w obszarze energetyki rozproszonej.

Szanse

W obszarze szans mamy dwie kluczowe pozycje. Pierwszą jest dostępność dużych środków pomocowych w ramach Krajowego Planu Odbudowy, Funduszu Spójności oraz Funduszu na rzecz Sprawiedliwej Transformacji (O1), a także fakt wspierania ER przez polityki Unii Europejskiej. Nowe ramy finansowe mogą stanowić istotny element stymulujący rozwój energetyki rozproszonej w perspektywie do co najmniej 2030 r. Wsparcie inwestycyjne pochodzące ze strony UE dodatkowo może zostać wzmocnione funduszami pochodzącymi ze sprzedaży uprawnień na rynku EU ETS. Środki te powinny być skierowane m.in. na rozwój rozproszonych źródeł energii oraz sieci dystrybucyjnych, które służą do ich przyłączenia (T3). W przypadku braku odpowiedniego balansu w tym zakresie pojawi się zagrożenie niezrealizowania europejskich celów środowisko-klimatycznych. Istotne jest także wsparcie cyfrowej transformacji dla przedsiębiorstw i jednostek samorządu terytorialnego, m.in. w zakresie energetyki odnawialnej i poprawy efektywności energetycznej. Ma temu służyć m.in. uruchomienie programu Cyfrowa Europa¹ na lata 2021–2027 i możliwość skorzystania ze wsparcia sieci Europejskich Hubów Innowacji Cyfrowych², które będą tworzone

w ramach tego programu. Drugim kluczowym aspektem są rosnące ceny energii, które mogą stanowić bodziec do szukania alternatywy, np. w energetyce prosumenckiej (O2). Obecna sytuacja na rynku paliw kopalnych – zarówno węgla, jak i gazu – oraz zwiększająca się penetracja wielkoskalowych OZE skutkująca z jednej strony wzrostem kosztów energii spowodowanym ograniczoną dostępnością surowców oraz wzrostem cen certyfikatów CO₂, a z drugiej strony większymi wahaniami cen spowodowanymi intensywnym działaniem OZE w okresach dużej wietrzności oraz nasłonecznienia. Zarówno indywidualni, jak i przemysłowi konsumenci energii, chcąc ograniczyć koszty energii oraz ryzyko zmian cen, coraz częściej wybierają zabezpieczenia bazujące np. na kontraktach PPA, linię bezpośrednią czy też własne jednostki wytwórcze oraz magazyny, co skutkuje zwiększeniem udziału energetyki rozproszonej w całkowitym wolumenie produkcji energii. W rezultacie rośnie zaangażowanie kapitału własnego inwestorów w OZE (O5).

W branży integratorów rozwiązań IT oraz technicznych oczekiwane są nowe produkty odpowiadające na potrzebę stabilizacji sieci dystrybucyjnych i przesyłowych, lokalnego bilansowania, integracji rozwiązań w sektorze ciepła i energii elektrycznej (O4). Szansom tym sprzyjają regulacje europejskie, takie jak dyrektywy RED II czy dyrektywa o wspólnym rynku energii³ inicjujące szereg zmian w tym obszarze. W ich efekcie, m.in. zostanie szeroko otwarty segment rynku, na którym do tej pory działały głównie tzw. jednostki wytwórcze centralnie dysponowane (JWCD)⁴. Rynek ten obejmuje zarówno usługi pomocnicze zależne od częstotliwości napięcia w sieci elektroenergetycznej

¹ Program Cyfrowa Europa ma na celu stworzenie pomostu między badaniami nad technologiami cyfrowymi a wprowadzeniem ich wyników na rynek. Zapewnia finansowanie projektów w pięciu kluczowych obszarach: 1) obliczenia superkomputerowe, 2) sztuczna inteligencja, 3) cyberbezpieczeństwo, 4) zaawansowane umiejętności cyfrowe, 5) zapewnienie szerokiego wykorzystania technologii cyfrowych na wszystkich poziomach gospodarki i społeczeństwa (European Commission). Szczegółowe informacje o programie można znaleźć pod adresem: <https://www.gov.pl/web/ia/program-cyfrowa-europa>.

² Europejskie Huby Innowacji Cyfrowych to sieć ośrodków gromadzących wiedzę i kompetencje w dziedzinie cyfrowej transformacji działalności gospodarczej. Jej rolą będzie pomoc w zwiększaniu konkurencyjności firm, poprzez ich wsparcie w procesie transformacji cyfrowej (Ministerstwo Rozwoju i Technologii 2021).

³ EMD – dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej. RED II – dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.

⁴ Obecny kształt rynku bilansującego uniemożliwia udział jednostek innych niż JWCD w usługach regulacyjnych. Jednostki te muszą 1) spełniać wymagania w zakresie posiadania infrastruktury teleinformatycznej na potrzeby systemów dyspozytorskich, 2) być przyłączone do sieci przesyłowej lub koordynowanej sieci 110 kV, 3) posiadać moc co najmniej 50 MW, podlegającą centralnemu dysponowaniu przez OSP. Energetyka rozproszona nie jest w stanie spełnić punktów 2) oraz 3).

(takie jak rezerwy pierwotna, wtórna i trójna), jak i szereg usług niezależnych od częstotliwości (np. zdolności do rozruchu autonomicznego oraz pracy wyspowej czy zapewnienie inercji w celu zachowania stabilności sieci lokalnej), a także usługi zarządzania ograniczeniami, czyli tzw. usługi elastyczności. W rezultacie pojawiają się nowe modele biznesowe, które mogą być adaptowane do potrzeb krajowych (O7), czego przykładem są już tutaj wspomniane rynki elastyczności, które zostały zainicjowane i działają m.in. w krajach skandynawskich oraz w Wielkiej Brytanii. Wspomniane usługi z jednej strony dają szansę na ukształtowanie się nowego modelu biznesowego służącego do kontraktowania usług dla dostawców platformy IT, a z drugiej strony wymagają dostarczenia szeregu narzędzi dla agregatorów odpowiadających na potrzeby spółek dystrybucyjnych.

Objęcie ETS-em innych sektorów niż energetyka także prawdopodobnie przyspieszy rozwój ER (O9). Dla przykładu w obszarze transportu wprowadzenie dodatkowej opłaty prawdopodobnie przyspieszyłoby elektryfikację tego sektora (O10). Jednocześnie, biorąc pod uwagę ograniczone możliwości inwestycyjne OSD, można założyć, że elektryfikacja doprowadziłaby do niekontrolowanego wzrostu zapotrzebowania na energię elektryczną lub wręcz wymusiłaby inwestycje w lokalne źródła energii.

Zagrożenia

Analizując sektor energetyki rozproszonej, dostrzec można także zagrożenia. Najistotniejszym ryzykiem są nieprzewidywalne wahania cen surowców oraz uprawnień do emisji CO₂, które powodują odkładanie decyzji inwestycyjnych przez odbiorców przemysłowych (T1). W ostatnich latach widzimy kilkusetprocentowe wahania – zarówno na rynkach energii elektrycznej i gazu, jak i w zakresie cen uprawnień do emisji CO₂. Tak duże zmiany powodują, że inwestorom trudno podejmować racjonalne decyzje, nie tylko co do inwestycji w OZE, ale także co do technologii stabilizujących pogodozależne źródła. Bez stabilizujących systemów źródeł energii

(np. gaz, biogaz lub biomasa), rozwój OZE będzie spowolniony przynajmniej do czasu uprzemysłowienia się rozwiązań takich jak wielkoskalowe magazyny energii. Dodatkowo nieprzewidywalność na rynkach energii i surowców jest potęgowana przez sytuację geopolityczną związaną z wojną w Ukrainie.

Kolejnym istotnym zagrożeniem jest brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej uniemożliwiający osiągnięcie pożądanej dynamiki rozwoju źródeł rozproszonych (T2). Obecnie niski poziom dostępnych mocy przyłączeniowych i zwiększająca się liczba odmów przyłączenia źródeł OZE do sieci dystrybucyjnej są tego najlepszym potwierdzeniem. Trzeba również pamiętać, że w obszarze wsparcia środkami pomocowymi obowiązuje zasada naczyń połączonych, tj. wsparcie rozwoju OZE wymaga wsparcia rozwoju sieci dystrybucyjnej. Bez tego drugiego nie nastąpi zakładany rozwój energetyki rozproszonej i nie zostaną w pełni wydane środki pomocowe przewidziane na ten cel (W5).

W obszarze społeczności energetycznych w obecnym kształcie legislacji mamy zdefiniowane podmioty typu prosument indywidualny, zbiorowy i wirtualny, spółdzielnia energetyczna oraz klaster energii. Nie wszystkie z aktualnie istniejących regulacji spełniają związane z nimi oczekiwania, a w części brakuje istotnych elementów pozwalających zbudować na ich podstawie sprawnie funkcjonujące modele biznesowe i rozwinąć przemysł. Niektóre z nich muszą także ulec zmianie na skutek regulacji unijnych, w tym zwłaszcza dyrektywy RED II oraz dyrektywy EMD. To m.in. z konieczności wdrożenia RED II wynika część postulatów krótkoterminowych opisanych w *Strategii...*, takich jak wprowadzenie prosumenta zbiorowego, spółdzielni energetycznych, społeczności OZE, PPA czy też kwestia sprzedaży sąsiedzkiej. Z kolei z dyrektywy EMD wynikają postulaty dotyczące obywatelskich społeczności energetycznych (OSE) oraz aktywnego (grupowego) odbiorcy. Przy takiej liczbie podmiotów, które potencjalnie pojawią się na rynku, istnieje zagrożenie, że tworzone regulacje będą niespójne lub okażą się kalką dyrektywy i że nie będą za nimi stały konkretne modele biznesowe możliwe do zrealizowania przez społeczności energetyczne.

Implementacja zapisów prawnych w obszarze społeczności energetycznych w sposób oderwany od fizycznych aspektów sieci dystrybucyjnych spowoduje także wzrost kosztów redysponowania źródeł wytwórczych będących poza obszarem bilansowania wewnętrznego odbiorcy/społeczności (T10), co może skutkować przerzuceniem tego dodatkowego kosztu na pozostałych uczestników rynku.

Proponowane działania

Z analizy SWOT sektora ekonomiczno-finansowego jasno wynikają działania, które muszą być podjęte, żeby sytuacja w branży uległa poprawie. Najistotniejszymi aktywnościami stymulującymi obszar ekonomiczno-finansowy będą działania regulacyjne. Wskazane kroki są jedynie propozycjami, a ich praktyczne wdrażanie powinno być szczegółowo konsultowane ze zróżnicowanym gronem interesariuszy, począwszy od branż przemysłowych, operatorów sieci dystrybucyjnych i operatora sieci przesyłowej, przez ministerstwa oraz agendy rządowe, po szeroko pojęte społeczeństwo. Brak adekwatnego przystosowania rozwiązań legislacyjnych do rozproszonego charakteru energetyki lokalnej powoduje, że podmioty działające w branży energetycznej mają ograniczoną liczbę modeli biznesowych możliwych do realizacji. Przykładem takich podmiotów mogą być prosumenci oraz społeczności energetyczne. O ile od 2016 r. w przypadku pojedynczego odbiorcy końcowego funkcjonuje dobrze znany mechanizm prosumenta energii odnawialnej, o tyle względem społeczności energetycznych brakuje działających i umocowanych w prawie modeli funkcjonowania. Precyzyjnie skonstruowane procedury postępowania z atrakcyjnym systemem zachęt mogą mieć realny wpływ nie tylko na sektor elektroenergetyczny, ale również na dużą część gospodarki – tak jak w przypadku prosumenta energii odnawialnej i programu priorytetowego Mój Prąd⁵. Aby taki

model był trwały, musi bazować na pewnej funkcji, którą powoływane podmioty pełnią dla społeczeństwa. Jedną z nich jest ograniczenie wpływu człowieka na klimat i środowisko poprzez redukcję emisji CO₂ oraz niskich emisji. Nie powinna to być jednak jedyna wartość. Przewymiarowanie systemów wsparcia wybranych technologii OZE może naruszać integralność i bezpieczeństwo KSE. Zwiększona penetracja OZE skutkuje odwróceniem przepływów w sieci dystrybucyjnej i szeregiem problemów z tym związanych (przebiegnięcia elementów, problemy napięciowe, brak możliwości wyprowadzenia mocy z części jednostek wytwórczych itd.). W rezultacie utrzymanie takiego stanu spowoduje, że potrzebne będą znaczne nakłady na rozwój infrastruktury dystrybucyjnej, tylko po to, aby odpowiednio reagować na sytuacje krytyczne występujące przez relatywnie krótkie odcinki czasu. Obecne regulacje w zakresie prosumenta, klastrów energii czy spółdzielni energetycznych nie rozstrzygają tego problemu. Jednym z możliwych rozwiązań są regulacje wymagające bilansowania technicznego, czyli bilansowania w obrębie dobrze zdefiniowanego fragmentu sieci elektroenergetycznej, obejmującego na przykład obszar poniżej transformatora SN/nN, w czasie bliskim czasowi rzeczywistemu. Oznacza to, że energia wytworzona w danym momencie na danym obszarze zostaje w tym samym momencie skonsumowana na tym konkretnym terenie. Koncepcja ta zakłada przyznanie pewnych benefitów podmiotom (np. odbiorcom indywidualnym, klastrów energii lub obszarom przemysłowym), które zgodzą się w skoordynowany sposób pełnić funkcje systemowe. Bilansowanie techniczne ogranicza przepływy do fragmentu sieci, co zmniejsza przepływy energii przez sieć dystrybucyjną oraz przesyłową i tym samym zmniejsza straty. Kompleksowy zestaw regulacji w tym przypadku mógłby działać wieloetapowo – częściowe bilansowanie następowałoby w jednym obiekcie w ramach mechanizmu prosumenta indywidualnego oraz zbiorowego, zaś dalsze dobilansowywanie systemu przebiegałoby odpowiednio na poziomie społeczności lokalnej, kraju i całego obszaru synchronicznego. W ocenie autorów szczególnie istotnym działaniem – pod względem

⁵ W ramach projektu KlastER Sławomir Kopeć oraz Łukasz Lach przygotowali analizę efektów tego programu (Kopeć et Lach 2021).

zarówno rozwoju energetyki rozproszonej, jak i wymagań prawodawstwa europejskiego⁶ – jest zaimplementowanie do polskiego porządku prawnego definicji całego szeregu podmiotów z zakresu ER, takich jak obywatelska społeczność energetyczna, społeczność OZE czy aktywny grupowy odbiorca. Warto także wskazać, iż część rozwiązań prawnych (wynikających z prawa wspólnotowego) służących uregulowaniu społeczności energetycznych została już wdrożona (np. prosument zbiorowy). W polskim porządku prawnym od dłuższego czasu istnieją także pewne definicje (np. spółdzielni energetycznej czy klastra energii), które nie uwzględniają uzasadnionych przesłanek ekonomicznych, co z kolei powoduje, że obecnie obserwujemy znikomą popularność tego typu rozwiązań. Z perspektywy ekonomiczno-finansowej potencjalni inwestorzy oczekiwali by także działań ułatwiających przyłączenie i budowę nowych źródeł OZE. Do otwartego katalogu takich inicjatyw można zaliczyć zmiany prawne, takie jak: linia bezpośrednia, wdrożenie rozwiązań typu *cable pooling*⁷ czy liberalizacja tzw. ustawy odległościowej 10H. Co do zasady same modele regulacyjne powinny jednocześnie bazować na sprawdzonych modelach biznesowych oraz być bezpośrednio umiejscowione w dobrze zdefiniowanym obszarze sieciowym. Tab. 2 zawiera propozycję modeli biznesowych oraz kierunków rozwoju regulacji dla energetyki rozproszonej w Polsce przedstawioną przez pracowników IDEA/NCBJ w jednym z opracowań (Wawrzyniak et al. 2021).

Pomimo zmiany modelu rozliczania odbiorców indywidualnych w ramach systemu prosumenckiego, brakuje odpowiedniego mechanizmu zachęcającego inwestorów do bilansowania energii w obszarze jednego obiektu wyposażonego w instalację OZE lub

w obrębie grupy obiektów zrzeszonych w ramach społeczności energetycznych, w tym klastrów i spółdzielni energetycznych. Taki mechanizm mógłby bazować na dobrze zaprojektowanym systemie benefitów przyznawanych np. za ograniczenie poziomu wyprowadzanej/pobieranej mocy oraz za uzyskany poziom autokonsumpcji. W rezultacie na poziomie kraju z jednej strony unikniemy przewymiarowania sieci OSD i związanych z tym kosztów, a z drugiej – dostarczymy impuls do wykreowania nowych technologii w zakresie sterowania, IT, magazynowania itd. Nie bez znaczenia jest to, że problem lokalnego bilansowania występuje globalnie i wypracowane rozwiązania technologiczne będą mogły się rozwinąć na innych rynkach.

Tab. 2. Propozycja modeli biznesowych oraz kierunków rozwoju regulacji dla energetyki rozproszonej w Polsce

Typ/rozwiązanie prawne	Obszar sieci objęty rozwiązaniem – wielkość, liczba punktów poboru energii (PPE), poziomy napięcie
Prosument, linia bezpośrednia	Na ogół w ramach jednego obiektu, np. gospodarstwa domowego lub zakładu przemysłowego. Całość instalacji znajduje się za licznikiem odbiorcy – jeden PPE. Na ogół nN, możliwe SN, np. w obiektach przemysłowych.
Zbiorowy prosument	Na sieci odbiorcy oraz na fragmencie sieci OSD rozproszonyj w ramach jednego budynku. Na ogół w ramach jednego obiektu wielomieszkańcowego. Zawiera wiele PPE obsługujących np. różne mieszkania. Na ogół nN.
Klaster, spółdzielnia energetyczna, społeczność energetyczna, parki technologiczne	Na sieci odbiorcy oraz na fragmencie sieci OSD poniżej jednego lub więcej transformatorów SN/nN lub WN/SN. Obejmuje wiele obiektów różnego typu na terenie powiatu lub gminy.

Źródło: Wawrzyniak et al. 2021.

Konieczne jest zaimplementowanie do obecnie istniejącej legislacji możliwości partycypowania rozproszonych źródeł OZE w obszarze usług regulacyjnych. O ile koncepcja bilansowania lokalnego działa proaktywnie i daje narzędzia pozwalające uniknąć pewnych problemów w przyszłości, o tyle usługi regulacyjne są niezbędnym działaniem reaktywnym wymaganym do stabilizacji systemu. Aby energetyka rozproszona mogła odegrać tutaj swoją rolę, wymagana jest zmiana w regulacjach rynkowych oraz

⁶ Dyrektywy europejskie, takie jak w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (RED II), jak i w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej, nakładają na państwa członkowskie zobowiązanie do wdrożenia określonych mechanizmów prawnych.

⁷ Mechanizm tzw. *cable pooling*, czyli przyłączenie źródeł i magazynów o różnej charakterystyce wytwórczej w ramach jednego przyłącza w celu maksymalizacji jego wykorzystania. Autorzy artykułu zakładają, że taki mechanizm mógłby być zastosowany zarówno w wersji prostej, znanej w wielu krajach UE, jak i wersji rozszerzonej, obejmującej obszar węzła lub większej ich grupy.

implementacja np. platform elastyczności, zarówno w legislacji, jak i w postaci rozwiązań IT. Na poziomie ustawowym brakuje mechanizmów pozwalających OSD i OSP na stabilizację i bilansowanie w sieci elektroenergetycznej technicznie pogodozależnych lokalnych źródeł przez zasoby ER. Zasoby rozproszone mają na chwilę obecną bardzo ograniczone możliwości udziału w usługach regulacyjnych, co jest spowodowane wymaganiami zdefiniowanymi w *Instrukcji ruchu i eksploatacji sieci przesyłowej (IRiESP)*. Dlatego zasadne jest dopuszczenie zasobów rozproszonych do udziału w rynkach energii, w tym w rynku bilansującym, w rynkach rezerw oraz projektowanych rynkach elastyczności. Powołanie tych ostatnich stworzy alternatywny mechanizm do inwestycji w sieci dystrybucyjne i tym samym umożliwi szybszy rozwój ER. Pozyskiwanie przez OSP i OSD usług na rynku elastyczności powinno odbywać się z uwzględnieniem ich lokalizacji, co z kolei pozwoli częściowo rozwiązać kwestię lokalnego wymiaru przeciążeń i zdefiniować poprawne sygnały cenowe. W zakresie poprawności sygnałów cenowych powinno nastąpić skrócenie rozdzielczości/ziarnistości działania rynków (z częstotliwości godzinowej na minutową), co pozwoli z kolei cenowo odzwierciedlać dynamikę generacji OZE.

Pomimo licznych ukierunkowanych na instalacje OZE mechanizmów wsparcia operacyjnego i inwestycyjnego, w opinii autorów brakuje publicznych programów wsparcia dla przedsięwzięć obejmujących współpracę pomiędzy OSD a podmiotami energetyki rozproszonej, a szczególnie odpowiednich mechanizmów służących pobudzeniu inwestycyjnemu do powstawania rozwiązań uelastyczniających system – czy to przez włączenie źródeł rozproszonych w usługi regulacyjne, czy też przez wzmocnienie tendencji do technicznego bilansowania lokalnego. Co więcej, obserwowane i spodziewane tempo oraz skala rozwoju ER sugerują, że konieczne jest przygotowanie właściwego sposobu wsparcia rozwoju sieci dystrybucyjnych i przesyłowych. Pomoc powinna być zarówno bezpośrednia – w postaci kierowanych do OSD/OSP konkretnych programów wsparcia, jak i pośrednia – w postaci stworzenia modelu umożliwiającego szacowanie

regulacyjnego finansowania inwestycji sieciowych ze szczególnym uwzględnieniem wpływu na obciążenia odbiorców końcowych. Warto jednak podkreślić, że wskazane mechanizmy wsparcia oraz oczekiwane ich efekty powinny zostać skonstruowane w sposób przemyślany, na podstawie szczegółowych kalkulacji ekonomicznych. Jednym z istotnych obszarów w analizie skutków powinien być wpływ danej decyzji na rozwój krajowego przemysłu. Do maksymalizacji przejrzystości takich działań mogłaby posłużyć skonstruowana przy udziale wszystkich uczestników rynku specjalna mapa drogowa takich działań.

Aby można było zrealizować wyżej opisane zmiany, potrzebne są szerokie rozpowszechnienie smart meteringu oraz budowa platform agregujących i udostępniających dane z inteligentnych liczników. Konieczne jest także zbudowanie trwałych procesów umożliwiających dostęp do tych danych – przy czym nie chodzi tylko o informacje historyczne, ale przede wszystkim bieżące, pozwalające na reakcję w czasie bliskim czasowi rzeczywistemu. Obecnie, pomimo – jak się wydaje – pozytywnych zmian prawnych⁸, dostęp do układów pomiarowych jest dość utrudniony, choć w dużej mierze uzależnione jest to od polityki poszczególnych operatorów sieci dystrybucyjnych (OSD). Realizację większości zakładanych modeli biznesowych utrudnia głównie brak dostępu odbiorców indywidualnych (a za ich zgodą również podmiotów agregujących) do danych w czasie bliskim rzeczywistemu. Występowanie takich ograniczeń jest tym bardziej nieuzasadnione, że w dobie promocji racjonalnego zużycia energii odbiorca końcowy powinien mieć możliwość monitorowania i zarządzania własnym zużyciem (np. przez stały dostęp do danych o własnym zużyciu w czasie bliskim do rzeczywistego). Jednocześnie zasadne wydaje się wdrożenie pewnych odpowiednio przygotowanych procedur współpracy i udostępniania przez OSD informacji dla określonych społeczności energetycznych. W opinii autorów

⁸ Autorzy mają tu na myśli art. 11t ust. 6 pkt. 2) oraz art. 11t ust. 7 pkt. 2) ustawy Prawo energetyczne (Dz.U. 2022 poz. 1385), a także Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 marca 2022 r. w sprawie systemu pomiarowego (Dz.U. 2022 poz. 788).

opisany powyżej mechanizm powinien zostać dookreślony i wystandardyzowany w przestrzeni legislacyjnej.

Ważnym działaniem wspierającym stymulowanie energetyki rozproszonej w aspektach ekonomiczno-finansowych jest – istniejąca na razie tylko w formie projektu (Projekt ustawy o zmianie ustawy... UC74) – idea tzw. piaskownic regulacyjnych. Pomysł jest o tyle istotny, iż teoretycznie da możliwość przetestowania założeń regulacyjnych (np. określonych definicji prawnych kreujących dane modele biznesowe) na ograniczonym obszarze, tak aby sprawdzić ich ekonomiczną zasadność oraz wpływ na pozostałych uczestników rynku.

Warto mieć na uwadze, że z ekonomiczno-finansowego punktu widzenia w działaniach podejmowanych w celu rozwoju ER powinny być wykorzystywane narzędzia obiektywnie mierzące ich efekty ekonomiczno-środowiskowe. Co do zasady w opinii autorów wskazane jest, by administracja rządowa, tworząc regulacje prawne, korzystała z długoterminowego wsparcia analitycznego wyspecjalizowanych zespołów posiadających odpowiednie kompetencje oraz warsztat narzędziowy. Jednocześnie działania podejmowane przez inicjatorów czy koordynatorów społeczności energetycznych powinny uwzględniać szczegółowe analizy zarówno stanu zastanego, jak i stanu oczekiwanego po dokonaniu inwestycji. Co więcej, aby takie inicjatywy jak społeczności energetyczne mogły sprawnie funkcjonować (czyli realizować zakładane modele biznesowe), niezbędny jest rozwój narzędzi informatycznych ułatwiających zarządzanie takimi podmiotami. Automatyzacja jest konieczna, ponieważ bez niej działalność wielu nieprofesjonalnych podmiotów oferujących różne usługi z zakresu elektroenergetyki może wpływać na lokalne bezpieczeństwo energetyczne.

Podsumowanie

Sektor energetyki zmienia się na naszych oczach, a energetyka rozproszona jest jego istotną częścią, która w przyszłości będzie coraz bardziej zyskiwać na znaczeniu. Tendencję przyspiesza europejska wizja osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 r. oraz

skomplikowana sytuacja geopolityczna spowodowana konfliktem zbrojnym toczącym się u naszych granic. W rezultacie utrzymanie obecnego *status quo*, gdzie duże jednostki wytwórcze mają dominującą pozycję w sektorze energetycznym, nie jest możliwe w dłuższej perspektywie. Dodatkowo uwarunkowania krajowe (takie jak starzejący się park wytwórczy czy zmniejszające się wydobycie węgla) połączone z tendencjami globalnymi (np. długim czasem potrzebnym na budowę energetyki jądrowej) oraz spadającymi kosztami inwestycyjnymi technologii rozproszonych (w tym technologii odnawialnych) będą zwiększać udział ER w krajowym miksie energii. W tym kontekście dobrze przemyślana transformacja energetyczna, uwzględniająca energetykę rozproszoną, może przyczynić się do rozwoju krajowego przemysłu, obniżenia całkowitych kosztów pokrycia zapotrzebowania na energię i utrzymania systemów zdrowotnych, lepszego dbania o środowisko, podniesienia poziomu świadomości i edukacji społeczeństwa. W rezultacie mamy szansę zmienić nie tylko sektor energii, ale także nastawienie społeczne do innowacji oraz środowiska, bez nadwyrężania systemu finansowego. Biorąc pod uwagę poniższe czynniki, należy zauważyć, jak bardzo jest potrzebne zaangażowanie instytucji państwowych w rozwój energetyki rozproszonej, w tym nakreślenie jej rozwoju w obszarach, na które państwo ma wpływ. Chodzi m.in. o takie dziedziny jak legislacja oraz finansowanie inwestycji. Dokumentem wpisującym się w nurt tych działań jest przybliżony w ramach niniejszego opracowania projekt *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*.

Bibliografia:

- European Commission, *The Digital Europe Programme*, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme> [dostęp: 14.10.2022].
- Kopec S., Lach Ł. (2021), *Wpływ programu Mój Prąd na polską gospodarkę. Zatrudnienie, produkcja i wartość dodana generowane w kolejnych edycjach programu*, „Analizy AGH” 1: 1–6, https://www.er.agh.edu.pl/media/filer_public/62/0f/620f5896-c-458-496c-b8c5-965792ad60b9/agh_komunikat_1_2021_wplyw_programu_moj_prad.pdf [dostęp: 14.10.2022].
- Ministerstwo Rozwoju i Technologii (2021), *MRPiT ogłasza konkurs, który pozwoli wyłonić polskich kandydatów na Europejskie Huby Innowacji Cyfrowych (EDIH)*, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/mrpit-oglasza-konkurs-ktory-pozoli-wylonic-polskich-kandydatow-na-europejskie-huby-innowacji-cyfrowych-edih> [dostęp: 14.10.2022].

Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne i ustawy o odnawialnych źródłach energii (UC74), <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12347450/katalog/12792164#12792164> [dostęp: 14.10.2022].

Wawrzyniak K., Walkowiak S., Cetnarski R. (2021), *Elastyczność w sieci OSD jako kluczowy komponent transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona” 5-6: 75-90, <https://journals.agh.edu.pl/er/article/view/4744/2745> [dostęp: 14.10.2022].

Economic and financial aspects included in the proposal for a Strategy of distributed energy development in Poland until 2040

Abstract: The article elaborates on the economic and financial issues presented in the proposal for a *Strategy for the development of distributed energy in Poland until 2040*. It presents a SWOT analysis (strengths and weaknesses, potential or existing opportunities and probable or existing threats in the area of distributed energy). On the basis of SWOT, a proposal of recommended actions is presented.

Keywords: distributed energy, economic and financial aspects, business models

Dr inż. Karol WAWRZYNIAK

Narodowe Centrum Badań Jądrowych
Interdyscyplinarny Zakład Analiz
Energetycznych (IDEA)
karol.wawrzyniak@ncbj.gov.pl
karol.wawrzyniak@idea.edu.pl



Tomasz CHMIEL

Narodowe Centrum Badań Jądrowych
Interdyscyplinarny Zakład Analiz
Energetycznych (IDEA)
tomasz.chmiel@ncbj.gov.pl
tomasz.chmiel@idea.edu.pl



Aspekty społeczne i kulturowe w Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku

Abstrakt: Artykuł przedstawia założenia *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, opracowanej w projekcie "Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)", w jej aspektach społecznych. Zaprezentowano w nim wyniki analizy SWOT w obszarze społecznym oraz cele i zadania prowadzące do wykorzystania wyłaniających się z niej mocnych stron i szans dla rozwoju energetyki rozproszonej oraz minimalizowania słabych stron i zagrożeń. Wśród kluczowych kwestii poruszonych w opracowaniu znajdują się: wskazanie niezbędnych działań w celu zwiększania społecznej akceptacji dla rozwoju energetyki rozproszonej, kształcenie kadr (przede wszystkim specjalistów z tego obszaru) oraz wsparcie potencjału organizacyjnego społeczności lokalnych, które już podejmują działania na rzecz rozwoju energetyki rozproszonej i planują taką aktywność w przyszłości.

