

**Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu**



**Wydział Nauk Politycznych i Dziennikarstwa**



Wydział Nauk Politycznych  
i Dziennikarstwa

mgr Michał Żak

**Polityka energetyczna Polski: casus sektora  
elektroenergetycznego**

**Praca doktorska napisana pod kierunkiem  
dr. hab. inż. Piotra Kwiatkiewicza, prof. UAM**

**Poznań 2024**

**Adam Mickiewicz University Poznań**



**Faculty of Political Science and Journalism**



Faculty of Political Science  
and Journalism

mgr Michał Żak

**Energy Policy of Poland : The case of he Electrical Energy  
Sector**

**PhD supervised by  
BEng.PhD,DSC. ProfTit Piotr Kwiatkiewicz**

**Poznań 2024**

## **Podziękowania**

*Składam podziękowania Panu prof. dr. hab. Piotrowi Kwiatkiewiczowi prof. UAM za nieocenione wsparcie merytoryczne oraz źródło motywacji w trakcie przygotowywania pracy doktorskiej.*

*Szczególne podziękowania pragnę złożyć Panu Profesorowi za szereg cennych wskazówek oraz możliwość poszerzania wiedzy w oparciu o najwyższe standardy myśli naukowej.*

*Składam najgorętsze podziękowania rodzinie ze szczególnym odniesieniem do ojca, nieocenionego źródła wiedzy, dobroci i wytrwałości.*

*Serdecznie dziękuję  
Michał Żak*

## Spis treści

Wstęp.....	6
I. Polityka energetyczna i elektroenergetyka – teoretyczny zarys problemu .....	16
1.1. Polityka energetyczna jako polityka publiczna .....	16
1.2. Casus elektroenergetyki w sektorze energetycznym .....	33
1.3. Polityka energetyczna, elektroenergetyka a cele zrównoważonego rozwoju .....	35
II. Produkcja i konsumpcja energii elektrycznej w Polsce.....	38
2.1. Produkcja energii elektrycznej w Polsce.....	38
2.2. Konsumpcja energii elektrycznej w Polsce.....	48
2.2.1. Odbiorcy indywidualni.....	50
2.2.2. Odbiorcy instytucjonalni .....	52
III. Kryteria technologiczne a polityczne i ekonomiczne uwarunkowania doboru nośników .	55
3.1. Węgiel .....	66
3.1.1. Węgiel kamienny.....	66
3.1.2. Węgiel brunatny .....	73
3.2. Paliwa węglowodorowe .....	75
3.3. OZE .....	80
3.4. Energetyka jądrowa.....	86
IV. Polityka transformacji energetycznej w Polsce .....	95
4.1. Rozwój odnawialnych źródeł energii .....	96
4.1.1. Hydroenergetyka .....	96
4.1.2. Energetyka wiatrowa.....	97
4.1.3. Energetyka słoneczna .....	102
4.1.4. Biogaz / biogazownie .....	106
4.1.5. Energetyka geotermalna .....	107

4.3. Wyzwania i trudności związane z transformacją .....	116
4.4. Unijne determinanty rozwoju sektora elektroenergetycznego .....	120
V. Polityka bezpieczeństwa energetycznego .....	129
5.1. Zapewnienie dostępu do energii elektrycznej .....	129
5.1.1. Wyzwania techniczne i infrastrukturalne .....	129
5.1.2. Ekonomiczne aspekty dostępu do energii .....	139
5.1.3. Wymiar społeczny i środowiskowy.....	152
5.2. Dywersyfikacja źródeł i dostaw energii .....	165
5.3. Polityka energetyczna a bezpieczeństwo narodowe.....	174
Zakończenie .....	183
Summary .....	186
Bibliografia.....	188
Akty prawne .....	188
Druki zwarte .....	188
Internet .....	205
Spis wykresów.....	210
Spis tabel .....	211

## Wstęp

W pewnym uproszczeniu ustawowo przyjmuje się założenie, zgodnie z którym bezpieczeństwo energetyczne definiujemy jako stan gospodarki umożliwiający pokrycie perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię, w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska<sup>1</sup>.

Oczywiście wskazane zaspokojenie popytu powinno być realizowane w sposób ciągły, stabilny i niezakłócony. Obejmuje to dostępność dostaw, ich nieprzerwany charakter, a także zdolność do radzenia sobie z ewentualnymi kryzysami oraz minimalizowanie ryzyka związanego z uzależnieniem od jednego źródła energii czy dostawcy. W zależności od zakresu terytorialnego może mieć ono wymiar lokalny, państwowy, regionalny<sup>2</sup>, makroregionalny czy też globalny<sup>3</sup>.

Relacje z gospodarką wynikają wprost z przytoczonej definicji. Prowadzona tu polityczna aktywność determinuje kondycję ekonomiczną państwa, a zarazem odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu ram prawnych i regulacyjnych, które wpływają na sektor energetyczny<sup>4</sup>. Oba te elementy są ze sobą ściśle powiązane. Nie sposób wyobrazić sobie zamożnego państwa bez silnej i dynamicznie rozwijającej się gospodarki i vice versa. Sformułowanie to odnosi się także do dobrobytu społeczeństwa – budowanie go bez sprawnie funkcjonujących podmiotów rynkowych nie wydaje się możliwe. Podobnie rzecz można ująć w przypadku postawienia kwestii dotyczącej możliwości tworzenia prężnej i konkurencyjnej gospodarki narodowej bez zapewnienia jej dostaw paliw i surowców do wytwarzania energii

---

<sup>1</sup> Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. *Prawo energetyczne*, Dz.U., nr 54, poz. 348, s. 10–11.

<sup>2</sup> W wymiarze krajowym oraz makroregionu – to rozwój świadomości energetycznej różnych obszarów życia społecznego, gospodarczego, technicznego na różnych szczeblach państwa. Bezpieczeństwo energetyczne to już nie tylko problem w wymiarze globalnym (całe państwo), ale przede wszystkim w wymiarze indywidualnym i lokalnym. B. Mól, J. Bargiel, A. Halinka, P. Sowa, *Lokalne bezpieczeństwo energetyczne w kontekście nowych zagrożeń globalnych*, Gliwice 2022, s. 283.

<sup>3</sup> W wymiarze globalnym na poziomie dokumentów i strategii UE bezpieczeństwo energetyczne często ujmowane jest w odmienny sposób. Główne jego elementy to liberalizacja rynku energetycznego, współzależność (poprzez rozbudowę połączeń) i solidarność energetyczna. Liberalizacja rynku energetycznego ma wprowadzić mechanizmy wolno-rynkowe i konkurencyjność. K. Kałużna, R. Rosicki, *Analiza interesów w polityce bezpieczeństwa energetycznego w UE*, Poznań 2022, s.165–167.

<sup>4</sup> W UE fundamentem prawnym dla określenia celów polityki energetycznej, instytucji i narzędzi regulacyjnych wobec energetyki są dyrektywy energetyczne, a ich krajowymi odpowiednikami — specjalne ustawy stanowiące tzw. Prawo energetyczne. Przepisy z obszaru energii dotyczą przede wszystkim zasad dostępu do unijnego rynku gazu i energii elektrycznej, przejrzystości cen, warunków tranzytu gazu, współdziałania w zakresie rozwoju transeuropejskich sieci energetycznych, utrzymywania obowiązkowych zapasów paliw płynnych, jak również zasad pomocy publicznej i energetycznej efektywności urzędów. P. Borowski, *Legislacja i regulacje w sektorze energetycznym*, Uniwersytet Warszawski, s. 14–15.

cieplnej czy też elektrycznej. Jest to swoisty układ zamknięty, w którym każdy z elementów jest niezbędny dla zachowania prawidłowego funkcjonowania państwa jako instytucji<sup>5</sup>.

Szczególną pozycję w obszarze polityki gospodarczej, a poprzez nią i miejsce w sferze bezpieczeństwa energetycznego, przypada elektroenergetyce<sup>6</sup>. Zajmuje się ona wytwarzaniem, przesyłem, dystrybucją oraz użytkowaniem energii elektrycznej. Jej głównym celem jest zapewnienie dostępu do niej dla społeczeństwa, przemysłu i innych sektorów gospodarki. W wymiarze inżynierskim obejmuje ona projektowanie, budowę i utrzymanie infrastruktury elektroenergetycznej, takiej jak elektrownie, linie przesyłowe, stacje transformatorowe i sieci dystrybucyjne. W jej ramach mieści się też wszelka aktywność służąca optymalizacji produkcji i dystrybucji energii elektrycznej, przy zwiększeniu jej efektywności oraz z dbałością o techniczne bezpieczeństwo dostaw<sup>7</sup>.

Zgłębiając kwestie relacji między polityką gospodarczą i bezpieczeństwem energetycznym, a dalej i elektroenergetyką, trudno abstrahować od prognoz i przyszłości. Teoretycznie kluczowe znaczenie powinna mieć wizja i kierunki rozwoju poszczególnych gałęzi przemysłu, rolnictwa, handlu czy usług. W istocie jednak nie ma to aż tak istotnego znaczenia, jeśli przyjmiemy założenie, zgodnie z którym zainicjowane już procesy automatyzacji i informatyzacji produkcji czy też całego sektora trzeciego będą postępowały wzorem ostatnich lat. Nawet w bardzo pesymistycznych scenariuszach, graniczących z apokaliptyczną wizją, trudno sobie wyobrazić, by mógł on zostać zahamowany. Oznacza to dalszy progres, a co za tym idzie rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną<sup>8</sup>. To ona pozostanie głównym, a z dużą dozą prawdopodobieństwa i jedynym źródłem zasilania. Koszty

---

<sup>5</sup> Obok konkurencyjności i ochrony środowiska bezpieczeństwo jest jednym z trzech priorytetów polityki energetycznej UE. Prawidłowo prowadzona polityka bezpieczeństwa energetycznego poszczególnych państw pozwala zatem na autonomię i niezależność, co wpływa na rozumiane tradycyjnie bezpieczeństwo wewnętrzne. Należy mieć na uwadze zatem – w zakresie sposobu i formy udostępniania posiadanych surowców zachowanie konkurencyjności polityki bezpieczeństwa energetycznego. M. Lorek, *Bezpieczeństwo energetyczne a bezpieczeństwo wewnętrzne państwa*, „Modern Management Review”, vol. XXII, 2017, s. 102–103.

<sup>6</sup> Zachowanie bezpieczeństwa energetycznego jest jednym z kluczowych elementów w systemie bezpieczeństwa każdego państwa, ponieważ wpływa na wszystkie aspekty społeczno-gospodarcze danego kraju, Soroka P., *Bezpieczeństwo energetyczne: między teorią a praktyką*, Warszawa 2015.

<sup>7</sup> Elektroenergetyka obejmująca w uproszczonym modelu wytwarzanie, przesył i dystrybucję oraz sprzedaż energii elektrycznej, w statutowym działaniu opiera się o realizację Polityki energetycznej Polski do roku 2025 w planach strategicznych oraz szeregu strategii rozwojowych przedsięwzięciach – głównie z udziałem SP. W technicznym odniesieniu za rozwój, produkcję oraz eksploatację odpowiadają instrukcje sieciowe (IRIESD, IRIESP, inne).

<sup>8</sup> Według *Polityki energetycznej Polski do 2040 r.* krajowe zużycie energii elektrycznej wzrośnie w latach 2015–2030 o 22% oraz o 37% w okresie 2015–2040. Średnioroczne tempo wzrostu wyniesie w całym rozpatrywanym okresie ok. 1,5%. Zużycie energii elektrycznej wzrośnie we wszystkich sektorach.

Należy pamiętać również o zmianach w strukturze transportu – rozwoju samochodów elektrycznych. Obecnie wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną spowodowany rozwojem elektromobilności nie wpływa istotnie na pracę KSE. Jednak w dłuższym horyzoncie czasowym pobór energii na potrzeby zasilania pojazdów elektrycznych będzie widoczny w każdej godzinie doby, także w godzinach szczytowego zapotrzebowania.

jej wytworzenia i dostaw do odbiorcy końcowego staną się, obok efektywności energetycznej, kluczowe<sup>9</sup>. W dobie globalizacji i standaryzacji metod oraz środków produkcji pozostaną one głównym czynnikiem dyferencji i będą decydowały o atrakcyjności poszczególnych produktów, jak i całej gospodarki<sup>10</sup>.

Zagadnienie to ma kluczowe znaczenie zarówno dla funkcjonowania państwa i instytucji publicznych, jak i dla życia społecznego i gospodarczego. Stąd też niezwykle istotna pozostaje identyfikacja działań, jakie podejmował jego aparat w ramach przygotowań do prognozowanego stanu rzeczy. Precyzyjne ich wskazanie niesie za sobą szereg pytań badawczych:

- jakie priorytety polityki Rzeczypospolitej Polskiej w sektorze elektroenergetycznym były i są wyznaczane?<sup>11</sup>
- jakie zmiany legislacyjne i regulacyjne miały miejsce w sektorze elektroenergetycznym i jak wpłynęły na politykę gospodarczą dotyczącą bezpieczeństwa energetycznego?<sup>12</sup>
- jakie inicjatywy podejmowane przez państwo miały na celu zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego w sektorze elektroenergetycznym?<sup>13</sup>
- jakie były skutki tych działań dla krajowego bezpieczeństwa energetycznego oraz dla efektywności i konkurencyjności sektora elektroenergetycznego?

---

<sup>9</sup> Czynnikiem warunkującym jest tutaj również stan techniczny infrastruktury elektroenergetycznej w obszarze: wytwarzania, przesyłu i dystrybucji. Już teraz prognozowany wzrost energii elektrycznej musi zostać uwzględniony w modernizacji sieci przesyłowej i dystrybucyjnej oraz potencjalnych ubytków mocy w źródłach wytwórczych. Przyjęcie właściwych – uproszczonych regulacji w inwestycje infrastruktury wytwórczej i sieciowej pozwoli również na budowę nowych jednostek wytwórczych. W. Dołęga. *Ocena infrastruktury elektroenergetycznej w aspekcie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej*, Wrocław 2012, s. 3–7; należy dodać, iż moce wytwórcze w stopniu uwzględniającym bezpieczeństwo energetyczne powinny uwzględniać alternatywne moce wytwórcze, w tym OZE.

<sup>10</sup> Wzrost zużycia energii elektrycznej w przemyśle wiązał się będzie głównie z rosnącą produkcją oraz unowocześnianiem i modernizacją zakładów wytwórczych. W transporcie do zwiększenia popytu przyczyni się poprawa jakości pasażerskich przewozów kolejowych i wzrost popularności tej gałęzi transportu, a w transporcie drogowym rozwój elektromobilności. *Transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce Wyzdalenie wytwórczych aktywów węglowych ze spółek z udziałem Skarbu Państwa*, MAP 2022.

<sup>11</sup> Od dokumentu określającego założenia i cele polityki (*Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030*), do *Polityki Energetycznej Polski do roku 2040*, uwzględniając cały szereg regulacji unijnych i dyrektyw (m.in. fit for 55).

<sup>12</sup> W szczególności zmiany dotyczą możliwości zapewnienia ciągłego rozwoju sektora elektroenergetycznego poprzez dostępność otoczenia prawnego dla wprowadzania nowych źródeł wytwórczych, jak i prowadzenie rynku konkurencyjnego opartego o TPA, rozdziału sektora wytwarzania, dystrybucji i obrotu w oparciu o właściwe rozwiązania prawne. W zakresie legislacyjnym największe konsekwencje dla sektora wnoszą Ustawa o odnawialnych źródłach energii, Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych – z dn. 20 maja 2016 r. (Dz.U. 2016, poz. 961), Ustawa o efektywności energetycznej – przyjęta 20 maja 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 831) wdrażająca zapisy Dyrektywy 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r., Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych – przyjęta 11 stycznia 2018 r. określa ramy prawne dla rozbudowy infrastruktury służącej do ładowania pojazdów elektrycznych oraz tankowania CNG oraz LNG.

<sup>13</sup> Rola państwa poprzez wprowadzanie regulacji krajowych oraz dostosowania do wymagań i rynku wspólnotowego UE oraz przede wszystkim zachowanie właściwego miksu energetycznego w zakresie źródeł wytwarzania – zachowania konwencjonalnych źródeł wytwarzania oraz dążenie do neutralności poprzez OZE.



- jakie wyzwania i perspektywy rozwoju sektora elektroenergetycznego w kontekście bezpieczeństwa energetycznego można zidentyfikować na podstawie analizy ewolucji polityki energetycznej w sektorze elektroenergetycznym?
- czy istniały określone czynniki polityczne, społeczne lub ekonomiczne, które miały wpływ na kształtowanie polityki gospodarczej w sektorze elektroenergetycznym w badanym okresie?
- jakie wnioski można wyciągnąć z analizy ewolucji polityki gospodarczej w zakresie bezpieczeństwa energetycznego dla przyszłych decyzji i strategii państwa w tym obszarze?

Kwestie te stanowią punkt wyjścia do prowadzenia bardziej szczegółowych analiz i badań w ramach pracy nad ewolucją polityki gospodarczej w sektorze elektroenergetycznym. Poszukiwania odpowiedzi na przytoczone pytania przyczyniły się do sformułowania **podstawowego celu niniejszej pracy, którym jest analiza ewolucji polityki energetycznej Rzeczypospolitej Polskiej w sektorze elektroenergetycznym w latach 2004–2023 i ocena jej dostosowania do prognozowanego stanu, w którym energia elektryczna w praktyce niemal zmonopolizuje proces zasilania w energetyce od transportu poprzez urządzenia w gospodarstwach domowych, a na przemyśle skończywszy.**

Dojście do tego etapu stanowi ważny wkład w zrozumienie dynamiki i kierunków rozwoju polityki energetycznej w Polsce, odzwierciedlając kluczowe zmiany i wyzwania, przed którymi stoi sektor elektroenergetyczny.

Podjęcie tematu ewolucji polityki energetycznej jest szczególnie istotne w kontekście globalnych trendów zmierzających do dekarbonizacji gospodarki i zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii. Przejście od tradycyjnych źródeł energii do bardziej zrównoważonych form, takich jak energia elektryczna wytworzona z odnawialnych źródeł, jest kluczowym wyzwaniem zarówno dla polityków, jak i dla społeczeństwa.

Ramy chronologiczne dysertacji zawierające się w przedziale lat 2004–2023 potraktowane zostały jako spełnienie wymogu formalnego. Ich podstawowym uzasadnieniem pozostają dwie dekady członkostwa Polski w strukturach Unii Europejskiej. Dwadzieścia lat, podczas których przeobrażenia w energetyce uległy znaczącej dynamice, a jednym z kluczowych determinantów ich zmian pozostawała partycypacja w funkcjonowaniu Wspólnoty. Jak wspomniano, cezury czasowe nie zostały potraktowane priorytetowo, co wynika z traktowania faktów historycznych jedynie jako punktu odniesienia w procesie transformacji, uczynienia z nich punktów orientacyjnych w realizacji towarzyszących decyzji politycznych.

Analiza polityki energetycznej Polski w wybranym okresie z założenia ma pozwolić na lepsze zrozumienie, jak nasze państwo dostosowuje się do zmieniających się warunków międzynarodowych, regulacji unijnych oraz rosnących oczekiwań społecznych w zakresie ochrony środowiska i zrównoważonego rozwoju. Ocena, w jakim stopniu polityka energetyczna Polski jest dostosowana do przyszłości, w której energia elektryczna może dominować w wielu sektorach gospodarki, ma pozwolić na identyfikację zarówno osiągnięć, jak i obszarów wymagających dalszych działań lub zmian strategicznych.

Dysertacja ma też przyczynić się do lepszego zrozumienia wpływu polityki energetycznej na kształtowanie bezpieczeństwa energetycznego, niezależności gospodarczej oraz zrównoważonego rozwoju Polski. Jednocześnie, przez skoncentrowanie się na sektorze elektroenergetycznym, dysponuje potencjałem pozwalającym na dostarczenie szczegółowych wniosków dotyczących jednego z najważniejszych segmentów polityki energetycznej, co może być istotne dla dalszych badań i dla praktycznej polityki energetycznej.

Stąd też cele pośrednie (poboczne) o charakterze pomocniczym w realizacji wskazanego zadania głównego:

- Analiza zmian strukturalnych w sektorze elektroenergetycznym w Polsce w okresie badawczym, która pozwoli na lepsze ich zrozumienie<sup>14</sup>.
- Ocena wpływu polityki energetycznej na bezpieczeństwo dostaw energii w Polsce, w tym na redukcję ryzyka braków energetycznych<sup>15, 16</sup>.
- Analiza strategii dywersyfikacji źródeł energii i dostawców, która pozwoli lepiej zrozumieć, jakie kroki podjęto w celu zróżnicowania i rozproszenia zaopatrzenia, aby zwiększyć niezależność energetyczną kraju<sup>17</sup>.
- Analiza efektywności ekonomicznej polityki energetycznej, która pozwoli na ocenę działań podejmowanych w sektorze elektroenergetycznym, takich jak inwestycje w nowe moce wytwórcze i infrastrukturę przesyłową<sup>18</sup>.
- Ocena wpływu polityki energetycznej na innowacje i rozwój technologiczny, która to pozwoli w zamyśle autora ustalić, jakie nowe rozwiązania techniczne zostały

---

<sup>14</sup> *Polska ścieżka transformacji energetycznej*, Warszawa 2022, s. 31–33.

<sup>15</sup> W szczególności w odniesieniu do sprawnego funkcjonowania rynku zapewniającego stabilność dostaw spełniającego jednocześnie oczekiwania konsumentów, podmiotów z branży, jak i administracji rządowej, ibidem, s. 16–17.

<sup>16</sup> M. Zerka, *Zarządzanie ryzykiem na konkurencyjnym rynku energii elektrycznej*, s. 5–17.

<sup>17</sup> A. Sakowska, *Dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia Polski w surowce energetyczne jako determinant bezpieczeństwa energetycznego państwa*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach”, Warszawa 2017, s. 12–17.

<sup>18</sup> J. Sokołowski, M. Sokołowski, *Wzrost efektywności energetycznej – istotne wyzwanie polskiej polityki energetycznej*, Wrocław, s. 372–377.

wprowadzone w sektorze elektroenergetycznym i jak polityka energetyczna wspierała ten rozwój<sup>19, 20</sup>.

Realizacja powyższych celów ułatwiła stworzenie kompleksowego obrazu zmian i wyzwań, z którymi Polska musiała się zmierzyć w badanym okresie. Ważnym elementem, a precyzyjniej punktem odniesienia dla prowadzonych dociekań, stała się postawiona w pracy **hipoteza główna**, zgodnie z którą *polityka gospodarcza Rzeczypospolitej Polskiej w sektorze elektroenergetycznym miała istotny wpływ na bezpieczeństwo energetyczne kraju, prowadząc do zmian strukturalnych, dywersyfikacji źródeł energii, wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań oraz wpłynęła na efektywność ekonomiczną sektora*<sup>21, 22</sup>.

Dla potrzeb jej weryfikacji przyjęto hipotezy cząstkowe przyporządkowane głównemu oraz pośrednim celom.

Cel pośredni 1: Analiza zmian strukturalnych w sektorze elektroenergetycznym w Polsce w okresie badawczym<sup>23</sup>.

Hipoteza cząstkowa 1: Strukturalne zmiany w sektorze elektroenergetycznym Polski w ostatnich dwóch dekadach wpłynęły na udział energii odnawialnej w miksie energetycznym.

Cel pośredni 2: Ocena wpływu polityki energetycznej na bezpieczeństwo dostaw energii.

Hipoteza cząstkowa 2: Polityka energetyczna RP w tym okresie przyczyniła się do redukcji ryzyka braków energetycznych<sup>24, 25</sup>.

Cel pośredni 3: Analiza strategii dywersyfikacji źródeł energii i dostawców.

---

<sup>19</sup> A. Żelaziński, *Analiza „Polityki energetycznej Polski do 2030 roku”*, Warszawa 2010, s. 75–100.

<sup>20</sup> A. Jabłońska, *Klasy energetyczne jako narzędzie wspierania rozwoju nowoczesnych systemów elektroenergetycznych*, Wrocław 2015, s. 126–130.

<sup>21</sup> W zależności od szczebla i zakresu decyzyjnego kluczową rolę odgrywa tu w wymiarze krajowym rząd (koalicje rządowe i partie u steru władzy), poszczególne ministerstwa oraz organizacje rządowe i pozarządowe. A. Bałamut, *Polityka bezpieczeństwa energetycznego Polski w latach 2000–2015*, Kraków 2017, s. 50–53.

<sup>22</sup> W odniesieniu do UE realizacja i wpływ na politykę krajową mają wpływy dyrektyw unijnych i ich implementacja, takich jak pakiet fit for 55 oraz ich wpływu na kształt założeń Polityki energetycznej Polski do roku 2040. Ł. Mazanek, M. Świat, *Polityka energetyczna Polski do roku 2040 roku – perspektywy i wyzwania*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk”, Kraków 2022, s. 51–60.

<sup>24</sup> Zapewnienie i redukcja zagrożeń braków mocy systemowych w szczególności, J. Rączka, J. Maćkowiak-Pandera, *Power deficit in the Polish power system in August 2015 – comments of the Forum for Energy Analysis (Forum Analiz Energetycznych)*, Warszawa 2015.

<sup>25</sup> Szczególna uwaga powinna skupić się z jednej strony na bezpieczeństwie dostaw oraz samego procesu zarządzania ryzykiem w kluczowych podmiotach sektora elektroenergetycznego, S. Bąk, *Charakterystyka ryzyka i sposobów zarządzania nim w sektorze energetycznym – wyniki badania sprawozdań zarządów z działalności polskich przedsiębiorstw*, Uniwersytet Jagielloński, 2016, s. 25–30.

Hipoteza cząstkowa 3: Działania mające na celu dywersyfikację źródeł energii i dostawców były skuteczne w zwiększeniu niezależności energetycznej Polski.

Cel pośredni 4: Analiza efektywności ekonomicznej polityki energetycznej.

Hipoteza cząstkowa 4: Inwestycje w nowe źródła energii oraz infrastrukturę w sektorze elektroenergetycznym były efektywne z ekonomicznego punktu widzenia.

Cel pośredni 5: Ocena wpływu polityki energetycznej na innowacje i rozwój technologiczny.

Hipoteza cząstkowa 5: Polityka energetyczna Republiki Polskiej wspierała innowacje technologiczne i rozwój sektora elektroenergetycznego w badanym okresie.

Przyjęty tok dociekań narzucił perspektywę badawczą, którą stał się instytucjonalizm historyczny. Zgodnie z nim, stan instytucji i struktur społecznych nie może być zrozumiany bez uwzględnienia kontekstu historycznego, gdyż wydarzenia, decyzje i procesy z przeszłości kształtują obecną sytuację. W myśl jego założeń wszelkie rozstrzygnięcia muszą być też rozpatrywane przez pryzmat stanu wiedzy na ten temat istniejącej w momencie ich podejmowania, a nie poprzez konsekwencje okoliczności powstałych post factum. Podejście to kładzie nacisk na badanie zarówno kontynuacji tradycji instytucjonalnych, jak i zmian, jakie zachodzą w czasie. Co istotne w kontekście niniejszej rozprawy, szczególnie w aspektach związanych z dekarbonizacją i transformacją energetyczną, jest to jedna z niewielu perspektyw pozwalających na identyfikację determinant wpływających na kształtowanie się podmiotów dociekań poprzez czynniki polityczne, ekonomiczne, kulturowe, społeczne czy międzynarodowe. Ponadto ważną okolicznością jej zastosowania w rozpatrywanym przypadku jest występująca w gospodarce różnorodność i zmienność istoty badanych organizacji i pełnionych przez nie ról i funkcji w zależności od czasu i miejsca. Ponadto instytucjonalizm historyczny pomaga wyeksponować, jakie elementy systemów bezpieczeństwa czy też politycznych i administracyjnych są kontynuacją tradycji historycznych, a które stanowią reakcję na zmiany i kryzysy. To pozwala na pełniejsze ustalenie stabilności i elastyczności instytucji oraz ich zdolności do dostosowywania się do nowych warunków. Do ważniejszych zalet należy też swoboda w identyfikacji czynników analizy roli konfliktów, rewolucji, decyzji strategicznych i interakcji międzynarodowych w kształtowaniu polityk publicznych w obszarze bezpieczeństwa czy gospodarki. Podobnie rzecz ma się z przybliżeniem trajektorii rozwoju określającej, dlaczego niektóre podmioty branżowe rozwijają się w określony sposób, podczas gdy pozostałe przyjmują inne modele instytucjonalne. Umożliwia też pełniejsze prześledzenie przyczyn upadku instytucji oraz procesów dezintegracji systemów politycznych lub administracyjnych.

Postawione w pracy cele i koncepcja ich realizacji nie pozostały bez wpływu na metody badawcze, które wykorzystano w dysertacji<sup>26</sup>.

Kluczowe miejsce wśród nich zajęły<sup>27</sup>:

1. Zebranie i analizy dostępnych danych statystycznych związanych z sektorem elektroenergetycznym w Polsce, w tym produkcją i zużyciem energii, udziałem różnych źródeł energii, emisją gazów cieplarnianych, inwestycjami i cenami energii. Wykorzystanie ich umożliwiło ocenę wpływu polityki gospodarczej na bezpieczeństwo energetyczne państwa.

2. Studia przypadków:

Przeprowadzenie studiów przypadków poprzez analizę konkretnych decyzji politycznych, projektów inwestycyjnych i reform w sektorze elektroenergetycznym. Ułatwiło to identyfikację mechanizmów działania polityki energetycznej i jej skutków w praktyce.

3. Analiza wieloaspektowa:

Wykorzystanie metody analizy wieloaspektowej (Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA) do oceny skutków polityki energetycznej na różnych płaszczyznach, takich jak ekonomiczna, środowiskowa, społeczna i technologiczna. Pozwoliła ona na uwzględnienie wielu kryteriów i wag w ocenie efektów działań.

4. Porównawcza analiza międzynarodowa:

Porównanie polityki energetycznej Polski z działaniami innych członków Wspólnoty Europejskiej posłużyło ocenie podjętych działań przez pryzmat doświadczeń innych państw. Ponadto pozwalało przybliżyć trendy występujące na szczeblu międzynarodowym.

5. Analiza trendów i prognozy średnio i długoterminowe:

Analiza trendów w sektorze elektroenergetycznym oraz przeprowadzenie prognoz, w których uwzględniono zmiany technologiczne i perspektywę środowiskowo-ekologiczną posłużyły do określenia globalnych wyzwań w zakresie bezpieczeństwa gospodarczego z szczególnym uwzględnieniem perspektyw rozwojowych elektroenergetyki.

