

Strategia Rozwoju Energetyki Rozproszczonej w Polsce do 2040 roku



KlasterER

Autorzy

Tomasz Chmiel – Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Andrzej Curkowski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Borys Czerniejewski – InfoStrategia sp. z o.o.

Małgorzata Gałczyńska – Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Zbigniew Hanzelka – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Krzysztof Heller – InfoStrategia sp. z o.o.

Marcin Jaczewski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Andrzej Kaźmierski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Sławomir Kopeć – Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie

Jacek Piątkowski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Jakub Safjański – Ministerstwo Klimatu i Środowiska

Andrzej Strzałkowski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Sebastian Trzcianowski – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Karol Wawrzyniak – Narodowe Centrum Badań Jądrowych

Borys Wieniawa-Narkiewicz – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

Barbara Worek – Uniwersytet Jagielloński



Praca zrealizowana w ramach projektu pt. *Rozwój energetyki rozproszonej w klastrach energii (KlastER)* (www.er.agh.edu.pl) 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

Przedmowa

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 Ministerstwa Rozwoju i Technologii, Akademii Górniczo-Hutniczej i Narodowego Centrum Badań Jądrowych. 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, wspólnie z Ministerstwem Klimatu i Środowiska, odpowiedzialne jest Ministerstwo Rozwoju i Technologii. W związku z tym 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)*.

Przygotowany w latach 2021-2022 dokument proponuje niezbędne działania w obszarze energetyki rozproszonej wspierające realizację *Polityki energetycznej Polski do 2040 r.* wyznaczającej ramy transformacji energetycznej w kraju. Jednocześnie w *Strategii...* wzięte są pod uwagę najnowsze trendy i wydarzenia, które zaistniały od momentu przyjęcia *Polityki energetycznej*, w tym czynniki uwzględnione w założeniach do aktualizacji *Polityki energetycznej Polski do 2040 r.* w kontekście inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, przyjętych przez Rząd 29 marca 2022 r.

Jednocześnie Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Akademia Górniczo-Hutnicza oraz Narodowe Centrum Badań Jądrowych, członkowie konsorcjum projektu KlastER, uznają propozycję *Strategii...* jako dokument otwarty, wymagający dalszego uszczegóławiania i aktualizacji. Należy więc przyjąć, że odnosi się on do aktualnego etapu rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce.

Jednocześnie my, niżej podpisani, deklarujemy potrzebę dalszej współpracy na rzecz rozwoju wiedzy i rozwijania działań w obszarze energetyki rozproszonej, w tym w ramach kolejnych wspólnych inicjatyw naukowo-badawczych.

Deklarujemy również dalszą współpracę z całym środowiskiem energetyki rozproszonej, której celem będzie aktualizowanie niniejszego dokumentu oraz stopniowa operacjonalizacja zawartych w nim propozycji działań.

Waldemar Buda

Minister
Rozwoju i Technologii



Jerzy Lis

Rektor
Akademii Górniczo-Hutniczej
im. Stanisława Staszica w Krakowie



Krzysztof Kurek

Dyrektor
Narodowego Centrum
Badań Jądrowych



Spis treści

| | |
|--|----|
| Autorzy | 2 |
| Przedmowa..... | 3 |
| Spis treści..... | 4 |
| Wykaz skrótów i terminów..... | 5 |
| 1 Wprowadzenie | 9 |
| 1.1 Kierunki rozwoju energetyki rozproszonej..... | 10 |
| 1.2 Energetyka rozproszona a polityka energetyczna Polski..... | 13 |
| 2 Analiza SWOT głównych obszarów ER..... | 15 |
| 3 Cele i działania <i>Strategii</i> | 28 |
| 3.1 Cele <i>Strategii</i> | 29 |
| 3.2 Działania <i>Strategii</i> | 29 |
| Bibliografia..... | 36 |

Wykaz skrótów i terminów

AMI – (system zdalnego pomiaru, ang. *advanced metering infrastructure*) – obejmuje nie tylko mierniki mocy/energii, rejestratory wskaźników jakościowych, układy pomiarowe analizatorów zwarciovych, energoelektronicznych interfejsów, stacji pogodowych itp., lecz także urządzenia do transmisji, przetwarzania, archiwizowania i wizualizacji danych pomiarowych. Stosowane na wszystkich poziomach napięć do obsługi zarówno indywidualnych odbiorców/dostawców energii, jak i do monitorowania systemu elektroenergetycznego – różnią się od konwencjonalnych liczników energii elektrycznej trzema cechami: (a) mierzą zużycie energii z większą rozdzielczością czasową – zwykle jest to doba, pojedyncza godzina lub 15/10 min., w nieodległej przyszłości będą to pojedyncze minuty lub sekundy; (b) przesyłają dane do operatora – przynajmniej raz dziennie, z nieodległą perspektywą transmisji w czasie prawie rzeczywistym i (c) są zdolne do dwukierunkowej komunikacji z operatorem;

B2B (ang. *business-to-business*) – skrót oznaczający transakcje lub relacje pomiędzy dwoma lub więcej podmiotami gospodarczymi;

B2C (ang. *business-to-consumer*) – nazwa relacji występujących pomiędzy przedsiębiorstwami i klientami indywidualnymi;

BEMS (ang. *building energy management system*) – system zarządzający wydajnością i efektywnością wykorzystania energii w budynkach przemysłowych, handlowych i użyteczności publicznej;

Cable pooling – forma agregacji źródeł wytwórczych zróżnicowanych technologicznie i przyłączonych do jednej linii zasilającej;

CNG (ang. *compressed natural gas*) – sprężony gaz ziemny;

cPPA (ang. *corporate power purchase agreement*) – długoterminowe kontrakty (przekraczające nawet 10 lat) na zakup energii elektrycznej zawierane bezpośrednio przez producenta energii i przedsiębiorstwo przemysłowe będące naj-

częściej znacznym konsumentem energii elektrycznej;

DSM (ang. *demand-side management*) – zarządzanie po stronie popytu, odnosi się do aktywnych wysiłków przedsiębiorstw elektroenergetycznych i gazowych w celu modyfikacji wzorców zużycia energii przez klientów;

DSR (ang. *demand side response*) – usługa redukcji zapotrzebowania na polecenie operatora sieci;

DVR (ang. *dynamic voltage restoration* lub *restorer*) – urządzenie energoelektroniczne przeznaczone do dynamicznej stabilizacji napięcia;

Elastyczność – zdolność systemu elektroenergetycznego do modyfikacji produkcji i/lub konsumpcji energii na poziomie indywidualnym lub zregulowanym, w reakcji na sygnał zewnętrzny (np. sygnał cenowy, zmiana taryf, decyzja operatora) lub w odpowiedzi na występujące w systemie zaburzenia niezależnie od ich przyczyny. Elastyczność ma dwa wymiary: techniczny (wsparcie techniczne sieci) i ekonomiczny (istniejący rynek energii i legislacja). W okresie krótkoterminowym potrzeby elastyczności wynikają z nagłych niepożądanych zaburzeń pracy sieci, natomiast w okresie długoterminowym są efektem przyjętych przez operatora strategii rozwoju sieci oraz trafności prognozowania zmian poziomu poboru i wytwarzania energii. Elastyczność jest szczególnie istotna w systemach z dużym udziałem pogodozależnych źródeł energii (głównie wykorzystujących energię wiatru i słońca);

EMD – 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;

ER – energetyka rozproszona;

ETS lub **EU-ETS** – system handlu uprawnieniami do emisji CO₂ w Unii Europejskiej;

FACTS – (elastyczny system transmisji prądu przemiennego, ang. *flexible AC transmission system*) – zbiór urządzeń energoelektronicznych przeznaczonych do pracy w sieciach elektro-

energetycznych w celu poprawy warunków dostawy energii elektrycznej, np. układy DVR, STATCOM, FC/TCR, TSC, filtry aktywne, SVC, energoelektroniczne transformatory;

FIT/FIP – system taryf FiT/FiP, który ma zastosowanie do biogazowni oraz małych elektrowni wodnych o mocy zainstalowanej elektrycznej do 1 MW, przy czym system FiT może objąć instalacje o mocy do 500 kW;

GW – gigawat;

GWh – gigawatogodzina;

HAN (ang. *home-area network*) – sieć domowa, często określana także jako *home hub* lub *home control point*, zestaw połączonych sieci kontrolujących i monitorujących urządzenia domowe;

HEMS (ang. *home energy management system*) – system zarządzania energią, który służy do efektywnej optymalizacji systemu zarówno energii elektrycznej, jak i energii cieplnej w gospodarstwach domowych;

ICT (ang. *information and communication technologies*) – technologie informacyjno-komunikacyjne;

IEA (ang. *International Energy Agency*) – Międzynarodowa Agencja Energetyczna;

Instalacja PV – instalacja fotowoltaiczna;

IRiESD (P) – Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej (Przesyłowej)

IT (ang. *information technology*) – technologia informacyjna/informatyczna;

JEE – jakość dostawy energii elektrycznej;

JST – jednostki samorządu terytorialnego;

KIKEiOZE - Krajowa Izba Klastrow Energii i Odnawialnych Źródeł Energii;

Klaster energii – cywilnoprawne porozumienie, w skład którego mogą wchodzić osoby fizyczne, osoby prawne, podmioty, o których mowa w art. 7 ust. 1 pkt 1, 2 i 4–8 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2022 r. poz. 574, z późn. zm.), lub jednostki samorządu terytorialnego, dotyczące wytwarzania i równoważenia zapotrzebowania, dystrybucji lub obrotu energią z odnawialnych źródeł energii lub z innych źródeł lub paliw, w ramach sieci

dystrybucyjnej o napięciu znamionowym niższym niż 110 kV, na obszarze działania tego klastra nieprzekraczającym granic jednego powiatu w rozumieniu ustawy z dnia 5 czerwca 1998 r. o samorządzie powiatowym (Dz. U. z 2022 r. poz. 528 i 583) lub 5 gmin w rozumieniu ustawy z dnia 8 marca 1990 r. o samorządzie gminnym (Dz. U. z 2022 r. poz. 559, 583, 1005 i 1079); „klaster energii reprezentuje koordynator, którym jest powołana w tym celu spółdzielnia, stowarzyszenie, fundacja lub wskazany w porozumieniu cywilnoprawnym dowolny członek klastra energii, zwany koordynatorem klastra energii”;

KPEiK – Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021-2030;

KSE – Krajowy System Elektroenergetyczny;

LNG (ang. *liquefied natural gas*) – skroplony gaz ziemny;

LPG (ang. *liquefied petroleum gas*) – skroplony gaz petrochemiczny;

Mikrosieć – część systemu elektroenergetycznego (np. małe miasto, wydzielony geograficznie obszar, firma, kampus uniwersytecki, centrum handlowe), która może odłączyć się od sieci publicznej i przez pewien czas funkcjonować autonomicznie (praca wyspowa), zasilając odbiory z własnych źródeł/magazynów energii. Odłączenie może nastąpić na skutek awarii lub intencjonalnie, np. gdy jakość dostawy energii w sieci publicznej jest niska lub cena energii za wysoka. Niektóre definicje terminem „mikrosieć” obejmują także systemy elektroenergetyczne, które nigdy nie są przyłączone do sieci publicznej;

MW – megawat;

NC RfG (ang. *Requirement for Generators Network Code*) – 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);

NCBiR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju;

NFOŚiGW – Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej;

NGO (ang. *non-governmental organisation*) – organizacja pozarządowa;

nN – sieć niskiego napięcia;

NIMBY (ang. *Not In My Back Yard*) – „nie na moim podwórku” – pejoratywne określenie postawy i aktywizmu osób, które wyrażają swój sprzeciw wobec pewnych inwestycji w swoim najbliższym sąsiedztwie, choć nie zaprzeczają, że są one potrzebne w ogóle;

Off grid – tradycyjnie odnosi się do braku podłączenia do publicznej sieci elektrycznej (przeciwieństwo do źródeł *on grid* wprowadzających nadwyżki wytworzonej energii do sieci publicznej);

OLTC (ang. *on-load tap changer*) – dodatkowe połączenie elektryczne uzwojenia. Każda cewka lub uzwojenie będące częścią obwodu elektrycznego posiada dwa połączenia (początkowe i końcowe), pomiędzy którymi znajduje się stała wartość indukcyjności cewki. Odczepy są dodatkowymi połączeniami, znajdującym się pomiędzy połączeniem początkowym i końcowym, pozwalającymi na skuteczną regulację charakterystyki uzwojenia (indukcyjności, napięcia, itd.);

OSD – operator sieci dystrybucyjnej;

OSDn – operator systemu dystrybucyjnego elektroenergetycznego, którego sieć dystrybucyjna nie posiada bezpośredniego połączenia z siecią przesyłową OSP;

OSP – operator sieci przesyłowej;

OZE – odnawialne źródła energii;

PEP2040 – Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku;

PLC (ang. *power line communication*) – technologia umożliwiająca przesyłanie danych za pośrednictwem linii sieci energetycznej;

PPA (ang. *power purchase agreement*) – kontrakty na dostawę energii elektrycznej zawierane zazwyczaj bezpośrednio przez producenta energii i jej odbiorcę;

Prosumeryzm – zaspakajanie własnych potrzeb energetycznych poprzez własną produkcję energii przy udziale świadomego i aktywnego jej użytkownika;

Renta późnego startu – prawidłowość, zgodnie z którą podmioty wykazujące pewne opóźnienia w stosunku do wiodących w danym obszarze, korzystając z wypracowanego dotychczas kapitału

wiedzy i doświadczeń (m.in. wdrażanie wyników prac B+R, pilotaży technologicznych, dobrych praktyk inżynierskich oraz modelowych rozwiązań technicznych i ekonomicznych), mogą szybciej zaadaptować najnowsze rozwiązania technologiczne o ugruntowanej dojrzałości rynkowej;

RED – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywę 2001/77/WE oraz 2003/30/WE;

RED II – Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych;

RDF (ang. *refuse-derived fuel*) – odpady przeznaczone do wykorzystania jako paliwo;

RZE – rozproszone źródła energii;

SE – społeczności energetyczne w rozumieniu dyrektyw REDII i IMED oraz inne modele społeczności energetycznych wynikające z przepisów krajowych np. klastry energii i spółdzielnie energetyczne;

Sector coupling – idea połączenia (integracji) sektorów energochłonnych – budownictwa (ogrzewanie i chłodzenie), transportu i przemysłu – z sektorem wytwarzania energii;

SER2040 – *Strategia Rozwoju Energetyki Rozproszonej w Polsce do 2040 roku* (niniejszy dokument);

Smart grid – (platforma technologiczna *smart grid*, „inteligentne” sieci elektroenergetyczne) – zbiór rozwiązań technicznych umożliwiających dostarczanie odbiorcom usług energetycznych, z wykorzystaniem środków IT, w sposób zapewniający obniżenie kosztów, zwiększenie efektywności użytkowania, bezpieczeństwo i jakość dostawy energii oraz zintegrowanie rozproszonych źródeł energii, także odnawialnej. Koncepcja ta obejmuje również szereg działań o charakterze pozatechnicznym, związanych z analizą zasadności ekonomicznej podejmowanych przedsięwzięć, poszukiwaniem potencjalnych zwrotów poniesionych nakładów oraz wykorzystaniem do tego celu

odpowiednich mechanizmów rynkowych i inżynierii finansowej. Istotne są także aspekty społeczne, kulturowe i behawioralne kreowane poprzez nowe warunki dostawy energii;

SMR (ang. *small modular reactor*) – małe reaktory jądrowe o charakterze modułowym;

SN – sieć średniego napięcia;

STATCOM (ang. *static synchronous compensator*) – nadążny kompensator mocy bierniej stanowiący energoelektroniczną wersję kompensatora synchronicznego;

SVC (ang. *static VAR compensator*) – nadążny energoelektroniczny kompensator mocy bierniej zawierający elementy półprzewodnikowe i dławiki/kondensatory;