Słowa kluczowe: energetyka rozproszona, transformacja energetyczna, społeczna akceptacja rozwoju energetyki rozproszonej, kompetencje energetyki rozproszonej, rozwój kadr energetyki rozproszonej

Wprowadzenie

W artykule *Typologie socjotechniczne dla krajowych przemian energetycznych* Edomach et al. (2020) wskazują możliwe scenariusze zaangażowania obywateli w transformację energetyczną (TE) wraz z warunkami, jakie muszą zostać spełnione, by wdrożyć zmiany, i z konsekwencjami realizacji tych scenariuszy. Według zaproponowanej przez autorów typologii przemiany te mogą być niejako wymuszone przez zmiany prawne (*interim energy transition*: przejściowa zmiana energetyczna), stymulowane oddolnie przez samo społeczeństwo bez wsparcia odpowiednich regulacji (*deliberate energy transition*: świadoma zmiana energetyczna) bądź występować jako synergiczny efekt zmian zachowań społecznych i wprowadzanych regulacji

(*transformative energy transition*: transformacyjna zmiana energetyczna).

Jedynie synergiczne oddziaływanie społecznego zaangażowania oraz odpowiednich regulacji prawnych prowadzi do trwałych zmian w zakresie gospodarowania energią. Efekt ten osiąga się dzięki upowszechnieniu wiedzy dotyczącej korzyści i zagrożeń związanych z gospodarowaniem energią oraz wzmacnianiu pożądanых zachowań poprzez odpowiednie bodźce prawne czy finansowe. Społeczna akceptacja przemian energetycznych, wynikająca z poszerzenia wiedzy dotyczącej ich przebiegu i wpływu na jednostki i społeczeństwo, jest więc kluczowym czynnikiem warunkującym sprawny przebieg transformacji energetycznej i trwałość osiągniętych zmian.

Zagadnieniom zwiększenia społecznego zaangażowania w działania dotyczące efektywnego gospodarowania energią oraz wzrostu zaangażowania społeczności lokalnych w tworzenie wspólnot energetycznych poświęcono dużo uwagi w opracowanej w projekcie KlastER *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*. W niniejszym artykule zostaną przedstawione najważniejsze założenia tego obszaru *Strategii...*, wraz ze wskazaniem ich uwarunkowań (wyniki analizy SWOT) oraz proponowanych działań. W pierwszej części zaprezentowane zostaną wyniki analizy SWOT opracowanej na podstawie diagnozy społecznych uwarunkowań rozwoju energetyki rozproszonej (ER), zaś w drugiej – cele i działania rekomendowane na podstawie wniosków z przeprowadzonej diagnozy i oceny sytuacji.

Wyniki analizy SWOT – społeczno-kulturowe uwarunkowania rozwoju ER w Polsce

Punktem wyjścia do opracowania kierunków działań, które należy podjąć, aby zwiększyć społeczne poparcie dla rozwoju energetyki rozproszonej oraz kształtować pożądane postawy, była diagnoza uwzględniająca analizę danych zastanych i wyniki badań realizowanych w projekcie KlastER. Na jej podstawie przygotowano analizę SWOT czynników społeczno-kulturowych, które mogą wpływać na rozwój energetyki rozproszonej w Polsce (Tab. 1).

W tabeli pogrubieniem oznaczono te kwestie, które w toku prac nad *Strategią...* zostały uznane za kluczowe mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia dla rozwoju ER w jej aspekcie społecznym. Do kluczowych mocnych stron zaliczono wzrastającą społeczną akceptację dla rozwoju OZE, duży potencjał entuzjastów i liderów rozwoju ER oraz ich zaangażowanie w lokalne inicjatywy, a także doświadczenie praktyczne działających klastrów energii. Wśród słabych stron znalazły się przede wszystkim: brak nowoczesnych rozwiązań oraz powszechnej wiedzy i edukacji w zakresie gospodarowania energią, a także nieznanymi dobrych praktyk inżynierskich i wynikających z nich korzyści. Szansę dla rozwoju ER w obszarze społecznym stanowią z kolei rosnące zainteresowanie ochroną środowiska oraz wysoki poziom zaufania do władz samorządowych. Zagrożeniem są natomiast dostrzegalna rozbieżność pomiędzy poparciem dla działań proekologicznych i służących rozwojowi ER a faktycznymi zachowaniami, słabo rozwinięty kapitał społeczny (w tym niski poziom zaufania społecznego, zwłaszcza do niektórych instytucji publicznych) oraz opór grup interesów niechętnych rozwojowi ER.

Do mocnych stron społeczno-kulturowego potencjału rozwoju energetyki rozproszonej należy przede wszystkim rosnąca społeczna akceptacja dla takiej formy energetyki. Jej najbardziej widoczną ilustracją może być **zwiększająca się liczba instalacji fotowoltaicznych** (IEO 2022), do rozwoju których

przyczynił się w znaczącym stopniu program Mój Prąd. Jednak proekologiczne postawy tworzące sprzyjający klimat dla rozwoju energetyki rozproszonej można było obserwować jeszcze przed fotowoltaicznym boorem. Polacy w ciągu ostatnich lat wykazują dużą wrażliwość na problemy ekologii, ochrony środowiska oraz kwestię odnawialnych źródeł energii (Gwiazda et Ruszkowski 2016, Indicator 2018, IBRIS 2020). Mimo obserwowanego wzrostu świadomości ekologicznej, **poziom wiedzy na temat energetyki rozproszonej pozostaje relatywnie niski** i wciąż funkcjonują stereotypy dotyczące tych źródeł energii (por. np. sondaż PKEE 2022). Może to istotnie ograniczać rozwój ER i budowanie trwałych zmian w zakresie gospodarowania energią, które są kluczowe pod względem efektywności tworzonego systemu. Brakiem wiedzy wykazują się nie tylko zwykli obywatele, ale również przedstawiciele grup kształtujących rozwój ER w Polsce (m.in. reprezentanci jednostek samorządów terytorialnych). Przy czym wiedza jest tu rozumiana w sposób skonkretyzowany, jako know-how, orientacja w określonych rozwiązaniach instytucjonalno-prawno-technologicznych czy biznesowych. Jej brak jest często wskazywany jako poważna bariera w tworzeniu czy funkcjonowaniu klastrów energii i podejmowaniu działań związanych z rozwojem energetyki rozproszonej na poziomie lokalnym (Micek et al. 2021). Dodatkowym problemem podkreślanym przez praktyków skupionych w klastrach i ich otoczeniu jest **brak kapitału ludzkiego lub jego ograniczone zasoby na poziomie lokalnym**. Chodzi tutaj o niewystarczającą liczbę specjalistów związanych z energią rozproszoną oraz fakt, że większość z nich działa już w obrębie dużych podmiotów energetyki, które mogą być niechętne wobec rozwoju ER. Ponadto należy uwzględnić konieczność aktualizacji kompetencji obecnych specjalistów wynikającą z szybkiego rozwoju technologii i wprowadzania nowych rozwiązań. Istotne jest także zapewnienie zastępowalności pracowników sektora energetycznego odchodzących na emeryturę. W tym kontekście wskazuje się na niewystarczającą liczbę szkół i uczelni kształcących pod kątem energetyki rozproszonej (Micek et al. 2021).

Tab. 1. Analiza SWOT dla obszaru uwarunkowań społeczno-kulturowych rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce

Mocne strony	Słabe strony
<ol style="list-style-type: none"> 1. Wzrost społecznej akceptacji rozwoju ER. 2. Zaangażowanie liderów i entuzjastów w lokalne inicjatywy. 3. Doświadczenia praktyczne działających klastrów energii oraz grupy prosumentów i ich otoczenia. 4. Istniejące sieci współpracy i pozytywne doświadczenia ze współpracy między środowiskiem naukowym, biznesem i administracją publiczną w zakresie ER. 5. Instytucjonalizacja i profesjonalizacja środowisk związanych z ER, stowarzyszenie się, budowanie bazy wiedzy (czasopisma branżowe, publikacje), wymiana doświadczeń, kształcenie kadr. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Brak powszechnej wiedzy i edukacji w zakresie gospodarowania energią i nowoczesnych rozwiązań energetycznych i technologicznych. 2. Ograniczony lokalny kapitał organizacyjny. 3. Nieznajomość dobrych praktyk inżynierskich i praktycznych korzyści. 4. Niewystarczające wsparcie pozafinansowe dla lokalnych inicjatyw związanych z ER. 5. Ograniczona liczba specjalistów w zakresie ER. 6. Słabo rozwinięte mechanizmy dialogu społecznego, negocjacji i skutecznej komunikacji.
Szanse	Zagrożenia
<ol style="list-style-type: none"> 1. Rosnący poziom akceptacji i zainteresowania ochroną środowiska. 2. Wysoki poziom zaufania do władz samorządowych. 3. Wzrastające przekonanie o konieczności zapobiegania negatywnym skutkom zmian klimatycznych i gotowość do produkcji energii odnawialnej w coraz większej liczbie zorganizowanych inicjatyw oraz wśród osób prywatnych. 4. Chęć poprawy jakości powietrza i obawa przed utratą statusu uzdrowiska przez miejscowości uzdrowiskowe. 5. Możliwość, jakie dla lokalnych rynków pracy stwarza rozwój ER (generowanie nowych lokalnych miejsc pracy dla osób tracących zatrudnienie w sektorze węglowym, tworzenie dodatkowych usług). 6. Nowy trend społeczny – własna produkcja energii z OZE i dążenie do niezależności energetycznej. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Możliwa rozbieżność pomiędzy deklaratywnym a faktycznym zaangażowaniem w działania. 2. Słabo rozwinięty kapitał społeczny, ograniczone zaufanie społeczne, w tym do części instytucji. 3. Opór grup interesów, które mogą być niechętnie nastawione do rozwoju ER. 4. Obawy związane z niekorzystnymi ekonomicznymi skutkami transformacji. 5. Obawy związane z przejmowaniem terenów pod budowę instalacji OZE i dekompozycją krajobrazu. 6. Rosnąca niechęć powodowana brakiem regulacji prawnych stymulujących dalszy rozwój wspólnot energetycznych, w tym klastrów energii. 7. Niska gotowość społeczeństwa do solidarnego podejmowania decyzji i współpracy na rzecz inicjatyw lokalnych, dominacja strategii indywidualistycznych. 8. Niskie zaufanie do długofalowej stabilności strategii rozwoju ER w Polsce ze względu na brak oczekiwanych regulacji i działań strategicznych. 9. Niekorzystne stereotypy wynikające z niewystarczającej wiedzy w zakresie technologii energetyki rozproszonej oraz mechanizmów ekonomicznych. 10. Tradycyjne przywiązanie do energetyki bazującej na węglu wynikające z przyzwyczajenia.

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiałów przygotowywanych do *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*.

Innym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi energetyki rozproszonej w Polsce jest **duży kapitał w postaci liderów oraz entuzjastów zaangażowanych w lokalne inicjatywy**. Są to przede wszystkim liderzy klastrów energii, którzy zwykle wywodzą się z lokalnych społeczności. Często właśnie oni odpowiadają za tworzenie takich inicjatyw, ich dalszy rozwój, ale też kreowanie pozytywnych postaw wśród mieszkańców (Micek et al. 2021). Zaangażowanie liderów klastrów i społeczności lokalnych motywuje do działań inne podmioty i osoby. Doświadczenia istniejących klastrów energii pokazują, że ER może się rozwijać i przynosić pozytywne efekty. Aktywność liderów prowadzi ponadto do stworzenia swego rodzaju dobrych praktyk, które często znajdują formalny

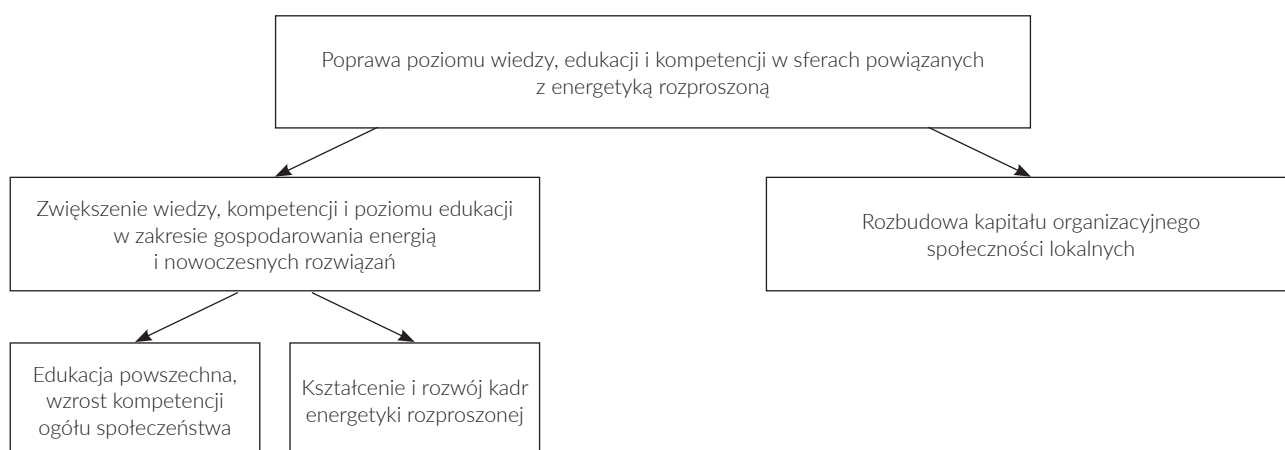
wyraz w postaci różnych typów współpracy pomiędzy środowiskami biznesu, edukacji, administracji lokalnej i centralnej zainteresowanymi tworzeniem i rozwojem energetyki rozproszonej. Na tym podłożu powstają rozmaite stowarzyszenia (np. Podkarpacki Klaster Energii Odnawialnej, który jest właściwie platformą wymiany i rozpowszechniania wiedzy i informacji poświęconych energetyce rozproszonej), projekty (np. projekt KlastER w ramach programu GOSPOSTRATEG) bądź czasopisma (np. „Energetyka Rozproszona”). Dzięki temu budowane są bazy wiedzy oraz zasoby kapitału społecznego, często wzajemnie się uzupełniające i wzmacniające (Szczucka et al. 2021), co stanowi bardzo mocny czynnik wspierający rozwój polskiej energetyki rozproszonej.

Rozwojowi ER może sprzyjać także obecny kryzys energetyczny i drastyczny wzrost cen energii, gdyż strategicznego znaczenia nabierają działania mogące budować niezależność i bezpieczeństwo energetyczne. W trybie wymuszonym i nieco przyspieszonym społeczeństwo polskie, podobnie jak inne społeczeństwa europejskie, przeszło proces edukacji skutkującej wzrostem świadomości związanej z koniecznością budowania niezależności energetycznej, bazującej na surowcach innych niż dotychczas wykorzystywane paliwa kopalne. Bezpieczeństwo, niezależność i rachunek ekonomiczny stały się najważniejszymi przesłankami w myśleniu o przyszłości energetyki. Na nieco dalszy plan odsunięte zostały argumenty ekologiczne/prośrodowiskowe. Rosnąca akceptacja społeczna dla zielonej energii jest ważnym czynnikiem warunkującym sukces transformacji energetycznej, podparta jednak musi być wiedzą i przekonaniem o realnych korzyściach z niej wynikających. Konieczna jest dalsza edukacja oraz wsparcie eksperckie w zakresie dopasowania mocy OZE do rzeczywistych potrzeb użytkowników. Obecnie energetyka rozproszona w Polsce bazuje na fotowoltaice, a decyzje o mocy instalacji prosumenckich są poparte nie analizą ekonomiczną, ale rekomendacją instalatorów, co prowadzi do przewymiarowania tych instalacji i w efekcie do niewłaściwych zachowań w zakresie użytkowania energii (np. do zwiększania zużycia). Zatem działania, które powinny pozytywnie wpływać na środowisko, nierzadko przynoszą odwrotny skutek. Można prognozować, że obecne wzrosty

cen energii elektrycznej przyczynią się do dalszego zwiększenia liczby przyłączanych mikroinstalacji. Zatem edukacja dotycząca gospodarowania energią, dopasowania mocy instalacji do potrzeb odbiorców oraz postaw wobec energii jest zagadnieniem potrzebnym i aktualnym. Integralne spojrzenie na energetykę i społeczności energetyczne pozwoli uświadomić użytkownikom, jak zadbać o swoją przyszłość oraz o swoje finanse w kontekście zaopatrzenia w energię i gospodarowania nią.

Cele i działania służące zwiększeniu poziomu wiedzy i akceptacji społecznej dla rozwoju ER

Proponowane w *Strategii...* cele i działania dotyczące społecznych uwarunkowań rozwoju energetyki rozproszonej podzielono na dwie zasadnicze kategorie: do pierwszej zaliczono działania związane z rozwojem kompetencji, edukacją, kształceniem i szkoleniem kadr, do drugiej działania związane ze wzmocnieniem potencjału organizacyjnego społeczności lokalnych. Elementy należące do pierwszej kategorii można z kolei podzielić na takie, które odnoszą się do wzrostu kompetencji ogółu społeczeństwa i włączania treści dotyczących gospodarowania energią do programów edukacyjnych i promujących pozytywne postawy, oraz takie, które obejmują kształcenie i rozwój kadr na potrzeby rozwijającego się sektora ER oraz sektorów z nim powiązanych (Rys. 1).



Rys. 1. Proponowane w *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* cele z obszaru społeczno-kulturowego

Edukacja powszechna, wzrost kompetencji ogółu społeczeństwa

Proponując działania służące zwiększaniu wiedzy i umiejętności związanych z energetyką rozproszoną oraz kształtowaniu odpowiednich postaw w tym zakresie, za kluczowe uznano **holistyczne spojrzenie na proces transformacji energetycznej i jego powiązanie z różnymi obszarami życia**: ze sferą gospodarczą (gospodarka obiegu zamkniętego) i społeczno-kulturową (normy i wartości, preferowane style życia) (por. Komisja Europejska 2020). Znaczenie tego holistycznego podejścia podkreślano podczas spotkań zespołu do spraw społecznych, powołanego w projekcie KlastER. Uznano, że bez znaczących modyfikacji w podejściu do gospodarki i konsumpcji nie będzie można osiągnąć trwałych zmian w zakresie oszczędzania energii i jej bardziej efektywnego wykorzystania. Za punkt wyjścia działań proponowanych w *Strategii...* uznano więc z jednej strony integrację i aktualizację wiedzy dotyczącej megatrendów kształtujących gospodarkę i życie społeczne w bliższej i dalszej przyszłości, z drugiej zaś zebranie, uzupełnienie i poddanie pogłębionej analizie danych dotyczących społecznych postaw wobec rozwoju ER, zachowań związanych z gospodarowaniem energią, a także uwarunkowań tych zachowań. Zwiększeniu skuteczności działań edukacyjnych i promocyjnych dotyczących energetyki rozproszonej ma też służyć proponowana w *Strategii...* ocena dotychczasowych działań prowadzonych w tym zakresie. Proponuje się, by poddać analizie wykorzystywane do tej pory kanały komunikacji, kluczowe grupy nadawców i odbiorców komunikatów, ich treść i formę. Byłaby to kontynuacja działań prowadzonych w projekcie KlastER, gdzie badano dyskurs dotyczący ER w polskich mediach (Leszczyńska et Skowronek 2020). Na skuteczność propagowania energetyki rozproszonej w społeczeństwie mają wpływ cztery grupy czynników: wyzwania wynikające z megatrendów oraz pojawiające się w tym zakresie napięcia i kryzysy; zmiany technologiczne; stan wiedzy społeczeństwa, jego obawy, oczekiwania i przyjmowane strategie działań; skuteczność stosowanych do tej pory narzędzi komunikacji i promocji. Analiza tych

warunków powinna stanowić podstawę do opracowania strategii edukacyjnych i promocyjnych dopasowanych do potrzeb, możliwości percepcyjnych i charakteru różnych grup odbiorców.

Działania edukacyjne i promocyjne nie mogą jednak mieć charakteru jednostronnego przekazu, zwłaszcza wyływającego ze źródła, którego bezstronność może być podważana. Żeby były skuteczne, niezbędne jest zaangażowanie osób i środowisk, które są uważane za wiarygodne, cieszą się autorytetem. W świetle przeprowadzonych analiz jednym z kluczowych czynników wpływających na skuteczność działań edukacyjnych i promocyjnych jest włączenie w proces edukacji i komunikacji lokalnych liderów, autorytetów rozpoznawanych w mniejszych środowiskach, przedstawicieli klastrów energii, którzy mogą podzielić się swoim doświadczeniem, przedsiębiorców i instytucji otoczenia biznesu. Co oczywiste, ważny jest także sam przekaz i jego forma: musi być rzetelny, pokazywać zarówno korzyści związane z rozwojem ER, jak i wynikające z niego zagrożenia czy ograniczenia. W zakresie stosowanej formy informowania w *Strategii...* rekomenduje się działania, które nie ograniczają się do przekazu wiedzy, ale obejmują komponent działania i zaangażowania, istotny z uwagi na możliwości budowania doświadczeń i prowadzący do zmiany postaw. Z tego względu zaleca się organizowanie warsztatów edukacyjnych, wydarzeń o charakterze aktywizującym i integrującym w społecznościach lokalnych, włączanie w ten proces różnych grup mieszkańców (zróżnicowanych pod względem wieku, miejsca zamieszkania, poziomu doświadczeń z ER czy pełnionych funkcji społeczno-zawodowych).

W opracowanej *Strategii...* w sposób szczególny zwrócono uwagę na rolę nauczycieli i innych edukatorów, od których zaangażowania, wiedzy i umiejętności dydaktycznych będzie zależała skuteczność działań edukacyjnych i promocyjnych. W związku z tym niezbędne jest opracowanie materiałów, atrakcyjnych pomocy naukowych oraz zapewnienie szkoleń dla tej kategorii osób. Należy przy tym mieć na względzie, że działania nie mogą być zawężane do edukacji formalnej (szkoła), gdyż jej przeciążenie powoduje ograniczenie

skuteczności efektywnego przekazywania wiedzy. Uru-
chomiony powinien zostać sektor edukacji pozaformal-
nej, obejmujący firmy i instytucje szkoleniowe, NGO oraz
organizacje branżowe. Jest to istotne również z tego
względu, że działania edukacyjno-promocyjne nie mogą
być kierowane tylko do uczniów (dzieci i młodzież), ale
trzeba w nie włączać także osoby dorosłe, gdyż to one
w dużej mierze decydują o zakresie i sposobie wykorzy-
stania energii w gospodarstwach domowych.

Należy również zadbać, aby prowadzone dzia-
łania edukacyjne i promocyjne były poddawane sys-
tematycznej ewaluacji, która pozwoli ocenić ich sku-
teczność i wprowadzać niezbędne modyfikacje.

Kształcenie i rozwój kadr energetyki rozproszonej

Transformacja energetyczna (TE) rodzi wiele wyzwań
kompetencyjnych, zarówno w zakresie powszechnej
wiedzy dotyczącej lepszego gospodarowania ener-
gią (na co wskazywano wcześniej), zarządzania nią
na różnych poziomach (lokalnym, regionalnym, krajo-
wym), jak i pod kątem kompetencji specjalistycznych,
które muszą posiadać kadry działające w obszarze
energetyki, w tym ER. Braki kadrowe i kompetencyj-
ne są wymieniane jako jedna z istotnych barier mogą-
cych spowalniać TE. Jak wskazano w założeniach do
Sektorowej Ramy Kwalifikacji dla Energetyki (Drzymul-
ska-Derda et al. 2020), w sektorze zwiększa się luka
pokoleniowa, a pracodawcy poszukują kompetencji,
które nie są kształcone w szkołach i na uczelniach,
gdyż procesy edukacyjne nie nadążają za dynamiką
zmian technologicznych. Konieczne są spójne roz-
wiązania pozwalające lepiej przygotowywać kadry na
potrzeby sektora i wykorzystujące możliwości, jakie
dają systemy edukacji formalnej oraz pozaformalnej,
a także uczenie się w miejscu pracy.

W *Strategii...* zaproponowano szereg działań od-
noszących się do kadr branży ER, w szczególności
związanych z **rozwojem kompetencji niezbędnych do
tworzenia i zarządzania systemem elektroenergetycz-
nym opartym na RZE (rozproszone źródła energii),
uwzględniającym odpowiedzialność za parametry**

**jakościowe napięcia i oddziaływanie RZE na sieć za-
silającą oraz poszukiwanie rozwiązań technicznych,
technologicznych i organizacyjnych potrzebnych
do radzenia sobie z pojawiającymi się wyzwaniami.**
W zakresie rozwoju kompetencji na szczególną uwagę
zasługują koordynatorzy klastrów/spółdzielni ener-
getycznych czy inwestorzy RZE, którym należy przekazać
podstawowe informacje techniczne o zagrożeniach,
jakie dla sieci dystrybucyjnych stwarza rosnąca liczba in-
stalacji OZE, zwłaszcza prosumenckich źródeł PV. Przy-
gotowując dokumentację przetargową na zakup RZE,
powinni oni mieć podstawową wiedzę umożliwiającą
takie formułowanie technicznych warunków przetar-
gu, które pozwoli uniknąć w przyszłości problemów
związanych z negatywnym oddziaływaniem tych źró-
deł na sieć zasilającą.

Innym kierunkiem działań w obszarze edukacji po-
winno być unowocześnienie systemu kształcenia i szko-
leń dla obecnych i przyszłych kadr branży ER, zwłaszcza
dla specjalistów i osób odpowiedzialnych za kształcenie
z obszaru transformacji energetycznej, rozwoju gospo-
darki cyrkularnej i RZE (głównie OZE). Za pożądane
uznano także kontynuowanie już podjętych działań
edukacyjnych, w tym realizowanych w projekcie KlastER
specjalistycznych wykładów, seminariów, forów oraz
studiów podyplomowych utworzonych na Akademii
Górnictwo-Hutniczej. Wśród rekomendowanych działań
z tego zakresu znalazły się też zidentyfikowanie i aktyw-
ne promowanie dobrych praktyk inżynierskich oraz po-
pularyzacja demonstratorów technologicznych.

Rozbudowa kapitału organizacyjnego społeczności lokalnych

Mocną stroną rozwoju ER w kontekście społecznym
są pozytywne doświadczenia związane z tworzeniem
klastrów energii w społecznościach lokalnych oraz
liderzy silnie zaangażowani w rozwój OZE. Jak wykaza-
ły przeprowadzone analizy, działania na tym poziomie
są jednak znacznie ograniczane przez niewystarczający
kapitał organizacyjny, braki kadrowe i kompetencyjne
niezbędne do rozwoju istniejących inicjatyw i pojawia-
nia się nowych. Dlatego też w *Strategii...* znalazł się

postulat wzmocnienia lub utworzenia regionalnych, lokalnych oraz internetowych centrów wsparcia dysponujących specjalistyczną wiedzą technologiczną i biznesową dotyczącą wykorzystania rozproszonych źródeł (w tym OZE) oraz ich szerokiej promocji. Do rozwoju takich podmiotów warto wykorzystać istniejące rozwiązania, takie choćby jak powołana w projekcie KlastER Sieć Kompetencji ds. Energetyki Rozproszonej (SKER). Istotnym kierunkiem działań powinno być też wsparcie dla lokalnych wspólnot energetycznych i jednostek samorządu. Zaspokojenie ich potrzeb kadrowych, organizacyjnych i kompetencyjnych wydaje się znaczącym czynnikiem dla dalszego rozwoju energetyki rozproszonej na poziomie lokalnym.

Wśród proponowanych działań znalazło się także szersze wykorzystywanie narzędzi wspierających zaangażowanie społeczne (np. tworzenie lokalnych laboratoriów, urban labów itp.) i upowszechnianie dobrych praktyk z tego obszaru oraz organizowanie targów technologicznych, edukacyjnych, B2B, B2C, konferencji, seminariów, warsztatów w formułach offline, online i hybrydowej.

Złożoność zagadnień związanych z transformacją energetyczną wymaga efektywnej i stałej współpracy międzysektorowej, dlatego w ramach proponowanych działań znalazło się wspieranie tworzenia sieci współpracy oraz wymiany informacji pomiędzy podmiotami działającymi w różnych sektorach (biznes, nauka, administracja, jednostki samorządu terytorialnego, NGO, mieszkańcy). Zaproponowano także szersze wspieranie wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami, które zrealizowały już lokalne projekty energetyki rozproszonej, oraz podmiotami, które dopiero planują lub właśnie realizują takie projekty. Cenne może być także formułowanie i wymiana dobrych praktyk, organizacja seminariów/warsztatów na temat konkretnych projektów. Członkowie i członkinie zespołu do spraw społecznych pracujący nad założeniami *Strategii...* zwrócili również uwagę na kwestie związane z promowaniem szerszego uczestnictwa kobiet w transformacji energetycznej (wcześniejsza edukacja, gender balance, tworzenie zespołów ds. równego traktowania).

Podsumowanie

W nawiązaniu do przedstawionej we wprowadzeniu typologii przemian energetycznych należy podkreślić, że aspekty społeczne nie mogą być pomijane w rozwoju energetyki rozproszonej, a odpowiednie regulacje prawne i bodźce finansowe powinny wspierać oddolne działania związane z tym obszarem lub stymulować do oczekiwanych zmian. Wymaga to jednak dobrego rozpoznania społecznych postaw wobec rozwoju energetyki rozproszonej i ich uwarunkowań. Te zaś mogą być zróżnicowane w zależności od typów aktorów, ich usytuowania w strukturze społecznej, dostępnych zasobów i oceny własnej sytuacji. Społeczne przekonania dotyczące ER mogą napędzać rozwój energetyki rozproszonej lub go ograniczać. Opinie te można kształtować i zmieniać, dlatego niezbędna jest edukacja i bazująca na dobrym rozpoznaniu sytuacji promocja pożądanego kierunku zmian.

Wyniki badań sondażowych wskazują, że w kryzysie energetycznym wzrosła liczba zwolenników zarówno zielonej energii, jak i większego wydobycia węgla (PKEE 2022). W ciągu ostatnich czterech lat istotnie zmniejszył się za to odsetek osób wykorzystujących do ogrzewania swoich domów i mieszkań piece i kotły węglowe, choć nadal jest to najpopularniejszy sposób ogrzewania (wykorzystywany przez ok. 46% gospodarstw domowych), stosowany przede wszystkim na wsi (77%), ale także w małych i średnich miastach (Omyła-Rudzka 2022). Ważnym zagadnieniem jest zatem sprawiedliwa transformacja – dbanie o wyrównywanie szans na wielu płaszczyznach i wspieranie słabszych środowisk.