6. Analiza kosztów i korzyści:

Ocena kosztów i korzyści związanych z różnymi aspektami polityki gospodarczej dotyczących obszaru energetyki pozostaje głównym składnikiem oceny dokonywanych wyborów. Metoda pozwala przybliżyć zarówno wielkość wymaganych nakładów na wytworzenie energii elektrycznej i ciepłej z poszczególnych paliw kopalnych, jak i rentowność inwestycji w odnawialne źródła energii. Pomaga określić możliwości, dynamikę

---

<sup>26</sup> Ł. Sułkowski, R. Lenart-Gansiniec, *Rozprawa doktorska w naukach społecznych. Poradnik doktoranta i promotora pracy doktorskiej*, Łódź 2021, s. 79–89.

<sup>27</sup> J.W. Creswell, *Projektowanie badań naukowych. Metody jakościowe, ilościowe i mieszane*, Kraków 2013.

oraz finansowe obciążenia związane z wdrażaniem koncepcji zrównoważonego rozwoju. Pozwala na podobne oceny ekonomiczne związane z redukcją emisji gazów cieplarnianych czy wprowadzania nowych technologii. Wykorzystanie jej zapewnia kompleksowe podejście do badania bezpieczeństwa energetycznego. Wchodząca w jej zakres analiza literatury, danych statystycznych, studiów przypadków, wywiadów i innych narzędzi badawczych pozwala na pełniejsze określenie wpływu polityki gospodarczej na sektor energetyczny oraz na sformułowanie wniosków i rekomendacji na rzecz dalszych działań na rzecz jego podniesienia i realizacji projektów rozwojowych.

#### 7. Analiza instytucjonalno-prawna:

W omawianym przypadku metoda ta znalazła zastosowanie przy badaniu roli instytucji i prawa w kształtowaniu polityki energetycznej oraz przy analizie zmian prawnych i regulacyjnych wprowadzanych w tym sektorze. Pozwala ona na identyfikację podmiotów (np. Ministerstwo Energii/ Ministerstwo Aktywów Państwowych/Ministerstwo Klimatu, Urząd Regulacji Energetyki, Polska Grupa Energetyczna), które odgrywały kluczową rolę w procesie podejmowania decyzji dotyczących bezpieczeństwa energetycznego. Umożliwia także wyselekcjonowanie kluczowych aktów normatywnych i, jak wspomniano, monitoring regulacji i przepisów, takich jak: Prawo energetyczne, ustawy *O odnawialnych źródłach energii* czy *O efektywności energetycznej*. Stworzyło to też możliwość identyfikacji poprawności działań rządu, takich jak przyjęte strategie energetyczne, programy inwestycyjne oraz umowy międzynarodowe, które miały istotny wpływ na rozwój sektora elektroenergetycznego. Metodę wykorzystano ponadto, by odnaleźć ewentualne bariery prawne, które mogą utrudniać osiągnięcie przyjętych celów rozwojowych. Pozwoliła ona także na ocenę skutków prawnych podejmowanych przez rząd działań, a także ustalenie, w jaki sposób decyzje sądowe, ustawy i regulacje wpłynęły na rynek energetyczny, inwestycje w infrastrukturę energetyczną oraz bezpieczeństwo dostaw energii. Metoda dała też możliwość porównania polskiego systemu prawnego i instytucjonalnego z obowiązującym w innych państwach. Było to niezwykle istotne w kontekście analiz dotyczących efektywności odmiennych rozwiązań prawnych dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego.

#### 8. Analiza systemowa:

Stanowiła ważne uzupełnienie i dopełnienie analizy instytucjonalno-prawnej. Okazała się niezwykle istotna w dociekaniach dotyczących wpływu, zidentyfikowanych za sprawą ostatniej z wymienianych metod struktur i przepisów, na cały system oraz określenie potencjalnych skutków ich funkcjonowania. Pozwoliła w wymiarze forecastowym ustalić, na ile pewne polityki lub procesy administracyjne mają miejsce i jak można wprowadzać zmiany

w systemie, aby osiągnąć pożądane cele związane z bezpieczeństwem energetycznym czy też funkcjonowaniem sektora. To holistyczne podejście badawcze pozwoliło na kompleksową analizę, uwzględniającą różnorodne aspekty, takie jak techniczne, ekonomiczne, polityczne, społeczne i środowiskowe, które wpływały na kształtowanie polityki energetycznej. Metoda ta precyzyjniej identyfikowała składniki systemu energetycznego, analizowała zależności między nimi, umożliwiała tworzenie scenariuszy i modelowanie przyszłych trendów, a także pozwoliła na ocenę efektywności różnych strategii i zarządzanie ryzykiem. Ponadto uwzględniała współpracę międzysektorową, co było istotne w kontekście zrozumienia kompleksowego wpływu bezpieczeństwa energetycznego na inne dziedziny gospodarki. W efekcie umożliwiła ona lepsze zrozumienie i podejmowanie bardziej uzasadnionych decyzji w obszarze polityki energetycznej.

Za element właściwy obszarowi metodologicznemu należy uznać też samą strukturę pracy. Całość podzielona została na dziewięć uzupełniających się części.

Rozdział pierwszy stanowi teoretyczne wprowadzenie do problematyki polityki energetycznej i elektroenergetyki w kontekście badanego okresu. Skupia się na zrozumieniu roli działań rządowych jako narzędzia kształtowania sektora energetycznego. Omawiane są pojęcia związane ze zrównoważonym rozwojem i ich relacje. Kolejna część koncentruje się na produkcji i konsumpcji energii elektrycznej w Polsce. Przedstawiane są główne źródła wytwórcze oraz analizowane różne grupy odbiorców, w tym odbiorcy indywidualni i instytucjonalni. W trzecim rozdziale skupiono się na analizie politycznych i ekonomicznych czynników wpływających na wybór nośników energii w Polsce. Omawiane są trzy główne kategorie: węgiel (kamienny i brunatny), paliwa węglowodorowe oraz odnawialne źródła energii (OZE). Kontynuację podjętych tu wątków stanowi kolejny rozdział, który poświęcony jest procesowi transformacji energetycznej w Polsce. Podejmuje on kwestie nowych technologii oraz rozwoju OZE, a także modernizację elektrowni konwencjonalnych oraz analizę wyzwań związanych z tym procesem. W kolejnym, piątym rozdziale, podjęto kluczową dla rozprawy problematykę bezpieczeństwa energetycznego Polski. Omówione zostały aspekty zapewnienia dostępu do energii elektrycznej, dywersyfikacji źródeł i dostaw energii oraz związek polityki energetycznej z bezpieczeństwem narodowym. Ostatnią częścią pracy jest Zakończenie, które zgodnie ze swą nazwą stanowi podsumowanie głównych ustaleń zawartych w pracy. Zostały tu przedstawione perspektywy rozwoju polityki energetycznej w Polsce oraz rekomendacje dla przyszłych działań na tym obszarze. Zakończenie stanowi syntezę całej analizy elektroenergetyki w badanym okresie.

# I. Polityka energetyczna i elektroenergetyka – teoretyczny zarys problemu

## 1.1. Polityka energetyczna jako polityka publiczna

Polityka energetyczna może być postrzegana jako obszernym i złożony obszar działań państwa lub organizacji zmierzających do zarządzania i kształtowania kwestii energetycznych służących zaspokojeniu potrzeb społeczeństwa, rozwoju gospodarczego i ochrony środowiska. Stanowi zespół celów, regulacji i inicjatyw, które kierują produkcją, dystrybucją i zużyciem paliw oraz energii elektrycznej w danym kraju lub regionie.

Wielowymiarowość możliwości jej formułowania wyklucza powstanie precyzyjnego modelu, w oparciu o który mogłaby zostać opisana. W praktyce przekłada się to na brak jednolitej precyzyjnej definicji kreślącej jej zakres. Istnieje za to niezliczona ilość prób uniwersalnego przybliżenia jej specyfiki. Przybliżana i kreowana przez badaczy zajmujących się nią w pewnym uproszczeniu sprowadza się do składających się na nią aktywności. Są nimi:

➤ **Dywersyfikacja źródeł energii:** stanowi fundamentalny aspekt w polityce energetycznej, mający na celu zróżnicowanie i rozproszenie źródeł energii. Jest to podejście strategiczne mające na celu minimalizację ryzyka związanego z ewentualnymi zakłóceniami lub problemami w jej dostawach, które mogłyby wyniknąć z nadmiernego uzależnienia od jednego konkretnego nośnika<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Dywersyfikacja źródeł energii stanowi kluczowy element polityki energetycznej i ma na celu zapewnienie stabilności i niezależności, a przede wszystkim bezpieczeństwa dostaw paliw i energii elektrycznej w wymiarze gwarantującym zaspokojenie popytu. Istnieją liczne powody, dla których dywersyfikacja jest istotna. Np. A. Sakowska, et al., *Dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia Polski w surowce energetyczne jako determinant bezpieczeństwa energetycznego państwa*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego”, seria „Administracja i Zarządzanie”, 2017, 40.113: 11–19.

Po pierwsze, różnorodność źródeł energii zmniejsza ryzyko zakłóceń w dostawach. Jeśli państwo lub region jest zbyt uzależniony od jednego rodzaju energii, np. od ropy naftowej lub gazu ziemnego, wszelkie zakłócenia w tych dostawach mogą mieć poważne konsekwencje dla gospodarki i życia codziennego obywateli. Tworzenie możliwie szerokiego miksu w obszarze konsumpcji paliw czy też produkcji energii elektrycznej pomaga zminimalizować te ryzyka, ponieważ różne źródła energii reagują na różne czynniki, takie jak zmiany cen surowców czy problemy geopolityczne.

Po drugie, sprzyja ona rozwijaniu odnawialnych źródeł energii, takich jak energia słoneczna, wiatrowa czy hybrydowa, ma istotne korzyści dla ochrony środowiska. W miarę jak wzrasta świadomość problemu zmian klimatycznych, państwa coraz bardziej inwestują w alternatywne źródła energii, które emitują mniej gazów cieplarnianych i są bardziej ekologiczne. To z kolei wpisuje się w globalne wysiłki na rzecz walki ze zmianami klimatycznymi. Jest to również zgodne z założeniami zrównoważonego rozwoju. A. Pultowicz, *Przełanki rozwoju rynku odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle idei zrównoważonego rozwoju*, Wrocław 2009.

Dywersyfikacja źródeł energii ma także ekonomiczne aspekty (na temat ich mierników – J. Braun, *Bezpieczeństwo energetyczne jako dobro publiczne – miary i czynniki wpływające na jego poziom*, „Studia Ekonomiczne”, 2018, 358: 23–32). Kluczowy z nich to zapewnienie ciągłości dostaw i pośrednie działanie na



Proces dywersyfikacji źródeł energii poprzedził istotny podział energetyki na trzy podsektory: wytwarzania, przesyłu i dystrybucji. Ta wyjściowa sektorowa zmiana pozwoliła na przestrzeni kolejnych dekad doprowadzić do realizacji założeń dywersyfikacji. Powołana do życia spółka Polskie Sieci Elektroenergetyczne była podwaliną do dalszych działań w tym aspekcie pod względem infrastrukturalnym. Ustawa z 24 lutego 1990 roku<sup>29</sup> powierzyła kreowanie polityki podmiotów gospodarczych elektroenergetyki Ministrowi Przemysłu i Handlu.

Ten fakt oraz opracowanie Nowego Prawa Energetycznego, tj. Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. było wyjściową do dalszych zmian. Stopniowo, poprzez kolejne inicjatywy ustawodawcze prywatyzację spółek energetycznych<sup>30</sup>, jak również liberalizację rynku i zmiany regulacji – m.in. wprowadzenie zasady TPA i wprowadzenie giełdowego obrotu energią – kierował sektor energetyki na nowe tory.

Jest to dywersyfikacja wielokierunkowa – od uruchomienia transgranicznej wymiany energii – której nota bene docelowo kształt równych praw popytu i podaży osiągnięto stosunkowo niedawno – w roku 2023, do rozwoju odnawialnych źródeł energii powiązanej z rozwojem rozproszonych źródeł energii i de facto oznaczającej powolne odejście od źródeł konwencjonalnych. Impulsem regulacyjnym była dyrektywa Parlamentu Europejskiego z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania źródeł odnawialnych w postaci wyznaczonego celu udziału energii z tych źródeł i stosunkowo swobodnego systemu wsparcia w politykach krajowych, których odbicie znajduje w ponad 17 ustawach uchwalonych na przestrzeni dekady. Kolejne rządy w mniejszym lub większym stopniu potwierdzały i wspierały taki kierunek. Począwszy od Leszka Millera, który obejmując fotel premiera, inwestycjom z zakresu ochrony środowiska nadał wysoki priorytet, poprzez rząd koalicyjny PO, w którym premier Donald Tusk wskazywał na rozwój energii ze źródeł odnawialnych, po rządy Zjednoczonej Prawicy ostatnich dwóch kadencji, która mimo wskazywania na bezpieczeństwo energetyczne jako kluczowe i uwzględniające źródła konwencjonalne w miksie energetycznym, kontynuowała rozwój energetyki prosumenckiej, fotowoltaiki, źródeł wiatrowych (niezależnie od ustawy antywiatrakowej z lipca 2016 r., która inwestycje wiatrakowe spowolniła) oraz PV czyli całokształtu OZE, po opcję rozwoju dużego i małego atomu (SMR) włącznie. Zwłaszcza w

---

rzecz konkurencyjnych cen nośników, przekładające się na pozycję całej gospodarki. Wprowadzenie nowych technologii i odnawialnych źródeł energii może generować miejsca pracy i przyczyniać się do rozwoju przemysłu. Jednocześnie, eliminuje niebezpieczeństwo nadmiernego skoncentrowania zysków w rękach niewielu podmiotów lub krajów, co jest częstym problemem w przypadku tradycyjnych źródeł energii.

<sup>29</sup> Ustawa z dnia 24 lutego 1990 r. o likwidacji Wspólnoty Węgla Kamiennego i Wspólnoty Energetyki i Węgla Brunatnego oraz o zmianie niektórych ustaw.

<sup>30</sup> *Program realizacji polityki właścicielskiej Ministra Skarbu Państwa w odniesieniu do sektora elektroenergetycznego*, Warszawa 2003.

odniesieniu do źródeł rozproszonych należy uznać, iż na przestrzeni ostatniej dekady wzrost wolumenu ma charakter skokowy.

➤ **Efektywność energetyczna:** jest istotnym i kompleksowym aspektem, który odnosi się do zdolności uzyskiwania większych rezultatów wytwarzania i dostarczania energii przy jednoczesnym zmniejszeniu zużycia energii.

W kontekście polityki energetycznej, skupienie na niej stanowi kluczowy element strategii zarządzania zasobami energetycznymi<sup>31</sup>.

W Polsce środkiem wspierającym w praktycznym przełożeniu, w pierwszej kolejności, był system tzw. białych certyfikatów. Zobligowano do ich pozyskiwania przede wszystkim

---

<sup>31</sup> Niezwykle istotnym aspektem jest tu wymiar ekonomiczny. Efektywność energetyczna przekłada się na oszczędności kosztów zarówno na poziomie przemysłowym, jak i indywidualnym. Poprawa wydajności wytwarzania i zużycia energii zmniejsza wydatki przedsiębiorstw oraz koszty życia dla konsumentów.

Jest też jednym z czynników kształtujących konkurencyjność gospodarki. Państwa i przedsiębiorstwa, które inwestują w technologie i praktyki służące jej poprawie, mogą zyskać przewagę na rynkach międzynarodowych. To może przyczynić się do wzrostu eksportu, tworzenia miejsc pracy oraz do dalszego wzrostu innowacyjności w sektorze energetycznym.

Odnosząc się do ustawy z dnia 20 maja 2016 efektywność energetyczna to „stosunek uzyskanej wielkości efektu użytkowego danego obiektu, urządzenia technicznego lub instalacji, w typowych warunkach ich użytkowania lub eksploatacji, do ilości zużycia energii przez ten obiekt, urządzenie techniczne lub instalację, albo w wyniku wykonywanej usługi niezbędnej do uzyskania tego efektu” - Inaczej ujmując, to pojęcie energii ma na celu zmniejszenie energii potrzebnej do utrzymania niezmiennego poziomu działalności gospodarczej. A. Pach-Gargul, M. Ulbrych, *Efektywność energetyczna Polski i polskiego sektora przemysłowego w kontekście koncepcji zrównoważonego rozwoju*, Kraków 2019, s. 95–113. Takie rozumienie ma bezpośrednie przełożenie na efekt finansowy.

Innym nie mniej ważnym obszarem wpływu, który wywiera, jest ochrona środowiska. Zwiększona efektywność energetyczna jest tożsama z mniejszym zużyciem surowców potrzebnych do zaspokojenia potrzeb gospodarki i społeczeństwa. W rezultacie maleją emisje gazów cieplarnianych, co ma istotny wpływ na walkę ze zmianami klimatycznymi oraz na ogólną jakość powietrza. Poprawa jej służy wsparciu celów zrównoważonego rozwoju i sprzyja ochronie ekosystemu. Ochrona środowiska ma swoje odniesienie we wskaźnikach monitorowania zrównoważonego rozwoju energetyki. Tutaj kategorią nadrzędną jest ład zintegrowany, którego strukturalną podstawę stanowi system celów strategicznych o charakterze społecznym, gospodarczym, środowiskowym oraz instytucjonalno-politycznym w szczególności. W ładzie środowiskowym jako integralnym elemencie związanym z energetyką podstawowe wskaźniki redukcji stanowią przede wszystkim emisje gazów cieplarnianych, stan jakości powietrza oraz emisje zanieczyszczeń zakwaszających. W aspekcie ekonomicznym to udział energii odnawialnej w końcowym zużyciu energii brutto, transporcie oraz energochłonność gospodarki. A. Graczyk, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju energetyki*, Wrocław 2017, s. 63–65.

Niezwykle złożonym zagadnieniem pozostaje sam proces wdrażania efektywności energetycznej. Wymaga on kompleksowego podejścia, obejmującego rozwijanie nowych technologii, promowanie świadomości społeczeństwa, a także tworzenie odpowiednich przepisów i regulacji. Pozwala to, jak wspomniano, dostrzec w niej istotny filar strategii zarządzania energią, mający na celu jednoczesne osiągnięcie korzyści ekonomicznych, środowiskowych i społecznych. Jest to proces ciągły, który będzie odgrywał coraz większą rolę w kontekście globalnych wyzwań, takich jak zwiększające się zapotrzebowanie na energię, ograniczenie emisji gazów cieplarnianych oraz trwały rozwój. Wdrażanie efektywności energetycznej, podobnie jak inne systemy zarządzania znany jako cykl PDCA (Planuj-Wykonaj-Sprawdź-Działaj) z punktu widzenia przedsiębiorstwa energetycznego skupia się na kluczowej roli zespołu roboczego, właściwym definiowaniu wskaźników wyniku energetycznego (WWE) i jako funkcja celu ma za zadanie, zgodnie z normą PN-EN ISO 50001:2012, obniżenie energochłonności w prowadzeniu działalności biznesowej. *Wdrażanie systemu zarządzania energią – wybrane aspekty*, Power Industry 2015.

przedsiębiorstwa sprzedające energię elektryczną, ciepło lub gaz ziemny odbiorcom końcowym. URE na podstawie wniosków o przyznanie certyfikatów przyznaje świadectwo, które właściciel może sprzedać w obrocie giełdowym (TGE). W ten sposób przedsiębiorstwa dokonały przebudowy lub remontów budynku, modernizacji lub wymiany urządzeń i instalacji wykorzystywanych w procesach przemysłowych oraz zredukowały straty w systemie ciepłowniczym. Wsparcie w celu inwestycji modernizacyjnych udzielał NFOŚiGW. Jednocześnie uchwalono nową ustawę o efektywności energetycznej w maju 2016 roku.

W roku 2018 Rada Ministrów przyjęła przygotowany 23 stycznia 2018 r. przez Ministerstwo Energii Krajowy Plan Działań dotyczący efektywności energetycznej. Poprawa efektywności energetycznej objęła wiele działów gospodarki, w których najważniejsze to termomodernizacja budynków, wsparcie przedsiębiorstw (głównie energochłonnych) oraz opisany system białych certyfikatów, jak również ograniczenie zużycia energii w transporcie i instytucjach publicznych. Wsparcie dla tych działań stanowią instrumenty finansowe, czyli programy NFOŚiGW, oraz środki z Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ) i Regionalne Programy Operacyjne (RPO). Kolejna nowelizacja została podpisana 26 kwietnia 2023 r. i zakładała oszczędność energii finalnej na poziomie nie mniejszym niż 5,58 mln ton oleju ekwiwalentnego (toe) do 2030 r. Nowelizacja rozszerzała katalog obowiązków efektywnościowych o obowiązek zamontowania wodomierzy, ciepłomierzy, objęcia zakresem efektywnościowym przedsiębiorstw paliwowych oraz wprowadzenia rejestru oszczędności energii finalnej przez Instytut Ochrony Środowiska. Rozwijane są również inicjatywy w modelu ESCO – na które naciskają politycy unijni w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego. Wytyczne do Ustawy o efektywności energetycznej dotyczące umów o poprawę efektywności energetycznej (EPC) adresowane do sektora publicznego znajdują się w etapie analiz sektorowych.

➤ **Bezpieczeństwo energetyczne:** polityka energetyczna stanowi kluczowy obszar działań państwa w tym zakresie. Obejmuje ona w tym przypadku zdolność kraju do zaspokajania swojego zapotrzebowania na energię w sposób nieprzerwany i zgodny z określonymi standardami. W ramach tego podejmowane są działania mające na celu zapewnienie trwałego i stabilnego dostępu do źródeł energii, minimalizując ryzyka związane z potencjalnymi zakłóceniami w dostawach i uzależnieniem od jednego z nich<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Aby pełniej przybliżyć aktywność polityki energetycznej w zakresie bezpieczeństwa energetycznego, należy wziąć pod uwagę kilka kluczowych elementów obecnych także w przybliżonych już aspektach:

## Bezpieczeństwo energetyczne w polskich dokumentach strategicznych i regulacjach ostatniej dekady otwiera Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej z 5 listopada

– Dywersyfikacja źródeł i dostaw: Jednym z głównych celów polityki energetycznej jest dążenie do rozproszenia źródeł i dostaw energii. Oznacza to stosowanie możliwie najszerszego wachlarza nośników, takich jak ropa naftowa, gaz ziemny, energia jądrowa, odnawialne źródła energii (np. energia słoneczna, wiatrowa), aby uniknąć nadmiernego uzależnienia od jednego z nich lub określonego dostawcy. Pozwala to na zmniejszanie ryzyka zakłóceń w dostawach energii, wynikających z problemów geopolitycznych czy awarii infrastruktury. W szczególności w odniesieniu do odnawialnych źródeł energii energetyka rozproszona jest podstawowym elementem miks energetycznego i źródłem dywersyfikacji. Przejście z modelu rezerw w blokach konwencjonalnych opartych o paliwa kopane do źródeł rozproszonych opartych o OZE koresponduje z celami dążenia do neutralności klimatycznej UE do roku 2050. M. Kurtyka, *Energetyka rozproszona jako element polskiej transformacji energetycznej Energetyka rozproszona*, Kraków 2020, s. 2–8.

– Zapewnienie infrastruktury i rezerw strategicznych: istotnym obszarem aktywności państwa stanowiącym integralny element polityki energetycznej jest rozwijanie i utrzymanie infrastruktury energetycznej, która jest kluczowa dla bezpieczeństwa w tym obszarze. Obejmuje ona budowę i modernizację sieci przesyłowych, magazynów i rezerw strategicznych surowców energetycznych oraz utrzymanie infrastruktury awaryjnej w razie kryzysów. W odniesieniu do obiektów szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa państwa z punktu widzenia systemu energetycznego należy wymienić kluczowe elementy infrastruktury przesyłowej ropy naftowej, paliw i gazu ziemnego oraz instalacje skroplonego gazu ziemnego, a także dyspozycje mocy, stacje elektroenergetyczne o strategicznym znaczeniu dla krajowego systemu

elektroenergetycznego. A. Rogala-Lewicki, *Infrastruktura pozostająca w dyspozycji przedsiębiorcy o szczególnym znaczeniu dla bezpieczeństwa Państwa*, „Przegląd Geopolityczny”, Warszawa 2021, s. 120–156.

– Ochrona krytycznej infrastruktury energetycznej: zabezpieczenie infrastruktury przesyłowej, magazynowej i dystrybucyjnej oraz mocy wytwórczych przed zagrożeniami, takimi jak cyberataki czy terroryzm, stanowi odrębny do wyeksponowanego powyżej zakresu aktywności polityki energetycznej. J. Milewski, *Identyfikacja infrastruktury krytycznej i jej zagrożeń*, „Zeszyty Naukowe AON” nr 4 (105), 2016.

– Współpraca międzynarodowa: wyjąwszy przedstawicieli grupy największych państw producenckich eksportujących surowce energetyczne (Rosja, Arabia Saudyjska, Kuwejt, Katar, ZEA etc.) żadne pozostałe nie może sobie pozwolić na autarkię sektorową. Oznacza to konieczność współpracy między nimi. Służy ona budowie i wzmocnieniu bezpieczeństwa energetycznego. Podejmowane działania obejmują negocjacje umów międzynarodowych dotyczących dostaw energii, wymianę informacji i doświadczeń oraz wspólne projekty infrastrukturalne. W kontekście rynku europejskiego i UE to zapewnienie dostaw surowców z różnych regionów pozwoli zapobiec wywieraniu presji geopolitycznych jednego dostawcy. A. Czech, *Współpraca Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa energetycznego z wybranymi państwami*, Katowice 2015, s. 23–32.

– Dyplomacja energetyczna: polityka energetyczna często służy jako narzędzie dyplomacji. Państwa wykorzystują swoją pozycję na rynkach energetycznych do realizacji swoich celów oraz do negocjacji z innymi, co nie jest tożsame z zakreślonymi powyżej działaniami na rzecz kooperacji międzynarodowej związanej z omawianym sektorem. Doskonałym przykładem jest tu Federacja Rosyjska, patrz: R. Kłaczyński, *Strategia energetyczna Federacji Rosyjskiej wobec państw Grupy Wyszehradzkiej*, „Cywilizacja i Polityka”, (15), 278–294. Oczywiście nie tylko działania te stosowane są wobec obszarów Europy. Inne narzędzia, lecz zbliżone cele mamy także w regionie Morza Kaspijskiego, por. E. Morawska, *Polityka energetyczna Federacji Rosyjskiej w regionie Morza Kaspijskiego*, E. Morawska, 2021 (maszynopis pracy doktorskiej) repozytorium UJ.

– Rozwój technologii i innowacji: rozwój nowych technologii i innowacji, które pozwalają na bardziej efektywne wykorzystanie surowców kopalnych oraz na rozwijanie odnawialnych źródeł energii stanowi niezwykle istotny element polityki energetycznej w zakresie działań na rzecz bezpieczeństwa poprzez zwiększenie niezależności od partnerów zewnętrznych i zmniejszenie ryzyka zakłóceń w dostawach. Wybrane technologie skupiają się na energetyce wiatrowej, PV, magazynowaniu energii. R. Kaznowski, D. Sztafrowski, *System elektroenergetyczny oparty o odnawialne źródła energii – możliwości i bariery rozwoju*, „Przegląd elektrotechniczny”, Warszawa 2023, s. 186–189. To również e-mobilność oraz paliwa alternatywne jako łącznik bilansujący system energetyczny.

– Zarządzanie kryzysowe: stanowi bardzo newralgiczny obszar aktywności państwa i prowadzonej przezeń polityki energetycznej. Obejmuje on plany zarządzania kryzysowego w razie awarii, zakłóceń w dostawach czy innych sytuacjach krytycznych. To obejmuje działania zapobiegawcze, reakcję na kryzysy oraz przywracanie normalnej działalności. W odniesieniu do regulacji unijnych przyjęto Dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady UE w sprawie odporności podmiotów krytycznych skupiającą się na ochronie takiej infrastruktury.

2014 r. opracowana przez Ministerstwo Gospodarki. Dokument precyzuje bezpieczeństwo energetyczne jako „zdolność do zaspokojenia w warunkach rynkowych popytu na energię pod względem ilościowym i jakościowym po cenie wynikającej z równowagi popytu i podaży, przy zachowaniu warunków ochrony środowiska”. Dokument zwraca uwagę m.in. na dywersyfikację dostaw jako źródła mitygacji ryzyk. Zmiany polityki energetycznej i bezpieczeństwa muszą uwzględniać plan na rzecz energii i klimatu, ale również wprowadzenie technologii jądrowych celem zabezpieczenia stabilności dostaw energii i dalszego rozwoju odnawialnych źródeł energii. Niezależnie od partii parlamentarnych, na przestrzeni dekady istniał ograniczony, ale istniejący konsensus w zakresie bezpieczeństwa energetycznego. Jedyna różnica to większy nacisk na aspekt bezpieczeństwa w programach partii o szeroko rozumianym profilu prawicowym, partiach agrarnych, jak również partii liberalizmu gospodarczego. W programach partii lewicowych zjawisko bezpieczeństwa energetycznego rozpatrywane jest raczej jako nacisk na problemy ekologiczne. W ramach wskazanego konsensusu wskazuje się konieczność dywersyfikacji źródeł energii oraz ich kierunków importowych, oraz zwiększenia efektywności i dostępności sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Obserwując ostatnie podejście do kwestii bezpieczeństwa – jak wskazuje Ministerstwo Klimatu i Środowiska z 14 lutego 2024 roku – ważne jest też ujęcie aspektu cyberbezpieczeństwa i należy je traktować na równi z bezpieczeństwem fizycznym.