System aukcyjny – system wsparcia dla odnawialnych źródeł energii oparty na mechanizmie aukcyjnym wprowadzony ustawą z dnia 20 lutego 2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. z 2015 r. poz. 478);

Technologia synchrofazorów – wykorzystuje urządzenia monitorujące, zwane fazorowymi jednostkami pomiarowymi, które wykonują szybkie pomiary kątów fazowych, napięcia i częstotliwości, które są oznaczane czasem za pomocą bardzo precyzyjnych zegarów;

UE – Unia Europejska;

URE – Urząd Regulacji Energetyki;

Usługi elastyczności – wsparcie oferowane na rzecz operatorów sieciowych (odbiorców usług), którego celem jest budowa poziomu elastyczności wymaganego w skali całego systemu lub lokalnie, na wyróżnionym obszarze, gwarantującego niezawodną, efektywną pracę systemu i wysoką jakość dostawy energii. Są formą wykorzystania potencjału energetycznego użytkowników systemu w celu zarządzania ograniczeniami w sieciach elektroenergetycznych oraz stworzenia

alternatywy do ich modernizacji lub rozbudowy. Stanowią zobowiązanie użytkownika systemu do modyfikacji swojego wzorca produkcji i/lub konsumpcji energii w określonym czasie w odpowiedzi na zdefiniowane sygnały handlowe. Tymi ostatnimi mogą być np. zachęty finansowe świadczone na rzecz podmiotów oferujących usługi elastyczności – użytkowników systemu elektroenergetycznego i uczestników rynku energii (np. źródła energii, magazyny energii, transport elektryczny, agregatorzy, społeczności energetyczne, aktywni odbiorcy, prosumenci). Na rynku mogą istnieć różne sposoby korzystania z usług elastyczności stosownie do ich rodzaju, dostępności narzędzi technicznych i legislacyjnych oraz okresu obowiązywania (np. zobowiązania kontraktowe, platformy elastyczności, lokalne rynki elastyczności);

WE – wspólnoty energetyczne – przyjmuje się, że obejmują zarówno społeczności energetyczne, jak i różne formy prosumeryzmu grupowego;

Wirtualna elektrownia – dowolna kombinacja odnawialnych i konwencjonalnych źródeł oraz magazynów energii, agregowanych tak, aby z perspektywy operatora sieci były one traktowane jako jedno źródło energii;

WN – wysokie napięcie;

Zielony Ład – Komunikat Komisji z 14 lipca 2021 r. do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Gotowi na 55”: osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej wraz z pakietem wniosków ustawodawczych mających dostosować unijną politykę klimatyczną, energetyczną, transportową i podatkową na potrzeby realizacji celu, jakim jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych netto do 2030 r. o co najmniej 55 proc. w porównaniu z poziomem z 1990 r.

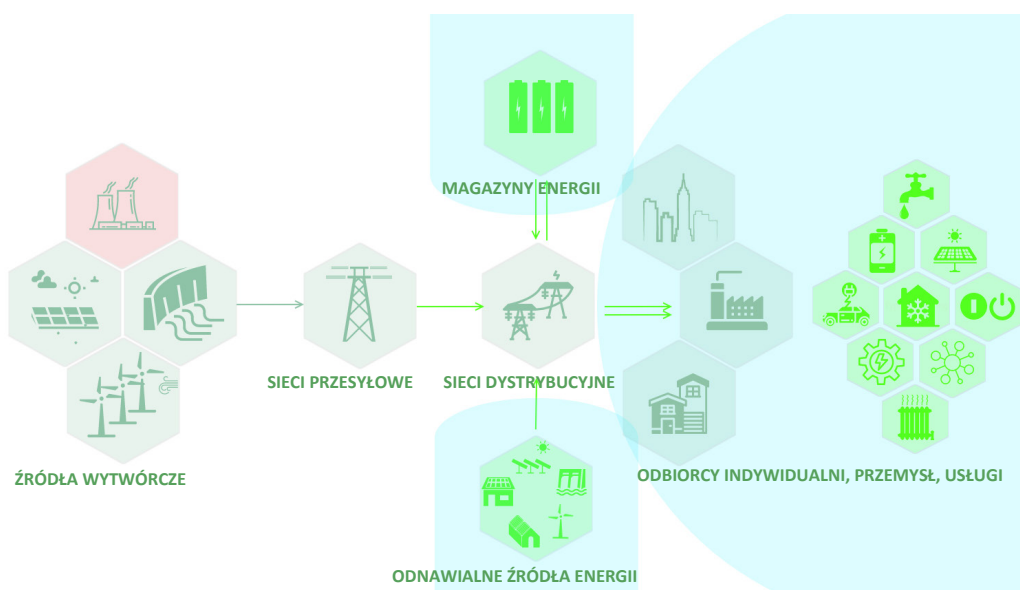
1 Wprowadzenie

Niniejszy dokument stanowi propozycję krajowej *Strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku (SER2040)* – opracowaną w ramach projektu KlastER¹. Dokument ten proponuje w obszarze energetyki rozproszonej niezbędne działania wspierające realizację *Polityki energetycznej Polski do 2040 r. (PEP2040)*² wyznaczającej ramy transformacji energetycznej w Polsce. Jednocześnie SER2040 uwzględnia najnowsze trendy i wydarzenia, które zaistniały od momentu przyjęcia PEP2040, w tym uwzględnione w *Założeniach do aktualizacji Polityki energetycznej Polski do 2040 r. w kontekście inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę*³, przyjętych przez Rząd 29 marca 2022 r.

Istotą *energetyki rozproszonej (ER)* jest rozproszenie źródeł, czyli ich fizyczne umiejscowienie w wielu lokalizacjach oraz ich lokalność rozumiana jako bliskość źródeł wytwórczych i odbiorców energii, pozwalająca na bardziej efektywne wykorzystanie energii i jej bilansowanie. W krajowych przepisach brakuje jednak definicji generacji rozproszonej. Na potrzeby niniejszego dokumentu, mając na względzie obecne w literaturze pojęcia, przyjęto następującą definicję (dodatkowo zilustrowaną na Rysunek 1):

Energetyka rozproszona to energetyczne źródła wytwórcze i magazyny energii przeznaczone do użytku lokalnego, przyłączone bezpośrednio lub pośrednio (przy wykorzystaniu instalacji gospodarstw domowych, sieci przemysłowych itp.) do systemu dystrybucyjnego.

Rysunek 1. Energetyka rozproszona na tle Krajowego Systemu Elektroenergetycznego (KSE)



Źródło: opracowanie własne

¹ Projekt finansowany przez NCBiR realizowany w latach 2019-2022, którego celem jest wypracowanie projektu strategii rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce.

² Polityka energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040) (2021), Monitor Polski 2021 r. poz. 264. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r.

³ Założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. (marzec 2022) – wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej, <https://www.gov.pl/web/premier/zalozenia-do-aktualizacji-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r-pep2040--wzmocnienie-bezpieczenstwa-i-niezaleznosci-energetyczne> [dostęp: 14.07.2022].

Jednocześnie biorąc pod uwagę wpływ źródeł ER na system elektroenergetyczny oraz dominujące trendy technologiczne (w tym przede wszystkim *sector coupling*), niniejszy dokument koncentruje się na źródłach energii elektrycznej i uwzględnia te, które są silnie związane z energią cieplną (np. pompy ciepła, biogaz, kogeneracja, *power to heat*).

1.1 Kierunki rozwoju energetyki rozproszonej

Aktualny stan rozwoju i przewidywany kierunek zmian energetyki rozproszonej należy rozpatrywać w kontekście globalnych trendów wynikających z międzynarodowej polityki klimatyczno-energetycznej (w tym zwłaszcza na szczeblu UE) i rozwoju technologicznego, a także wzrostu świadomości społecznej w zakresie potrzeby odejścia od paliw kopalnych jako głównego źródła energii cieplnej i elektrycznej dla ochrony zdrowia i klimatu w perspektywie krótko- i długoterminowej.

Biorąc pod uwagę postęp technologiczny wynikający z polityki klimatyczno-energetycznej, można zakładać, że energetyka rozproszona będzie się rozwijać w kierunku wykorzystania potencjału OZE i technologii niskoemisyjnych.

Koncentrując się na trendzie rozwoju ER w kierunku wykorzystania potencjału OZE, warto wskazać, że stanowi on w pewnym sensie powrót do źródeł – już na początku rozwoju energetyki zakłady przemysłowe starały się zapewnić sobie własne dostawy ciepła i napędu, a później elektryczności. Rozwiązanie to zostało wyparte przez scentralizowane wytwarzanie i dystrybucję energii elektrycznej w ramach systemu elektroenergetycznego. Patrząc z perspektywy konsumenta, należy wyróżnić kilka przyczyn powrotu do energetyki rozproszonej:

- energia produkowana i dystrybuowana przez scentralizowany system energetyczny staje się coraz droższa;
- energia wytwarzana lokalnie może w wielu przypadkach być dostarczana tak samo bezpiecznie jak przez scentralizowany system elektroenergetyczny;
- energia wytwarzana lokalnie może szybciej i często efektywniej ekonomicznie spełnić wymagania w zakresie niskoemisyjności;
- własne źródło energii stało się dostępne. Budowa źródła jest już tylko wyzwaniem finansowym, a nie technicznym.

Jednakże zainstalowanie dużej liczby źródeł ER wywiera istotny wpływ na system elektroenergetyczny, powodując konieczność jego rozbudowy i modernizacji, wpływając na daleko idące zmiany w jego wyposażeniu technicznym i informatycznym, funkcjonowaniu rynku energii oraz sposobie organizacji procesu wytwarzania, dostawy i użytkowania energii. Wiąże się to także z adaptacją odbiorców energii w stronę świadomych, aktywnych i elastycznych użytkowników. Biorąc pod uwagę ten aspekt, w dotychczasowym rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce należy wyróżnić następujące fazy rozwoju:

- Faza 0 (do ok. 2013 r.): w systemie elektroenergetycznym pojawiały się pojedyncze źródła (głównie pogodozależne). Niezależnie od przyczyn ich powstania, powoli, ale stale, rosło zadowolenie ich właścicieli – pojawiały się przychody, satysfakcja z nowatorstwa itd. Jednocześnie regulator rynku włączał je do systemu.

- Faza 1 (do 2022 r.): w wyniku wdrożenia Dyrektywy RED⁴ następuje w Polsce pierwsza faza regulowanego rozwoju energetyki rozproszonej, faza dynamicznie powstających źródeł OZE. Wdrożony został system aukcyjny, który po kilku korektach zaczął skutecznie działać oraz system prosumencki – jeden z bardziej korzystnych na rynku. Został również uruchomiony program dotacyjny NFOŚiGW dla instalacji prosumenckich pn. „Mój Prąd”. Dynamicznie (choć początkowo powoli, ale w późniejszym okresie coraz szybciej) powstawały w systemie nowe źródła, nadal przeważnie o charakterze pogodowo-zależnym, zapewniające czystą energię.

W fazie 1 system elektroenergetyczny był w stanie przyłączać coraz większą liczbę nowych źródeł rozproszonych, przy założeniu realizacji koniecznych dla systemu inwestycji. Jednak ten, ze względu na długotrwałość procesu inwestycyjnego i kumulację wniosków o przyłączenie, których realizacja wymagała rozbudowy sieci i znaczących nakładów finansowych, nie uwzględnionych w obowiązujących planach rozwoju OSD, nie zawsze nadążał za rozwojem energetyki rozproszonej.

- Faza 2 (obecnie): Polska wychodzi właśnie z pierwszej fazy, powoli rozpoczynając etap kolejny, którego wyznacznikiem jest rosnący udział odmów przyłączenia źródeł wytwórczych do sieci elektroenergetycznych, przy jednoczesnych trendach rynkowych dalej poprawiających atrakcyjność ekonomiczną ER.

Jednym z kluczowych mechanizmów obecnej fazy, odpowiedzialnym za kierunek dalszego rozwoju energetyki rozproszonej, jest czynnik ekonomiczny i czynnik sieciowy. Rosnące ceny nośników energii, takich jak gaz czy węgiel, powodują, że kolejne rzesze konsumentów energii upatrują w ER alternatywę dla dotychczasowych form pozyskiwania energii. Czynnik sieciowy wynikający z ograniczonej możliwości przyłączeniowych, co skutkuje wzrastającą liczbą odmów OSD w zakresie przyłączeń instalacji OZE wraz z czynnikiem ekonomicznym, powoduje zainteresowanie wykorzystaniem przez odbiorców zaawansowanych rozwiązań oferowanych przez ER, takich jak:

- integracja odbiorców – dalszy rozwój prosumeryzmu i społeczności energetycznych;
- większy udział w systemie elektroenergetycznym źródeł stabilnych umożliwiających dostosowanie źródeł wytwórczych (parametrów mocy i innej charakterystyki) do lokalnego popytu na energię (usługi elastyczności);
- elastyczność odbiorców – dostosowanie konsumpcji do produkcji źródeł niestabilnych (inteligentne liczniki oraz inteligentne narzędzia do sterowania odbiorami);
- współpraca ER z magazynami energii;
- wykorzystanie innych sektorów (*sector coupling*) zintegrowanych w oparciu o energię elektryczną (m.in. pojazdy elektryczne, technologie P2H, w tym z zastosowaniem w sezonowych magazynach ciepła i efektywnych systemach ciepłowniczych oraz P2H2 z przeznaczeniem produkcji zielonego wodoru zwłaszcza do procesów przemysłowych).

Już w 2016 r. na krajowym rynku energii pojawiły się zwiastuny bliskiego nadejścia drugiej fazy: idea energetyki społecznej (klastry energii i spółdzielnie energetyczne), dążenie do tworzenia bardziej stabilnych źródeł (źródła hybrydowe OZE, większe wsparcie dla biogazu i energetyki wodnej w ramach systemu FIT/FIP). Z punktu widzenia branży OZE nie zawsze skuteczność

⁴ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (2018), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN> [dostęp: 12.07.2022].

praktycznych realizacji tych koncepcji jest satysfakcjonująca, jednak są sygnałem wspierania dalszego rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce.

Inicjatywy takie jak klastry energii były znane (a nawet realizowane) już wcześniej, ale dopiero umieszczenie ich definicji w Ustawie o odnawialnych źródłach energii w 2016 r. spowodowało bardziej masowy ich rozwój. Środowiska biznesowe, obywatelskie i samorządowe, ze znacznym wsparciem instytucji naukowo-badawczych, zaczęły analizować potrzeby, możliwości i środki, którymi dysponują w celu wykorzystania lokalnego potencjału OZE. Zastanawiano się jednocześnie nad kierunkami działania. Punktem wyjścia były zazwyczaj lokalne potrzeby, w głównej mierze troska o czystość powietrza, kwestie ubóstwa energetycznego, brak możliwości rozwoju infrastruktury elektroenergetycznej. W wyniku tych analiz rozpoczęto działania, które przyniosły bardzo wiele doświadczeń dla uczestników tych kooperatyw, ale także dla obserwatorów oraz innych uczestników rynku energii.