Planowanie zaopatrzenia w energię, ciepło i paliwa gazowe jest jednym z fundamentalnych obowiązków samorządu lokalnego, który odgrywać będzie coraz większą rolę w rozwoju energetyki rozproszonej poprzez działania administracyjne, inicjujące, angażujące i wykorzystujące potencjał środowiska lokalnego, tworząc dobre warunki do współpracy lub podejmując działania edukacyjne. Warto zwrócić uwagę, że w komunikacji lokalnej powinno się kłaść główny nacisk na problemy związane z kryzysem klimatycznym, które bezpośrednio dotyczą mieszkańców konkretnych miejscowości.

Ważnym elementem działań samorządów będzie również wykorzystanie odnawialnych źródeł energii do zasilania budynków użyteczności publicznej, co postrzegane jest jako jedno z najważniejszych działań lokalnych społeczności związanych ze zrównoważonym rozwojem. Transformacja energetyczna może mieć wpływ nie tylko na zmianę postaw społecznych względem samej energetyki, ale także na zwiększenie partycypacji społecznej, wzmocnienie współpracy pomiędzy różnymi sektorami i podmiotami. We wrażliwości społecznej drzemie potencjał transformacyjny. Dlatego istotne jest rozpoznawanie dobrych praktyk i inicjatorów oddolnych zmian, w tym lokalnych działaczy, którzy mogliby popularyzować wiedzę dotyczącą energetyki rozproszonej, a także właściwe komunikowanie możliwości, jakie TE stwarza zarówno dla jednostek, jak i całych społeczności. Kwestie te uwzględniono w proponowanej *Strategii...*, wyzwaniem pozostaje podjęcie działań niezbędnych do jej wdrożenia.

Bibliografia:

- Drzymalska-Derda M., Panowicz M., Żurawski A. (2020), *Sektorowa Rama Kwalifikacji dla Energetyki (SRKE)*, <https://kwalifikacje.edu.pl/wp-content/uploads/Sektorowa-Rama-Kwalifikacji-Energetyka-internet.pdf> [dostęp: 11.10.2022].
- Edomah N., Bazilian M., Sovacool B.K. (2020), *Sociotechnical Typologies for National Energy Transitions*, „Environmental Research Letters” 15 (11): 111001.
- Gwiazda M., Ruskowski P. (red.) (2016), *Polacy o źródłach energii, polityce energetycznej i stanie środowiska*, „Opinie i Diagnozy” 34, CBOS, Warszawa.
- IBRIS (2020), *Zielony potencjał społeczny – Polska i Europa Środkowo-Wschodnia*, IBRIS, Warszawa.
- IEO (2022), *Rynek fotowoltaiki w Polsce 2022*, Instytut Energetyki Odnawialnej, Warszawa.
- Indicator (2018), *Badanie opinii Polaków na temat różnych źródeł energii*, opracowanie Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej na podstawie badań społecznych, <http://psew.pl/jakiej-energii-chca-polacy-badania-opinii-spolesczonej-indicator/> [dostęp: 4.10.2022].
- Komisja Europejska (2020), *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Nowy plan działania UE dotyczący gospodarki o obiegu zamkniętym na rzecz czystszej i bardziej konkurencyjnej Europy*, https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0007.02/DOC_1&format=PDF [dostęp: 7.10.2022].
- Leszczyńska K., Skowronek K. (2020), *Energetyka rozproszona i klastry energetyczne w Polsce. Analiza dyskursywna. Stan obecny i rekomendacje* (niepublikowany raport opracowany w ramach projektu KlastER).
- Micek D., Kocór M., Worek B., Szczucka A. (2021), *Społeczne uwarunkowania funkcjonowania klastrów energii w Polsce. Raport podsumowujący analizę studium przypadku wybranych klastrów*, cz. 2, KlastER, https://www.er.agh.edu.pl/media/filer_public/c7/5e/c75ee731-c145-4bf2-9db7-f351b56ae53e/raport_spolesczone_uwarunkowania_funkcjonowania_klastrów_energii_w_polsce_czii.pdf [dostęp: 11.10.2022].
- Omyła-Rudzka M. (2022), *Polacy wobec kryzysu energetycznego*, „Badania: 202213: Aktualne problemy i wydarzenia” 388, CBOS, Warszawa.
- Polski Komitet Energii Elektrycznej (PKEE) (2022), *Polakom tylko się wydaje, że wiedzą, które urządzenia w ich domu zużywają najwięcej prądu*, wyniki badania IBRIS, <https://pkee.pl/wp-content/uploads/2022/08/Wyniki-badania-IBRIS-Polakom-tylko-sie-wydaje-ze-wiedza-ktore-urządzenia-w-ich-domu-zuzywaja-najwiecej-pradu.pdf> [dostęp: 7.10.2022].
- Szczucka A., Lisek K., Worek B., Kocór M., Micek D. (2021), *Sieć SKER i jej otoczenie – analiza wzorców komunikacji i powiązań z wykorzystaniem analizy sieci społecznych*, „Energetyka Rozproszona” 4: 71–85.

Social and cultural aspects in the Strategy of distributed energy development in Poland until 2040

Abstract: The article presents the assumptions of the *Strategy for distributed energy development in Poland until 2040*, developed in the KlastER project, in its social aspects. It presents the results of the SWOT analysis in the social area, as well as the goals and tasks that lead to the use of strengths and opportunities and the minimization of the impact of weaknesses and threats. Among the key issues addressed in the article is the identification of actions necessary to increase social acceptance of distributed energy development, educate human resources and, above all, specialists in this area, and support the organizational potential of local communities that are already taking action to develop distributed energy and plan to do so in the future.

Keywords: distributed energy, energy transition, social acceptance of distributed energy development, distributed energy competencies, distributed energy workforce development

Dr hab. Barbara Worek, prof. UJ

Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych
Uniwersytetu Jagiellońskiego
b.worek@uj.edu.pl



Dorota Micek

Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych
Uniwersytetu Jagiellońskiego
dorota.micek@uj.edu.pl



Dr hab. Marcin Kocór, prof. UJ

Centrum Ewaluacji i Analiz Polityk Publicznych
Uniwersytetu Jagiellońskiego
marcin.kocor@uj.edu.pl



Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku – obszar techniczno-technologiczny

Abstrakt: Moc i liczba rozproszonych źródeł energii, które można przyłączyć do sieci dystrybucyjnej bez degradacji warunków jej eksploatacji, są ograniczone. Aby je zwiększyć, niezbędna jest modernizacja sieci i stosowanie różnorodnych rozwiązań technicznych platformy technologicznej *smart grid*. Istniejące w każdym kraju indywidualne uwarunkowania (słabe i mocne strony procesu transformacji) sprawiają, że różny jest zbiór działań potrzebnych do osiągnięcia sukcesu w rozwoju rozproszonych zasobów energetycznych (źródeł i magazynów) i różna powinna być kolejność ich realizacji. W artykule zwrócono uwagę na te aspekty polskiego procesu transformacji energetycznej, które pozwolą wykorzystać szanse na osiągnięcie sukcesu przy jednoczesnym redukowaniu w największym stopniu skutków istniejących zagrożeń.

Słowa kluczowe: rozproszone zasoby energetyczne, sieci typu *smart*, strategia

Kontrowersje dotyczące aspektów technicznych energetyki rozproszonej (ER) pojawiły się już na wstępnym etapie prac nad *Strategią rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* i dotyczyły definicji rozproszonych źródeł energii (RZE). Kompromis osiągnięto dzięki wskazaniu kilku wymienionych dalej istotnych technicznych wyróżników tej formy wytwarzania energii.

- 1. Moc** – źródła rozproszone są to elektrownie, których maksymalna moc, zgodnie z literaturą (także polską), wynosi 150 MW. Wartość ta budziła wątpliwości. Jeżeli głównym przeznaczeniem RZE są lokalne potrzeby energetyczne, to tak duża moc tylko w bardzo szczególnych przypadkach (np. w dużych miastach) będzie bilansowana przez lokalną konsumpcję. Dlatego w definicji RZE przyjętej w *Strategii...* podkreślono lokalny charakter źródła, brak jest natomiast odniesienia do granicznej wartości mocy i poziomu napięcia sieci.

- 2. Technologia wytwarzania** – do tej kategorii zalicza się zarówno źródła odnawialne (np. wiatr, woda, słońce, biomasa), źródła kogeneracyjne (gaz ziemny, węgiel), jak i źródła *stricte* rezerwowe (zasilane paliwem płynnym) lub różne ich kombinacje w połączeniach hybrydowych.
- 3. Lokalizacja** – prócz bezpośredniego przyłączenia do sieci dystrybucyjnej dopuszcza się możliwość usytuowania źródła rozproszonego na terenie zakładu przemysłowego, wewnątrz sieci odbiorcy itp.

W zawartej w *Strategii...* definicji RZE zrezygnowano z często podawanej w przeszłości cechy w postaci braku centralnego planowania i dysponowania, uznając to stwierdzenie za nieprawdziwe na obecnym etapie integracji zasobów energetycznych w systemach zarządzania przepływami energii.

Analiza SWOT

Opracowanie *Strategii...* rozpoczęto od analizy SWOT jako podstawy diagnozy, z której w kolejnym kroku wynikają strategiczne cele i sposoby ich osiągnięcia.

Mocne strony

Szybki rozwój rozproszonych źródeł energii wymusza zmiany technologiczne, szczególnie w zakresie narzędzi ICT służących do ich opomiarowania i monitorowania oraz zarządzania przepływami energii. **Polska branża ICT posiada duży potencjał rozwoju i dobrze**

wykształcone kadry. Wraz z sektorem wytwórców sprzętu elektronicznego i energoelektronicznego jest w stanie wytwarzać innowacyjne rozwiązania na poziomie europejskim. Ten kapitał stwarza możliwość uniezależnienia, w pewnym stopniu, rozwoju ER od zagranicznych dostawców technologii oraz uniknięcia trudności związanych z brakiem ciągłości łańcucha dostaw komponentów i finalnych produktów (doświadczenia COVID-19). Polscy producenci mogą konkurować z obcokrajowymi wytwórcami, a nawet przewodzić na globalnym rynku, co już teraz widać na przykładzie firm produkujących i instalujących kolektory słoneczne czy pompy ciepła.

Osiągnięcie wysokiego udziału odnawialnych źródeł energii (OZE) w całkowitym bilansie generacji wymaga użycia systemów energetycznych różniących się od obecnie istniejących. Będą one musiały stać się znacznie bardziej elastyczne, responsywne i inteligentne. W tym celu niezbędna jest implementacja elementów platformy technologicznej *smart grid*, w szczególności interfejsów energoelektronicznych RZE (lecz nie tylko), posiadających szereg funkcji użytkowych korzystnych dla operatora sieci. Ich zastosowanie w krajowych sieciach elektroenergetycznych jest obecnie zbyt niskie. Jednak silna pozycja polskiego przemysłu elektro- i energoelektronicznego, w połączeniu z dobrze wykształconą kadrą oraz wysokim poziomem edukacji uniwersyteckiej, dają solidne podstawy do ich rozwoju.

Uruchomiony przez OSD na terenie całego kraju proces masowej instalacji liczników inteligentnych u odbiorców oraz w stacjach SN/nN to początek zwiększania poziomu obserwowalności i w konsekwencji także sterowalności systemu elektroenergetycznego. Warunkują one dalszy rozwój sieci typu *smart* i upowszechnienie RZE. Inteligentne liczniki to także ważne narzędzie kontroli i planowania rozwoju systemu energetycznego. Powiązane z portalami dla klientów, którym dostarczane są dane o bieżącej konsumpcji energii, mogą motywować do jej oszczędzania oraz wpływać na pożądaną zmianę profili obciążeniowych sieci – poprzez przesunięcie konsumpcji energii poza okresy szczytu obciążenia

lub na momenty, gdy jest ona dostępna z odnawialnych źródeł.

Fundamentem transformacji energetycznej i gwarancją jej sukcesu są niewątpliwie wiedza i kompetencje realizatorów. W ostatnich dwóch dekadach na polskich uczelniach i w instytutach naukowych zbudowano nowoczesną laboratoryjną infrastrukturę badawczą. Powinna być ona w większym stopniu niż dotychczas włączana do aktywnego wsparcia TE (np. poprzez udział w procesach certyfikacyjnych urządzeń i aparatury energetycznej) i stanowić zaplecze badawczo-rozwojowe polskich firm energetycznych i innowacyjnych. Nie do przecenienia jest tu rola instytucji finansujących badania (zwłaszcza ukierunkowane na końcowy aplikacyjny efekt), np. NCBiR-u.

Słabe strony

Jedną z istotnych barier we wdrażaniu inteligentnych sieci jest dominująca obecnie struktura wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej bazująca na dużych systemowych źródłach energii i scentralizowanym zarządzaniu. Przedsiębiorstwa energetyczne, których działalność określają przepisy prawa, mają obowiązek minimalizowania ryzyka zagrażającego ich zasadniczemu modelowi biznesowemu. Dotyczy on świadczenia podstawowej usługi energetycznej polegającej na niezawodnym dostarczaniu do odbiorców końcowych energii o odpowiedniej jakości. Margines na innowacyjne formy współpracy z partnerami zewnętrznymi jest ograniczony i ściśle regulowany prawnie.

Równocześnie, na podstawie obserwacji procesów występujących w Europie i na świecie, można wyraźnie zauważyć, że najważniejszym elementem przyszłej energetyki będą mini- oraz mikrosieci ze źródłami rozproszonymi o dużej autonomii i zdolnościach samoregulacyjnych, mogące pracować zarówno w połączeniu z siecią zasilającą, jak i autonomicznie. Takie jednostki będą samoorganizujące i samobilansujące się oraz zwarte terytorialnie. Rozwój lokalnej samowystarczalności energetycznej jest realizowany z jednej strony poprzez wzrost

liczby i mocy RZE, a z drugiej – poprzez efektywne wykorzystanie energii prowadzące do zmniejszenia jej konsumpcji. Z wielu powodów bardziej opłacalne jest oszczędzanie energii niż jej wytwarzanie z nowych źródeł. **Aktualnie ani poziom wdrażania energooszczędnych rozwiązań, ani oferta przystępnych cenowo narzędzi technicznych zwiększających efektywne użytkowanie energii u odbiorców końcowych, w tym także komunalnych (np. systemy BEMS i HEMS), nie są satysfakcjonujące.**

Operatorzy systemów dystrybucyjnych (OSD) muszą zapewnić nowym uczestnikom rynku energii dostęp do sieci oraz optymalizować jej planowanie i eksploatację. Dotychczas – w celu zapewnienia poprawnej pracy systemu zasilającego – sami sterowali elementami własnej struktury sieciowej. W przyszłości niezbędna będzie interakcja z nowymi graczami oferującymi usługi elastyczności. Nowi uczestnicy rynku – właściciele rozproszonych źródeł (także niektórzy odbiorcy energii) – stają się obecnie częścią systemu sterowania siecią. Wyjście poza własną infrastrukturę techniczną nie zawsze jest łatwe. Na tej drodze istnieje wiele przeszkód do pokonania.

Rozproszone źródła energii, w ogromnej części pogodozależne, nie są dla energetyki zawodowej łatwymi elementami do agregacji, trudno uniknąć ich negatywnego oddziaływania na sieć zasilającą. W przypadku dużej penetracji OZE nawet niewielka, ale występująca na znacznym obszarze, zmiana prędkości wiatru lub poziomu nasłonecznienia może powodować duży wzrost/redukcję generowanej energii. Przykładowo, nagłe zachmurzenie lub zaćmienie Słońca mogą prowadzić w bardzo krótkim czasie do poważnego wzrostu (przewidywanego lub nieprzewidywanego) deficytu mocy w systemie. Wymaga to opracowania nowych strategii sterowania zasobami energetycznymi. W przypadku tych źródeł trudno uzyskać satysfakcjonujące spełnienie trzech podstawowych warunków stawianych obecnie przed RZE przez realizatorów transformacji energetycznej. Należą do nich (1) zmniejszenie zakresu zmian generowanej mocy, uczynienie elektrowni zawierającej OZE

w możliwie największym stopniu podobnej do konwencjonalnego sterowanego źródła; (2) zwiększenie efektywności wykorzystania OZE oraz (3) zwiększenie elastyczności źródła rozumianej jako zdolność do przewidywalnej zmiany mocy generacji w odpowiedzi na zewnętrzny sygnał sterujący, wydany np. przez operatora sieciowego. Aby sprostać tym wyzwaniom, niezbędne jest zapewnienie wysokiej jakości prognoz meteorologicznych, rozwoju różnych form magazynowania energii oraz technologii źródeł bazowych o wysokiej dynamice rozruchu i odstawiania, aby móc reagować zarówno na brak, jak i nadmiar produkcji energii w OZE.

Zapotrzebowanie na przyłączenie rozproszonych źródeł energii (głównie odnawialnych) w sieciach rozdzielczych średniego (SN) i niskiego (nN) napięcia stale rośnie. **Operatorzy sieci dystrybucyjnych są przytłoczeni dużą – często nadmierną w stosunku do możliwości sieciowych – liczbą wniosków o przyłączenie, które w krótkim czasie należy ocenić w zgodzie z obowiązującymi standardami sieciowymi. Równoległe do procesu rozpatrywania wniosków o przyłączenie na niespotykaną dotąd skalę realizowana jest obsługa zgłoszeń mikroinstalacji.** Setki tysięcy takich przypadków (ich dokładną liczbę trudno oszacować) bardzo istotnie wpływają na pracę sieci dystrybucyjnej.

Za barierę utrudniającą rozwój ER należy uznać także **zaawansowany wiek infrastruktury energetycznej, w szczególności sieci dystrybucyjnych, oraz niski poziom dostępnych w tych sieciach mocy przyłączeniowych.** Przystosowanie sieci do rosnących oczekiwań w zakresie przyłączania coraz większej liczby RZE (o coraz większych mocach jednostkowych) wymaga dużych inwestycji, szczególnie w rozwój i modernizację sieci dystrybucyjnych. Sama modernizacja technologiczna często nie wystarcza, konieczna jest wymiana substancji technicznej, co wynika także z wieku istniejącej infrastruktury energetycznej.

Sieci elektroenergetyczne projektowane są przy założeniu pewnego (z reguły niskiego) poziomu prawdopodobieństwa równoczesnej pracy odbiorników. W przypadku OZE generacja energii, np. w instalacjach

PV czy w elektrowniach wiatrowych, następuje na rozległym obszarze w tym samym czasie, co może prowadzić (i coraz częściej tak się dzieje) do przeciążenia elementów sieci. Dominująca większość rocznej produkcji energii pochodzącej z OZE jest generowana przy wykorzystaniu tylko części mocy zainstalowanej źródeł. Operator musi natomiast uwzględnić moc znamionową źródeł, która jest wprowadzana do sieci, przy czym dzieje się to tylko przez ograniczoną liczbę godzin w ciągu roku. **Z ekonomicznego punktu widzenia nie jest racjonalne projektowanie sieci dystrybucyjnych w celu wyprowadzenia pełnej znamionowej mocy wyjściowej źródeł, która jest generowana w relatywnie krótkiej części ich rocznego harmonogramu wytwarzania.**

Sieci zawsze były i są budowane z niemałym zapasem zdolności przesyłowych, tak aby zapewnić dostawę energii o parametrach zgodnych z przepisami prawa. Te „zapasy” zostały wykorzystane w bardzo krótkim czasie. Obecne tempo modernizacji i rozbudowy sieci dystrybucyjnej nie odpowiada dynamicznemu rozwojowi ER, bowiem miejsca lokalizacji i moce RZE nie są znane OSD z odpowiednim wyprzedzeniem. Na w pełni kontrolowanym przez regulatora rynku operatorzy nie mogą realizować modernizacji sieci zwiększających moce przyłączeniowe ponad to, co wynika z obowiązujących (zatwierdzonych przez Prezesa URE) planów rozwojowych OSD. Te z kolei są tworzone między innymi na bazie **dokumentów definiujących politykę państwa w zakresie rozwoju RZE, które nie określają wystarczająco precyzyjnie i z odpowiednim wyprzedzeniem (ze względu na długi okres realizacji inwestycji) przewidywanych przyrostów mocy RZE** (vide „niespodziewany” wzrost mocy instalacji PV w ostatnich latach). Wszystko to bezpośrednio wpływa na funkcjonowanie i rentowność przedsiębiorstw elektroenergetycznych, a także na zarządzanie nimi, wzbudzając powszechne obawy.

Wiąże się z tym niewystarczający poziom obserwowalności sieci elektroenergetycznych, tzn. brak możliwości monitorowania ich stanu, szczególnie „w głębi sieci” i na niższych poziomach napięć, a jest

to warunek dalszego rozwoju sieci typu *smart* i upowszechnienia ER. Charakter danych oraz źródła ich pozyskiwania są bardzo różne oraz ściśle związane ze zbiorem podstawowych funkcjonalności narzędzi informatycznych stosowanych do zarządzania przepływami energii. W ramach prowadzenia ruchu, sieci OSD pozyskują dane pomiarowe (obciążenia) z układów sterowania stacjami WN/SN lub z niektórych urządzeń znajdujących się w głębi sieci SN i archiwizują je oraz przetwarzają w systemach SCADA OSD. Dane te nie służą do rozliczeń, lecz do monitorowania stanu pracy sieci i prowadzenia ruchu sieci przez operatorów. Odrębną kwestią są układy pomiarowe przeznaczone do bilansowania i rozliczeń. Zgodnie z wprowadzonymi niedawno regulacjami prawnymi, w Polsce wdrażany będzie w najbliższych latach pełny *rollout* AMI bazujący na licznikach agregujących dane co 15 min. Ten system jeszcze nie istnieje. Obecne systemy AMI dają dostęp do danych rozliczeniowych raz na dobę i umożliwiają (interfejs HAN) pozyskanie danych (nie rozliczeniowych czy zweryfikowanych, ale „przeczytanych” bezpośrednio z licznika) online, w czasie zbliżonym do rzeczywistego. Te założenia mają charakter deklaracyjny, w praktyce dostęp do informacji niezbędnych do prowadzenia dynamicznego rozliczania energii jest utrudniony, a czas ich pozyskania nie jest satysfakcjonujący. Jako komentarz do stanu monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej warto przytoczyć jeden z wniosków zawartych w *II Krajowym Raporcie Benchmarkingowym* „Posiadanie w pełni funkcjonalnych systemów ciągłego monitorowania zadeklarowało trzech operatorów. [...] Dwóch operatorów buduje systemy monitorowania, a dwóch kolejnych planuje ich powstanie w przyszłości [...]” (Hanzelka et al. 2021).

Kolejnym problemem wymagającym rozwiązania jest **sposób wykorzystania danych oraz niedostateczna podaż rozwiązań i słabość krajowego rynku producentów sprzętu i oprogramowania, a także brak powszechnie dostępnych aplikacji informatycznych do zarządzania przepływami energii i efektywnym jej użytkowaniem.** Rynkowa oferta narzędzi IT dla ER jest niewystarczająca. Widać to wyraźnie w obszarze

informatycznego wsparcia lokalnych społeczności energetycznych – proponowane aplikacje często nie spełniają merytorycznych i kosztowych oczekiwań koordynatorów klastrów i spółdzielni energetycznych, nie gwarantują wymiany informacji pomiędzy integrowanymi elementami systemu (odbiornikami i źródłami energii, urządzeniami pomiarowo-sterującymi itp.) oraz komunikacji z systemami informatycznymi operatorów energetycznych i instytucji współpracujących. Oferowane systemy są w wielu przypadkach aplikacjami firmowymi, zamkniętymi, niekomunikującymi się z produktami innych dostawców i systemami nadrzędnymi.

Wzrost obserwowalności jest pierwszym krokiem do zwiększenia **niewystarczającego obecnie poziomu sterowalności krajowych sieci**. Temu celowi służy wykorzystanie rozwiązań platformy technologicznej *smart grid*, które podnosząc elastyczność sieci, dają możliwość przyłączenia nowych źródeł i poprawiają jakość dostawy energii elektrycznej. Brak warunków silnie motywujących do ich wdrażania (np. brak rynku usług energetycznych) stanowi istotną barierę utrudniającą zwiększenie liczby RZE.

W zbiorze technologii *smart grid* warunkujących rozwój RZE można wyróżnić trzy kategorie.

- 1) Technologie dojrzałe (dostępne komercyjnie): zwłaszcza systemy monitorowania, automatyzacja sieci dystrybucyjnych i systemy zarządzania stroną popytową – DSM/DSR. Umożliwiają bezpośrednio wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i są zazwyczaj opłacalne, nawet bez uwzględnienia korzyści wynikających ze zrównoważonego rozwoju związanego z integracją energii odnawialnej.
- 2) Technologie zaawansowane: inteligentne falowniki (ogólnie układy energoelektroniczne w sieciach elektroenergetycznych) i algorytmy prognozowania energii ze źródeł odnawialnych. Są już wykorzystywane do zwiększania efektywności produkcji energii z OZE, ale zwykle ich aplikacja wiąże się z dodatkowymi kosztami.
- 3) Technologie „wschodzące”, tj. magazyny energii, mikro sieci i wirtualne elektrownie.

Prócz wymienionych powyżej, należy wspomnieć także o innych innowacyjnych rozwiązaniach (szczególnie energoelektronicznych) wspierających potrzeby techniczne sieci typu *smart*, zwiększających ich elastyczność i ułatwiających integrację jednostek ER, takich jak: transformatory OLTC, platforma FACTS (np. DVR, STATCOM, filtry aktywne, SVC, energoelektroniczne transformatory i interfejsy), sieci prądu stałego, układy umożliwiające dynamiczne obciążenie linii zasilającej czy synchronizatory.

Szanse

Rozwój ER stwarza realne zagrożenie dla jakości dostaw energii elektrycznej. Jej degradacja już teraz jest (a w przyszłości będzie w jeszcze większym stopniu) jednym z głównych ograniczeń w upowszechnianiu tej formy energetyki. Rosnąca liczba RZE negatywnie wpływa na sieć zasilającą, zwiększając zakres wolnych i szybkich zmian napięcia, jego wahania, asymetrię, odkształcenie i liczbę przebiegów. Interfejsy energoelektroniczne ER, wprowadzając do sieci składowe łączeniowe prądu (9–150 kHz) oraz zmieniając charakterystyki częstotliwościowe impedancji sieci, mogą także wpływać negatywnie na poprawną pracę układów rozliczeniowych, sygnalizacyjnych i sterowania, które wykorzystują sieć jako medium transmisji (PLC). Potrzebny jest szybki wzrost liczby urządzeń poprawiających warunki współpracy ER z siecią i tym samym zwiększających zdolności przyłączeniowe sieci dla nowych źródeł. **Możliwość zaspokojenia tych potrzeb to szansa na komercyjny sukces krajowych producentów sprzętu elektro- i energoelektronicznego. Daje to także okazję do wykorzystania „renty późnego startu” i szybkiego wdrożenia wiodących rozwiązań technicznych, a przez to osiągnięcie pozycji lidera, który czerpie korzyści z wymiany technologii.**

Rozwój energetyki rozproszonej i klastrów wymaga upowszechniania wiedzy i budowy systemu edukacji na wszystkich poziomach – od podstawowego, niezbędnego do pozyskania społecznej akceptacji tej formy zaspakajania potrzeb energetycznych,

po wysokospecjalistyczny, ekspercki, gwarantujący poprawność techniczną podejmowanych decyzji i ekonomiczną opłacalność ich efektów. **Stwarza to szansę na rozwój różnych form edukacji i na nowe miejsca pracy** dla osób zatrudnionych np. w niezwykle potrzebnych punktach informacji/konsultacji technicznej dla mieszkańców w zakresie wykorzystania RZE/OZE.

Zrealizowane praktyczne instalacje – będące przykładem dobrych praktyk inżynierskich, przynoszące wymierne korzyści inwestorom i szeroko popularyzowane – zyskują wielu zwolenników nowego energetycznego ładu. **Projekty pilotażowe lub demonstracyjne, w których testowane są technologie inteligentnych sieci, są okazją do współpracy czołowych europejskich ekspertów i umożliwiają transfer wiedzy pomiędzy ich zespołami.** Mogą także pomóc zmniejszyć obawy o to, jak te technologie wpływają na niezawodność zasilania, jak reagują odbiorcy i co w praktyce oznacza otwarcie systemu elektroenergetycznego na nowe podmioty i technologie. **Udział polskich zespołów w tego rodzaju międzynarodowych przedsięwzięciach daje również szansę na sfinansowanie prac projektowych z europejskich funduszy.**

Zagrożenia

Czynnikiem spowalniającym wzrost mocy i liczby OZE jest **wolne tempo rozwoju i wdrażania różnych technologii magazynowania energii**, które są podstawą zwiększenia elastyczności sieci zasilających i optymalnego wykorzystania jej zasobów. Dotyczy to magazynów różnych technologii – zarówno tych instalowanych po stronie operatorów (OSD/OSP), jak i centralnych (o mocach i energii MW i MWh), a także rozproszonych, o mniejszych mocach i energii (kW i kWh) oraz krótszych czasach autonomii, które wkrótce powinny pojawić się w instalacjach prosumenckich w celu zapewnienia bilansowania lokalnego. Pewną formą technicznego zagrożenia w tym obszarze jest brak możliwości wykorzystania baterii pojazdów elektrycznych

jako rozproszonych magazynów w technologii V2G. W tej dziedzinie część technologii jest ciągle na etapie badań i rozwoju (szczególnie rozwiązania wykorzystywane w magazynach centralnych), a wysoka cena oraz relatywnie krótki czas ich eksploatacji to główne przeszkody dla ich komercyjnego upowszechniania. Zarazem można przewidywać, że kiedy ten element ER uzyska odpowiedni poziom dojrzałości technologicznej, oblicze całej energetyki zmieni się w stopniu trudnym do wyobrażenia. Być może wiele z rozważanych tu zagadnień przestanie mieć wówczas znaczenie.

Obecny przyrost liczby mikroźródeł, szczególnie fotowoltaicznych, ma w dużym stopniu dynamiczny, niekiedy wręcz chaotyczny przebieg. Liczba nowych instalacji nie zawsze idzie w parze z jakością wykonywanych prac instalacyjnych (duże zapotrzebowanie na usługi przy niewystarczającym potencjale wykonawczym) i z jakością instalowanych źródeł (**brak akredytowanych laboratoriów kontrolujących parametry techniczne i spełnianie wymagań kodeksów sieciowych**). W większości przypadków nadzór techniczny kończy się wraz z wygaśnięciem okresu gwarancyjnego. Przez następnych kilka lat (lub do pierwszej awarii) instalacja bywa pozbawiona jakiegokolwiek fachowej opieki technicznej (właściciel często nie ma odpowiedniej wiedzy w tym kierunku). W nieodległej przyszłości może to zagrażać bezpieczeństwu eksploatacji mikroźródeł, zwiększać ryzyko wybuchu pożaru w budynkach oraz wpływać negatywnie na sieć dystrybucji energii elektrycznej.

