



WiseEuropa

Zielona autonomia strategiczna

Polityka wspierania rozwoju zrównoważonego systemu energetycznego

Wraz z rozwojem OZE, które w perspektywie kilku do kilkunastu lat będą odpowiadały za większość produkcji energii elektrycznej, Polska musi przygotować system energetyczny na ich integrację. Potrzebne będą działania systemowe, które wesprą zarówno powstawanie nowych źródeł sterowalnych, zwiększanie elastyczności sieci, jak i pomogą w decentralizacji.

Krzysztof Kobyłka, Marianna Sobkiewicz, Wojciech Lewandowski



ENERGIA I KLIMAT

Zielona autonomia strategiczna.
Polityka wspierania rozwoju zrównoważonego systemu energetycznego

Autorzy:

Krzysztof Kobyłka,
Marianna Sobkiewicz,
Wojciech Lewandowski

Współpraca:

Karol Sarna



Fundacja Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Europejskich
ul. Królewska 2/26
00-065 Warszawa
www.wise-europa.eu

Projekt okładki, skład, łamanie: Studio graficzne TEMPERÓWKA s.c.

Kopiowanie i rozpowszechnianie może być dokonane za podaniem źródła.

© Copyright by WiseEuropa – Fundacja Warszawski Instytut Studiów Ekonomicznych i Europejskich,
Warszawa, 2023

ISBN 978-83-64813-76-4



WiseEuropa

Zielona autonomia strategiczna

Polityka wspierania rozwoju
zrównoważonego systemu
energetycznego

Krzysztof Kobyłka, Marianna Sobkiewicz, Wojciech Lewandowski

Warszawa, 2023

Kluczowe wnioski	5
1. Wprowadzenie – Na czym polega zielona autonomia strategiczna?	8
2. Polska w ogonie – luka ambicji transformacyjnych między Polską a Unią Europejską	10
3. OZE jako kluczowy element zdekarbonizowanego systemu energetycznego	14
4. Zmienna produkcja z odnawialnych źródeł energii	17
5. Jak wspierać rozwój zrównoważonego systemu elektroenergetycznego?	20
6. Podsumowanie i rekomendacje ogólne	34

Kluczowe wnioski

- W poprzednim raporcie¹ zdefiniowaliśmy pojęcie „zielonej autonomii strategicznej” (ang. *green strategic autonomy*), która polega na wzmacnianiu bezpieczeństwa strategicznego i energetycznego w oparciu o narzędzia transformacji energetycznej, a zatem w dużej mierze poprzez rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE). Kluczem do jej realizacji jest jak najszybsza dekarbonizacja, która wiąże się z odejściem od paliw kopalnych oraz poprawą efektywności energetycznej, w celu obniżenia zapotrzebowania na energię. Pozwoli to na spadek zużycia węgla, gazu i ropy, a więc i ich importu, zwiększając niezależność oraz bezpieczeństwo energetyczne Unii Europejskiej. Należy przy tym pamiętać, że zrównoważony rozwój jest wyzwaniem wielocelowym: nie wystarczy spełnić kryterium klimatycznego oraz środowiskowego, ale jednocześnie należy realizować cele społeczne oraz gospodarcze.
- Rosyjska inwazja na Ukrainę spowodowała reorientację polityki energetycznej w krajach UE, również w Polsce. Podobnie jak większość państw członkowskich, Polska zadbała o dywersyfikację źródeł importu paliw kopalnych w celu uniezależnienia się od dostaw z Rosji. Jednak w przeciwieństwie do wielu innych krajów UE, polski rząd nie podjął działań promujących oszczędzanie energii (jak np. obniżenie temperatur w budynkach publicznych). Ponadto Polska ma jeden z najniższych wskaźników udziału OZE w finalnym zużyciu energii i nie podejmuje adekwatnych działań, które mogłyby wyrównać tę różnicę. Podczas gdy wiele państw członkowskich podjęło wskutek rosyjskiej inwazji działania przyspieszające rozwój odnawialnych źródeł, Polska nadal nie zliberalizowała zasady 10H, która stanowi największą barierę dla rozwoju OZE w kraju.
- Dekarbonizacja będzie wiązała się z coraz większym zużyciem elektryczności jako nośnika energii. Sektory takie jak transport, ogrzewnictwo oraz przemysł będą niemal w całości lub częściowo zelektryfikowane. Na poziomie UE szacuje się, że zużycie prądu wzrośnie o ok. 40%², natomiast w przypadku Polski może to być nawet 2,5-krotny wzrost do 2050 roku³.
- Polska jest jednym z najwolniej dekarbonizujących się krajów i ma jedną z najbardziej emisyjnych gospodarek (w relacji do PKB). Zajmuje również drugie miejsce w UE pod względem intensywności emisji sektora elektroenergetycznego, produkując około 70% prądu ze źródeł węglowych. W związku z tym konieczna jest wymiana obecnej floty wytwórczej, ale również budowa dodatkowych źródeł tak, by sprostać zwiększającemu się popytowi na energię elektryczną.

1 K. Bocian, K. Laskowski, W. Lewandowski, *Zielona autonomia strategiczna. Potrzeby inwestycyjne Polski w celu uniezależnienia się od importu surowców z Rosji*, Warszawa 2022.

2 McKinsey, *Transformation of Europe's power system until 2050, including specific considerations for Germany*, 2010, https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/dotcom/client_service/epng/pdfs/transformation_of_europes_power_system.ashx.

3 Hauke Engel et al., *Neutralna emisyjnie Polska 2050: Jak wyzwanie zmienić w szansę*, McKinsey, 2020, https://www.mckinsey.com/pl/~/media/mckinsey/locations/europe%20and%20middle%20east/polska/raporty/carbon%20neutral%20poland%202050/neutralna%20emisyjnie%20polska%202050_raport%20mckinsey.pdf.

- Ze względu na swój charakter (tzn. niski koszt wyprodukowania energii, brak potrzeby użycia paliwa, skalowalność oraz modułowość), źródła słoneczne oraz wiatrowe będą odgrywać kluczową rolę w dekarbonizacji. Obecne sieci, zaprojektowane pod relatywnie większe, scentralizowane jednostki wytwórcze, wybudowane zostały do jednokierunkowego przepływu energii z jednostek do odbiorców. Przy większym udziale OZE w systemie, mniejsza gęstość energetyczna źródeł oraz ich rozproszenie, również na poziomie sieci dystrybucyjnych, diametralnie zmienia specyfikę działania systemu. Wraz ze zwiększaniem udziału OZE i pochodzącej od nich zmiennej produkcji, zwiększać się będzie potrzeba dobowego oraz sezonowego balansowania systemu.
- Przed państwami stoi wyzwanie zbudowania stabilnego, odpornego systemu, który będzie odpowiadał charakterystyce tych źródeł, zapewniając jednocześnie ekonomiczność oraz sprawiedliwość transformacji. Ewolucja systemu powinna opierać się na trzech filarach: zapewnieniu odpowiedniej podaży energii, elastyczności systemu oraz jego decentralizacji.
- Postęp w rozwijaniu źródeł wiatrowych oraz słonecznych w Polsce w okresie ostatniej dekady był niewystarczający. Najważniejszymi mechanizmami wsparcia dla źródeł odnawialnych w Polsce są system aukcyjny dla OZE oraz program Mój Prąd wraz z otoczeniem regulacyjnym dla prosumentów. Zdecydowana większość wzrostu mocy zainstalowanej w ostatnich latach wynikała z rozwoju instalacji prosumenckich, jeszcze za czasów bardziej korzystnego rozliczania generacji (net-metering). Zmiana systemu rozliczeń na net-billing oraz rosnąca liczba odmów przyłączeń będą negatywnie wpływały na dynamikę rozwoju tych źródeł w Polsce.
- Ze względu na spadek cen OZE oraz osiągnięcie przez te źródła dojrzałości ekonomicznej, projekty OZE rozwijają się w oparciu o modele biznesowe bez wsparcia (takie jak cPPA). Ich upowszechnienie wymagać będzie jednak zniesienia barier regulacyjnych oraz stymulacji tego rynku poprzez właściwe przepisy. Do najpotrzebniejszych działań należą: liberalizacja zasady 10H, uproszczenie procedur, zwiększenie transparentności rynku energii oraz odblokowanie możliwości uzyskania warunków przyłączeniowych (rozbudowa sieci, transparentność procesu, *cable pooling*, linia bezpośrednia). Niezależnie od tego należy poszerzać wsparcie i środowisko regulacyjne dla rozwijającej się energetyki obywatelskiej w postaci prosumentów oraz społeczności energetycznych.
- W Polsce brakuje też wsparcia dla niskoemisyjnych źródeł sterowalnych. Obecnie rynek mocy, którego celem jest utrzymywanie odpowiedniej ilości dostępnej do wykorzystania mocy w systemie, wspiera głównie elektrownie spalające paliwa kopalne. Potrzebna jest aktualizacja zasad funkcjonowania aukcji rynku mocy z preferencją wsparcia źródeł niskoemisyjnych.
- Elastyczność podaży oraz popytu będzie kolejnym kluczowym elementem nowego systemu. W Polsce już teraz wspierana jest redukcja popytu poprzez rynek mocy. Elastyczność wymaga też jednak wdrożenia inteligentnej sieci energetycznej oraz instalacji inteligentnych liczników, które pomogą wprowadzić rozwiązania takie jak taryfy dynamiczne. Ważny będzie też rozwój magazynowania energii, w tym wsparcie dla wodoru, służącego jako magazyn sezonowy. Ze względu na zwiększenie generacji na poziomie sieci dystrybucyjnych, potrzebne są rozwiązania, które pozwolą na lokalne bilansowanie systemów, w celu uniknięcia ograniczeń generacji (ang. *curtailment*) oraz przeciążeń sieci (ang. *congestion*). Pomóc w tym mogą takie rozwiązania

jak odpowiednie planowanie, wsparcie dla magazynów na poziomie sieci dystrybucyjnych czy reforma rynku i wprowadzenie cen węzłowych (ang. *nodal pricing*). Na poziomie systemowym elastyczność wspierać powinna również większa integracja z sąsiadującymi krajami, tj. zwiększenie przepustowości połączeń transgranicznych.

- Decentralizacja to naturalny kierunek dla modułowych, skalowalnych źródeł energii. OZE pozwalają na rozpowszechnienie oraz demokratyzację energetyki. Dlatego wsparcie dla prosumentów i społeczności energetycznych oraz wsparcie dla lokalnej produkcji i konsumpcji energii jest bardzo ważne. Potrzebne są również rozwiązania, które wesprą efekt redystrybucyjny, a więc zwiększą partycypację gospodarstw o najmniejszych dochodach w demokratyzacji systemu energetycznego oraz rozszerzą dostęp do taniej, zielonej energii.
- W Polsce brakuje wyraźnego sygnału politycznego dla realizacji zielonej transformacji. Poprawić sytuację może ambitna strategia, ale z odpowiednim systemem oceny postępów jej wdrożenia. Aktualizacja kluczowych dokumentów strategicznych, takich jak Polityka energetyczna Polski do 2040 (PEP2040) i Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 (KPEiK), powinna odzwierciedlać ambitną, ale realistyczną ścieżkę dekarbonizacji sektora elektroenergetycznego, wraz z planowanymi politykami i środkami wspierającymi i monitorującymi.
- Niezbędne jest, by polityki z zakresu transformacji energetycznej uwzględniały ochronę grup wrażliwych przed negatywnymi skutkami zanieczyszczeń powietrza, zmian klimatycznych, jak i samych inicjatyw wspierających transformację. W działaniach tych powinna być uwzględniona redystrybucja, która zminimalizuje ich negatywny wpływ na gospodarstwa domowe o najniższych dochodach.

1. Wprowadzenie – Na czym polega zielona autonomia strategiczna?

Autonomia strategiczna w ostatnich latach stała się jednym z nadrzędnych celów unijnej polityki. Choć pierwsze odniesienia polityków UE do tej idei datuje się na 2013 rok⁴, to szczególnego znaczenia nabrała ona wskutek wybuchu pandemii COVID-19, która zachwiała światowymi łańcuchami dostaw, tym samym dosadnie obnażając zależność Unii od importu kluczowych surowców i produktów. Już w latach 90. Komisja Europejska (dalej: Komisja, KE) zdawała sobie sprawę z tego, że rosnąca zależność UE od importu paliw stwarza zagrożenie i wymieniała energię jądrową oraz inwestycje w rozwój odnawialnych źródeł energii jako działania zwiększające bezpieczeństwo energetyczne⁵. Autonomia strategiczna to szerokie pojęcie o kilku nieco odmiennych znaczeniach, które różnią się w zależności od omawianej dziedziny polityki publicznej. Łączy je jednak wspólny mianownik – bezpieczeństwo UE.

Uzależnienie od importu paliw kopalnych to jedno z największych zagrożeń dla bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej. Odpowiedzią na nie powinna być jak najszybsza dekarbonizacja gospodarki – stąd pojęcie zielonej autonomii strategicznej, o której w naszym poprzednim raporcie pisaliśmy w kontekście inwestycji, jakich Polska potrzebuje, by uniezależnić się od importu surowców z Rosji⁶. Argumentowaliśmy, dlaczego rozwój odnawialnych źródeł energii i efektywność energetyczna to najlepsze sposoby na uniezależnienie się od dostaw surowców spoza UE i tym samym na wzmocnienie bezpieczeństwa energetycznego Unii.