Kolejnym istotnym aspektem drugiej fazy rozwoju energetyki rozproszonej jest energia dla przemysłu. Przemysł i biznes – zarówno duże przedsiębiorstwa energochłonne, jak i małe i średnie firmy – to największy konsument energii w każdej postaci (elektryczność, ciepło, transport). Wyzwanie polega nie tylko na zagwarantowaniu dostępu do energii tańszej i czystszej, ale też na zrealizowaniu tego zadania w sposób zrównoważony, bez uszczerbku dla innych uczestników rynku i nadmiernego zakłócania pracy otoczenia. Koncepcja wspólnego działania przedsiębiorstw na rzecz zrównoważonej gospodarki energetycznej ma już wiele realizacji, jednak nie osiągnęła jeszcze swojego poziomu granicznego limitu. Chodzi nie tylko o możliwość budowy własnych źródeł OZE i lokalnego gospodarowania energią, ale także o wykorzystanie rezerw prostych – np. dopasowanie swoich profili i utworzenie wspólnego profilu konsumpcji dla redukcji poboru szczytowego. Wielki potencjał dla mniejszych przedsiębiorstw stanowi wykorzystanie modelu klastrów energii i jego rozwinięcie w kierunku tworzenia klastrów przemysłowych, co umożliwiłoby tym podmiotom m.in. lokalne wykorzystanie energii z własnych i okolicznych źródeł OZE. Do realizacji tego celu konieczne jest wdrożenie tzw. linii bezpośredniej oraz ułatwienie w zawieraniu kontraktów PPA, czyli w bezpośrednim zakupie energii. Coraz częściej pojawiają się również postulaty współpracy klastrów energii z pobliskimi dużymi odbiorcami, opierające się na zasadzie, że odbiorca przemysłowy jest w stanie zrównoważyć swoim popytem produkcję energii w źródłach niestabilnych, wnosząc wkład w bilansowanie i zrównoważenie energetyczne całego rejonu. W ramach klastrów energii, a zwłaszcza przemysłowych klastrów energii, należy promować i wspierać lokalną generację z wykorzystaniem małoskalowych wysokosprawnych jednostek kogeneracyjnych, współpracujących z lokalnymi efektywnymi systemami ciepłowniczymi oraz z krótkoterminowymi i sezonowymi magazynami ciepła.

Podsumowując, druga faza i najbliższa perspektywa to: działania wspólne, autokonsumpcja, lokalne bilansowanie, a co za tym idzie także budowa mikrosieci i linii bezpośrednich, kontrakty PPA, zwiększenie korelacji między popytem a podażą energii, a także budowa źródeł jak najlepiej dostosowanych do profilu konsumpcji. W sensie inwestycyjnym – to systemy magazynowania, opomiarowanie, oprogramowanie IT: automatyka i systemy zarządzania energią. Istotne są też systemy teleinformatyczne, w tym systemy łączności umożliwiające komunikację uczestników rynku i urzędzeń sterujących. To także oczekiwanie bardziej rynkowych aktywności ze strony producentów energii, w tym także prosumentów. W kwestii źródeł energii oczekuje się raczej zmian ewolucyjnych – włączanie w system innych rozwiązań akceptowalnych społecznie i środowiskowo, w tym rozwoju biogazu (z uwzględnieniem biogazu rolniczego), biometanu (w tym jego zatłaczania do sieci gazowej i wykorzystania w przemyśle oraz w formie CNG w transporcie), wysokosprawnej, małoskalowej kogeneracji, wodoru, energetycznego wykorzystania RDF, a także innych innowacyjnych działań prośrodowiskowych.

1.2 Energetyka rozproszona a polityka energetyczna Polski

Podstawowym dokumentem wyznaczającym ramy transformacji energetycznej w Polsce jest wspomniana już *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*, zawierająca strategiczne przesądzenia w zakresie doboru technologii służących budowie niskoemisyjnego systemu energetycznego. PEP2040 stanowi wkład w realizację *Porozumienia paryskiego* zawartego w grudniu 2015 r. podczas 21. Konferencji stron *Ramowej konwencji Organizacji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu* z uwzględnieniem konieczności przeprowadzenia transformacji w sposób sprawiedliwy i solidarny. PEP2040 stanowi krajową kontrybucję w realizację polityki klimatyczno-energetycznej UE, której ambicja i dynamika istotnie wzrosły w ostatnim okresie. Polityka uwzględnia skalę wyzwań związanych z dostosowaniem krajowej gospodarki do uwarunkowań regulacyjnych UE związanych z celami klimatyczno-energetycznymi na 2030 r., Europejskim Zielonym Ładem, planem odbudowy gospodarczej po pandemii COVID-19 i dążeniem do osiągnięcia neutralności klimatycznej zgodnie z krajowymi możliwościami.

PEP2040 jest jedną z dziewięciu zintegrowanych strategii sektorowych, wynikających ze *Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju*. PEP2040 jest spójna z *Krajowym planem na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030*.

Zgodnie z PEP2040 celem polityki energetycznej państwa jest bezpieczeństwo energetyczne, przy zapewnieniu konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko, przy optymalnym wykorzystaniu własnych zasobów energetycznych.

Wskazane główne zadanie dla PEP2040 jakim jest transformacja energetyczna zostało oparte na **trzech filarach**: sprawiedliwej transformacji, zeroemisyjnym systemie energetycznym oraz dobrej jakości powietrza (Rysunek 2).

Energetyka lokalna i obywatelska została wprost wymieniona w II filarze, który jest wskazywany jako długoterminowy kierunek dla transformacji energetycznej. W dalszej części dokumentu wyróżniono osiem celów szczegółowych, w których ER najbardziej uwydatnia się w celu szóstym, obejmującym rozwój odnawialnych źródeł energii. W tym kontekście PEP2040 wskazuje przede wszystkim na potrzebę uregulowania obszaru na styku ER oraz działalności OSD:

docelowym modelem mogłoby być dążenie [...] do niezależności od dostaw energii elektrycznej z sieci krajowej i samodzielnego bilansowanie się. W tym zakresie kluczowy będzie rozwój technologii magazynowania energii i DSR. Jednak na etapie przejściowym, gdy społeczności energetyczne korzystają z przyłączenia do sieci dystrybucyjnej, niezbędnym jest uregulowanie, w jakim zakresie będą partycypować w kosztach sieciowych, tak aby z jednej strony dobrze odzwierciedlić ich wpływ na sieć elektroenergetyczną oraz ich wkład w budowanie lokalnego bezpieczeństwa energetycznego, a z drugiej strony zachęcić te społeczności do aktywności, m.in. poprzez pewne ulgi w opłatach sieciowych.

Rysunek 2. Filary PEP2040

| I filar. Sprawiedliwa transformacja | II filar. Zeroemisyjny system energetyczny | III filar. Dobra jakość powietrza |
|--|---|--------------------------------------|
| Transformacja rejonów węglowych | Morska energetyka wiatrowa | Transformacja ciepłownictwa |
| Ograniczenie ubóstwa energetycznego | Energetyka jądrowa | Elektryfikacja transportu |
| Nowe gałęzie przemysłu związane z OZE i energetyką jądrową | Energetyka lokalna i obywatelska | Dom z Klimatem |

Źródło: *Polityka energetyczna Polski do 2040 r.*

Jednocześnie, biorąc pod uwagę zmiany na rynkach energetycznych w latach 2021–2022 oraz przede wszystkim inwazję Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, Rada Ministrów 29 marca 2022 r. przyjęła założenia do aktualizacji PEP2040. Dokument ten wskazuje, że zaktualizowana polityka energetyczna Polski, w uzupełnieniu dotychczasowych trzech filarów PEP2040, musi uwzględniać również **czwarty filar** – suwerenność energetyczną, której szczególnym elementem jest zapewnienie szybkiego uniezależnienia krajowej gospodarki od importowanych paliw kopalnych (węgiel, ropa naftowa i gaz ziemny) oraz pochodnych (LPG, olej napędowy, benzyna, nafta) poprzez dywersyfikację dostaw, inwestycje w lokalne moce produkcyjne, infrastrukturę sieciową, magazynowanie, paliwa alternatywne oraz w mechanizmy zwiększające elastyczność po stronie zarówno popytu jak i podaży energii.

W kontekście energetyki rozproszonej rewizja PEP2040 przewiduje następujące działania:

- Rozbudowę krajowych źródeł wytwórczych, w tym rozproszonych technologii odnawialnych i niskoemisyjnych, a także szybszą integrację odnawialnych źródeł energii we wszystkich sektorach w ramach zwiększenia dywersyfikacji technologicznej oraz niezależności energetycznej, z uwzględnieniem zapewnienia stabilności pracy systemu energetycznego i ograniczania jego wpływu na środowisko.
- Dalszy rozwój odnawialnych źródeł jako element dywersyfikacji miksu elektroenergetycznego, zakładający w perspektywie 2040 r. dążenie do osiągnięcia około połowy produkcji energii elektrycznej z OZE. Obok kontynuacji wzrostu zainstalowanej mocy źródeł wiatrowych i słonecznych, zakładana jest intensyfikacja działań mających na celu zwiększenie wykorzystania OZE niezależnych od warunków atmosferycznych (m.in. źródeł energetyki wodnej, biomasowej, biogazowej, biometanowej, geotermalnej). W planach tych szczególnie pożądane będzie wykorzystanie OZE w społecznościach energetycznych (w tym w klastrach energii i spółdzielniach energetycznych) oraz w ramach instalacji hybrydowych.
- Działania wzmacniające rozwój sieci elektroenergetycznych, mechanizmów automatyzacji, technologie zapewniające wysoki poziom cyberbezpieczeństwa, a także zwiększenie potencjału magazynowania energii elektrycznej i ciepła na poziomie prosumentów, wytwórców OZE, operatorów sieci oraz agregatorów.
- Perspektywiczne wdrożenie technologii małych modułowych reaktorów jądrowych (SMR) jako alternatywa dla jednostek konwencjonalnych, m.in. do wytwarzania ciepła procesowego w przemyśle i ciepłownictwie oraz wzmocnienia bezpieczeństwa energetycznego na poziomie lokalnym w elektroenergetyce.
- Zapewnienie finansowania i rozwoju inwestycji ukierunkowanych na rozwój i integrację w systemie nowych niskoemisyjnych technologii, wzmacniających jednocześnie elastyczność systemu energetycznego i bezpieczeństwo energetyczne.

2 Analiza SWOT głównych obszarów ER

Energetykę rozproszoną należy rozpatrywać wieloaspektowo, uwzględniając czynniki jej rozwoju, które można zagregować w czterech obszarach:

- ekonomiczno-finansowym,
- społeczno-kulturowym,
- legislacyjno-regulacyjnym,
- techniczno-technologicznym.

Wykorzystując narzędzie jakim jest analiza SWOT, w każdym obszarze można zidentyfikować mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia. Najważniejsze z nich zostały dodatkowo **wyróżnione**.

2.1.1 Obszar ekonomiczno-finansowy

| Mocne strony | Słabe strony |
|--|--|
| <p>S1. <u>Istniejące mechanizmy finansowe wsparcia ER</u></p> <p>S2. <u>Funkcjonujące na rynku klastry energii i inne SE</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Inwestorzy z praktycznym doświadczeniem w budowie ER ○ Spadek kosztów produkcji rozwiązań technicznych i szeroka dostępność urządzeń | <p>W1. <u>Niepewność inwestorów spowodowana brakiem stabilności regulacyjnej</u></p> <p>W2. <u>Niewystarczające regulacje prawne przeciwdziałające negatywnym skutkom naturalnego monopolu operatorów sieci energetycznych</u></p> <p>W3. <u>Niska dostępność atrakcyjnych ekonomicznie lokalizacji ER ze względu na ograniczony poziom mocy przyłączonych w systemie</u></p> <p>W4. <u>Wysoki koszt stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE</u></p> <p>W5. <u>Brak zdefiniowanej roli technicznej, społecznej, ekonomicznej dla społeczności energetycznych – brak wykrywania tego typu podmiotów na rzecz np. stabilizacji parametrów technicznych sieci dystrybucyjnych, czy też bilansowania KSE</u></p> <p>W6. <u>Niewystarczający poziom finansowania dla działań inwestycyjnych na budowę nowych odcinków sieci i modernizację istniejącej sieci dystrybucyjnej</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Brak rozwiniętego rynku usług energetycznych (np. usług elastyczności) ○ Działanie ustawy o systemie rekompensat dla sektorów i podsektorów energochłonnych oraz inne systemy wsparcia, które promują wykorzystanie energii z elektrowni konwencjonalnych ○ Programy wsparcia niedopasowane do potrzeb szerokiego katalogu grup interesariuszy ○ Brak narzędzi i procesów do wsparcia modeli biznesowych na poziomie technicznym ○ Niewystarczający poziom finansowania dla działań związanych z cyfryzacją sektora (wyposażenie sieci w elementy zwiększające obserwowalność, automatyzację, szczególnie na poziomie sieci nn). |
| Szanse | Zagrożenia |
| <p>O1. <u>Dostępność potencjalnie dużych środków pomocowych</u></p> <p>O2. <u>Rosnące ceny energii jako zachęta do szukania alternatywy w ER</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania i urządzenia dla rozproszonej generacji energii ○ Rosnące zapotrzebowanie na rozwiązania techniczne stabilizujące napięcie w liniach z dużą penetracją ER (szczególnie instalacji PV) mogące skutkować szybkim rozwojem rynku elastyczności | <p>T1. <u>Nieprzewidywalne wahania na rynku surowców oraz uprawnień CO₂</u></p> <p>T2. <u>Brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej umożliwiający utrzymanie pożądanej dynamiki rozwoju OZE</u></p> <p>T3. <u>Brak zharmonizowania kierunków wsparcia – środki pomocowe skierowane nieadekwatnie do potrzeb zarówno ER jak i sieci dystrybucyjnych</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Długi czas zwrotu z inwestycji w OZE ○ Możliwa utrata alternatywnych korzyści ekonomicznych (zmniejszenie atrakcyjności turystycznej terenów, spadek cen gruntów) |

| | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ○ Rosnące zaangażowanie kapitału własnego prosumentów/inwestorów w OZE wynikające z rosnącej świadomości ekologicznej i ekonomicznej ○ Postępujący rozwój nowych ról na rynku energii, w tym dla operatorów, np. w obszarze dostawców platform elastyczności czy też obsługi społeczności energetycznych ○ Pojawianie się na świecie nowych modeli biznesowych adaptowalnych do potrzeb krajowych ○ Wdrożenie norm emisyjności stymulujących rozwój ER, np. objęcie ETS-em innych sektorów niż energetyka ○ Elektryfikacja kolejnych sektorów gospodarki, np. produkcji ciepła oraz transportu ○ Wzrost atrakcyjności turystycznej części regionów ze względu na poprawę jakości środowiska | <ul style="list-style-type: none"> ○ Negatywny efekt programów wsparcia (przekonanie o opłacalności inwestycji tylko w przypadku dofinansowania) ○ Rosnące koszty zatrudnienia w branży budowlanej i technologicznej ○ Zwiększające się zagrożenie ubóstwem energetycznym ○ Wzrost kosztów redysponowania źródeł wytwórczych będących poza obszarem bilansowania wewnętrznego odbiorcy (autoproducenta) lub obszarem bilansowania w ramach klastra/spółdzielni ○ Niski poziom udziału źródeł ER o zwiększonej elastyczności i dostępności mocy w ciągu doby i roku oraz niski poziom elastyczności po stronie popytowej (np. biogazownie, wodór) wymuszający budowę kosztownych, regulacyjnych jednostek wytwórczych na potrzeby utrzymania stabilności systemu ○ Wzrost opłat z tytułu utrzymania systemu energetycznego przez użytkowników systemu będących poza relacjami biznesowymi z ER |
|--|---|

Dzięki **mechanizmom wsparcia finansowego (S1)** w obszarze energetyki rozproszonej, wśród których należy wymienić zwłaszcza rządowe programy takie jak „Mój prąd”, „Czyste powietrze” i „Moje Ciepło”, jak również bardzo liczne programy samorządów, ale również programy finansowe z UE i inne środki krajowe – szybko wzrasta w kraju 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)**. Nie mniej jednak, **większość z powołanych podmiotów wstrzymała procesy inwestycyjne czekając na ustanowienie regulacji identyfikujących podstawowy model biznesowy klastra energii**.

Slabą stroną polskiego rynku ER jest **niski poziom dostępnych mocy przyłączeniowych w systemie elektroenergetycznym, ograniczający dostępność atrakcyjnych ekonomicznie lokalizacji dla ER (W3)**.