➤ **Ochrona środowiska:** polityka energetyczna ma fundamentalne znaczenie dla tego obszaru działań państwa. Wynika to z wpływu, jaki wywiera szeroko pojęta energetyka na otoczenie przyrodnicze. Troskę o jego dobrostan należy traktować jako priorytet globalny, wynikający z narastających problemów związanych z degradacją ekosystemów, zmianami klimatycznymi i deplecją zasobów naturalnych. Aktywność w niniejszym zakresie ma na celu zarówno zmniejszenie negatywnego wpływu produkcji i konsumpcji paliw kopalnych na biotop i biocenozę, jak i wprowadzenie zrównoważonych źródeł energii tak, by nie stanowiły dla nich zagrożenia<sup>33</sup>. Na przestrzeni dwóch dekad Polska przeszła głębokie przeobrażenia polityczne,

---

<sup>33</sup> Zakres działań definiowanych jako obszar polityki energetycznej dotyczący ochrony środowiska jest bardzo rozległy. Wśród istotnych jego elementów wyróżnić należy:

- rozwój odnawialnych źródeł energii: implementowanie do systemu elektroenergetycznego rozwiązań wykorzystujących zasilanie go: energią słoneczną, wiatrową, geotermalną czy stosowanie złożonych hybrydowych źródeł pozwala państwom na zwiększenie udziału tych źródeł w miksie energetycznym i wynikającą stąd redukcję emisji gazów cieplarnianych i innych zanieczyszczeń powietrza;
- efektywność energetyczna: nadmieniana już w poprzednich aspektach polityki energetycznej państwa przyczynia się do zmniejszenia zużycia surowców naturalnych, emisji CO<sub>2</sub> i obciążenie ekosystemów.
- inwestycje w technologie niskoemisyjne: wspieranie badań nad rozwiązaniami, które pozwalają na bardziej zrównoważoną produkcję energii, takie jak elektromobilność, technologie magazynowania energii, jest jednym z instrumentów działań państwa służących ochronie ekosystemu. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, W. Śledzik,

społeczne i gospodarcze i co za tym idzie miało to odbicie w wielkości emisji gazów cieplarnianych. Wyrazem troski o środowisko była ratyfikacja Protokołu z Kioto w 2002 r. oraz przyjęcie przez Radę Ministrów w październiku 2003 r. dokumentu „Polityka klimatyczna Polski. Strategie redukcji emisji gazów cieplarnianych w Polsce do roku 2020”, w którym sformułowano cel ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 40% do 2020 r. Dalsza integracja polityki krajowej z wymogami unijnymi napotkała przejściowe problemy związane ze szczególnym charakterem krajowej struktury źródeł energii opartej na źródłach konwencjonalnych. Negocjacje z Komisją Europejską zakończyły się konsensusem zawartym w II Pakiecie energetyczno-klimatycznym oraz w dalszym okresie szybką ratyfikacją Porozumienia Paryskiego. W roku 2018 doszło do kolejnego usztywnienia ze strony koalicji rządowej przedstawionego na szczycie klimatycznym COP 24 w Katowicach. Zaprezentowano założenia sprawiedliwej transformacji jako polskiego kompromisu w ramach II pakietu, w

---

*Elektromobilność. Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Poznań 2020, s. 17–27;

– regulacje i normy środowiskowe: polityka energetyczna obejmuje także stanowienie regulacji prawnych i administracyjnych norm środowiskowych, które nakładają ograniczenia na emisję zanieczyszczeń, a także regulacje dotyczące postępowania z odpadami i zanieczyszczeniem wodnym;

– promocja oszczędzania energii: w ramach polityki energetycznej mieści się promocja strategicznych kierunków jej rozwoju. Niewątpliwie obecnie należy do nich oszczędzanie energii zarówno w sektorze przemysłowym, jak i w gospodarstwach domowych. Programy edukacyjne i zachęty finansowe są instrumentami, poprzez które państwo oddziałuje na postawy społeczeństwa i funkcjonowanie podmiotów gospodarczych. P. Kwiatkiewicz, *Bezpieczeństwo energetyczne: rynki surowców i energii – teraźniejszość i przyszłość*, Poznań 2014, s. 410–414;

– wsparcie dla ekologicznych inicjatyw: podobną rolę do nadmienionej promocji rozwiązań korzystnych dla środowiska naturalnego odgrywa kreowanie projektów ekologicznych, takich jak: renowacje energetyczne budynków, rozwijanie transportu publicznego czy tworzenie obszarów chronionych oraz prowadzenie tu działalności inwestycyjnej. U. Motowidłak, *Rola transportu miejskiego w realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej*, Łódź 2015, s. 173–180;

– międzynarodowa współpraca: kooperacja między państwami w obszarze ochrony środowiska ma niezwykle istotne znaczenie. Wynika ono z ponadgranicznego charakteru samego problemu. Działania podejmowane na arenie globalnej, takie jak umowy klimatyczne czy inicjatywy na rzecz ochrony bioróżnorodności, wpływają na kształtowanie światowej polityki energetycznej, a poprzez nią i kierunków, w jakich prowadzona jest w wymiarze krajowym czy regionalnym;

– dyplomacja energetyczna: należy do tych obszarów polityki energetycznej, które nie zawężają się do pojedynczego aspektu. W niniejszym przypadku może być wykorzystywana w celu negocjacji międzynarodowych umów energetycznych, które uwzględniają kwestie środowiskowe i ekologiczne. R. Hryniewiecki, *Dyplomacja energetyczna – pomiędzy teorią i praktyką*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” ,Wrocław 2013, s. 298–307;

– zarządzanie kryzysowe: w rozpatrywanym kontekście dotyczy przede wszystkim tych działań właściwych dla polityki energetycznej państwa, które wcielane są w razie awarii w sektorze energetycznym, takich jak wypadki w elektrowniach jądrowych czy wycieki z rurociągów przesyłowych bądź magazynów paliwowo-surowcowych.

– monitoring i ocena wpływu: systematyczna kontrola i obserwacja wpływu sektora energetycznego na środowisko naturalne jest nieodłącznym elementem polityki energetycznej. Działa ona jako narzędzie kontroli postępów i efektywności w zakresie ochrony ekosystemu.

Przedstawione wskazania kreślą zakres aktywności polityki energetycznej w obszarze ochrony środowiska. Ich analiza tworzy projekcję stojących przed nią wyzwań. Zadaniem jest tu zharmonizowanie celów gospodarczych z ochroną ekosystemów i ograniczeniem zmian klimatycznych. Jest to wyzwanie globalne, które wymaga spójności działań na poziomie krajowym i międzynarodowym oraz zaangażowania różnych interesariuszy, w tym sektora publicznego, przemysłu, nauki i społeczeństwa obywatelskiego. Wynika to z podejścia do ochrony środowiska nie w kategoriach imperatywu moralnego, ale przydanie jej roli kluczowego czynnika trwałego rozwoju i zachowania zasobów dla przyszłych pokoleń.

którym strona rządowa szukała kompromisu pomiędzy transformacją w stronę bezemisyjnej energetyki a deklaracjami braku możliwości szybkiego odejścia od gospodarki węglowej.

Niemniej jednak dokumenty strategiczne w postaci państwowych polityk ekologicznych są sukcesywnie wprowadzane. W roku 2023 przyjęto uchwałę w sprawie przyjęcia Polityki Ekologicznej Państwa 2030 stanowiącej strategię rozwoju w obszarze środowiska i gospodarki wodnej. Głównym celem polityki ustanowiono rozwój potencjału środowiska na rzecz obywateli i przedsiębiorców. PEP 2030 doprecyzowuje cele z obszaru „Środowisko” w Strategii na rzecz odpowiedzialnego rozwoju, które ujęto w celach szczegółowych i horyzontalnych, tj. poprawy jakości środowiska i bezpieczeństwa ekologicznego, zrównoważonego gospodarowania zasobami oraz rozwijania kompetencji ekologicznych społeczeństwa, oraz poprawy efektywności funkcjonowania instrumentów ochrony środowiska.

➤ **Rozwój technologiczny:** polityka energetyczna ma tu na celu promowanie innowacji i rozwijanie technologii związanych z produkcją, przesyłem i użytkowaniem energii. Skoncentrowana jest na stymulowaniu badań i rozwoju w tym zakresie. Odnawialne źródła

energii<sup>34</sup>, magazynowanie energii<sup>35</sup>, elektromobilność<sup>36</sup> oraz cyfryzacja sieci energetycznych<sup>37</sup> – uchodzą obecnie za najpoważniejsze z wyzwań, którym sprostać muszą podejmowane przez państwo działania.

---

<sup>34</sup> Polityka energetyczna zorientowana na odnawialne źródła energii jest kompleksowym systemem działań i strategicznych kierunków, podejmowanych przez państwo w celu promowania, rozwijania i efektywnego wykorzystywania ich w sektorze energetycznym. W istocie głównym jej celem pozostaje doprowadzenie zrównoważonego rozwoju gospodarczego, co oznacza równoczesne dążenie do poprawy efektywności energetycznej, ograniczenia emisji gazów cieplarnianych oraz wzmocnienia niezawodności dostaw energii.

Elementy kluczowe polityki energetycznej w tym obszarze obejmują rozwijanie technologii OZE, co koncentruje się na wspieraniu innowacji i inwestycji w rozwijanie związanych z nimi technologii. Ma to pozwolić na obniżenie kosztów produkcji i zwiększenie wydajności wytwarzanej przy ich wykorzystaniu energii elektrycznej.

Istotnym aspektem aktywności państwa związanej z energetyką odnawialną jest tworzenie sprzyjających jej rozwojowi zachęt finansowych. Ich stosowanie jest niezbędne by zniwelować koszty produkcji generowane przez inwestycje z pozbawionym takich obciążeń tradycyjnym wytwarzaniem energii elektrycznej z paliw kopalnych. Realizowane są one w postaci różnorodnych mechanizmów, takich jak dotacje, ulgi podatkowe czy systemy cen rynkowych energii odnawialnej. Mają one na celu przyciągnięcie inwestorów i zmniejszenie barier finansowych związanych z rozwojem OZE. O. Skibicki, M. Dończyk, M. Stupak, M. Korzon, *Odnawialne źródła energii poradnik dla inwestorów oraz wytwórców energii*, Warszawa 2022, s. 76.

Polityka ta narzuca regulacje i cele sektorowi energetycznemu poprzez ustawodawstwo. Dla podmiotów tego sektora oznacza to obowiązek zwiększania udziału OZE w miksie energetycznym, a także określa konkretne cele dotyczące produkcji energii z OZE.

Ważnym narzędziem pozostającym w rękach państwa, wykorzystywanym na rzecz OZE w polityce energetycznej są kampanie edukacyjne i informacyjne. Odgrywają one istotną rolę, kształtując świadomość społeczeństwa. Prowadzą ku przyjmowaniu przez jej przedstawicieli pożądanych dla rozwoju sektora postaw, co pozwala przyspieszyć akceptację nowych technologii i praktyk związanych z OZE. A. Pamuła, *Grywalizacja jako forma edukacji i angażowania odbiorców energii w rozwój i inteligentnych sieci elektroenergetycznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, nr 763, „Ekonomiczne Problemy Usług”, nr 809, Szczecin.

W kontekście międzynarodowym, polityka energetyczna w obszarze OZE ma wymiar globalny, gdzie państwa współpracują i wymieniają doświadczenia, dążąc do ich rozwoju na skalę światową.

<sup>35</sup> Magazynowanie energii stanowi kluczowy element strategii polityki energetycznej, pełniąc funkcje umożliwiające optymalne zarządzanie dostawą energii oraz wzmocniając niezawodność sieci energetycznych. W ramach polityki energetycznej państw, obserwuje się wyraźne dążenie do wspierania i promowania rozwoju technologii magazynowania energii. Szczególną uwagę skupia się na rozwijaniu rozwiązań takich jak baterie litowo-jonowe, technologie wodorowe czy też składowanie ciepła. S. Kopec, Ł. Lach, B. Adamska, M. Wrocławski, P. Szczeciński, *Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, Kraków 2022, s. 2–11.

Kluczowym zadaniem przypisywanym procesowi akumulacji i przechowywania energii jest poprawa efektywności i elastyczności systemu energetycznego, umożliwiając gromadzenie nadmiarowej energii w okresach obfitości i uwalnianie jej wtedy, gdy jest to potrzebne. Działania te mają na celu optymalizację wykorzystania źródeł energii odnawialnej, takich jak energia słoneczna czy wiatrowa, z których produkcja nie odbywa się, jak ma to miejsce w przypadku fotowoltaiki, przez całą dobę lub jest całkowicie zależna od warunków pogodowych. Jednocześnie służą stabilizacji systemu elektroenergetycznego, który za sprawą ograniczonej przewidywalności produkcji z fotowoltaiki czy offshorowych pozostaje często mocno rozchwiany.

Ponadto, technologie magazynowania energii wpływają na zwiększenie niezawodności dostaw energii elektrycznej, co ma znaczenie zarówno dla gospodarstw domowych, jak i dla przemysłu. Mogą one pełnić rolę zapasowego źródła energii w przypadku awarii lub nieprzewidywalnych okoliczności, co przekłada się na większą stabilność sieci energetycznych. M. Raczkowski, S. Robak, *System magazynowania energii elektrycznej jako środek poprawy elastyczności systemu elektroenergetycznego z dużym udziałem generacji OZE*, Warszawa 2021, s. 1–7.

Korzyści wynikające z rozwoju technologii magazynowania są integralną częścią proekologicznego wymiaru polityki energetycznej państwa. Umożliwiają bowiem wydajniejsze wykorzystanie źródeł odnawialnych, co przyczynia się do ograniczenia emisji i osiągnięcia celów klimatycznych. Posiadają też potencjał, by wokół nich powstawały nowe miejsca pracy, niewątpliwie też są elementem stymulującym rozwój gospodarczy i to w najbardziej zrównoważonym jego wymiarze.

Podsumowując, należy uznać aktywność polityki energetycznej w obszarze magazynowania energii jako ukierunkowane na dążenie do poprawy efektywności, niezawodności i zrównoważonego rozwoju sektora



---

energetycznego, a zarazem ważny składnik transformacji energetycznej, przyczyniający się do osiągnięcia celów polityki energetycznej państwa.

<sup>36</sup> Elektromobilność skupia na sobie ostatnimi czasy uwagę społeczeństwa, a za jego pośrednictwem mediów. Leży też w obszarze bezpośrednich zainteresowań państwa. Wynika to z postrzegania elektromobilności jako następcy tradycyjnej motoryzacji opartej na silnikach spalinowych czy też jej kolejnej generacji. Biorąc pod uwagę miejsce, jakie zajmuje ona we współczesnym świecie, tak gospodarcze, jak i społeczne, podejście to jest zrozumiałe. Kontynuacja obecnej drogi rozwoju szeroko pojętego transportu drogowego wydaje się mało perspektywiczna przez wzgląd na problemy z pozyskaniem odpowiedniej ilości paliw kopalnych oraz zmianami klimatyczne. W rezultacie przy obecnym stanie wiedzy technicznej, elektromobilność pozostaje jedynym kierunkiem mogącym sprostać temu wyzwaniu. Aktywność państwa na tej niszy obejmuje kompleksowy zestaw działań i strategii, które zmierzają do promowania oraz regulacji rozwoju pojazdów elektrycznych, a jednocześnie podporządkowują mu proces transformacji energetycznej. Stąd też do najbardziej newralgicznych elementów podejmowanych w ramach polityki energetycznej należy wspieranie technologii związanych z elektromobilnością, tak dotyczących konstrukcji samochodów, jak i infrastruktury do ich ładowania. Por. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, *Elektromobilność – Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Poznań 2020 s.144. Przykłady działań w tej dziedzinie to inwestycje w badania nad nowymi rodzajami baterii i systemami ładowania oraz regulacje dotyczące standardów technicznych. Podobnie jak w przypadku OZE konkurencja z istniejącymi już produktami wymaga stworzenia ze strony państwa bodźców ekonomiczny w postaci różnych mechanizmów zachęt finansowych i właściwych im regulacyjnych, które zwrócą uwagę podmiotów gospodarczych oraz społeczeństwa na środki transportu zasilane energią elektryczną. Dotacje, ulgi podatkowe, premie zakupowe czy preferencyjne stawki opłat rejestracyjnych to przykłady narzędzi wprowadzanych przez rządy w celu wspierania rodzącego się dopiero rynku. Zmiany przepisów prawnych, o których wspomniano, nie mogą się ograniczać do rozwiązań infrastrukturalnych czy też programów wsparcia ekonomicznego. Kluczowe znaczenie państwa dotyczyć musi określania norm i wymagań dotyczących pojazdów elektrycznych. Regulacje te obejmować muszą bezpieczeństwo, emisje i standardy techniczne. Regulacje te wpływają na rozwój rynku elektromobilności oraz zabezpieczają interesy konsumentów. Państwo jako kreator polityki energetycznej ma możliwości wykorzystania do realizacji celów związanych z wprowadzaniem i popularyzacją elektromobilności kampanii edukacyjnych i informacyjnych, które podnoszą świadomość społeczeństwa na ten temat. Jest to potężny oręż w ręku rządu, którym posłużyć może się on do przekonaniu konsumentów do korzyści płynących z przejścia na pojazdy elektryczne i zmiany nawyków transportowych. W wymiarze właściwym dla działań na rzecz zrównoważonego rozwoju, do czego konstytucyjnie zobligowana jest władza w Polsce, elektromobilność przyczynia się do redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz zanieczyszczeń powietrza, co wpisuje się w cele ochrony środowiska i walki ze zmianami klimatycznymi.

<sup>37</sup> Polityka energetyczna w obszarze cyfryzacji sieci energetycznych jest integralnym elementem dążenia do poprawy efektywności, niezawodności dostaw energii elektrycznej. Proces zakłada wykorzystanie nowoczesnych technologii informatycznych i komunikacyjnych (ICT) w celu usprawnienia zarządzania i monitorowania infrastrukturą elektroenergetyczną. Kluczowymi jej elementami pozostają:

Infrastruktura sensoryczna: promowanie instalacji zaawansowanych czujników i urządzeń monitorujących w całym systemie energetycznym. Dzięki temu możliwe jest zbieranie danych na temat produkcji, dystrybucji i konsumpcji energii w czasie rzeczywistym. B. Matusiak, A. Pamuła, J. Zieliński, *Inteligentne sieci rozdzielcze i energetyka odnawialna*, Łódź 2007, s. 40–47.

Automatyzacja i zarządzanie danymi: systemy zarządzania danymi i algorytmy analizy big data umożliwiają bardziej efektywne wykorzystanie zasobów oraz przewidywanie potencjalnych problemów i awarii.

Inteligentne sieci energetyczne (smart grids): umożliwiają dwukierunkową komunikację między dostawcami energii a konsumentami. To pozwala na bardziej elastyczne zarządzanie dostawą energii, zwiększając jednocześnie jej niezawodność. *Inteligentne liczniki energii elektrycznej. Koncepcja dodatkowej weryfikacji i certyfikacji*, Warszawa 2022, s. 1–5.

Integracja źródeł odnawialnych: takich jak elektrownie słoneczne i wiatrowe, do ogólnego systemu energetycznego. To ważne w kontekście zrównoważonego rozwoju i redukcji emisji gazów cieplarnianych. W. Opydo, G. Twardosz, W. Twardosz, *Integracja odnawialnych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną*, Poznań 2017, s. 409–413.

Bezpieczeństwo i ochrona danych: zapewnienie odpowiednich środków bezpieczeństwa jest kluczowe w kontekście potencjalnych ataków cybernetycznych.

Innowacje i badania: mają one na celu zwiększenie efektywności i konkurencyjności sektora energetycznego.

**Zarządzanie kryzysowe:** Polityka energetyczna obejmuje również przygotowanie na ewentualne kryzysy energetyczne<sup>38</sup>, takie jak przerwy w dostawach, klęski żywiołowe czy konflikty geopolityczne. Planowanie i reagowanie na takie wydarzenia są częścią strategii sektorowej państwa. Stanowią kluczowy element zapewnienia niezawodności dostaw paliw i energii elektrycznej w sytuacjach nadzwyczajnych. Celem pozostaje tu minimalizacja skutków nagłych zakłóceń ich zaopatrzenia w gospodarce, społeczeństwie oraz neutralizacja wynikających stąd zagrożeń dla bezpieczeństwa państwa<sup>39</sup>. Zarządzanie kryzysowe to transpozycja regulacji unijnych i oznacza zgodnie z art. 2 Ustawy o zarządzaniu kryzysowym z dnia 22 sierpnia 2007 r. działalność organów administracji publicznej będącą elementem kierowania bezpieczeństwem narodowym, która polega na zapobieganiu sytuacjom kryzysowym, przygotowaniu do przejmowania nad nimi kontroli w drodze zaplanowanych działań, reagowaniu w przypadku wystąpienia sytuacji kryzysowych oraz na odtwarzaniu infrastruktury lub przywróceniu jej pierwotnego charakteru”. 3 marca 2022 r. Rada Ministrów wprowadza modułowe zadania, które ułatwiają proces planistyczny oraz podejmowanie decyzji już w czasie sytuacji kryzysowej.

Działania dotyczące kwestii zarządzania kryzysowego w szerszym aspekcie unijnym mają swoje odbicie w cyklicznych spotkaniach Critical Infrastructure Resilience Group w Brukseli

---

<sup>38</sup> Polityka energetyczna obejmuje proces tworzenia planów i strategii, które mają na celu przygotowanie kraju do skutecznego zarządzania potencjalnymi kryzysami energetycznymi. Kluczowe elementy tego obszaru działalności obejmują procedury awaryjne, określenie odpowiedzialności instytucji oraz skomplikowane mechanizmy komunikacji i koordynacji działań.

– Procedury awaryjne: są one opracowywane i udoskonalane w celu efektywnego reagowania na różne rodzaje zagrożeń, które mogą prowadzić do kryzysu w sektorze energetycznym. Obejmują one plany działania w przypadku awarii w infrastrukturze energetycznej, zakłóceń w dostawach energii, katastrof naturalnych lub innych sytuacji kryzysowych. Opracowanie i testowanie takich procedur jest niezwykle istotne, ponieważ umożliwiają szybką i skoordynowaną reakcję na zagrożenia, minimalizując skutki kryzysów. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, *Energetyka Bezpieczeństwo w wyzwaniach badawczych. Tom 1*, Poznań 2017, s. 200–387.

– Określenie odpowiedzialności instytucji to kolejny istotny element zarządzania kryzysowego w sektorze energetycznym. W ramach tych działań ustala się, które instytucje i agendy rządowe mają być odpowiedzialne za konkretne aspekty reakcji na kryzys energetyczny. To obejmuje zarówno instytucje rządowe, takie jak ministerstwa odpowiedzialne za energię, bezpieczeństwo narodowe czy sprawy cywilne, jak i agencje regulacyjne, operatorów sieci energetycznych i inne podmioty działające w sektorze energetycznym. Precyzyjne zdefiniowanie odpowiedzialności i kompetencji instytucji ma na celu zapobieżenie dezorganizacji i konfuzji w trakcie kryzysu.

–Mechanizmy komunikacji i koordynacji są kluczowymi elementami zarządzania kryzysem energetycznym. Odnosi się to do przepływu informacji, zarówno wewnątrz w ramach instytucji rządowych, jak i na zewnątrz w relacjach z sektorem prywatnym, operatorami infrastruktury energetycznej oraz z innymi krajami w przypadku międzynarodowych kryzysów energetycznych. Skuteczne kanały przekazu pozwalają na szybkie przekazywanie informacji, współpracę między instytucjami oraz koordynację działań. Koordynacja z kolei ma na celu zapewnienie spójności działań wszystkich zaangażowanych podmiotów i efektywne wykorzystanie zasobów.

<sup>39</sup> Obecna jest także w obszarze regulacji i norm dotyczących rezerw strategicznych paliw i surowców energetycznych. Określa też ich minimalne ilości, które powinny być przechowywane na wypadek kryzysu. Istotnym elementem w tym obszarze aktywności pozostaje też tworzenie infrastruktury awaryjnej, takiej jak agregaty prądotwórcze czy zapasowe źródła energii. Wartością dodaną tej infrastruktury jest zdolność do szybkiego przywracania dostaw energii, co jest kluczowe w okresie kryzysu. A. Szlachta, A. Bujak, *Surowce strategiczne w systemie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju*, Wrocław 2017, s. 120–129.

czyli ciała doradczego doradzającego Komisji Europejskiej przy tworzeniu systemu ochrony infrastruktury krytycznej oraz funkcjonowania Centrum Koordynacji Reagowania Kryzysowego (ERCC).

➤ **Produkcja, dystrybucja i dostępność:** Polityka energetyczna stara się zapewnić sprawiedliwą dystrybucję energii i dostępność dla wszystkich obywateli. To oznacza uwzględnianie interesów i potrzeb różnych grup społecznych<sup>40</sup>. Przede wszystkim należy mieć na uwadze, iż nieprzerwany i ekonomicznie uzasadniony dostęp do energii jest elementem bezpieczeństwa narodowego. W tym kontekście strategiczne dokumenty rządowe nie zmieniają co do zasady podstawowych założeń. W reakcji na wydarzenia związane z agresją Rosji na Ukrainie zarówno UE, jak i Polska poprzez rezygnację z dostaw paliw kopalnych ze wschodniego kierunku umocniła z jednej strony własne źródła importu i eksportu w ramach posiadanej infrastruktury, z drugiej strony zwiększyła i zdywersyfikowała kierunki importowe źródeł energii dla zabezpieczenia jej dostaw. W zakresie dystrybucji, obecna koalicja zapowiada uproszczenie i zredukowanie drogi administracyjnej dla nowych OZE. Zważywszy na fakt, iż URE w latach 2021–2022 otrzymało 11 tys. powiadomień o odmowach przyłączenia (z czego 9,4 tys. to instalacje OZE), rząd zapowiada reorganizację sektora dystrybucji poprzez ich wydzielenie bez zmian kapitałowych. Oznacza to samofinansowanie się spółek dystrybucyjnych ze środków pozyskanych z taryf dystrybucyjnych, które mają być wprost przeznaczone na rozwój sieci.

---

<sup>40</sup> Analiza interesów i potrzeb różnych grup społecznych w kontekście aktywności polityki energetycznej, zwłaszcza w zakresie dystrybucji i dostępności energii, jest niezwykle istotna dla zapewnienia społecznej sprawiedliwości i zrównoważonego rozwoju. Odnosi się to do decyzji i działań podejmowanych przez rząd w zakresie produkcji, dystrybucji i dostarczania energii, co ma wpływ na szerokie spektrum interesów i potrzeb społecznych. Jedną z kluczowych grup, której racje muszą być uwzględnione w polityce energetycznej, są konsumenci energii. Obejmuje to zarówno gospodarstwa domowe, jak i przedsiębiorstwa. Dostęp do energii jest niezbędny do codziennego funkcjonowania społeczeństwa, a zatem zapewnienie przystępnych cen energii oraz stabilności dostaw jest kluczowym elementem polityki energetycznej. Grupy o niższym statusie społecznym mogą być szczególnie narażone na wzrost kosztów energii, dlatego polityka energetyczna powinna uwzględniać mechanizmy ochrony socjalnej i wsparcia finansowego. Kolejną istotną grupą są producenci energii, zarówno firmy energetyczne, jak i przedsiębiorstwa działające w sektorze odnawialnych źródeł energii. Ich interesy mogą różnić się w zależności od źródeł energii, którymi się zajmują. Firmy energetyczne mogą dążyć do zachowania stabilności rynku i konkurencyjności, podczas gdy przedsiębiorstwa wytwarzające za pośrednictwem odnawialnych źródeł energii mogą dążyć do promocji zrównoważonej energii i korzystnych regulacji dla odnawialnych źródeł. Ważnym aspektem jest także uwzględnienie perspektywy lokalnych społeczności, zwłaszcza tych, które są bezpośrednio dotknięte działaniami związanymi z produkcją i dystrybucją energii. Lokalne interesy i potrzeby, takie jak ochrona środowiska, zdrowie publiczne i bezpieczeństwo, muszą być brane pod uwagę w procesie kształtowania polityki energetycznej.

➤ **Pozyskiwanie surowców energetycznych:** Państwa dążą do tego, by stworzyć zdywersyfikowany miks energetyczny, który nie pozwala na monopolizację wytwarzania paliw i energii z określonego nośnika. Starają się też zapewnić bezpieczne dostawy surowców, takich jak gaz ziemny, ropa naftowa czy węgiel<sup>41</sup>. W Polsce na przestrzeni dekad sytuacja w porównaniu z krajami UE miała swoją odmienną specyfikę. Z jednej strony źródła krajowe tradycyjnie były i są oparte o surowce kopalne, z drugiej strony ekonomika ich wykorzystywania w procesie produkcji i wydobycia przestaje spełniać kryteria ekonomiczne. Jednocześnie posiadanie własnych źródeł wytwarzania z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego ma zasadniczą rolę. Działania kolejnych rządów zmierzają do dywersyfikacji pozyskiwania surowców energetycznych, w szczególności proces zyskał dodatkową dynamikę po agresji Rosji na Ukrainę, co przemodelowało w sposób zasadniczy kierunki importowe surowców energetycznych, wymuszając jednocześnie większą dywersyfikację dostaw.

➤ **Regulacje i prawo energetyczne:** Polityka energetyczna obejmuje ustanawianie przepisów i regulacji dotyczących produkcji, dystrybucji i zużycia energii. Ma to na celu zapewnienie przejrzystości, konkurencji i bezpieczeństwa w sektorze energetycznym<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Polityka energetyczna jest kluczowym elementem procesu pozyskiwania surowców energetycznych, skupiając się na zaopatrzeniu w surowce i produkcji paliw oraz energii cieplnej i elektrycznej. Dywersyfikacja surowców jest fundamentalna, aby zminimalizować ryzyko związane z zależnością produkcji od jednego nośnika czy źródła, skąd jest pozyskiwany. K. Wierzbicka, *Niezależność od importu surowców energetycznych jako kluczowy element bezpieczeństwa ekonomicznego państwa. Polska na tle krajów UE*, „Optimum Economic Studies”, Białystok 2022.

Ma ona podwójny wymiar. Pierwszy odnosi się do konieczności stworzenia optymalnego dla danej gospodarki miksu energetycznego, a drugi rozwinięcia sieci kanałów transportowych zapewniających jego dostawy. Stąd też państwa z jednej strony inwestują w różne technologie wydobywania, obejmując zarówno tradycyjne surowce, jak węgiel, gaz ziemny czy ropę naftową, a także i nowe źródła odnawialne, a z drugiej starają się prowadzić działania pozwalające im na niedopuszczenie do monopolizacji zaopatrzenia w wymiarze podmiotowym i geograficznym.

<sup>42</sup> Polityka energetyczna wpływa znacząco na proces stanowienia prawa i regulacji administracyjnych w obszarze energetyki. Można przyjąć założenie, zgodnie z którym przyjęcie właściwych przepisów odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu tego sektora. Wynika to z następujących przesłanek:

– jako strategia rządowa, ma wpływ na kierunek, w jakim rozwija się sektor energetyczny, gdyż wprowadza wytyczne i cele, które ustawodawcy i regulatorzy muszą uwzględniać. Przykłady obejmują zadania związane z redukcją emisji gazów cieplarnianych, promocją odnawialnych źródeł energii czy zwiększeniem efektywności energetycznej.

– kreuje obowiązujące standardy, rząd lub agencje ds. energii często opracowują przepisy regulujące aspekty takie jak emisje, normy jakości paliw, ceny energii czy zasady rozwoju infrastruktury energetycznej. K. Olczak, *Odnawialne źródła energii jako przesłanka prawna bezpieczeństwa energetycznego*, „Studia Prawno-Ekonomiczne”, Łódź 2020.

– generuje i zarządza instrumentami finansowymi, co jest szczególnie widoczne w obszarze zachęt ekonomicznych, takich jak dotacje, ulgi podatkowe czy ceny odnawialnej energii. Są one często tworzone, aby wspierać cele polityki energetycznej, takie jak zwiększenie udziału OZE czy poprawa efektywności energetycznej. O. Skibicki, M. Dończyk, M. Stupak, M. Korzon, *Odnawialne źródła energii poradnik dla inwestorów oraz wytwórców energii*, op. cit.