Odejście od paliw kopalnych będzie wiązać się ze wzrostem znaczenia energii elektrycznej jako nośnika energii. Konieczność eliminacji technologii opartych na tych surowcach w sektorach takich jak transport, przemysł czy ciepłownictwo oznaczać będzie prawie całkowitą bądź częściową elektryfikację tych sektorów. Energia elektryczna już teraz stanowi około 23% całkowitego zużycia energii finalnej w Unii Europejskiej, a w Polsce jest to ok. 17%. Prognozy wskazują, że wartość ta w 2050 roku może wzrosnąć nawet do 55% na poziomie UE⁷.

4 *EU strategic autonomy 2013-2023: From concept to capacity*, Parlament Europejski, 8 lipca 2022, [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/pl/document/EPRS_BRI\(2022\)733589](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/pl/document/EPRS_BRI(2022)733589).

5 Commission of the European Communities, *An Energy Policy for the European Union*, 13 grudnia 1995, http://aei.pitt.edu/1129/1/energy_white_paper_COM_95_682.pdf.

6 K. Bocian, K. Laskowski, W. Lewandowski, *Zielona autonomia strategiczna: Potrzeby inwestycyjne Polski w celu uniezależnienia się od importu surowców z Rosji*, Warszawa 2022, <https://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2022/08/Zielona-Autonomia-Strategiczna.pdf>.

7 Paolo D'Aprile et al., *Net-Zero Europe: Decarbonization pathways and socioeconomic implications* (McKinsey, 2020), <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/sustainability/our%20insights/how%20the%20european%20union%20could%20achieve%20net%20zero%20emissions%20at%20net%20zero%20cost/net-zero-europe-vf.pdf>.

Energia elektryczna będzie zatem odgrywać kluczową rolę na ścieżce do gospodarki neutralnej klimatycznie. Oznacza to, że system elektroenergetyczny musi się nie tylko zdekarbonizować, ale też rozrosnąć. Od pewności i ciągłości dostaw energii elektrycznej zależeć będzie zatem nasze funkcjonowanie w społeczeństwie, przemieszczanie się, ciepło, ale również funkcjonowanie gospodarki, przemysł ciężki i przetwórczy. Taka zależność będzie wymagała stabilnego, bezpiecznego systemu o dużej odporności na awarie i inne zaburzenia.

Zmienne OZE stawiane są w centrum zdekarbonizowanego systemu elektroenergetycznego. Ich wewnętrzna cecha, jaką jest wytwarzanie energii elektrycznej dzięki niewyczerpalnym zasobom słońca i wiatru, czyni możliwym istotne zmniejszenie zużycia i importu paliw kopalnych – a w perspektywie następnych dekad, również całkowite uniezależnienie się od nich. Jednocześnie ta sama cecha sprawia, że produkcja energii z tych źródeł jest zależna od warunków atmosferycznych i niesterowalna. W raporcie wskazujemy, że rachunek zysków i strat pokazuje, że OZE powinny być fundamentem transformacji energetycznej. Dlatego w tym kontekście wady oraz bariery zielonej transformacji energetycznej powinny być traktowane jako wyzwania a nie przeszkody, ponieważ zyski z niej wynikające są w rzeczywistości warunkami koniecznymi zarówno w kontekście środowiskowym, społecznym, jak i bezpieczeństwa Europy. W poniższym raporcie pokazujemy, jak z poziomu polityk publicznych oraz przy użyciu jakich technologii i działań, decyzje mogą wesprzeć powstawanie nowego stabilnego systemu elektroenergetycznego.

2. Polska w ogonie – luka ambicji transformacyjnych między Polską a Unią Europejską

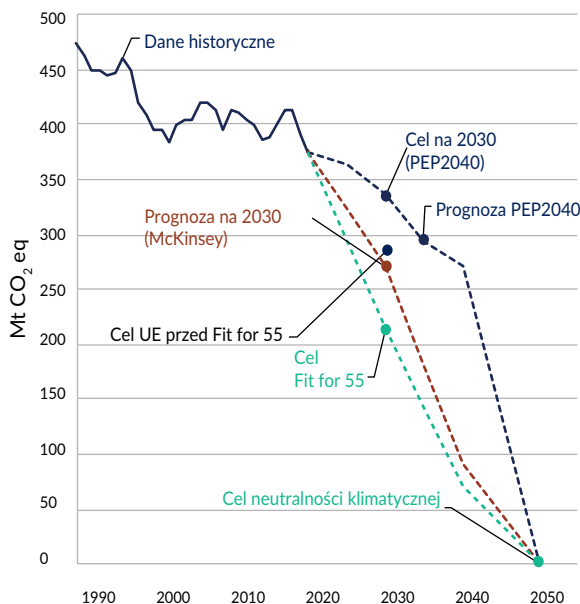
Plan REPowerEU, który Komisja Europejska przedstawiła 8 marca 2022 roku, to zestaw działań mających na celu zwiększenie odporności unijnych systemów energetycznych w obliczu rosyjskiej inwazji na Ukrainę. REPowerEU zakłada przyspieszenie niektórych celów polityki klimatycznej UE, które przedstawiono w ramach pakietu Fit for 55, ogłoszonego w lipcu 2021 roku. Polityka klimatyczna Unii w poprzednich latach nie działała w odosobnieniu od kwestii bezpieczeństwa, lecz inwazja Rosji na Ukrainę nałożyła na decydentów dodatkową presję, by zminimalizować zależność unijnej gospodarki od importu paliw kopalnych – zwłaszcza tych pochodzących z Rosji. Kierunek ten nie stanowi więc rewizji polityki klimatycznej UE, a raczej wzmocnienie pewnych jej aspektów i zwiększenie dotychczasowych ambicji. Jednak od lat pozostaje znaczna luka ambicji między Polską a Unią – Polska jest jednym z najwolniej dekarbonizujących się państw członkowskich UE, a krajowe długoterminowe plany strategiczne z zakresu energetyki nie dorównują unijnym celom zakładającym osiągnięcie neutralności klimatycznej w 2050 roku.

Schemat 1. Porównanie celów klimatycznych Polski i UE na 2030 rok

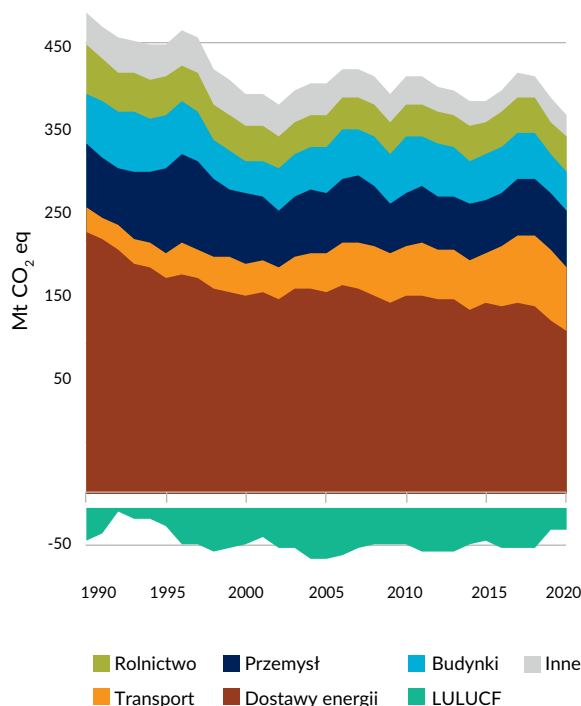
	UE	Polska
Redukcja emisji GHG w stosunku do 1990 roku	-55%	-30%
Udział OZE w finalnym zużyciu energii	45%	23%
Poprawa efektywności energetycznej (w zakresie energii finalnej)	39%	23%

Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów Komisji Europejskiej dotyczących pakietu Fit for 55 i planu REPowerEU oraz na podstawie Polityki Energetycznej Polski do 2040 r.

Wykres 1. Emisje GHG w Polsce w latach 1990-2020, prognozy emisji i cele ich redukcji do 2050 roku



Wykres 2. Emisje gazów cieplarnianych w Polsce w latach 1990-2020 z podziałem na sektory



Źródło: Opracowanie własne na podstawie dokumentów Komisji Europejskiej, Polityki Energetycznej Polski do 2040 r. i danych KOBIZE

Polska ma drugi najwyższy wskaźnik intensywności emisji gazów cieplarnianych w produkcji energii elektrycznej spośród wszystkich krajów UE⁸, a jedynie 17 procent produkowanej w kraju energii pochodzi z odnawialnych źródeł – jest to również jeden z najgorszych wyników w Unii⁹. Jest to pochodną braku odpowiednich polityk publicznych, które wspierałyby i stymulowałyby rynek do skutecznej dekarbonizacji energetyki. Niektóre decyzje rządzących powodują wręcz odwrotny efekt, czego przykładem może być tzw. zasada 10H, która prawie całkowicie zablokowała inwestycje w lądową energetykę wiatrową. Ponadto brakuje uregulowań prawnych dla wielu potrzebnych rozwiązań (np. dla linii bezpośredniej), a właścicielska kontrola państwa nad spółkami energetycznymi utrwała ich monopolistyczną pozycję – tym samym wstrzymując rozwój energetyki opartej na OZE. Wynika to więc przede wszystkim z braku woli politycznej, tj. aktywnej polityki dekarbonizacyjnej i inicjatywy ze strony polskich decydentów, których polityka w tym zakresie jest głównie reaktywna wobec decyzji na poziomie UE. W celu zapewnienia bezpieczeństwa dla systemu energetycznego niezbędna jest aktualizacja polskiej strategii energetyczno-klimatycznej, po której nastąpi możliwie najszybsze wdrażanie polityk publicznych stanowiących wsparcie dla rozwoju OZE i ich metod bilansowania. W przeciwnym razie z każdym rokiem coraz trudniej będzie Polsce nadgonić unijne cele klimatyczne, co przełoży się na niższe bezpieczeństwo energetyczne w kraju. Ponadto, jeśli polscy decydenci nie zaczną prowadzić stanowczej polityki

⁸ Greenhouse gas emission intensity of electricity generation in Europe, European Environment Agency, 26 października 2022, <https://www.eea.europa.eu/ims/greenhouse-gas-emission-intensity-of-1>.

⁹ Poland, Ember, 2022, <https://ember-climate.org/countries-and-regions/countries/poland/>.

dekarbonizacyjnej, to stopniowo obniżać się będzie konkurencyjność polskiej gospodarki¹⁰. Wysoka emisyjność systemu elektroenergetycznego (Wykresy 3 i 4) przekłada się na wysoki poziom emisji z zakresu 2 (czyli m.in. emisje pośrednie powstałe w wyniku zużywania energii elektrycznej), co z kolei negatywnie oddziałuje na konkurencyjność producentów. Redukcja emisji i dążenie do neutralności klimatycznej nie są więc celami samymi w sobie, a działaniami niezbędnymi dla utrzymania dobrej kondycji polskiej gospodarki w perspektywie długoterminowej.

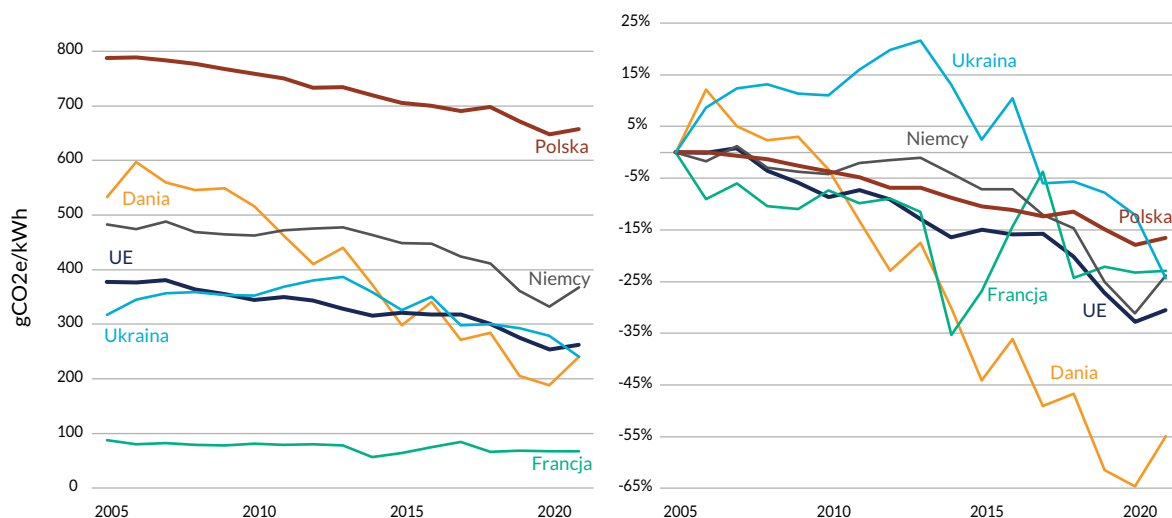
Rosyjska inwazja na Ukrainę spowodowała reorientację polityki energetycznej w większości krajów UE, zwłaszcza w kontekście importu paliw kopalnych. Polska zadbała o dywersyfikację źródeł importu tych surowców w celu uniezależnienia się od dostaw z Rosji. Ponadto, jeszcze przed rosyjską inwazją polscy decydenci zadbali o rozwój infrastruktury gazowej i naftowej, dzięki czemu pod koniec 2022 roku uruchomione zostały gazociąg Baltic Pipe oraz gazociąg łączący Polskę i Słowację, a w 2021 roku do użytku oddany został terminal naftowy w Gdańsku. Jednak w przeciwieństwie do wielu innych krajów UE, Polska nie zainicjowała polityki promującej oszczędzanie energii. Wiele państw członkowskich, np. Czechy, Niemcy, Hiszpania, ustanowiły limity temperatur dla ogrzewania i klimatyzowania w budynkach publicznych. Wiele krajów UE prowadziło też kampanie promujące oszczędzanie energii. Największą rozbieżność między Polską a resztą państw Unii zaobserwować można jednak w kwestii wsparcia (a ściślej, jego braku) dla rozwoju OZE. Podczas gdy podjęty one działania przyspieszające rozwój odnawialnych źródeł (np. Włochy uprościły procedurę wydawania pozwoleń na budowę farm fotowoltaicznych i wiatrowych, Dania przyspieszyła budowę nowych farm wiatrowych), Polska nadal nie tylko nie wspiera rozwoju OZE w wystarczającym zakresie, ale też nie zlikwidowała największej istniejącej dla nich bariery, jaką jest zasada 10H. Liberalizacja tego prawa została wyznaczona jako jeden z kamieni milowych, jaki polski rząd musi spełnić, by otrzymać od UE pierwszą część środków z Krajowego Planu Odbudowy. Skłoniło to decydentów, by pod koniec 2022 roku wznowić prace nad zmianą ustawy, a w styczniu 2023 roku projekt nowelizacji procedowany był w sejmowej Komisji ds. Energii, Klimatu i Aktywów Państwowych. Ponadto Premier Mateusz Morawiecki zapowiedział na połowę 2023 roku aktualizację Polityki Energetycznej Polski do 2040 roku, co oznacza, że pojawić się wtedy mogą istotne zmiany w zakresie rozwoju OZE.