Cel i działania techniczne

Jednym z celów działań na rzecz transformacji energetycznej jest promowanie szerszego wykorzystywania inteligentnych i nowoczesnych rozwiązań technicznych sprzyjających zwiększeniu liczby i mocy rozproszonych zasobów energetycznych. W Tab. 1 przedstawiono te działania, które zdaniem autorów *Strategii...* powinny być podjęte jako pierwsze.

Tab. 1. Działania rekomendowane w *Strategii...* do realizacji jako pierwsze w obszarze technicznym

Nazwa działania	Opis działania
Zwiększenie poziomu obserwowalności sieci energetycznych	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rozwój systemów monitorowania poza stacją transformatorową. Wykorzystanie do tego celu, w większym stopniu niż jest to obecnie praktykowane, układów automatyki dystrybucyjnej. Pomiary napięć i prądów w liniach w głębi SN. 2. Stosowanie technik fazorowych do monitorowania pracy sieci dystrybucyjnej. 3. Rozwój skutecznych metod detekcji pracy wyspowej w warunkach dużej penetracji RZE. 4. Przyjęcie podstawowego standardu monitorowania: <ul style="list-style-type: none"> • zbiór rejestrowanych wskaźników jakościowych, • techniczne parametry rejestratorów instalowanych w sieciach zasilających, • punkty instalacji rejestratorów, • transmisja danych, • forma prezentacji wyników. 5. Budowa rozproszonych systemów ciągłego monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej (JEE). 6. Publikowanie danych dotyczących JEE lub statystyk bazujących na danych, zgodnie z przyjętym wzorcem. Uruchomienie benchmarkingu lub innego mechanizmu motywującego (także ekonomicznie) do inwestowania w systemy monitorowania JEE oraz podejmowania działań poprawiających jakość dostawy energii. 7. Zdefiniowanie i wprowadzenie do krajowych przepisów miary liczbowej określającej poziom penetracji sieci przez RZE. 8. Opracowanie procedury określania granicznych wartości mocy RZE, które mogą być przyłączone do sieci SN i nN oraz weryfikacja procedur wydawania warunków technicznych przyłączenia, w tym przyłączenia odnawialnych elektrowni hybrydowych, zawierających także magazyn energii¹. 9. Rozwinięcie procesu kontroli RZE/magazynów energii/stacji ładowania pojazdów przez akredytowane jednostki w zakresie spełnienia wymagań NC RfG, IRiESD OSD, obowiązujących norm emisyjnych i odpornościowych z dziedziny kompatybilności elektromagnetycznej². Możliwość takiej kontroli powinna obejmować cały okres eksploatacji RZE³. 10. Opracowanie procedury postępowania administracyjnego w celu skutecznej egzekucji kary dla wytwórcy w przypadku stwierdzenia zmiany mocy mikroinstalacji i braku powiadomienia o tym OSD, którą zgodnie z art. 169 ustawy OZE wymierza Prezes URE. 11. Systemowe i prowadzone na dużą skalę badania wpływu RZE na sieć zasilającą, w tym szczególnie elektrowni PV i magazynów energii dużej i bardzo dużej mocy⁴. 12. Opiniowanie przez lokalnego operatora sieciowego wniosków projektowych na zakup i instalację dużej liczby i/lub dużej mocy RZE finansowanych z budżetu państwa⁵. 13. Opracowanie i rekomendowanie metod wskazania podmiotu odpowiedzialnego za zaburzenia napięcia, zgodnie z koncepcją „podziału odpowiedzialności”. 14. Badanie kosztów złej jakości dostawy energii elektrycznej. 15. Zdefiniowanie zbioru rejestrowanych wskaźników innych niż moc/energia/napięcie/prąd. 16. Agregowanie danych w możliwie krótkich interwałach czasowych oraz dostęp do nich w czasie prawie rzeczywistym poprzez interfejs HAN (Home Area Network)⁶. 17. Opracowanie zbioru rekomendowanych danych z systemów inteligentnego opomiarowania energii elektrycznej i ciepłej oraz gazu, w szczególności danych pomiarowych dotyczących zużycia. 18. Unifikacja danych pochodzących z różnych mierników. 19. Standaryzacja danych na potrzeby ich wymiany z rynkiem oraz wewnątrz klastra energii. 20. Standaryzacja protokołów transmisji danych w ramach klastrów energii oraz pomiędzy klastrami energii i interesariuszami zewnętrznymi (np. operatorami). 21. Rekomendacje dotyczące efektywnych kosztowo systemów transmisji danych. 22. Umożliwienie wszystkim odbiorcom pozyskania informacji o własnej bieżącej konsumpcji energii w czasie prawie rzeczywistym poprzez interfejs HAN z zachowaniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa informatycznego.

¹ W procesie przyłączenia mikroinstalacji na tzw. zgłoszenie OSD powinny mieć możliwość sprawdzenia obciążalności elementów sieci z uwzględnieniem współczynnika jednoczesności dla generacji oraz dostać czas na realizację modernizacji.

² W tym kontekście ważne jest uzgodnienie obowiązujących w całym kraju wytycznych w zakresie okresowych przeglądów technicznych oraz kontroli mikroźródeł i odpowiedniej reakcji na wykryte nieprawidłowości. Ważnym zapisem w kodeksie sieci NC RfG (Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631), dotyczącym procesu przyłączenia modułów wytwarzania typu A, jest warunek mówiący o konieczności przedkładania OSD certyfikatów instalacji wytwórczych wydawanych przez upoważniony podmiot certyfikujący, potwierdzających spełnienie przez dany moduł wytwarzania wymagań określonych w kodeksie sieci NC RfG.

³ Niezbędne jest egzekwowanie wymagań technicznych dla źródeł przyłączanych do sieci OSD, także w procedurze „na zgłoszenie”, oraz możliwość wskazywania przez OSD preferowanego trybu pracy mikroinstalacji, np. instalacji PV.

⁴ Pożądane jest obejmowanie kontrolą techniczną procedury przyłączenia mikroinstalacji w trybie „na zgłoszenie” dla coraz mniejszych mocy (także dla źródeł jednofazowych). Warto rozważyć wprowadzenie – wzorem innych krajów – uproszczonych (co nie znaczy bardziej liberalnych) procedur przyłączenia nowych źródeł. Ich podstawą powinny być wiedza i posiadane przez OSD doświadczenie, które pozwalają na fachową ocenę sytuacji. Jeżeli moc źródła nie przekracza określonego ułamka np. mocy transformatora, obciążalności linii zasilającej, mocy zwarcia w punkcie przyłączenia itp., to z dużym prawdopodobieństwem można stwierdzić, że jego przyłączenie nie spowoduje trudności eksploatacyjnych sieci.

⁵ Do takich wniosków warto dołączyć także wyniki audytu energetycznego stanu istniejącego. Oszczędne użytkowanie energii powinno być działaniem priorytetowym dla twórców/koordynatorów klastra/spółdzielni.

⁶ Warto przyjąć zasadę, że jeżeli nie ma innych przeciwwskazań, systemy zdalnego odczytu danych z liczników AMI będą w pierwszej kolejności instalowane na terenie klastrów/spółdzielni energetycznych.

Tab. 1 (cd.)

Nazwa działania	Opis działania
Zwiększenie poziomu sterowalności sieci	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalowanie w sieciach dystrybucyjnych, w większym stopniu niż jest to praktykowane obecnie, nowych urządzeń poprawiających warunki dostawy energii elektrycznej, np. transformatorów OLTC lub układów FACTS. Testowanie i promowanie doświadczeń z eksploatacji takich urządzeń. 2. Unikanie stosowania jednego rodzaju źródeł energii w ramach klastrów energii/spółdzielni energetycznych, gdyż pożądany jest miks energetyczny. Struktura wytwarzania energii w ramach klastra energii/spółdzielni energetycznej powinna uwzględniać instalację sterowanych źródeł (np. generatorów biogazowych, układów kogeneracyjnych itp.) jako uzupełnienie OZE. W zbiorze źródeł należy także rozważyć umieszczenie hybrydowych instalacji OZE i instalacji off-grid. 3. Tam, gdzie jest to możliwe, zwiększanie koncentracji RZE, w szczególności instalacji PV w punktach sieci o dużej mocy zwarciowej jako alternatywy dla dużego rozproszenia źródeł prosumenckich. 4. Wdrażanie symulatorów do zarządzania sieciami dystrybucyjnymi SN i nN. 5. Wdrożenie skutecznych algorytmów do predykcji wielu zmiennych, np. prognozowania generacji i konsumpcji energii, cen energii, danych meteorologicznych itp. 6. Wdrożenie środków technicznych do ograniczenia maksymalnej mocy RZE w odpowiedzi na sygnał operatora lub układu lokalnego sterowania⁷. 7. Rozwój i wdrażanie narzędzi informatycznych umożliwiających realizację podstawowych funkcji zarządczych w ramach klastra energii/spółdzielni energetycznej, tj.: <ul style="list-style-type: none"> • grafikowanie/bilansowanie produkcji energii i zapotrzebowania na energię, zarządzanie popytem i podażą energii, • ewidencjonowanie i rozliczenie członków klastra z zastosowaniem nowoczesnych rozwiązań taryfowych, tj. taryf wielostrefowych czy taryf dynamicznych, • obsługa windykacji i e-płatności, • rozliczenia sąsiedzkie pomiędzy uczestnikami klastra, • portal klienta, w tym specjalistyczne rozwiązanie na platformy mobilne itp.

⁷ Zgodnie z zapisami ustawy Prawo energetyczne, OSD ma prawo ograniczyć moc lub wyłączyć mikroinstalację o mocy większej niż 10 kW w przypadku, gdy generowanie przez nią energii stanowi zagrożenie dla bezpieczeństwa pracy sieci. Zapis ten jest martwy ze względu na brak możliwości technicznych dla jego egzekucji. Wątpliwości dotyczą także „progu 10 kW”, ponieważ coraz częściej problemy z przeciążeniem elementów sieci i wzrostem napięcia występują w wiejskich sieciach nN z dużą liczbą małych instalacji prosumenckich.

Podsumowanie

Rozwój rozproszonych źródeł energii jest procesem pożądanym i nieuniknionym. Ich obecność przynosi już teraz wymierne korzyści ekonomiczne i społeczne, a w nieodległej przyszłości stanie się podstawą rozwoju innowacyjnej gospodarki bazującej na wiedzy. Aby tak się stało, aby ten proces nie był niepotrzebnie spowalniany, należy mieć świadomość problemów koniecznych do przewyciężenia, w tym także barier technicznych, w ogromnej części dobrze znanych eksploatacjom sieci energetycznych. Celem niniejszego artykułu było zwrócenie uwagi na te ograniczenia oraz zachęcenie do podjęcia trudu ich systemowego rozwiązywania.

Ponieważ udział energii ze źródeł rozproszonych, w tym w szczególności odnawialnych (OZE), w rynku

energii elektrycznej będzie ciągle rósł, technologie tzw. inteligentnych sieci elektroenergetycznych w połączeniu z odpowiednią polityką energetyczną i regulacjami wspierającymi będą miały zasadnicze znaczenie dla przekształcenia systemu elektroenergetycznego i stworzenia infrastruktury sieciowej wspierającej realizowaną transformację energetyczną.

Bibliografia:

- Hanzelka Z., Głowacki F., Koseda H., Piątek K., Wrocławski M. (2021), *II Krajowy Raport Benchmarkingowy nt. jakości dostaw energii elektrycznej do odbiorców przyłączonych do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych*, <https://www.agh.edu.pl/projekt-klaster/krajowy-raport-benchmarkingowy/> [dostęp: 29.10.2022].
- Rozporządzenie Komisji (UE) 2016/631 z dnia 14 kwietnia 2016 r. ustanawiające kodeks sieci dotyczący wymogów w zakresie przyłączania jednostek wytwórczych do sieci (NC RfG).
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348).

Strategy for the development of distributed energy in Poland until 2040 – technical and technological aspects

Abstract: The power and number of distributed energy sources that can be connected to the distribution network without degrading its operating conditions are limited. To increase them, it is necessary to modernize the network and use various technical solutions of the smart grid technology platform. The individual conditions existing in each country (strengths and weaknesses of the transformation process) mean that the set and sequence of implementation of activities necessary for achieving success in the development of dispersed energy resources (sources and storage) are different. The article highlights those aspects of the Polish energy transformation process that will allow the existing opportunities to be used to achieve success, while reducing the effects of existing threats.

Keywords: distributed energy resources, smart grid, strategy

Prof. Zbigniew HANZELKA

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
hanzel@agh.edu.pl



Prof. Waldemar SKOMUDEK

TAURON Dystrybucja S.A.
AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
wskomudek@agh.edu.pl
waldemar.skomudek@tauron-dystrybucja.pl



Michał KURTYKA

Energetyka rozproszona jako element uniezależniania Polski od zewnętrznych wstrząsów

Abstrakt: Po agresji Rosji na Ukrainę rozwój energetyki rozproszonej powinien nabrać przyspieszenia. To najszybszy sposób na zbudowanie nowych mocy wytwórczych, które pozwolą ograniczyć zależność Polski od importowanych węglowodorów, a także szansa na zaangażowanie kapitału prywatnego, a docelowo również na zwiększenie odporności kraju na zewnętrzne wstrząsy. Artykuł zawiera postulat osadzenia rozwoju energetyki rozproszonej na czterech fundamentach, którymi są: rozwój regulacji, modernizacja i dostosowanie infrastruktury, inwestycje w postęp technologiczny oraz edukacja i wymiana doświadczeń. Energetyka rozproszona zasługuje na przyjęcie kompleksowej strategii rozwoju (jej propozycja została opracowana w ramach projektu Gospostrateg na potrzeby Ministerstwa Klimatu i Środowiska), a także na zmianę definicji. W artykule przedstawiono propozycję, by definiować ją w odniesieniu do kryteriów mniej technicznych niż ma to miejsce obecnie, a bardziej odzwierciedlić cel istnienia, na przykład dążenie do samobilansowania.

Słowa kluczowe: energetyka rozproszona, energia, innowacje, strategia energetyczna, dywersyfikacja energetyczna, odporność systemu energetycznego

Kryzys energetyczny i jego konsekwencje

Agresja Rosji na Ukrainę uświadomiła potrzebę bardzo szybkiego przyspieszenia budowy nowej energetyki, która nie będzie zależna od importu węglowodorów ze wschodu. W strategicznym interesie Polski – jak również całego naszego regionu i Unii Europejskiej – leży obecnie uruchomienie mechanizmów pozwalających substytuować gaz i węgiel stosowane do ogrzewania domów i funkcjonowania przemysłu, a także ropę wykorzystywaną w przetwórstwie petrochemicznym oraz do produkcji paliw silnikowych. To gigantyczne wyzwanie jest niemożliwe do pełnego przeprowadzenia przed nadchodzącą zimą, a jednocześnie niezwykle pilne. Jeśli nie chcemy, aby europejskie społeczeństwa zniechęciły się do wspierania

wojennych wysiłków Ukrainy, a ich przemysły trwale utraciły swoją konkurencyjność, liczy się każdy dzień i każda megawatogodzina. W dłuższej perspektywie przyczyni się to do przemodelowania polskiego miksu energetycznego w taki sposób, aby zapewnić jego niezależność od zewnętrznych wstrząsów, a jednocześnie ograniczyć jego negatywny wpływ na otoczenie. Oznacza to konieczność podjęcia działań w bardzo szerokim zakresie – od docelowego rozwiązania kwestii stabilnych dostaw energii elektrycznej w podstawie systemu, poprzez zmianę modelu ogrzewania, aż po popularyzację nowych rozwiązań w zakresie transportu. Oddolne inicjatywy energetyczne będą odgrywały w tym procesie coraz istotniejszą rolę. A opracowanie odrębnej *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* jest krokiem we właściwym kierunku, ponieważ daje oddolnej energetyce adekwatne dla obecnej sytuacji ramy regulacyjne i impuls do rozwoju.

Energetyka rozproszona jako najszybsza odpowiedź na kryzys energetyczny

Odcięcie Europy od importu węglowodorów z kierunku wschodniego, czego właśnie wszyscy doświadczamy, jest potężnym ciosem dla dotychczasowego porządku energetycznego. Krótkookresowe konsekwencje tej sytuacji są niesłychanie bolesne, a długotrwałe – bardzo daleko idące. Szok cenowy, przyspieszenie inflacji, przerwy w produkcji, ograniczenie dostaw, trudności z zaopatrzeniem w surowce – to

tylko kilka spośród wielu efektów, które już obserwujemy. Reakcje społeczne, pogorszenie konkurencyjności i w rezultacie konsekwencje polityczne – to ich realizujące się już następstwo oraz logiczna, kolejna odłona kryzysu.

Przemodelowanie polskiego miksu energetycznego jest naturalną odpowiedzią na te wyzwania. Główne elementy tego zamierzenia zostały przedstawione w *Polityce energetycznej Polski do 2040 roku* (MKiŚ 2021), zmodyfikowanej w następstwie wybuchu wojny na Ukrainie (MKiŚ 2022). Zgodnie z dokumentem reforma energetyczna powinna przebiegać wzdłuż czterech komplementarnych osi, na które składają się: sprawiedliwa transformacja, zeroemisyjny system energetyczny, czyste powietrze i suwerność energetyczna. Warto zauważyć, iż spośród wszystkich zarysowanych w PEP 2040 kierunków działań rozwój oddolnej energetyki obywatelskiej i rozproszonej zapewnia najszybszą reakcję na kryzys. Dlatego powinien on zostać potraktowany priorytetowo, a przygotowanie *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* daje szansę na przeprowadzenie tego procesu w sposób szybki i uporządkowany.

Bazująca na indywidualnych odbiorcach i oddolnej mobilizacji społeczności lokalnych **energetyka rozproszona (ER) zapewnia najkrótszy czas reakcji pomiędzy bodźcem inwestycyjnym a budową nowych mocy**. To nawet kilka miesięcy w wypadku domów indywidualnych, które mogą w ten sposób zaopatrzyć się w ładowarkę do pojazdu elektrycznego, panel fotowoltaiczny, kolektor słoneczny, pompę ciepła, magazyn energii elektrycznej lub ciepła, czy też ograniczyć zapotrzebowanie na energię dzięki działaniom termomodernizacyjnym. Dzięki programom Czyste Powietrze i Mój Prąd, a następnie Mój Elektryk i Moje Ciepło w całej Polsce powstała wyspecjalizowana sieć wykonawców takich instalacji. W październiku 2022 r. osiągnęliśmy pułap ponad pół miliona wniosków złożonych przez polskie rodziny do programu Czyste Powietrze (2022), a na koniec sierpnia br. w kraju było ponad 1,1 miliona prosumentów z panelami fotowoltaicznymi na dachach swoich

domów i z 11 GW zainstalowanej mocy¹. Polski sektor PV zajmuje już wysokie miejsce pod względem wielkości zainstalowanej mocy w Unii Europejskiej (Sawicki 2022), generując kilkadziesiąt tysięcy miejsc pracy². Dodatkowo szybko rosnąca popularność pojazdów elektrycznych (Mazur 2022) wskazuje na potężny kapitał społecznego zaufania i zaangażowania na rzecz odnawialnej energetyki rozproszonej. Demokryzacja odnawialnych źródeł energii, która stała się udziałem naszego kraju, to najlepsza trampolina do dalszego upowszechnienia tych źródeł i substytucji energetyki węglowodorowej nowymi technologiami.

Rozwój energetyki rozproszonej powinien być osadzony na czterech fundamentach. Są to: regulacje, infrastruktura, postęp technologiczny i edukacja.

Kompleksowa reforma regulacji w zakresie energetyki rozproszonej

Konieczne jest wprowadzenie kompleksowych zmian w regulacjach dotyczących energetyki rozproszonej. *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* jest dobrą podstawą do wytyczania kierunków tych zmian. Zawiera bowiem rzetelny opis sytuacji energetyki rozproszonej w Polsce, podzielony na cztery obszary: ekonomiczno-finansowy, legislacyjno-regulacyjny, społeczno-kulturowy, techniczno-technologiczny. Projekt zmian regulacji odpowiada na pierwszy zidentyfikowany w *Strategii...* cel, jakim jest „Rozwój otoczenia regulacyjnego przyjaznego dla energetyki rozproszonej”. Temu punktowi poświęcone zostały kluczowe rozwiązania zawarte w dokumencie, gdyż to przede wszystkim od motywacji uczestników rynku, warunkowanej ramami legislacyjnymi, zależy rozwój ER w Polsce.

¹ Na koniec 2021 r. było 7,67 GW mocy osiągalnej i 845 tys. prosumentów. Na koniec sierpnia 2022 r. było ponad 11 GW mocy zainstalowanej/osiągalnej i 1132 tys. prosumentów (ARE 2022).

² Kopeć et al. (2022) przeprowadzili analizę, z której wynika, iż w wariantcie optymalnym dla branży liczba miejsc pracy generowanych przez instalowanie i utrzymywanie infrastruktury PV w Polsce może do 2040 r. utrzymywać się na stałym poziomie ok. 45 tys. Bardziej optymistyczne dane podaje Gramwzielone.pl (2022).

Pod względem perspektywy i skali kluczem do sukcesu energetyki rozproszonej jest uruchomienie pozytywnej dynamiki na poziomie lokalnych społeczności, reprezentowanych zarówno przez samorządy, jak i przez stowarzyszenia, organizacje pozarządowe i zrzeszenia łączące indywidualnych interesariuszy zgromadzonych wokół szeroko rozumianej energii. Oznacza to konieczność budowania klastrów i różnych innych form oddolnych społeczności energetycznych (np. spółdzielni energetycznych), których koncepcje są już zawarte w polskim prawie lub dopiero proponowane przez europejskie dyrektywy implementowane obecnie przez Polskę (np. dyrektywa rynkowa, dyrektywa RED II).

Jednak czas opracowania koncepcji lokalnych inicjatyw energetycznych, a następnie budowy nowych mocy wytwórczych, jest istotnie dłuższy niż w wypadku odbiorców indywidualnych. Inicjatorzy oddolnych projektów, skoncentrowanych przede wszystkim w kilku funkcjonujących i kilkudziesięciu załączkowych klastrach energii, znajdują się w znacznie trudniejszej sytuacji niż gospodarstwa domowe, nie dysponują bowiem podobnymi ramami prawnymi (*Strategia...* trafnie naświetla ten problem jako wyzwanie do pokonania) i nie mają możliwości korzystania z równie prostych rozwiązań technicznych i równie skutecznej sieci wykonawców. Jeżeli zatem energetyka rozproszona ma być ważnym mechanizmem chroniącym suwerenność naszego kraju i kołem zamachowym budowy nowych mocy wytwórczych, to musi stać się również obiektem intensywnej pracy legislacyjnej w ciągu najbliższych miesięcy.

Oczywistym obszarem, w którym należy rozpocząć tę pracę, są procesy wydawania pozwoleń. Trzeba usprawnić procedury, skrócić ich czas, zwiększyć pewność prawną i przewidywalność wyników postępowań administracyjnych. Słowem: rozwiązać najbardziej palące problemy, z którymi obecnie boryka się branża. Konieczne jest także uwzględnienie szeregu propozycji z planu REPowerEU (Komisja Europejska 2022), który postuluje szereg usprawnień w obszarze regulacyjnym. Jednym z nich jest stworzenie stref „go-to”, na których analizy środowiskowe byłyby

przeprowadzane w sposób kompleksowy – pod kątem sposobu zagospodarowania danego obszaru (np. jako miejsca budowy odnawialnych źródeł energii danych kategorii), a nie w sposób szczegółowy – pod kątem konkretnego projektu. Takie podejście nie powinno oczywiście obniżać poziomu ochrony przyrody, ale dobrze skonstruowane pozwoli znacząco przyspieszyć procedury pozwoleń, bez popadania w nieprzynoszące rozwiązania, a za to długotrwałe delibracje nad każdym komponentem projektu z osobna. Usprawnienie procesu uzyskiwania pozwoleń środowiskowych, uproszczenie planowania przestrzennego i skrócenie czasu trwania procedur przyłączeniowych – to jedne z najbardziej palących wyzwań stojących przed rozwojem branży ER w Polsce.

Prostym sposobem na zwiększenie udziału energetyki rozproszonej w bilansie energetycznym jest bardziej efektywne wykorzystanie istniejących zasobów. Dotyczy to przede wszystkim już zrealizowanych przyłączy, dla których zdefiniowano maksymalną moc przyłączonego źródła. Dochodzi zatem do sytuacji, w których – przykładowo – instalacja wiatrowa o mocy 30 MW blokuje podłączenie w tym samym miejscu farmy fotowoltaicznej o mocy 10 MW. Tymczasem oczywiste jest, że wiatr nie wieje przez cały rok, podobnie jak słońce nie świeci przez całą dobę. Jednocześnie produkcja energii elektrycznej ze strony tego typu źródeł konkurujących o to samo przyłącze jest tak niewielka, że może zostać rozwiązana za pomocą umowy, która ograniczy moc maksymalną takich współdziałających źródeł odnawialnych. Z kolei wykorzystanie tego samego, już działającego przyłącza do komplementarnej instalacji wytwórczej pozwala nie tylko ograniczyć koszty, ale przede wszystkim zaoszczędzić lata pracy. To rozwiązanie, znane pod nazwą *cabl pooling*, powinno być pilnie zrealizowane i słusznie znalazło się w katalogu działań postulowanych przez *Strategię...*

Takie podejście umożliwi przewymiarowanie instalacji odnawialnej, pod warunkiem, że właściciel zobowiąże się w umowie do przestrzegania określonej mocy szczytowej. Również instalacja magazynów energii powinna być traktowana w sposób

priorytetowy i komplementarny wobec niestabilnych źródeł odnawialnych, a nie tylko jako konkurencyjne źródło energii. Należy również pilnie uwolnić niewykorzystane przyłączenia (wiele rezerwacji nie rokuje na realizację). Jako rozwiązanie tego problemu można rozważyć wprowadzenie kaucji przypadających po określonym czasie (być może stopniowo), jeśli przyłącze nie będzie wykorzystywane przez inwestora.

Ostatnim elementem wartym podkreślenia – który został zasygnalizowany w *Strategii...*, ale właściwie mógłby stać się tematem jej osobnej części – jest szersze włączenie przedsiębiorstw w budowę energetyki rozproszonej. Cel ten mógłby być realizowany zarówno poprzez objęcie małych przedsiębiorstw systemami wsparcia podobnymi do tych, które istnieją dla gospodarstw domowych, jak również dzięki umożliwieniu dużym firmom dostępu do odnawialnych źródeł energii. Można tego dokonać zarówno przy pomocy wsparcia finansowego, specjalnych taryf czy ułatwień w zakresie zawierania kontraktów PPA, jak i poprzez umożliwienie bezpośredniego dostępu do źródeł odnawialnych w postaci linii bezpośredniej, co trafnie identyfikuje *Strategia...*

Modernizacja, dostosowanie i uelastycznienie infrastruktury elektroenergetycznej na rzecz ER

Niezbędnym elementem sukcesu energetyki odnawialnej jest modernizacja i dostosowanie infrastruktury energetycznej do wielokierunkowego i rozproszonego działania. *Strategia...* stawia w tym zakresie odrębny cel nakierowany na uwzględnienie aspektów technicznych i standardów działania. Jego realizacja stanowi warunek konieczny do poprawnego współistnienia sieci elektroenergetycznych z coraz liczniejszymi systemami i stosowanymi w nich urządzeniami, a także do upowszechnienia energetyki rozproszonej. Szerszym, strategicznym wyzwaniem jest szeroko

pojęte uelastycznienie „końcówek” sieci elektroenergetycznej. Mimo że pojęcie „końcówki sieci” użyte w kontekście milionów odbiorców jest swojego rodzaju metaforą, to należy mieć na uwadze, iż w dobie elektryfikacji to właśnie na styku pomiędzy małymi, ale odnawialnymi źródłami energii (których liczba stale rośnie) a transportującymi energię sieciami rozgrywa się rozproszona rewolucja. Właśnie od jakości współdziałania poszczególnych elementów w tym obszarze będzie zależeć powodzenie drugiej fazy rozwoju odnawialnych źródeł energii, o której mowa w *Strategii...*: „Polska wychodzi właśnie z pierwszej fazy, powoli rozpoczynając etap kolejny, którego wyznacznikiem jest rosnący udział odmów przyłączenia instalacji OZE do sieci elektroenergetycznych przy jednoczesnych trendach rynkowych dalej poprawiających atrakcyjność ekonomiczną ER”.

Dotychczasowa, stopniowa poprawa efektywności ekonomicznej projektów odnawialnych jest obecnie przyspieszona w wyniku skokowego wzrostu cen tradycyjnych nośników energii. Ograniczenia dla tego procesu stwarza jednak monokultura zarządzania sieciami elektroenergetycznymi. Jako słabości obecnej sytuacji *Strategia...* wymienia: „pozycję monopolistyczną operatorów sieci energetycznych oraz brak regulacji zobowiązujących OSD do współpracy”, a także „wysoki koszt stabilizacji systemu elektroenergetycznego”. Jeśli energetyka rozproszona ma spełnić pokładane w niej nadzieje, te dwa ograniczenia powinny zostać przezwyciężone.