Rozległy temat zmian legislacyjnych dostosowujących polski sektor energetyczny na przestrzeni dekad można podsumować jako stopniowe dostosowywanie i unifikację do wymogów unijnych. Należy jednak pamiętać, iż opisywana wcześniej zasada TPA wprowadzająca daleko posuniętą liberalizację rynku energii również w ramach UE była wypracowywana w warunkach daleko posuniętego kompromisu. Przełamanie monopoli sektora elektroenergetycznego i uwolnienie zasad rynkowych miały swoje odbicie zwłaszcza w ostatniej dekadzie. Należy mieć na uwadze również fakt, iż Ustawa Prawo energetyczne z roku 1997 r. była modyfikowana kilkudziesięciokrotnie poprzez nowelizacje i zmieniane dokumenty wykonawcze, co z historycznego punktu widzenia prowadzić powinno do ujednolicenia aktu prawnego. Szereg regulacji funkcjonujących i również modyfikowanych w ramach polityk unijnych, stopniowo znalazło swoje odzwierciedlenie w finalnym kształcie sektora elektroenergetycznego – ta ewolucja unifikacji przepisów krajowych jest kontynuowana.

➤ **Współpraca międzynarodowa:** Ze względu na globalny charakter rynku energetycznego, państwa często współpracują w celu zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, zwalczania zmian klimatycznych i rozwoju międzynarodowych projektów energetycznych<sup>43</sup>.

---

– ulega naciskom grup interesu, grupy lobbingsowe mogą wpływać na proces stanowienia prawa, co prowadzi do negocjacji i zmian w regulacjach. E. Kochanek, *Wielowymiarowość interesów energetycznych w dobie transformacji systemowej*, Warszawa 2020, s. 65–75.

Polityka energetyczna odgrywa istotną rolę w międzynarodowych stosunkach politycznych, gospodarczych i środowiskowych. Jest to obszar, w którym interesy państw oraz instytucje międzynarodowe i korporacje energetyczne łączą się i rywalizują, co wpływa na kształt relacji globalnych. Analiza obecność polityki energetycznej w obszarze stosunków międzynarodowych ukazuje jej znaczenie w kilku kluczowych aspektach:

a) Współpraca międzynarodowa w dziedzinie energetyki jest niezbędna w obliczu globalnych wyzwań. Wspólne cele, takie jak redukcja emisji gazów cieplarnianych, rozwijanie odnawialnych źródeł energii i poprawa efektywności energetycznej, wymagają kooperacji między państwami. Przykładem jest Porozumienie Paryskie, które zobowiązuje sygnatariuszy do podejmowania działań na rzecz ograniczenia zmian klimatycznych. Współdziałanie to wpływa na kształt stosunków międzynarodowych, tworząc ramy dla globalnej reakcji na wyzwania klimatyczne.

b) Energetyka jest źródłem wpływów i rywalizacji międzynarodowej. Dostęp do surowców energetycznych, takich jak ropa naftowa czy gaz ziemny, staje się przedmiotem konkurencji między państwami, co nieraz prowadzi do napięć i konfliktów. Polityka energetyczna państw jest często wykorzystywana jako narzędzie dyplomatyczne i polityczne, wpływając na relacje bilateralne i multilateralne. Przykładem może być rywalizacja o dostęp do Morza Południowochińskiego, które jest obszarem bogatym w zasoby energetyczne.

c) Energetyka jest elementem geopolityki i wpływa na geopolityczne układy sił. Dostawy surowców energetycznych z regionów konfliktowych lub politycznie niestabilnych mogą wpłynąć na stosunki międzynarodowe. Przykładem jest Ukraina, która odgrywa kluczową rolę w dostawach rosyjskiego gazu do Europy i stała się przedmiotem konfliktu między Rosją a Zachodem.

Analizowany kontekst jednoznacznie wskazuje na konieczność uznania polityki energetycznej za integralną część międzynarodowych stosunków. Współpraca, rywalizacja i geopolityka energetyczna stanowią istotne elementy międzynarodowego porządku. Zrozumienie tych związków jest kluczowe dla analizy stosunków międzynarodowych w kontekście energetyki. Polityka energetyczna jest nieodłącznie związana z globalnymi wyzwaniami i wpływa na kształt stosunków międzynarodowych w XXI wieku.

Polska jako kraj utożsamiany na arenie międzynarodowej jako członek Unii Europejskiej, a jednocześnie kraj o szczególnym położeniu geopolitycznym na linii Europa Zachodnia – Rosja, co do zasady po wstąpieniu do UE z jednej strony modyfikuje sektor zgodnie z unijnymi założeniami, z drugiej czyni starania o zachowanie własnej integralności podmiotowej. Polskie strategie zabezpieczenia dostaw energii i źródeł wytwarzania mają krajową specyfikę. Przede wszystkim transformacja w kierunku zielonej gospodarki wymusza potrzebę poszukiwania alternatywnych źródeł energii w stosunku do paliw kopalnych. W tym celu – w modelu zastosowania energii jądrowej – Polska prowadzi szeroką współpracę międzynarodową wraz z MAEA oraz Agencją Energii Jądrowej przy OECD, gdzie Polska w 2014 r. uzyskała dostęp do tzw. Banku Danych NEA/OECD. Współpraca międzynarodowa, z punktu widzenia promowania niezawodnej pracy oraz tworzenia paneuropejskiego systemu przesyłowego energii elektrycznej w ramach ENTSO-E – Europejskiej Sieci Operatorów Elektroenergetycznych Systemów Przesyłowych również jest intensywnie rozwijana. Sieć ta zrzeszająca operatorów przesyłowych w Europie planuje utworzenie do roku 2050 infrastruktury przesyłowej o łącznej długości 54 tys. km. Ostatnie strategiczne plany dotyczą farm wiatrowych Morza Bałtyckiego w ramach regionu BEMIP, gdzie wskazywany jest ogromny potencjał OZE obejmujący Polskę, Niemcy, Danię, Szwecję oraz Finlandię.

Współpraca międzynarodowa ma na celu zabezpieczenie i rozwój wspólnego rynku unijnego w zakresie sektora elektroenergetycznego, ale również pozwala zabezpieczyć wewnętrzne bezpieczeństwo sieciowe. Polskie Sieci Energetyczne w latach 2016–2018 podjęły zadanie inwestycyjne polegające na instalacji przesuwników fazowych na granicy RP. Polska we wcześniejszym okresie ponosiła koszt tzw. przepływów kołowych, czyli prądu płynącego z niemieckich farm wiatrowych na północy w kierunku południowym do Bawarii i Austrii. Korytarz przesyłowy sieci na tym odcinku był niewystarczająco rozwinięty, więc energia przeciążała polską sieć energetyczną. Po przyznaniu przez europejską agencję ACER racji po stronie rządowej, Polska i Niemcy uzgodniły nowe zasady przepływu energii, kontynuując tym samym dalszą partnerską współpracę.

Kolejny obszar współpracy to działalność instytucji zrzeszających regulatorów w ramach Grupy Europejskich Regulatorów dla Energii Elektrycznej i Gazu oraz Rady Europejskich Regulatorów i roli URE we wskazanych strukturach.

Na uwagę w aspekcie międzynarodowym zasługuje również wymiana technologii dla źródeł energii dążących do zastąpienia paliw kopalnych.

W tym kontekście spółki z udziałem Skarbu Państwa oraz inicjatywy rządowe w ostatnich latach podpisały porozumienia celem rozwoju elektrowni atomowych w Polsce, zarówno o

dużych mocach (jako przykład może posłużyć działalność Polskich Elektrowni Jądrowych w ramach konsorcjum z Westinghouse, dla której spółka wystąpiła do PSE o wydanie warunków przyłączenia na moc 3750 MW), jak również w technologii SMR w mniejszej skali (jako przykład posłużyć może program Phoenix, w ramach którego Orlen Synthos Green Energy otrzymał zapewnienie Departamentu Stanu USA na otrzymanie finansowania w ramach przyspieszenia budowy małych reaktorów jądrowych w Polsce).

Każdy ze wskazanych obszarów aktywności polityki energetycznej pozostaje integralną częścią polityki publicznej, w pełni się z nią pokrywa. Bez wyjątku ma też istotny wpływ na standardy egzystencji obywateli oraz na funkcjonowanie gospodarki narodowej. Decyzje dotyczące źródeł energii, cen energii, efektywności energetycznej i bezpieczeństwa energetycznego, o czym wspomniano w przytoczonych dociekaniach analitycznych, znacząco oddziałują na jakość życia społeczeństwa, konkurencyjność gospodarki oraz zdolność państwa do reagowania w sytuacjach kryzysowych. Jej ścisłe połączenie z interesami publicznymi ma ogromne znaczenie dla dobrobytu narodu. Przykładem może być energia cieplna czy elektryczna. W pierwszym przypadku zapewnienie odpowiedniego ogrzewania w okresie zimowym i chłodzenia w czasie upałów ma znaczenie dla zdrowia i samopoczucia mieszkańców. Decyzje dotyczące źródeł ciepła i klimatyzacji oraz ich dostępności wpływają bezpośrednio na komfort termiczny w mieszkaniach, miejscach pracy i użyteczności publicznej. Natomiast w drugim przypadku sama kwestia dostępności do energii elektrycznej pozostaje niezwykle newralgiczną płaszczyzną dla losów jednostki i zbiorowości. Korzystanie z urządzeń elektrycznych, takich jak lodówki, telewizory, komputery, smartfony, a także oświetlenie elektryczne jest normą. Przerwy w dostawach prądu mogą zakłócać życie codzienne, a także prowadzić do strat gospodarczych i społecznych. Energia elektryczna jest niezbędna także dla państwa jako podmiotu regulującego zasady funkcjonowania społeczeństwa na swoim obszarze. Kolejnym wartym przytoczenia przykładem jest relacja między cenami energii a budżetami domowymi. Ważny jest wpływ, jaki wywołać może wzrost pierwszych na koszty utrzymania gospodarstw, zwłaszcza osób o niższych dochodach. Można podnieść też aspekt ekologiczny, który jest coraz bardziej istotny dla obywateli. Decyzje dotyczące źródeł energii, efektywności energetycznej i redukcji emisji wpływają na jakość powietrza, co ma bezpośredni wpływ na zdrowie publiczne.

Podsumowując przedstawione w niniejszym podrozdziale rezultaty analiz, należy jednoznacznie potwierdzić istnienie ścisłej relacji między polityką energetyczną a publiczną. Zachodzące tu implikacje są konsekwencją funkcjonowania pierwszej z wymienionych w ramach drugiej. W przedmiocie badań nad bezpieczeństwem pewność dostaw oraz dostęp do

niedrożej i ekologicznej energii ma kluczowe znaczenie dla funkcjonowania państwa i jego wizerunku w społeczeństwie.



## 1.2. Casus elektroenergetyki w sektorze energetycznym

Definiując elektroenergetykę, można pokusić się o określenie jej mianem interdyscyplinarnej dziedziny inżynierii, zajmującej się wytwarzaniem, przesyłem i dystrybucją energii elektrycznej. Każde z nadmienionych pojęć obejmuje w istocie szeroki zakres zagadnień, począwszy od projektowania elektrowni czy sieci elektroenergetycznych przez ich budowę i utrzymanie po zarządzanie energią elektryczną kierowaną do odbiorców końcowych.

Zadania, jakie są stawiane przez elektroenergetykę, można, zawężając kwestię, sprowadzić do zapewnienia ciągłości dostaw energii elektrycznej przy zachowaniu jej wysokiej jakości. W tym celu konieczne jest monitorowanie i kontrola całego systemu elektroenergetycznego, co obejmuje zarówno źródła produkcji energii (elektrownie), jak i infrastrukturę przesyłową, w tym linie przesyłowe, stacje transformatorowe i rozdzielcze.

Co ważne i warte podkreślenia, elektroenergetyka jest nierozdzielnie związana z energią elektryczną i wykracza poza sam obszar tradycyjnie z nią utożsamiany. Przykładem może być tu transfer danych z wykorzystaniem linii elektroenergetycznych. Taka specyfika systemu elektroenergetycznego opartego na inteligentnym opomiarowaniu pozwala również na poprawę stanu bilansowego i lepszego zarządzania siecią. Stanowi to duże wyzwanie we właściwym zarządzaniu energetyką rozproszoną<sup>44</sup>.

Rozwój technologii, automatyzacja i cyfryzacja czynią z energii elektrycznej podstawowe źródło zaopatrzenia energetycznego, a zarazem najważniejszy nośnik energii, a w przyszłości zapewne jedyne paliwo<sup>45</sup>. W takim ujęciu elektroenergetyka pozostaje jednym z kluczowych czynników odpowiadających w państwie za istniejący w nim porządek, funkcjonowanie przemysłu, gospodarstw domowych, instytucji i innych sektorów gospodarki.

Nadmieniony kontekst jutra i monopolistyczna w nim pozycja energii elektrycznej oznaczają w praktyce utożsamienie elektroenergetyki z całym sektorem energetycznym,

---

<sup>44</sup> T. Pakulski, R. Magulski, L. Bronk, A. Babś, *Możliwości poprawy obserwowalności sieci SN/nn w oparciu o infrastrukturę AMI dla celów planowania i prowadzenia ruchu sieci dystrybucyjnej*, Jastrzębia Góra 2019, s. 1–2.

<sup>45</sup> Zmiany zapewne obejmą technologie, które przyspieszyłyby transformację do zerowej emisji netto – stąd dynamiczny i zdywersyfikowany rozwój OZE oraz źródeł produkcji niepowiązanych z paliwami kopalnymi, nie zmienia to jednak faktu, iż to energia elektryczna jako produkt finalny będzie kontynuować swoją monopolistyczną pozycję. Patrząc za Breakthrough Energy Coalition pod kierunkiem Ergnsta Moniza, wskazuje dwadzieścia trzy technologie o „największym potencjale przełomowym”. W Stanach Zjednoczonych obecnie – na potrzeby sektora prywatnego funkcjonuje ponad sześćdziesiąt zaawansowanych projektów badawczych nad energetyką jądrową. D. Yergin, *Nowa mapa. Jak energetyka zmienia geopolitykę*, Katowice 2021, s. 498–499.

poprzez zawężenie go do tego jednego działu. Proces ten zdaje się nieuchronny, a dynamika, z jaką się dopełnia, pozwala przyjąć cenzurę chronologiczną połowy ubiegłego wieku jako tę, która go zakończy. Takie założenia przyświecają też krajowym i unijnym strategiom wprowadzenia bezemisyjnej gospodarki do 2050 r. Nawet jeśli te plany są nazbyt ambitne i nie uda się ich w pełni zrealizować, niewiele to zmieni w omawianym kontekście dominacji elektroenergetyki<sup>46</sup>. Może nieznacznie opóźnić wyłączność, jaką rozciągnie na cały sektor, lecz nie odwróci kierunku przemian.

Założenie, zgodnie z którym energia elektryczna stanie się w przyszłości jedynym źródłem zasilania energetycznego, a elektroenergetyka tożsama z sektorem, którego obecnie jest integralną częścią, przejmie wszystkie funkcje i zadania na nim spoczywające. Proces transformacji energetycznej podporządkowany w istocie takiemu celowi rozłoży się w czasie zapewne jeszcze na najbliższe dekady, nawet jeśli jego obecna dynamika nie ulegnie spowolnieniu. Proporcjonalnie do tempa zachodzących zmian będzie umacniała się pozycja elektroenergetyki. Zjawisko to doskonale daje się zaobserwować na przykładzie przeobrażeń zachodzących w spółkach z sektora gas&oil, które systematycznie podnoszą udział w swej działalności, wytwarzania i dystrybucji energii elektrycznej kosztem nośników węglowodorowych<sup>47</sup>.

Wzrost znaczenia i roli elektroenergetyki w sektorze energetycznym będzie oznaczał coraz wyraźniejszą jej obecność w jego strukturze. Wyrażona zostanie ona poprzez:

- zwiększenie mocy zainstalowanych źródeł wytwórczych;
- stworzenie bardziej zaawansowanej infrastruktury przesyłowej<sup>48</sup>;
- transformację sektora transportu i dostosowanie jego infrastruktury do zasilania pojazdów energią elektryczną<sup>49</sup>;

---

<sup>46</sup> Jak wskazuje Ursula von der Leyen – szefowa Komisji Europejskiej – „koszty tej transformacji będą duże, ale koszty bezczynności jeszcze większe”, na dzień dzisiejszy w ramach Funduszu sprawiedliwej transformacji zabezpieczono 100 miliardów euro na wychodzenie z energetyki węglowej, op. cit. s. 480–481.

<sup>48</sup> Wraz z wzrostem popytu na energię elektryczną, systemy przesyłowe będą musiały być bardziej elastyczne, odporniejsze na awarie, a jednocześnie zdolne do przenoszenia dużej ilości energii na znaczne odległości. To wyzwanie wymagać będzie inwestycji w inteligentne sieci oraz technologie magazynowania energii. S. Bielecki, T. Skoczkowski, *Europejskie projekty rozwoju inteligentnych sieci energetycznych. Obraz ogólny i miejsce Polski*, „Polityka Energetyczna”, Warszawa 2014, s. 173–185.

<sup>49</sup> Przejście na energię elektryczną oznaczać będzie konieczność rozwinięcia infrastruktury ładowania dla pojazdów elektrycznych. To wiąże się z koniecznością adaptacji istniejących miast, dróg i stacji paliw. Zmiana ta wpłynie także na producentów samochodów, wymuszając rozwój bardziej efektywnych baterii oraz samych pojazdów. W szczególności ma tu znaczenie dla Polski kraju członkowskiego UE spełnienie dyrektywy AFIR – która jako dobitny przykład zakłada rozwój sieci publicznej infrastruktury ładowania sieci TEN-T dla stacji ładowania typu DC (szybkie stacje ładowania w praktyce powyżej 100 kW i więcej) co 60 kilometrów. *AFIR na horyzoncie. Jak przyspieszyć rozbudowę ogólnodostępnej infrastruktury ładowania w Polsce*, Warszawa 2022, s. 28–30.

- cyfryzację systemu i jego wyzwania w rozwoju energetyki rozproszonej<sup>50</sup>;
- konieczność zagwarantowania bezpieczeństwa energetycznego<sup>51</sup>.

### 1.3. Polityka energetyczna, elektroenergetyka a cele zrównoważonego rozwoju

Istota koncepcji zrównoważonego rozwoju zawiera się w harmonijnym uwzględnianiu w gospodarce trzech głównych aspektów: ekonomicznego, społecznego i środowiskowego, w celu satysfakcjonującego zaspokojenia potrzeb współczesnych społeczeństw, nie narażając jednocześnie możliwości przyszłych pokoleń do realizacji własnych potrzeb. Wychodzi ona z założenia, zgodnie z którym wskazane obszary są ze sobą nierozzerwalnie związane, tworząc trwałą równowagę.

Aspekt ekonomiczny koncentruje się na efektywnym gospodarowaniu zasobami, generowaniu dochodów i tworzeniu miejsc pracy, mając na uwadze długofalową stabilność ekonomiczną<sup>52</sup>. Na każdej z tych płaszczyzn pozycję energetyki można określić mianem wiodącej. Korzystanie z paliw kopalnych ze względu na swą masowość jest kluczowym zagrożeniem związanym z brakiem możliwości sięgania do tych surowców przez kolejne pokolenia. Stąd też silny nacisk na masowe sięganie do źródeł odnawialnych energii jako tych, których użycie nie niesie za sobą negatywnych konsekwencji na przyszłość<sup>53</sup>. Tu pojawia się

---

<sup>50</sup> Nowoczesne systemy elektroenergetyczne opierają się na zaawansowanych technologiach, takich jak inteligentne sieci czy zarządzanie popytem. Elektroenergetyka staje się integralną częścią tzw. „inteligentnych miast” i „inteligentnych sieci”, co wpływa na efektywność, niezawodność i elastyczność systemu. W związku z rozwojem energetyki rozproszonej opartej o energetykę obywatelską istnieje konieczność dostosowania infrastruktury do obecnych i nowych wyzwań. P. Kacejko, P. Pijarski, *System elektroenergetyczny o dużym nasyceniu generacją rozproszoną – wyzwania stojące przed automatyzacją systemową*, „Wiadomości Elektrotechniczne”, Warszawa 2023. Patrząc na zagadnienie modernizacji strategicznej sieci elektroenergetycznej OSP – Operator Sieci Przesyłowej PSE S.A. w latach 2018–2027 zamierza wydać na ten cel 12,8 mld zł, z czego ok. 90% na innowacje, rozbudowę i modernizację sieci. K. Skotarek, *Uwarunkowania polityczne rozwoju sieci elektroenergetycznych w Polsce*, „Myśl Ekonomiczna i Polityczna” 2022, s. 39–43.

<sup>51</sup> W przypadku gdy energia elektryczna stanie się jedynym źródłem, kluczową kwestią będzie zapewnienie ciągłości dostaw oraz odporności systemu na np. potencjalne cyberzagrożenia. To będzie wymagało rozwinięcia zaawansowanych systemów monitoringu i zabezpieczeń. W. Dołęga, *Cyberbezpieczeństwo w systemach sterowania i nadzoru stacji elektroenergetycznych*, „Wiadomości Elektrotechniczne”, Warszawa 2023, s.10–15.

<sup>52</sup> „Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno – Społecznego i Komitetu Regionów” „Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy”, Bruksela 2011.

<sup>53</sup> Krajowe złoża o wysokim potencjale wydobywczym nie mają trwałego charakteru długoterminowego, w szczególności stoją w sprzeczności do unijnej polityki zeroemisyjnej gospodarki, stanowią znaczące zabezpieczenie w produkcji energii, ale nie kierunkowy plan rozwojowy źródeł wytwarzania, pogodzenie energetyki węglowej – jej stabilności w systemie zabezpieczenia dostaw energii elektrycznej w połączeniu z rozwojem OZE i kierunkiem zeroemisyjnej gospodarki stanowi duże wyzwanie dla krajowej polityki gospodarczej i jej założeń, patrz: L. Gawlik, E. Mokrzycki, *Paliwa kopalne w krajowej energetyce – problemy i wyzwania*, „Polityka Energetyczna”, Warszawa 2017.

rola elektroenergetyki jako tego segmentu energetyki, w którym mieszczą się urządzenia wytwórcze wykorzystujące naturalne nośniki, jak ruch wody, powietrza czy promieniowanie słoneczne, a także sam proces generowania z nich energii elektrycznej, jej przesyłu i dystrybucji.

Sama idea zrównoważonego rozwoju w swym aspekcie ekonomicznym nie sprowadza się bynajmniej jedynie do zapewnienia wzrostu gospodarczego. Równie istotnym jej elementem pozostaje uwzględnienie takich kwestii jak sprawiedliwość społeczna i równość, co wiąże się z aspektem społecznym<sup>54</sup>. Obszar oddziaływania polityki energetycznej odnosi się tu do ustalania stawek za energię elektryczną, natomiast samej elektroenergetyki do zapewnienia jej stabilnych dostaw w wielkości odpowiadającej rzeczywistemu zapotrzebowaniu. Synchronizacja obu tych elementów jest narzędziem służącym ograniczeniu ubóstwa energetycznego i nierówności społecznych.

Aspekt środowiskowy kładzie nacisk na zachowanie równowagi ekosystemów, minimalizację negatywnego wpływu działalności ludzkiej na środowisko oraz ochronę bioróżnorodności<sup>55</sup>. Koncept ten wychodzi z założenia, w ramach którego przyjmuje się jako imperatyw działań człowieka ich zgodność z naturalnymi procesami ekologicznymi, aby umożliwić utrzymanie stabilności klimatu i ekosystemów. Tu pozycja polityki energetycznej odnosi się do położenia nacisków podejmowanych działań na zachowanie równowagi ekosystemów, minimalizację negatywnego wpływu działalności ludzkiej na środowisko oraz ochronę bioróżnorodności. Koncept ten wychodzi z założenia, w ramach którego przyjmuje się jako imperatyw działań człowieka ich zgodność z naturalnymi procesami przyrodniczymi, tak, aby umożliwić utrzymanie stabilności klimatu i zachować bioróżnorodność.

Rola elektroenergetyki wyraża się tu w trzech podstawowych zadaniach. Obejmują one minimalizację wpływu na ekosystemy, redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz efektywne wykorzystanie zasobów naturalnych. Służą temu takie jej pola aktywności jak:

– produkcja energii przy minimalnym wpływie na środowisko, co w zasadniczej mierze sprowadza się do nadmienianego przejścia na odnawialne źródła energii jako nie tyle głównego, co jedyne źródła zasilania;

---

<sup>54</sup> A. Surówka, *Prognozowanie zużycia energii elektrycznej w województwach Polski w kontekście zrównoważonego rozwoju*, Rzeszów 2022, s. 123–130.

<sup>55</sup> W odniesieniu do UE Komisja Europejska wdrożyła pakiet dotyczący ochrony przyrody – Nature Protection Package na rzecz różnorodności biologicznej – w ramach Europejskiego Zielonego Ładu. W tym kontekście rozwój odnawialnych źródeł energii i założenia wskazanej polityki idą w parze. Zapisano w nim w prawie UE wiążący cel, jakim jest odbudowa europejskich mórz i lądów o 20%, G. Dickson, *Bioróżnorodność i OZE idą ze sobą w parze*, WindEurope, balticwind.eu, 2023.

- podnoszenie efektywności energetycznej poprzez inwestycje w technologie i rozwiązania temu sprzyjające. Istotnym wyzwaniem dla niej pozostaje tu zmierzenie się z ograniczaniem strat energetycznych oraz promowanie nowoczesnych technologii umożliwiających oszczędne zużycie energii;
- redukcja emisji gazów cieplarnianych poprzez systematyczne ograniczanie zużycia paliw kopalnych oraz zastosowanie technologii oczyszczania spalin. To kluczowy element walki ze zmianami klimatycznymi;
- zrównoważone inwestycje podejmowane z uwzględnieniem długoterminowych korzyści dla środowiska. Finansowanie projektów przyjaznych naturze, preferencje dla nowoczesnych technologii oraz kontynuacja badań nad innowacyjnymi rozwiązaniami<sup>56</sup>.

Koncepcja zrównoważonego rozwoju przekracza tradycyjny paradygmat, który bazuje jedynie na wzroście gospodarczym<sup>57</sup>. Jest to kompleksowe podejście, które uwzględnia długofalowe konsekwencje działań obecnego społeczeństwa dla przyszłych pokoleń, starając się unikać wyczerpywania zasobów naturalnych i negatywnego wpływu na środowisko. W ten sposób dąży do stworzenia trwałego modelu rozwoju, opartego na równowadze między aspektami ekonomicznymi, społecznymi a środowiskowymi.

Każdy z nadmienionych elementów ma również swoje przełożenie w wymiarze bezpieczeństwa państwa. Tak też rozwój odnawialnych źródeł energii zwiększa niezależność energetyczną kraju, redukując zależność od importowanych paliw<sup>58</sup>. Jednocześnie zastosowanie ich ogranicza negatywny wpływ na środowisko, co wpisuje się w troskę o długoterminowe bezpieczeństwo ekologiczne kraju, natomiast poprawa efektywności energetycznej zmniejsza koszty związane z produkcją i zużyciem energii, co wpływa korzystnie na stabilność ekonomiczną kraju<sup>59</sup>. Przekłada się też na jej dostępność dla społeczeństwa, co ma znaczący wpływ na relacje wewnątrz państwa i jego stabilność polityczną<sup>60</sup>.

---

<sup>56</sup> D. Michalski, *Zarządzanie finansowaniem zielonej transformacji*, Warszawa 2022, s. 19–39.

<sup>57</sup> M. Sośnicki, *Koncepcja zrównoważonego rozwoju – Perspektywa Eko-energetyki*, „Kwartalnik Towarzystwa Wiedzy Obronnej”, Warszawa 2023, s. 16–33.

<sup>58</sup> M. Borgosz-Koczwara, K. Herlender, *Bezpieczeństwo energetyczne a rozwój odnawialnych źródeł energii*, „Energetyka”, Warszawa 2008,

<sup>59</sup> A. Wasiuta, K. Świdzińska, *Źródła energii odnawialnej i ekoinnowacje szansą dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego*, Kraków 2015, s. 364–372.

<sup>60</sup> K. Adamczak, *Energia odnawialna a bezpieczeństwo Polaków*, „Securitologia”, Warszawa 2016.

## II. Produkcja i konsumpcja energii elektrycznej w Polsce

### 2.1. Produkcja energii elektrycznej w Polsce

W ostatnich latach struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce ulegała systematycznej zmianie. Dominującym źródłem wytwarzania energii nieprzerwanie od lat pozostają surowce kopalne, przede wszystkim węgiel kamienny i brunatny.

Gdy zestawimy ze sobą kolejne lata, zauważymy, że różnice w rocznych przedziałach czasowych są nieznaczne:

Tablica 1. Krajowa produkcja i zużycie energii w latach 2011–2022

Rok	Krajowa produkcja energii	Elektrownie zawodowe	Elektrownie zawodowe		Elektrownie wiatrowe i inne odnawialne	Elektrownie przemysłowe	Krajowe zużycie energii
			Elektrownie wodne	Elektrownie ciepłne			
2011	163 153	151 319	2 529	148 790	2 833	9 000	157 909
2012	159 853	146 833	2 264	144 569	4 025	8 991	157 013
2013	162 501	147 435	2 762	144 673	5 895	9 171	157 980
2014	156 567	140 290	2 520	137 770	7 256	9 020	158 734
2015	161 772	141 901	2 261	139 640	10 114	9 757	161 438
2016	162 626	140 727	2 399	138 328	11 769	10 130	164 625
2017	165 852	141 790	2 767	139 023	14 005	10 057	168 139
2018	165 214	143 234	2 197	141 037	11 958	10 022	170 932
2019	158 767	134 245	2 454	131 791	14 344	10 178	169 391
2020	152 308	126 137	2 698	123 439	16 372	9 799	165 532
2021	173 583	154 599	2 830	151 769	18 984	0	174 402
2022	175 157	147 555	2 815	144 740	27 602	0	173 479

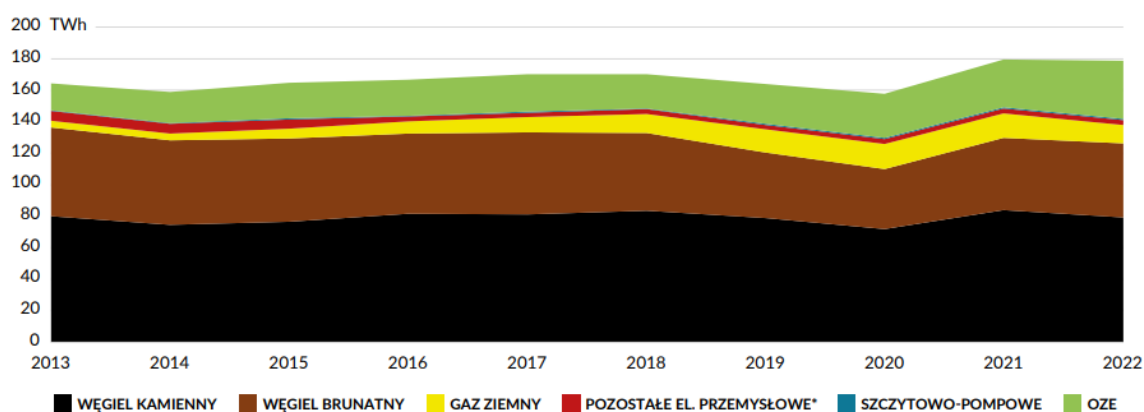
Źródło: PSE.