Slabą stroną polskiego rynku ER 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 *cabl pooling*, linii bezpośredniej, czy też przyłączeniu przewymiarowanych instalacji OZE wraz ze strażnikiem mocy. Pozwalałyby one na podłączenie instalacji o łącznej mocy przekraczającej przydzieloną moc umowną przy założeniu skoordynowanego sterowania ich pracą i tym samym na zwiększenie penetracji OZE/ER.

Innym problemem są **wysokie koszty stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE, czemu sprzyja brak odpowiednich regulacji wspierających rozwiązania bilansowania lokalnego (W4)**. Bez wdrożenia rozwiązań promujących oraz sprzyjających ograniczeniu kosztów lokalnego bilansowania będzie dochodzić do coraz częstszych sytuacji destabilizacji systemu elektroenergetycznego, które są widoczne na kilku poziomach. Na poziomie sieci dystrybucyjnych są to: zwyżki napięć związane z intensywnym działaniem instalacji fotowoltaicznych, skutkujące m.in. odłączaniem tych instalacji, czy też przeciążenia elementów takich jak stacje transformatorowe, spowodowane zwiększonym przepływem mocy z instalacji wytwórczych. Na poziomie sieci przesyłowej wpływ energetyki rozproszonej jest także coraz bardziej widoczny. Dochodzi m.in. do częstszego odstawiania i włączania jednostek konwencjonalnych, co skutkuje zwiększeniem ich awaryjności, skróceniem czasu ich pracy oraz zmniejszeniem opłacalności ekonomicznej tych jednostek. Te jednostki wytwórcze są potrzebne w kilkudziesięcioletniej perspektywie czasowej do stabilizacji systemu – przynajmniej dopóki

nie pojawią się wielkoskalowe magazyny energii i energetyka atomowa lub dopóki nie nastąpi przełom w prototypowanych technologiach typu fuzja jądrowa. Problem polega na tym, że obecna postać rynku mocy nie stwarza wystarczających zachęt do inwestycji w nowe jednostki konwencjonalne mogące dalej stabilizować system.

Inwestorzy prywatni cały czas niechętnie decydują się na inwestycje w ER, także ze względu na **brak stabilności regulacyjnej, powodujący, że oszacowanie kosztów inwestycji staje się bardzo trudne, jeśli nie niemożliwe (W1)**.

W obszarze szans mamy dwie kluczowe pozycje. Pierwszą jest **dostępność potencjalnie dużych środków pomocowych w ramach Krajowego Planu Odbudowy, Funduszu Spójności oraz 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 co najmniej do 2030 r. Wsparcie inwestycyjne pochodzące ze strony UE dodatkowo może zostać wzmocnione funduszami pochodzącymi ze sprzedaży uprawnień UE ETS. **Środki te powinny być skierowane m.in. na rozwój ER i rozwój sieci dystrybucyjnych OSD służący ich przyłączeniu (T3)**. W przypadku braku odpowiedniego balansu w tym zakresie pojawi się zagrożenie niezrealizowania 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 Europa⁵ na lata 2021–2027 i możliwość skorzystania ze wsparcia Europejskich Hubów Innowacji Cyfrowych⁶, które będą tworzone w ramach tego programu. Drugim kluczowym aspektem są **rosnące ceny energii, które mogą stanowić zachętę do szukania alternatywy, np. w energetyce prosumenckiej (O2)**. Obecna sytuacja na rynku paliw kopalnych – czy to węgla, czy też gazu – oraz zwiększająca się penetracja wielkoskalowych OZE skutkuje 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 ryzyka zmian cen, coraz częściej wybierają zabezpieczenia oparte np. o kontrakty PPA, linię bezpośrednią czy też własne jednostki wytwórcze oraz magazyny, co skutkuje zwiększaniem udziału energetyki rozproszonej w całkowitym wolumenie produkcji energii.

Pojawiają się także zagrożenia. Kluczowe są przede wszystkim **nieprzewidywalne wahania na rynku surowców oraz cen uprawnień CO₂ powodujące odkładanie decyzji inwestycyjnych przez odbiorców przemysłowych (T1)**. W ostatnich latach widzimy kilkusetprocentowe wahania cen, czy to na rynkach energii elektrycznej, gazu, czy też cen uprawnień do emisji CO₂. Tak duże zmiany powodują, że inwestorom trudno jest podejmować decyzje, nie tylko co do inwestycji w OZE, ale także co do technologii stabilizujących pogodozależne źródła. Bez narzędzi zwiększających elastyczność po stronie popytowej oraz bez stabilizujących system źródeł energii, takich jak gaz, biogaz lub biomasa, rozwój samego OZE

⁵ 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, <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/activities/digital-programme> [dostęp: 14.07.2022].

⁶ Europejskie Huby Innowacji Cyfrowych to ośrodki gromadzące wiedzę i kompetencje w dziedzinie cyfrowej transformacji działalności gospodarczej. Ich rolą będzie pomoc w zwiększaniu konkurencyjności firm, poprzez ich wsparcie w procesie transformacji cyfrowej, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/mrpit-oglasza-konkurs-ktory-pozoli-wylonic-polskich-kandydatow-na-europejskie-huby-innowacji-cyfrowych-edih> [dostęp: 14.07.2022].

będzie spowolniony przynajmniej do czasu uprzemysłowienia rozwiązań typu wielkoskalowe magazyny energii.

Kolejnym istotnym zagrożeniem jest **brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej umożliwiający utrzymanie pożądanej dynamiki rozwoju ER (T2)**. Obecnie niski poziom dostępnych mocy przyłączeniowych i zwiększająca się ilość odmów przyłączenia źródeł ER do sieci dystrybucyjnej jest tego najlepszym potwierdzeniem. Trzeba pamiętać również, że w obszarze wsparcia środkami pomocowymi dla ER obowiązuje zasada naczyń połączonych, tj. wsparcie rozwoju ER wymaga wsparcia rozwoju sieci dystrybucyjnej. **Bez wsparcia rozwoju sieci dystrybucyjnej nie nastąpi zakładany rozwój ER i nie zostaną wykorzystane w pełni środki pomocowe przewidziane na ten cel (W6)**.

2.1.2 Obszar legislacyjno-regulacyjny

| Mocne strony | Słabe strony |
|--|--|
| <p>S3. Krajowe dokumenty strategiczne zawierające cele związane z rozwojem ER</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Regulacje prawa energetycznego, dotyczące planu zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe, instalacji inteligentnego opomiarowania, budowy centralnego systemu informacji rynku energii oraz magazynowania energii i rozliczeń za jej magazynowanie ○ Regulacje wprowadzające do ustawy OZE prosumenta zbiorowego oraz prosumenta wirtualnego (2024) ○ Przyjęte przez samorzady plany zaopatrzenia w ciepło, energię elektryczną i paliwa gazowe oraz założenia do tych planów, jak również plany gospodarki niskoemisyjnej ○ Polska strategia wodorowa do roku 2030 z perspektywą do 2040 r. i uchwały antysmogowe przyjmowane przez samorzady wojewódzkie | <p>W7. Nie w pełni wdrożone lub brak regulacji prawnych dotyczących energetyki rozproszonej</p> <p>W8. Obowiązujące regulacje prawne nie w pełni odpowiadające na potrzeby lub rodzące wątpliwości interpretacyjne</p> <p>W9. Skomplikowane i długotrwałe procedury administracyjne związane z inwestycjami OZE</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Brak regulacji prawnych ułatwiających pozyskanie zgód administracyjnych i terenowo-prawnych, co skutecznie wydłuża realizację zadań inwestycyjnych OSD związanych z przyłączeniem OZE ○ Niski stopień realizacji wydanych już warunków przyłączenia dla źródeł wytwórczych |
| Szanse | Zagrożenia |
| <p>O3. Konieczność implementacji przepisów UE</p> <p>O4. Ambitna polityka unijna</p> <p>O5. Współpraca pomiędzy polskimi i zagranicznymi organami regulacyjnymi</p> <p>O6. Inicjatywa Prezesa URE i MKiŚ (Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki) mająca na celu bardziej dynamiczny rozwój energetyki rozproszonej</p> | <p>T4. Trudności w kreowaniu regulacji prawnych odpowiadających na potrzeby rynku wynikające m.in. z dynamicznych zmian technologicznych i rynkowych w tym sektorze</p> |

Kluczowym czynnikiem, który w najbliższej przyszłości i w dłuższym horyzoncie czasowym będzie stymulował rozwój energetyki rozproszonej w Polsce, jest **przycięcie na poziomie rządowym i realizacja celów krajowych dokumentów strategicznych, w tym w szczególności PEP 2040 (S3)**. Dokument ten zawiera długoterminową wizję rozwoju polskiej energetyki i wskazuje cele, do których osiągnięcia ustawodawca powinien dążyć, kreując prawo. Następnie, na poziomie ustaw i rozporządzeń, wymagane jest ich projektowanie w oparciu o szacowanie ilościowych skutków tych regulacji. PEP2040 stanowi jasną wizję strategii Polski w zakresie transformacji energetycznej, tworząc oś dla programowania środków unijnych związanych z sektorem energii. Polityka zakłada wzrost udziału zeroemisyjnych źródeł energetycznych we wszystkich sektorach i technologiach. PEP2040 wskazuje na konieczność zwiększenia roli energetyki rozproszonej i obywatelskiej w systemie energetycznym kraju przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego poprzez przejściowe stosowanie technologii energetycznej opartych m.in. na paliwach gazowych. Na poziomie lokalnym PEP2040 przewiduje powstanie także

300 wspólnot energetycznych, w tym klastrów energii wykorzystujących istniejący lokalnie potencjał odnawialnych źródeł energii. Jednocześnie PEP2040 zawiera strategiczne przesądzenia w zakresie doboru technologii służących budowie niskoemisyjnego systemu energetycznego. PEP2040 stanowi wkład w realizację *Porozumienia paryskiego* z uwzględnieniem konieczności przeprowadzenia transformacji w sposób sprawiedliwy i solidarny. PEP2040 jest także kluczowym elementem realizacji **polityki klimatyczno-energetycznej UE (O4)**, której ambicja i dynamika istotnie wzrosły w ostatnim okresie. Polityka uwzględnia skalę wyzwań związanych z dostosowaniem krajowej gospodarki do uwarunkowań regulacyjnych UE związanych z celami klimatyczno-energetycznymi na 2030 r., Europejskim Zielonym Ładem, planem odbudowy gospodarczej po pandemii COVID-19 i dążeniem do osiągnięcia neutralności klimatycznej w II połowie XXI w. Niskoemisyjna transformacja energetyczna przewidziana w PEP2040 inicjować będzie szersze zmiany modernizacyjne całej gospodarki, gwarantując bezpieczeństwo energetyczne przy zapewnieniu sprawiedliwego podziału kosztów i ochrony najbardziej wrażliwych grup społecznych.

Przed energetyką rozproszoną stoi szereg zadań, m.in.: obniżenie emisji, zintensyfikowanie lokalnej współpracy czy też zwiększenie bezpieczeństwa, zarówno na płaszczyźnie lokalnej, jak i krajowej, na co nie ma jeszcze odpowiedzi w postaci regulacji motywujących w wystarczającym stopniu do szerokiej transformacji energetycznej, w tym stymulujących rozwój realnych modeli biznesowych. Brakuje ogólnych i neutralnych technologicznie regulacji, m.in. dla linii bezpośredniej, wystandaryzowanych kontraktów PPA, społeczności energetycznych (w tym klastrów energii) i rynków elastyczności. Na razie tylko część tych regulacji istnieje na gruncie krajowym, a część jest w przygotowaniu. Istniejące regulacje wymagają ewaluacji *ex post* i ewentualnej poprawy w kontekście zidentyfikowania kluczowych funkcji, które mają być realizowane. Dla przykładu istniejące obecnie regulacje dla klastrów energii nie wspierają w wystarczającym stopniu rozwoju ich modeli biznesowych. Innym problemem jest także brak regulacji wspierających rozwiązania bilansowania lokalnego, powodujący wysoki koszt stabilizacji systemu energetycznego zawierającego OZE. Wyzwaniem nie są jednak tylko odpowiednie regulacje, ale także stabilność regulacyjna, mająca istotny wpływ również na obszar ekonomiczno-finansowy.

Jednocześnie **konieczność implementacji przepisów dyrektywy RED II i innych aktów prawnych związanych z energetyką rozproszoną (O3)** daje naturalną szansę urzeczywistnienia niskoemisyjnej transformacji energetycznej przewidzianej w PEP2040. Choć proces ten już się rozpoczął, to **nie wszystkie regulacje prawne dotyczące energetyki rozproszonej w Polsce są w pełni wdrożone (W7), a niektóre obowiązujące przepisy nie odpowiadają na wszystkie potrzeby interesariuszy lub rodzą wątpliwości interpretacyjne (W8)**. W niektórych obszarach rynku brak jest uregulowań, zaś w innych wdrożone regulacje wymagają zmiany.

W kontekście klastrów energii do najbardziej istotnych barier rozwoju zaliczyć należy wątpliwości interpretacyjne w zakresie samej definicji klastra energii oraz podmiotowego i przedmiotowego zakresu działania klastrów energii czy też instrumentów wsparcia, które promowałyby wykorzystanie OZE w ramach autokonsumpcji członków klastra energii, stanowiąc jednocześnie zachęty do ich lokalnego powstawania. Natomiast w zakresie spółdzielni energetycznych należy wskazać na wątpliwości co do konieczności uzyskania koncesji na obrót energią elektryczną.

W zakresie procedur administracyjnych jednym z najistotniejszych elementów, obok jasności i przewidywalności rozstrzygnięć administracyjnych, **jest długotrwałość procedur administracyjnych (W9)**, która może w skrajnych przypadkach skutkować nawet wycofaniem decyzji o realizacji projektu.

Z drugiej strony zmiany legislacyjne oraz prowadzone prace modernizacyjne umożliwiają wykorzystanie „renty późnego startu” nie tylko w ujęciu technologicznym, ale również w obszarze regulacyjnym,

tj. z możliwości zastosowania w legislacji, wdrażającej prawo UE w Polsce, dobrych praktyk dotyczących rozwiązań sprawdzonych m.in. w innych krajach członkowskich Unii Europejskiej (O5).

Jednocześnie, ze względu na dynamiczne zmiany technologiczne w sektorze energetyki odnawialnej i na rynku energetyki rozproszonej, należy założyć wystąpienie potencjalnych trudności w określeniu optymalnego otoczenia regulacyjnego (T4).

Istotną kwestią w kontekście harmonijnego rozwoju ER jest również zmiana modelu regulacyjnego OSD oraz wdrożenie rozwiązań legislacyjnych wspierających modernizację i rozwój sieci dystrybucyjnych. Ważnym krokiem w tym kierunku jest inicjatywa Prezesa URE i MKiŚ (Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki) mająca na celu przyspieszenie rozwoju sieci dystrybucyjnych (O6).