Polska musi nadrabiać zaległości, ale może skorzystać ze swojej spóźnionej reakcji (ang. *late adopter, laggard*) poprzez stosowanie najlepszych praktyk, które sprawdziły się w innych krajach, jak również unikanie popełnianych przez nie błędów. Przykładem są legislacje dotyczące systemu aukcyjnego czy rynku mocy, który był wzorowany na rozwiązaniu zastosowanym w Wielkiej Brytanii. Polska może oglądać się na kraje takie jak Hiszpania czy Dania, które są pionierami w integracji zmiennych OZE (co wynika też z ich uwarunkowań geograficznych oraz infrastruktury). Przykład Danii pokazuje, jak ważna jest wysoka przepustowość połączeń transgranicznych (w tym wypadku z Norwegią, której system oparty jest na elektrowniach wodnych, dzięki czemu jest w stanie efektywnie balansować sieć). W 2020 roku Dania była net importerem z Norwegii (8,3 TWh), a net eksporterem do Niemiec (7,5 TWh), przy czym roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną wynosiło 34 TWh, a import netto 6,1 TWh¹¹.

10 Więcej na ten temat pisaliśmy w naszym raporcie *Zielone koło ratunkowe. Dostęp do czystej energii warunkiem konkurencyjności przemysłu*. <https://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2022/09/Zielone-kolo-ratunkowe.pdf>

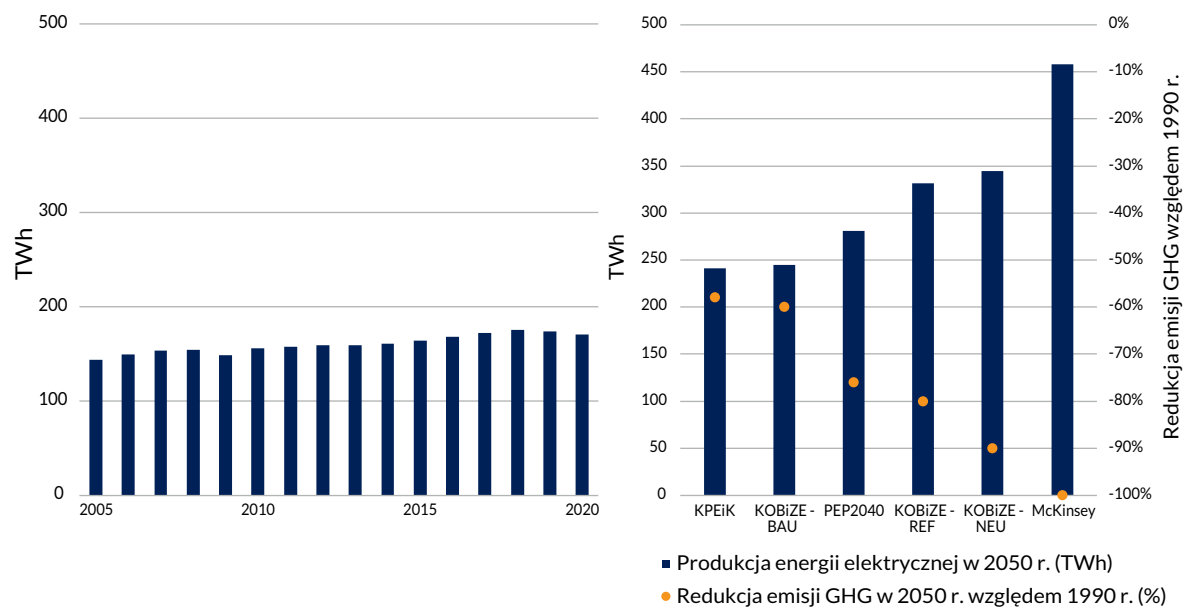
11 Danish Utility Regulator, *The Danish Electricity and Natural Gas Markets 2020, 2021*, https://www.ceer.eu/documents/104400/7169677/C21_NR_Denmark_EN_Summary/75bc9f41-1b9f-8096-ac0a-4d35a3ea07c4.

Wykres 3 i 4. Wskaźnik intensywności emisji GHG w produkcji energii elektrycznej w Polsce i przykładowych krajach w latach 2005-2020



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych Ember

Wykres 5 i 6. Zużycie energii elektrycznej w Polsce w latach 2005-2020; Prognozy produkcji energii elektrycznej oraz redukcji emisji GHG w Polsce w 2050 roku



Źródło: Dane historyczne – KOBiZE; prognozy – wg legendy

3. OZE jako kluczowy element zdekarbonizowanego systemu energetycznego

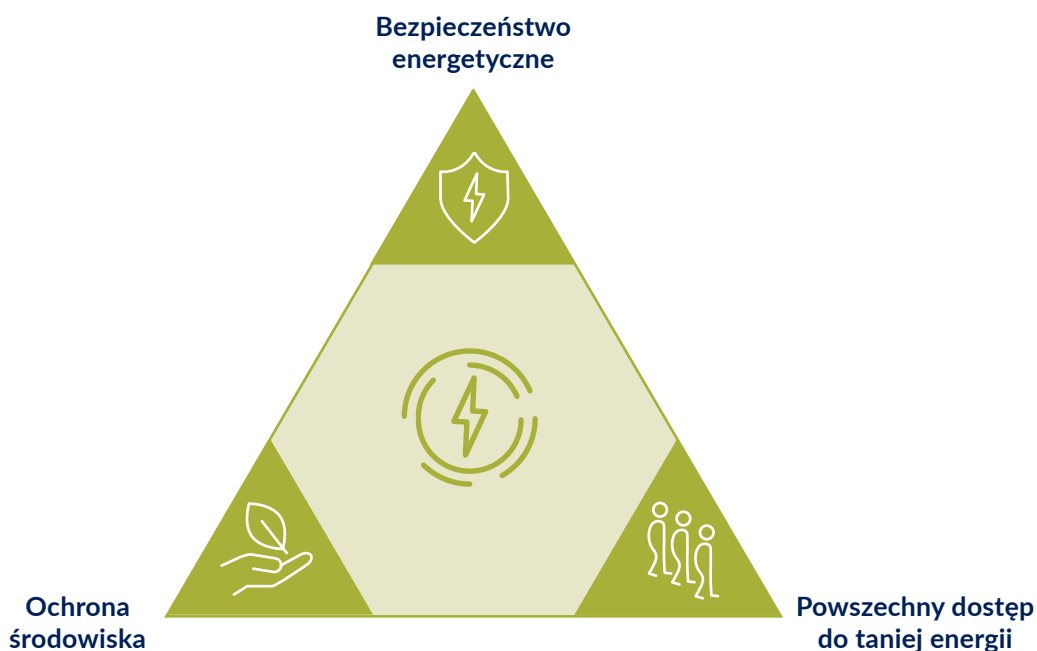
Bliższe spojrzenie na wyzwania, które stoją przed Polską oraz dotychczasowy przebieg transformacji energetycznej w innych krajach pokazują, że na jej kierunek wpływa szereg czynników. Po pierwsze, Polska zobowiązała się do osiągnięcia celów klimatycznych oraz środowiskowych na arenie międzynarodowej (Porozumienie Paryskie) jak i prawnie na poziomie Unii Europejskiej. Oznacza to, że musi zredukować emisję gazów cieplarnianych we wszystkich sektorach gospodarki.

Po drugie, redukcja emisji gazów cieplarnianych wiąże się z elektryfikacją innych obszarów gospodarki takich jak transport, ciepłownictwo i ogrzewnictwo czy częściowo przemysł. Te działania prowadzić będą do konieczności szybkiego wzrostu mocy zainstalowanej w systemie, tak żeby pokryć rosnące zapotrzebowanie na energię. Polska będzie musiała nie tylko wymienić obecną flotę wytwórczą, ale według różnych prognoz przeskalować ją ponad dwukrotnie.

Po trzecie, Polska musi zapewnić sobie bezpieczeństwo oraz niezależność energetyczną. Ze względu na ograniczone ilości ekonomicznie wydobywalnych zasobów paliw kopalnych, Polska w dłuższej perspektywie musi uniezależnić się od nich. Ten problem stał się szczególnie ważny po pełnoskalowym ataku Rosji na Ukrainę, którego konsekwencją było obniżenie dostaw nośników energii z Rosji do Polski i Europy oraz kryzys energetyczny. Dodatkowo, Polska oraz kraje Europy muszą chronić swoich obywateli i konkurencyjność gospodarki, zapewniając im ciągły dostęp do energii w przystępnej cenie. Wszystkie te konteksty: środowiskowy, klimatyczny, polityczny, geopolityczny, geograficzny, ekonomiczny i społeczny tworzą warunki brzegowe dla transformacji energetycznej.

Potrzeba znalezienia kompromisowych rozwiązań została skonceptualizowana przez Światową Radę Energetyczną jako trylemat energii, w którym wyróżniono trzy obszary: bezpieczeństwo energetyczne, ochrona środowiska oraz powszechny dostęp do taniej energii. Jak wskazują autorzy, prawidłowe ich zbalansowanie w trakcie transformacji (w ostateczności osiągnięcie wysokiego poziomu spełnienia każdego z nich) wiąże się z wielopoziomą współpracą między podmiotami publicznymi i prywatnymi, rządami, organami regulacyjnymi i konsumentami, jak również balansowaniem między czynnikami gospodarczymi i społecznymi, zasobami krajowymi i troską o środowisko naturalne. Często działania wspierające jeden obszar mają negatywny wpływ na pozostałe, a mnogość rozwiązań i zmiennych utrudnia holistyczną ocenę.

Schemat 2. Trylemat energii



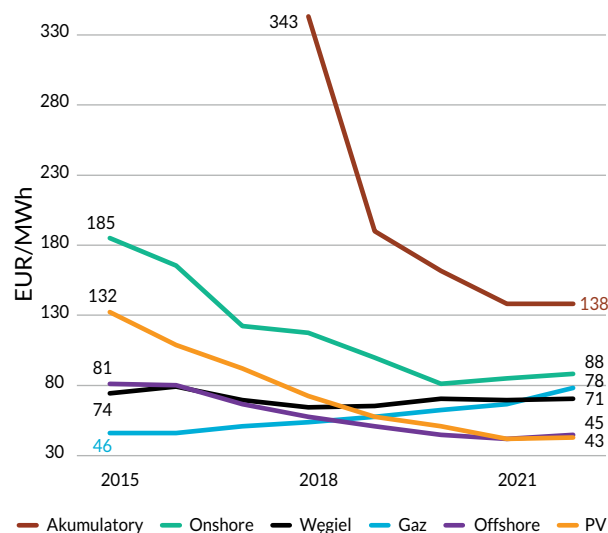
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Światowej Rady Energetycznej¹²

Charakterystyka odnawialnych źródeł energii wpisuje się w perspektywę zrównoważonego rozwoju kraju. Są one źródłami niskoemisyjnymi, które stanowią jednocześnie najtańsze rozwiązanie na rynku w kontekście wyrównanego kosztu energii elektrycznej (Wykres 7). Dodatkowo, produkcja energii elektrycznej z OZE nie wymaga paliwa, przyczyniając się do obniżenia zużycia surowców kopalnych, a więc i ich importu. Ze względu na swoją modułowość oraz możliwości produkcji seryjnej mogą być rozwijane i kontrolowane przez zróżnicowaną grupę inwestorów, demokratyzując w ten sposób sektor energetyczny i umożliwiając dostęp do energii szerszej grupie osób, społeczności i małych przedsiębiorstw.