Niezmiennie największy udział przypada nadmienionym paliwom stałym. W dłuższych przedziałach czasowych dyferencja staje się bardziej czytelna. Coraz istotniejszą pozycję w miksie zajmują nośniki o mniejszej gęstości. Wynika to z konieczności ograniczeń niepożądanych dla środowiska naturalnego i wprowadzania rządowych programów służących

poprawie jakości powietrza. Niemniej w zestawieniu z przeobrażeniami zachodzącymi w energetyce innych państw członkowskich Wspólnoty rola surowców węglowodorowych jest znakomicie niższa. Zwraca uwagę zwłaszcza ograniczona pozycja gazu ziemnego jako paliwa okresu transformacji, co postrzegać należy jako konsekwencje problemów z zaopatrzeniem w ten nośnik.

Śledząc zmiany dokonujące się na przestrzeni ostatnich dwóch dekad, zaobserwować można dynamiczny rozwój odnawialnych źródeł energii. Sukcesywnie zajmują one coraz istotniejsze miejsce w polskiej energetyce. Odnosi się to przede wszystkim do sektora elektroenergetycznego. Odzwierciedleniem tego stanu rzeczy pozostaje sukcesywny wzrost pochodzącej z nich mocy zainstalowanej urządzeń wytwórczych:

Rys. 1. Zmiany produkcji energii elektrycznej w ostatniej dekadzie



Źródło: Forum Energii, Transformacja energetyczna w Polsce, Edycja 2023.

Na przestrzeni ostatniej dekady generacja z OZE wzrosła o 117% – z produkcji na poziomie 17 TWh godzin w 2013 do 36,8 TWh w roku 2022.

Nominalnie OZE wielkością zastępują wycofywane z użycia starszej generacji jednostki zasilane węglem kamiennym i brunatnym. W praktyce ich wydajność wynikająca z charakterystyki pracy jest znacząco niższa. Stąd też nadmieniona wyżka mocy nie jest tożsama z rzeczywistą produkcją. Nie kompensuje jej spadku związanego z wycofywaniem opalanych tradycyjnymi paliwami stałymi bloków energetycznych. Nie stanowi zamiennika, w którym jedno z ogniw zasilania systemu wchodzi w miejsce innego. Za przykład posłużyć może fotowoltaika – najszybciej rozwijająca się w Polsce gałąź energetyki odnawialnej. W kraju notujemy rocznie około 1000 godzin słonecznych.

W pewnym uproszczeniu taki jest też czas wydajnej pracy takich instalacji, dla najstarszych funkcjonujących kotłów węglowych jest to ponad 8000 godzin. Teoretycznie

zatem zastąpienie tych ostatnich wymagałoby dysponowania ośmiokrotnie wyższą mocą zainstalowaną.

I to mogłoby okazać się niewystarczające, by zapobiec blackoutom, gdyż budowa systemu na nowych jednostkach wytwórczych tego typu nie zapewniłaby stabilizacji systemu.

Przyczyną tego stanu jest w przypadku dwóch podstawowych gałęzi wytwórczych w energetyce odnawialnej zależność od warunków pogodowych. Jest to bariera, która za sprawą postępu technicznego (np. wrażliwość paneli fotowoltaicznych na światło, wyższa wydajność czy też niższa prędkość rozruchowa w przypadku elektrowni wiatrowych) jest wprawdzie przesuwana, jednak trudno oczekiwać, by kiedykolwiek mogła przestać istnieć.

W ich obszarze interesujący jest systematycznie rosnący udział w miksie energii wiatrowej. Ma on prawo zaskakiwać, zważywszy na ograniczenia, jakie dotknęły tę gałąź wytwórczą za sprawą tzw. ustawy odległościowej. Wprowadziła ona dystans zakazujący stawiania nowych elektrowni wiatrowych w pobliżu budynków mieszkalnych oraz terenów przyrodniczo chronionych w promieniu odpowiadającym dystansowi równemu dziesięciokrotności wysokości stawianych urządzeń. W praktyce oznaczało to eliminację 95% obszaru Polski jako terenów pod potencjalne inwestycje i przeniesienie lokacji potencjalnych farm na szelf bałtycki. Co istotne, odnotowana wyższa produkcja dotyczy okresu poprzedzającego złagodzenie nadmienionej regulacji. Omawiany wzrost dokonał się w dużej mierze za sprawą inwestycji, na które wyrażono zgodę jeszcze zanim restrykcyjna ustawa weszła w życie.

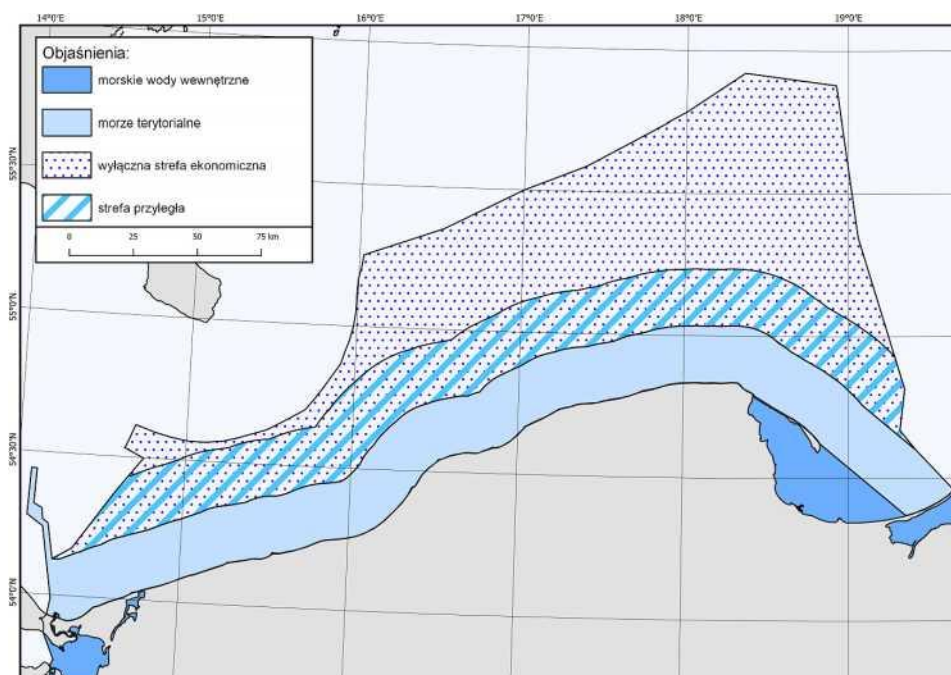
Pionierem jest tutaj Europa Zachodnia. Patrząc na perspektywę ostatnich 8 lat rozwoju morskich farm wiatrowych, w 2016 r. wynosiła ona 11 GW, na koniec roku 2023 to 30 GW. Obecnie realizowane projekty obejmują na polskich obszarach morskich 8,4 GW, co w połączeniu z szacowaną mocą na poziomie 15,3 GW oznacza, że Polska może stać się jednym z najsilniejszych liderów offshore w Europie<sup>61</sup>. Paradoksalnie zatem ograniczenia ustawowe co do lądowych farm wiatrowych zdynamizowały rozwój offshore. W terytorialnym rozlokowaniu główną rolę gra Wyłączna Strefa Ekonomiczna (WSE) jako część integralna wód polskich:

Rys. 2. Polskie obszary morskie i ich podział wewnętrzny

---

<sup>61</sup> T. Palmowska, E. Kwiatkowska, *Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce*, Warszawa 2023, s. 390–400.





Źródło: PTG<sup>62</sup>.

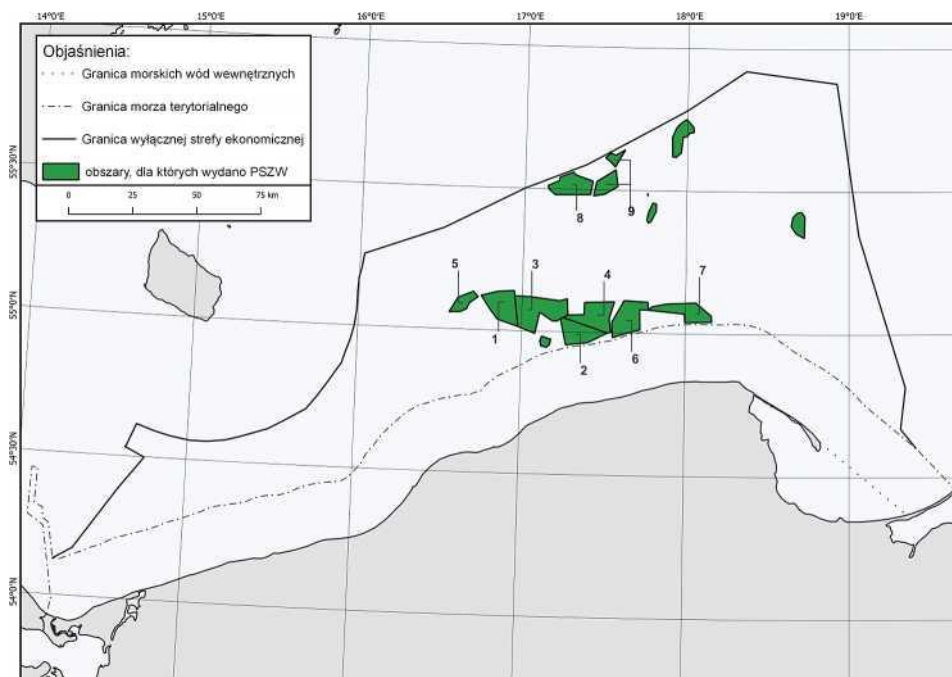
Wskazany obszar ma najlepsze warunki wietrzne w tej części Morza Bałtyckiego i jego zdolności produkcyjne w odniesieniu do 1 MW oraz stosunkowo płytki szelf sprzyjają rozwojowi takiej technologii.

Skracając skomplikowaną i wieloczynnikową procedurę decyzyjną o budowie farm wiatrowych, w planach rozwojowych wyznaczono I i II fazę w Planie zagospodarowania przestrzennego<sup>63</sup>. W planie wyszczególniono obszary dedykowane energetyce odnawialnej, na których umożliwiono wznoszenie morskich farm wiatrowych, obszar ten wynosi 2340 km<sup>2</sup> (10% WSE). Wyznaczono siedem obszarów pod elektrownie w 21 akwenach. Obszar Ławicy Słupskiej oraz Środkowej to Faza I. W ramach fazy II rozpatruje się wnioski na terenie całej Ławicy Odrzańskiej, Słupskiej i Środkowej:

<sup>62</sup> Ibidem.

<sup>63</sup> Plan zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich, Dz.U. z 2021 poz. 935.

Rys. 3. Potencjalne lokalizacje farm wiatrowych, fazy I i II 2



Źródło: Plan zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich.

Potencjał mocy zainstalowanej obszarów fazy I i II oszacowano na 8,4 GW na obszarze 1058 km kwadratowych – to podmioty w zakresie wydanych decyzji środowiskowych i po części również warunków dla infrastruktury przyłączeniowej.

W podziale na podmioty realizujące projekty offshore w fazie I należy wymienić:

- MFW Baltic II firm Equinor / Polenersia o mocy 720 MW (umowa przyłączeniowa)
- MFW Baltic III firm Equinor / Polenersia o mocy 720 MW (jw.)
- Baltica 2 firm PGE Baltica/Orsted o mocy 1498 MW (jw.)
- Baltica 3 firm PGE Baltica/Orster o mocy 1045,5 MW (jw.)
- FER Baltic-2 RWE Renewables o mocy 350 MW (jw.)
- Baltic Power ORLEN S.A. o mocy 1200 MW (jw.)
- BC – Wind Ocean Winds o mocy 399 MW (jw.)

oraz w fazie II:

- Bałtyk I Equinor / Polenergia o mocy 1560 MW (jw.)
- Baltica 1 PGE o mocy 896 MW (jw.).

Najbardziej zaawansowane prace dotyczą Elektrowni MFW Baltic III, która powstanie w południowej części Morza Bałtyckiego na terenie gminy Łeba. Druga elektrownia Bałtyk II będzie zlokalizowana na północ od Bałtyk III w gminie Smółdzino. Instalacja elektrowni

planowana jest po zdobyciu zgód obligatoryjnych na rok 2027.

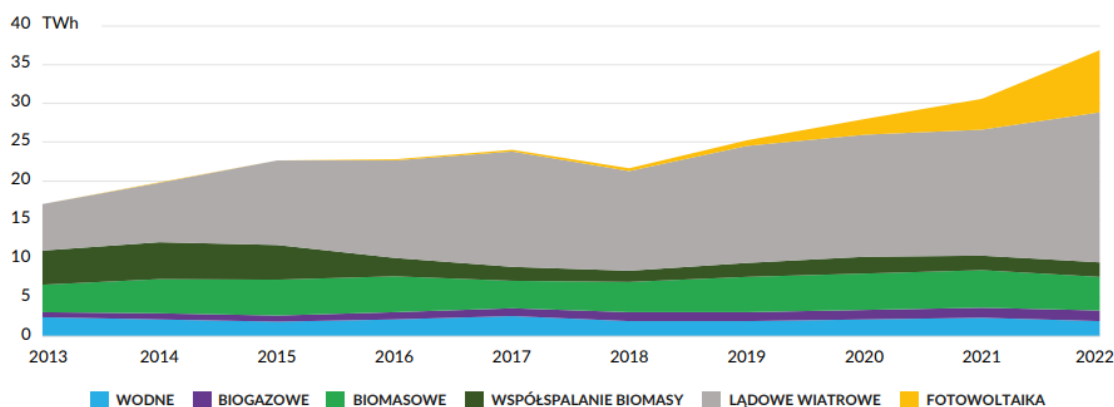
Baltica 2 oraz Baltica 3 powstaną w dwóch etapach – rozpoczęcie eksploatacji w 2026 r.

Baltica 2, a rok później Baltica 3. Lokalizacja znajduje się w pobliżu Łeby oraz Choczewa w odniesieniu do infrastruktury.

Coraz bardziej widoczną rolę w miksie energetycznym odgrywać zaczęła także energetyka solarna za sprawą zyskującej na popularności fotowoltaiki.

Moc osiągalna w elektrowniach solarnych i wyprodukowana przez nie energia wzrosła odpowiednio z 561 do 12 1270 MW oraz z 300,5 do 8 309,7 GWh. Produkcja energii elektrycznej w ogniwach fotowoltaicznych w 2022 r. w porównaniu z 2021 r. wzrosła odpowiednio z 7 416 do 12 170 MW i z 3 934,4 do 8 309,7 GW – co stanowi dobry przykład dynamiki rozwoju powyższego źródła wytwarzania.

Rys. 4. Wzrost produkcji ze źródeł OZE w latach 2013–2022



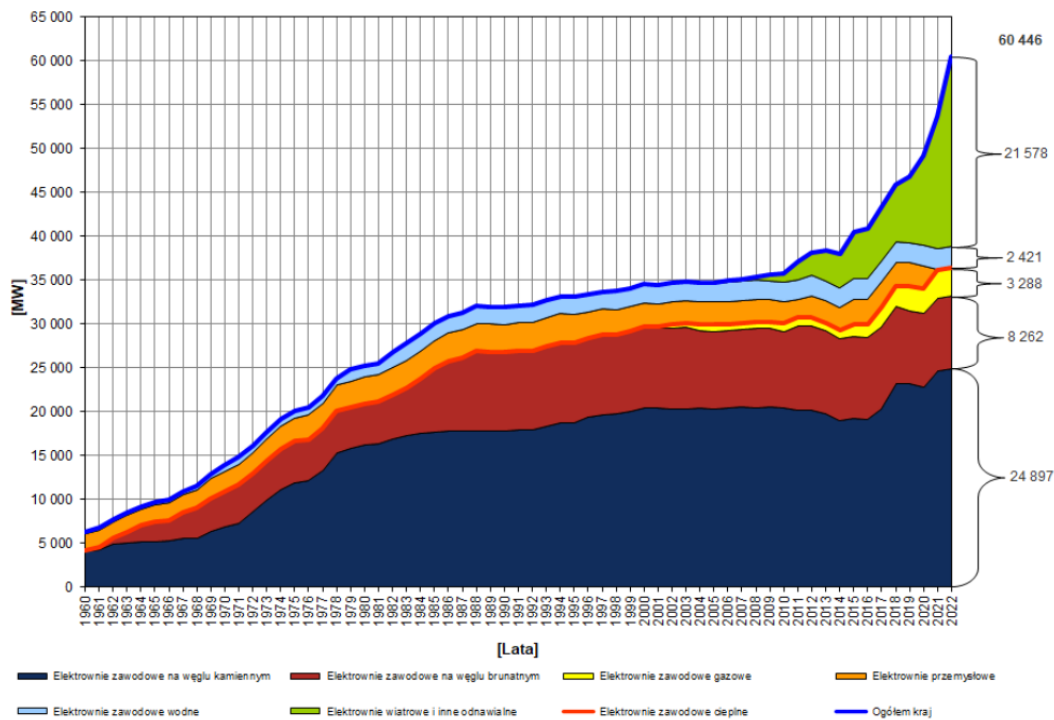
Źródło: Forum Energii .

Największe wzrosty wykazuje generacja produkcji energii z fotowoltaiki, która w roku 2022 wyniosła ponad 22% koszyka produkcji, stanowiąc istotne dopełnienie energetyki wiatrowej.

Zauważalne jest również zwiększenie udziału innych odnawialnych źródeł energii z 3% do 5%. To istotne zmiany, które wskazują na kierunek transformacji sektora energetycznego w Polsce w stronę bardziej zrównoważonych źródeł.

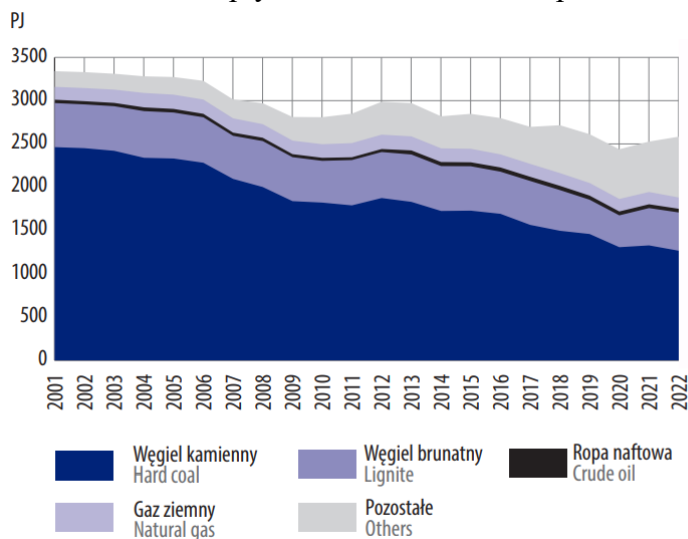
Rozważając moc zainstalowaną w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE), warto zauważyć, że osiągnęła ona 60 446 MW, co stanowi wzrost o 12,7% w porównaniu do roku 2021. Jednocześnie moc osiągalna wyniosła 59 578 MW, co oznacza wzrost o 9,6%. Te dane ilustrują dynamiczny rozwój sektora energetycznego, wskazując na zwiększenie zdolności produkcyjnych i wydajności systemu:

Rys. 5. Dynamika wzrostu mocy zainstalowanej w KSE



Źródło: PSE.

Niezmiennie istotnym aspektem analizy jest rozwój technologii odnawialnych źródeł energii, co znajduje odzwierciedlenie w rosnącym udziale w produkcji energii elektrycznej. Ta tendencja nie tylko zaspokaja rosnące zapotrzebowanie na energię, ale również wpisuje się w globalne dążenia do redukcji emisji gazów cieplarnianych i zrównoważonego rozwoju. Odnawialne źródła energii stają się integralną częścią polityki energetycznej, mając na celu zminimalizowanie wpływu na środowisko i zapewnienie stabilności dostaw energii.



Wykres 2. Dynamika produkcji energii elektrycznej w podziale na źródła pozyskania energii pierwotnej, źródło: GUS.

Patrząc na dane przekrojowe pod kątem produkcji energii elektrycznej wg źródeł wytwórczych, w latach 2001–2022 można zauważyć rosnącą rolę OZE przy jednoczesnym utrzymaniu produkcji ze źródeł kopalnych. Poniższe zestawienie obrazuje zmieniający się koszyk produkcji energii w podziale na źródła.

Utrzymanie źródeł kopalnych na relatywnie niskim poziomie inwestycyjnym w pierwszej dekadzie lat dwutysięcznych nie wynika tylko z polityki proklimatycznej. To również konsolidacja spółek wytwórczych w stronę wydzielenia 4 wielkich grup energetycznych: PGE, Tauron, Enea, Energa<sup>64</sup>. Zmiany konsolidacyjne w pierwszej dekadzie lat dwutysięcznych odsunęły na drugi plan inwestycje w nowe elektrownie<sup>65</sup>. W kolejnej dekadzie uruchomiono jednostki kogeneracyjne (blok parowo-gazowy CCGT ORLEN oraz Elektrownia Stalowa Wola w ramach działalności inwestycyjnej PGNiG i Tauron).

Kolejne lata otworzyły trwającą do dzisiaj dynamiczną dyskusję dotyczącą wprowadzenia jądrowych źródeł wytwarzania, zarówno w postaci wielkoskalowej, jak i mniejszych źródeł SMR<sup>66</sup>. Powracając do transformacji energetycznej opartej na źródłach OZE w klasycznym ich rozumieniu (wyłączając energię atomu), w zestawieniu ze źródłami konwencjonalnymi na lata 2018–2022 przedstawia się następująco:

Tablica 2. Energia pierwotna z uwzględnieniem OZE

Wyszczególnienie Specification	2018	2019	2020	2021	2022
Pozyskanie energii pierwotnej ogółem [PJ] Production of total primary energy [PJ]	2 714,9	2 611,3	2 475,8	2 537,8	2 519,3
Pozyskanie energii pierwotnej ze źródeł odnawialnych [PJ] Production of total energy from RES [PJ]	505,6	513,6	524,1	535,2	563,1
Udział energii ze źródeł odnawialnych w energii pierwotnej ogółem [%] Share of energy from renewable sources in the total primary energy [%]	18,6	19,7	21,2	21,1	22,4

<sup>64</sup> Nadrzędnym ich celem jest utworzenie silnych przedsiębiorstw, mających zdolność skutecznego bilansowania rynku energetycznego i sprostania wyzwaniom inwestycyjnym, A. Byrska-Rapała, *Wielowymiarowa analiza porównawcza jako narzędzie rangowania determinantów pozycji rynkowej firmy na przykładzie firm sektora energetycznego*, [w:] N. Iwaszczuk, *Ryzyko i bezpieczeństwo w działalności gospodarczej*, Kraków 2019, s. 27.

<sup>65</sup> Wyjątek stanowi modernizacja i uruchomienie bloku w Elektrowni Bełchatów (850 MW) oraz nowe bloki w ZE-PAK (460 MWH) i Tauron (Elektrownia Łagisza o mocy 900 MW), w kolejnych latach był to blok parowo-gazowy CCGT Orlen (463 MW) oraz Elektrownia Stalowa Wola ECSW w ramach działalności inwestycyjnej PGNiG i Tauron (450 MW).

<sup>66</sup> Plany te zmieniają się dynamicznie, od ogłoszenia powstania elektrowni atomowej Westinghouse w roku 2033 (1–1,4 GW), poprzez ogłoszenie drugiej elektrowni w Bełchatowie oraz ZE-PAK i koreańskiego KHNP w Pątnowie, kończąc na małych reaktorach SMR w kooperacji Synthos wraz z KGHM i ORLEN S.A. (łącznie w systemie docelowo 9 GW mocy zainstalowanej), [www.forbes.pl/energetyka/elektrownie-jadrowe-w-polsce-powstaja-od-lat-ale-nie-ma-ani-jednej/5d9wjxr](http://www.forbes.pl/energetyka/elektrownie-jadrowe-w-polsce-powstaja-od-lat-ale-nie-ma-ani-jednej/5d9wjxr), [dostęp:18.01.2024].

Źródło: GUS.

Powyższe dane ukazują wzrost pozyskania energii odnawialnej o 11,4%, porównując rok 2018 do roku 2022 i spadek pozyskania energii pierwotnej o 0,72% w analogicznym okresie<sup>67</sup>.

W odniesieniu do okresu 2018–2023 w krajowej strukturze produkcji energii elektrycznej główną rolę pełnią elektrownie zawodowe. W roku 2022 wielkość produkcji wynosiła 134,7 TWh, czyli 75,0% całkowitej produkcji. Mimo tego można zaobserwować – patrząc na horyzont czasowy 2008–2022 – spadek o 7,4 p. proc. Elektrownie przemysłowe to udział 14,0 TWh wolumenu produkcji, co również oznacza spadek (3,4% w porównaniu z rokiem 2018), pozostała część produkcji to niezależne źródła, głównie wiatrowe.

Z perspektywy danych bilansowych produkcja energii elektrycznej pokazuje, iż polityka państwa stawia na rozwój OZE – pozostawia swobodę rozwoju takich źródeł.

Regulacje i ingerencja polityk strukturalnych wspierała generację odnawialnych źródeł energii przy jednoczesnym zachowaniu status quo dla źródeł konwencjonalnych. Wzrosty udziału OZE obrazuje niniejsze zestawienie – w latach 2018–2022 oznacza to wzrost z 18,6% do 22,4% w kosztyku produkcji:

Tablica 3. Źródła produkcji energii elektrycznej w latach 2018–2022

Wyszczególnienie Specification	2018	2019	2020	2021	2022
	%				
Biopaliwa stałe Solid biofuels	76,1	73,4	71,6	69,3	64,5
Energia słoneczna Solar energy	0,7	1,1	2,0	3,3	6,0
Energia wody Hydro energy	1,4	1,4	1,5	1,6	1,3
Energia wiatru Wind energy	9,1	10,6	10,9	10,9	12,6
Biogaz Biogas	2,4	2,4	2,6	2,5	2,6
Biopaliwa ciekłe Liquid biofuels	7,5	8,0	7,8	8,1	8,0
Energia geotermalna Geothermal energy	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Odpady komunalne Municipal waste	0,8	0,8	1,1	1,2	0,8
Ciepło otoczenia pozyskane przez pompy ciepła Ambient heat from heat pumps	1,8	2,1	2,4	2,9	3,9

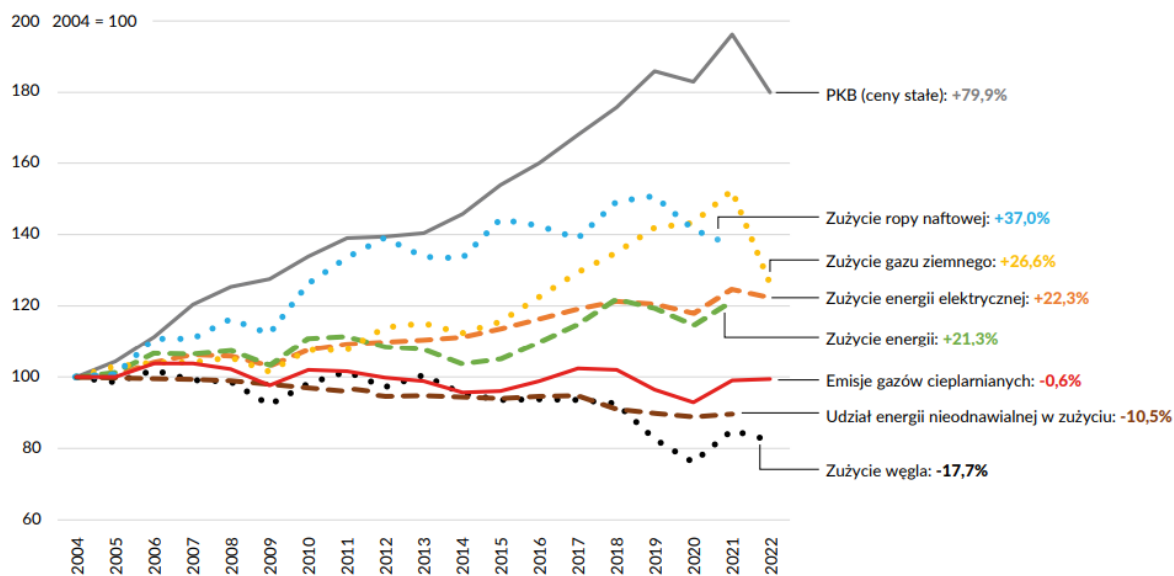
Źródło: GUS.

<sup>67</sup> Należy zaznaczyć, iż tak ukształtowany rozwój miał swoje źródło w zmianach dyrektyw UE, tj. wprowadzenia wspólnych ram dla państw członkowskich w obowiązkowym udziale w produkcji OZE do roku 2020. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23.04.2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca Dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. WE L 140 z 05.06.2009).

Patrząc na perspektywę lat 2021–2022, poza okresem niestandardowym, jaki wpływ miała sytuacja pandemiczna związana z COVID-19<sup>68</sup>, można stwierdzić, iż koszyk produkcji stopniowo zmierza do zwiększenia udziału źródeł OZE kosztem paliw kopalnych. Unijne dane statystyczne w 2021 roku pokazują, że zużycie energii elektrycznej z OZE dotyczyło 17,1% energii elektrycznej, w stosunku do roku 2020 ten bilans poprawił się o ok. 0,9 pkt proc.<sup>69</sup>. Istotną rolę regulacyjną odegrał również system aukcji dla OZE, w którym inwestorzy mogli ubiegać się o kontrakty na dostarczanie energii elektrycznej na określony czas po określonej cenie. Ten mechanizm wspierał rozwój farm wiatrowych, fotowoltaicznych oraz innych projektów OZE, co miało wpływ na zwiększenie produkcji energii z tych źródeł. Również program „Mój prąd” realizowany w latach 2021–2023 zachęcał do wykorzystania energii słonecznej do produkcji energii elektrycznej. Miał on wpływ na wzrost produkcji energii z odnawialnych źródeł w sektorze mieszkaniowym.

Transformacja energetyczna – jej efekty w roku 2022 obrazują wskaźniki energetyczne:

Rys. 6. Transformacja energetyczna w Polsce



Źródło. Forum Energii.