Doskonale zdaje sobie z tego sprawę Rafał Gawin, prezes Urzędu Regulacji Energetyki, który w trakcie niedawnej debaty czterech regulatorów zaproponował, by „napisać rynek na nowo”. Uznaje tym samym, że właśnie obszar sieciowy będzie decydował o sukcesie ER, a co za tym idzie – również o powodzeniu niskoemisyjnej transformacji naszych systemów energetycznych. Dlatego na tym temacie również powinny skoncentrować się działania proponowane w *Strategii...*. Konieczne jest zwiększenie przewidywalności prawnej dla lokalnych inicjatyw energetycznych poprzez udzielenie im szerszego dostępu do informacji na temat możliwości

przesyłowych sieci, jak również na skutek zmniejszenia arbitralności podejmowania decyzji o warunkach przyłączenia. Niezbędne jest wprowadzenie konkretnych, jasnych i stabilnych bodźców ekonomicznych dla funkcjonowania klastrów i różnych rodzajów społeczności energetycznych w postaci przewidywalnych korzyści w przypadku ograniczenia mocy szczytowej. Wybór taryfy dla klastra energii nie powinien być uzależniony od arbitralnej decyzji, gdyż znacząco ogranicza to transparentność i motywację do jego tworzenia. Spośród innych pomysłów warto rozważyć dopuszczenie różnych form społeczności energetycznych do udziału w rynkach elastyczności lub też ustanowienie w obrębie prawa energetycznego instytucji prosumenta zbiorowego. Należy także rozważyć ustalenie bardziej symetrycznych warunków dotyczących współlistnienia OSDp i OSDn, które umożliwiłyby tym drugim (operatorom systemów dystrybucyjnych na własnych sieciach) wypełnienie luki na „końcówkach” sieci. Zwiększenie atrakcyjności niezależnych systemów dystrybucyjnych pozwoli w praktyce uelastyczyć sieci, przyspieszyć procedury przyłączeniowe, jak również docierać do odbiorców, którzy nie są jeszcze podłączeni. Elementem uelastyczenia powinno być uwzględnienie działań dotyczących zabezpieczenia jakości energii wprowadzanej do sieci poprzez egzekwowanie od producentów i odbiorców energii parametrów gwarantujących jej dobre funkcjonowanie.

Kluczowym ogniwem procesu dostosowywania infrastruktury sieciowej do oddolnych inicjatyw energetycznych są magazyny energii. Konieczne jest sformułowanie kompleksowego programu ich budowy i włączenia (na wielu poziomach) do systemu elektroenergetycznego. Powinien on zakładać preferencyjne warunki ekonomiczne dla klastrów i samorządów jako potencjalnych stabilizatorów sieci. Rozwój magazynów energii w różnych postaciach (obejmujących elektryczność, biogaz, RDF, wodór, ciepło, chłód i in.) powinien być objęty specjalnym programem działań o charakterze technicznym oraz wymiernym wsparciem kapitałowym. Jego finansowanie może pochodzić zarówno z Krajowego Planu

Odbudowy, jak i z innych źródeł krajowych oraz z przyszłej unijnej perspektywy finansowej.

Energetyka rozproszona jako impuls do innowacji i postępu technicznego

Ważną rolę w rozwoju energetyki oddolnej odgrywają nauka i innowacje, które są fundamentem rozwoju cywilizacyjnego i jako takie powinny być używane w odpowiedzi na wyzwania kryzysu energetycznego. Powinniśmy dążyć w tym zakresie do wypracowania technicznych i praktycznych rozwiązań, które z czasem mogłyby zostać spopularyzowane wśród innych społeczeństw i państw świata.

Edukacja służąca upowszechnieniu oddolnych inicjatyw energetyki rozproszonej

Autorzy *Strategii...* zauważają potrzebę „poprawy poziomu wiedzy, edukacji i kompetencji w sferach powiązanych z energetyką rozproszoną”, której realizacja jest opisana w dokumencie jako odrębny cel. Edukacja to nie tylko zaangażowanie akademików, intelektualistów i ekspertów, którzy wspierają decydentów w podejmowaniu działań. To również bogactwo oddolnych inicjatyw, współpraca wspólnot i liderów gospodarczych, którzy dzięki wzajemnym interakcjom mogą budować kapitał społeczny niezbędny do rozwoju oddolnej energetyki. Wymiana dobrych praktyk daje szansę na wykształcenie najbardziej efektywnych modeli biznesowych i wypracowanie nowych technologii. Energetyka oddolna, łącząc różne formy działania i grupy społeczne, tworzy przestrzeń sprzyjającą rozwojowi lokalnych społeczności. Lepsze rozumienie procesów produkcji energii buduje większą świadomość konsumencką, a edukacja energetyczna pozwoli również na aktywizację młodzieży.

Energetyka rozproszona jako fundament lokalnej autonomii energetycznej

W podsumowaniu warto wrócić do przedstawionej w *Strategii...* definicji energetyki rozproszonej, w formule: „zasoby energetyczne źródeł wytwórczych i magazynów o mocy do 150 MW przyłączone bezpośrednio lub pośrednio (przy wykorzystaniu sieci wewnętrznych gospodarstw domowych, zakładów przemysłowych itp.) do sieci operatora sieci dystrybucyjnej (OSD). Istotnym elementem tych zasobów jest brak centralnego planowania i dysponowania”. W świetle wyżej opisanych wyzwań stojących przed ER można stwierdzić, iż ta definicja nie do końca oddaje postulowany przełomowy i strategiczny charakter energetyki rozproszonej, również w kontekście bezpieczeństwa militarnego i niezależności państwa. Powyższa formuła ma charakter techniczny i jest zrozumiała dla ekspertów, ale nie dla szerokiego grona użytkowników, co stoi w pewnej kontrze z postulatem jej upowszechniania. Na kolejnych etapach tworzenia *Strategii...* warto zastanowić się nad definicją, która w większym stopniu odpowiadałaby celowi, a nie tylko technicznym aspektom funkcjonowania energetyki rozproszonej.

Można argumentować – zwłaszcza w obecnej sytuacji, gdy w bliskim sąsiedztwie Polski toczy się wojna – że nadrzędnym wyzwaniem dla energetyki jest stworzenie systemów, które będą funkcjonować w sposób zbliżony do autonomicznego, i umieszczenie ich na różnych poziomach agregacji: od domu indywidualnego, po osiedle, gminę czy klaster. Takie systemy energetyczne nie tylko pozwolą ograniczyć zależność od zewnętrznych dostaw paliwa (zwłaszcza węglowodorów, których substytucja po odcięciu od rosyjskich dostaw jest niezbędna), ale powinny również minimalizować zakłócenia zewnętrzne, np. ataki cyfrowe. Ze względu na czerpanie z wielu małych źródeł oraz sięganie po niewykorzystane zasoby lokalne (biogaz, biomasa, geotermia, przeróbka i recykling odpadów, skrócenie dróg dostaw, a po części także mała energetyka wodna) ER wykazuje większą odporność

na wstrząsy niż energetyka wielkoskalowa i stanowi jeden z elementów budowania polskiego bezpieczeństwa (nie tylko energetycznego) w tych niepewnych czasach. Całościowa aspiracja dotycząca uniezależnienia się od zewnętrznych uwarunkowań powinna z czasem znaleźć również swoje odzwierciedlenie w ewoluującej definicji energetyki rozproszonej.

Na zakończenie pragnę wyrazić uznanie dla pana dra Sławomira Kopcia za wkład w rozwój energetyki rozproszonej w Polsce, za konsekwentne badanie i propagowanie tego zjawiska. Dziękuję także drowi Karolowi Wawrzyniakowi za zaproszenie do wspólnej refleksji nad tematem ER, której efekty znalazły odzwierciedlenie w niniejszym artykule, oraz pani dr Malwinie Mus-Frosik za istotny wkład redakcyjny w prace nad tekstem i przyczynienie się do jego ostatecznego kształtu.

Bibliografia:

- Agencja Rynku Energii (ARE) (2022), *Wynikowe informacje statystyczne* (za rok 2021 i 2022), <https://www.are.waw.pl/badania-statystyczne/wynikowe-informacje-statystyczne#informacja-statystyczna-o-energii-elektrycznej> [dostęp: 10.10.2022].
- Gramwzielone.pl (2022), *Polska ma najwięcej instalatorów fotowoltaiki w Europie*, <https://www.gramwzielone.pl/energia-sloneczna/108994/polska-ma-najwiecej-instalatorow-fotowoltaiki-w-europie> [dostęp: 10.10.2022].
- Komisja Europejska (2022), *REPowerEU: przystępna cenowo, bezpieczna i zrównoważona energia dla Europy*, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_pl [dostęp: 10.10.2022].
- Kopeć S., Lach Ł., Spirydowicz A. (2022), *Wpływ rozbudowy infrastruktury fotowoltaicznej na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, „Energetyka Rozproszona” 7: 29–53.
- Mazur M. (2022), *2022 rokiem przełomu na rynku e-mobility w Polsce? Wiele na to wskazuje, teraz-środowisko.pl*, <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/-Elektromobilnosc-w-Polsce-Maciej-Mazur-PSPA-tluste-lata-nadchodzi-11451.html> [dostęp: 10.10.2022].
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ) (2021), „*Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*” przyjęta przez Radę Ministrów, <https://www.gov.pl/web/klimat/polityka-energetyczna-polski-do-2040-r-przyjeta-przez-rade-ministrow> [dostęp: 10.10.2022].
- Ministerstwo Klimatu i Środowiska (MKiŚ) (2022), *Założenia do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r. z marca 2022 r.*, <https://www.gov.pl/web/klimat/zalozenia-do-aktualizacji-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r> [dostęp: 10.10.2022].
- Program Czyste Powietrze (2022), <https://czystepowietrze.gov.pl/> [dostęp: 10.10.2022].
- Sawicki B. (2022), *Polska fotowoltaika bryluje w Europie. Wyprzedzają nas tylko Niemcy*, *Energia.rp.pl*, <https://energia.rp.pl/oze/art36373201-polska-fotowoltaika-bryluje-w-europie-wyprzedzaja-nas-tylko-niemcy> [dostęp: 10.10.2022].

Distributed energy as an element of Poland's independence from external shocks

Abstract: After Russia's aggression against Ukraine, the development of distributed energy should accelerate. This is the fastest way to build new generation capacities for the energy system, allowing to reduce Poland's dependence on imported hydrocarbons, as well as an opportunity to engage private capital, but ultimately it allows to increase the country's resilience against external shocks. The article contains a postulate to place the development of distributed energy on four foundations, which are: development of regulations, modernization and adaptation of infrastructure, investments in technological progress as well as education and exchange of experiences. Distributed energy deserves the adoption of a comprehensive development strategy (its proposal was developed as part of the Gospostrateg project for the needs of the Ministry of

Climate and Environment), as well as a change of definition. The article proposes to define it in terms of less technical criteria than is currently the case, and to reflect the purpose of existence more, for example, the pursuit of self-balancing.

Keywords: distributed energy, energy, innovation, energy strategy, energy diversification, energy system resilience

Dr Michał Kurtyka

Minister i wiceminister
energii, klimatu i środowiska
w latach 2016–2021
Prezydent COP24



Regulacja prawna w zakresie budowy i eksploatacji linii bezpośrednich a wspieranie rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce

Abstrakt: Przedmiotem rozważań podjętych w artykule jest analiza prawnych uwarunkowań budowy linii bezpośrednich na gruncie prawa krajowego i prawa Unii Europejskiej, w tym ocena projektowanych regulacji w tym zakresie przedstawionych w zmodyfikowanym Projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (numer wykazu RCL UC74 w wersji z dnia 17 września 2022 r.). Punktem wyjścia i podstawą podjętych rozważań są wnioski płynące ze *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* opracowanej w ramach projektu pt. „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)”, w której jako jedno z istotnych działań służących promowaniu rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce wskazano wdrożenie przepisów ułatwiających realizację linii bezpośrednich.

Słowa kluczowe: linie bezpośrednie, energetyka rozproszona, dyrektywa 2019/944

Wprowadzenie

Decentralizacja, cyfryzacja i demokratyzacja dostaw energii są obecnie traktowane jako kluczowe elementy służące skutecznemu przeprowadzeniu transformacji energetycznej w Polsce i Unii Europejskiej. Transformacja energetyki jest niezbędna w obliczu globalnych wyzwań związanych z jednej strony z ochroną klimatu i koniecznością dekarbonizacji gospodarki, a z drugiej z zapewnieniem bezpieczeństwa dostaw energii do odbiorców. Z tego względu zdecentralizowane systemy energetyczne, tzw. energetyka rozproszona, oparte przede wszystkim na odnawialnych źródłach energii stają się powoli integralną częścią wciąż zmieniającego się sektora energetycznego i – jak się przewiduje – będą w nim odgrywać coraz ważniejszą rolę.

Rozwój energetyki rozproszonej związany jest z pojawieniem się w sektorze energetycznym nowych

interesariuszy, takich jak indywidualni odbiorcy (prosumenci), którzy zaopatrują się w energię elektryczną (i nierzadko także ciepłą) z własnych instalacji, a także lokalne społeczności energetyczne, które nie tylko realizują zadania w zakresie zaopatrywania całych dzielnic lub gmin w energię, lecz zajmują się również dostarczaniem innych innowacyjnych produktów i usług dla uczestników rynku energetycznego. Rozwój energetyki rozproszonej wiąże się jednak z rosnącą złożonością funkcjonowania energetyki i nowymi wyzwaniami, takimi jak koordynacja rozproszonych źródeł energii i ich aktywne zintegrowanie z istniejącymi systemami energetycznymi. Stawia to szczególne zadania przed prawodawcą oraz organami stosującymi prawo w zakresie stworzenia właściwych ram prawnych, które będą stymulowały rozwój energetyki rozproszonej i wykorzystanie jej potencjału do przeprowadzenia transformacji energetycznej, a jednocześnie będą odpowiadały na wyzwania, jakie jej rozwój niesie dla systemów energetycznych.

Problematyce tej została poświęcona *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku* (dalej *Strategia...*) opracowana w ramach projektu pt. „Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)” współfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju w ramach programu badań naukowych i prac rozwojowych „Społeczny i gospodarczy rozwój Polski w warunkach globalizujących się rynków GOSPOSTRATEG” (umowa nr Gospostrateg1/385085/21/NCBR/19) i realizowanego przez konsorcjum, którego członkami są Akademia

Górnictwo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych, a liderem jest Ministerstwo Rozwoju i Technologii.

W *Strategii...* zidentyfikowano w kilku obszarach bariery dla rozwoju energetyki rozproszonej i jednocześnie w ramach zalecanych działań wskazano m.in. konieczność wdrożenia regulacji prawnych ułatwiających budowę i eksploatację linii bezpośrednich. Jakkolwiek brak jest jednej legalnej definicji energetyki rozproszonej – a samo zjawisko w różnych opracowaniach jest określane zarówno jako „energetyka rozproszona” (Popczyk 2011), jak i „energetyka lokalna” (Szyrski 2019), „energetyka obywatelska” (Roberts et al. 2015) czy „rozproszona energetyka obywatelska” (zob. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z 2 marca 2021 r...) – to jednak w większości opracowań ujmowana jest ona jako lokalne wytwarzanie i konsumpcja energii. Także na gruncie Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dz.Urz. UE 2018 Nr L 328/82) (dalej „dyrektywa 2018/2001”) oraz Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE (Dz.Urz. UE 2019 Nr L 158/125) (dalej „dyrektywa 2019/944”) nie mówi się o energetyce rozproszonej, tylko o „obywatelskich społecznościach energetycznych” (art. 2 pkt 11 dyrektywy 2019/944) albo „społecznościach energetycznych działających w zakresie energii odnawialnej” (art. 2 pkt 16 dyrektywy 2018/2001), ale niewątpliwie oba akty dostrzegają i promują zjawisko decentralizacji wytwarzania energii i lokalizowania źródeł blisko odbiorców (zob. motyw 65 dyrektywy 2018/2001). Kwestia ta jest niezwykle istotna dla oceny skuteczności wprowadzanych instrumentów prawnych mających na celu promowanie rozwoju energetyki rozproszonej. Jak bowiem wskazano w *Strategii...*, energia wytwarzana i zużywana lokalnie może szybciej przyczynić się do spełnienia wymagań w zakresie niskoemisyjności energetyki oraz

do wzrostu poziomu bezpieczeństwa zaopatrzenia w energię na poziomie lokalnym, a także ograniczyć ogromne koszty modernizacji i rozbudowy sieci elektroenergetycznych.

Celem niniejszego artykułu jest analiza prawnych uwarunkowań odnoszących się do budowy linii bezpośrednich na gruncie prawa krajowego i prawa Unii Europejskiej. Jednocześnie zostanie dokonana ocena projektowanych regulacji w tym zakresie, przedstawionych w zmodyfikowanym Projekcie ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne oraz niektórych innych ustaw (numer wykazu RCL UC74 w wersji z dnia 17 września 2022 r.) (dalej „projekt UC74”), w szczególności pod kątem odpowiedzi na pytanie, czy regulacja prawna odnosząca się do budowy i eksploatacji linii bezpośrednich, w wersji zaproponowanej w projekcie UC74, może stanowić istotny instrument promowania rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce.

Linie bezpośrednie na gruncie dyrektywy 2019/944

Podstawowe regulacje prawne odnoszące się do budowy i eksploatacji linii bezpośrednich na gruncie prawa unijnego są obecnie zawarte w dyrektywie 2019/944, która zarówno definiuje pojęcie linii bezpośredniej, jak i przewiduje ogólny obowiązek państw członkowskich dotyczący umożliwienia budowy linii bezpośrednich określonym podmiotom.

Jak wskazuje się w literaturze, zapewnienie możliwości budowy linii bezpośrednich stanowi urzeczywistnienie – zagwarantowanego na poziomie unijnym – prawa odbiorców do otrzymywania dostaw energii elektrycznej poprzez linie bezpośrednie, z pominięciem sieci przesyłowych lub dystrybucyjnych (Kosiński 2020: 226). Co istotne, prawo takie było zagwarantowane od początku procesu liberalizacji funkcjonowania sektora energetycznego (oraz – co zostaje poza zakresem niniejszych rozważań – sektora gazowego), a zatem w dyrektywach poprzedzających obecnie obowiązującą dyrektywę 2019/944,

tj. w art. 21 dyrektywy 96/92/WE, w art. 22 dyrektywy 2003/54/WE oraz w art. 34 dyrektywy 2009/72/WE. Już na gruncie pierwszego pakietu energetycznego linie bezpośrednie (podobnie jak gazociągi bezpośrednie) określano jako jeden z głównych instrumentów otwierających rynek energetyczny i tym samym gwarantujących tworzenie wewnętrznego rynku energii (Kapteyn et VerLoren van Themaat 1998: 1234). Jednocześnie w literaturze wskazuje się, że linie bezpośrednie (podobnie jak gazociągi bezpośrednie) stanowią instrument regulacyjny, realizujący obok celów prokonkurencyjnych także cele prospołecznej regulacji sektorowej w zakresie zagwarantowania prawa do bezpośredniego otrzymywania dostaw energii elektrycznej (bądź paliw gazowych) (zob. Kosiński et Trupkiewicz 2016: 261–262; Będkowski-Kozioł 2014: 1411–1412).

Definicję linii bezpośredniej zawiera obecnie art. 2 pkt 41 dyrektywy 2019/944, zgodnie z którym oznacza ona „linię elektroenergetyczną łączącą wydzielone miejsce wytwarzania z wydzielonym odbiorcą lub linię elektroenergetyczną łączącą wytwórcę z przedsiębiorstwem dostarczającym energię elektryczną w celu bezpośrednich dostaw energii do ich własnych obiektów, podmiotów zależnych i odbiorców”. Na gruncie powyższej definicji nie zostało rozstrzygnięte w sposób jednoznaczny, czy przyłączenie do linii bezpośredniej wyklucza równoczesne przyłączenie do sieci dystrybucyjnej albo przesyłowej. Jednakże przepis art. 7 ust. 6 dyrektywy 2019/944, zgodnie z którym możliwość dostawy energii elektrycznej linią bezpośrednią nie wpływa na możliwość zawierania umów na dostawy energii elektrycznej na podstawie zasady dostępu stron trzecich do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych (TPA), sugeruje, że przyłączenie do linii bezpośredniej uprawnionego podmiotu nie wyklucza sytuacji, w której byłby on jednocześnie przyłączony do sieci elektroenergetycznej.

Poza definicją z art. 2 pkt 41 dyrektywy 2019/944, linii bezpośredniej poświęcony został wspomniany art. 7 dyrektywy 2019/944. Na mocy art. 7 ust. 1 dyrektywy 2019/944 państwa członkowskie UE są

zobowiązane do przyjęcia niezbędnych środków, aby umożliwić:

- 1) wszystkim wytwórcom i przedsiębiorstwom dostarczającym energię elektryczną na ich terytorium zaopatrywanie linią bezpośrednią ich własnych obiektów, podmiotów zależnych i odbiorców, bez poddawania ich nieproporcjonalnym procedurom administracyjnym lub nakładania nieproporcjonalnych kosztów;
- 2) zaopatrywanie, indywidualnie lub wspólnie, linią bezpośrednią wszystkich odbiorców na ich terytorium przez wytwórców i przedsiębiorstwa dostarczające energię elektryczną.

Uprawnienie do budowy linii bezpośredniej zostało zatem przyznane zarówno wytwórcom i przedsiębiorstwom dostarczającym energię elektryczną, jak i ich odbiorcom. Co istotne, realizacja tego uprawnienia winna odbywać się, bez „nieproporcjonalnych procedur administracyjnych”, a więc takich, które nakładając niewspółmierne ograniczenia *de facto* uniemożliwiałyby lub zniechęcały uprawnione podmioty do skorzystania z przysługującego im uprawnienia. Ponadto, realizacja uprawnienia z art. 7 ust. 1 dyrektywy 2019/944 nie powinna wiązać się z koniecznością ponoszenia „nieproporcjonalnych kosztów”, a więc takich, które nie są konieczne do poniesienia w związku z realizacją tego uprawnienia.

Przepis art. 7 ust. 2 dyrektywy 2019/944 upoważnia z kolei państwa członkowskie do określenia kryteriów dotyczących przyznawania zezwoleń na budowę linii bezpośrednich na swoim terytorium. Kryteria te muszą być obiektywne i niedyskryminacyjne. Jednocześnie art. 7 ust. 4 dyrektywy 2019/944 stanowi, że państwa członkowskie mogą uzależnić wydanie zezwolenia na budowę linii bezpośredniej od odmowy dostępu do sieci ze strony właściwego operatora lub od wszczęcia w związku z taką odmową procedury rozstrzygania sporów (o której mowa w art. 60 dyrektywy 2019/944). Wreszcie zgodnie z art. 7 ust. 5 dyrektywy 2019/944 państwa członkowskie mogą odmówić udzielenia zezwolenia na linię bezpośrednią, jeśli udzielenie takiego zezwolenia

naruszyłyby stosowanie przepisów dotyczących obowiązków użyteczności publicznej, nakładanych na przedsiębiorstwa energetyczne zgodnie z art. 9 dyrektywy 2019/944, przy czym odmowa musi być należycie uzasadniona.

Z powyższego wynika, że prawodawca unijny z jednej strony wyraźnie przewiduje uprawnienie wskazanych w art. 7 ust. 1 dyrektywy 2019/944 podmiotów do budowy i zaopatrzenia w energię za pomocą linii bezpośredniej, z drugiej jednak strony pozostawia państwom członkowskim możliwość odpowiedniego modyfikowania zakresu tego uprawnienia na gruncie ustawodawstwa krajowego. Nie oznacza to jednakże całkowitej swobody państw członkowskich, winny one bowiem respektować wytyczne wynikające z regulacji art. 7 dyrektywy 2019/944 w zakresie zasadności, proporcjonalności i niedyskryminacyjnego charakteru regulacji modyfikujących korzystanie z uprawnienia do linii bezpośrednich.

Aktualny stan prawny w odniesieniu do linii bezpośrednich na gruncie ustawy Prawo energetyczne

Na gruncie aktualnie obowiązującej Ustawy z 10 kwietnia 1997 r. – Prawo energetyczne (t.j. Dz.U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.) (dalej „u.p.e.” lub „ustawa Prawo energetyczne”) problematyce linii bezpośrednich poświęcony został przepis art. 3 pkt 11f oraz art. 7a u.p.e.

Obecnie obowiązująca definicja linii bezpośredniej, zawarta w art. 3 pkt 11f u.p.e. (w odniesieniu do linii elektroenergetycznej), zgodnie z którą stanowi ona „linię elektroenergetyczną łączącą wydzieloną jednostkę wytwarzania energii elektrycznej bezpośrednio z odbiorcą lub linię elektroenergetyczną łączącą jednostkę wytwarzania energii elektrycznej przedsiębiorstwa energetycznego z instalacjami należącymi do tego przedsiębiorstwa albo instalacjami należącymi do przedsiębiorstw od niego zależnych”,

powoduje, że w praktyce przyjmowana jest wąska wykładnia tego pojęcia jako instalacji pracującej w układzie wyspowym. Ponadto dotychczas obowiązujące przepisy skutkują dominującym w praktyce stanowiskiem, zgodnie z którym uzyskanie zgody na budowę linii bezpośredniej jest możliwe, co do zasady, wyłącznie w przypadku, gdy brak jest możliwości przyłączenia odbiorcy do sieci elektroenergetycznej. Jak wskazuje się bowiem w literaturze, linie bezpośrednie są traktowane na gruncie ustawy Prawo energetyczne jako wyjątek od niepisanej zasady priorytetu sieci (tzn. korzystania w pierwszym rzędzie z dostępnych sieci przesyłowych lub dystrybucyjnych), uzasadniony wyłącznie potrzebą dostarczania energii w przypadku, gdy infrastruktura sieciowa z przyczyn technicznych lub ekonomicznych nie może być wybudowana czy odpowiednio rozbudowana, bądź w sytuacji, gdy danemu odbiorcy odmawia się dostępu do sieci (Kosiński 2020: 226–227).

Mianowicie, zgodnie z art. 7a ust. 3–4 u.p.e., budowa linii bezpośredniej wymaga, przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę w rozumieniu przepisów prawa budowlanego, uzyskania zgody Prezesa Urzędu Regulacji Energetyki; zgoda jest udzielana w drodze decyzji. Przy czym Prezes Urzędu Regulacji Energetyki, udzielając zgody, uwzględnia:

- 1) wykorzystanie zdolności przesyłowych istniejącej sieci gazowej lub sieci elektroenergetycznej;
- 2) odmowę świadczenia usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych lub energii elektrycznej istniejącą siecią gazową lub siecią elektroenergetyczną podmiotowi występującemu o uzyskanie zgody oraz nieuwzględnienie złożonej przez niego skargi na tę odmowę.

W literaturze spotyka się pogląd, zgodnie z którym możliwość budowy linii bezpośredniej stanowi „odstępstwo od spójności i jednolitości systemu elektroenergetycznego”, a zatem jedynie w sytuacji, gdy odbiorca nie może uzyskać zaspokojenia własnych potrzeb energetycznych inaczej niż za pośrednictwem linii bezpośredniej, w grę może

wchodzić umożliwienie budowy linii bezpośredniej poza systemem energetycznym (Nowaczek-Zaremba et Muras 2016: 907). Podkreśla się przy tym, że pozostawienie uczestnikom rynku swobody w zakresie budowy linii bezpośrednich i pominięcie sieci elektroenergetycznych „odbija się negatywnie na spójności systemów sieciowych, jak i na systemie taryf, które umożliwiają właścicielowi infrastruktury rozłożenie kosztów budowy sieci równomiernie na wszystkich użytkowników, co ma szczególne znaczenie na obszarze dystrybucji, gdzie koszt budowy linii i gazociągów w nisko zaludnionych regionach jest rekompensowany wyższym zwrotem inwestycji w regionach o wysokim zaludnieniu” (ibidem). Z tego względu postuluje się ścisłe interpretowanie przesłanek udzielenia przez Prezesa URE zgody na budowę linii bezpośredniej.

Co istotne w świetle omawianej regulacji i poglądów doktryny, Prezes URE, udzielając zgody na budowę linii bezpośredniej, dysponuje pewnym zakresem luzu decyzyjnego. Udzielając zgody, o której mowa w art. 7a ust. 3 u.p.e., Prezes URE uwzględnia dwa kryteria: 1) stan wykorzystania zdolności przesyłowych istniejącej sieci gazowej albo elektroenergetycznej, oraz 2) ewentualną odmowę świadczenia usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych albo energii elektrycznej przez istniejącą sieć podmiotowi występującemu o uzyskanie zgody i nieuwzględnienie złożonej przez ten podmiot skargi na taką odmowę. Oznacza to, że w ramach pierwszego kryterium Prezes URE winien zbadać, czy w danej lokalizacji sieć ta w ogóle istnieje, a następnie, czy zapewnia ona dostateczną zdolność przepustową umożliwiającą realizację dostaw paliw gazowych albo energii elektrycznej w pożądanym przez odbiorcę wolumenie oraz jakości. Natomiast w ramach drugiego kryterium Prezes URE powinien zbadać, czy nastąpiła odmowa świadczenia usług przesyłowych ze strony właściwego operatora oraz czy zgodnie z art. 8 ust. 1 u.p.e. wyczerpana została procedura rozstrzygnięcia sporów dotyczących odmowy świadczenia usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych albo energii elektrycznej.

Z powyższych rozważań wynika, że zarówno regulacja art. 7a ust. 3–4 u.p.e., jak i praktyka jego stosowania, powodują, że na gruncie obecnie obowiązującej regulacji możliwość budowy linii bezpośredniej nie może być postrzegana jako instrument promowania rozwoju energetyki rozproszonej, w szczególności zaś promowania konsumpcji energii wytwarzanej lokalnie. Priorytetem jest bowiem przyłączanie wszystkich źródeł wytwarzania energii (w tym źródeł odnawialnych) oraz odbiorców do sieci dystrybucyjnej, co oznacza zasadniczo konieczność stałego korzystania z usług przesyłowych świadczonych przez wyznaczonych operatorów sieci (OSD).

Linie bezpośrednie w projekcie nowelizacji ustawy Prawo energetyczne i innych ustaw (UC74)

Przedstawiony powyżej stan prawny ma ulec zmianie, którą przewiduje projekt UC74. Przy tym zaproponowane w pierwotnej wersji tego projektu z 30 kwietnia 2021 r. rozwiązania w zakresie budowy linii bezpośrednich zostały znacząco zmodyfikowane w najnowszej wersji projektu z 17 września 2022 r.

Zawarte w projekcie UC74 zmiany w stosunku do aktualnie obowiązujących przepisów ustawy Prawo energetyczne obejmują w szczególności:

- 1) poszerzenie definicji linii bezpośredniej;
- 2) wprowadzenie wyłączeń od obowiązku uzyskania zgody Prezesa URE na budowę linii bezpośredniej;
- 3) zmianę przesłanek wydania zgody w przypadkach, gdy jest ona wymagana.

W odniesieniu do linii bezpośredniej projektodawca zdecydował się na powtórzenie wprost definicji zawartej w dyrektywie, jednocześnie doprecyzowując, że sieć dystrybucyjna nie obejmuje linii bezpośrednich. Zgodnie z projektowanym art. 3

pkt 11f u.p.e. „linia bezpośrednia” oznacza „linię elektroenergetyczną łączącą wydzieloną jednostkę wytwórczą bezpośrednio z wydzielonym odbiorcą lub linię elektroenergetyczną łączącą jednostkę wytwórczą z urządzeniami lub instalacjami należącymi do przedsiębiorstwa energetycznego wykonującego działalność gospodarczą w zakresie obrotu energią elektryczną w celu bezpośrednich dostaw energii do ich własnych obiektów, podmiotów będących jego jednostkami podporządkowanymi w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 42 Ustawy z dnia 29 września 1994 r. o rachunkowości (Dz.U. 2021 r. poz. 217, 2105, 2106, Dz.U. 2022 r. poz. 1488) oraz do odbiorców przyłączonych do urządzeń i instalacji tego przedsiębiorstwa” (art. 1 pkt 2 lit. e projektu UC74).