Odnawialne źródła energii nie pozostają bez wad, które będą stanowić wyzwanie w kontekście ich rozprzestrzenienia, a należą do nich: zmienna produkcja energii z tych źródeł, użytkowanie gruntów czy konsumpcja materiałów krytycznych potrzebnych do ich wytworzenia. Korzyści znacznie przewyższają jednak wszelkie wady. Te wyzwania oraz kompromisy będą wymagały eliminacji, bądź minimalizacji ich negatywnego wpływu poprzez odpowiednie zarządzanie transformacją. Dzięki inwestycjom w OZE i rozwojowi gospodarki niskoemisyjnej Polska może stać się mniej zależna od paliw kopalnych, wzmocnić bezpieczeństwo energetyczne i pobudzić wzrost gospodarczy.

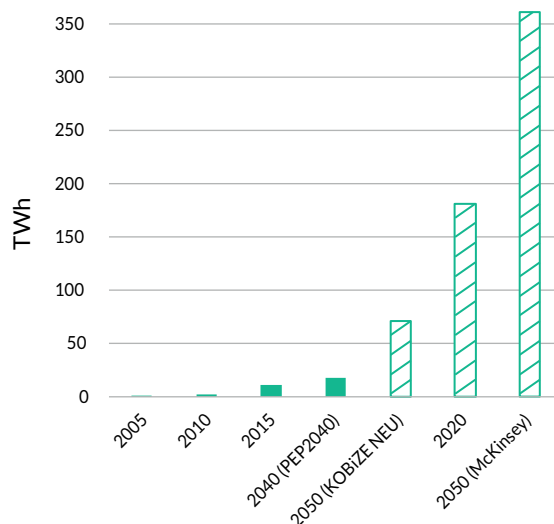
12 <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2019>.

Wykres 7. Wyrównany koszt energii elektrycznej (LCOE) [EUR/MWh] dla poszczególnych nośników w latach 2015-2022



Źródło: BloombergNEF

Wykres 8. Produkcja z wiatru i słońca w latach 2005-2020 i prognozowany wolumen produkcji z tych źródeł na lata 2040 i 2050

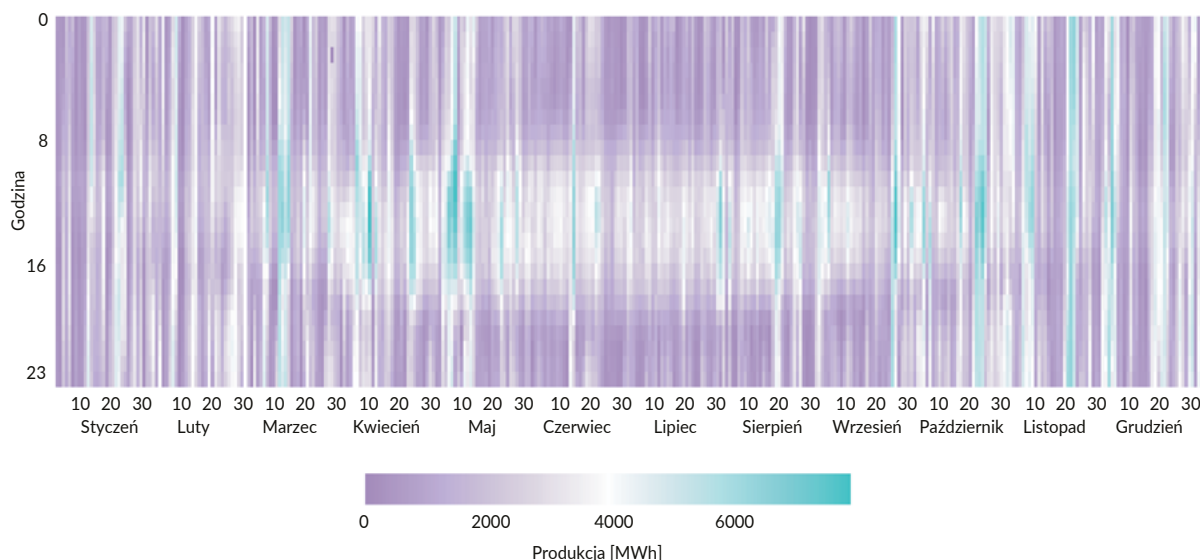


Źródło: InStrat, PEP2040, KOBiZE, McKinsey

4. Zmienna produkcja z odnawialnych źródeł energii

Obecny system energetyczny został zbudowany w oparciu o scentralizowane wytwarzanie energii elektrycznej w blokach konwencjonalnych, tj. bazujące na spalaniu paliw i zapewniające teoretyczną możliwość ciągłej produkcji energii wraz z możliwością sterowania mocą. Pozwala to na dostosowanie produkcji do sztywnego popytu, zapewniając energię na żądanie (ang. *on demand*). W tym paradygmacie energia płynęła z dużych jednostek konwencjonalnych w kierunku odbiorców. Zwiększający się udział źródeł wiatrowych oraz słonecznych o zdecydowanie innej, zmiennej i niesterowalnej charakterystyce wytwarzania energii elektrycznej, będzie wymagać przemodelowania systemu energetycznego, a w wielu jego obszarach wymyślenia go na nowo. Źródła odnawialne będą również bardziej rozproszone. Duża część generacji będzie odbywać się też na poziomie niskich napięć w sieciach dystrybucyjnych, co będzie wymagało ich rozbudowania oraz dostosowania. Zmienność generacji oraz decentralizacja oznaczają, że system będzie bardziej dynamiczny a energia będzie płynąć w obydwu kierunkach. Będzie to również skutkowało większą regionalizacją i fragmentaryzacją sieci elektrycznej.

Wykres 9. Produkcja energii elektrycznej z wiatru i słońca w ujęciu godzinowym w Polsce w 2021 roku



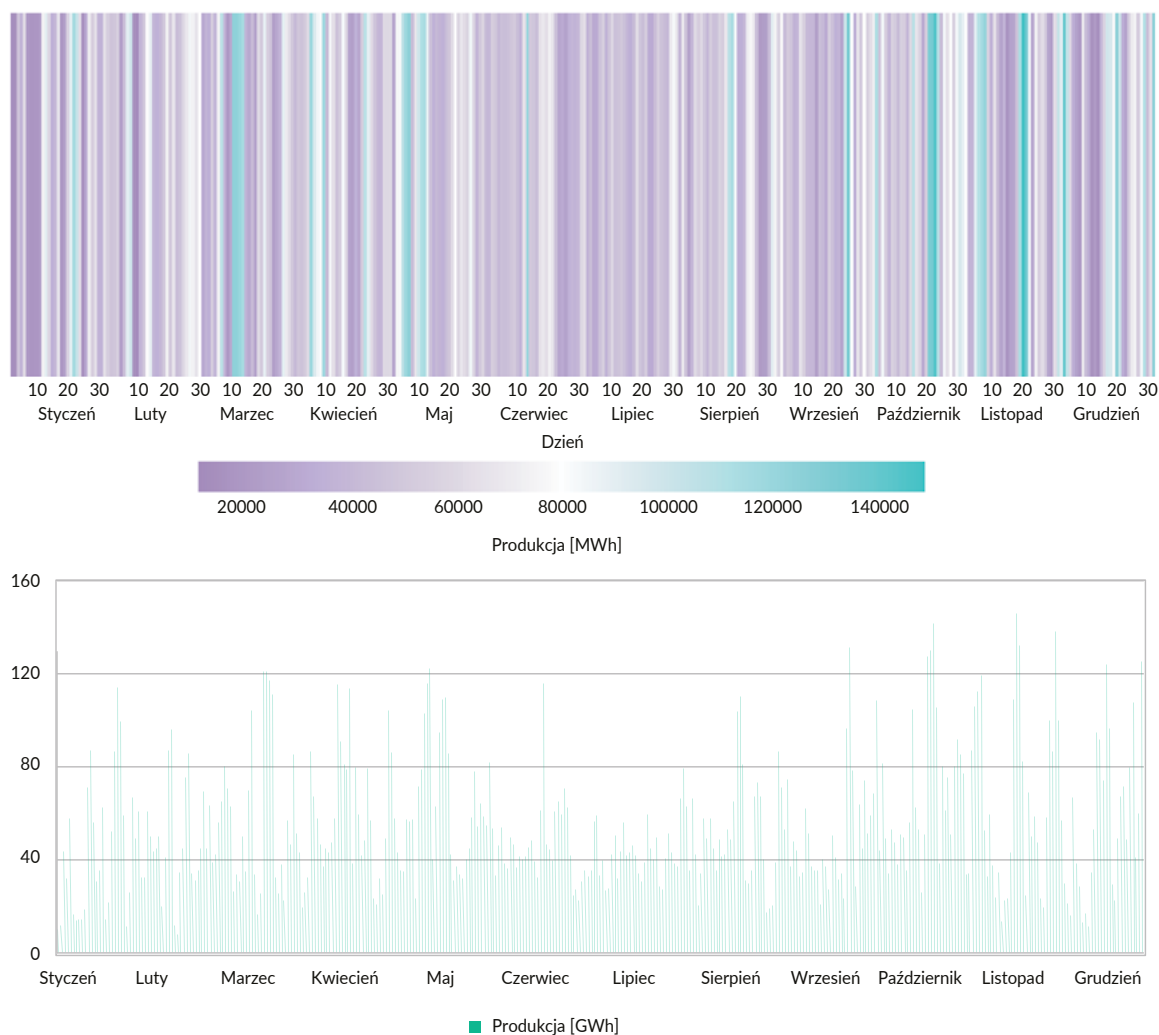
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ENTSO-E

Wykres 9 pokazuje sumaryczną produkcję energii elektrycznej z wiatru i słońca o każdej godzinie w 2021 roku. Na wykresie widać różnice w generacji z tych źródeł zarówno w ujęciu dziennym, jak i sezonowym. W ciepłych miesiącach dominuje relatywnie systematyczna generacja ze źródeł słonecznych, w niektórych okresach wspierana przez dobre warunki wietrzne. Powoduje to duże wahania dobowe. Z kolei w chłodniejszych miesiącach produkcja dominowana jest przez wiatr, który zwykle ma mniej zmienny profil dobowy, ale zdarzają się też bezwietrzne okresy.

Badanie oparte na analizie godzinowych danych o generacji z wiatru i słońca¹³ wskazuje, że odpowiednie wyskalowanie źródeł odnawialnych wraz z relatywnie niewielkim potencjałem magazynowym (np. 12h) wystarczy na pokrycie zapotrzebowania przez większą część roku. Kluczem w bilansowaniu dobowym będą zatem magazyny energii podążające za produkcją ze źródeł odnawialnych oraz odpowiedź strony popytowej, która pozwoli na obniżenie zapotrzebowania szczytowego. Badanie nie brało pod uwagę aspektów ekonomicznych takich rozwiązań.

Bardziej problematyczne wydają się dłuższe okresy obniżonej generacji ze słońca i wiatru. Ciemna flauta (jak tłumaczy się niemieckie określenie *Dunkelflaute*) to momenty, w których ze względu na brak wiatru i światła słonecznego występuje brak produkcji energii z tych źródeł. W takich sytuacjach zazwyczaj korzysta się z innych źródeł energii, takich jak elektrownie węglowe, gazowe, jądrowe czy wodne, aby zapewnić ciągłość dostaw.

Wykres 10 i 11. Produkcja energii elektrycznej z wiatru i słońca w ujęciu dziennym w Polsce w 2021 roku



Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ENTSO-E

¹³ Dan Tong et al., *Geophysical constraints on the reliability of solar and wind power worldwide*, *Nature Communications* 12, no. 6146 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41467-021-26355-z>.

Na Wykresie 10, przedstawiającym średnią generację dzienną ze źródeł odnawialnych (wiatrowych oraz słonecznych) w każdym dniu w 2021 roku, ciemne paski oznaczają okresy z niską generacją z tych źródeł. Takie okresy zdarzają się częściej w miesiącach zimowych, ze względu na mniejszą systematyczność wiatru i obniżoną produkcję z PV.

Ciemna flauta trwa przeważnie do kilku dni, jednak skrajnie może trwać do dwóch tygodni, a okresy obniżonej generacji mogą rozciągać się na kilka tygodni. Badania optymalizacyjne przeprowadzone na podstawie 35 lat historycznych danych wskazują, że w przypadku Niemiec, w celu zapewnienia niezakłóconej pracy systemu 100% OZE w trakcie ekstremalnych okresów ciemnej flauty, będzie potrzebne 56 TWh energii (z czego 54 TWh w wodorze, przekładającego się na 36 TWh energii elektrycznej) przy rocznym zapotrzebowaniu na energię elektryczną na poziomie 540 TWh (a więc nieco poniżej 7% rocznego zapotrzebowania). Autorzy wskazują, że ilość potrzebnego wodoru zmieściłaby się w niemieckich kawernach, w których teraz magazynowany jest gaz ziemny¹⁴.

Zabezpieczenie dostaw energii elektrycznej w tym okresie będzie zatem wymagało działań o skali innej niż bilansowanie w okresie dobowym. W przypadku kilkudniowych przerw, ale też rzadkich okresów względnej obniżonej produkcji mogących rozciągać się na kilka tygodni, potrzebne będzie zestawienie wszystkich rozwiązań zapewniających nie tylko wystarczającą ilość energii, ale również mocy: w tym niskoemisyjne źródła energii, magazyny oraz odpowiednia rezerwa strategiczna/krytyczna. Ta ostatnia szczególnie ważna jest w okresie transformacyjnym, kiedy domknięcie systemu w tych rzadkich okresach będzie stanowiło dużą część kosztów transformacji sektora oraz znacznego przeskalowania obecnych możliwości magazynowania.