<sup>68</sup> Okres covidowy oznaczał zamrożenie gałęzi gospodarki, co miało odbicie w spadku zapotrzebowania w okresie pierwszego lockdownu tj. w II kwartale roku 2020 (10% spadek, który wyniósł 1,2 TWh), K. Czupińska, D. Chodorowska, *Wpływ lockdownu na rozwój energetyki prosumenckiej i zapotrzebowanie na energię elektryczną w gospodarstwie domowym*, „Przegląd Prawno-Ekonomiczny”, Krosno, s. 3.

<sup>69</sup> <https://www.gramwzielone.pl/trendy/109911/polska-w-ogonie-ue-w-wykorzystaniu-energii-elektrycznej-z-oze>, [dostęp: 06.02.2023].

Wraz ze wzrostem PKB notowany jest wzrost zużycia energii elektrycznej korespondujący ze spadającym udziałem energii nieodnawialnej w zużyciu łącznym.

W ujęciu wolumenowym w roku 2022 produkcja energii elektrycznej znalazła się na poziomie rekordowym, tj. 175 TWh energii elektrycznej dzięki ogromnemu wzrostowi elektrowni wiatrowych i słonecznych oraz pomimo spadku generacji w elektrowniach gazowych i węglowych.

Podsumowując, należy stwierdzić, że w szerszym ujęciu polska polityka energetyczna RP w ostatniej dekadzie skoncentrowała się na stopniowej redukcji uzależnienia od węgla, promowaniu odnawialnych źródeł energii, modernizacji sektora energetycznego oraz zwiększaniu efektywności energetycznej. Te działania miały wpływ na strukturę i źródła produkcji energii elektrycznej, zwiększając udział OZE i innych bardziej ekologicznych źródeł energii w miksturze energetycznej kraju. Wskazane działania mają swoje wyraźne odbicie w latach 2021–2023.

## 2.2. Konsumpcja energii elektrycznej w Polsce

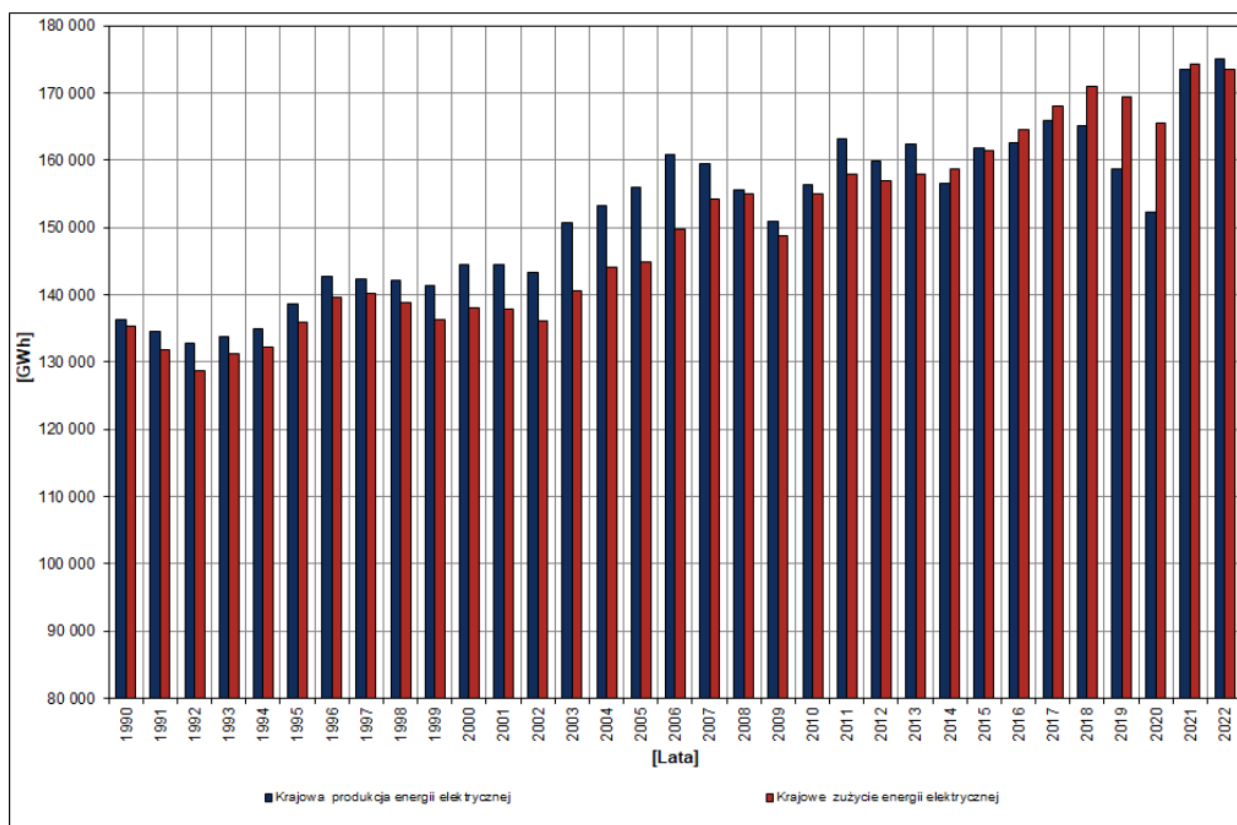
Konsumpcja energii elektrycznej w Polsce jest wynikiem złożonego oddziaływania wielu czynników, zarówno związanych z polityką energetyczną, jak i czynnikami zewnętrznymi, gospodarczymi, demograficznymi i społecznymi. Koncentrując się na wpływie polityki energetycznej na poziom konsumpcji, wymienić należy szereg działań wspierających. Przede wszystkim to promowanie efektywności energetycznej poprzez programy i inicjatywy rządowe zachęcające do inwestycji w energooszczędne technologie, wsparcie dla odnawialnych źródeł energii z OZE (poprzez subsydia podatkowe i ulgi inwestycyjne)<sup>70</sup> oraz regulacje dotyczące cen energii. Krajowe zużycie energii elektrycznej w poszczególnych latach przedstawia się następująco:

---

<sup>70</sup> To szereg programów promujących efektywność energetyczną – Program Czyste Powietrze, programy dofinansowania NFOŚiGW, NPO – Narodowy Plan Odbudowy, Program Operacyjny POIIŚ czy Program rozwoju odnawialnych źródeł energii.



Rys. 7. Krajowa produkcja i zużycie energii elektrycznej

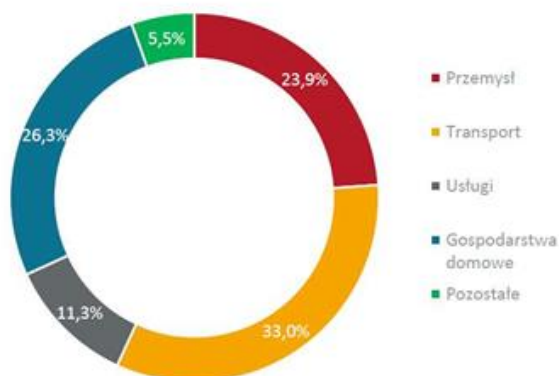


Źródło: PSE.

W segmencie sprzedaży do odbiorców końcowych – zarówno indywidualnych, jak i przedsiębiorstw (małych, średnich oraz przemysłowych przedsiębiorstw energochłonnych) większość sprzedaży realizowana była przez cztery największe grupy energetyczne oraz E.ON Polska S.A. Liderami sprzedaży energii elektrycznej jest Grupa PGE oraz TAURON, których sprzedaż dotyczy 50% rynku. Łącznie wskazane przedsiębiorstwa sprzedają energię do ponad 5 mln klientów. Łączna sprzedaż kluczowych przedsiębiorstw pokrywa 80% rynku<sup>71</sup>. Konsumpcja energii wg sektorów przedstawia się następująco:

<sup>71</sup> S. Kowalski, *Analiza zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w kontekście Europejskiego Zielonego Ładu*, Katowice 2021, s. 10–20.

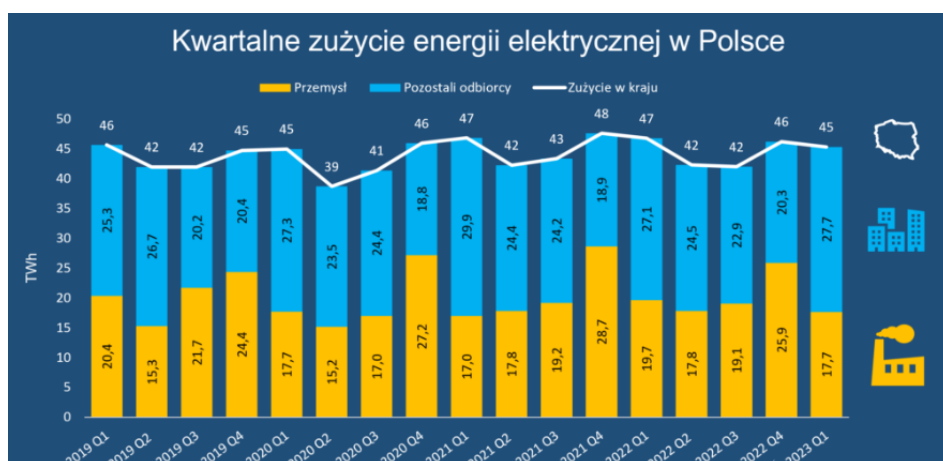
Rys. 8. Udział procentowy konsumpcji energii wg sektorów



Źródło: S. Kowalski, *Analiza zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w kontekście Europejskiego Zielonego Ładu*<sup>72</sup>.

W podziale na sektorowe zużycie energii elektrycznej dane przedstawia poniższy wykres:

Rys. 9. Kwartalne zużycie energii elektrycznej



Źródło: wysokienapiecie.pl.

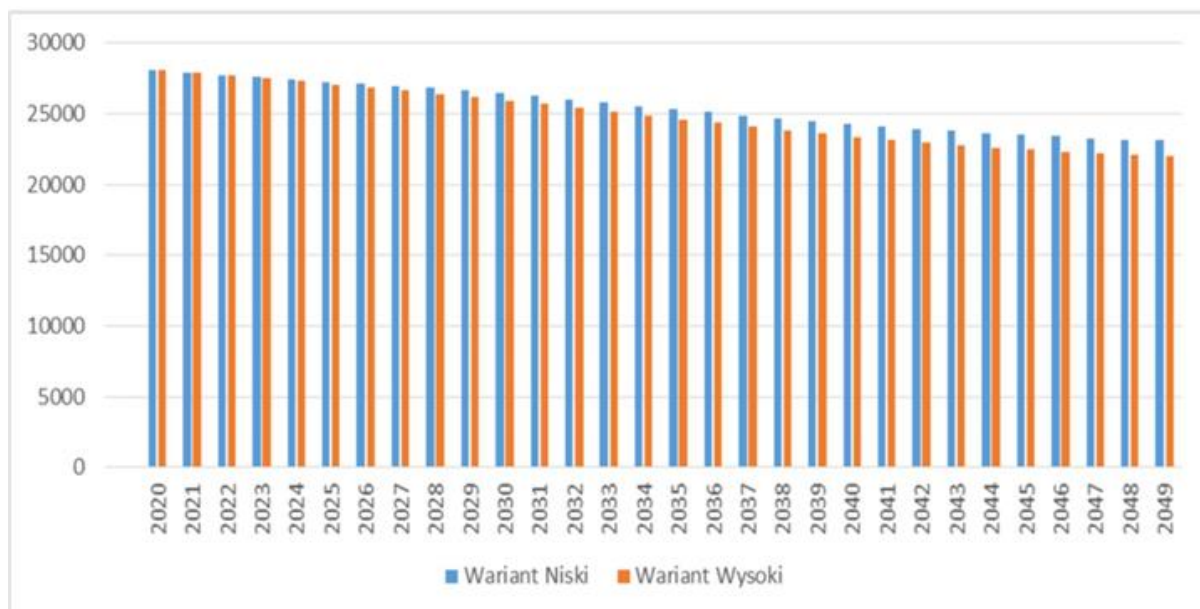
### 2.2.1. Odbiorcy indywidualni

Łączna konsumpcja energii elektrycznej dla gospodarstw domowych kształtowana jest przez szereg czynników. To wielkość gospodarstwa domowego, koszt energii elektrycznej w relacji do dochodu, nawyki dotyczące oszczędzania energii, stopień nasycenia w odbiorniki energii elektrycznej oraz struktura nośników energii. Należy zauważyć, iż prognozowana i zmniejszająca się wielkość gospodarstw domowych i proekologiczny charakter konsumpcji nie

<sup>72</sup> Ibidem.

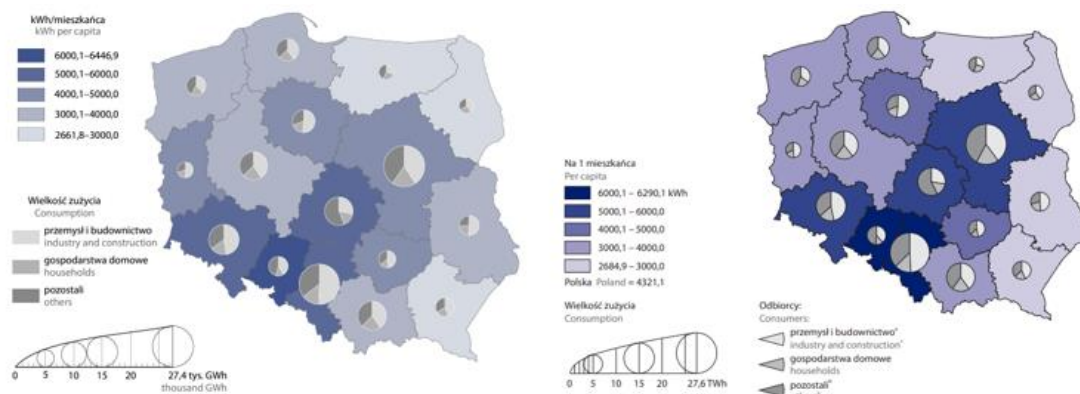
wpływa na zmniejszenie zużycia energii elektrycznej z powodu rosnącej liczby urządzeń elektrycznych. Jednakże charakter konsumpcji ma tendencję malejącą.

Rys. 10. Zapotrzebowanie na energię elektryczną przez gospodarstwa domowe w latach 2020–2049



Konsumpcję energii elektrycznej w odniesieniu do gospodarstw domowych w porównaniu okresu 2021–2022 wskazuje poniższe zestawienie:

Rys. 11. Zużycie energii elektrycznej w podziale terytorialnym w latach 2021–2022



Źródło: GUS.

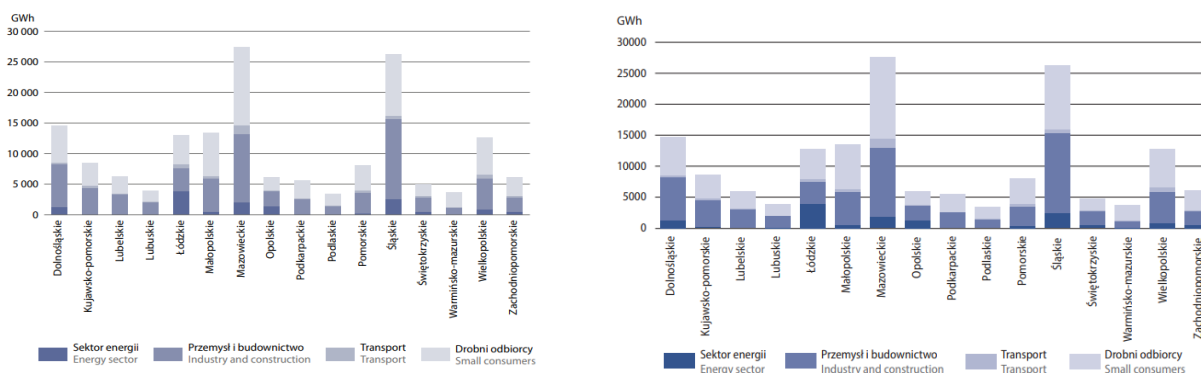
Zmiany procentowe wskazują na niewielkie zmiany mieszczące się w normie maksymalnie kilkuprocentowej zmienności zużycia.

Porównując rok do roku, zużycie w gospodarstwach domowych zmalało o 5,0% w porównaniu z rokiem 2021 i wyniosło 3 062,0 GWh przy wzroście liczby odbiorców – gospodarstw domowych o 1,8%. W 2022 r. w porównaniu z rokiem poprzednim zużycie energii elektrycznej na 1 odbiorcę (gospodarstwo domowe) w Polsce spadło o 6,7% i wyniosło 1 847,7 kWh, przy czym w miastach 1 649,1 kWh (spadek o 2,4%), a na obszarach wiejskich – 2 242,8 kWh (spadek o 8,6%)<sup>73</sup>.

## 2.2.2. Odbiorcy instytucjonalni

Konsumpcję energii elektrycznej w odniesieniu do przedsiębiorstw w porównaniu okresu 2021–2022 wskazuje poniższe zestawienie:

Rys. 12. Zużycie energii elektrycznej w podziale na województwa w latach 2021 oraz 2022



Źródło: GUS.

Zużycie energii elektrycznej wyniosło w 2021 r. 164,0 TWh (bez zużycia przeznaczonego na ogrzewanie i oświetlenie), co oznacza wzrost w stosunku do 2020 r. o 4,4%. Największe zużycie energii elektrycznej wystąpiło w województwach mazowieckim (16,7% zużycia w kraju) i śląskim (16,0%), a najmniejsze w województwach podlaskim, warmińsko-mazurskim i lubuskim. Zużycie w przemyśle i budownictwie (razem z sekcjami B i E) stanowiło 42,9% całości, a zużycie przez pozostałych odbiorców wyniosło 44,8%.

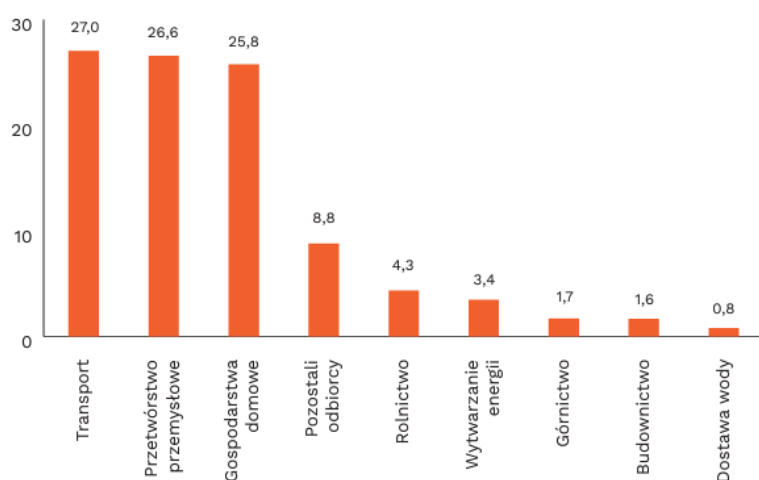
Zużycie energii elektrycznej w 2022 r. wyniosło 163,5 TWh (bez zużycia bezpośredniego na ogrzewanie i oświetlenie), co oznacza spadek w stosunku do 2021 r. o 0,3%. Największe zużycie energii elektrycznej wystąpiło w województwach mazowieckim (16,9% zużycia w kraju) i śląskim (16,0%), a najmniejsze w województwach podlaskim, warmińsko-

<sup>73</sup> Infrastruktura komunalno-energetyczna i gazowa w 2022 r., GUS 2023, s. 1.

mazurskim i lubuskim. Zużycie w przemyśle i budownictwie stanowiło 42,1% całości, a zużycie przez niewielkich odbiorców wyniosło 45,7%<sup>74</sup>.

Należy zaznaczyć, iż od roku 2019 do wskazanego okresu roku 2022 wydatki na zużycie energii elektrycznej przedsiębiorstw rosły w stopniu umiarkowanym, jednakże systematycznie<sup>75</sup>. Struktura zużycia jest odmienna od działalności przedsiębiorstwa – firmy przemysłowe mają zdecydowanie wyższe zużycie energii niż sektor usług. Im większy udział kosztów energii w prowadzonej działalności, tym większe stanowi to obciążenie dla przedsiębiorstwa, co w głównym stopniu dotyczy przedsiębiorstw energochłonnych<sup>76</sup>:

Rys. 13. Zużycie procentowe nośników energii w przemyśle w roku 2021



Źródło: PKE.

Zmienność i niepewność kosztów energii elektrycznej skłoniły przedsiębiorców do szeregu działań optymalizacyjnych. Oprócz wzrostu ceny swoich produktów i usług, ponad połowa firm zmniejszyła ogólne koszty prowadzenia przedsiębiorstwa. Ponad 20 procent podmiotów zdecydowało się również na wdrożenie inwestycji mających na celu zmniejszenie wykorzystania energii lub jego optymalizację poprzez oszczędność energetyczną lub inwestowanie we własne źródła energii, jak również modernizację termiczną. Opisane zmiany dotyczą przede wszystkim przedsiębiorstw średniej wielkości, w których działania optymalizacyjne wcześniej były prowadzone w ograniczonym zakresie.

<sup>75</sup> W roku 2019 wydatki stanowiły średnio 2,3 procent poniesionych kosztów, w roku 2022 udział zwiększył się do 3,3 procent.

<sup>76</sup> *Reakcje biznesu na szok energetyczny*, Warszawa 2023, s. 11–15.

W ujęciu sektorowym pod kątem finalnego wzrostu zapotrzebowania na energię odnotować należy sektor transportu i sektor usług.

W odniesieniu to sektora transportu fakt ten jest powiązany z rozwojem elektromobilności. Polska jest w porównaniu z krajami UE stosunkowo dużym rynkiem pod względem poziomu rozwoju motoryzacji, który jednakże zastępowany będzie pojazdami elektrycznymi i bez względu na tempo założeń będzie kontynuowany poprzez rozbudowę infrastruktury ładowania pojazdów EV. Wzrost finalnego zapotrzebowania dotyczy również sektora usługowego. Ten dynamicznie rozwijający się obszar gospodarki, zgodnie z założoną ścieżką makroekonomiczną, w latach 2015–2040 ma ulec podwojeniu<sup>77</sup>.

Rozpatrując dłuższą perspektywę zużycia energii elektrycznej do roku 2030 (co stanowi perspektywę czasową dla strategii przedsiębiorstw wynikającą z założeń Europejskiego Zielonego Ładu i proekologicznego kierunku rozwoju gospodarki), zgodnie z długoterminową prognozą zapotrzebowania na energię elektryczną w wariancie bazowym wykazano, iż roczne zapotrzebowanie na prąd netto może w Polsce wzrosnąć tylko w latach 2021–2030 z poniżej 160 TWh do ponad 180 TWh, a w wariancie znaczącego wzrostu zapotrzebowania – z poniżej 160 TWh do blisko 190 TWh<sup>78</sup>.

Podsumowując obraz sektorowy konsumpcji energii elektrycznej, należy zauważyć stopniowy wzrost zużycia energii elektrycznej – w głównej mierze w szerszym aspekcie czasowym.

Rosnące branże transportowe i usług mogą w sposób znaczący – w perspektywie dekady – zmienić obraz zużycia energii elektrycznej w podziale na gałęzie gospodarki. Warte uwagi – w szczególności w odniesieniu do przedsiębiorstw energochłonnych – jest coraz częstsze stosowanie formuły ESCO w poszukiwaniu optymalizacji zużycia energii elektrycznej. W tym kontekście wykorzystanie odnawialnych źródeł energii i technologii wzrostu efektywności energetycznej jest jednym z trendów transformacji klimatycznej i zrównoważonego wzrostu w sektorze przemysłowym<sup>79</sup>.

---

<sup>77</sup> *Ocena skutków planowanych polityk i środków (scenariusz PEK)*, zał. 2, Warszawa 2019, s. 49.

<sup>78</sup> *Prognozy zużycia energii elektrycznej*, „Energia Elektryczna” 6/2022, e-elektryczna.pl/rynek-i-regulacje/prognozy-zuzycia-energii-elektrycznej/.

<sup>79</sup> I. Sówka, K. Szczepański, W. Ślęczka, *Ochrona klimatu w Polsce. Wybrane zagadnienia i rozwiązania*, Warszawa 2022, s. 63.

### III. Kryteria technologiczne a polityczne i ekonomiczne uwarunkowania doboru nośników

Dobór nośników energii w elektroenergetyce podlega wielu złożonym kryteriom, które mają zasadniczy wpływ na skuteczność i zrównoważoność systemów energetycznych. Ostateczne decyzje zapadają tu na szczeblu politycznym, a istotnym ich determinantem jest rachunek ekonomiczny<sup>80</sup>. Niemniej kwestie merytoryczne właściwe dla samego obszaru technologicznego nie są bez znaczenia. Nawet jeśli nie stanowią głównej przesłanki, pod której wpływem przyjmowane są rozwiązania, to muszą być brane pod uwagę<sup>81</sup>.

Jednym z kluczowych kryteriów pozostaje efektywność energetyczna<sup>82</sup>. Obejmuje ono zarówno etapy produkcji, jak i transportu czy magazynowania energii, wpływając na ostateczną sprawność i wydajność całości<sup>83</sup>.

Zaczyna się ono od samych procesów konwersji energii pierwotnej na energię elektryczną. W przypadku elektrolizy, procesu termochemicznego czy innych metod produkcji nośników, kluczowym wyzwaniem jest zminimalizowanie strat energetycznych ponoszonych w jej trakcie<sup>84</sup>. W daleko idącym uproszczeniu, trzymając się sformułowanej przez Émilie du

---

<sup>80</sup> Warto zauważyć, iż *in extenso* decyzje polityczne oparte o rachunek ekonomiczny wpływają bezpośrednio na samo bezpieczeństwo polityczne rozumiane jako zapewnienie przez państwo dostępu do źródeł energii, jak i zagwarantowanie prawidłowego oraz niezakłóconego funkcjonowania urządzeń służących adaptacji energii. G. Bartodziej, M. Tomaszewski, *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Racibórz 2009, s. 74.

<sup>81</sup> To podejście wzmacnia również adaptowanie innowacji energetycznych, które można upatrywać jako mechanizmy zwiększenia ekonomiki działalności w sektorze energetycznym i pozycji w wymiarze globalnym – oceny innowacyjności mierzonej Globalnym Indekssem Innowacji GII. R. Rosicki, *Kultury energetyczne Unii Europejskiej*, Poznań 2018, s. 283.

<sup>82</sup> Wymierne korzyści wynikające z poprawy efektywności energetycznej to m.in.: relatywnie niskie nakłady początkowe dla budowania gospodarki niskoemisyjnej, ograniczenie zużycia surowców kopalnych, co zmniejsza zależność od importu surowców, poprawa konkurencyjności gospodarki (zmniejszenie kosztów, zwiększenie wydajności) oraz tworzenie podstaw gospodarki innowacyjnej. A. Arcipowska, A. Tomaszewska, *Efektywność zużycia energii – między deklaracjami, stanem obecnym a przyszłością*, Warszawa 2012, s. 8.

<sup>83</sup> Do mierzenia efektywności energetycznej jako podstawowy element gospodarki zrównoważonej służą w szczególności: wskaźniki efektywności energetycznej w gospodarstwach domowych, w sektorze usług, transporcie i elektroenergetyce, wskaźnik ODEX oraz wpływ czynników na zmianę zużycia energii finalnej. A. Graczyk, *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju energetyki*, „Optimum Studia Ekonomiczne” nr 4(88), Wrocław 2017, s. 65.

<sup>84</sup> Źródła wytwarzania, magazynowanie powinny być ze sobą również komplementarne, czego przykładem jest produkcja energii elektrycznej ze źródeł konwencjonalnych, gdzie nadwyżkowa energia elektryczna może być wykorzystywana do produkcji wodoru i jego dalszego zastosowania w procesach chemicznych czy wtórnej produkcji energii ze zmagazynowanego wodoru na potrzeby bilansowania sieci lub rozwoju ekologicznych źródeł transportu. Jest to również doskonała alternatywa do funkcjonowania elektrowni szczytowo-pompowych stanowiących takie magazyny współcześnie, ale o mniejszej niż wodór gęstości magazynowej. M. Kaliski, A. Sikora, *Hydrogen and underground Energy storage in the salt structures*, „Przegląd Solny”, Kraków 2013, s. 26–32.

Châtelet jeszcze w XVIII wieku zasady zachowania energii, problem sprowadza się do tego, by w przemianie jednego jej rodzaju na inny możliwie największa część stała się tą pożądaną. Poszukiwania naukowe skoncentrowane na optymalizacji tych procesów mają na celu zwiększenie wydajności i minimalizację strat, co jest istotne dla efektywnej integracji nośników w systemy elektroenergetyczne.

Kolejnym istotnym elementem ściśle związanym z kwestią efektywności pozostają systemy przechowywania energii i ich skuteczność. Kluczowe znaczenie ma tu elastyczność potencjału dystrybucyjnego. Pod tym mianem kryje się dostępność do źródła zasilania w okresach zmiennej produkcji lub popytu. Systemy przechowywania, takie jak magazyny wodne, baterie chemiczne czy technologie magazynowania ciepła, muszą charakteryzować się wysoką efektywnością w procesach akumulacji i oddawania energii, aby minimalizować straty w trakcie cykli ładowania i rozładowywania<sup>85</sup>.

W obszarze efektywności mieści się także integralność procesów dystrybucji. Systemy transportu nośników oraz ich dostaw do odbiorcy końcowego, takie jak rurociągi czy sieci przesyłowe, powinny być zoptymalizowane pod kątem minimalizacji strat, jakie pojawiają się podczas transferu<sup>86</sup>. Im większa jego odległość, tym są one częstokroć wyższe. Problem ten dotkliwie odczuwalny jest w przypadku rynku energii elektrycznej<sup>87</sup>. Towarzyszy także i przemieszczaniu innych paliw, chociaż skala związanych z tym strat gospodarczych nie ma tak rozległego charakteru<sup>88</sup>.

---

<sup>85</sup> Z punktu widzenia bilansowania całego systemu energetycznego rola magazynowania energii ma swoje odbicie w dwóch komplementarnych kierunkach. Udział procentowy w produkcji energii stopniowo przechodzi ze źródeł konwencjonalnych do źródeł OZE – których charakter produkcji energii elektrycznej jest nierównomierny, dotyczy to również zmienności generowanej mocy. Co za tym idzie, efektywne wykorzystanie tych źródeł jest możliwe tylko dzięki skutecznym metodom akumulacji. Z drugiej strony elektrownie węglowe, które charakteryzują się niską elastycznością na obciążenie, a także spadkiem sprawności podczas pracy odbiegającej od warunków nominalnych wymagają dla bilansowania systemu magazynowania w czasie szczytów zapotrzebowania i tak samo możliwości magazynowania nadwyżek energii. A. Jamrozik, A. Głuszek, A. Olejnik, *Nowoczesne metody magazynowania energii*, „Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury”, lipiec-wrzesień 2014, s. 227–236.