2.1.3 Obszar społeczno-kulturowy

| Mocne strony | Słabe strony |
|--|--|
| <p>S4. <u>Wzrost akceptacji społecznej dla rozwoju ER</u></p> <p>S5. <u>Zaangażowanie liderów i entuzjastów w lokalne inicjatywy</u></p> <p>S6. <u>Doświadczenia praktyczne działających klastrów energii, pierwszych spółdzielni energetycznych oraz grupy prosumentów i ich otoczenia</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Istniejące sieci współpracy i pozytywne doświadczenia ze współpracy między środowiskiem naukowym, biznesem i administracją publiczną w zakresie ER o Instytucjonalizacja i profesjonalizacja środowisk związanych z ER, stwarzanie się, budowanie bazy wiedzy (czasopisma branżowe, publikacje), wymiana doświadczeń, kształcenie kadr | <p>W10. <u>Brak powszechnej wiedzy i edukacji w zakresie gospodarowania energią i nowoczesnych rozwiązań</u></p> <p>W11. <u>Ograniczony lokalny kapitał organizacyjny</u></p> <p>W12. <u>Nieznajomość dobrych praktyk inżynierskich i praktycznych korzyści</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Niewystarczające wsparcie pozafinansowe dla lokalnych inicjatyw związanych z ER o Ograniczona liczba specjalistów w zakresie ER o Słabo rozwinięte mechanizmy dialogu społecznego, negocjacji i skutecznej komunikacji |
| Szanse | Zagrożenia |
| <p>O7. <u>Rosnący poziom akceptacji i zainteresowania ochroną środowiska</u></p> <p>O8. <u>Wysoki poziom zaufania do władz samorządowych</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Wzrastające przekonanie o konieczności zapobiegania negatywnym skutkom zmian klimatycznych i gotowość do produkcji energii odnawialnej w coraz większej liczbie grup, organizacji i osób prywatnych o Chęć poprawy jakości powietrza i obawa przed utratą statusu uzdrowiska przez miejscowości uzdrowskowe o Możliwości, jakie dla lokalnych rynków pracy stwarza rozwój ER (generowanie nowych lokalnych miejsc pracy dla osób tracących zatrudnienie w sektorze węglowym, tworzenie dodatkowych usług) o Nowy trend społeczny – własna produkcja energii z OZE i dążenie do niezależności energetycznej | <p>T5. <u>Potencjalna rozbieżność pomiędzy deklaracyjnym a faktycznym zaangażowaniem w działania</u></p> <p>T6. <u>Słabo rozwinięty kapitał społeczny, ograniczone zaufanie społeczne, w tym do części instytucji</u></p> <p>T7. <u>Opór grup interesów, które mogą być niechętnie nastawione do rozwoju ER</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Obawy związane z niekorzystnymi ekonomicznymi skutkami transformacji o Obawy dotyczące zajmowania terenów przez instalacje OZE i dekompozycji krajobrazu o Wzrastające zniechęcenie związane z brakiem regulacji prawnych stymulujących dalszy rozwój wspólnot energetycznych, w tym klastrów energii o Niska gotowość społeczeństwa do solidarnego podejmowania decyzji i współpracy na rzecz inicjatyw lokalnych, dominacja strategii indywidualistycznych o Niskie zaufanie do długofalowej stabilności strategii rozwoju ER w Polsce, ze względu na brak oczekiwanych regulacji i działań strategicznych o Funkcjonujące w opinii społecznej niekorzystne stereotypy wynikające z niewystarczającej wiedzy w zakresie technologii energetyki rozproszonej oraz mechanizmów ekonomicznych o Tradycyjne przywiązanie do energetyki opartej na węglu wynikające z przyzwyczajeń |

Niewątpliwie w ostatnim okresie wzrosła akceptacja społeczna dla rozwoju ER i dostrzeganie korzyści ekonomicznych z inwestowania w OZE (m.in. dzięki programom wsparcia, w tym programowi

„Mój Prąd” (S4). Dzięki tym programom odnawialne źródła energii stały się bliższe społeczeństwu, wzrosła wiedza na ich temat, zmniejszył się poziom obaw. **Entuzjaści odnawialnych źródeł energii często udzielają się w społecznościach lokalnych, tworząc klastry energii lub inne wspólnoty energetyczne (S5)**. **Doświadczenie działających klastrów i ich liderów jest kapitałem, z którego można korzystać w dalszym rozwoju ER (S6)**. Istotnym zasobem kapitału społecznego są też sieci współpracy pomiędzy administracją publiczną, biznesem i środowiskami naukowymi, które powstawały lub zacieśniały współpracę w trakcie realizacji różnych przedsięwzięć czy projektów. Możliwości rozwoju ER zwiększa też widoczna integracja podmiotów działających w tym obszarze, powstawanie ich reprezentacji (np. KIKEiOZE) oraz profesjonalizacja sektora przejawiająca się w powstawaniu bazy wiedzy (badania i analizy, specjalistyczne portale i czasopisma, kształcenie specjalistów). Szansę dla rozwoju ER stanowi wyraźny **wzrost świadomości ekologicznej Polaków i dostrzeganie oddziaływania energetyki na środowisko i zdrowie⁷ (O7)**. Sprzyjająca jest też moda na korzystanie z zielonej energii. Wzrasta zainteresowanie konsumentów ekologią, co wymusza dostosowanie po stronie przedsiębiorstw (konieczność „bycia ekologiczną firmą”), chęć współpracy inwestorów z ekologicznymi firmami. Szansą dla rozwoju ER jest także **wysoki poziom zaufania Polaków do władz samorządowych (lokalnych i regionalnych), co stanowi dobrą podstawę dla inicjowania działań związanych z OZE na poziomie lokalnym (O8)**. Akceptację społeczności lokalnych dla ER może też wzmacniać powstawanie nowych, wysokiej jakości miejsc pracy związanych z ER, które stwarzają możliwości zatrudnienia dla pracowników przesuwanych z obszarów energetyki węglowej. Szanse znalezienia pracy przez pracowników przechodzących z sektora węglowego do sektora szeroko pojętej energetyki rozproszonej mogą mieć kluczowe znaczenie dla społecznej akceptacji zmian związanych z transformacją energetyczną⁸.

Czynnikiem warunkującym sukces transformacji energetycznej jest akceptacja społeczna budowana na wiedzy i przekonaniu o uzyskiwanych korzyściach – głównie ekonomicznych, lecz nie tylko. Rozwój rynku ER jest utrudniony przez **brak wiedzy i edukacji w zakresie gospodarowania energią i nowoczesnych rozwiązań technicznych stosowanych w energetyce rozproszonej (W10)**. Dotyczy to zarówno decydentów na różnych szczeblach, jak i klientów, ale również specjalistów branżowych. Wynika to z niedostatecznego akcentowania tej tematyki w programach szkolnych na wielu poziomach – od podstawowego, niezbędnego dla pozyskania szerokiej akceptacji dla tej formy zaspakajania potrzeb energetycznych, po wysokospecjalistyczny, ekspercki, gwarantujący poprawność techniczną i ekonomiczną podejmowanych decyzji. Wynika to także ze **zbyt małej liczby działań edukacyjnych, informacyjnych i promocyjnych, w tym promocji dobrych praktyk inżynierskich i praktycznych przykładów korzyści technicznych oraz ekonomicznych (W12)**. Odpowiednia promocja projektów z zakresu ER może spopularyzować wiedzę o skuteczności stosowanych rozwiązań i sprzyjać ich upowszechnieniu. Może również zmniejszyć występujące obawy o wpływ nowych technologii, np. na niezawodność zasilania, skuteczność kształtowania konsumpcji energii oraz praktyczne skutki otwarcia systemu elektroenergetycznego na nowe podmioty itp. Brak wiedzy wzmacnia m.in. złe nawyki w gospodarowaniu energią w domach jednorodzinnych oraz opory przed inwestowaniem w OZE. Braki w szkoleniach branżowych wpływają na deficyt wysokiej i średniej klasy specjalistów z zakresu projektowania, finansowania, budowy, obsługi i utrzymania projektów związanych z energią odnawialną. Niezależnie od tego, w samorządach lokalnych brakuje umiejętności pozyskiwania potrzebnych kompetencji z zewnątrz. **Władze lokalne nie**

⁷ Świadomość ekologiczna Polaków, https://www.cbos.pl/SPISKOM.POL/2020/K_163_20.PDF [dostęp: 14.07.2022].

⁸ Ehrenhalt W. (2019), Założenia do strategii rozwoju energetyki w Polsce, ZPP, RDS, <https://zpp.net.pl/wp-content/uploads/2019/04/Za%C5%82o%C5%BCenia-do-strategii-rozwoju-energetyki-w-Polsce-wersja-elektroniczna.pdf> [dostęp: 13.07.2022].

zawsze dysponują zasobami specjalistycznej wiedzy, kadr i środków niezbędnych do wspierania rozwoju ER i zarządzania tym rozwojem (W11).

Rozwój ER, w szczególności w jej wymiarze wspólnotowym (wspólnoty energetyczne, klastry energii, spółdzielnie energetyczne), jest utrudniony przez **niski poziom rozwoju kapitału społecznego (T6)**, przejawiający się w ograniczonym zaufaniu społecznym (w tym do części instytucji publicznych), słabo rozwiniętej umiejętności współpracy społeczności lokalnych, niewielkiej skłonności do zrzeszania się, braku tradycji działalności o charakterze spółdzielczym (z wyjątkiem niektórych branż). Wpływa to na niski poziom zaangażowania społeczności lokalnych w działania wspólnotowe (w tym w lokalne inicjatywy energetyczne). Powstające gdzieś inicjatywy lokalne są w konsekwencji nieliczne, bazujące na zaangażowaniu pojedynczych entuzjastów i bez wystarczającego wsparcia tracą dynamikę rozwoju, przechodząc w okres stagnacji.

Wśród społecznych zagrożeń dla rozwoju ER należy też wskazać **rozbieżności pomiędzy deklaracyjnym poparciem działań proekologicznych i faktycznym zaangażowaniem w takie działania oraz akceptacją ich kosztów (T5)**. Często bowiem osoby akcentujące swą troskę o środowisko nie włączają się w żadne konkretne inicjatywy, dopóki one bezpośrednio tych osób nie dotyczą – tzw. efekt NIMBY (ang. *not in my backyard*). Ogólnej akceptacji dla kierunku realizowanej polityki energetycznej i klimatycznej towarzyszą także silne obawy związane z kosztami transformacji, nieciągłością dostaw energii, dominacją zagranicznych interesów⁹. Utrudnieniem dla rozwoju ER może być też **opór ze strony środowisk i sektorów związanych z tradycyjną energetyką opartą na węglu (T7)**. Obawy przed utratą pozycji rynkowej i dotychczasowych źródeł dochodów mogą prowadzić do występowania protestów społecznych czy działalności lobbingowej spowalniającej zmiany. W tym kontekście szczególnego znaczenia nabierają kompetencje niezbędne do prowadzenia dialogu społecznego i gotowość do jego prowadzenia.

2.1.4 Obszar techniczno-technologiczny

| Mocne strony | Słabe strony |
|---|---|
| <p>S7. <u>Dobrze rozwinięta i ciągle rozwijająca się branża ICT, w tym dobrze wykształcona kadra w sektorze ICT</u></p> <p>S8. <u>Krajowy potencjał produkcyjny w zakresie niektórych technologii wytwarzania energii (np. kolektory słoneczne, pompy ciepła) oraz infrastruktury pomiarowej</u></p> <p>S9. <u>Zbudowane w ostatnich latach i nie w pełni wykorzystane zaplecze badawczo-rozwojowe (laboratoria uczelni i instytutów badawczych)</u></p> <ul style="list-style-type: none"> o Wysoki poziom merytoryczny krajowych ekspertów w obszarze elektroniki i energoelektroniki oraz możliwości wytwórcze polskich producentów układów energoelektronicznych o Uruchomiony przez OSD na terenie całego kraju proces masowej instalacji liczników inteligentnych u odbiorców oraz w stacjach SN/nN – istotny wzrost poziomu obserwowalności sieci o Opublikowanie Karty Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki | <p>W13. <u>Infrastruktura energetyczna (w szczególności sieci dystrybucyjnych) zaawansowana wiekowo i z niskim poziomem dostępnych mocy przyłączeniowych wymagająca znacznych nakładów na rozwój i modernizację</u></p> <p>W14. <u>Niewystarczający poziom obserwowalności sieci elektroenergetycznych, tzn. monitorowania ich stanu, szczególnie „w głębi sieci” i na niższych poziomach napięć</u></p> <p>W15. <u>Brak możliwości bilansowania energii w czasie prawie rzeczywistym, stosowane czasy agregacji danych oraz czas ich udostępniania nie spełniają obecnych oczekiwań</u></p> <p>W16. <u>Niewystarczający poziom sterowalności sieci, niski poziom wykorzystania rozwiązań platformy technologicznej <i>smart grid</i> zwiększających elastyczność sieci, w tym układów zwiększających możliwość przyłączenia nowych źródeł i poprawiających jakość dostawy energii: brak silnej motywacji do ich wdrażania wobec braku rynku usług energetycznych</u></p> |

⁹ IBRIS (2020), Raport IBRIS – Zielony potencjał społeczny. Polska i Europa Środkowo-Wschodnia, <https://ibris.pl/2020/07/raport-ibris-zielony-potencjal-spoeczny-polska-i-europa-srodkowo-wschodnia/> [dostęp: 13.07.2022].

Worek B. i inni (2021), Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce - kluczowe czynniki i wyzwania, https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/magazine_attachments/ER_5-6_10_Worek_et_al.pdf [dostęp: 13.07.2022].

| Szanse | Zagrożenia |
|---|---|
| <p>09. <u>Wykorzystanie „renty późnego startu”, w tym w oparciu o m.in.:</u></p> <p>a. <u>przykłady dobrych praktyk inżynierskich i praktyczne przykłady korzyści technicznych oraz ekonomicznych (pilotaże technologiczne)</u></p> <p>b. <u>budowanie wiedzy technicznej w obszarze RZE na różnych poziomach edukacji</u></p> <p>c. <u>uruchomienie Programu Cyfrowa Europa i dużych programów modernizacji sieci energetycznych</u></p> <p>010. <u>Rozwój różnych form elastyczności sieci po stronie odbiorców elastyczności oraz podmiotów oferujących usługi elastyczności</u></p> | <ul style="list-style-type: none"> ○ Dominująca struktura wytwarzania, przesyłu i rozdziału energii elektrycznej oparta na dużych źródłach energii i scentralizowanym zarządzaniu, silny sektor korporacyjnej energetyki ○ Brak uproszczonych procedur wydawania warunków technicznych przyłączenia RZE ○ Niedostateczna podaż rozwiązań i słabość krajowego rynku producentów sprzętu i oprogramowania; brak powszechnie dostępnych aplikacji informatycznych do zarządzania przepływami energii i efektywnym jej wykorzystaniem ○ Niski poziom efektywności wykorzystania energii, brak mechanizmów cenowych i niewystarczająca oferta przystępnych cenowo narzędzi technicznych zwiększających efektywne użytkowanie energii na poziomie odbiorców komunalnych (automatyka „budynkowa”) ○ Silne uzależnienie wielkości i rozkładu dobowego produkcji energii od czynników zewnętrznych (atmosferycznych) dla większości technologii OZE i wąski zakres możliwości regulacyjnych <p>T8. <u>Wolne tempo modernizacji i cyfryzacji sektora energetycznego</u></p> <p>T9. <u>Brak skutecznego nadzoru nad jakością instalowanych źródeł i wykonywanych prac instalacyjnych</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Uzależnienie rozwoju ER od zagranicznych dostawców technologii, trudności z łańcuchem dostaw ○ Wolne tempo rozwoju i zastosowania różnych technologii magazynowania energii OZE ○ Spowolnienie tempa instalacji liczników zdalnego odczytu ○ Wolne tempo wprowadzania regulacji prawnych dla usług elastyczności na poziomie europejskim i krajowym |

Szybki rozwój rozproszonych źródeł energii wymusza zmiany technologiczne, szczególnie w zakresie narzędzi ICT do ich opomiarowania, monitorowania i zarządzania przepływami energii. **Polska branża ICT posiada duży potencjał rozwoju i dobrze wykształcone kadry (S7)**. Mimo to na rynku można zauważyć niedostateczną podaż narzędzi informatycznych dla energetyki. 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 oraz komunikacji z systemami informatycznymi operatorów energetycznych i instytucji współpracujących. Oferowane systemy są w wielu przypadkach aplikacjami firmowymi, zamkniętymi, niekompatybilnymi z produktami innych dostawców i systemami nadrzędnymi. Dzieje się tak, mimo że polski sektor ICT, a także branża wytwórców sprzętu elektronicznego i energoelektronicznego, są w stanie wytwarzać innowacyjne rozwiązania na poziomie europejskim. Ten kapitał, właściwie wykorzystany, 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 (S8)**. Zagrożenie, jakim może być spowolnienie **tempa modernizacji i cyfryzacji sektora energetycznego (T8)** stwarza równocześnie szansę na **wykorzystanie „renty późnego startu” i wdrażanie od razu wiodących rozwiązań technicznych z pozycją lidera korzystającego na wymianie technologii (O9)**.