Jak wskazywano jeszcze w uzasadnieniu do projektu UC74 w wersji z 30 kwietnia 2021 r., dotychczasowe rozumienie linii bezpośredniej na gruncie ustawy Prawo energetyczne, jako alternatywy dla braku możliwości przyłączenia do lokalnej sieci elektroenergetycznej, nie odpowiada założeniom dyrektywy 2019/944. Zmiana definicji oznacza, że budowa linii bezpośrednich nie ma służyć wyłącznie zapewnieniu dostępu do energii elektrycznej na terenach, na których wybudowanie sieci elektroenergetycznej przez operatora jest ekonomicznie nieuzasadnione lub w znacznej mierze utrudnione ze względów technicznych. Budowa linii bezpośredniej ma przede wszystkim przysłużyć się rozwojowi energetyki rozproszonej oraz stanowić zachętę do inwestowania w nieduże jednostki wytwórcze bazujące głównie na odnawialnej energii, które będą zasilaty lokalnie obiekty.

Jednocześnie, w celu uniknięcia nieporozumień co do tego, czy w ślad za regulacją art. 2 pkt 41 oraz art. 7 dyrektywy 2019/944 przyłączenie do linii bezpośredniej nie wyklucza jednoczesnego korzystania przez dany podmiot z przyłączenia linią bezpośrednią oraz przyłącza do sieci dystrybucyjnej/przesyłowej, w projekcie UC74 w wersji z 17 września 2022 r. zdecydowano się na dodanie definicji „odbiorcy wydzielonego” oraz „wydzielonej jednostki wytwórczej”. I tak, zgodnie z projektowanym art. 3 pkt 11fa

u.p.e. „wydzielona jednostka wytwarzania energii elektrycznej” to jednostka, z której cała wytworzona energia elektryczna, z pominięciem systemu elektroenergetycznego, dostarczana jest bezpośrednio do odbiorcy, natomiast zgodnie z projektowanym art. 3 pkt 11fb u.p.e. „wydzielony odbiorca” to odbiorca, który nie jest przyłączony do sieci elektroenergetycznej lub jest przyłączony do sieci elektroenergetycznej w sposób uniemożliwiający wprowadzanie energii elektrycznej wytworzonej w wydzielonej jednostce wytwórczej do tej sieci (art. 1 pkt 2 lit. f projektu UC74 w wersji z 17 września 2022 r.). Wreszcie też, projektowany art. 7a ust. 12 u.p.e. stanowi, że pobieranie energii elektrycznej za pomocą linii bezpośredniej nie ogranicza prawa odbiorcy do przyłączenia się do sieci elektroenergetycznej i pobierania energii elektrycznej z tej sieci na zasadach określonych w art. 4 ust. 2 u.p.e. (tzn. dostępu stron trzecich do sieci), o ile jego urządzenia lub instalacje nie umożliwiają wprowadzania energii elektrycznej dostarczanej linią bezpośrednią do sieci dystrybucyjnej lub przesyłowej, do której odbiorca planuje się przyłączyć.

Tym samym, w świetle obecnie proponowanych rozwiązań, nie powinno budzić wątpliwości to, że przyłączenie do linii bezpośredniej nie wyklucza jednoczesnego przyłączenia odbiorcy do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej, pod warunkiem jednak, że sposób realizacji tego przyłączenia będzie uniemożliwiał wprowadzanie energii elektrycznej wytworzonej w wydzielonej jednostce wytwórczej do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej.

Zarazem projekt UC74, odmiennie od dotychczasowej regulacji art. 7a ust. 3–4 u.p.e., reguluje kwestie związane z uprawnieniami do budowy i zopatrywania w energię elektryczną za pomocą linii bezpośredniej, przy czym projekt UC74 w wersji z 17 września 2022 r. przewiduje przepisy znacząco rozbudowane nie tylko w stosunku do aktualnej regulacji ustawy Prawo energetyczne, ale także w stosunku do pierwotnej wersji z 30 kwietnia 2021 r., w projektowanym obecnie przepisie art. 7a ust. 3–14 u.p.e.

Zgodnie z projektowanym art. 7a ust. 3 u.p.e. uzyskania zgody Prezesa URE w drodze decyzji będą wymagały:

- 1) budowa gazociągu bezpośredniego lub linii bezpośredniej – przed wydaniem decyzji o pozwoleniu na budowę w rozumieniu przepisów prawa budowlanego, z wyjątkiem jednak sytuacji, gdy z mocy projektowanego art. 7a ust. 3b u.p.e. budowa linii bezpośredniej będzie zwolniona z obowiązku uzyskania takiej zgody (zob. niżej);
- 2) zmiana przeznaczenia sieci gazociągów kopalnianych na gazociąg bezpośredni – przed rozpoczęciem dostarczania paliw gazowych do odbiorcy;
- 3) zmiana parametrów linii bezpośredniej wskazanych w decyzji Prezesa URE wyrażającej zgodę (co wynika z regulacji projektowanego przepisu art. 7a ust. 3f u.p.e. odnośnie do zakresu informacji, które będzie należało podać we wniosku o udzielenie zgody) lub zmiana parametrów jednostki wytwórczej połączonej tą linią;
- 4) kontynuowanie korzystania z linii bezpośredniej w przypadku przyłączenia do sieci odbiorcy, który dotychczas nie był przyłączony do sieci, lub w przypadku zwiększenia mocy zainstalowanej jednostki wytwórczej ponad wartość, o której mowa w projektowanym art. 7a ust. 3b pkt 2 u.p.e.

W zakresie przesłanek i procedury wyrażenia zgody projektowane regulacje zawarte są w art. 7a ust. 4–8 u.p.e. I tak, zgodnie z art. 7a ust. 4 u.p.e., jeżeli wniosek o udzielenie zgody na budowę linii bezpośredniej dotyczy przypadków, w których zgoda ta jest wymagana, Prezes URE przy udzielaniu zgody bierze pod uwagę:

- 1) wykorzystanie zdolności przesyłowych istniejącej sieci gazowej lub sieci elektroenergetycznej,
- 2) odmowę świadczenia usług przesyłania lub dystrybucji paliw gazowych lub energii elektrycznej istniejącą siecią gazową lub elektroenergetyczną podmiotowi występującemu o uzyskanie zgody oraz nieuwzględnienie złożonej przez niego skargi na tę odmowę.

A zatem w tym zakresie projekt nie przewiduje zmian w stosunku do aktualnie obowiązującej regulacji ustawy Prawo energetyczne. Jednocześnie jednak w projektowanych przepisach art. 7a ust. 5–8 projekt wprowadza nowe rozwiązania. Mianowicie, zgodnie z projektowanym art. 7a ust. 5 i 6 u.p.e., Prezes URE będzie odstępował od uwzględnienia przesłanek wymienionych w art. 7a ust. 4 pkt 1 i 2 u.p.e., jeżeli podmiot ubiegający się o zgodę na budowę linii bezpośredniej złoży – pod rygorem odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań – oświadczenie, że:

- 1) linia elektroenergetyczna będzie łączyła jednostkę wytwórczą z urządzeniami lub instalacjami należącymi do przedsiębiorstwa energetycznego wykonującego działalność gospodarczą w zakresie obrotu energią elektryczną w celu bezpośrednich dostaw energii do własnych obiektów, obiektów podmiotów od niego zależnych i będących jego jednostkami podporządkowanymi w rozumieniu art. 3 ust. 1 pkt 42 Ustawy z 29 września 1994 r. o rachunkowości oraz do odbiorców przyłączonych do urządzeń i instalacji tego przedsiębiorstwa, albo
- 2) instalacja wydzielona oraz odbiorca wydzielony spełniają kryteria określone w projektowanych definicjach art. 3 pkt 11fa oraz 11fb u.p.e. (zob. wyżej); ponadto, zgodnie z projektowanym art. 7a ust. 7 u.p.e., jeżeli wydzielona jednostka wytwórcza spełnia przesłanki określone w art. 7 ust. 8e u.p.e., Prezes URE przed wydaniem decyzji o wyrażeniu zgody będzie występował do operatora systemu elektroenergetycznego, na którego obszarze działania znajduje się lub planowana jest budowa linii bezpośredniej, o przedstawienie w terminie 30 dni od dnia otrzymania wezwania oceny wpływu podłączanej do sieci elektroenergetycznej jednostki wytwórczej na funkcjonowanie tej sieci w obszarze działania operatora; na uzasadniony wniosek operatora termin ten będzie mógł zostać przedłużony; co istotne, nieprzedstawienie oceny przez operatora w wyznaczonym terminie będzie uważane za wyrażenie oceny pozytywnej.

Projekt UC74 w wersji z dnia 17 września 2022 r. przewiduje – w stosunku do pierwotnej wersji z dnia 30 kwietnia 2021 r. – istotną zmianę przesłanek, przy spełnieniu których nie będzie wymagana zgoda na budowę linii bezpośredniej. Mianowicie, zgodnie z obecnie projektowanym art. 7a ust. 3b u.p.e., zgody Prezesa URE, o której mowa w art. 7a ust. 3 u.p.e., nie będą wymagały:

- 1) budowa linii bezpośredniej dostarczającej energię elektryczną z wydzielonej jednostki wytwórczej do instalacji i urządzeń wydzielonego odbiorcy nieprzyłączonego do sieci elektroenergetycznej, lub
- 2) budowa linii bezpośredniej dostarczającej do wydzielonego odbiorcy energię elektryczną z instalacji odnawialnych źródeł energii, gdy łączna moc zainstalowana w jednostkach wytwórczych jest mniejsza niż 1 MW.

Powyższe oznacza, że w świetle obecnie proponowanej treści art. 7a ust. 3b u.p.e. zgoda nie będzie wymagana w sytuacji, po pierwsze, zaopatrywania odbiorcy w energię za pomocą linii bezpośredniej w układzie „wyspowym”, tzn. bez jakiegokolwiek połączenia tego odbiorcy z siecią przesyłową albo dystrybucyjną (wskutek niemożności przyłączenia do istniejącej sieci przesyłowej lub dystrybucyjnej), albo, po drugie, gdy odbiorca wydzielony jest wprawdzie przyłączony do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej, jednakże zaopatrywanie go w energię za pomocą linii bezpośredniej odbywa się z instalacji OZE o łącznej mocy nieprzekraczającej 1 MW. Jak wskazano w uzasadnieniu do projektu UC74 w wersji z 17 września 2022 r., ograniczenie zwolnienia z obowiązku uzyskania zgody Prezesa URE w przypadku odbiorcy wydzielonego przyłączonego równocześnie do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej i połączonego linią bezpośrednią z odnawialnym źródłem energii o mocy nie wyższej niż 1 MW „bezpośrednio koresponduje z przepisami ustawy o odnawialnych źródłach energii, która takie jednostki zwalnia z obowiązku koncesyjnego”.

Wątpliwości może budzić treść projektowanego art. 7a ust. 3c u.p.e., zgodnie z którym, jeżeli wybudowano linię bezpośrednią, zgodnie z art. 7a ust. 3b pkt 1 u.p.e. (a więc w układzie „wyspowym”), w celu zasilenia odbiorcy nieprzyłączonego do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej, który jednak złożył następnie wniosek o przyłączenie do sieci elektroenergetycznej, to wówczas do wniosku o wydanie warunków przyłączenia odbiorca ten musi dołączyć zgodę Prezesa URE, uzyskaną zgodnie z art. 7a ust. 3 pkt 4 u.p.e. Zapis ten może bowiem sugerować, że nawet w sytuacji, gdy odbiorca był zaopatrywany w układzie „wyspowym” z instalacji odnawialnego źródła energii o łącznej mocy nieprzekraczającej 1 MW, to w przypadku chęci uzyskania przyłączenia do sieci przesyłowej albo dystrybucyjnej będzie musiał wystąpić o zgodę do Prezesa URE, i to pomimo wyłączenia przewidzianego w projektowanym art. 7a ust. 3b pkt 2 u.p.e. Kwestia ta wymagałaby doprecyzowania na dalszym etapie prac legislacyjnych.

Projektowany art. 7a ust. 9 u.p.e. przewiduje, że Prezes URE będzie prowadził jawny wykaz linii bezpośrednich. Dzięki temu każdy zainteresowany będzie mógł zapoznać się z dokładną lokalizacją linii oraz rodzajem jednostki wytwórczej, która będzie dostarczała energię elektryczną.

Projekt ustawy nakłada też określone obowiązki informacyjne na podmioty ubiegające się o budowę linii bezpośredniej lub eksploatujące taką linię. Zgodnie z projektowanym art. 7a ust. 3f u.p.e. zarówno w przypadku konieczności wystąpienia o zgodę Prezesa URE (zgodnie z art. 7a ust. 3 u.p.e.), jak i w sytuacji braku konieczności uzyskania takiej zgody (zgodnie z art. 7a ust. 3b u.p.e.), podmiot ubiegający się o budowę linii bezpośredniej lub posiadający do niej tytuł prawny będzie miał obowiązek przekazania, na trzydzieści dni przed złożeniem zgłoszenia, o którym mowa w art. 30, lub wniosku, o którym mowa w art. 33 ustawy z 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (t.j. Dz.U. z 2021 r. poz. 2351 z późn. zm.), Prezesowi URE informacji o zamiarze wybudowania linii bezpośredniej lub dalszego

korzystania z linii bezpośredniej wraz z dodatkowymi informacjami. Dotyczą one:

- 1) maksymalnego znamionowego napięcia,
- 2) długości,
- 3) schematu elektrycznego z zaznaczeniem w szczególności układów pomiarowo-rozliczeniowych oraz miejsc rozgraniczenia własności,
- 4) lokalizacji i parametrów technicznych,
- 5) istnienia relacji, o której mowa w art. 2 pkt 42 Ustawy o rachunkowości, tj. w zakresie pozostawania w stosunku powiązania lub zależności,
- 6) danych technicznych jednostek wytwórczych, które dostarczają energię linią bezpośrednią, wykorzystywanych przez nie technologiach wytwarzania energii elektrycznej i ich mocy zainstalowanej; natomiast zgodnie z projektowanym art. 7a ust. 3g u.p.e. podmiot posiadający tytuł prawny do korzystania z linii bezpośredniej ma obowiązek informowania Prezesa URE o każdorazowej zmianie wskazanych powyżej informacji dotyczących linii bezpośredniej w terminie 14 dni od dnia jej wystąpienia, a zgodnie z art. 7a ust. 10 u.p.e. ma obowiązek informowania Prezesa URE o uzyskaniu pozwolenia na użytkowanie, o którym mowa w art. 59 ustawy – Prawo budowlane, nie później niż w terminie 14 dni od uzyskania tego pozwolenia.

Projektowany przepis art. 7a ust. 11 u.p.e. reguluje rozbudowany katalog obowiązków spoczywających na podmiocie posiadającym tytuł prawny do korzystania z linii bezpośredniej. Ma do nich należeć:

- 1) zarządzanie pracą linii bezpośredniej i jej utrzymanie;
- 2) zapewnienie ciągłości dostaw oraz odpowiednich parametrów jakościowych energii elektrycznej dostarczanej linią bezpośrednią;
- 3) udzielanie – na żądanie operatora systemu elektroenergetycznego, na którego obszarze działania zbudowana jest linia bezpośrednia lub Prezesa URE – informacji, w tym także o danych pomiarowych i innych danych technicznych, w celu zagwarantowania bezpiecznej i efektywnej eksploatacji oraz rozwoju tej sieci;

- 4) zainstalowanie oraz zapewnienie prawidłowego działania układu pomiarowo-rozliczeniowego umożliwiającego określenie ilości energii elektrycznej dostarczanej odbiorcy;
- 5) umożliwienie właściwemu operatorowi systemu elektroenergetycznego odczytu danych pomiarowych celem dokonania rozliczeń oraz kontroli prawidłowego działania układu pomiarowo-rozliczeniowego.

Zakres tych obowiązków, w szczególności w stosunku do operatora sieci, na obszarze którego zlokalizowana jest linia bezpośrednia, może budzić wątpliwości, zwłaszcza obowiązek wskazany powyżej w pkt. 5. Skoro bowiem, zgodnie z intencją projektodawcy – o czym była mowa wyżej – linia bezpośrednia nie stanowi ani sieci przesyłowej, ani dystrybucyjnej, wątpliwości może budzić wprowadzenie obowiązku udzielania dostępu do danych pomiarowych operatorowi sieci elektroenergetycznej. Obowiązek ten daje się wyjaśnić jedynie w kontekście projektowanej regulacji art. 7a ust. 13 i 14 u.p.e. Mianowicie, zgodnie z tym przepisem, podmiot posiadający tytuł prawny do korzystania z linii bezpośredniej wnosi do operatora sieci elektroenergetycznej, do którego sieci jest przyłączony wydzielony odbiorca, opłaty wynikające z taryf przedsiębiorstwa wykonującego działalność gospodarczą w zakresie przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej w wysokości odpowiadającej rzeczywistej wysokości poboru energii elektrycznej z linii bezpośredniej lub z sieci przedsiębiorstwa energetycznego wykonującego działalność gospodarczą w zakresie przesyłania lub dystrybucji energii elektrycznej, do którego sieci jest przyłączony. Wysokość tych opłat ma być uwzględniona w taryfie operatorów. *Ratio legis* projektowanej regulacji zostało wyłożone w uzasadnieniu do projektu UC74 w wersji z 17 września 2022 r., zgodnie z którym „mając na uwadze negatywny wpływ linii bezpośredniej na funkcjonowanie sieci oraz konieczność zapewnienia, że osiągnięcie korzyści przez podmioty chcące skorzystać z linii bezpośredniej nie spowoduje nadmiernego obciążenia innych użytkowników systemu, zdecydowano się na

wprowadzenie regulacji, która zobowiązuje podmiot korzystający z linii bezpośredniej do uiszczania opłat zgodnie z taryfą właściwego operatora systemu elektroenergetycznego, do którego sieci jest ten podmiot przyłączony. [...] Z tego samego powodu, zdecydowano się na utrzymanie obowiązku podmiotów korzystających z linii bezpośredniej ponoszenia opłat mocowej, OZE oraz kogeneracyjnej”. Za wprowadzeniem obowiązku ponoszenia opłat przesyłowych przemawia zatem obawa o utratę części wpływów przez operatorów sieci, w obliczu spoczywających na nich obowiązków w zakresie użyteczności publicznej i jednocześnie dążenie do równomiernego rozłożenia kosztów utrzymania systemu na wszystkich odbiorców. Podejście to oznacza jednak, że wprowadzenie regulacji w zakresie ułatwienia budowy linii bezpośrednich nie może być postrzegane, wbrew oczekiwaniom wyrażonym chociażby w *Strategii...*, jako instrument promowania rozwoju energetyki rozproszonej. W szczególności należy zwrócić uwagę, że wprowadzenie obowiązku ponoszenia opłat będzie niwelować zachęty do korzystania ze źródeł wytwórczych zlokalizowanych w pobliżu odbiorcy. Wynika to z obowiązujących w Polsce zasad ponoszenia opłat sieciowych, w których stawki opłat dystrybucyjnych na obszarze działania danego operatora są stałe niezależnie od dystansu dzielącego wytwórcę i odbiorcę. Z tej perspektywy zatem projektowane regulacje w zakresie budowy linii bezpośrednich nie będą stanowiły instrumentu promowania lokalnego wytwarzania i konsumpcji energii. Rozwiązanie to godzić będzie bowiem w odbiorców wydzielonych zaopatrywanych z instalacji odnawialnego źródła energii za pomocą linii bezpośredniej i przyłączonych jednocześnie do sieci dystrybucyjnej, a zatem m.in. tych odbiorców, do których znajdować ma zastosowanie zwolnienie, o którym mowa w projektowanym art. 7a ust. 3b pkt 2 u.p.e. Jak można zakładać, są to ci odbiorcy, którzy mogą być szczególnie zainteresowani uzyskaniem przyłączenia za pomocą linii bezpośredniej, w celu zaopatrywania się w energię ze źródeł zlokalizowanych w niewielkiej odległości. W opinii projektodawców, wyrażonej w uzasadnieniu do projektu UC74 w wersji

z 17 września 2022 r., wprowadzenie powyższej regulacji ma – zgodnie z szacunkami – w dalszym ciągu pozwolić na utrzymanie atrakcyjności linii bezpośredniej dla użytkowników, a jednocześnie zapewnić zrównoważone finansowanie rozwoju systemu elektroenergetycznego, także na potrzeby przyłączenia nowych źródeł energii odnawialnej.

Powyższe kwestie będą zapewne jeszcze przedmiotem dyskusji na dalszych etapach procesu legislacyjnego.

Zakończenie

Z powyższych rozważań wynika, że regulacja prawna w zakresie umożliwienia budowy i eksploatacji linii bezpośrednich uważana jest za istotny instrument, który może stymulować rozwój energetyki rozproszonej i lokalne wykorzystywanie zasobów energetycznych przez odbiorców. Zostało to wyraźnie podkreślone w *Strategii...* Jednakże aktualnie obowiązująca regulacja na gruncie ustawy Prawo energetyczne znacząco ogranicza możliwości w zakresie budowy linii bezpośrednich. Z tego względu należy pozytywnie ocenić podjęcie w projekcie UC74 próby kompleksowego uregulowania zasad budowy linii bezpośrednich zmierzającej w kierunku ich liberalizacji. Niemniej jednak szczegółowa analiza zaproponowanych tam rozwiązań rodzi wątpliwości odnośnie do tego, czy będą one rzeczywiście stanowiły instrument promowania lokalnego wytwarzania i konsumpcji energii. W szczególności uwaga ta odnosi się do przewidzianego w projekcie UC74 w wersji z 17 września 2022 r. obowiązku ponoszenia opłat sieciowych przez podmioty posiadające tytuł prawny do korzystania z linii bezpośredniej.

Bibliografia:

Książki i broszury

- Kapteyn P.J.G., VerLoren van Themaat P. (1998), *Introduction to the Law of the European Communities. From Maastricht to Amsterdam. Third Edition. Incorporating the Fifth Dutch edition*, Kluwer Law International, London, Boston.
- Szyrski M. (2019), *Energetyka lokalna. Studium administracyjnoprawne*, Wydawnictwo Naukowe UKSW, Warszawa.

Artykuły opublikowane w zbiorach artykułów/rozdziały w książkach

- Będkowski-Kozioł M. (2014), *Regulacja prokonkurencyjna w sektorze energetycznym – elektroenergetyce, gazownictwie i energetyce ciepłej* [w:] *System prawa prywatnego. T. 15. Prawo konkurencji*, M. Kępiński (red.), Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa: 1391–1415.
- Kosiński E. (2020), *Komentarz do art. 7a ustawy Prawo energetyczne* [w:] *Prawo energetyczne. Ustawa o odnawialnych źródłach energii. Ustawa o rynku mocy. Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych. Komentarz*, M. Czarnecka, T. Ogłódek (red.), Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa: 223–229.
- Kosiński E., Trupkiewicz M. (2016), *Instrumenty prospołecznej regulacji sektora energetycznego w kontekście reguł wstrzymania dostarczania energii elektrycznej, w tym w przypadku nielegalnego poboru energii* [w:] *Interdyscyplinarne problemy nielegalnego poboru energii*, A. Walaszek-Pyziół (red.), Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa: 259–302.
- Nowaczek-Zaremba M., Muras Z. (2016), *Komentarz do art. 7a ustawy Prawo energetyczne* [w:] *Prawo energetyczne. Tom I. Komentarz do art. 1–11s*, M. Swora, Z. Muras (red.), wyd. 2, Wolters Kluwer Polska, Warszawa: 901–910.

Materiały dostępne w Internecie

- Popczyk J. (2011), *Energetyka rozproszona. Od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, Warszawa, https://www.cire.pl/pliki/2/e_rozpr_popczyk.pdf [dostęp: 20.10.2022].
- Roberts J., Bodman F., Rybski R. (2015), *Energetyka obywatelska: modelowe rozwiązania prawne promujące obywatelską własność odnawialnych źródeł energii*, ClientEarth, Warszawa, https://prezentacje.cire.pl/pliki/1/cf_energetyka_obywatelska.pdf [dostęp: 22.10.2022].

Dokumenty prawne

- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE 2018 Nr L 328/82).
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/944 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie wspólnych zasad rynku wewnętrznego energii elektrycznej oraz zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE (wersja przekształcona) (Dz.Urz. UE 2019 Nr L 158/125).
- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r., M.P. z 2021 r. poz. 264.
- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (t.j. Dz.U. z 2022 r. poz. 1385 z późn. zm.).

Inne dokumenty

- Komunikat Komisji Europejskiej do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Europejski Zielony Ład, Bruksela, dnia 11.12.2019 r., COM (2019) 640 final.
- Projekt ustawy o zmianie ustawy – Prawo energetyczne i ustawy o odnawialnych źródłach energii (numer z wykazu UC74 w wersji z dnia 17 września 2022 r.), <https://legislacja.rcl.gov.pl/docs//2/12347450/12792174/12792175/dokument575657.pdf> [dostęp: 20.10.2022].

Direct lines as an instrument to support the development of distributed energy in Poland

Abstract: The subject of the considerations in the article is the analysis of the legal conditions relating to the construction of the so-called “direct lines” under national and European Union law, including the assessment of the proposed regulations in this area, presented in the modified Draft Act amending the Energy Law and certain other acts (RCL UC74 list number in the version of 17/09/2022). The starting point and the basis for the considerations are the conclusions of the *Strategy for the development of distributed energy in Poland until 2040* developed as part of the project entitled “Development of distributed energy in energy clusters (KlastER)”, in which the implementation of regulations facilitating the construction of direct lines was indicated as one of the important activities to promote the development of distributed energy in Poland.

Keywords: direct lines, distributed energy, directive 2019/944

Dr. iur. Michał Będkowski-Kozioł, LL.M.Eur.Int. (Dresden)

Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego w Warszawie
Wydział Prawa i Administracji
Katedra Prawa Gospodarczego i Gospodarki Cyfrowej
Zakład Publicznego Prawa Gospodarczego
Partner, Szef Praktyki Prawa Konkurencji i Antymonopolowego
kancelaria Kochański&Partners
m.bedkowski-koziol@kochanski.pl
numer ORCID: 0000-0002-2182-3490



Korzyści środowiskowe i zdrowotne jako efekt realizacji polityki klimatycznej i rozwoju energetyki rozproszonej

Abstrakt: Zanieczyszczenie powietrza uważane jest za znaczący czynnik ryzyka środowiskowego odpowiedzialny za przedwczesne zgony na całym świecie. Szacuje się, że każdego roku w Europie występuje ich około 400 tys. i są one związane z chorobami układu oddechowego, a także chorobami nowotworowymi, w szczególności z rakiem płuc. Zanieczyszczenie atmosfery przyczynia się do stanów zapalnych, a po długotrwałym oddziaływaniu powoduje uszkodzenia DNA. Ostatnie badania potwierdziły również, że pojawiające się symptomy depresji, chorób Parkinsona i Alzheimerza są związane z zanieczyszczeniem powietrza. Stale pogarszająca się jakość powietrza przy równoczesnym występowaniu wysokich temperatur związanych ze zmianami klimatycznymi znacznie zwiększa częstotliwość zastraszających się objawów chorobowych, hospitalizacji i zgonów. Rozwiązanie problemu jakości powietrza i pogłębianych się zmian klimatycznych jest obecnie jednym z priorytetowych celów polityki Unii Europejskiej. Jej działania skupiają się na redukcji emisji zanieczyszczeń, w tym gazów cieplarnianych, wprowadzaniu rozproszonych źródeł energii oraz oszczędności energii. Odnawialne źródła energii stały się narzędziem służącym ochronie środowiska. Skutki środowiskowe można przełożyć bezpośrednio na korzyści finansowe, w rozumieniu zysków z uniknięcia kosztów zdrowotnych spowodowanych złą jakością środowiska. Należy również zauważyć korzyści społeczno-ekonomiczne związane z nowymi lokalnymi miejscami pracy, które tworzy m.in. energetyka rozproszona.

Słowa kluczowe: jakość środowiska, zewnętrzne koszty środowiskowe, transformacja energetyczna, zdrowie człowieka

Wstęp

Wskutek zanieczyszczenia środowiska i ocieplającego się klimatu wszystkie analizy modelowe przewidują pogorszenie się zdrowia społeczeństwa i znaczny wzrost umieralności (Stafoggia et al. 2006, Basu 2009, Hansel et al. 2016, Obradovich et al. 2018). Wiele badań naukowych potwierdza wpływ długotrwałego wdychania zanieczyszczonego powietrza na występowanie przewlekłych chorób układu krążenia i układu oddechowego, a także chorób nowotworowych, w szczególności raka płuc (de Bont et al. 2022,

Wang et al. 2022). Oddychanie zanieczyszczonym powietrzem przyczynia się do powstawania stanów zapalnych, a po długotrwałym narażeniu powoduje uszkodzenia DNA (Krzyżanowski et Cohen 2008, Raport HEAL 2013, Krzyżanowski 2016, Jędrak et al. 2017, Chen et al. 2019). Zanieczyszczenie powietrza jest najbardziej szkodliwe dla osób starszych, kobiet w ciąży, dzieci oraz pacjentów z chorobami współistniejącymi. Należy również zauważyć, że drobiny pyłu są nośnikami m.in. grzybów, bakterii i wirusów, co dodatkowo zwiększa zagrożenie dla zdrowia ludzi. Z badań przeprowadzonych w 2019 r. (Raport IQAir 2020) wynika, że Polska jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych krajów w Europie. Wśród stu miast charakteryzujących się najgorszą jakością powietrza na Starym Kontynencie aż 29 znajduje się w Polsce (Raport IQAir 2020). Lelieveld et al. (2019) połączyli globalny model chemii atmosfery i klimatu z symulacją narażenia na zanieczyszczenie powietrza i dokonali szczegółowej analizy wpływu spalania paliw kopalnych na zdrowie i klimat. Badania wykazały, że emisje związane z paliwami kopalnymi odpowiadają za około 65% nadmiernej śmiertelności przypisywanej zanieczyszczeniu powietrza w skali świata.