<sup>86</sup> Opisany problem dotyczy również sieci ciepłowniczych, gdzie szuka się rozwiązań w zastosowaniu niskotemperaturowych sieci ciepłowniczych LTDH w skojarzeniu z wysokosprawnymi źródłami wytwarzania OZE. J. Jaworski, *Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze i analiza polskich systemów ciepłowniczych zasilanych z elektrociepłowni*, Zakopane 2016, s. 29–39.

<sup>87</sup> Główny nacisk inwestycyjny w modernizację sieci przesyłowych, a zwłaszcza dystrybucyjnych, wynika z dwóch przesłanek: ich starzenia się oraz gotowości do procesu transformacji energetycznej opartej o OZE i rozproszone źródła energii. W Polsce jako przykład pola do inwestycji: smart metering – czyli opomiarowanie podmiotów gospodarczych i gospodarstw domowych dla lepszego zarządzania siecią dystrybucji nie przekracza 30%, co wymaga dynamicznej zmiany. *Connecting the dots: Distribution grid investment to power the Energy transition*, Deloitte 2020, s. 19–30.

<sup>88</sup> Straty w elektroenergetyce możemy podzielić na bilansowe, techniczne oraz handlowe. Redukcja strat technicznych to przede wszystkim modernizacja istniejących sieci przesyłowych oraz systemu dystrybucyjnego na potrzeby transformacji energetycznej, co wymusza ciągłe poszukiwanie nowatorskich rozwiązań. Jako przykład może posłużyć algorytm przeszukiwania kukułczego zastosowany celem uniknięcia strat mocy czynnej średniego napięcia współpracujący z OZE, dający wymierne korzyści finansowe. K. Sidor, P. Miller, P. Pijarski,



W szerszym wymiarze efektywność energetyczna wykorzystania nośników musi być rozumiana w kontekście całego systemu elektroenergetycznego, obejmując, jak wspomniano, procesy produkcyjne, przesył, dystrybucję, magazynowanie i konsumpcję. Działania na rzecz jej podniesienia muszą uwzględniać także interakcje między różnymi nośnikami energii oraz stopień dostosowania do zmieniającego się zapotrzebowania na energię elektryczną<sup>89</sup>. Ewaluacja Całkowitej Efektywności Systemu Elektroenergetycznego staje się tu punktem odniesienia do wszelkich ocen wydajności systemu i jego poprawy<sup>90</sup>.

Interesującym przypadkiem pozostaje koncepcja kaskadowego wykorzystania energii. Staje się ona ważnym elementem efektywnego systemu energetycznego. Jej istota zawiera się w przekazywaniu i wielokrotnym wykorzystaniu tej samej energii w różnych procesach<sup>91</sup>. Trzymając się jej przesłania, nośniki energii powinny być stosowane z myślą o możliwościach kaskadowego wykorzystania, co zwiększa ich efektywność w kontekście różnorodnych zastosowań<sup>92</sup>. Optymalizacja każdego etapu cyklu ich życia wydaje się niezbędna dla

---

*Zastosowanie optymalizacji konfiguracji sieci do redukcji kosztów strat energii elektrycznej*, Lublin 2019, s. 110–113.

<sup>89</sup> W kontekście efektywności systemowej i zarządzania systemem elektroenergetycznym należy mieć na uwadze iż jednostki o wysokim współczynniku dyspozycyjności – jakie stanowią źródła oparte o bloki węglowe będą stopniowo zastępowane tymi o niskim współczynniku, czyli przede wszystkim OZE i związane z nimi źródła rozproszone energii. Zatem nastąpi zmniejszenie mocy dyspozycyjnej (nawet o 20–30%) i wzrost kosztów bilansowania. Wymusi to elastyczne zarządzanie popytem i podażą energii – zarówno od strony modernizacji infrastruktury sieciowej, jak i opracowania kompleksowych systemów zarządzania IT wspierających analizę, optymalizację zarządzania energią. *URE: Odchodzimy od sterowalnych mocy, niezbędne przyspieszenie*, gramwizelone.pl, Warszawa 2021.

<sup>90</sup> Działania ewaluacyjne powinny mieć swój początek w samym systemie doradztwa instytucjonalnego, a nie tylko audytu regulatora krajowego czyli pracy analitycznej po stronie kluczowych spółek systemu elektroenergetycznego oraz agencji rządowych. To działalność ogólnopolskiego systemu doradztwa energetycznego realizowanego z Funduszu Spójności – gdzie partnerem wiodącym jest NFOSiGW, oraz partnerzy regionalni tj. lokalne fundusze ochrony środowiska. J. Frankowski, M. Ośka, A. Regulski *Ocena ogólnopolskiego systemu wsparcia doradczego dla sektora publicznego, mieszkaniowego oraz przedsiębiorstw w zakresie efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii w ramach I osi priorytetowej PO LiŚ 2014–2020*, Warszawa 2020, s. 14.

<sup>91</sup> Kaskadowe wykorzystanie energii to w głównej mierze odzyskiwanie energii w pojazdach elektrycznych i hybrydowych przez wykorzystywanie silnika elektrycznego jako prądnicy. Energia powstała podczas hamowania gromadzona jest w akumulatorze lub trafia do sieci trakcyjnej – w kolejnictwie. W branży automotive rekuperacja ma dość ograniczone pole modyfikacji, natomiast w kolejnictwie otwiera to nowe rozwiązania hybrydowe. Oznacza to zastosowanie zasobników energii przy sieci trakcyjnej, dzięki którym energia powstała w rekuperacji może być zwracana do sieci trakcyjnej w całości. Likwiduje to warunek wymogu dostępności innego pojazdu w pobliżu sieci trakcyjnej co w tradycyjnym modelu wymusza tradycyjne hamowanie i utratę energii w postaci ciepłej, która ulega rozproszeniu w otoczeniu. M. Pawelczyk, *Rozwój systemów wykorzystujących akumulację energii w transporcie szynowym*, Warszawa 2011 s. 41–46.

<sup>92</sup> Należy pamiętać, iż kaskadowanie energii dotyczy też magazynów energii które mogą w tym procesie pełnić swoistą rolę regulatora w przypadku korzystania z jednej sieci przyłączeniowej różnych źródeł energii w tzw. cable pooling. W tym wypadku sterowanie mocą przyłączeniową dzięki magazynowi energii blokuje niekorzystny wpływ nadmiarowej energii z OZE czy ryzyka całkowitego wyłączenia instalacji po przekroczeniu mocy przyłączeniowej oraz – jak wynika z oceny Polskiego Związku Pracodawców Polskich – pozwoli to na szybkie wybudowanie co najmniej 5–7 GW wiatrowych i solarnych źródeł energii, co w skali krajowej daje do 12 TWh zielonej energii.

stworzenia zrównoważonych, efektywnych i konkurencyjnych systemów elektroenergetycznych.

Polityczne

W obszarze czynników politycznych determinujących dobór nośnika pierwszoplanową rolę przypisać należy tym, które decydują o bezpieczeństwie energetycznym państwa. Kluczowe w doborze kryterium znaczenia są racje pozaideologiczne, które wynikają z natury ludzkiej. Waga i znaczenie poszczególnych czynników, na których podstawie kształtowana jest hierarchia działań, zależna jest od polityków. W przypadku Polski gradacja dokonywana jest przez polityków. Żaden z nich, ze względu na konieczność odwoływania się do narracji patriotycznej, chcąc pozostać na krajowej scenie, nie może odnosić się do kwestii związanych z suwerennością inaczej, niż wynosząc ją na piedestał jako wartość najwyższą<sup>93</sup>. Stąd też priorytetowe znaczenie czynników związanych z bezpieczeństwem energetycznym kraju.

Postawa ta rzutuje na wskazania i preferencje rozwiązań minimalizujących zależność od zagranicznych dostawców. Przyjęcie jej wynika z obawy przed oskarżeniami o działanie nie w interesie narodowym, ale na rzecz obcych państw, co miałyby poważne implikacje dla ich karier. Właściwe są dla niej preferencje dla dywersyfikacji źródeł. Powód, dla którego stają się rzecznikami takiego rozwiązania, pozostaje każdorazowo niewiadomą, tak samo jak rozumienie suwerenności energetycznej<sup>94</sup>. Równie dobrze stać może za nim chęć odsunięcia podejrzeń wobec swojej osoby w kontekście współpracy z obcymi podmiotami<sup>95</sup>. Efektem są jednak rzeczywiste, a przynajmniej deklaratywne dążenia do uniezależnienia się od dominujących dostawców, zwłaszcza w kontekście globalnych napięć geopolitycznych. Ich

---

<sup>93</sup> Ma to również swoje uzasadnienie historyczne, gdyż bezpieczeństwo w tradycyjnym ujęciu utożsamiano z przeciwstawieniem się agresji militarnej, czyli patriotycznego pojmowania granic niepodległego kraju. Ewolucja znaczenia, po wygaśnięciu bipolarnego systemu Wschód-Zachód w Polsce od lat 90. w odniesieniu do Polski wyodrębniła bezpieczeństwo energetyczne jako egzemplifikację bezpieczeństwa narodowego. I. M. Jankowska, *Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa*, „Studia Lubuskie”, Tom XI, Sulechów 2015, s. 148–150.

<sup>94</sup> Należy podkreślić, iż dopiero w 2022 r. – pod wpływem wydarzeń wynikających z inwazji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę, Rada Ministrów ogłosiła zaktualizowanie polityki energetycznej Polski o czwarty filar – suwerenności energetycznej. Jej szczególnym elementem jest szybkie uniezależnienie się paliw kopalnych od kierunku rosyjskiego, inwestycje w moce produkcyjne, infrastrukturę liniową i magazynowanie oraz alternatywne źródła energii. Jednak oznacza to tylko zmianę kierunków importu, a nie rozwiązania całościowe takie jak np. likwidacja barier rozwoju OZE, czyli zwiększenia tempa dekarbonizacji, fizyczne i handlowe połączenie KSE (systemu) z kontynentem europejskim, systemu rezerw, również zwiększenie wydobycia węgla w okresie przejściowym, zwiększenia stanu rezerw. S. Tokarski, *Suwerenność energetyczna w polityce europejskiej i krajowej*, Kraków 2022, s. 19–24.

<sup>95</sup> Współpraca ta może mieć odbicie w działalności korupcyjnej związanej m.in. z lobbieniem niezgodnym z prawem, udzielaniem koncesji oraz decyzji przyłączeniowych dla OZE, bezzasadnym realizowaniem inwestycji w nowe źródła dla celów politycznych na danych obszarze czy lobbieniem pozaprawnym organizacji ekologicznych. Z. Dobrowolski, M. Dobrowolska, *Zarządzanie antykorupcyjne w sektorze publicznym*, Kraków 2020, s. 99–100.

występowanie skłania do inwestycji w alternatywne źródła energii, takie jak odnawialne czy lokalne zasoby energetyczne. Te działania, choć pierwotnie motywowane potrzebą bezpieczeństwa, równocześnie wpisują się w szerszy kontekst ekologiczny i zrównoważonego rozwoju<sup>96</sup>. Decydując o kierunku rozwoju rodzimej energetyki, politycy ci muszą również uwzględniać międzynarodowe percepcje i konsekwencje swoich wskazań. Wybór nośnika energetycznego może być interpretowany jako strategiczne posunięcie w międzynarodowej grze politycznej, co wymaga od decydentów umiejętności balansowania między interesami narodowymi a międzynarodową współpracą oraz percepcją<sup>97</sup>. To z kolei zmusza do głębokiej analizy potencjalnych skutków każdej decyzji, nie tylko w wymiarze bezpośrednim, ale także w kontekście długofalowych relacji międzynarodowych.

Kontekst geopolityczny ma swoje bezpośrednie odzwierciedlenie w obszarze politycznym. Charles de Gaulle miał mawiać: „Pokażcie mi państwo na mapie, a powiem, jaką prowadzi politykę zagraniczną”. Stwierdzenie to zakłada pewien *constans* w podejściu do krajów ościennych. Nie zawsze znajduje ono swoje potwierdzenie w rzeczywistości. W istocie kooperację na arenie międzynarodowej wierniej oddaje realizm W. Churchilla, w którego ujęciu „nie ma przyjaciół i wrogów, są jedynie interesy”. Przypisywanie trwałości tych ostatnich nigdy dotąd nie potwierdziło się w dziejach. Można wprawdzie przyjąć jako prawidłowość dążenie do zachowania pewnej linii polityki zagranicznej, lecz zmiany ekip rządzących nazbyt często skutkują odejściem od takiej praktyki. Stąd też przy poszukiwaniu źródeł zaopatrzenia w surowce energetyczne czy też dobieraniu rodzaju nośników, aspekt polityczny jest bardziej złożony, niż wynikałoby to z przekazów medialnych czy też obiegowych opinii.

Energetyka i kierunki jej rozwoju charakteryzują się znakomicie większą inercją niż polityka z właściwą im dynamiką. Patrząc przez pryzmat średnio i długookresowych konsekwencji podejmowanych decyzji dotyczących tego, z czego i jak będzie wytwarzana

---

<sup>96</sup> Osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju zostało przeniesione na grunt energetyki poprzez fundamentalną zasadę zrównoważonego rozwoju energetycznego jako efektywne wykorzystanie zasobów energetycznych, ludzkich, ekonomicznych i naturalnych. E. Lorek, *Rozwój zrównoważony energetyki w wymiarze międzynarodowym, europejskim i krajowym*, [w:] A. Graczyk, *Teoria i praktyka zrównoważonego rozwoju*, Białystok 2007, s. 163–176.

<sup>97</sup> Należy zaznaczyć zmienność elastyczności decyzyjnej w odniesieniu do wydarzeń politycznych i czasu. Wychodząc z założenia, iż decyzje inwestycyjne i źródeł dostaw mają wpływ na poziom bezpieczeństwa energetycznego i charakterystykę bezpieczeństwa definiowane m.in. poprzez źródła zagrożeń, istotnym punktem charakterystyki środowiska bezpieczeństwa jest stwierdzenie, że cechuje je zacieranie granic między tym, co wewnętrzne a zewnętrzne, militarne i niemilitarne. To podejście charakterystyczne dla strategii rządowych lat 2010–2014 ulega jednak ewolucji – ze względu na aktualne wydarzenia na Wschodzie należy uznać, iż zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego z jednej strony mają wymiar krajowy i mogą mieć inny charakter niż międzynarodowy, na co zwracano uwagę w publikacjach również we wskazanym okresie. Balansowanie pomiędzy interesami krajowymi, jak i pozycją międzynarodową w dokonywaniu decyzji o źródłach dostaw jest aktualne. M. Lasoń, *Zagrożenia dla bezpieczeństwa Polski w XXI wieku w świetle analizy porównawczej kolejnych Strategii Bezpieczeństwa Narodowego RP*, „Bezpieczeństwo Teoria i Praktyka”, 2016 nr 3, s. 123–133.

energia elektryczna, zauważymy, że wybór wymaga nie tylko analizy technicznych i ekonomicznych aspektów różnych źródeł energii, ale także głębokiego zrozumienia geopolitycznych i społecznych jego następstw<sup>98</sup>. Zapadające rozstrzygnięcia powinny być wynikiem skomplikowanego procesu ważenia różnych czynników, w którym bezpieczeństwo energetyczne państwa często odgrywa rolę kluczową<sup>99</sup>.

Podając kryteria związane z doбором nośników w kontekście bezpieczeństwa energetycznego państwa, istotną rolę przypisać należy zagadnieniu ich dostępności i trwałości. Ich analiza jest niezbędna dla zabezpieczenia stałego i niezakłóconego dostępu do energii, co stanowi fundament stabilności gospodarczej i strategicznej nie tylko na poziomie krajowym, ale także w kontekście geopolitycznym.

Pierwszy z nich – dostępność, na poziomie krajowym pozwala na zmniejszenie zależności od importu energii. W sytuacjach kryzysowych, takich jak konflikty geopolityczne czy niestabilności rynkowe, kraj oparty na lokalnych zasobach jest bardziej odporny na zagrożenia związane z utratą dostaw. Posiadanie ich czy też przebudowa systemu na rzecz dostosowania zasilania go do takich nośników umożliwia państwu większą kontrolę nad swoimi zasobami energetycznymi<sup>100</sup>. Możliwość zarządzania i regulacji produkcji energii wewnętrznej przekłada się na zdolność do dostosowania się do zmieniających się warunków politycznych i gospodarczych. Stąd też ogromne nadzieje w wymiarze bezpieczeństwa wiązane są z rozwojem OZE. Przyczyniają się one do zrównoważonego rozwoju, a zarazem pozwalają na uniezależnienie się od surowców importowanych i większą odporność na fluktuacje cen na rynkach międzynarodowych<sup>101</sup>.

---

<sup>98</sup> Współcześnie bezpieczeństwo energetyczne poszczególnych aktorów życia międzynarodowego jest niezwykle zróżnicowane – wpływają na to uwarunkowania surowcowe, ekonomiczne i globalne. Globalna walka o zasoby będzie dominować między państwami w stopniu znacznym. T. Młynarski, *Bezpieczeństwo energetyczne w pierwszej dekadzie XXI wieku mozaika interesów strategicznych i geostrategii*, Kraków 2011, s. 35–37. Należy dodać, iż rozwój OZE jako elementu transformacji energetycznej ma charakter dopełniający, ale nie zmieni obrazu rywalizacji o wyczerpywalne źródła energii.

<sup>99</sup> Aspekt bezpieczeństwa energetycznego odbija się w realizowanej polityce krajowej. Państwa zabiegają, ze względów strategicznych o kontrolę nad wydobywaniem źródeł energii, co ukazuje, iż nawet najbardziej liberalne gospodarki uznają rynek energetyczny za bardzo wrażliwy, który nie może być tylko i wyłącznie oparty na grze sił rynkowych. E. Cziomer, *Podstawowe pojęcia i zakres międzynarodowego bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI w.*, Kraków 2008, s. 24.

<sup>100</sup> W zależności od źródeł wytwórczych oprócz ich dywersyfikacji nie sposób pominąć w analizie i kontroli zasobów tzw. korekcyjnego współczynnika dyspozycyjności KWD dla poszczególnych technologii paliwowych, w zależności od źródeł wytwarzania wykazują istotne różnice. I tak w odniesieniu do samego OZE elektrownie słoneczne to ok. 2%, turbiny wiatrowe (lądowe) 14% vs. ponad 99% dla wodnych elektrowni szczytowo-pompowych.

<sup>101</sup> OZE nabiera nowego znaczenia zwłaszcza w kontekście dalszych niepokojów geopolitycznych na rynkach międzynarodowych, a zatem rola takich źródeł oprócz przyczyn środowiskowych (redukcja emisji zanieczyszczeń) i politycznych (w przypadku UE spełnienia obowiązków członkowskich) w miksie energetycznym będzie rosła. K. Prandacki, *Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne*, „Ekonomia i Środowisko”, Warszawa 2011, s. 196–214.

Trwałość, rozumiana przez pryzmat kryterium chronologicznego, jest równie istotna. Oznacza to gwarancję ciągłego zaopatrzenia w energię przez długi czas. Idealnie byłoby, gdyby okres funkcjonowania źródeł wytwórczych pokrywał się z okresem, w którym zasilający je surowiec jest w użyciu. W takim ujęciu trwałość może być postrzegana jako funkcja dostępności<sup>102</sup>.

W nieco odmiennym kontekście trwałość kojarzona może być z właściwościami fizykochemicznymi paliwa. Im jest ona wyższa, tym ma mniejszy negatywny wpływ na środowisko: redukcji emisji gazów cieplarnianych, śladu węglowego etc. W wymiarze właściwym dla bezpieczeństwa energetycznego jest to niezwykle istotny aspekt, niemniej ustępuje eksponowanemu wyżej.

Istotnym narzędziem łączącym oba te omawiane elementy pozostaje możliwość wykorzystania zasobów energetycznych z miejscowych źródeł ich zaopatrzenia. Lokalna dostępność, szczególnie oparta na trwałych nośnikach, przyczynia się do elastyczności, odporności na zagrożenia zewnętrzne i zrównoważonego rozwoju, co stanowi kluczowy element strategii państwa w zakresie energetyki<sup>103</sup>.

Reasumując, należy stwierdzić, że znaczenie dostępności i trwałości w perspektywie długoterminowej przekłada się na zdolność do neutralizacji zagrożeń, jakie niesie za sobą dla gospodarki wyczerpanie zasobów i stabilność dostaw. Wystąpienie łącznie obu tych elementów pozwala na planowanie strategiczne, eliminując ryzyko nagłych zakłóceń w dostawach energii.

Analizując aspekt polityczny doboru nośników energii, można zauważyć, że integralną jego część stanowią szeroko pojęte kwestie socjalne oraz związane z elementami właściwymi dla ochrony środowiska i zmian klimatycznych<sup>104</sup>.

W przypadku pierwszego z nadmienionych obszarów należy uznać dostęp do energii za fundament społecznej stabilności. Jest jednym z kluczowych czynników wpływających na

---

<sup>102</sup> Podmiotowym aspektem zapewnienia ciągłości dostaw energii jest w tym wypadku państwo. Zapewnienie ciągłości dostaw energii i jej nośników wpływa na rozwój gospodarki, a także na zachowanie neutralności i integralności terytorialnej. E. Kochanek, *Wielowymiarowość interesów energetycznych w dobie transformacji systemowej*, Warszawa 2021, s. 12–15.

<sup>103</sup> Przeniesienie ciężaru inwestycyjnego na poziom lokalnych samorządów poprzez np. realizację Planów Gospodarki Niskoemisyjnej poprzez zaangażowanie sektora MSP, który szczególnie korzysta z miejscowych zasobów surowcowych, kadrowych, usługowych – w odniesieniu do rozwoju lokalnego OZE pozwoli na poprawę rozwoju regionu. To również element energetyki rozproszonej. T. Mirowski, *Wybrane problemy związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Zeszyty Naukowe”, Warszawa 2017, s. 5–14

<sup>104</sup> Aspekt polityczny w odniesieniu do ochrony środowiska jest ściśle powiązany z instrumentami zwiększającymi efektywność energetyczną, która w sposób znaczący może przyczynić się do osiągnięcia celów ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, lecz trwały charakter zmian wymaga istotnych postępów w zakresie technologii dostarczania energii elektrycznej dla skutecznej realizacji podejścia do gospodarki niskoemisyjnej. J. Malko, „Polityka Energetyczna”, Tom 15, z. 2, Warszawa 2012, za: P. Kyle, *The Value of Advanced End-Use Energy Technologies(...)*, „The Energy Journal of the IAEE”, Vol. 32, Oct. 2011.

jakość życia obywateli oraz na równość społeczną. Stąd też w przypadku doboru nośników muszą zostać uwzględnione potrzeby osób o niższych dochodach, aby uniknąć ubóstwa energetycznego, które stanowi istotne wyzwanie społeczne<sup>105</sup>.

Rosnąca w siłę pozycja ugrupowań i partii deklarujących jako motyw swej aktywności troskę o środowisko naturalne i pragnienie przeciwdziałania lub przynajmniej działań na rzecz spowolnienia zmian klimatycznych stoi za koniecznością uwzględniania tych postulatów w podejmowanych decyzjach. Z tej perspektywy wybór nośników energii ma istotny wpływ na emisję gazów cieplarnianych i zanieczyszczenie środowiska. W tym kontekście priorytetem jest redukcja emisji CO<sub>2</sub> oraz minimalizacja wpływu na ekosystemy. Kształtowanie polityki energetycznej przyjaznej dla środowiska naturalnego jest nie tylko koniecznością z punktu widzenia racji czy też sympatii politycznych, ale też ochrony planety. Stanowi też z tego powodu ważny aspekt współpracy międzynarodowej, zawieranych tu umów i porozumień<sup>106</sup>.

Wynikającym stąd istotnym elementem pozostaje minimalizacja tzw. śladu węglowego. Nośniki energii powinny być wybierane z myślą o minimalizacji emisji gazów cieplarnianych w procesie produkcji, dystrybucji i konsumpcji. Paliwa niskoemisyjne, takie jak wodór, zyskują na znaczeniu<sup>107</sup>.

Biorąc pod uwagę powyższe, można stwierdzić, że kontekst polityczny doboru nośników w wymiarze bezpieczeństwa energetycznego państwa jest istotnym obszarem powiązanim z kwestiami społecznymi i ochroną środowiska<sup>108</sup>.

Kluczową rolę odgrywa w nim dostępność nośników. Oparcie się na lokalnych źródłach energii tworzy system bardziej odporny na zagrożenia związane z utratą dostaw energii, zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych, takich jak konflikty geopolityczne czy niestabilności

---

<sup>105</sup> W szczególności osoby o niższych dochodach w koszyku dochodu rozporządzalnego na energię elektryczną przeznaczają ok 18% domowego budżetu. Obecnie zjawisko ubóstwa energetycznego w Polsce dotyczy ok 2 mln gospodarstw domowych. P. Chrzanowski, J. Fabiszewska-Solares, M. Ościński, *Ubóstwo energetyczne. Rola efektywności energetycznej w walce z ubóstwem energetycznym*, Warszawa 2022, s. 1–15.

<sup>106</sup> W odniesieniu do UE ma to odbicie w politykach i taksonomii, gdzie jednym z 6 głównych celów środowiskowych jest ochrona i odbudowa bioróżnorodności i ekosystemów, a przede wszystkim w założeniach Europejskiego Zielonego Ładu jako jeden z 10 działań priorytetowych. P. Stankiewicz, *Pięć sił zielonej transformacji. Jak Europejski Zielony Ład i dekarbonizacja oddziałują na polską gospodarkę*, Warszawa 2023, s. 110–115.

<sup>107</sup> W odniesieniu do paliw alternatywnych – wodór nie odegra raczej dominującej roli jako paliwo pierwotne, ale jest doskonałym narzędziem zapewnienia stabilności i elastyczności systemu energetycznego i sposobem na bezpieczną transformację w stronę OZE, również jego rola w nowych formach transportu oraz rosnącego zastosowania do celów przemysłowych również energochłonnych jako definitywnie niewyczerpywalnego źródła pozyskania energii będzie rosła. Za: *Investing in hydrogen Ready, set, net zero*, Deloitte 2020.

<sup>108</sup> Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego przez państwo powinno polegać na zapewnieniu bezpieczeństwa dostaw czy konkurencyjności cenowej sektora wytwarzania, ale też ochrony środowiska. R. Riedel, *Bezpieczeństwo energetyczne we współczesnej securitologii*, [w:] P. Mickiewicz, P. Sokołowska (red.), *Bezpieczeństwo energetyczne Europy Środkowej*, Toruń 2010, s. 19 i in.

rynkowe<sup>109</sup>. Dlatego priorytetem jest dywersyfikacja źródeł dostaw surowców i metod wytwarzania energii, co może wpłynąć na zwiększenie kontroli nad własnymi zasobami energetycznymi<sup>110</sup>.

Podjęmowane decyzje często zapadają pod wpływem presji i ulegania obcym interesom. Aby uniknąć tego typu oskarżeń, preferowane są rozwiązania minimalizujące zależność od zagranicznych dostawców. Nie zawsze jest to jednak najlepsze rozwiązanie<sup>111</sup>.

Relacje międzynarodowe i stosunki z poszczególnymi państwami producenckimi są istotnym elementem w kontekście importowym wyboru nośników energii, a decyzje w tej dziedzinie mogą być interpretowane jako strategiczne posunięcia w międzynarodowej grze politycznej. To wymaga od decydentów umiejętności balansowania między interesami narodowymi a międzynarodową współpracą oraz percepcją międzynarodową<sup>112</sup>.

Warto również podkreślić znaczenie trwałości nośników energii, zarówno pod względem dostępności, jak i środowiskowym. Trwałość postrzegana przez pryzmat chronologicznego okresu dostarczania energii ma istotne znaczenie. Nośniki energii powinny być wybierane z myślą o minimalizacji negatywnego wpływu na środowisko, redukcji emisji gazów cieplarnianych i minimalizacji śladu węglowego.

#### Ekonomiczne

Uwzględnienie kryterium ekonomicznego w doborze nośników energii nie jest tożsame z aspektem kosztowym. Obejmuje obszary związane z całokształtem gospodarki narodowej,

---

<sup>109</sup> Działania państwa w sektorze energetycznym powinny obejmować tworzenie sieci lokalnych wytwórców energii, dialog energetyczny oraz zachowanie przez państwo udziałów w strukturze właścicielskiej energetyki. P. Soroka, *Bezpieczeństwo energetyczne między teorią a praktyką*, Warszawa 2015, s. 92–95.

<sup>110</sup> To współgranie dwóch modeli: energetyki wielkoskalowej opartej na źródłach konwencjonalnych oraz źródeł OZE w modelu rozproszonym jest wyzwaniem procesu transformacji. Układ podmiotowy – dużych wytwórców energii i niezależnych wytwórców OZE wymaga współpracy i alokacji regulacji z poziomu rządowego na poziom samorządowy. Docelowo to OZE zastąpi paliwa kopalne, co powinno mieć odbicie w kształtowaniu krajowych i unijnych rozwiązań w obszarze energetyki. J. Popczyk, *Energetyka rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Warszawa 2011, s. 100-105.

<sup>111</sup> W *Białej Księdze Bezpieczeństwa Narodowego RP* w działaniach na rzecz umocnienia bezpieczeństwa energetycznego obejmującego czynniki wewnętrzne i zewnętrzne wymieniono konieczność zdywersyfikowania źródeł oraz kierunków dostaw oraz synchronizacji z polityką energetyczno-klimatyczną UE. Wymienione działania mają spełniać krajową konkurencyjność sektora energetycznego. *Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2013, s. 185–186.

<sup>112</sup> Ważnym aspektem jest struktura właścicielska oparta o źródła krajowe – w ramach stabilnego funkcjonowania systemu energetycznego jednym z działań kluczowych jest zapewnienie dostaw wewnętrznych, gdzie przedsiębiorstwa zagraniczne mają tendencję kierowania się przede wszystkim zyskiem do wykorzystywania zasobów przejętych – zatem dysponowanie zasobami krajowymi powinno być monitorowane. W. Łusiewicz, *Bezpieczeństwo energetyczne a własność państwowa*, „Zeszyty Naukowe Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze”, 2018, s. 128–135.

odzwierciedlając złożoność i wielowymiarowość tego podejścia. Z pewnością może uchodzić za kluczowy aspekt w procesie planowania energetycznego, mając istotny wpływ na efektywność oraz zrównoważoność systemów energetycznych. Wybór odpowiedniego nośnika energii jest decyzją strategiczną, która wpływa nie tylko na bieżące koszty produkcji i dystrybucji energii, ale również na długoterminowe perspektywy gospodarcze, społeczne i środowiskowe<sup>113</sup>.

Nadmienione nakłady ponoszone na produkcję i dystrybucję energii stanowią jeden z głównych czynników wpływających na podejmowane decyzje. Jednakże, oprócz bezpośrednich kosztów inwestycyjnych i eksploatacyjnych, ważne są również kwestie takie jak konieczność modernizacji infrastruktury, dostępność surowców, stabilność dostaw czy możliwości integracji z istniejącymi systemami energetycznymi<sup>114</sup>.