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 (S9)**. Powinna być ona w większym stopniu niż dotychczas włączana do aktywnego wsparcia transformacji energetycznej (np. poprzez udział w procesach certyfikacyjnych urzędów 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. NCBI R.

Za barierę utrudniającą rozwój ER należy uznać zaawansowany **wiek infrastruktury energetycznej, w szczególności sieci dystrybucyjnych, oraz niski poziom dostępnych w tych sieciach mocy przyłączeniowych (W13)**. 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.

Osiągnięcie wysokiego udziału RZE (w tym w szczególności OZE) w całkowitym bilansie generacji wymaga 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 grid¹⁰ (W16)**, w szczególności interfejsów energoelektronicznych RZE (lecz nie tylko), posiadających szereg funkcji użytkowych korzystnych dla OSD np. transformatory OLTC, platforma FACTS (DVR, STATCOM, filtry aktywne, SVC, energoelektroniczne transformatory itp.), sieci prądu stałego, technika dynamicznej obciążalności linii, technologia synchronofazorów itp. Ich zastosowanie w krajowych sieciach elektroenergetycznych jest obecnie zbyt małe. Brak także silnej motywacji do ich wdrażania wobec braku rynku usług energetycznych. **Silna pozycja polskiego przemysłu elektro- i energoelektronicznego, w połączeniu z dobrze wykształconą kadrą oraz wysokim poziomem edukacji uniwersyteckiej, dają solidne podstawy do ich rozwoju w kraju (S9)**.

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, bezpiecznym dostarczaniu do odbiorców końcowych energii o odpowiedniej jakości. Margines na innowacyjne formy współpracy z partnerami zewnętrznymi jest ograniczony i ściśle regulowany prawnie.

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. To istotny argument na rzecz rozwoju wszelkich form magazynowania energii i stosowania hybrydowych odnawialnych źródeł energii. To także argument na rzecz wdrażania w coraz większym stopniu różnych form elastyczności systemu elektroenergetycznego widzianej zarówno z perspektywy odbiorców elastyczności (operatorów sieciowych), jak i podmiotów oferujących usługi elastyczności. **Ci ostatni występują w różnych obszarach, m.in. wytwarzania (RZE, w tym OZE), odbiorców energii (zachowania konsumpcyjne na poziomie indywidualnym i grupowym, w tym znaczący odbiorcy przemysłowi), nowych technologii (magazyny energii, transport elektryczny, technologie power-to-grid) oraz inicjatyw rynkowo-społecznych (agregatorzy i społeczności energetyczne) (O10)**. To szansa dla krajowych firm na rozwój rynku nowych zaawansowanych produktów i usług. Równocześnie wolne tempo wprowadzania przepisów regulujących rynek usług elastyczności będzie

¹⁰ Terminy: „sieci typu smart” i „sieci inteligentne” stosowane są wymiennie.

miało negatywny wpływ na powszechność stosowania wielu rozwiązań technicznych, np. magazynów energii czy systemów automatyki budynkowej.

Wolne tempo rozwoju i wdrażania różnych technologii (także związanych z gospodarką wodorową) magazynowania energii (o), które są podstawą zwiększenia elastyczności sieci i optymalnego wykorzystania jej zasobów z pewnością spowodują wzrost mocy i liczby OZE. Dotyczy to magazynów instalowanych zarówno po stronie operatorów sieciowych (o typowych mocach i energii w MW i MWh), jak i rozproszonych (kW i kWh), które wkrótce powinny pojawić się w instalacjach prosumenckich. Zagrożeniem w tym obszarze jest także brak możliwości wykorzystania baterii pojazdów elektrycznych jako rozproszonych magazynów w technologii V2G. Zarazem można przewidywać, że kiedy szeroko rozumiane magazynowanie energii uzyska odpowiedni poziom dojrzałości technologicznej i komercyjnej, oblicze całej energetyki zmieni się w stopniu trudnym do wyobrażenia. Wiele z rozważanych tu problemów techniczno-technologicznych przestanie mieć wówczas znaczenie.

W polskich warunkach słabością jest również niewystarczający poziom obserwowalności sieci elektroenergetycznych, tzn. monitorowanie ich stanu, szczególnie „w głębi sieci” i na niższych poziomach napięć (W14). W ramach prowadzenia ruchu sieci operatorzy pozyskują dane pomiarowe z układów sterowania stacjami WN/SN lub z niektórych urządzeń znajdujących się w głębi sieci SN. Sieć nN jest słabo opomiarowana. Dane są dostępne w systemach SCADA OSD. Ich charakter oraz źródła są różne oraz ściśle związane ze zbiorem podstawowych funkcjonalności narzędzi informatycznych oraz elementów wykonawczych stosowanych do zarządzania przepływami energii. Nie służą one do rozliczeń, lecz do monitorowania stanu i prowadzenia ruchu sieci. Wraz ze wzrostem liczby rozproszonych zasobów energetycznych oraz urządzeń przynależnych do platformy technologicznej *smart grid* będzie znacząco rosła liczba i rodzaj danych, skróceniu ulegnie wymagany okres ich agregacji oraz czas dostępu, w granicznym przypadku dane będą musiały być dostępne w czasie prawie rzeczywistym. Spełnienie tych oczekiwań, w dużym stopniu w sieciach nN, to czynnik warunkujący rozwój sieci typu *smart* i upowszechnienie ER.

Osobnym zagadnieniem są układy pomiarowe służące do rozliczeń. W Polsce rozpoczyna się **proces masowej instalacji liczników zdalnego odczytu (AMI) oparty o agregację w czasie 15 min (o)**. Jego ewentualne spowolnienie stanowi istotne zagrożenie dla rozwoju energetyki rozproszonej (o). Równie istotny jest bezwzględny dostęp do danych, najlepiej z liczników wykorzystujących różne technologie komunikacyjne. To warunek rozwoju usług świadczonych przez nowych graczy na rynku energii (w tym klastry energii i spółdzielnie energetyczne) oraz wzrostu elastyczności sieci. W wielu przypadkach potrzebne będą dane agregowane w krótszych okresach (np. sekund) w celu kształtowania pożądanych profili przepływów energii i sterowania (np. dostęp do danych poprzez interfejs HAN). Stosowane obecnie czasy agregacji danych oraz czas ich udostępniania przez operatorów sieciowych (raz na dobe) są dalekie od satysfakcjonujących. Wymaga to zmiany (W15).

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, np. zmiana prędkości wiatru lub poziomu nasłonecznienia może powodować duży wzrost/redukcję generowanej energii, tym samym utrudnia lokalne bilansowanie. Wymaga to opracowania nowych strategii sterowania zasobami energetycznymi, także we współpracy OSD i OSP. 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 wspomnianych już 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.

Rozwój ER – wraz z nieliniowymi, niesymetrycznymi i niespokojnymi odbiornikami – stwarza realne zagrożenie dla jakości dostawy energii elektrycznej. Jej degradacja jest już obecnie, a będzie w jeszcze w większym stopniu w przyszłości, jednym z głównych ograniczeń w upowszechnianiu tej formy energetyki. Rosnąca liczba jednostek ER wpływa negatywnie na sieć zasilającą, zwiększając zakres wolnych i szybkich zmian napięcia, wahań napięcia, asymetrii, odkształcenia i przepięć. Interfejsy energoelektroniczne ER, wprowadzając do sieci składowe łączeniowe prądu (9-150 kHz) oraz zmieniając charakterystyki częstotliwościowe impedancji sieci, mogą także wpływać negatywnie na pracę układów rozliczeniowych, sygnalizacyjnych i sterowania wykorzystujących sieć jako medium transmisji. Potrzebny jest szybki wzrost liczby RZE „przyjaznych” dla sieci zasilającej („inteligentne” interfejsy energoelektroniczne) i stosowanie w polskich sieciach urządzeń poprawiających warunki dostawy energii, tym samym zwiększających zdolności przyłączeniowe sieci dla nowych RZE. Możliwość zaspokojenia tych potrzeb to mocna strona i szansa na komercyjny sukces krajowych producentów.

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 bardzo istotnie wpływa na pracę sieci dystrybucyjnej. W związku z tym pożądane jest obejmowanie kontrolą techniczną procedury przyłączania mikroinstalacji w trybie „na zgłoszenie” dla coraz mniejszych mocy (także źródeł jednofazowych). Uwzględniając bardzo dużą liczbę wniosków i zgłoszeń mikroinstalacji, celowe jest stałe usprawnianie procedury ich technicznego przyłączania. W wielu krajach operatorzy określają maksymalną całkowitą moc, która może być wprowadzona do sieci nN w procentach, np. mocy znamionowej transformatora SN/nN, maksymalnej obciążalności linii, maksymalnego obciążenia transformatora SN/nN, mocy zwarciowej, zmiany napięcia w ekstremalnych warunkach poboru i generacji energii itp. Przekroczenie tego poziomu „zamyka” możliwości przyłączania RZE w rozważanej sieci nN. Są też kraje, w których złożoność procedury przyłączenia źródła uzależniona jest od ilorazu jego mocy znamionowej, np. do mocy zwarciowej w punkcie przyłączenia, maksymalnego obciążenia itp. Warto, korzystając z posiadanej przez operatorów wiedzy i doświadczenia, sięgnąć po te sposoby.

Wyraźnie widać, patrząc na procesy występujące w świecie i w Europie, że najważniejszym elementem przyszłej energetyki będą samoorganizujące się, ograniczone terytorialnie, oparte o fizycznie spójną infrastrukturę sieciową, samobilansujące się mini- oraz mikrosieci ze źródłami rozproszonymi o dużej autonomii i zdolnościach samoregulacyjnych, mogące pracować zarówno w połączeniu z siecią zasilającą, jak i autonomicznie (mikrosystemy elektroenergetyczne). Takim strukturom (mikrosystemom elektroenergetycznym) postuluje się nadać nazwę „sieciowych klastrów energii” w odróżnieniu od mniej korzystnych ze względów technicznych „wirtualnych klastrów energii” rozumianych jako porozumienie wytwórców i odbiorców energii funkcjonujących w sieci OSD, lecz niespełniających kryteriów mikrosystemu elektroenergetycznego.

Rozwój lokalnej samowystarczalności energetycznej jest realizowany poprzez wzrost liczby i mocy ER, ale równie ważne jest efektywne wykorzystanie energii prowadzące do zmniejszenia jej konsumpcji oraz zarządzania profilami jej poboru. Nadal istnieje duży potencjał poprawy istniejącego stanu. 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.

Obserwowany 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 oraz brak jasnych i prostych procedur mających na celu kontrolę jakościową zainstalowanych źródeł wytwórczych)

(T9). Brak także procedur mających na celu kontrolę jakościową zainstalowanego mikroźródła, szczególnie w przypadku instalacji fotowoltaicznych. 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)¹¹. W nieodległej przyszłości może to zagrazać bezpieczeństwu eksploatacji mikroźródeł, zwiększać ryzyko wybuchu pożaru w budynkach oraz wpływać negatywnie na sieć dystrybucji energii elektrycznej.

Rozwój energetyki rozproszonej i klastrów energii wymaga upowszechniania wiedzy i budowy systemu edukacji na wszystkich poziomach (O9)

– 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 (O9).

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.

¹¹ Hanzelka Z.: Rozproszone źródła energii – perspektywa operatora sieci elektroenergetycznej, ENERGETYKA, styczeń 2021.
Hanzelka Z.: Technologie wspierające rozwój rozproszonych źródeł energii, ENERGETYKA, październik 2021.

3 Cele i działania Strategii

Przeprowadzona analiza SWOT wykazuje przewagę słabych stron nad mocnymi.

| Mocne strony | Słabe strony |
|---|---|
| S1 Istniejące mechanizmy finansowe wsparcia ER | W1 Niepewność inwestorów spowodowana brakiem stabilności regulacyjnej |
| S2 Funkcjonujące na rynku klastry energii i inne SE | W2 Niewystarczające regulacje prawne przeciwdziałające negatywnym skutkom naturalnego monopolu operatorów sieci energetycznych |
| S3 Krajowe dokumenty strategiczne zawierające cele związane z rozwojem ER | W3 Niska dostępność atrakcyjnych ekonomicznie lokalizacji ER ze względu na ograniczony poziom mocy przyłączeniowych w systemie |
| S4 Wzrost akceptacji społecznej dla rozwoju ER | W4 Wysoki koszt stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE |
| S5 Zaangażowanie liderów i entuzjastów w lokalne inicjatywy | W5 Brak zdefiniowanej roli technicznej, społecznej, ekonomicznej dla społeczności energetycznych – brak wykorzystania tego typu podmiotów na rzecz np. stabilizacji parametrów technicznych sieci dystrybucyjnych, czy też bilansowania KSE |
| S6 Doświadczenia praktyczne działających klastrów energii, pierwszych spółdzielni energetycznych oraz grupy prosumentów i ich otoczenia | W6 Niewystarczający poziom finansowania dla działań inwestycyjnych na budowę nowych odcinków sieci i modernizację istniejącej sieci dystrybucyjnej |
| S7 Dobrze rozwinięta i ciągle rozwijająca się branża ICT, w tym dobrze wykształcona kadra w sektorze ICT | W7 Nie w pełni wdrożone lub brak regulacji prawnych dotyczących energetyki rozproszonej |
| S8 Krajowy potencjał produkcyjny w zakresie niektórych technologii wytwarzania energii (np. kolektory słoneczne, pompy ciepła) oraz infrastruktury pomiarowej | W8 Obowiązujące regulacje prawne nie w pełni odpowiadające na potrzeby lub rodzące wątpliwości interpretacyjne |
| S9 Zbudowane w ostatnich latach i nie w pełni wykorzystane zaplecze badawczo-rozwojowe (laboratoria uczelni i instytutów badawczych) | W9 Skomplikowane i długotrwałe procedury administracyjne związane z inwestycjami OZE |
| | W10 Brak powszechnej wiedzy i edukacji w zakresie gospodarowania energią i nowoczesnych rozwiązań |
| | W11 Ograniczony lokalny kapitał organizacyjny |
| | W12 Nieznajomość dobrych praktyk inżynierskich i praktycznych korzyści |
| | W13 Infrastruktura energetyczna (w szczególności sieci dystrybucyjnych) zaawansowana wiekowo i z niskim poziomem dostępnych mocy przyłączeniowych wymagająca znacznych nakładów na rozwój i modernizację |
| | W14 Niewystarczający poziom obserwowalności sieci elektroenergetycznych, tzn. monitorowania ich stanu, szczególnie „w głębi sieci” i na niższych poziomach napięć |
| | W15 Brak możliwości bilansowania energii w czasie prawie rzeczywistym, stosowane czasy agregacji danych oraz czas ich udostępniania nie spełniają obecnych oczekiwań |
| | W16 Niewystarczający poziom sterowalności sieci, niski poziom wykorzystania rozwiązań platformy technologicznej <i>smart grid</i> zwiększających elastyczność sieci, w tym układów zwiększających możliwość przyłączenia nowych źródeł i poprawiających jakość dostawy energii; brak silnej motywacji do ich wdrażania wobec braku rynku usług energetycznych |

Jednocześnie korzystne otoczenie energetyki rozproszonej (duży potencjał szans w stosunku do zagrożeń) stwarza przyjazne uwarunkowanie zewnętrzne rozwoju ER.