14 O. Ruhnau, S. Qvist, *Storage requirements in a 100% renewable electricity system: extreme events and inter-annual variability*, *Environmental Research Letters* 17, no. 4 (2022). DOI: 10.1088/1748-9326/ac4dc8.

5. Jak wspierać rozwój zrównoważonego systemu elektroenergetycznego?

Jak wskazaliśmy wyżej, ze względu na dwa główne czynniki związane z rozpowszechnianiem się źródeł odnawialnych: zmienność produkcji oraz rozproszenie generacji, elektroenergetyka ewoluować będzie w stronę bardziej skomplikowanych, bardziej dynamicznych systemów, również w kontekście interakcji odbiorców z systemem.

W tym kontekście proces transformacji energetycznej często ulega zbyt niemu uproszczeniu (ang. *oversimplification*) czy też myśleniu jednoprzyczynowemu, podczas gdy elektroenergetyka ewoluuje w kierunku bardziej złożonym. Dlatego zbudowanie nowego systemu – opartego na źródłach odnawialnych – wymaga holistycznego podejścia, bez nadmiernego redukcjonowania go do jego pojedynczych elementów.

Odnawialne źródła energii, które będą stanowić fundament systemu, wymagają zupełnie innych warunków legislacyjnych i infrastrukturalnych niż elektrownie konwencjonalne, na których do tej pory opierał się polski system elektroenergetyczny. Zwiększanie roli OZE w produkcji energii wymagać będzie rozwiązań wspierających bilansowanie w czasie rzeczywistym, jak również zapewnienie odpowiedniej redundancji podczas dłuższych okresów obniżonej generacji z tych źródeł. Oprócz **rozbudowy nowych zasobów wytwórczych** (farm wiatrowych, instalacji fotowoltaicznych, niskoemisyjnych źródeł sterowalnych itd.), potrzebny będzie szereg innych inwestycji. Niezbędne są również zmiany w paradygmacie polityki energetyczno-klimatycznej państwa¹⁵, a w następstwie zmiany legislacyjne, które stworzą warunki sprzyjające rozwojowi niskoemisyjnej produkcji energii oraz inwestycjom w technologie i rozwiązania niezbędne do integracji OZE z siecią. Kluczową różnicą pomiędzy systemem sterowanym centralnie a systemem opartym na rozproszonych źródłach odnawialnych jest potrzeba **elastyczności**. W systemie energetycznym elastyczność oznacza zdolność do równoważenia popytu i podaży wobec zmieniających się dostępności i cen energii z danych źródeł (np. wskutek niekorzystnych dla generacji z OZE warunków atmosferycznych). Wraz z rozpowszechnianiem się źródeł odnawialnych wzrastać będzie rozproszenie zasobów wytwórczych (**decentralizacja**), regionalizacja oraz generacja na poziomie sieci dystrybucyjnych.

W poniższych tabelach wskazujemy działania, jakie może podjąć państwo polskie, które na poziomie systemowym pomogą w tworzeniu nowego systemu energetycznego opartego głównie na generacji z odnawialnych źródeł. W Tabelach 1, 2 i 3 przedstawiliśmy główne elementy takiego systemu wraz z rekomendacjami dla poszczególnych polityk.

¹⁵ O czym w kontekście konkurencyjności na rynku energii pisaliśmy w naszym raporcie „Nowy paradygmat”.

Schemat 3. Trzy wymiary neutralnego klimatycznie systemu elektroenergetycznego

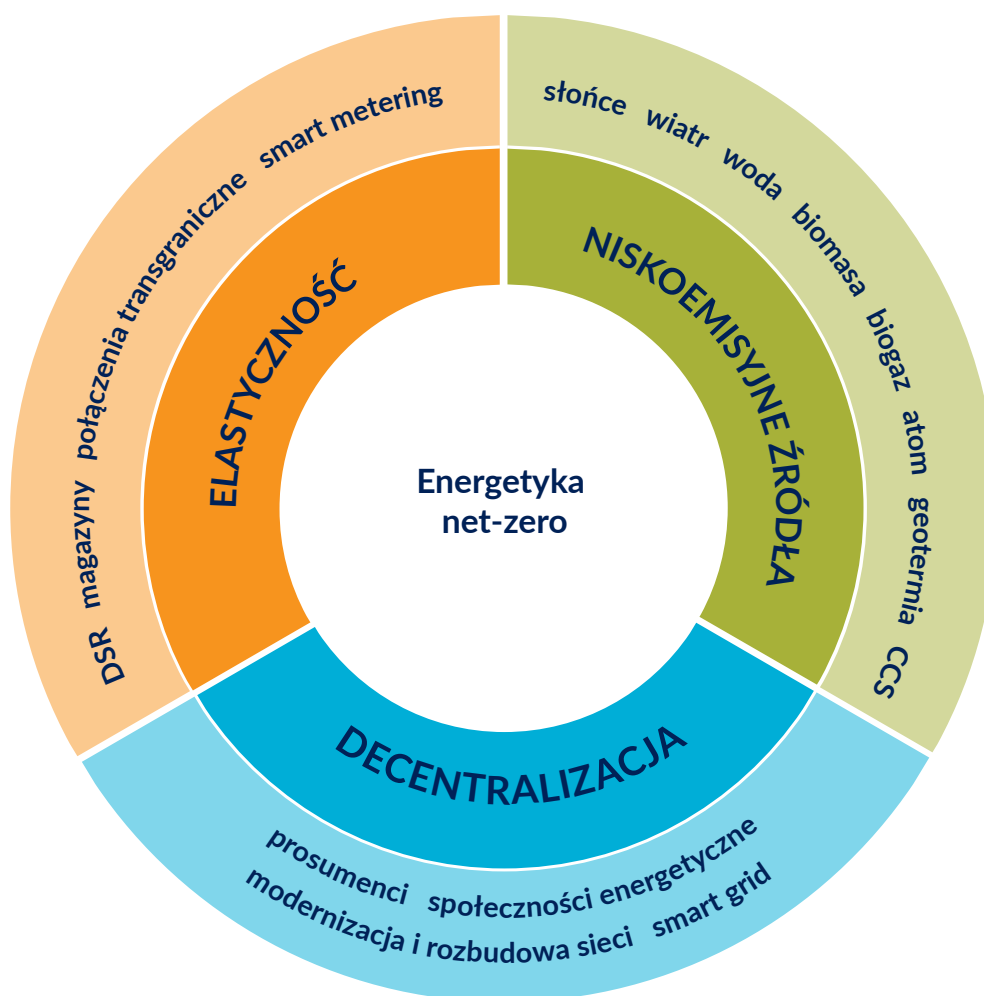


Tabela 1. Polityki wspierające niskoemisyjne źródła energii
Niskoemisyjne źródła energii

Wzrost udziału energii elektrycznej w finalnym zużyciu energii będzie wymagać nie tylko dekarbonizacji obecnej floty wytwórczej, ale również inwestycji w jej rozbudowę. Niezbędny jest rozwój zasobów wytwórczych dla energii ze słońca i wiatru (zarówno mikro-, mało- i wielkoskalowych), jak i również niskoemisyjnych źródeł sterowalnych, które czynią system stabilnym i zbilansowanym przy jednoczesnym utrzymaniu jego emisyjności na niskim poziomie. Odpowiednio zabezpieczony system powinien mieć również odpowiednio duże rezerwy strategiczne.

Obszar	Opis	Stan obecny	Rekomendacja / ocena
Odnawialne źródła energii (wiatr i słońce)	Rozwój OZE pozwala na zwiększenie niezależności polskiej gospodarki od paliw kopalnych, a docelowo całkowite uniezależnienie się od nich.	W Polsce funkcjonują systemy wsparcia dla wytwórców energii z OZE: Zielone certyfikaty – wytwórcy OZE mogą zwiększać zyski poprzez sprzedaż certyfikatów innym przedsiębiorstwom energetycznym. System aukcyjny OZE i off-shore – dają wytwórcom energii z OZE gwarancję dochodu oraz wspierają konkurencyjność na rynku. Jednak za zdecydowaną większość wzrostu mocy zainstalowanej w OZE odpowiadają Mój Prąd, czyli program dofinansowań do mikroinstalacji PV i magazynów energii, oraz korzystny dla prosumentów sposób rozliczeń w net-meteringu. W roku 2022 został on zastąpiony długofalowo mniej korzystnym z punktu widzenia prosumenta net-billingiem.	Obecnie największy problem stanowią regulacje hamujące bądź ograniczające rozwój OZE oraz prywatnych inwestycji w te źródła. Silny oligopol państwowych spółek energetycznych sprawia, że optymalne dla nich jest utrzymywanie statusu quo, co skutkuje małym ich udziałem w dekarbonizacji polskiej elektroenergetyki, tym samym wstrzymując polską transformację. Ceny energii z wiatru i słońca są na tyle niskie, że technologie te mogą już konkurować na zasadach rynkowych, bez wsparcia ze środków publicznych (poprzez formułę cPPA) lub z minimalnym wsparciem (prosumenci, społeczności energetyczne). Potrzebne są więc przede wszystkim: otwarcie rynku na nowe inwestycje, przełamanie oligopolu spółek skarbu państwa oraz odpowiednie zarządzanie rozbudową sieci. Do najważniejszych wymaganych działań należą: 1. Liberalizacja zasady 10H, która umożliwi inwestycje w lądową energetykę wiatrową. 2. Uproszczenie procedur związanych z inwestycjami w odnawialne źródła (dot. np. planów zagospodarowania przestrzennego lub oceny oddziaływania na środowisko). 3. Zwiększenie transparentności planów rozbudowy sieci dystrybucyjnych i decyzji o wydawaniu warunków przyłączeniowych oraz zwiększenie wydolności tych sieci.

			4. Odblokowanie konkurencji poprzez zniesienie barier dla cPPA – choć zawieranie umów cPPA jest możliwe, brakuje dedykowanych regulacji, które likwidowałyby bariery dla ich rozwoju. Do czynników blokujących potencjał umów cPPA należą m.in. wysokie wolumeny oferowane w ramach kontraktów (zniechęcające podmioty o małym zapotrzebowaniu), długość kontraktów, złożoność procesu negocjacji oraz brak linii bezpośrednich. Zawieranie umów utrudniło również zniesienie obliża giełdowego, które zmniejszyło transparentność rynku¹⁶. 5. Wsparcie dostępu do zielonej energii dla MŚP (umowy cPPA, własne źródła). 6. Dalsze wsparcie dla prosumentów oraz budowa sprzyjającego otoczenia regulacyjnego dla społeczności energetycznych (więcej w Tabeli 3).
Niskoemisyjne źródła sterowalne (energia jądrowa, wodna, biomasa, biogaz, geotermia, elektrownie z CCS)	Niskoemisyjne źródła sterowalne są kluczowe ze względu na nieciągłość produkcji ze źródeł słonecznych i wiatrowych – w przeciwieństwie do nich, zapewniają techniczną możliwość ciągłej produkcji energii wraz z możliwością sterowania mocą, zatem są gwarancją dostaw energii w sytuacji zbyt niskiej generacji z OZE.	W Polsce został wdrożony rynek mocy, który zapewnia również wsparcie dla źródeł niskoemisyjnych, lecz dotychczasowe wyniki aukcji rynku mocy były zdominowane przez źródła emisyjne. Wsparcie dla źródeł biomasowych i biogazowych jest możliwe w ramach systemu aukcyjnego, uruchomiono również system wsparcia FiT/FiP dla małych biogazowni i elektrowni wodnych. W Polsce wdrożono też system aukcyjny na wsparcie wysokoefektywnej kogeneracji, która pomimo swojego oparcia na paliwach kopalnych, jest dużo efektywniejsza. Ponadto Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) realizuje programy wspierające niskoemisyjną produkcję energii. Dodatkowo trwają prace związane z wdrożeniem programu energetyki jądrowej w kraju, który docelowo ma zapewnić 6-9 GW mocy zainstalowanej w tej technologii.	Biorąc pod uwagę skalę wyzwań związanych z bilansowaniem systemu opartego na OZE, potrzebę zapewnienia odpowiednich rezerw oraz skalę wymaganych inwestycji, wymagane są następujące działania: 1. Reforma rynku mocy mająca na celu większe wsparcie źródeł niskoemisyjnych poprzez wprowadzenie zaostrzonych kryteriów środowiskowych (dot. emisji). 2. Polityki (w tym instrumenty wsparcia) mające na celu dalsze wykorzystanie potencjału innych źródeł sterowalnych, takich jak zrównoważona bioenergia. Funkcjonują systemy wsparcia dla rozwoju niskoemisyjnych źródeł sterowalnych (m.in. w ramach programów NFOŚiGW), lecz należy podkreślić, że programy te w większości finansowane są ze środków unijnych, w ramach np. Funduszu Modernizacyjnego, których środki są znaczone – nie mogą być przekazane na inny cel.

¹⁶ Zagadnienia te szerzej opisujemy w naszej serii raportów o cPPA, a bariery legislacyjne z nimi związane w raporcie *Niewykorzystany potencjał umów cPPA – przegląd barier regulacyjnych i rynkowych*.