Stan środowiska, a zwłaszcza zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego i jego negatywne skutki dla zdrowia, oraz szeroko rozumiana problematyka klimatyczna stały się jednym z najważniejszych tematów debaty publicznej. Coraz istotniejsza dla zrównoważonego rozwoju staje się produkcja energii. W przypadku Polski odchodzenie od węgla i transformacja energetyczna, bazująca w szczególności na źródłach rozproszonych, powinna być postrzegana jako

ogromna szansa na osiągnięcie założeń zrównoważonego rozwoju i celów klimatycznych. Nieuwzględnienie pełnych kosztów związanych ze zmianami klimatu i zanieczyszczeniem środowiska w dłuższej perspektywie pociągnie za sobą poważne konsekwencje gospodarcze i społeczne. Celem niniejszej pracy jest omówienie korzyści środowiskowych związanych z ograniczeniem zanieczyszczenia i zmniejszeniem ryzyka zdrowotnego, będących efektem zewnętrznych realizacji polityki klimatycznej, a w szczególności transformacji energetycznej.

Polityka klimatyczna

Już w pierwszym raporcie Klubu Rzymskiego (Meadows et al. 1972) przedstawiono prognozy globalnych katastrof ekologicznych. Świadomość wzrostu światowego zapotrzebowania na energię spowodowała podjęcie kroków zmierzających do zmniejszenia zużycia paliw. W 1992 r. 150 krajów podpisało *Ramową konwencję Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu*. Wiązało się to z obowiązkiem podjęcia działań mających na celu osiągnięcie stabilizacji emisji gazów cieplarnianych w atmosferze, tak aby zapobiec globalnym zmianom klimatu. Protokół *Karty energetycznej* szczegółowo określał podstawowe zasady efektywności energetycznej i związane z nią aspekty ochrony środowiska. W 1997 r. Unia Europejska i państwa członkowskie podpisały protokół z Kioto, jednocześnie zobowiązując się do przeciwdziałania zmianom klimatu poprzez wdrożenie szeregu polityk, których najważniejszym celem było ograniczenia emisji CO₂. W 2015 r. w Paryżu w ramach *21. Ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* ustanowiono cel utrzymania globalnego wzrostu temperatury w tym stuleciu poniżej 2°C w porównaniu z epoką preindustrialną oraz podjęcie wysiłków na rzecz ograniczenia tego wzrostu do 1,5°C. Odpowiedzią Komisji Europejskiej na kryzys klimatyczny jest *Europejski Zielony Ład* – przyjęty w 2020 r. dokument, w którym przedstawiono strategię osiągnięcia neutralności klimatycznej do

2050 r. poprzez zamianę celów krótkoterminowych na bardziej ambitne. Następnie w 2021 r. Komisja Europejska przyjęła pakiet propozycji legislacyjnych *Fit for 55*. Regulacje mają na celu unowocześnienie istniejącego prawodawstwa zgodnie z celem UE w zakresie klimatu, tak aby do 2030 r. uzyskać poziom redukcji emisji gazów cieplarnianych co najmniej na poziomie 55% w porównaniu z 1990 r., a do 2050 r. osiągnąć neutralność klimatyczną. Proponowane regulacje odnoszą się w szczególności do sektora energetycznego, ale dotyczą również użytkowania gruntów, gospodarki leśnej oraz zrównoważonego i niskoemisyjnego transportu. W sektorze energetycznym transformacja koncentruje się na energetyce rozproszonej, modernizacji energetycznej budynków, ograniczeniu energochłonności, odzyskiwaniu ciepła, wykorzystaniu ciepła niskotemperaturowego i kogeneracji. Równoległe z polityką klimatyczną *Zielony Ład* propaguje sprawiedliwy, zdrowy i przyjazny środowisku system żywnościowy oparty na nietoksycznym rolnictwie, gospodarkę o obiegu zamkniętym, ochronę i odbudowę ekosystemów, bioróżnorodność i politykę zwalczania zanieczyszczeń. W ramach *Europejskiego Zielonego Ładu* Komisja Europejska ustanowiła tzw. Mechanizm Sprawiedliwej Transformacji. Fundusz na rzecz Sprawiedliwej Transformacji przewiduje przekazanie środków unijnych regionom najbardziej uzależnionym od spalania węgla i generującym znaczne ilości CO₂. Dzięki wsparciu możliwe będzie uniezależnienie się regionów będących beneficjentami Funduszu od gospodarki opartej na paliwach kopalnych, a także zminimalizowanie negatywnych społeczno-ekonomicznych skutków transformacji i zadbanie o zdrowie i jakość życia mieszkańców.

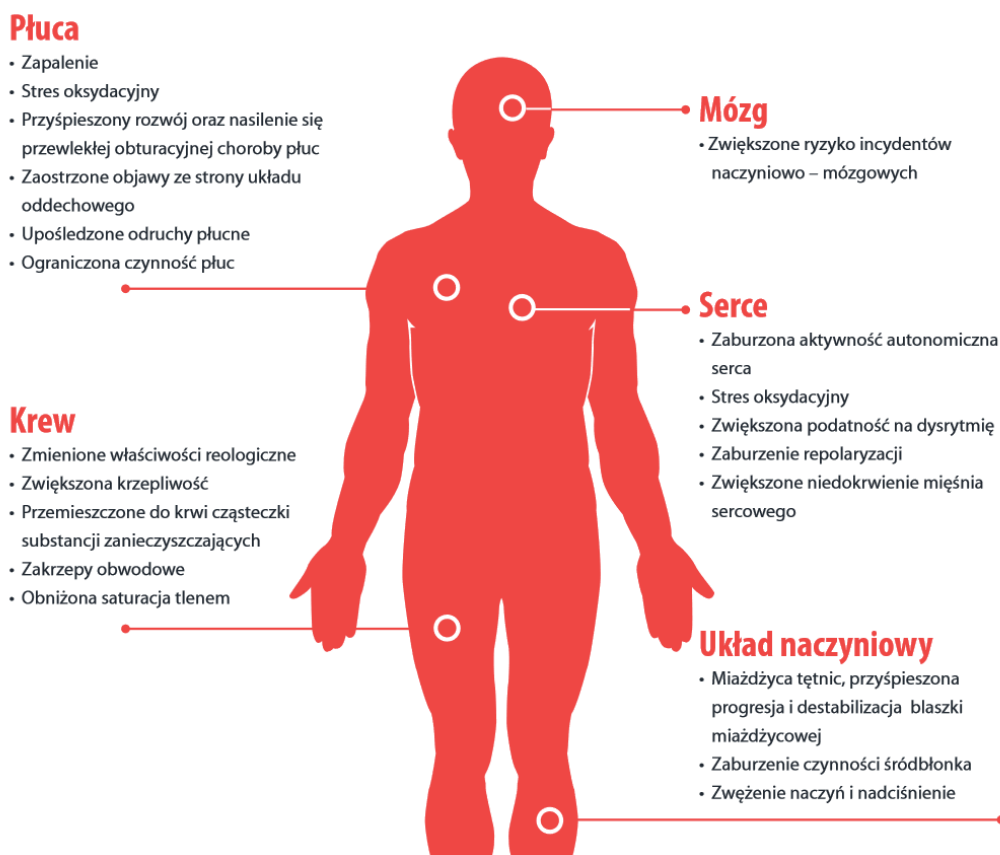
Potencjalne korzyści z wycofywania się z paliw kopalnych

Już teraz można zauważyć znaczące straty ekonomiczne spowodowane globalnymi zmianami klimatu, których nieuwzględnienie pociąga za sobą także ogromne koszty gospodarcze i społeczne. Konsekwencje

klimatyczne mają istotny wpływ na światową produkcję, środowisko naturalne, bezpieczeństwo i życie ludzi. Stern (2007) zauważa, że mogą się one przyczynić do poważnych zakłóceń ekonomicznych i społecznych, i zwraca uwagę na konieczność podjęcia zdecydowanych działań mitygujących i adaptacyjnych zwiększających odporność systemu i minimalizujących koszty. W swoich publikacjach Stern (2022) i Stern et al. (2022) podkreślają, że obecne koszty ograniczania emisji z pewnością byłyby mniejsze niż wydatki będące konsekwencją niepodjęcia takich działań. Badacze zwracają uwagę na ekstremalne zjawiska pogodowe i katastrofy oraz związane z nimi olbrzymie koszty, podkreślają również, jak duży wpływ na szeroko rozumianą gospodarkę mają obciążenie krajowego systemu opieki zdrowotnej, zmniejszona wydajność siły roboczej, rosnąca liczba hospitalizacji i zwolnień lekarskich.

Jak wspomniano we wstępie, istnieje znaczący związek przyczynowo-skutkowy pomiędzy długotrwałym wdychaniem zanieczyszczonego powietrza

a występowaniem takich chorób jak: astma, zapalenie oskrzeli, rozedma płuc, rak płuc czy choroby układu krążenia, przykładowo zawał mięśnia sercowego, niewydolność serca, choroba niedokrwienna serca, arytmia (Forastiere et al. 2008, Chen et al. 2019, Gayle et al. 2021). Stany zapalne i stres oksydacyjny wywołane kontaktem z zanieczyszczeniami mogą prowadzić do udaru niedokrwiennego lub innych schorzeń naczyń mózgowych (Costa et al. 2014, Shi et al. 2020, Watts et al. 2021). Ostatnie badania wykazały również zależność pomiędzy złą jakością powietrza a występowaniem zaburzeń depresyjnych (Fu et al. 2022). Szczególnie wrażliwe na zanieczyszczenia atmosferyczne są dzieci, gdyż w stosunku do wagi ciała wdychają więcej powietrza, częściej przebywają na zewnątrz, ich system immunologiczny oraz gospodarka enzymatyczna są niedojrzałe, a drogi oddechowe dopiero się rozwijają (Bowatte et al. 2015, Jędrak et al. 2017). Na Rys. 1 przedstawiono wpływ wdychania pyłów zawieszonych na zdrowie.



Rys. 1. Wpływ wdychania pyłów zawieszonych na zdrowie ludzkie. Na podstawie: APHEKOM (2012), *Summary Report of the Aphekom Project 2008–2011* (za: Raport HEAL 2013)

W Polsce zanieczyszczenie pochodzące z sektora energetyki węglowej powoduje około 3500 przedwczesnych zgonów i niemal 800 tys. utraconych dni pracy (Raport HEAL 2013). Oprócz zanieczyszczeń pyłowych i związków siarki bardzo niebezpieczne jest narażenie na wdychanie tlenków azotu, co wpływa zwłaszcza na rozwój płuc u dzieci (Barnett et al. 2012, MacIntyre et al. 2014). Tlenki azotu przyczyniają się także do powstawania szkodliwego dla ludzi ozonu (Ren et al. 2008, Chen et al. 2015). Do innych niebezpiecznych substancji emitowanych podczas spalania węgla należą metale ciężkie (w szczególności niebezpieczna rtęć, ale również ołów, kadm i cynk), a także zanieczyszczenia organiczne, tj. dioksyny czy wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne. Według badań przedstawionych w raporcie opracowanym przez Health and Environment Alliance (Raport HEAL 2013) w przypadku Polski koszty związane ze schorzeniami układu krążenia zostały oszacowane na 34,32 mld zł (8,2 mld euro), z czego 17,58 mld zł (4,2 mld euro) stanowią koszty ponoszone bezpośrednio na wydatki zdrowotne, a 16,74 mld zł (4 mld euro) to inne koszty związane z pogorszeniem się stanu zdrowia i obciążające podmioty trzecie. Analogiczne szacunki dla przewlekłych chorób układu oddechowego, oszacowane przez European Lung Foundation oraz European Respiratory Society, wynoszą 426,87 mld zł (102 mld euro) rocznie w krajach Unii Europejskiej (Raport HEAL 2013). W 2016 r. zewnętrzne koszty zdrowotne związane z niską emisją w Polsce wyniosły (w zależności od przyjętej metodyki) między 12,8 a 30 mld euro (Adamkiewicz 2020). W przeliczeniu na mieszkańca Polski, w zależności od zastosowanego modelu, zewnętrzny koszt zdrowotny niskiej emisji na osobę wynosił 300–800 euro, natomiast liczba zgonów wahała się w przedziale 19–22 tys. rocznie (Adamkiewicz 2020). Populacja Polski co roku traci około 392–495 tys. lat życia, a wskaźniki skrócenia długości życia związane z zanieczyszczeniem powietrza wynoszą 8–10,4 miesiąca dla terenów miejskich i 5,9–8,7 miesiąca dla obszarów pozamiejskich, w zależności od przyjętego scenariusza (Adamkiewicz 2020). Wszystkie powyżej opisane dolegliwości

zdrowotne wywołane złą jakością wdychanego powietrza w znaczącym stopniu obniżają produktywność i zwiększają koszty dla całej gospodarki.

Badania modelowe szacujące klimatyczne i zdrowotne skutki wykorzystania paliw kopalnych wskazują na potencjalne korzyści z ich wycofywania. Takie analizy przeprowadzili m.in. Lelieveld et al. (2019), wykazując, że realizacja polityki klimatycznej i rezygnacja z samych tylko paliw kopalnych pozwoli w skali świata uniknąć nadmiernej śmiertelności około 3,61 mln (w zależności od przyjętego scenariusza 2,96–4,21 mln) ludzi rocznie z powodu zanieczyszczenia powietrza.

Należy zauważyć, że badania jednoznacznie potwierdzają, iż równoczesne oddziaływanie wysokich temperatur oraz dużego zanieczyszczenia powietrza znacznie zwiększa częstotliwość zaostrzenia schorzeń układu krążenia i oddechowego, wskutek czego wzrasta liczba osób przyjmowanych do szpitala w czasie takiej pogody (Mills et al. 2015, Mills et al. 2016). Na każdy 1°C wzrostu średniej temperatury dla Europy, dwu- lub nawet trzykrotnie (w porównaniu ze średnią) zwiększy się całkowita liczba zgonów oraz hospitalizacji wśród pacjentów ze schorzeniami układu oddechowego (Stafoggia et al. 2008, Raport HEAL 2013). Według analizy przeprowadzonej na bazie wyników europejskiego projektu badawczego ExternE zanieczyszczenie powietrza powstałe na skutek wyprodukowanej z węgla kamiennego energii elektrycznej o wartości 1 TWh pociąga za sobą średnio 24,5 zgonu. Dla węgla brunatnego wartość ta wzrasta do 32,6 przedwczesnych zgonów na 1 TWh. Szacuje się, że wyprodukowanie takiej jednostki energii z węgla brunatnego przekłada się na 298 przypadków poważnych schorzeń układów oddechowego i krążenia oraz chorób naczyń mózgowych i 13 288 przypadków schorzeń mniej groźnych. Z kolei konsekwencją spalania węgla kamiennego jest średnio 225 poważnych i 17 676 mniej groźnych (Markandya et Wilkinson 2007, Raport HEAL 2013). Niepokoi zatem fakt, że po trwającej kilka dziesięcioleci tendencji spadkowej wykorzystanie węgla do produkcji energii elektrycznej w Europie znowu wzrasta. Surowiec ten w dalszym

ciągu stanowi na naszym kontynencie jedno z najważniejszych paliw energetycznych, szczególnie w obecnej sytuacji związanej z wojną w Ukrainie.

Stern (2022) zwraca uwagę, że w ciągu najbliższych 10–20 lat kluczowy wpływ na klimat będą miały inwestycje i – w zależności od przyjętych strategii – mogą one zminimalizować lub zwiększyć ryzyko poważnych zakłóceń ekonomicznych i społecznych wywołanych zmianami klimatycznymi. Zaznacza również, że likwidacja ewentualnych konsekwencji zakłóceń będzie trudna lub wręcz niemożliwa. W pierwszym swoim raporcie Stern (2007) oszacował, że niepodjęcie żadnych działań pociągnie za sobą ogólne koszty i ryzyko zmian klimatycznych przekładające się na coroczne straty na poziomie co najmniej 5% globalnego PKB. Uwzględnienie szerszego zakresu ryzyka i konsekwencji wykazuje, że strata rośnie do 20% PKB, a nawet więcej. Autor zwraca również uwagę, że niewspółmierne konsekwencje dotkną najuboższe państwa, o najmniejszych zdolnościach przystosowawczych. W swoich badaniach Stern zauważa, że podejmowanie aktywności przeciwdziałających zmianom klimatu na poziomie światowym jest w pełni zgodne z celem utrzymania światowego wzrostu gospodarczego, i szacuje, że inwestycje w gospodarkę o niskim wykorzystaniu węgla wymagać będą w latach 2013–2030 nakładów na poziomie około 0,5% całkowitego światowego PKB. Oznaczałoby to spadek wzrostu światowego PKB jedynie o 0,19% rocznie do 2030 r., co stanowi zaledwie częśćkę spodziewanego rocznego wskaźnika wzrostu PKB wynoszącego 2,8%. Badacz zwraca również uwagę, że koszty te mogą spaść poniżej tego poziomu, po uwzględnieniu zysków ze zmniejszonego zanieczyszczenia powietrza oraz ze zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego i poprawy efektywności energetycznej (Stern 2007). W jednej z ostatnich publikacji Stern (2022) zauważa, że ze względu na spadające ceny czystych technologii koszty przejścia na zeroemisyjność stale maleją. Komitet ds. Zmian Klimatu Wielkiej Brytanii (The United Kingdom's Climate Change Committee) oszacował, że roczny koszt redukcji emisji gazów cieplarnianych do 0 netto wyniosłby około

0,5% PKB w 2050 r. (Committee on Climate Change 2020) – jest to znacznie mniejsza kwota niż przewidywano w 2019 r. (Committee on Climate Change 2019), kiedy roczny koszt osiągnięcia zeroemisyjności do 2050 r. został określony na poziomie 1–2% PKB w 2050 r. Należy również wziąć pod uwagę korzyści społeczno-ekonomiczne związane przykładowo z nowymi miejscami pracy, które powstaną lokalnie i będą związane z energetyką rozproszoną. Korzyści wynikające z podjęcia wczesnych i zdecydowanych działań mitygacyjnych znacznie przewyższają ekonomiczne koszty niepodjęcia żadnych kroków. Coraz większa liczba ekspertów uważa, że konieczne nakłady należy traktować jak inwestycje, które pozwolą uniezależnić się od coraz droższych i trudniej dostępnych paliw kopalnych oraz zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne, a równocześnie ożywią sektor nowych technologii i stworzą nowe miejsca pracy.

Podsumowanie

Globalne zmiany klimatu powodują ogromne straty. Rośnie zatem motywacja, by przeciwdziałać im w kompleksowy sposób. Nieuwzględnienie kosztów związanych ze zmianami klimatu przy ustalaniu cen rynkowych (m.in. paliw kopalnych) pociągnie za sobą ogromne konsekwencje gospodarcze i społeczne. Tymczasem korzyści środowiskowe można przełożyć bezpośrednio na korzyści finansowe w rozumieniu uniknięcia kosztów związanych z zaistnieniem negatywnych środowiskowych i zdrowotnych efektów zewnętrznych. Podstawowe dylematy środowiskowe i ekonomiczne sprowadzają się do takiego określenia sposobu i zakresu funkcjonowania krajowego sektora energetycznego, aby poszczególne technologie energetyczne, w tym źródła rozproszone, były wykorzystane w sposób najbardziej efektywny, przy uwzględnieniu obiektywnych przesłanek ekonomicznych i środowiskowych. Kompleksowe i interdyscyplinarne podejście do rozwoju energetyki powinno bazować na pełnym rachunku uwzględniającym szczegółową analizę obecnych kosztów zewnętrznych

odzwierciedlających negatywne skutki oddziaływania energetyki konwencjonalnej na środowisko i społeczeństwo. Zarówno w krótkiej, jak i w długiej perspektywie czasowej korzyści wynikające z podjęcia zdecydowanych działań znacznie przewyższają ekonomiczne koszty niepodjęcia żadnych kroków.

Bibliografia:

- Adamkiewicz Ł. (2020), *Koszty zdrowotne niskiej emisji w Polsce*, Zespół Roboczy ds. Wpływu Zanieczyszczeń Powietrza na Zdrowie przy Ministerstwie Zdrowia, Warszawa.
- Bar-Or D., Bar-Or R., Rael L.T., Brody E.N. (2015), *Oxidative Stress in Severe Acute Illness*, „Redox Biology” 4: 340–345.
- Barnett A.G., Williams G.M., Schwartz J., Neller A.H., Best T.L., Petroschevsky A.L., Simpson R.W. (2012), *Air Pollution and Child Respiratory Health: A Case-crossover Study in Australia and New Zealand*, „American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine” 171 (11): 1272–1278.
- Basu R. (2009), *High Ambient Temperature and Mortality: A Review of Epidemiologic Studies from 2001 to 2008*, „Environmental Health” 8: 40.
- de Bont J., Jaganathan S., Dahlquist M., Persson Å., Stafoggia M., Ljungman P. (2022), *Ambient Air Pollution and Cardiovascular Diseases: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-analyses*, „Journal of Internal Medicine” 291: 779–800.
- Bowatte G., Lodge C.J., Lowe A.J., Erbas B., Perret J., Abramson M.J., Matheson M., Dharmage S.C. (2015), *The Influence of Childhood Traffic-related Air Pollution Exposure on Asthma, Allergy and Sensitization: A Systematic Review and a Meta-analysis of Birth Cohort Studies*, „Allergy” 70: 245–256.
- Chen C.-H., Chan C.-C., Chen B.-Y., Cheng T.-J., Guo Y.-L. (2015), *Effects of Particulate Air Pollution and Ozone on Lung Function in Non-asthmatic Children*, „Environmental Research” 137: 40–48.
- Chen C.-H., Chih D.-W., Chiang H.-C., Chu D., Lee K.-Y., Lin W.-Y., Yeh J.-I., Tsai K.-W., Guo Y.L. (2019), *The Effects of Fine and Coarse Particulate Matter on Lung Function among the Elderly*, „Scientific Reports” 9 (1): 14790.
- Committee on Climate Change (2019), *Net Zero: The UK's Contribution to Stopping Global Warming*, Climate Change Committee, London.
- Committee on Climate Change (2020), *The Sixth Carbon Budget: The UK's Path to Net Zero*, Climate Change Committee, London.
- Costa L.G., Cole T.B., Coburn J., Chang Y.-C., Dao K., Roque P. (2014), *Neurotoxicants are in the Air: Convergence of Human, Animal, and in Vitro Studies on the Effects of Air Pollution on the Brain*, „BioMed Research International” 8: 736385.
- Forastiere F., Stafoggia M., Berti G., Bisanti L. et al. (2008), *Particulate Matter and Daily Mortality: A Case-crossover Analysis of Individual Effect Modifiers*, „Epidemiology” 19 (4): 571–580.
- Fu Z., Liu Q., Liang J., Weng Z., Li W., Xu J., Zhang X., Xu C., Huang T., Gu A. (2022), *Air Pollution, Genetic Factors and the Risk of Depression*, „Science of the Total Environment” 850: 158001.
- Gayle A.V., Quint J.K., Fuertes E.I. (2021), *Understanding the Relationships between Environmental Factors and Exacerbations of COPD*, „Expert Review of Respiratory Medicine” 15 (11): 39–50.
- Hansel N.N., McCormack M.C., Kim V. (2016), *The Effects of Air Pollution and Temperature on COPD*, „Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease” 13 (3): 372–379.
- Jędrak J., Konduracka E., Badyda A.J., Dąbrowiecki P. (2017), *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*, <https://polskialarmsmogowy.pl/files/artykuly/1346.pdf> [dostęp: 7.10.2022].
- Krzyżanowski M. (2016), *Wpływ zanieczyszczenia powietrza pyłami na układ krążenia i oddychania*, „Lekarz Wojskowy” 1: 17–22.
- Krzyżanowski M., Cohen A. (2008), *Update of WHO Air Quality Guidelines*, „Air Quality, Atmosphere & Health” 1: 7–13.
- Lelieveld J., Klingmüller K., Pozzer A., Burnett R.T., Haines A., Ramanathan V. (2019), *Effects of Fossil Fuel and Total Anthropogenic Emission Removal on Public Health and Climate*, „Proceedings of the National Academy of Sciences” 116 (15): 7192–7197.
- MacIntyre E.A., Gehring U., Mölter A., Fuertes E., Klümper C. et al. (2014), *Air Pollution and Respiratory Infections during Early Childhood: An Analysis of 10 European Birth Cohorts within the ESCAPE Project*, „Environmental Health Perspectives” 122 (1): 107–113.
- Markandya A., Wilkinson P. (2007), *Electricity Generation and Health*, „The Lancet” 370 (9591): 979–990.
- Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens W.W. (1972), *The Limits to Growth. A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, Universe Books, New York.
- Mills I.C., Atkinson R.W., Anderson H.R., Maynard R.L., Strachan D.P. (2016), *Distinguishing the Associations between Daily Mortality and Hospital Admissions and Nitrogen Dioxide from Those of Particulate Matter: A Systematic Review and Meta-analysis*, „BMJ Open” 6 (7): e010751.
- Mills I.C., Atkinson R.W., Kang S., Walton H.A., Anderson H.R. (2015), *Quantitative Systematic Review of the Associations between Short-term Exposure to Nitrogen Dioxide and Mortality and Hospital Admissions*, „BMJ Open” 5 (5): e006946.
- Obradovich N., Migliorini R., Paulus M.P., Rahwan I. (2018), *Empirical Evidence of Mental Health Risks Posed by Climate Change*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America” 115 (43): 10953–10958.
- Raport HEAL (Health and Environment Alliance) (2013), *Niepełacony rachunek. Jak energetyka węgłowa niszczy nasze zdrowie*, tłum. A. Dworakowska, https://www.env-health.org/IMG/pdf/niepełacony_rachunek_jak_energetyka_weglowa_niszczy_nasze_zdrowie_full_report_final.pdf [dostęp: 7.10.2022].
- Raport IQAir (2020), *World's Most Polluted Cities (dane za rok 2020)*, <https://www.iqair.com/world-most-polluted-cities> [dostęp: 9.10.2022].
- Ren C., Williams G.M., Morawska L., Mengersen K., Tong S. (2008), *Ozone Modifies Associations between Temperature and Cardiovascular Mortality: Analysis of the NMMAPS Data*, „Occupational and Environmental Medicine” 65 (4): 255–260.
- Shi L., Wu X., Yazdi M.D., Braun D., Awad Y.A., Wei Y., Liu P., Di Q., Wang Y., Schwartz J., Dominici F., Kioumourtzoglou M.-A., Zanobetti A. (2020), *Long-term Effects of PM_{2.5} on Neurological Disorders in the American Medicare Population: A Longitudinal Cohort Study*, „Lancet. Planetary Health” 4 (12): 557–565.
- Stafoggia M., Forastiere F., Agostini D., Biggeri A., Bisanti L. et al. (2006), *Vulnerability to Heat-related Mortality: A Multicity, Population-based, Case-crossover Analysis*, „Epidemiology” 17 (3): 315–323.
- Stafoggia M., Forastiere F., Agostini D., Caranci N., de'Donato F. et al. (2008), *Factors Affecting In-hospital Heat-related Mortality: A Multi-city Case-crossover Analysis*, „Journal of Epidemiology and Community Health” 62 (3): 209–215.
- Stern N. (2007), *The Economics of Climate Change. The Stern Review*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Stern N. (2018), *Public Economics as if Time Matters: Climate Change and the Dynamics of Policy*, „Journal of Public Economics” 162: 4–117.
- Stern N. (2022), *A Time for Action Climate Change and a Time for Change in Economics*, „The Economic Journal” 132 (644): 1259–1289.
- Stern N., Stiglitz J., Taylor C. (2022), *The Economics of Immense Risk, Urgent Action and Radical Change: Towards New Approaches to the Economics of Climate Change*, „Journal of Economic Methodology” 29 (3): 181–216.

Wang L., Xie J., Hu Y., Tian Y. (2022), *Air Pollution and Risk of Chronic Obstructed Pulmonary Disease: The Modifying Effect of Genetic Susceptibility and Lifestyle*, „eBioMedicine” 79: 103994.

Watts N., Amann M., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Beagley J. (2021), *The 2020 Report of the Lancet Countdown on Health and Climate Change: Responding to Converging Crises*, „Lancet” 397 (10269): 129–170.

Environmental and health benefits resulting from the implementation of climate policy and the development of distributed energy resources

Abstract: Air pollution is considered to be a significant environmental risk factor responsible for premature death worldwide. In Europe, it is estimated that 400,000 premature deaths each year are directly linked to cardiovascular and respiratory diseases, as well as cancer, in particular lung cancer. Atmospheric pollution contributes also to inflammation that finally causes DNA damage, emerging symptoms of depression, Parkinson's disease, or Alzheimer's.

Constant deterioration of ambient air quality with the simultaneous rising of temperatures due to climate change contributes even more to the occurrence of various disease symptoms, the risk of hospitalization and finally the deaths. Solving the problem of air quality and climate change is now one of the priority policy objectives of the European Union, which promotes an appropriate prevention meas-

ures such as reducing emissions of pollutants, including greenhouse gases, introducing dispersed energy sources and saving energy. Renewable energy sources also have become an excellent tool to protect the environment. Environmental benefits can be directly linked to financial benefits in terms of profits from avoiding health costs caused by poor environmental quality. Moreover the socio-economic benefits associated with new local jobs created in relation to distributed energy sources should also be noted.

Keywords: air quality, external environmental costs, energy transition, human health

Dr hab. inż. Ewa Adamiec, prof. AGH

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geologii, Geofizyki
i Ochrony Środowiska
eadamiec@agh.edu.pl



Dr inż. Elżbieta Jarosz-Krzemińska

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Geologii, Geofizyki
i Ochrony Środowiska
ekrzeminska@agh.edu.pl



Arkadiusz MARAT

Magazyny energii – inteligentne zarządzanie energią na przykładzie Automatic System Engineering

Abstrakt: W dobie wzrastających cen i rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną inteligentne zarządzanie energią stało się dla przedsiębiorstw kwestią kluczową. Transformacja energetyczna, która dokonuje się na terenie Polski, nie może zostać przeprowadzona bez udziału magazynów energii. Zarządzanie energią przynosi korzyści finansowe, ale również przyczynia się do zmniejszenia śladu węglowego przedsiębiorstw. Świadoma tego jest Grupa Technologiczna Automatic System Engineering, która do swojej struktury zużycia energii elektrycznej wprowadziła energię z odnawialnych źródeł i z magazynu. Oczekiwanym efektem tego rozwiązania jest zmniejszenie zużycia paliw kopalnych oraz emisji CO₂ do atmosfery, optymalizacja kosztów zakupu energii elektrycznej, a także poprawa jakości zasilania. Magazyn zlokalizowany na kampusie Grupy Technologicznej ASE jest połączony z instalacją fotowoltaiczną, a w przyszłości planowane jest dodanie turbiny wiatrowej. Magazyn energii spełnia pokładane w nim oczekiwania, a w przyszłości może stać się elementem infrastruktury krytycznej polskich przedsiębiorstw.