| Szanse | Zagrożenia |
|---|---|
| O1 Dostępność potencjalnie dużych środków pomocowych | T1 Nieprzewidywalne wahania na rynku surowców oraz uprawnień CO2 |
| O2 Rosnące ceny energii jako zachęta do szukania alternatywy w ER | T2 Brak środków na rozwój infrastruktury sieciowej umożliwiający utrzymanie pożądanej dynamiki rozwoju OZE |
| O3 Konieczność implementacji przepisów UE | T3 Brak zharmonizowania kierunków wsparcia – środki pomocowe skierowane nieadekwatnie do potrzeb zarówno ER jak i sieci dystrybucyjnych |
| O4 Ambitna polityka unijna | T4 Trudności w kreowaniu regulacji prawnych odpowiadających na potrzeby rynku wynikające m.in. z dynamicznych zmian technologicznych i rynkowych w tym sektorze |
| O5 Współpraca pomiędzy polskimi i zagranicznymi organami regulacyjnymi | T5 Potencjalna rozbieżność pomiędzy deklaratywnym a faktycznym zaangażowaniem w działania |
| O6 Inicjatywa Prezesa URE i MKiŚ (Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki) mająca na celu bardziej dynamiczny rozwój energetyki rozproszonej | T6 Słabo rozwinięty kapitał społeczny, ograniczone zaufanie społeczne, w tym do części instytucji |
| O7 Rosnący poziom akceptacji i zainteresowania ochroną środowiska | T7 Opór grup interesów, które mogą być niechętnie nastawione do rozwoju ER |
| O8 Wysoki poziom zaufania do władz samorządowych | T8 Wolne tempo modernizacji i cyfryzacji sektora energetycznego |
| O9 Wykorzystanie „renty późnego startu”, w tym w oparciu o m.in.: a. przykłady dobrych praktyk inżynierskich i praktyczne przykłady korzyści technicznych oraz ekonomicznych (pilotaże technologiczne), przykłady dobrych praktyk inżynierskich i praktyczne przykłady korzyści technicznych oraz ekonomicznych (pilotaże technologiczne) b. budowanie wiedzy technicznej w obszarze RZE na różnych poziomach edukacji c. uruchomienie Programu Cyfrowa Europa i dużych programów modernizacji sieci energetycznej | T9 Brak skutecznego nadzoru nad jakością instalowanych źródeł i wykonywanych prac instalacyjnych |

3.1 Cele Strategii

Biorąc pod uwagę otoczenie energetyki rozproszonej *Strategia* powinna realizować następujące cele:

- 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.***

3.2 Działania Strategii

Działania powinny być realizowane w trzech głównych obszarach – odpowiadających poszczególnym celom *Strategii*, co przedstawiono w poniższych zestawieniach tabelarycznych. Poszczególne działania sklasyfikowano pod względem oczekiwanej perspektywy wdrożenia poszczególnych rozwiązań biorąc

pod uwagę horyzont krótkoterminowy (2025), średnioterminowy (2030) i długoterminowy (2040). Po-
dejście to uwzględnia zarówno wagę, jak i złożoność poszczególnych działań.

3.2.1 Rozwój otoczenia regulacyjnego przyjaznego dla energetyki rozproszonej

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|--|---|------------------|
| 1. Opracowanie regulacji dla ER wspierających realizację uzasadnionych ekonomicznie modeli biznesowych | 1.1. Implementacja podmiotów zawartych w dyrektywach RED II oraz IEMD na bazie dedykowanych modeli biznesowych: <ul style="list-style-type: none"> Obywatelskie społeczności energetyczne, Spoleczności OZE, Aktywny grupowy odbiorca (dopuszczenie małych agregatorów do bezpośredniego udziału w rynkach energii/elastyczności); | Krótkoterminowa |
| | 1.2. Wdrożenie przepisów ułatwiających realizację linii bezpośredniej; | Krótkoterminowa |
| | 1.3. Wdrożenie przepisów ułatwiających realizację umów PPA; | Krótkoterminowa |
| | 1.4. Wprowadzenie standardowych warunków przesyłania energii pomiędzy wytwórcą a odbiorcą końcowym, by uniknąć konieczności indywidualnego negocjowania warunków pomiędzy czterema podmiotami – wytwórcą, odbiorcą oraz podmiotami odpowiedzialnymi za bilansowanie dla wytwórcy i odbiorcy; | Średnioterminowa |
| | 1.5. Stworzenie mechanizmu zachęcającego odbiorców (w tym m.in. prosumen-tów) do wyposażania swoich instalacji w narzędzia zarządzania krzywą po-pytu; | Krótkoterminowa |
| | 1.6. Wprowadzenie mechanizmów gwarancyjnych zmniejszających ryzyko od-biorcy – pokrycie ryzyka odbiorcy energii poprzez gwarancję, że w przypadku konieczności alternatywnej sprzedaży energii, różnica pomiędzy ceną ryn-kową a ceną z pierwotnego kontraktu cPPA (jeżeli występuje) zostanie po-kryta przez stronę trzecią (gwarantująca); | Średnioterminowa |
| | 1.7. Uregulowanie kwestii VAT w PPA oraz ustandaryzowanie procedur raporto-wania instrumentów pochodnych wymaganych przez European Market Infra-structure Regulation (EMIR); | Krótkoterminowa |
| | 1.8. Zmiany w istniejącym tzw. Rozporządzeniu Systemowym do Prawa Energe-tycznego w części dotyczącej JEE ¹² ; | Średnioterminowa |
| | 1.9. Opracowanie nowego modelu finansowego dla magazynów energii instalo-wanych przez OSD. Obecne zasady uniemożliwiają wykorzystanie wszyst-kich możliwości oferowanych przez to rozwiązanie techniczne; | Krótkoterminowa |
| | 1.10. Stworzenie mechanizmu zachęcającego inwestorów do wyposażania instalacji OZE w magazyn energii; | Krótkoterminowa |
| | 1.11. Analiza zmian w istniejącym Rozporządzeniu Taryfowym do Prawa Energetycznego poprzez zwiększenie liczby wskaźników jakościowych, któ-rych niespełnienie związane jest z opłatami karnymi; | Średnioterminowa |
| | 1.12. Budowa rynków elastyczności – identyfikacja usług oraz warunków ich świadczenia, interesariuszy, ustanowienie platform do obsługi tych usług; | Krótkoterminowa |
| | 1.13. Wprowadzenie przepisów ograniczających możliwości blokowania mocy przez inwestorów. Można to zrealizować np. przez skrócenie terminu ważności warunków przyłączenia do roku czasu lub obowiązku zawarcia umowy o przyłączenie przez inwestora w okresie do 6 miesięcy od otrzy-mania warunków przyłączenia; | Krótkoterminowa |

¹² Istnieją znaczące różnice pomiędzy treścią Rozporządzenia Systemowego w części dotyczącej jakości napięcia i aktualnej wersji normy EN 50160.

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|---|---|------------------------------------|
| | 1.14. Stworzenie przepisów wprowadzających mechanizmy i zachęty do zwiększania udziału rozwiązań typu Sector coupling (m.in. P2H, P2G/P2H2, P2X), w tym w szczególności magazynowania energii elektrycznej nieodwracalnego; | Średnioterminowa |
| | 1.15. Dokonanie ewaluacji systemów wsparcia OZE i sformułowanie rekomendacji pod kątem dostosowania ich do obecnej sytuacji na rynku energii (rosnące ceny energii, poprawa parametrów wydajnościowych oraz spadek kosztów inwestycyjnych wybranych technologii OZE); | Krótkoterminowa |
| | 1.16. Dostosowanie definicji bilansowania oraz zdefiniowanie bilansowania lokalnego w celu umożliwienia zastosowania tych mechanizmów do celów OSD oraz społeczności energetycznych oraz transpozycja w obszarze bilansowania (m.in. w zakresie definicji takich jak: energia bilansująca, dostawca usług bilansujących, moc bilansująca) postulatów Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2019/943 z dnia 5 czerwca 2019 r. w sprawie rynku wewnętrznego energii elektrycznej; | Krótkoterminowa |
| | 1.17. Stworzenie większych preferencji i bodźców ekonomicznych dla rozwoju „sietciowych klastrów energii”, z uwagi na ich korzystne funkcje systemowe. | Krótkoterminowa |
| 2. Poprawa warunków współpracy z operatorami sieci dystrybucyjnych | 2.1. Wprowadzenie zmian prawnych zakładających dostęp (szerszemu gronu odbiorców) do danych z inteligentnych liczników, w tym zobowiązania operatorów do udostępniania danych w czasie bliskim czasowi rzeczywistemu; | Krótkoterminowa |
| | 2.2. Standaryzacja danych i protokołów komunikacyjnych dla wymiany danych w ramach klastrów energii oraz pomiędzy klastrami energii i interesariuszami zewnętrznymi (np. operatorami); | Krótkoterminowa / Średnioterminowa |
| | 2.3. Uruchomienie publicznych programów dofinansowujących przedsięwzięcia obejmujące współpracę pomiędzy OSD a podmiotami energetyki rozproszonej; | Krótkoterminowa |
| | 2.4. Rozpowszechnienie idei piaskownicy legislacyjnych jako narzędzia współpracy; | Średnioterminowa |
| | 2.5. Identyfikacja możliwych wariantów udostępniania infrastruktury innym podmiotom także w oparciu o zagraniczne wzorce; | Średnioterminowa |
| | 2.6. Uproszczenie procedur na etapie zakładania oraz eksploataowania sieci OSDn: złagodzenie warunków uzyskania koncesji dystrybucyjnej i obowiązków informacyjnych związanych z działalnością koncesjonowaną; uzależnienie warunków od wielkości obszaru działania OSDn; | Średnioterminowa |
| | 2.7. Ustawowe określenie m.in. zasad współpracy OSD z klastrami energii/spółdzielniami energetycznymi ¹³ ; | Krótkoterminowa |
| | 2.8. Wprowadzenie koordynacji działań OSD i OSP. | Krótkoterminowa |

¹³ Brak ustawowych regulacji współpracy klastrów/spółdzielni i operatorów wpływa negatywnie na rozwój RZE. Wiele aspektów tej współpracy powinno być rozstrzygniętych na poziomie ustawowym, np. modyfikacja taryfy, dostęp do danych, wycena usług sieciowych, zasady korzystania z infrastruktury OSD itp. Nie należy pozostawiać tych spraw do rozstrzygnięcia w ramach dwustronnych umów. Dokument regulujący relacje pomiędzy tymi partnerami ma fundamentalne znaczenie. Już teraz widać negatywne skutki jego braku. Decyzja o realizowaniu usługi bilansowania może być pierwszym obszarem współpracy. W kolejnych krokach może objąć monitorowanie wskaźników jakości dostawy energii, warunków przyłączenia źródeł i zwiększenie możliwości ich przyłączenia. W tym obszarze niezbędne jest także podjęcie decyzji, kto będzie odbiorcą danych: czy będą stanowiły one wyłącznie podstawę działań operacyjnych WE, czy też będą (w jakiej formie i na jakich zasadach) udostępniane odbiorcom, prosumentom lub stronom trzecim. W tym ostatnim przypadku wymagane jest ujednolicenie procedury udostępniania danych na poziomie krajowym, także w kontekście RODO. Operator informacji pomiarowej centralny lub lokalny byłby w tym kontekście dobrym rozwiązaniem.

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|--|--|------------------|
| 3. Zmniejszenie kosztu stabilizacji systemu elektroenergetycznego obejmującego instalacje OZE | 3.1. Wprowadzenie regulacji tworzących zachęty do lokalnego bilansowania technicznego oraz wykorzystania magazynów energii na rynku usług elastyczności, m.in. poprzez stworzenie profitów z łączenia źródeł ER z innymi technologiami np. magazynami energii; | Krótkoterminowa |
| | 3.1. Wprowadzenie i rozszerzenie mechanizmów typu „cable pooling” poza jeden węzeł sieci; | Krótkoterminowa |
| | 3.2. Umożliwienie przyłączania nowych źródeł mocy przy braku wymaganego poziomu wolnych mocy przyłączeniowych pod warunkiem zawarcia umowy przyłączeniowej nie gwarantującej niezawodnych dostaw energii (art. 13 ust. 7 rozporządzenia 2019/943); | Krótkoterminowa |
| | 3.3. Identyfikacja rynków energii (a następnie ich otwarcie na ER), na których ER może świadczyć usługi, np. rynek bilansujący, rezerw, dedykowany rynek do pozyskiwania elastyczności. Działania te stanowią będą uzupełnienie i wsparcie dla inwestycji (m.in. w moce wytwórcze, magazyny energii, oraz infrastrukturę sieciową) lub alternatywę w przypadkach, w których na inwestycje te będzie trzeba czekać zbyt długo przy jednoczesnym braku stabilizacji pracy systemu; | Średnioterminowa |
| | 3.4. Wprowadzenie platform elastyczności; | Średnioterminowa |
| | 3.5. Wdrożenie programów wsparcia dla finansowania infrastruktury umożliwiającej bilansowanie; | Krótkoterminowa |
| | 3.6. Przygotowanie dedykowanych programów wsparcia umożliwiających rozwój sieci dystrybucyjnych i przesyłowych bez nadmierowego obciążania odbiorców końcowych energii elektrycznej; | Krótkoterminowa |
| | 3.7. Stworzenie modelu regulacyjnego finansowania inwestycji sieciowych OSD odpowiadającego tempu i skali rozwoju ER. | Średnioterminowa |
| 4. Rozwój standardów stanowienia prawa | 4.1. Przygotowywanie OSR z wykorzystaniem narzędzi mierzących efekty ekonomiczno-środowiskowe proponowanych rozwiązań; | Krótkoterminowa |
| | 4.2. Stworzenie i utrzymanie zespołów posiadających kompetencje analityczne oraz warsztat narzędziowy i pracujących na rzecz tworzenia regulacji (zawieranie długoterminowych kontraktów na wsparcie analityczne); | Średnioterminowa |
| | 4.3. Zidentyfikowanie efektów synergii pomiędzy nowymi podmiotami a klastrami energii oraz spółdzielniami energetycznymi; | Krótkoterminowa |
| | 4.4. Szerokie konsultacje z podmiotami z sektora energetycznego uwzględniające stanowisko podmiotów działających na rynku; | Średnioterminowa |
| | 4.5. Powołanie Komisji kodyfikacyjnej Prawa Energetycznego w tym OZE. | Krótkoterminowa |

3.2.2 Poprawa poziomu wiedzy, edukacji i kompetencji w sferach powiązanych z energetyką rozproszoną

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|---|--|------------------|
| 5. Zwiększenie wiedzy, kompetencji i poziomu edukacji w zakresie gospodarowania energią i nowoczesnych rozwiązań | 5.1. Integracja i aktualizacja informacji dot. zmian klimatycznych, mega-trendów światowych (proces transformacji energetycznej, gospodarka cyrkularna) oraz postaw społecznych wobec transformacji energetycznej i rozwoju energetyki rozproszonej; | Krótkoterminowa |
| | 5.2. Opracowanie strategii komunikacyjnej i promocyjnej, uwzględniającej aktualny poziom wiedzy społeczeństwa specyfikę grup docelowych i adekwatnych kanałów dotarcia do nich. Zintegrowanie komunikacji nt. energetyki rozproszonej z działaniami na rzecz innowacyjności i rozwoju regionalnego, w tym funduszy europejskich; | Średnioterminowa |