			Polska powinna zapewnić również środki krajowe na wsparcie tych źródeł, np. poprzez Fundusz Transformacji Energetyki. Polska może również wykorzystać potencjał źródeł wodnych, użytkując istniejące spiętrzenia wodne¹⁷.
Rezerwa strategiczna	Rezerwa dodatkowej mocy potrzebna do wzmocnienia odporności systemu na okresy ciemnej flauty.	Obecnie rolę rezerwy i technologii domykającej system spełniają elektrownie na paliwa kopalne (węglowe i gazowe), szczególnie węglowe, które mają obowiązek gromadzenia zapasów paliwa. Utrzymywanie emisyjnych źródeł, których opłacalność spada ze wzrostem cen paliw oraz ceny uprawnień do emisji, jest wsparte przez rynek mocy. Rząd planuje również powołać Narodową Agencję Bezpieczeństwa Energetycznego (NABE), która miałaby skupiać w sobie aktywa węglowe z polskich spółek skarbu państwa.	W dekarbonizującym się systemie rezerwę tę będą coraz częściej stanowić źródła sterowalne niskoemisyjne oraz magazyny energii, dlatego ich wsparcie w ramach np. istniejącego rynku mocy jest kluczowe. Należy też pamiętać, że rozproszenie oraz zwiększenie przepustowości połączeń transgranicznych ogranicza skutki ciemnej flauty. 1. W przypadku powstania NABE, powinno się wyznaczyć ścieżkę wygaszania elektrowni węglowych, utrzymując jednocześnie wymaganą rezerwę strategiczną do zapewnienia bezpieczeństwa i stabilności dostaw energii¹⁸. 2. Prognozyka powinna być wykorzystywana do przewidywania okresów ciemnej flauty, w celu jak najlepszego przygotowania systemu do tego typu zdarzeń.

17 Więcej na temat potencjału oraz barier legislacyjnych dla elektrowni wodnych w Polsce w raporcie UN Global Compact: *Małe elektrownie wodne w Polsce*.

18 Zagadnienia te omawialiśmy szerzej w naszych publikacjach *Syreni śpiew węgla* oraz *Nowy paradygmat*.

Tabela 2. Polityki wspierające filar elastyczności w systemie energetycznym

Elastyczność

Zwiększona elastyczność po obydwu stronach będzie jednym z filarów systemów energetycznych opartych na zmiennych OZE. Elastyczne źródła generacji oraz magazyny energii pozwolą na podążanie za zmienną generacją OZE, natomiast działania po stronie popytowej mogą obniżyć bądź przenieść zapotrzebowanie w czasie tak, by domknąć bilans systemu. Optymalnie system powinien ewoluować w stronę jak najwygodniejszych, a nawet niewidocznych dla odbiorcy usług elastyczności (takich jak sterowanie pompą ciepła, ładowanie samochodu czy włączanie urządzeń takich jak klimatyzacja, pralka). Natomiast w momencie transformacji energetycznej aktywne usługi po stronie popytowej (takie jak DSR) będą kluczowe, ze względu na efekt obniżający potrzebę dodatkowych inwestycji oraz kosztów stałych infrastruktury i umożliwiających utrzymanie systemu elektroenergetycznego w równowadze w sytuacjach awaryjnych. Coraz większy udział źródeł odnawialnych będzie wymagał również dokładnego i wiarygodnego prognozowania produkcji energii elektrycznej ze źródeł wiatrowych oraz słonecznych. Precyzja tych prognoz wpływa na działanie systemu (potrzeba balansowania real-time) jak również planowanie działań (zarządzanie „wąskimi gardłami”, strategiczny curtailment, DSM, planowanie rezerw).

Obszar	Opis	Stan obecny	Rekomendacja / ocena
Demand Side Response (DSR)	Przy projektowaniu systemu opartego na OZE kluczowe jest postrzeganie narzędzi zarządzania popytem jako równoważnych z samym wytwarzaniem energii. DSR to mechanizm pozwalający na reagowanie strony popytowej (obniżenie popytu) w celu zbilansowania sieci i obniżenia kosztów, w zamian za wynagrodzenie. Do najważniejszych korzyści płynących z DSR-u należą: - wypłaszczenie dobowej krzywej zapotrzebowania na moc w celu uniknięcia sytuacji szczytowych zapotrzebowań w systemie, które grożą wyłączeniami (ang. rolling blackouts) - optymalizacja profili zapotrzebowania na energię, nie tylko poprzez redukcję, ale również poprzez maksymalizację zużycia w okresie najkorzystniejszych cen energii (zakładając, że funkcjonuje mechanizm taryf dynamicznych).	DSR w postaci usług ograniczania obciążenia szczytowego jest obecnie wspierany przez aukcje rynku mocy. Usługi te zazwyczaj dostarczane są przez duże podmioty (np. zakłady przemysłowe), których kontraktowaniem zajmują się tzw. agregatorzy (np. Enel X). W ramach tego typu usług przysługuje wynagrodzenie za deklarowaną gotowość redukcji poboru energii elektrycznej w sytuacji szczytowego zapotrzebowania w systemie. Istnieje również Program Interwencyjnej Redukcji Poboru, lecz jego popularność jest znacznie ograniczona, ponieważ nie oferuje on stałego wynagrodzenia – otrzymuje się je jedynie za wykonaną redukcję. Pod koniec 2022 roku PSE rozpoczęło raportowanie godzin szczytu zapotrzebowania na energię na swojej stronie internetowej oraz ogłosiło prace nad dedykowaną aplikacją. Wątpliwa jest jednak efektywność tego typu rozwiązań w docieraniu do wystarczającej liczby odbiorców, o ile nie towarzyszy im odpowiednia kampania promująca oszczędzanie energii w konkretnych okresach.	Choć DSR jest już częścią polskiego systemu energetycznego, jego potencjał pozostaje w znacznej mierze niewykorzystany. Szacuje się, że DSR może pokrywać nawet 10-15% szczytowego zapotrzebowania na energię w systemie¹⁹. W celu maksymalizacji wykorzystania potencjału DSR-u, niezbędne jest: Dalsze wsparcie w ramach aukcji rynku mocy. Rozwój programów DSR, m.in. poprzez zwiększenie świadomości na temat jego korzyści wśród konsumentów. Umożliwienie udziału odbiorców i agregatorów w rynku energii i rynku bilansującym. Wprowadzenie efektywnego i powszechnego systemu powiadamiania odbiorców o okresach szczytowego zapotrzebowania w systemie w celu zachęcenia ich do oszczędzania energii, np. na wzór kalifornijskiego „Flex Alert” – kluczowe w kontekście tego typu narzędzia będzie zbadanie, w jaki sposób zoptymalizować jego działanie. Wzrost autokonsumpcji wynikający np. z zachęt do odpowiedniej architektury rozliczeń (dla społeczności energetycznych, prosumentów).

19 Polityka Insight, Enel X, *Przebudzenie elastycznych mocy, czyli jak DSR może zwiększyć bezpieczeństwo energetyczne Polski*, 2022.

Magazyny energii (elektrownie szczytowo-pompowe, baterie chemiczne, wodór)	Magazyny energii pozwalają na gromadzenie energii powstałej w momencie istniejących nadwyżek w okresach taniej energii i gwarantują jej dostawę w momentach niedoboru w generacji. Do najważniejszych ich funkcji należą: • real-time oraz dobowe bilansowanie systemu na poziomie krajowym, jak i lokalnym, ze względu na dobową zmienność generacji z OZE (np. masy wirujące, magazyny baterijne) • sezonowe bilansowanie systemu w sytuacji dłuższych niedoborów energii z wiatru i słońca (wodór, biopaliwa, magazyny ciepła, duże ESP).	Do prawa krajowego wprowadzone zostały regulacyjne podstawy dla ich rozwoju (definicja magazynu energii oraz zasady przyłączania magazynu do sieci), co ułatwiło rozwój magazynowania w Polsce. Magazyny energii mogą być wspierane w ramach aukcji rynku mocy oraz programu Mój Prąd, w ramach którego otrzymać można dofinansowanie do przydomowych magazynów. W listopadzie 2022 roku opublikowano projekt nowej ustawy o inwestycjach w elektrownie szczytowo-pompowe, która stworzy otoczenie legislacyjne i administracyjne dla budowy nowych ESP. Według planów Ministerstwa Klimatu i Środowiska (MKiŚ) do połowy lat 30. powstać ma w Polsce 9-10 nowych elektrowni tego typu o łącznej mocy 5,5-6 GW²⁰.	Choć pojawiają się w ostatnim czasie regulacje dedykowane magazynom energii, dynamicznie rośnie też zapotrzebowanie na nie. W związku z tym kluczowe jest podjęcie następujących działań: 1. Konsekwentna realizacja planowanych inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych – inwestycje w ESP wymagają dużych nakładów finansowych oraz starannego planowania. 2. Zwiększenie wsparcia inwestycyjnego dla przydomowych magazynów energii w ramach programu Mój Prąd. 3. Promowanie magazynowania energii wśród prosumentów poprzez kampanie edukacyjno-informacyjne o roli magazynów w generacji z OZE. 4. Wsparcie dla magazynów na poziomie sieci dystrybucyjnych poprzez inwestycje oraz zastosowanie nodal pricingu – sygnały cenowe mogą stanowić motywację do inwestycji w magazyny na obszarach, gdzie występują wysokie ceny energii. 5. Zachęty rozliczeniowe dla zużycia własnej wyprodukowanej energii dedykowane społecznościom energetycznym. 6. Wsparcie inwestycyjne dla wodorowych i biopaliwowych technologii magazynowania energii.
--	---	---	--

²⁰ Projekt ustawy o przygotowaniu i realizacji inwestycji w zakresie elektrowni szczytowo-pompowych oraz inwestycji towarzyszących, Rządowe Centrum Legislacji, 3 listopada 2022, <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12365909/katalog/12924367#12924367>.

Połączenia transgraniczne	Połączenie systemu energetycznego Polski z innymi pozwoli na zwiększenie odporności w kontekście okresów bez wiatru i słońca, zapewni możliwość eksportu nadwyżek energii z OZE oraz zwiększy bezpieczeństwo dostaw w sytuacjach awaryjnych bądź niewystarczających rezerw.	Celem unijnym na 2030 rok jest możliwość przesyłu min. 15% produkowanej energii elektrycznej poza granice państwa²¹. Polska formułuje swoje cele z zakresu rozwoju połączeń transgranicznych w oparciu o cele unijne i strategię definiowane przez europejskich ekspertów – m. in. w ramach Dziesięcioletnich Planów Rozwoju Sieci Przesyłowej sporządzanych przez Europejskie Sieci Operatorów Elektroenergetycznych Systemów Przesyłowych (ENTSO-E). Polska realizuje również zobowiązania rozwoju połączeń transgranicznych wynikające z integracji rynków na poziomie unijnym. W 2020 roku MKiŚ opublikowało Polski Plan Wdrażania, w ramach którego wyznaczono cele zwiększenia transgranicznej wymiany energii elektrycznej poprzez rozbudowę sieci. Według sprawozdania z 2021 roku inwestycje te powinny zakończyć się w 2024 roku²². Polskie Sieci Elektroenergetyczne planują dalszą rozbudowę połączeń transgranicznych – ramy tych inwestycji wyznacza Plan rozwoju w zakresie zaspokojenia obecnego i przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną na lata 2023-2032.	Obecne przepustowości połączeń transgranicznych są poniżej średniej unijnej. W obecnej wersji KPEiK brakuje celu związanego z rozbudową połączeń transgranicznych. Jak wynika z planów PSE, Polska ma plan rozbudowy tych połączeń, natomiast musi podjąć działania związane z ustanowieniem zobowiązujących celów zgodnych z celami unijnymi. Takie działanie zobowiąże rząd do wypełnienia tych celów. Nowym priorytetem stało się również odbudowanie przepustowości połączeń z Ukrainą.
---	--	--	--

21 Electricity interconnection targets, Energy – European Commission, dostęp: 26 stycznia 2023, https://energy.ec.europa.eu/topics/infrastructure/electricity-interconnection-targets_en

22 Sprawozdanie z realizacji Planu Wdrażania reform rynku energii elektrycznej przyjęte przez KSE, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, 19.10.2021, <https://www.gov.pl/web/klimat/sprawozdanie-z-realizacji-planu-wdrazania-reform-rynku-energii-elektrycznej-przyjete-przez-kse>.