Słowa kluczowe: magazyn energii, jakość energii, transformacja energetyczna, magazynowanie energii, zarządzanie energią

Potrzeba zarządzania energią elektryczną

W czasach nieustająco rosnących cen energii elektrycznej optymalizacja kosztów jej zakupu staje się jednym z kluczowych elementów prowadzenia przedsiębiorstwa – decyduje o jego zyskach, a w niektórych przypadkach nawet o jego dalszym istnieniu. W biznesowej rzeczywistości nie można jednak zapominać o wyzwaniach, które rzuca nam XXI wiek. Zmniejszenie emisji CO₂ i śladu węglowego, zrównoważony rozwój, niezależność energetyczna i gwarancja stabilnego zasilania – to elementy, które muszą być brane pod uwagę przez przedsiębiorstwa w ich strategiach rozwoju. Z punktów widzenia biznesowego, społecznego i środowiskowego zarządzanie energią elektryczną jest i będzie coraz bardziej istotne dla przedsiębiorców.

Grupa Technologiczna Automatic System Engineering podjęła te wyzwania i uruchomiła na swoim

kampusie Laboratorium Magazynowania Energii, którego elementem jest magazyn energii przedstawiony na Rys. 1. Projekt rozpoczęto od analizy obecnego i prognozowanego zapotrzebowania na energię elektryczną w przyszłości, a jego intencją było dążenie do ochrony środowiska naturalnego. Zwiększone zapotrzebowanie związane jest z planowanym przejściem na elektromobilność i koniecznością zapewnienia dodatkowej mocy chwilowej do ładowania samochodów elektrycznych. Ładowarki elektryczne, w szczególności szybkie ładowarki DC o dużej mocy, wymagają zapewnienia przyłącza o dużej przepustowości. Wzrost zapotrzebowania na moc oznacza opłaty za dodatkową moc zamówioną, może także generować kolejne koszty związane ze zwiększeniem mocy przyłączeniowej. Niestety w wielu lokalizacjach zwiększenie mocy przyłączeniowej jest niemożliwe z uwagi na ograniczoną przepustowość sieci energetycznej. Wówczas jedynym rozwiązaniem jest zastosowanie magazynu energii. Może on dostarczyć wymaganą moc i energię w chwili zwiększonego zapotrzebowania, a proces ładowania baterii może być realizowany w dolinie obciążenia, bez konieczności zwiększania mocy zamówionej i dodatkowych nakładów na rozbudowę przyłącza.



Rys. 1. Magazyn energii Elmech-ASE w zabudowie kontenerowej (źródło: materiały Elmech-ASE Sp. z o.o.)

Coraz częściej pojawiającym się problemem w wielu przedsiębiorstwach jest niska jakość energii elektrycznej. Po przeprowadzeniu pomiarów sieci na kampusie okazało się, że występują w niej wyższe harmoniczne, a z sieci pobierana jest energia bierna, która staje się dodatkowym kosztem (Rys. 2).



Rys. 2. Przebieg wyższych harmonicznych prądowych THDI

Poprawa jakości energii przyczynia się do efektywniejszej pracy urządzeń odbiorczych, a co za tym idzie również do mniejszych strat energii czynnej. Ostatecznym efektem jest mniejsze zużycie prądu i większe oszczędności dla budżetu firmy, a także większa dbałość o środowisko.

Wszystkie powyższe czynniki wskazują, że produkcja czystej energii, jej magazynowanie, a następnie inteligentne nią zarządzanie przybliżą nas do zeroemisyjnej gospodarki, większej efektywności i niższych kosztów zakupu energii elektrycznej.

Założenia projektowe

Kampus Grupy Technologicznej ASE to biurowiec pobierający w dolinie obciążenia (poza godzinami pracy i w weekendy) moc na poziomie 25 kW, a w szczycie zapotrzebowania nawet 110 kW. Praca w biurowcu odbywa się w systemie jednoznanowym w godz. od 8:00 do 17:00, a rozliczenie za energię pobieraną z sieci energetycznej jest prowadzone na podstawie trójstrefowej taryfy B23.

Rozwiązanie przygotowane przez Elmech-ASE polega na zastosowaniu magazynu energii o mocy 48 kW i pojemności 192 kWh, do którego została przyłączona instalacja fotowoltaiczna o mocy

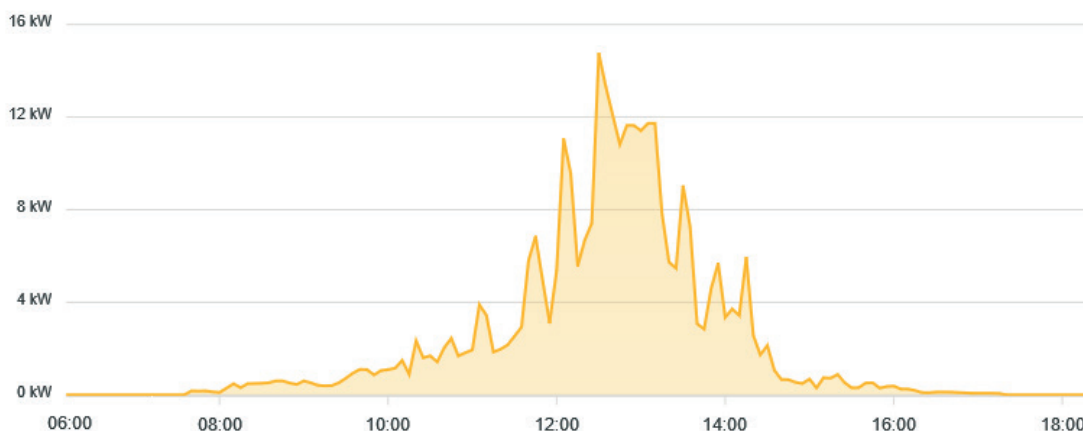
34 kWp i stacja do ładowania samochodów elektrycznych o mocy 22 kW.

Magazyn energii został wykonany w technologii kontenerowej, a w jego skład wchodzi falownik zbudowany na bazie filtra aktywnego Xinus, szafy bateryjne, instalacja przeciwpożarowa i system chłodzenia. Sercem magazynu jest falownik, który oprócz zarządzania kierunkami przepływu energią poprawia jakość energii, kompensując moc bierną i wyższe harmoniczne. Cztery szafy bateryjne o pojemności 48 kWh każda są monitorowane przez trójstopniowy BMS. Taka konstrukcja pozwala na rozbudowanie magazynu o kolejne zestawy bateryjne i skalowanie jego pojemności o 48 kWh.

Korzyści i problemy OZE

Korzystanie z odnawialnych źródeł energii to symbol energetyki XXI wieku. W Polsce dużą popularność zyskały instalacje fotowoltaiczne, farmy wiatraków i elektrownie wodne. Korzystanie z odnawialnych źródeł energii wiąże się zarówno z wieloma korzyściami, jak i problemami. Największą zaletą OZE jest możliwość jej produkcji z darmowego surowca. Energia pozyskiwana z promieni słonecznych, siły wiatru czy płynącej wody nic nie kosztuje. Dodatkowo pozytywnym skutkiem korzystania z odnawialnych źródeł energii jest redukcja emisji CO₂ do atmosfery. Niestety, korzystanie z naturalnej energii niesie za sobą także ograniczenia. Podstawowym problemem jest niestabilność produkcji energii elektrycznej zilustrowana na Rys. 3. Proces wytwarzania energii może zachodzić jedynie w określonych warunkach atmosferycznych. Szczególnie wrażliwe są pod tym względem instalacje fotowoltaiczne, które nie pracują w nocy i w czasie dużego zachmurzenia, a także farmy wiatrowe, które nie produkują energii, gdy nie wieje wiatr.

Rozwiązaniem niestabilności zasilania z odnawialnych źródeł energii jest magazyn energii elektrycznej. Połączenie OZE i magazynu energii, dodatkowo wspierane dostawą energii z sieci elektroenergetycznej, daje gwarancję stabilności zasilania obiektów.

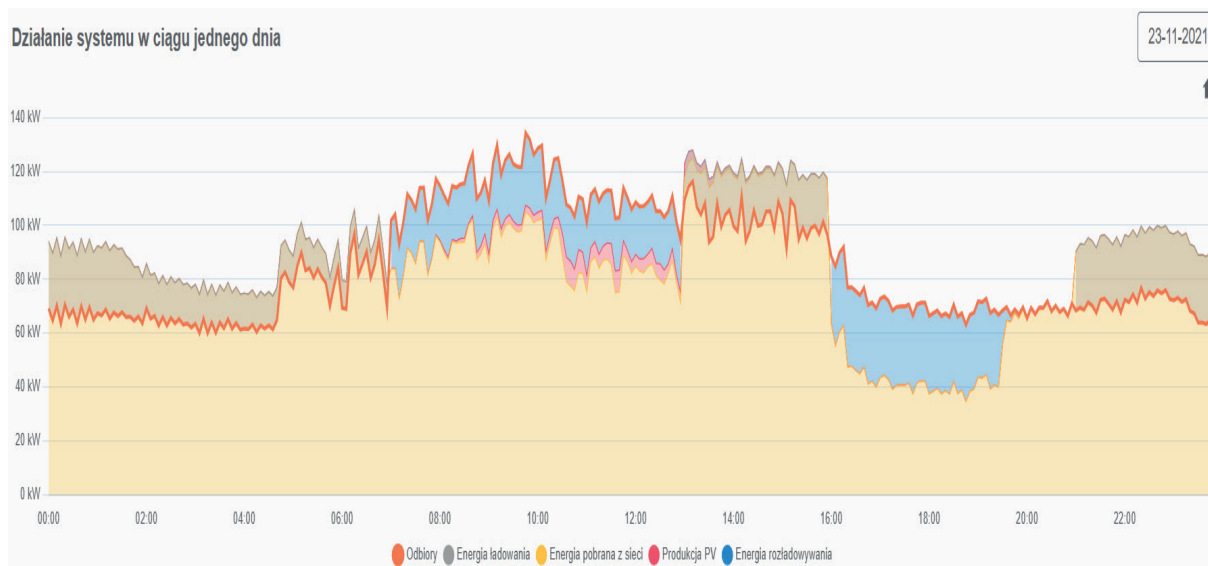
Produkcja PV

Rys. 3. Niestabilność produkcji energii w instalacji fotowoltaicznej

Model zarządzania energią

Elmech-ASE na bazie symulacji i doświadczeń wypracował model zarządzania energią bazujący na odrębnych cyklach w dni robocze oraz w dni wolne od pracy. W pierwszym przypadku magazyn energii jest ładowany nocą tańszą energią z sieci. Około godz. 8:00, kiedy w biurówcu gromadzą się pracownicy, następuje proces oddawania energii z magazynu, który trwa do około godz. 13:00. Po tym okresie, pomiędzy szczytami taryfowymi, magazyn jest

doładowywany energią z sieci, aby następnie oddać ją w szczycie popołudniowym, np. po godzinie 19:00 w sezonie letnim. W ciągu całego dnia roboczego energia produkowana przez instalację fotowoltaiczną jest przeznaczana na bieżącą konsumpcję. Natomiast po godz. 22:00 magazyn znowu ładuje się energią pobraną w ramach tzw. reszty doby, aby w kolejnym dniu pracy móc dostarczać energię w chwili jej najwyższej ceny lub zwiększonego na nią zapotrzebowania. Na Rys. 4 przedstawiono uśrednioną charakterystykę poboru energii w dniu roboczym.



Rys. 4. Uśredniona charakterystyka poboru energii w dniu roboczym

Z kolei w dniach wolnych od pracy produkowana energia jest przeznaczana na autokonsumpcję biurowca, zaś nadwyżka z produkcji instalacji fotowoltaicznej jest magazynowana. Taki model zarządzania energią pozwala zmniejszyć ilość energii pobieranej z sieci. Nadwyżki wynikające z produkcji własnej są magazynowane, a następnie zużywane w 100% w najbliższym dniu roboczym. W ten sposób przedsiębiorstwo całą energię wytworzoną we własnej instalacji PV zużywa na własne potrzeby, unikając przepływu tej nadwyżkowej energii przez sieć elektroenergetyczną i strat w sieci przedsiębiorstw energetycznych. Ponadto uzyskuje większą efektywność, gdyż dysponuje całością energii, a nie tylko jej częścią, jak ma to miejsce w przypadku mikroinstalacji o mocy powyżej 10 kWp, gdzie 30% energii wprowadzonej do sieci jest tracone na rozliczenia dokonywane przez przedsiębiorstwa energetyczne. Tu należy zaznaczyć, że w roku jest ponad 100 dni, w których firmy takie jak ASE nie pracują, a to odpowiada blisko 1/3 rocznej produkcji energii z fotowoltaiki.

Efekty

Każdy z elementów laboratorium przyniósł oczekiwane efekty. Panele fotowoltaiczne zapewniają darmową energię i przyczyniają się do zmniejszenia śladu węglowego przedsiębiorstwa. Istotnym czynnikiem dla Grupy Technologicznej ASE jest zmniejszenie poboru energii z sieci zakładu energetycznego, która jest produkowana z paliw kopalnych zanieczyszczających środowisko naturalne.

Moduł zarządzania energią przyczynił się do ogólnej poprawy jakości energii i zredukował straty energii czynnej. Ważnym elementem jest kompensacja mocy biernej pobieranej z sieci energetycznej. Pobór energii biernej wiąże się dla przedsiębiorstw z dodatkowymi opłatami nakładanymi przez zakład energetyczny. W przypadku kampusu Grupy Technologicznej ASE największymi odbiornikami energii biernej są serwerownie, system klimatyzacji oraz oświetlenie LED. Użycie magazynu energii pozwoliło na nadążną

kompensację energii biernej i utrzymywanie jej poboru na poziomie około 0 kVar, co widać na Rys. 5.

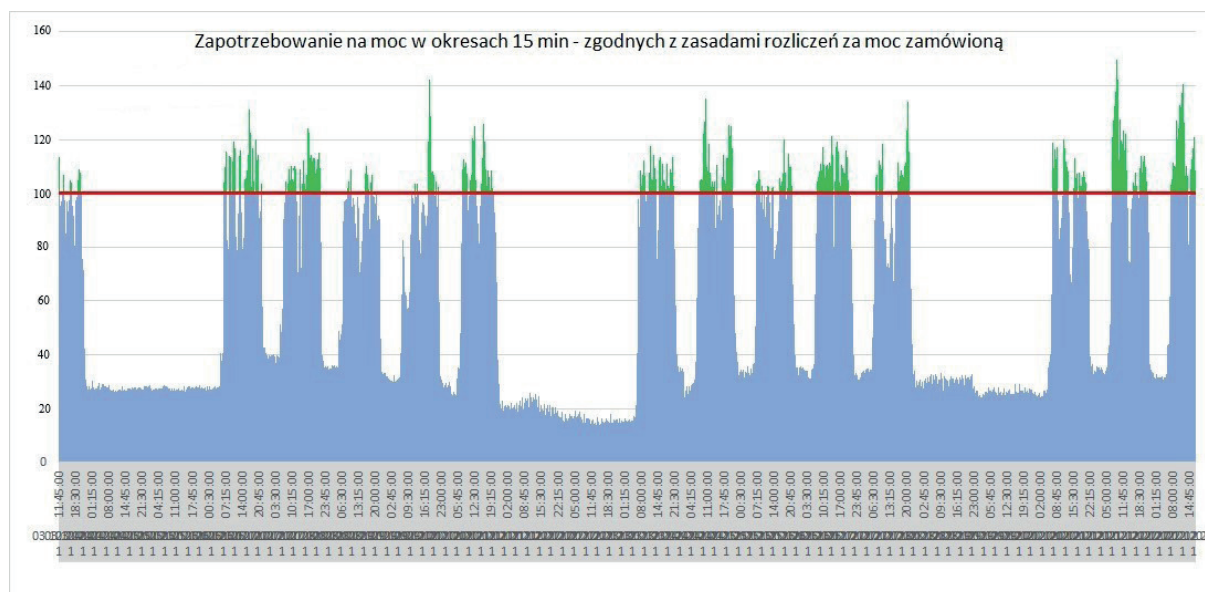


Rys. 5. Pobór mocy biernej sieci na kampusie Grupy Technologicznej Automatic Systems Engineering w ciągu dnia roboczego po zastosowaniu magazynu energii jako urządzenia kompensującego

Co więcej, magazyn energii odgrywa rolę „strażnika”, nie pozwalając na pobór większej mocy z sieci w czasie szczytu i zwiększonego zapotrzebowania. Pobór mocy wyższy niż zakontraktowany skutkuje nałożeniem dodatkowych opłat. W zależności od profilu pracy obiektu, do przekroczenia poboru mocy zamówionej dochodzi o różnych porach lub cyklicznie. Rolą magazynu energii jest *peak shaving*, czyli ścinanie zapotrzebowania na moc, które przekracza zakontraktowaną wartość. Na Rys. 6 czerwoną linią zaznaczono zakontraktowaną moc zamówioną. Wartości zaznaczone zielonym kolorem zostały pokryte przez magazyn energii. W efekcie nie doszło do ani jednego przekroczenia zamówionej mocy.

Kolejnymi efektami elastycznego zarządzania energią przez magazyn są:

- przechowywanie nadwyżek energii wyprodukowanej przez instalację fotowoltaiczną i możliwość zużycia jej w czasie szczytów taryfowych,
- zoptymalizowanie kosztu zużycia energii, pobieranie jej w taryfach najtańszych, a oddawanie w najdroższych,
- obniżenie opłaty za moc zamówioną,
- zasilanie w czasie braku produkcji energii,
- poprawa jakości energii elektrycznej,
- wyeliminowanie opłat za energię bierną.



Rys. 6. Zapotrzebowanie na moc w okresach 15-minutowych z uwzględnieniem granicy mocy przyłączeniowej

W podsumowaniu można wskazać trzy typy efektów działania magazynu: finansowe, ekologiczne i jakościowo-techniczne. Finansowe przyczyniły się do wygenerowania oszczędności związanych z zakupem energii z sieci i wyeliminowania dodatkowych opłat za pobór energii biernej oraz za przekroczenie mocy zamówionej. Do grupy efektów w segmencie ekologicznym należy zaliczyć zmniejszenie emisji CO₂ do atmosfery oraz wykorzystanie odnawialnych źródeł energii zamiast poboru z sieci energii produkowanej z paliw kopalnych. Z kolei do efektów jakościowo-technicznych powinno się zakwalifikować: zwiększenie niezależności energetycznej firmy, zapewnienie stabilnego źródła zasilania w czasie przerw w dostawach energii i poprawę jej jakości.

Plany rozwoju

Laboratorium Magazynowania Energii jest tak skonstruowane, aby w przyszłości bez problemu można było zasilać je innymi źródłami energii odnawialnej, a także zwiększyć jego pojemność. Planowana rozbudowa obejmie turbinę wiatrową, która będzie wspomagać produkcję z paneli fotowoltaicznych w ciągu dnia, ale pełną efektywność osiągnie nocą. Dodatkowo planuje się rozbudowę instalacji fotowoltaicznej o kolejny segment carportów z fotowoltaiką.

Grupa Technologiczna ASE w przyszłości planuje wymienić 30 posiadanych pojazdów na flotę w pełni elektryczną. Obecnie zamontowana stacja ładowania służy pierwszym modelom elektrycznym, jednak 30 samochodów będzie wymagało ładowarek o większej mocy. Zajdzie konieczność zwiększenia pojemności i mocy magazynu. Przy korzystaniu z takich rozwiązań magazyn energii stanie się jedynym rozwiązaniem dla przedsiębiorstw zlokalizowanych w wysoko zurbanizowanych miastach, w których instalacja przesyłowa była budowana dziesiątki lat temu. W tej sytuacji zwiększenie mocy przyłączeniowej jest praktycznie niemożliwe, a zwiększone zapotrzebowanie energetyczne będzie musiał pokryć magazyn energii.

Wnioski

Ochrona środowiska, wysokie ceny energii, elektromobilność i rozwój technologiczny przyczynią się do rozpowszechnienia zarządzania energią z użyciem magazynów – zarówno w przedsiębiorstwach, jak i gospodarstwach domowych. Magazyny energii staną się niezbędnym elementem systemu zwiększania efektywności energetycznej i stałym elementem infrastruktury krytycznej.

Najbliższa przyszłość i zmiany w polskiej energetyce będą kluczowe dla pozycji Polski na arenie międzynarodowej. Zmiany wynikające z transformacji energetycznej powinny być kompleksowe – od regulacji prawnych i źródeł produkcji energii do zarządzania nią przez odbiorcę. Laboratorium zrealizowane przez Elmech-ASE, służące badaniom i rozwojowi technologii magazynowania energii, jest znakomitym przykładem dla wszystkich przedsiębiorstw w Polsce.

Energy storages – intelligent energy management on an example of Automatic System Engineering

Abstract: In the era of rising prices and growing demand for electricity, intelligent management of it has become a key issue for enterprises. The energy transformation taking place in Poland cannot be carried out without the participation of energy storages. Energy

management brings financial benefits, but also reduces the carbon footprint of companies. The Automatic System Engineering Technology Group will follow this path. The Technology Group implements renewable energy sources and storages into its energy profile. The expected effects of the operation of the warehouse are the reduction of CO₂ emissions to the atmosphere, optimization of electricity purchase costs and creation of a development base for renewable energy sources. The warehouse on the ASE Technology Group campus is connected to a photovoltaic installation. In addition, a wind turbine is planned to be added in the future. The energy storage confirms predicted effects. What is more, in the future it may become an element of the critical infrastructure of Polish enterprises.

Keywords: energy storage, energy management, energy quality, energy transformation, energy storing

Arkadiusz Marat

Prezes Elmech-ASE sp. z o.o.
a.marat@elmech.pl



Wręczenie nagrody Kreator Nowej Energetyki – przemówienie laureata, prof. Jana Popczyka

Panie Rektorze, zwracam się do Pana jako instytucji. W końcu Pańska nagroda to nagroda Akademii Górniczo-Hutniczej. Jej nazwa – Kreator Nowej Energetyki – jest dla mnie wyzwaniem intelektualnym. Mieści się w niej wiele podtekstów i kontekstów. Jeden z nich to trwająca obecnie wojna, atak Rosji na Ukrainę. W napięciu śledzę rozwój tej sytuacji oraz jej wpływ na energetykę i transformację energetyki. Bronię się jednak przed zaakceptowaniem coraz częściej używanego określenia „energetyka wojenna”.

Wracam myślami do roku 1995, kiedy w Orlando na Florydzie miałem okazję uczestniczyć w rocznym zjeździe Edison Electric Institute – największym spotkaniu amerykańskich elektroenergetyków i elektryków. Kończyłem wtedy pracę w PSE (Polskie Sieci Elektroenergetyczne S.A.), gdzie z natury rzeczy miałem do czynienia z korporacyjną energetyką wielkoskalową. To w Orlando zostałem przekierowany na ścieżkę energetyki rozproszonej. Amerykańscy elektrycy i elektroenergetycy już wtedy dyskutowali, jak dalej myśleć o energetyce. Zaprosili gości, którzy ich zdaniem mieli coś istotnego w tej sprawie do powiedzenia. Pierwszym mówcą był generał Norman Schwarzkopf – wówczas w Ameryce traktowany jako bohater, który wygrał pierwszą wojnę iracką. Jego wystąpienie zapadło mi głęboko w pamięć. Zauważył, że współcześnie (wtedy) wojny nie wygrywa się za pomocą wielkoskalowych technologii wojskowych, ale dzięki użyciu sił rozproszonych (dzisiaj powiedzielibyśmy „inteligentnych”). Pamiętajmy, że w trakcie operacji *Pustynna burza*, którą dowodził, rozproszenie działań po stronie amerykańskiej było stosowane jako taktyka ofensywna.



fot. Mateusz Wójtów/FSiA Academica

Minęły lata, dzisiaj znów mamy wojnę. Obserwujemy w jej przebiegu realizację ukraińskiej koncepcji działań rozproszonych, prowadzonych za pomocą wojskowych technologii inteligentnych, ale w wersji obronnej. To dowód, że energetyka rozproszona – choć rozwija się z opóźnieniem w stosunku do tego, co robi wojsko – jest przyszłością. I to jest sprawa bezdyskusyjna.

Trzeba przy tym pamiętać, że energetyka rozproszona niejedno ma imię. Nagroda, którą dostałem,

a w zasadzie dostaliśmy ją wszyscy, jako środowisko – tak to traktuję, to nagroda dla kreatora „nowej energetyki”, czyli energetyki będącej czymś więcej niż tylko energetyką rozproszoną. Działając na rzecz nowej energetyki, przez wiele lat czułem się saperem, bo starałem się rozminowywać pole znajdujące się na styku rynków elektroprosumeryzmu i energetyki wielkoskalowej. Jeśli przyjąć taki punkt widzenia, to Pan, Panie Rektorze, jest większym saperem niż ja – bo Pan, przyznając nagrodę Kreatora Nowej Energetyki, występuje w imieniu instytucji, więc ponosi wielką odpowiedzialność, podczas gdy ja działam jednostkowo. Jaka jest dalsza rola AGH w tym obszarze? Uważam, że należy ustanowić kolejną nagrodę – dla unifikatora koncepcji doktryny energetycznej (z zastrzeżeniem, że to nie będzie już nazywać się „doktryna energetyczna”, również określenie „nowa energetyka” będzie zamienione). W ślad za nagrodą unifikatora powinna zostać wykreowana trzecia nagroda – innowatora rynków elektroprosumeryzmu (bo te rynki muszą zostać zbudowane przez innowatorów). Jeżeli Pan Rektor ma już plan, w jakiej kolejności te nagrody ogłaszać i przyznawać, to możemy być spokojni o transformację polskiej energetyki. Powtórzę, zwracam się do Pana Rektora, jako instytucji, o podjęcie działań, które dopełnią brakujące ogniwa procesu transformacji w kierunku rynków elektroprosumeryzmu.



fot. Mateusz Wójtów/FSiA Academica

W moim przekonaniu należy dzisiaj położyć nacisk na inicjatywy oddolne, wspierać elektroprosumentów, sektor mikro-, małych i średnich przedsiębiorstw. To ten sektor jest potencjalną kolebką innowatorów! Ogromne ożywienie można zauważyć także w środowisku samorządowym. Zgadzam się z ministrem Michałem Kurtyką, że przed końcem roku czekają nas kłopoty. Musimy być przygotowani. Musimy umieć odpowiednio zachować się w okresie, który kiedyś był nazywany jesienno-zimowym szczytem energetycznym. Sam likwidowałem to określenie, bo uważałem, że zamiast ogłaszać taki szczyt, lepiej realizować przygotowania stosowne do pory roku, która wiadomo kiedy u nas występuje. Tak samo jest teraz – wiemy, kiedy zderzymy się z trudnościami. Chcę zauważyć, że samorzady już reagują. Śląski Związek Gmin i Powiatów uruchomił (w czym mam zresztą pewien udział) szkolenie na rzecz stworzenia sieci specjalistów ds. kryzysowej odporności elektroprosumenckiej. Warszawa od dwóch lat prowadzi projekt o nazwie „Transformacja energetyczna Warszawy do elektroprosumeryzmu”, w ramach którego realizowane są bardzo ciekawe działania. To już jest praktyka!

Czego nam natomiast brakuje? Brakuje tych ogniw, które doprowadzą – tu zwracam się do Pana Rektora – do nagród unifikatora i innowatora. I tu pojawia się rola uczelni! Dzisiaj, kiedy jesteśmy w Krakowie na IV Forum Energetyki Rozproszonej, nie mamy wątpliwości, że AGH, uczelnia o ponadstuletniej tradycji, powinna przewodzić tym zmianom. Panie Rektorze, trzeba stworzyć w Krakowie, na AGH, centrum badań interdyscyplinarnych nad transformacją energetyczną. Właśnie w takim kontekście powinna być przyznawana nagroda unifikatora różnych rozproszonych działań, które trzeba nazwać, zapewnić potrzebny słownik, stworzyć precyzyjny język do ich opisu. Konieczne jest zunifikowanie trypletu paradygmatycznego monizmu elektrycznego. Potrzebne są do tego tęgą głowę, które mają szerokie horyzonty. Gdzie znajdziemy do tego lepsze miejsce, jak nie w Akademii Górniczo-Hutniczej? Zresztą obok, na Uniwersytecie Jagiellońskim, centrum badań interdyscyplinarnych już istnieje.



fot. Mateusz Wójtów/FSiA Academica

Z kolejnym postulatem zwracam się do wszystkich Państwa – Pana Rektora, ministrów, przedstawicieli sektorów energetycznych. Trzeba pomyśleć o nowej dyscyplinie naukowej. Transformacja energetyczna polega na przekraczaniu barier dziedzinowych w badaniach, należy zatem stworzyć nową dziedzinę, w której będą realizować swoje szanse doktorzy, doktorzy habilitowani, kandydaci na profesorów – wszyscy, którzy wspinają się po stopniach awansu naukowego. W dalszej kolejności trzeba uruchomić kierunek dydaktyczny poświęcony nowej energetyce (odpowiednio nazwanej), dający studentom szansę na wejście do branży. Gdyby ten postulat spotkał się z zainteresowaniem, dołożę wszelkich sił, by wspierać jego realizację. Takie działania są bardzo ważne, stanowią brakujący element konieczny do tego, aby pojawiające się problemy rozwiązywać nie w trybie energetyki wojennej, ale w trybie energetyki zdolnej dostosowywać się do nowych, bieżących sytuacji.

I na zakończenie. Jeżeli ustanowiono już nagrodę Kreatora Nowej Energetyki, a „nową energetykę”

traktujemy jako pojęcie przejściowe, które trzeba doprecyzować, to spróbujmy właśnie teraz zabrać się wspólnie do takiej pracy. To jest działanie, które pozwoli nam zachować optymizm w okresie traumy związanej z wojną. Wierzę, że ta wojna, która z konfliktu między dwoma państwami przerodziła się w globalną wojnę o wartości, może być motywacją do budowy społecznej gospodarki rynkowej, gdzie odpowiedzialność elektroprosumentów będzie jednym z najsilniejszych filarów budowy nowego porządku.

Serdecznie życzę Panu, Panie Rektorze, powodzenia w dalszych działaniach oraz siły, bo rzecz wymaga wielkiego wysiłku. Nie możemy jednak zapominać, że odpowiedzialność za zmiany spoczywa ostatecznie na wszystkich tu zgromadzonych.

Prof. Jan Popczyk
 PPTE2050
 (Powszechna Platforma
 Transformacyjna Energetyki 2050)
jan.popczyk@ep2050.pl