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|---|---|------------------|
| | 5.3. Ocena skuteczności działań promocyjnych i korygowanie kierunków i form działania; | Krótkoterminowa |
| | 5.4. Opracowanie propozycji kierunków oraz form działań edukacyjnych i informacyjnych, ukierunkowanych na kształtowanie nawyków sprzyjających efektywnemu korzystaniu z energii (wykorzystanie doświadczeń zagranicznych, uwzględnienie form zdalnych i bezpośrednich, gry, warsztaty, działania w społecznościach lokalnych, symulacje, scenariusze lekcji itp.); | Średnioterminowa |
| | 5.5. Konsultacje i testowanie materiałów, szkolenie i przygotowanie edukatorów, realizacja działań edukacyjnych, ich ewaluacja i upowszechnianie skutecznych rozwiązań; | Średnioterminowa |
| | 5.6. Aktualizacja systemu kształcenia i szkoleń dla obecnych i przyszłych kadr energetyki rozproszonej, a w szczególności specjalistów i osób kształcących, w zakresie wyzwań związanych procesem transformacji energetycznej, rozwojem gospodarki cyrkularnej i RZE (w tym OZE); | Krótkoterminowa |
| | 5.7. Utworzenie kwalifikacji specjalista ds. energetyki rozproszonej w Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i umożliwienie uzyskiwania takiej kwalifikacji; | Krótkoterminowa |
| | 5.8. Identyfikacja i aktywne promowanie dobrych praktyk inżynierskich, popularyzacja demonstratorów technologicznych; | Krótkoterminowa |
| | 5.9. Opracowanie (wirtualnego lub fizycznego) symulatora działania klastra. Powinien on mieć wymiar promocyjny i edukacyjny, powinien pozwolić na uzyskanie odpowiedzi, czy warto przystąpić do klastra energii oraz w jaki sposób dobierać uczestników WE, aby była ona efektywna ekonomicznie. Symulator powinien uwzględniać nowe mechanizmy rynkowe związane z zarządzaniem energią (w projektowaniu i tworzeniu symulatora wykorzystanie doświadczeń NCBJ z projektu KlastER). | Krótkoterminowa |
| 6. Rozbudowa kapitału organizacyjnego społeczności lokalnych | 6.1. Wzmocnienie lub utworzenie regionalnych, lokalnych oraz internetowych centrów wsparcia ¹⁴ dysponujących specjalistyczną wiedzą technologiczną i biznesową dotyczącą wykorzystania rozproszonych źródeł (w tym OZE). Szeroka promocja tych centrów; | Średnioterminowa |
| | 6.2. Wspieranie tworzenia sieci współpracy oraz wymiany informacji pomiędzy podmiotami działającymi w różnych sektorach (biznes, nauka, administracja, JST, NGO, mieszkańcy); Kontynuacja działań realizowanych w ramach SKER w projekcie KlastER; | Krótkoterminowa |
| | 6.3. Wsparcie kompetencyjne i organizacyjne dla lokalnych wspólnot energetycznych i jednostek samorządu. Zaspokojenie potrzeb kadrowych, organizacyjnych i kompetencyjnych; | Krótkoterminowa |
| | 6.4. Organizacja targów technologicznych, edukacyjnych, B2B, B2C, konferencji, seminariów, warsztatów w formach off-line, on-line i hybrydowych; | Krótkoterminowa |
| | 6.5. Szersze wykorzystywanie narzędzi wspierających zaangażowanie społeczne (lokalne laboratoria, urban-lab, itp.) i upowszechnianie dobrych praktyk z tego obszaru. Projektowanie narzędzi w oparciu o aktualną wiedzę z zakresu nauk społecznych i wyniki badań; | Krótkoterminowa |
| | 6.6. Szersze wspieranie wymiany doświadczeń pomiędzy podmiotami, które zrealizowały już lokalne projekty energetyki rozproszonej oraz podmiotami, które dopiero planują lub realizują takie projekty, formułowanie i wymiana dobrych praktyk, seminaria/warsztaty na temat konkretnych projektów; | Krótkoterminowa |
| | 6.7. Promowanie szerszego uczestnictwa kobiet w transformacji energetycznej (wczesna edukacja, <i>gender balance</i> , zespoły wrażliwe na kwestie równouprawienia). | Średnioterminowa |

¹⁴ Istotnym działaniem jest zapewnienie trwałości istniejących rozwiązań, np. platformy energetyki rozproszonej utworzonej w projekcie KlastER.

3.2.3 Promowanie szerszego wykorzystywania inteligentnych i nowoczesnych rozwiązań sprzyjających rozwojowi energetyki rozproszonej

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|---|--|------------------|
| 7. Zwiększenie poziomu obserwowalności sieci energetycznych | 7.1. Rozwój systemów monitorowania poza stacją transformatorową. Wykorzystanie do tego celu w większym stopniu niż obecnie układów automatyki dystrybucyjnej. Pomiary napięć i prądów w liniach „w głębi” SN i nN; | Średnioterminowa |
| | 7.2. Stosowanie technik fazorowych do monitorowania pracy sieci dystrybucyjnej; | Krótkoterminowa |
| | 7.3. Rozwój skutecznych metod detekcji pracy wyspowej w warunkach dużej penetracji RZE; | Krótkoterminowa |
| | 7.4. Przyjęcie podstawowego standardu monitorowania: <ul style="list-style-type: none"> ● zbiór rejestrowanych wskaźników jakościowych (innych niż tylko moc, napięcie); ● techniczne parametry rejestratorów instalowanych w sieciach zasilających, ● punkty ich instalacji, ● transmisja danych, ● forma prezentacji wyników; | Krótkoterminowa |
| | 7.5. Budowa rozproszonych systemów ciągłego monitorowania jakości dostawy energii elektrycznej (JEE); | Średnioterminowa |
| | 7.6. Publikowanie danych dotyczących JEE lub statystyk opartych 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; | Średnioterminowa |
| | 7.7. Zdefiniowanie i wprowadzenie do krajowych przepisów miary liczbowej określającej poziom penetracji sieci przez RZE; | Krótkoterminowa |
| | 7.8. Opracowanie procedury określania granicznych wartości mocy wprowadzanej przez RZE, które mogą być przyłączone w sieciach SN i nN oraz weryfikacja procedur wydawania warunków technicznych przyłączenia; | Krótkoterminowa |
| | 7.9. 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 elektromagnetycznej. Możliwość takiej kontroli powinna obejmować cały okres eksploatacji RZE ¹⁵ ; | Krótkoterminowa |
| | 7.10. 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; | Krótkoterminowa |
| | 7.11. Systemowe i w dużej skali badania wpływu RZE na sieć zasilającą, w tym szczególnie elektrowni PV i magazynów energii dużej i bardzo dużej mocy; | Średnioterminowa |
| | 7.12. Opiniowanie przez lokalnego operatora sieciowego wniosków projektowych na zakup i instalację dużej liczby i/lub dużej mocy RZE finansowanych z budżetu ¹⁶ ; | Średnioterminowa |
| | 7.13. Opracowanie i rekomendowanie metod rozstrzygania odpowiedzialności za zaburzenia napięcia, zgodnie z koncepcją „podziału odpowiedzialności”; | Średnioterminowa |
| | 7.14. Badanie kosztów złej jakości dostawy energii elektrycznej; | Średnioterminowa |
| | 7.15. Agregowanie danych w możliwie krótkich interwałach czasowych (15 min) oraz bezwzględny dostęp do nich. Dostęp w czasie prawie | Średnioterminowa |

¹⁵ 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.

¹⁶ Wnioski takie mogłyby zawierać także audyt energetyczny stanu istniejącego. Oszczędne użytkowanie energii powinno być dla twórców/koordynatorów klastra/spółdzielni działaniem priorytetowym.

| Nazwa działania | Opis działania | Perspektywa |
|--|---|------------------|
| | rzeczywistym, np. poprzez interfejs HAN (Home Area Network) ¹⁷ do danych bezpośrednio z licznika o znacząco krótszych czasach agregacji (sekundy); | |
| | 7.16. Opracowanie zbioru rekomendowanych danych z systemów „inteligentnego” opomiarowania energii elektrycznej, energii cieplnej, gazu, w szczególności dane pomiarowe dotyczące zużycia energii; | Średnioterminowa |
| | 7.17. Unifikacja danych pochodzących z różnych mierników; | Średnioterminowa |
| | 7.18. Rekomendacje dotyczące efektywnych kosztowo systemów transmisji danych; | Krótkoterminowa |
| | 7.19. Umożliwienie wszystkim odbiorcom pozyskania informacji o własnej bieżącej konsumpcji energii w czasie prawie rzeczywistym poprzez interfejs HAN z zachowaniem wysokiego poziomu bezpieczeństwa informatycznego. | Średnioterminowa |
| 8. Zwiększenie poziomu sterowności sieci | 8.1. Instalowanie w sieciach dystrybucyjnych, w większym stopniu niż obecnie, nowych urządzeń poprawiających warunki dostawy energii elektrycznej, np. transformatorów OLTC lub układów FACTS. Testowanie i promowanie doświadczeń z eksploatacji takich urządzeń; | Średnioterminowa |
| | 8.2. Wprowadzenie standardów, np. w systemach wsparcia promujących stosowanie zróżnicowanych technologicznie RZE, tym samym zrównoważony mix energetyczny. Struktura wytwarzania energii w ramach klastra energii/spółdzielni energetycznej powinna uwzględniać instalację sterowanych źródeł (np. generatorów biogazowych, układów kogeneracyjnych itp.) jako uzupełnienie OZE pogodozależnych. W zbiorze źródeł należy także rozważyć instalacje off-grid; | Średnioterminowa |
| | 8.3. Wdrażanie symulatorów do zarządzania sieciami dystrybucyjnymi SN i nN; | Średnioterminowa |
| | 8.4. Rozwój systemów SCADA w sieciach nN; | Średnioterminowa |
| | 8.5. Wdrożenie skutecznych algorytmów do predykcji wielu zmiennych, np. prognozowania generacji i konsumpcji energii, cen energii, danych meteorologicznych itp.; | Krótkoterminowa |
| | 8.6. Wdrożenie środków technicznych do ograniczenia maksymalnej mocy RZE w odpowiedzi na sygnał operatora lub układu lokalnego sterowania ¹⁸ ; | Średnioterminowa |
| | 8.7. Rozwój i wdrażanie narzędzi informatycznych ułatwiających zarządzanie klastrami energii/spółdzielni energetycznymi i umożliwiającymi realizację podstawowych funkcji zarządczych, np.: <ul style="list-style-type: none"> ● grafikowanie/bilansowanie produkcji energii i zapotrzebowania na energię, w tym rozwiązania umożliwiające zarządzanie popytem (np. DSM, DSR), ● ewidencjonowanie i rozliczenie członków klastra z zastosowaniem także nowoczesnych rozwiązań taryfowych, tj. taryf wielostrefowych czy taryf dynamicznych, ● obsługa windykacji i e-płatności, ● rozliczenia sąsiedzkie pomiędzy uczestnikami klastra, ● portal klienta, w tym rozwiązanie dedykowane na platformy mobilne, itp.; | Krótkoterminowa |
| | 8.8. Rozwój różnych form elastyczności sieci elektroenergetycznych. | Średnioterminowa |

¹⁷ Warto przyjąć jako zasadę, że jeżeli nie ma innych przeciwwskazań systemy zdalnego odczytu danych z liczników AMI będą w pierwszej kolejności instalowane na terenie klastrów/spółdzielni energetycznych.

¹⁸ Zgodnie z zapisami Prawa Energetycznego (art. 7 ust. 8d10.) 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 wobec braku możliwości technicznych dla jego egzekucji. Wątpliwości dotyczą także progu 10 kW wobec faktu, że coraz częściej problemy z przeciążeniem elementów sieci i wzrostem napięcia występują w wiejskich sieciach nN z dużą liczbą małych instalacji prosumenckich.

Bibliografia

- ¹ CBOS 2020, Świadomość ekologiczna Polaków, https://www.cbos.pl/SPI-SKOM.POL/2020/K_163_20.PDF [dostęp: 14.07.2022].
- ² Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2001 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (2018), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN> [dostęp: 12.07.2022].
- ³ Ehrenhalt W. (2019), Założenia do strategii rozwoju energetyki w Polsce, ZPP, RDS, <https://zpp.net.pl/wp-content/uploads/2019/04/Za%C5%82o%C5%BCenia-do-strategii--rozwoju-energetyki-w-Polsce-wersja-elektroniczna.pdf> [dostęp: 13.07.2022].
- ⁴ „Energetyka Rozproszona”, z. 1 (2019), https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/magazine-attachments/5-14_broszura_ER_1.pdf [dostęp: 12.07.2022].
- ⁵ *Energetyka, dystrybucja i przesył*, Poznań 2018, <http://www.ptpiree.pl/examples-raport-2018/raport-ptpiree.pdf>, [dostęp: 20.02.2020].
- ⁶ Europejski Zielony Ład (2019), https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_pl [dostęp: 12.07.2022].
- ⁷ *Flexibility for Resilience. How can flexibility support power grids resilience? White Paper*, ETIP SNET & ISGAN, marzec 2022, s. 12.
- ⁸ *Flexibility in the Energy Transition. A Toolbox for Electricity DSOs*, CEDEC, EDSO for Smart Grids, Eurelectric, GEODEC, luty 2018; <https://www.edsoforsmartgrids.eu/wp-content/uploads/Flexibility-in-the-energy-transition-A-tool-for-electricity-DSOs-2018-HD.pdf> [dostęp: 12.07.2022].
- ⁹ Hanzelka Z., *Rozproszone źródła energii – perspektywa operatora sieci elektroenergetycznej*, „Energetyka”, styczeń 2021.
- ¹⁰ Hanzelka Z., *Technologie wspierające rozwój rozproszonych źródeł energii*, „Energetyka”, październik 2021.
- ¹¹ IBRIS (2020), *Raport IBRIS – Zielony potencjał społeczny. Polska i Europa Środkowo-Wschodnia*, <https://ibris.pl/2020/07/raport-ibris-zielony-potencjal-spoeczny-polska-i-europa-srodkowo-wschodnia/> [dostęp: 13.07.2022].
- ¹² *II Krajowy Raport Benchmarkingowy nt. jakości dostawy energii elektrycznej przyłączonych do sieci przesyłowych i dystrybucyjnych*, <https://www.er.agh.edu.pl/projekt-klasterek/krajowy-raport-benchmarkingowy/> [dostęp: 27.07.2022].
- ¹³ Karta Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/10630,Rynek-energii-elektrycznej-historyczne-porozumienie-sektorowe-regulatora-i-opera.html> [dostęp: 12.07.2022].
- ¹⁴ Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 (2019), <https://www.gov.pl/attachment/c216508a-1805-4376-bedc-ebac09d1566e> [dostęp: 12.07.2022].
- ¹⁵ Pakiet „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków” (*Clean Energy for all Europeans Package, Clean Energy Package*).
- ¹⁶ Polityka energetyczna Polski do 2040 r. (PEP2040) (2021), Monitor Polski 2021 r. poz. 264. Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r.

- 17 Power Transmission & Distribution Systems, *Flexibility Needs in the Future Power System, Discussion paper*, ISGAN, marzec 2019, s. 13–18, https://www.iea-iscan.org/wp-content/uploads/2019/03/ISGAN_DiscussionPaper_Flexibility_Needs_In_Future_Power_Systems_2019.pdf [dostęp: 12.07.2022].
- 18 International Energy Agency (2022), *Report Poland 2022. Energy Policy Review*, <https://iea.blob.core.windows.net/assets/b9ea5a7d-3e41-4318-a69e-f7d456ebb118/Poland2022.pdf> [dostęp: 12.07.2022].
- 19 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), <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX%3A32016R0631&from=CS> [dostęp: 12.07.2022].
- 20 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/694 z 29 kwietnia 2021 roku ustanawiające Program Cyfrowa Europa zmieniające Decyzję (UE) 2015/2240, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32021R0694&qid=1623079930214> [dostęp: 12.07.2022].
- 21 Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.) (2017), <https://www.gov.pl/documents/33377/436740/SOR.pdf> [dostęp: 12.07.2022].
- 22 Ustawa o odnawialnych źródłach energii, tekst jednolity z dnia 23 czerwca 2022 r.
- 23 Worek B. et al. (2021), Społeczny wymiar rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce - kluczowe czynniki i wyzwania, https://www.energetyka-rozproszona.pl/media/magazine_attachments/ER_5-6_10_Worek_et_al.pdf [dostęp: 13.07.2022].
- 24 Założenia do aktualizacji Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. (marzec 2022) – wzmocnienie bezpieczeństwa i niezależności energetycznej, <https://www.gov.pl/web/premier/zalozenia-do-aktualizacji-polityki-energetycznej-polski-do-2040-r-pep2040--wzmocnienie-bezpieczenstwa-i-niezaleznosci-energetycznej> [dostęp: 14.07.2022].