Inteligentny pomiar zużycia energii (smart-metering)	Liczniki zdalnego odczytu umożliwiają monitorowanie zużycia energii w czasie rzeczywistym, dzięki czemu wspierają zarówno odbiorców, jak i dostawców w podejmowaniu bardziej świadomych decyzji. Dzięki monitorowaniu w czasie rzeczywistym liczniki te: • umożliwiają dostawcom dokładniejsze zrozumienie wzorców zużycia energii w celu lepszego zarządzania siecią (np. zapobiegania przerwom w dostawach) • sprzyjają ogólnemu zmniejszaniu popytu na energię (trwałej destrukcji) • pozwalają na wprowadzenie taryf dynamicznych, rozliczeń dla prosumentów i społeczności energetycznych oraz świadczenie usług systemowych • zmniejszają koszty operacyjne poprzez możliwość zdalnego odczytu.	W ramach rozwoju inteligentnych sieci PEP2040 zakłada wyposażenie 80% gospodarstw w liczniki zdalnego odczytu do 2028 roku. Działania Polski oparte są o strategię unijną w tym zakresie, choć są opóźnione – cel UE zakładał wdrożenie na poziomie 80% do 2020 roku. W ramach Funduszu Modernizacyjnego realizowany jest program dofinansowań do liczników zdalnego odczytu „Elektroenergetyka – Inteligentna infrastruktura energetyczna”. W 2021 roku ok. 15% gospodarstw domowych posiadało inteligentne liczniki²³.	1. Konsekwentna wymiana liczników na inteligentne według harmonogramu opracowanego przez MKiŚ w 2021 roku, aby zagwarantować spełnienie wyznaczonego celu 2. Wsparcie inwestycyjne dla projektów testujących integrację technologii zdalnego odczytu zużycia energii elektrycznej z innymi technologiami, które będą częścią systemu energetycznego i gospodarki (V2P, pompy ciepła, magazyny energii, etc.) – tego typu dofinansowanie można przekazywać lokalnym programom pilotażowym, np. na poziomie gmin lub społeczności energetycznych.
Taryfy dynamiczne prądu	Taryfy dynamiczne to narzędzie zarządzania popytem na energię elektryczną – jej ceny mogą zmieniać się ze względu na popyt, podaż lub inne czynniki. Taryfy dynamiczne służą stabilizacji sieci poprzez wyplaszczanie dobowej krzywej zapotrzebowania i sprzyjają też oszczędzaniu energii przez odbiorców. Istnieją trzy rodzaje tego typu taryf: 1. Wycena czasu użytkowania (ang. <i>time-of-use pricing</i>) – ceny ustalane są na podstawie profilu zużycia odbiorcy. 2. Krytyczne ceny szczytowe (ang. <i>critical peak pricing</i>) – w okresach szczytowego zapotrzebowania obowiązują wyższe stawki za energię. 3. Ceny w czasie rzeczywistym (ang. <i>real-time pricing</i>) – ceny różnią się w zależności od pory dnia, mogą być też powiązane z rynkiem dnia następnego.	Firmy w Polsce mogą korzystać z elastycznych modeli rozliczeń zakupu energii. Przedsiębiorcy mogą wybrać zakup w transzach (na podstawie profilu zużycia firmy) lub w oparciu o średnią cenę z notowań giełdowych (na podstawie wyliczonego trendu cen na okres podpisania umowy). Aktualnie nie funkcjonują w Polsce mechanizmy taryf dynamicznych dla klientów indywidualnych, choć pojawiły się w ostatnim czasie takie propozycje ze strony Ministerstwa Klimatu i Środowiska.	1. Wdrożenie transparentnego i niedyskryminacyjnego systemu taryf dynamicznych dla odbiorców indywidualnych w oparciu o dokładną analizę możliwych skutków i z uwzględnieniem mechanizmów chroniących odbiorców wrażliwych. 2. Dalszy rozwój systemu inteligentnego opomiarowania i rozwiązań smart grid niezbędnych dla wprowadzenia taryf dynamicznych.

23 Annual Report on the Results of Monitoring the Internal Electricity and Natural Gas Markets in 2021, European Union Agency for the Cooperation of Energy Regulators, Council of European Energy Regulators, październik 2022, https://www.acer.europa.eu/sites/default/files/documents/Publications/ACER_Gas_Market_Monitoring_Report_2021.pdf

Przeskalowanie/ograniczanie (ang. oversizing/curtailment)	Przeskalowanie to rozbudowa zasobów wytwórczych ponad szacowane zapotrzebowanie. W przeciwieństwie do konwencjonalnych źródeł, OZE nie wymagają paliwa, a koszt inwestycji obniża się z roku na rok. Powoduje to, że opłacalne staje się przeskalowywanie budowanych zasobów w celu zapewnienia jak najwyższego poziomu generacji, nawet kosztem „zmarnowania” energii w okresach jej nadpodaży w sieci. Analizy pokazują, że kontrolowane ograniczanie produkcji (ang. <i>curtailment</i>) może w niektórych przypadkach być bardziej opłacalne niż np. magazynowanie energii.	W Polsce rzadko jeszcze (choć coraz częściej) pojawia się potrzeba ograniczenia generacji z OZE ze względu na relatywnie niewielkie zasoby wytwórcze energii z wiatru i słońca. Wyłączanie wiatraków to również metoda bilansowania, do której PSE ucieka się w ostatniej kolejności, po tym jak m.in. wyda polecenie redukcji mocy elektrowniom węglowym i gazowym. Producentom energii przysługują wtedy rekompensaty. W Polsce występuje też jednak niekontrolowane ograniczanie na poziomie sieci dystrybucyjnych wynikające z pojawiających się lokalnie „wąskich gardeł” (ang. <i>congestion</i>). Ograniczenie przyjmuje też formę odmów wydania warunków przyłączenia do sieci dla instalacji PV ze względu na (jak najczęściej podają operatorzy) brak dostępnych mocy przyłączeniowych.	1. Rozbudowa i modernizacja sieci w celu umożliwienia sprawnego przyłączenia nowych instalacji i uniknięcia pojawiania się w sieci „wąskich gardeł”. 2. Monitoring i analiza niekontrolowanego ograniczania produkcji w celu efektywnego zarządzania. 3. Wprowadzenie cen węzłowych (ang. <i>nodal pricing</i>) jako narzędzia zapobiegania marnotrawieniu energii – ceny węzłowe definiowane są na podstawie aktualnego zużycia na obszarze danego węzła sieciowego, stanowiąc zachętę cenową do oszczędzania energii w okresach zwiększonego zapotrzebowania na danym obszarze.
---	--	--	--

Tabela 3. Polityki wspierające filar decentralizacji w systemie energetycznym
Decentralizacja

Decentralizacja jest naturalnym kierunkiem rozwoju systemu opartego na OZE, ponieważ nie wymagają one scentralizowanej i wielkoskalowej infrastruktury technicznej. Zwłaszcza fotowoltaika, której najpopularniejszą formą w Polsce są prosumenckie mikroinstalacje dachowe lub gruntowe, pozwala na duże rozproszenie źródeł oraz ograniczenie zagospodarowania gruntów. Wiele działań w ramach decentralizacji wspiera demokratyzację energii, tj. daje obywatelom możliwość aktywnego udziału w funkcjonowaniu systemu energetycznego, pozwalając na większą kontrolę nad naszą interakcją z systemem. Decentralizacja wspiera również tworzenie odpornego i bezpiecznego systemu energetycznego, poprzez rozproszenie źródeł energii i obniżenie podatności na awarie i niespodziewane zdarzenia (takie jak awaria wielkoskalowego bloku, ograniczenia w podaży paliw kopalnych). Większa ilość źródeł na poziomie sieci dystrybucyjnych wymaga ich modernizacji i rozbudowy. Potrzebne są działania, które wzmocnią lokalną produkcję, magazynowanie oraz zużywanie energii tak, by zapobiegać niekontrolowanemu ograniczaniu produkcji, przeciążaniu sieci i marnotrawieniu energii.

Obszar	Opis	Stan obecny	Rekomendacja / ocena
Prosumenci (domy jednorodzinne, prosumpcja kolektywna, budynki publiczne, firmy)	Prosumenci, tj. jednocześnie producenci i konsumenci energii, będą jednym z najważniejszych elementów nowego systemu energetycznego. Obecnie są to głównie gospodarstwa domowe, które instalują na dachu lub posesji panele fotowoltaiczne. Pozwala to na zwiększenie ilości odnawialnych źródeł energii w systemie, ale również lokalne zużywanie energii. Panele mogą działać z pompą ciepła oraz magazynem energii, tworząc zero-emisyjny, samowystarczalny energetycznie budynek.	Program Mój Prąd to jeden z głównych mechanizmów wsparcia prosumenckich, w ramach którego możliwe jest otrzymanie dofinansowania do instalacji PV i/lub magazynu energii. W ostatnich latach stopniowo budowane jest otoczenie regulacyjne dla rozwoju prosumeryzmu w Polsce. W ramach nowelizacji ustawy o OZE w 2021 roku wprowadzono do prawa pojęcia: prosument wirtualny, prosument zbiorowy oraz reprezentant prosumenckich. Pod koniec 2022 roku wprowadzono instytucję prosumenta lokatorskiego, czyli rozwiązania promującego instalacje PV w spółdzielniach i wspólnotach mieszkaniowych. W 2022 roku zmieniono zasady rozliczania prosumenckich z net-meteringu na net-billing, co jest z ich perspektywy długofalowo mniej korzystne.	Uruchomienie programu Mój Prąd oraz korzystny net-metering spowodowały intensywny rozwój instalacji prosumenckich, które odpowiadają za przeważającą większość przyrostu mocy zainstalowanej w OZE w ostatnich latach. Zmiana zasad rozliczeń w kwietniu 2022 roku zahamowała ten wzrost. Niedawne zmiany w programie Mój Prąd, które wprowadziły dofinansowanie do magazynów energii, a następnie zwiększyły dotacje do magazynów, są istotnym działaniem, które może wpłynąć na popularność tych rozwiązań. Brakuje jednak kampanii informacyjnej, która jasno i przejrzyście komunikowałaby zalety płynące z integracji instalacji PV z przydomowym magazynem energii. Między innymi, powinno być jasno komunikowane, że rozliczanie godzinowe oraz kanibalizacja cen energii (ang. <i>value deflation</i>) z instalacji fotowoltaicznych uczynią magazynowanie energii jeszcze bardziej opłacalnym. W miarę powstawania kolejnych instalacji fotowoltaicznych, średnia cena hurtowa energii produkowanej przez nie będzie spadać w godzinach wysokiej generacji, czyniąc atrakcyjniejszym magazynowanie energii.

Spółeczności energetyczne²⁴	Spółeczności energetyczne (SE) to grupa osób, gospodarstw i podmiotów, które wspólnie zarządzają lokalną produkcją i konsumpcją energii. Są jednym z najbardziej kompleksowych rozwiązań, ponieważ wypełniają zarówno cele środowiskowe, społeczne jak i dotyczące bezpieczeństwa energetycznego.	Polskie prawo wyróżnia trzy różne rodzaje SE: spółdzielnia energetyczna, klaster energii oraz prosument zbiorowy energii odnawialnej. Do rozwoju SE najsilniej przyczyniła się nowelizacja ustawy o OZE z 2016 roku, która wprowadziła pojęcie „klastra energii”. Z kolei w 2022 zaproponowano następujące zmiany w ustawie o OZE: 1. Nową definicję klastra energii, która uwzględniłaby cel zapewnienia przez niego środowiskowych, gospodarczych i społecznych korzyści (istotne w kontekście transpozycji unijnych zapisów o SE). 2. Prowadzenie rejestru SE przez URE. 3. Zwolnienie z opłat dystrybucyjnych i innych opłat związanych z wytwarzaną energią. 4. Od 25 stycznia 2023 roku spółdzielnie energetyczne oraz rolnicy mogą ubiegać się o dofinansowanie w ramach programu „Energia dla wsi”²⁵.	Choć procedowany projekt nowelizacji ustawy o OZE znacznie poprawia warunki dla rozwoju klastrów energii, nadal brakuje wyraźnych zachęt dla społeczności energetycznych. W celu dalszego rozwoju tego typu społeczności w Polsce, niezbędne będzie bardziej zdecydowane wsparcie inwestycyjne, administracyjne i techniczne. Aby społeczności energetyczne stały się jednym z filarów zdecentralizowanego systemu elektroenergetycznego, należy: 1. Wprowadzić system zachęt dla SE, zwłaszcza w kontekście przeciwdziałania ubóstwu energetycznemu (jest to jeden z celów wyznaczonych dla SE na poziomie unijnym). 1. Wyznaczyć sparytetryzowane cele dla rozwoju SE w Polsce i monitorować ich realizację. 1. Wzmocnić pozycję SE we współpracy z OSD w celu ułatwienia uzyskiwania zgód na przyłączenie do sieci, lepszej wymiany informacji oraz ułatwienia świadczenia usług elastyczności przez SE²⁶.
--	--	---	---

24 Temat społeczności energetycznych szerzej omówiliśmy w naszym raporcie *Najlepsze praktyki dla społeczności energetycznych w Polsce i Niemczech*.

25 Program Energia dla Wsi, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, dostęp: 26.01.2023, <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/energia-dla-wsi>.

26 Więcej na temat rekomendacji dla rozwoju społeczności energetycznych można przeczytać w naszym raporcie: Iwona Ciećwierz et al., *Najlepsze praktyki dla społeczności energetycznych w Polsce i Niemczech*, WiseEuropa, 2022.

Rozbudowa i modernizacja sieci dystrybucyjnych	Postępująca decentralizacja zasobów wytwórczych ze względu na zwiększającą się rolę OZE wymaga rozbudowy sieci dystrybucyjnej w celu sprawnej integracji rozproszonych źródeł (paneli słonecznych i wiatraków). Rozbudowa i modernizacja sieci pozwoliłaby również na zwiększenie jej przepustowości, co jest kluczowe w kontekście elektryfikacji transportu i ogrzewnictwa indywidualnego.	Skala oraz tempo rozbudowy i modernizacji sieci była dotychczas niewystarczająca, czego wymownym przykładem jest liczba odmów wydania warunków przyłączenia do sieci – w samym 2021 roku odmowy te objęły instalacje (głównie OZE) o łącznej mocy około 15 GW. W listopadzie 2022 roku najwięksi operatorzy systemów dystrybucyjnych podpisali Kartę Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki (dalej Karta) w celu zapewnienia stabilnego otoczenia regulacyjnego dla rozwoju sieci i wsparcia inwestycji w tym zakresie. Do 2025 roku planowane są wydatki rządu 52 mld zł.	Istotnym krokiem do usystematyzowania działań jest podpisanie Karty. Rosnąca rola operatorów sieci dystrybucyjnych będzie wymagała zarówno inwestycji jak i nowych modeli zarządzania, zwiększających autokonsumpcję i bilansowanie sieci na poziomie lokalnym, co pozwoli ograniczyć koszty związane z rozbudową sieci. Dlatego w tym celu należy podjąć następujące działania: 1. Urealniające taryfy dystrybucyjne z uwzględnieniem postępującej decentralizacji zasobów wytwórczych i zwiększającego się udziału OZE na dystrybutorów energii oraz potrzebnych inwestycji (zgodnie z Kartą). 2. Działania obniżające potrzebę inwestycji: wsparcie autokonsumpcji oraz bilansowania poprzez promocję lokalnych/przydomowych magazynów energii, wsparcie inwestycyjne i rozwój modeli takich jak prosumenci, społeczności energetyczne czy wirtualne elektrownie, zmiany w funkcjonowaniu rynku energii (lokalne ceny). 3. Zwiększenie transparentności planowania sieci dystrybucyjnych, m.in. poprzez wyznaczenie kwantyfikowalnych celów i oddzielenie dystrybucji od spółek.
--	--	---	---

Inteligentne sieci (smart grid)	Dla rozwoju elastyczności sieci, która stanowić będzie integralną cechę systemu zdominowanego przez OZE, niezbędne jest wdrożenie nowych technologii, które pozwolą na sprawną wymianę informacji o popycie i podaży oraz zautomatyzowanie części procesów. Inteligentne sieci pozwalają m. in. na: • integrację wszystkich elementów systemu (których będzie znacznie więcej niż w systemie opartym na konwencjonalnych źródłach wytwórczych), m. in. instalacji PV, wiatraków, magazynów energii, samochodów elektrycznych, pomp ciepła • automatyczne dostosowywanie przesyłu i dystrybucji • poprawę jakości i niezawodności dostaw energii oraz obniżenie strat • obniżenie kosztów operacyjnych, np. poprzez możliwość zdalnego odczytu.	Dotychczas inwestycje w inteligentne sieci realizowane były głównie w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko dofinansowywanego ze środków UE. W jego rezultacie do inteligentnych sieci podłączono w Polsce 3,5 mln użytkowników oraz wybudowano/zmodernizowano 507 stacji elektroenergetycznych. W 2021 roku wsparcie dla rozwoju inteligentnych sieci kontynuowane będzie w ramach Programu Fundusze Europejskie na Infrastrukturę, Klimat, Środowisko (FENIKS) na lata 2021-2027. Dofinansowywanie inteligentnych liczników (opisane w Tabeli 2) jest kluczowym elementem rozwoju inteligentnych sieci.	Choć w ostatnich kilku latach inwestowano w rozwój inteligentnych sieci, tempo tych działań powinno przyspieszyć, by jak najszybciej objąć zasięgiem tego typu sieci całą populację. W tym celu potrzebne będzie wsparcie finansowe dla innowacji oraz projektów pilotażowych z zakresu rozwoju inteligentnych sieci. Kluczowe dla rozwoju inteligentnych sieci będzie również konsekwentne wdrażanie inteligentnych liczników według rekomendacji rozpisanych powyżej w Tabeli 2.
---	--	---	---

6. Podsumowanie i rekomendacje ogólne

Podczas gdy w ostatnich latach ramy prawne oraz wsparcie dla rozwoju niskoemisyjnej elektroenergetyki rozrastały się i wprowadzone zostały niektóre kluczowe regulacje i rozwiązania, skala wsparcia pozostaje daleko niewystarczająca, co potwierdza niewielki postęp w dekarbonizacji zarówno energetyki jak i całej gospodarki. Polską transformację w dalszym ciągu hamują kluczowe bariery na poziomie politycznym, administracyjnym oraz technicznym.

W kwestii celów wyznaczanych przez politykę klimatyczno-energetyczną, Polska znajduje się w ogonie Unii Europejskiej. Jednym z centralnych elementów tej polityki jest rozwój OZE. Polski cel OZE na rok 2020 został zrealizowany w większości na fali nowych instalacji prosumenckich, które powstały ze względu na wyjątkowo korzystne warunki rozliczeniowe oraz wsparcie z programu Mój Prąd.

W raporcie „Nowy paradygmat”²⁷ argumentowaliśmy, że na niewystarczające tempo przyrostu tych instalacji wpływ ma oligopol spółek skarbu państwa, które nie brały udziału w dekarbonizacji (również ze względu na brak sygnałów rynkowych), oraz brak legislacji ułatwiających konkurencję na rynku OZE. Do najważniejszych blokad w rozwoju odnawialnych źródeł należy wprowadzona w 2016 roku zasada 10H, hamująca rozwój lądowej energetyki wiatrowej, jak również blokady w rozwoju rynku inwestycji powstających w kontraktach cPPA.

Wraz z rozwojem OZE, które w perspektywie kilku do kilkunastu lat będą odpowiadały za większość produkcji energii elektrycznej, Polska musi przygotować go na ich integrację. Potrzebne będą działania systemowe, które wesprą zarówno powstawanie nowych źródeł sterowalnych, zwiększanie elastyczności sieci, jak i pomogą w decentralizacji. Nadal potrzebne są kluczowe zmiany, które wspomogą rozwój społeczności energetycznych, większą integrację działań od strony popytowej (np. DSR) oraz magazyny energii.

Kolejnym kluczowym obszarem transformacji są inwestycje. Szczególnym zaniedbaniem jest nieprzeznaczanie już od kilku lat rosnących wpływów do budżetu ze sprzedaży uprawnień do emisji gazów cieplarnianych (np. poprzez utworzenie proponowanego przez rząd Funduszu Transformacji Energetyki), jak również brak porozumienia w sprawie KPO²⁸. W pierwszym raporcie dotyczącym zielonej autonomii strategicznej przedstawiliśmy możliwe źródła finansowania tych działań. Należy pamiętać, że większość kosztu inwestycyjnego dekarbonizacji gospodarki będzie obciążała sektor prywatny, a środki publiczne powinny je stymulować (np. wymiana floty samochodów, inwestycje w źródła ciepła, efektywność energetyczną itd.)²⁹.

27 M. Bukowski, K. Kobyłka, *Nowy Paradygmat. Dlaczego energetyka potrzebuje konkurencji?*, Warszawa 2022, <https://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2022/08/Nowy-paradygmat.pdf>.

28 O KPO szerzej pisaliśmy w raportach *W pół kroku* oraz *Gonitwa za czasem*.

29 Dochody z aukcji w ramach systemu handlu emisjami EU ETS mogą i powinny stać się jednym z głównych źródeł finansowania działań dekarbonizacyjnych – o tym szerzej pisaliśmy w naszym pierwszym raporcie o zielonej autonomii strategicznej.

W przypadku elektroenergetyki, potrzeby inwestycji w źródła odnawialne mogą zostać pokryte przez sektor prywatny, ale wsparcie będzie potrzebne w kilku obszarach kluczowych z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego i strategicznych inwestycji: rozbudowy sieci oraz jej cyfryzacji, stymulowanie energetyki obywatelskiej, magazynów energii.

Jednocześnie rolą państwa będzie skupienie się na sprawiedliwym podejściu redystrybucyjnym. Zarówno zmiany klimatu, degradacja środowiska, jak i sama transformacja energetyczna nieproporcjonalnie bardziej wpływają na gospodarstwa o najniższych dochodach. Biedniejsi bardziej narażeni są na negatywne skutki zdrowotne zanieczyszczeń powietrza, wzrost cen energii czy zaostrzające się wymogi środowiskowe dotyczące domów oraz transportu indywidualnego. Dodatkowo, regiony i gminy silnie uzależnione od sektora wydobywczego lub związane z konwencjonalnymi elektrowniami będą nieproporcjonalnie bardziej dotknięte skutkami tych zmian. Transformacji powinny zatem towarzyszyć działania mające charakter inkluzywny (np. poprzez zachęty włączenia gospodarstw o niskich dochodach do społeczności energetycznych) oraz chroniące grupy wrażliwe. Takie działania mają już miejsce (np. kryteria dochodowe w programie Czyste Powietrze, program Stop Smog przeznaczony dla osób dotkniętych ubóstwem energetycznym). Należy jednak pamiętać, że rząd stosował również nieefektywne działania doraźne, mające w teorii chronić przed skutkami kryzysu energetycznego, które zostały szeroko skrytykowane przez ekspertów, głównie za brak kryterium dochodowego³⁰. Do prawidłowego projektowania tych działań potrzebna jest rzetelna analiza wpływu redystrybucyjnego prowadzonych polityk oraz środków minimalizujących negatywny wpływ transformacji, której w tym momencie brakuje³¹.

W Polsce brakuje również jednoznacznego sygnału politycznego dla zielonej transformacji. Poprawić tę sytuację może ambitna strategia, z realizacji której rządzący będą rozliczani. Przygotowywana aktualizacja kluczowych dokumentów strategicznych takich jak Polityka energetyczna Polski do 2040 r. oraz Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021-2030 powinna zatem odzwierciedlać ambitną, ale realną ścieżkę dekarbonizacji sektora, wraz z planowanymi politykami i środkami wspierającymi i monitorującymi ten proces. Będzie to wymagać znaczącego wysiłku legislacyjnego i administracyjnego, dlatego zdecydowane poparcie rządu dla transformacji wzmocniłoby również pozycję Ministerstwa Klimatu i Środowiska, odpowiedzialnego za przygotowywanie większości regulacji w tym zakresie. Przełoży się to na przewidywalne otoczenie regulacyjne, które jest niezbędne dla zwiększenia poziomu prywatnych inwestycji, zapewniając inwestorom poczucie bezpieczeństwa oraz stabilności.

30 Jedną z alternatyw opartą na analizie wpływu przedstawił Polski Alarm Smogowy: <https://polskialarmsmogowy.pl/wp-content/uploads/2022/07/Spoleczna-ustawa-o-dodatku-energetycznym.-Zalozenia-28-07-2022.pdf>.

31 Jako jeden z przykładów, WiseEuropa przygotowała analizę wpływu systemu EU ETS dla budynków i transportu drogowego <https://wise-europa.eu/wp-content/uploads/2022/05/Raport-krajowy-22.3.3.pdf>.



WiseEuropa

Fundacja WiseEuropa

WiseEuropa to niezależny think-tank, specjalizujący się w makroekonomii, polityce gospodarczej, europejskiej i zagranicznej.

Misją WiseEuropa jest poprawa jakości polityki krajowej i europejskiej oraz środowiska gospodarczego przez oparcie ich na rzetelnych analizach ekonomicznych i instytucjonalnych, niezależnych badaniach oraz ocenach oddziaływania polityki na gospodarkę. Instytut angażuje obywateli, przedsiębiorców, ekspertów oraz twórców polityk publicznych z kraju i zagranicy we wspólną refleksję na temat modernizacji Polski i Europy oraz ich roli w świecie. Celem WiseEuropa jest działanie na rzecz aktywnej i zaangażowanej roli Polski w otwartym, zrównoważonym, demokratycznym rozwoju Europy. W centrum działalności WiseEuropa jest pobudzanie i inspirowanie debaty publicznej na temat przyszłości Polski i Europy.

www.wise-europa.eu

Program Energia i Klimat

Polska, Europa i świat stoją obecnie przed niespotykanymi w historii wyzwaniami środowiskowymi i zasobowymi. Uniknięcie groźnych zmian klimatu, poprawa zdrowia publicznego oraz wzrost bezpieczeństwa surowcowego wymaga głębokiej transformacji gospodarczej. Wykorzystanie szans i uniknięcie pułapek rozwojowych z tym związanych wymaga dogłębnej oceny krótko- i długoterminowych skutków polityki ochrony środowiska oraz gospodarowania zasobami naturalnymi. W ramach Programu Energia i Klimat przygotowujemy kompleksowe analizy sektorowe oraz makroekonomiczne poświęcone szeroko rozumianej niskoemisyjnej transformacji gospodarki w Polsce i poza jej granicami. Jesteśmy aktywni w takich obszarach, jak: polska oraz unijna polityka energetyczno-klimatyczna, krajowa polityka surowcowa, poprawa efektywności zasobowej gospodarki, ochrona środowiska oraz zdrowia publicznego poprzez ograniczenie szkodliwych emisji, zrównoważona polityka transportowa.



PROGRAM ENERGIA I KLIMAT

Inne publikacje:

„Zielony zwrot. Zmiany regulacyjne w procesie zazieleniania unijnej polityki handlowej”,
K. Laskowski, W. Lewandowski, Warszawa 2022

„Zielona autonomia strategiczna. Potrzeby inwestycyjne Polski w celu uniezależnienia się od importu surowców z Rosji”,
K. Bocian, K. Laskowski i W. Lewandowski, Warszawa 2022

„Zielone koło ratunkowe. Dostęp do czystej energii warunkiem konkurencyjności polskiego przemysłu”,
K. Bocian, W. Lewandowski, P. Wróbel, Warszawa 2022

„Nowy paradygmat. Dlaczego energetyka potrzebuje konkurencji?”,
M. Bukowski, K. Kobyłka, Warszawa 2022