Atrakcyjność ekonomiczna nośnika może tkwić także w samej użyteczności czy też potencjale wytwórczym jego użycia. Za przykład posłużyć może skalowalność, która pozwala na elastyczność regulacji produkcji<sup>115</sup> w zależności od zapotrzebowania. Dzięki temu możliwe jest optymalne wykorzystanie zasobów i minimalizowanie marnotrawstwa energii, co ma bezpośredni wpływ na obniżenie kosztów<sup>116</sup>.

Innym istotnym aspektem jest cena eksploatacji, która obejmuje nie tylko bieżące koszty produkcji, ale także koszty utrzymania i ewentualnych napraw. Wybór nośników o

---

<sup>113</sup> Odniesieniem do rozważań jest antycypacja cen hurtowych energii elektrycznej w perspektywie długoterminowej roku 2040, cena bowiem w zdecydowany sposób wpływa na atrakcyjność gospodarki kraju, jak i poziomu życia gospodarstw domowych. W scenariuszach miksu elektroenergetycznego w Polsce możemy wyróżnić przykład 3 dróg inwestycyjnych i poziomów ich nakładów: scenariusza węglowego z kosztem realizacji 1375 mld PLN i ceną energii w hurcie na poziomie 738,4 zł/MWh, scenariusza PEP2040 (Polityka Energetyczna Polski do roku 2040 czyli połączenia OZE i energii atomu) 1010,4 mld zł i ceną 331,6 PLN/MWh oraz scenariusz OZE w połączeniu z energią produkowaną z gazu ziemnego jako stabilizatora sektorowego zastępującego węgiel: 896,00 mld zł inwestycji i ceną 251,3 zł/MWh. W zakładanych kalkulacjach scenariusz węglowy jest najmniej optymalny. *Scenariusze polskiego miksu energetycznego 2040*, Warszawa 2023, s. 6–13.

<sup>114</sup> W szczególności wyzwaniem dla stabilności systemu elektroenergetycznego jest wzrost udziału OZE co wymusi zwiększenie pojemności magazynów energii dla stabilizacji systemu, inwestycji w krajowe sieci elektroenergetyczne i interkonektory. *Ibidem*, s. 14.

<sup>115</sup> Elastyczność produkcji zapewniają elektrownie parowo-gazowe w technologii CCGT będące z jednej strony elastycznym źródłem stabilizującym z punktu widzenia PSE S.A. i wymogu służebności systemowej produkcji, jak również łatwości regulowaniu poziomu produkcji samego przedsiębiorstwa. Należy dodać, iż same turbiny gazowe wykazują znaczną elastyczność pracy ruchowej zarówno przy pracy w podstawie obciążenia, jak i w szczytach czy też sytuacjach awaryjnych. Utrzymują stałą i stosunkowo dużą sprawność przy obciążeniach rzędu 70–100% mocy znamionowej. A. Wędzik, *Układy kombinowane produkcji energii elektrycznej*, Łódź 2006, s. 324–328.

<sup>116</sup> Innowacyjne jest również poszukiwanie nowych kombinacji wytwórczych takich jak traktowanie gazu i energii z OZE mogących się uzupełniać w procesie produkcji dla lepszej efektywności (systemy hybrydowe – solarne i gazowe, turbiny gazowe zasilane gazem ziemnym i biogazem, układy zasilane gazem do magazynowania energii pozaszczytowej, rezerwowe szczytowe elektrownie gazowe współpracujące z siłowniami wiatrowymi, produkcja alternatywnych paliw gazowych z biomasy – biometanu wymiennego z gazem ziemnym). J. Piskowska-Wasiak, *Możliwość komplementarnego wykorzystania gazu ziemnego i odnawialnych źródeł energii*, Kraków 2018, s. 294–296.



niskich kosztach eksploatacyjnych może przyczynić się do obniżenia ogólnych kosztów funkcjonowania systemu energetycznego. Ponadto inwestycje w nowoczesne technologie mogą początkowo wydawać się kosztowne, jednak w perspektywie długoterminowej przynoszą oszczędności poprzez wyższą efektywność i mniejsze zużycie surowców.

Kolejnym elementem koniecznym do uwzględnienia w obszarze analizy ekonomicznej jest konieczność modernizacji. Stare, przestarzałe systemy<sup>117</sup> często wymagają znacznych inwestycji w celu dostosowania do obecnych standardów efektywności i ekologii. Inwestycje te, choć początkowo kosztowne<sup>118</sup>, mogą przynieść korzyści w postaci zwiększonej wydajności, mniejszego wpływu na środowisko oraz lepszego zabezpieczenia przed awariami i przestojami.

Rozważając ekonomiczne uwarunkowania doboru nośników energii, istotne jest także uwzględnienie potencjalnych kosztów społecznych związanych z wykorzystaniem konkretnych rodzajów energii. Są one często trudne do bezpośredniego zmierzenia, ale mają istotny wpływ na ogólną ocenę efektywności ekonomicznej danego nośnika<sup>119</sup>.

Łączą w sobie często pozornie niepowiązane z sobą elementy, takie jak wpływ na zdrowie publiczne, bezpieczeństwo pracy<sup>120</sup>, wpływ na lokalne społeczności<sup>121</sup> czy nawet globalne skutki zmian klimatycznych. Na przykład wykorzystanie paliw kopalnych, takich jak węgiel czy ropa naftowa, wiąże się z emisją szkodliwych substancji<sup>122</sup>, które mogą prowadzić

---

<sup>117</sup> Istotnym przykładem są bloki węglowe, których średni czas eksploatacji wynosi 50 lat, ich stopień technologicznego zaawansowania wymusza wymianę bloków na nowe, co stanowi dodatkowy znaczny wysiłek inwestycyjny. Poza tym faktem stare bloki będą pracowały w trybie regulacyjnym, co spowoduje szybszą utratę trwałości (poprzez cykliczną zmianę obciążeń) oraz mniejszą ilość produkcji energii. J. Wawrzyńczyk, *Problemy i kierunki innowacyjnych rozwiązań w polskiej energetyce*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2017, s. 14.

<sup>118</sup> Bardzo wysokie koszty inwestycji stanowią barierę dla elektrowni jądrowych, natomiast zdecydowanym czynnikiem skłaniającym do tego typu technologii jest możliwość odcięcia się od importu energii z zagranicy czy możliwość zastąpienia elektrowni opartych na paliwach naturalnych i pracy w podstawie obciążenia sieci, co nie jest możliwe w przypadku wszystkich źródeł odnawialnych. G. Kalda, K. Szarek, *Ocena efektywności wykorzystania alternatywnych źródeł energii w porównaniu z energią atomową*, „Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury”, Rzeszów 2015, s. 239–240.

<sup>119</sup> Należy spojrzeć na to zagadnienie również z punktu widzenia sektora zatrudnienia czyli tzw. sprawiedliwej transformacji – szczególnie w odniesieniu do Polski. W górnictwie i branżach pokrewnych w UE zatrudnionych jest ok. ponad 200 tys. osób, z czego 50% w Polsce, zatem transformacja do OZE powinna odbywać się stopniowo celem przystosowania do nowych warunków zawodowych i kompetencji. G. Mandras, S. Salotti *Indirect jobs in activities related to coal, peat and oil share*. European Commission, „JRC Working Papers”, Seville 2021.

<sup>120</sup> Bezpieczeństwo pracy w sektorze energetycznym to kolejny istotny element. Przemysł wydobywczy, szczególnie kopalnie węgla, są często związane z wysokim ryzykiem wypadków. Inwestycje w bezpieczne technologie i szkolenia mogą zmniejszyć to ryzyko, ale jednocześnie wiążą się z dodatkowymi kosztami.

<sup>121</sup> Wpływ na lokalne społeczności jest również ważnym czynnikiem. Projekty energetyczne mogą prowadzić do przesiedleń, zmian w krajobrazie lokalnym czy nawet wpływać na lokalną gospodarkę. Przykładowo, budowa dużych elektrowni wodnych wymaga zalania dużych obszarów, co wpływa na życie lokalnych społeczności.

<sup>122</sup> Bezpośrednim odniesieniem jest wpływ energetyki konwencjonalnej opartej na węglu kamiennym i brunatnym, do której wad można zaliczyć, między innymi, emisję dużych ilości szkodliwych substancji – to pierwiastki śladowe – promieniotwórcze i toksyczne dla organizmów oraz ekosystemu, które podczas spalania przenikają do atmosfery lub przechodzą do produktów odpadowych. T. Olkusiński, K. Stala-Szluga, *Pierwiastki promieniotwórcze w węglu oraz produktach odpadowych powstających podczas jego spalania*, „Rocznik Ochrona Środowiska”,

do problemów zdrowotnych wśród ludności, szczególnie w regionach o wysokim stopniu zanieczyszczenia<sup>123</sup>. To z kolei może generować dodatkowe koszty dla systemu opieki zdrowotnej, a także negatywnie wpływać na jakość życia i produktywność pracy.

Na koniec, globalne skutki zmian klimatycznych są być może największym społecznym kosztem związanym z niektórymi nośnikami energii. Emisja gazów cieplarnianych przyczynia się do ocieplenia klimatu, powodując ekstremalne zjawiska pogodowe, wzrost poziomu mórz i inne długoterminowe zmiany, które będą miały globalne konsekwencje społeczno-ekonomiczne<sup>124</sup>.

Podsumowując, stwierdzam, że ocena ekonomiczna nośników energii musi uwzględniać nie tylko bezpośrednie koszty finansowe, ale również szerokie spektrum kosztów społecznych. Te koszty, choć trudniejsze do zmierzenia i kwantyfikacji, są nieodłącznym elementem holistycznej analizy ekonomicznej w kontekście bezpieczeństwa ekonomicznego i długoterminowej stabilności gospodarczej państwa.

### 3.1. Węgiel

#### 3.1.1. Węgiel kamienny

Zagadnienia związane z wykorzystaniem węgla kamiennego w sektorze energetycznym mają wymiar wielopłaszczyznowy, obejmujący zarówno kwestie ekonomiczne, jak i technologiczne, a także polityczne i społeczne. Każda z nich ma swoje bezpośrednie przełożenie na obszar bezpieczeństwa.

Punktem wyjściowym pozostaje sam proces pozyskiwania tego surowca. Można go klasyfikować jako importowany lub ekstrahowany z krajowych kopalń<sup>125</sup>. W kontekście

---

2009 [w:] T. Olkusi *Sposoby negatywnego skutku oddziaływania węgla na środowisko przyrodnicze poprzez stosowanie alternatywnych metod jego wykorzystania*, Koszalin 2013, s. 1481–1485.

<sup>123</sup> Dodatkowo działalność górnicza powoduje straty środowiskowe, takie jak: straty związane ze składowaniem odpadów, straty w budynkach, straty związane z utratą zdrowia, straty związane ze zrzutem wód słonych, straty w drogach i budowlach drogowych, straty w lasach, straty w gospodarce wodnej, straty w infrastrukturze technicznej. Ibidem. s.1481.

<sup>124</sup> Dokument determinujący transformację energetyczną z paliw kopalnych do OZE mający ograniczyć średni wzrost temperatury globalnej wynoszący 1,5°C do poziomu przedindustrialnego został usankcjonowany w Porozumieniu paryskim, do dnia dzisiejszego ratyfikowanym przez 180 Stron Konwencji klimatycznej na rzecz ochrony klimatu po 2020 roku. Co warte zauważenia, Stany Zjednoczone odrzuciły udział w Porozumieniu pomimo wcześniejszego ratyfikowania (2016). Globalne postanowienia mocno odbiły się na polityce UE w założeniach Europejskiego Zielonego Ładu czy Pakietu regulacji „Fit for 55”.

<sup>125</sup> Jako uzupełnienie należy również podzielić import i wydobycie węgla dla celów energetyki konwencjonalnej, ale również gospodarstw domowych. Ponad 35% z nich opala piece węglem, który charakteryzuje się małą ziarnistością i wartością opałową – w Polsce taka produkcja wydobywanego węgla i wynosi ok 6 mln ton – stąd potrzeby importowe z wielu kierunków. B. Derski, *Dlaczego importujemy węgiel z całego świata?*, wysokienapiecie.pl, [dostęp: 20.04.2020].

ekonomicznym jego pochodzenie jest istotne dla ponoszonych przez finalnego konsumenta obciążeń finansowych związanych z zakupem. W przypadku sprowadzanego węgla, trafia on zwykle do Polski według aktualnych cen giełdowych, które zależą od jakości towaru, terminowości dostaw i innych czynników. Można przyjąć założenie, zgodnie z którym transakcja kupna przez importera i uiszczenie przez niego związanych z nią opłat celno-skarbowych jest handlowym kosztem końcowym. Nie niesie za sobą obciążeń dla innych podmiotów, w tym dla budżetu państwa. W przytłaczającej większości jest to surowiec znakomicie tańszy od krajowego. Pozyskiwany znacznie taniej niż rodzime wydobyte pozostawałby bezkonkurencyjny, stąd wszelkie cła i akcyzy obniżające atrakcyjność rynkową sprowadzanego z zagranicy węgla kamiennego.

Ekonomiczne zalety importu tego surowca przesłaniane są jednak przez aspekty polityczne takiego działania<sup>126</sup>. Zwiększona zależność od importu węgla kamiennego w miejsce krajowego wydobycia, może rodzić poważne reperkusje polityczne wewnętrzne, zwłaszcza w kontekście społecznym i zatrudnieniu w regionach górniczych. Napływ sprowadzanego surowca przyczyni się do nasycenia rynku wewnętrznego i problemów ze sprzedażą krajowych zakładów<sup>127</sup>. Wyzwania finansowe, przed jakimi staną, będą nieuchronnie prowadzić do protestów górniczych, wyrażających niezadowolenie pracowników branży oraz obawy związane z utratą miejsc pracy. Towarzyszące im manifestacje i wystąpienia są często silne i emocjonalne, mogą stać się znaczącym wyzwaniem dla decydentów politycznych i wpływać na krajową debatę publiczną.

Jednocześnie wynikający z obniżenia rentowności kopalń proces wygaszania wydobycia pozostanie wyzwaniem nie tylko z ekonomicznego, ale i ze społecznego oraz politycznego punktu widzenia. Powoduje to nie tylko bezpośrednie skutki w postaci utraty miejsc pracy, ale także szerzej wpływa na lokalną gospodarkę i standard życia w społecznościach zależnych od przemysłu górniczego. W rezultacie takie działania mogą

---

<sup>126</sup> W szczególności agresja Rosji na Ukrainę i decyzje polityczne o wstrzymaniu importu węgla uwidoczniły problem podaży w imporcie. Co prawda w ostatniej dekadzie krajowe zużycie węgla spadło o 13 mln ton, to import netto wzrósł o 14 mln ton. Zmiana wektora geopolitycznego i rezygnacja z węgla rosyjskiego (tylko w I połowie 2021 z 6,2 mln ton 65% pochodziło z Rosji) wymusiła rekordowe ilości importowanego węgla do poziomu 17 mln ton, głównie z kierunku: RPA i Kazachstan – 17% (zakładając jego rzeczywiste kazachskie pochodzenie) oraz Kolumbia 15% oraz pozostałych krajów. Zależność ta nie jest jednak z punktu widzenia samej energetyki progowa, gdyż 80% zapotrzebowania na węgiel zapewniają polskie źródła. *Transformacja energetyczna w Polsce*, Edycja 2023, Forum energii za: wnp.pl.

<sup>127</sup> Import węgla do Polski w pierwszych 5 miesiącach roku 2023 wyniósł 10,5 mln ton vs. rok ubiegły 5 mln ton, jednocześnie krajowe wydobyte węgla kamiennego wyniosło 23 mln ton, czyli mniej o 4,6 mln ton niż analogiczny okres poprzedniego roku. Taka sytuacja nie pozostanie bez wpływu na reakcje społeczne i potencjalny kryzys w górnictwie, szczególnie również z tego powodu, iż stany magazynowe krajowego węgla rosną, a ceny importowanego węgla wypychają konkurencyjność złóż krajowych.

prowadzić do wzrostu napięć społecznych i zwiększać presję na rządzących, aby zapewnili alternatywne rozwiązania zatrudnienia i wsparcie dla dotkniętych społecznością<sup>128</sup>.

Dodatkowo zmniejszenie aktywności w sektorze górniczym odbija się na finansach lokalnych samorządów, które tracą ważne źródło dochodów<sup>129</sup>. To ogranicza ich możliwości inwestycyjne, pogłębiając problemy społeczne i infrastrukturalne w regionach, gdzie górnictwo stanowiło dotąd podstawę ekonomii<sup>130</sup>.

Preferencja importu węgla kamiennego niesie za sobą nie tylko komplikacje w polityce wewnętrznej, ale też wprowadza w wymiarze bezpieczeństwa potencjalne zagrożenia wynikające z uwarunkowań zewnętrznych. Przyjmowanie takiej strategii energetycznej może narażać kraj na szereg ryzyk wynikających z niestabilności międzynarodowej i zmieniających się równowag geopolitycznych.

Pierwszym takim elementem jest zależność od państw eksportujących węgiel kamienny. Czyni ona kraj podatnym na zmiany polityczne, konflikty i napięcia w regionach wydobywczych węgla<sup>131</sup>. W sytuacji, gdy dostawy są skoncentrowane na niewielkiej grupie eksporterów surowca, ryzyko to jest szczególnie wysokie.

Drugim czynnikiem jest wpływ międzynarodowych sankcji gospodarczych lub decyzji politycznych<sup>132</sup>. Kraje eksportujące węgiel mogą wykorzystać swoją pozycję jako narzędzie nacisku politycznego, stosując embarga handlowe lub manipulując cenami. Takie działania

---

<sup>128</sup> Zamykanie kopalń ma negatywny wpływ na związane z nimi branże, takie jak produkcja sprzętu górniczego czy usługi związane z eksploatacją kopalń. W kontekście krajowym problem ten w perspektywie dekady będzie dotyczył gł. obszaru Śląska czyli 90% zatrudnienia krajowego w sektorze. Istnieje konieczność transferu pracowników do innych gałęzi gospodarki poprzez Centrum Rozwoju Kompetencji i inne inicjatywy. Do roku 2030 w polskim górnictwie może wystąpić nadwyżka zatrudnienia od 14 do 36 tys. osób. *Polska ścieżka transformacji energetycznej*, Warszawa 2022, s. 105–106.

<sup>129</sup> Najważniejszym źródłem finansowania inwestycji w dziedzinie klimatu i energii dla samorządów są fundusze polityki spójności (głównie EFRR) i Fundusz Sprawiedliwej Transformacji (w regionach węglowych i wysokiej emisji). Problemem w dostępie do omawianych źródeł finansowania jest postępująca recentralizacja finansów na poziomie unijnym i krajowym. Coraz więcej instrumentów i coraz zasobniejsze programy są zarządzane bezpośrednio przez Komisję Europejską, co dodatkowo utrudnia transformację energetyczną takich regionów. J. Szafran, *Finansowanie Transformacji Klimatyczno-Energetycznej z Funduszy i Programów Unii Europejskiej z perspektywy samorządu terytorialnego*, „Optimum Economic Studies”, Lublin 2023, s. 148–150.

<sup>130</sup> Stagnacja w rozwoju górnictwa węglowego ma wpływ na łączną wartość dochodów z przemysłu węglowego (jako wartości absolutnej), potencjalnego deficytu budżetowego (w przypadku odjęcia od całkowitych dochodów gminy dochodów z przemysłu węglowego) oraz wysokości deficytu budżetowego na osobę względem ogółu gmin w razie zaniku dochodów z przemysłu węglowego. W Polsce problem ten dotyczy w głównej mierze gmin, gdzie koncentracja dochodów na mieszkańca dotyczy wydobywania węgla brunatnego i wytwarzania energii elektrycznej z tego surowca. W przypadku węgla kamiennego większe zaludnienie takich terenów to różnorodne formy zatrudnienia, które amortyzują dochody z tytułu działalności górniczej na osobę. B. Swoczyna, *Nierówne narażenie – dochody z przemysłu węglowego barierą dla dekarbonizacji samorządów*, Warszawa 2023, s. 9–10.

<sup>131</sup> Na przykład niepokoje polityczne lub konflikty zbrojne w krajach eksportujących mogą zakłócać ciągłość dostaw, prowadząc do niedoborów lub wzrostu cen surowca.

<sup>132</sup> W odniesieniu do agresji Rosji na Ukrainę w kontekście krajowym jako części UE przyjęto deklarację wersalską wskazującą kierunki zmniejszenia zależności energetycznej UE od Rosji, czego kluczowym odbiciem jest przyspieszenie uniezależnienia od paliw kopalnych. *Raport Polska Ścieżka Transformacji Energetycznej*, Warszawa 2022, s. 52–53.

mogą mieć bezpośredni wpływ na stabilność cen energii i dostępność surowca, szczególnie w przypadku eskalacji konfliktów geopolitycznych<sup>133</sup>.

Następnym zagadnieniem jest ryzyko związane z transportem węgla. Długie łańcuchy dostaw i konieczność przewożenia surowca przez potencjalnie niestabilne regiony morskie lub lądowe stwarzają zagrożenie w postaci zakłóceń ciągłości i terminowości importu. Problemy takie jak piractwo, ataki terrorystyczne, blokady morskie czy nawet katastrofy naturalne mogą wpływać na regularność i bezpieczeństwo zaopatrzenia<sup>134</sup>.

Wykorzystanie lokalnego surowca, czyli lokalne wydobywanie, nie jest obciążone takim balastem politycznym. Jest też z punktu widzenia stabilności gospodarki wolne od zagrożeń związanych z sytuacją poza granicami kraju. Podstawowym problemem takiego rozwiązania jest jednakże cena produktu. Jest on wyjściowo nie tylko droższy od pochodzącego z importu, lecz w przeciwieństwie do niego obciąża skarb państwa, bo też generuje koszty wychodzące poza handlowe.

Węgiel z polskich kopalń wiąże się z bardziej złożonymi wydatkami budżetowymi. Obejmują one utrzymanie infrastruktury kopalń, inwestycje w sprzęt oraz warunki pracy pracowników. Dodatkowo wydobywanie krajowe jest często ograniczone przez warunki geologiczne, co wpływa na efektywność i koszty operacji wydobywczych.

Pracownicy górniczy są zazwyczaj lepiej wynagradzani niż w innych sektorach, co wynika z potrzeby pozyskiwania i utrzymania wykwalifikowanej siły roboczej. Trudne warunki pracy wymagają dodatkowych środków na premie i rekompensaty. Zapewnienie bezpieczeństwa i higieny pracy ma również swoje finansowe konsekwencje. Przestrzeganie surowych przepisów bezpieczeństwa znacząco wpływa na koszty operacyjne kopalń.

Wydatki związane z wydobywaniem węgla kamiennego mają znaczący wpływ na finanse publiczne. Wynikają one m.in. z konieczności utrzymywania rozbudowanej służby zdrowia

---

<sup>133</sup> Nie należy jednak zapominać, iż konflikty – np. rosyjska agresja na Ukrainę i wprowadzenie embarga na węgiel i co za tym idzie nagłe zmiany kierunków importowych wymuszają budowanie autonomii strategicznej opartej na dywersyfikacji dostaw. M. Szczepanik *Wpływ rosyjskiej agresji na Ukrainę na sytuację gospodarczą UE*, „Biuletyn”, nr 40, 2022, s. 2.

<sup>134</sup> Nieprzewidywalność zdarzeń w łańcuchu transportowym jest charakterystycznym problemem sektora. Jako przykład niech posłuży symptomatyczny przykład wpłynięcia we wrześniu 2019 r. żaglowca organizacji Greenpeace do terminalu węglowego w Porcie Gdańskim blokujące możliwość rozładunku importowanego węgla, gdzie dopiero interwencja Straży Granicznej pozwoliła na odholowanie jednostki dzień roboczy później. K. Cuber, *Aspekty zabezpieczenia nadmorskiej infrastruktury krytycznej w województwie zachodniopomorskim w kontekście zagrożenia atakami terrorystycznymi*, [w:] „Przegląd Naukowo-Metodyczny. Edukacja dla Społeczeństwa”, Poznań 2022, s. 60.

dostosowanej do specyfiki prac związanych z pozyskiwaniem surowca, z emerytur i odpraw górniczych, które obciążają budżet państwa itd.<sup>135</sup>.

Przemysł wydobywczy w tym przypadku wiąże się z emisją pyłów, gazów i innych substancji szkodliwych dla zdrowia. Długotrwała ekspozycja na te substancje może prowadzić do chorób układu oddechowego, sercowo-naczyniowego i innych problemów zdrowotnych. Zarówno pracownicy kopalń, jak i mieszkańcy okolicznych obszarów są narażeni na te ryzyka. Wymaga to stosowania odpowiednich środków ochrony indywidualnej, monitorowania jakości powietrza i wdrażania działań mających na celu minimalizację emisji szkodliwych substancji. W wymiarze bezpieczeństwa okoliczność ta rzutuje na zdrowie mieszkańców, a poprzez nie i na związane z tym wydatki na neutralizację szkodliwego oddziaływania<sup>136</sup>.

Aktywność górnicza, zwłaszcza głębinowe wydobywanie węgla, może prowadzić do deformacji terenu<sup>137</sup>, zapadnięć ziemi i innych zniszczeń infrastruktury<sup>138</sup>. Szkody te nie tylko stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa ludzi, ale również powodują straty materialne. Istotne jest monitorowanie zmian geologicznych i wdrażanie technologii zmniejszających ryzyko szkód górniczych<sup>139</sup>.

Jednym z poważnych wyzwań jest zarządzanie odpadami górniczymi, w tym wyciekami zasolonych wód do rzek i gleby. Takie zanieczyszczenia mogą mieć długotrwałe skutki dla ekosystemów wodnych i glebowych, wpływając negatywnie na bioróżnorodność i jakość życia lokalnych społeczności. Skutki zaniedbań w tym obszarze społeczeństwo dotkliwie odczuło w wyniku skażenia Odry. Straty środowiskowe są trudne do powetowania, natomiast gospodarcze odczuła cała gospodarka.

---

<sup>135</sup> Rzeczywistość pracy w kopalniach sprawia, że górnicy mają prawo do wcześniejszej emerytury, co generuje długotrwałe zobowiązania finansowe. Zmniejszająca się liczba aktywnych pracowników przy rosnącej liczbie emerytów, w kontekście postępującej dekarbonizacji, prowadzi do deficytu w finansowaniu emerytur górniczych. To z kolei zwiększa obciążenie budżetu państwa, co wymaga elastyczności i dostosowania systemu ubezpieczeń społecznych do nowych realiów.

<sup>136</sup> Na przykładzie otoczenia środowiskowego Elektrowni Bełchatów bezpośrednie zagrożenia można sklasyfikować jako zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego (wzrost freonów i halonów powodujących efekt cieplarniany, który oddziałuje na tradycyjne uprawy rolne, eutrofizacja ekosystemu z powodu nadmiaru ilości azotu oraz kwaśne deszcze) oraz odpady paleniskowe (popioły), a także ich pylenie, nie wspominając o zaburzeniu walorów krajobrazowych. K. Sala, *Wpływ przemysłu na sytuację społeczno-gospodarczą i środowisko przyrodnicze gminy Kleszczów*, Kraków 2019, s. 148–150.

<sup>137</sup> Efektem szkód górniczych mogą być również wstrząsy tektoniczne związane z działalnością człowieka w litosferze ziemskiej J. Rokitowska, *Zagrożenia naturalne i techniczne – występowanie zjawisk w środowisku bezpieczeństwa* [w:] *Edukacja w świetle Vuca. Charakterystyka środowiska bezpieczeństwa*, Kraków 2021, s. 89.

<sup>138</sup> Jako przykład posłużyć może deformacja powierzchni terenu w roku 2021 zlokalizowana w rejonach kopalni Bełchatów oraz kopalni Konin, co wynikało z eksploatacji złóż podziemnych. *Zagrożenia geologiczne w Polsce w 2021 roku*, „Przegląd Geologiczny”, Warszawa 2022, s. 623.

<sup>139</sup> Szkody górnicze dotyczą każdego fragmentu zagrożonego terenu – od infrastruktury transportowej do terenów rolniczych.

Spalanie węgla kamiennego jest jednym z głównych źródeł emisji CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych, przyczyniając się do globalnego ocieplenia i zmian klimatycznych. Przekładają się one na szereg zagrożeń, w tym ekstremalne zjawiska pogodowe, wzrost poziomu mórz i zmiany w ekosystemach<sup>140</sup>.

Import węgla kamiennego wiąże się z szeregiem zagrożeń, które mają bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo energetyczne kraju. Do kluczowych zagrożeń należy niestabilność geopolityczna, która może wpływać na ciągłość dostaw. Kraje importujące są narażone na ryzyko polityczne i ekonomiczne, wynikające z międzynarodowych konfliktów, sankcji czy zmian w polityce eksportowej krajów dostawców. Ponadto zależność od zagranicznych źródeł surowca może prowadzić do wrażliwości na fluktuacje cen na światowych rynkach, co ma bezpośredni wpływ na stabilność cen energii.

Rodzime wydobycie węgla przynosi szereg korzyści z punktu widzenia bezpieczeństwa narodowego i energetycznego<sup>141</sup>. Przede wszystkim zwiększa to niezależność energetyczną i zmniejsza podatność na zewnętrzne czynniki geopolityczne. Krajowa produkcja umożliwia lepszą kontrolę nad cenami i zapewnia stabilniejsze dostawy energii<sup>142</sup>. Dodatkowo stanowi istotny element gospodarki narodowej, tworząc miejsca pracy i wspierając rozwój regionalny. Jest to również sposób na utrzymanie i rozwijanie kompetencji technologicznych w zakresie górnictwa, co ma strategiczne znaczenie w kontekście długoterminowego planowania energetycznego<sup>143</sup>.

---

<sup>140</sup> Spektrum negatywnego wpływu energetyki węglowej na organizm człowieka to choroby przewlekłe powstałe na skutek długotrwałego wdychania zanieczyszczonego powietrza, choroby układu oddechowego (w wyniku spalania węgla do atmosfery uwalniane są NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> powodujące astmę oraz raka płuc), krążenia (pyły zawieszone to wzrost schorzeń o 14%), systemu nerwowego. Drugi aspekt to emisja gazów cieplarnianych – energetyka węglowa odpowiada za 20% całkowitej emisji gazów cieplarnianych w Europie, wzrost temperatury średniej oraz ostatnie fale upałów latem 2023 poskutkowały odnotowaniem dodatkowych 70 tys. zgonów w samej Europie. *Nieplacony rachunek. Jak energetyka węglowa niszczy nasze zdrowie*, Bruksela 2013.

<sup>141</sup> Bezpieczeństwo energetyczne oddaje wskaźnik samowystarczalności energetycznej wyrażający się procentowym stosunkiem krajowego wydobycia paliw do krajowego zużycia. Na przykładzie krajowym stu procentową samowystarczalność zapewnia przypadek wykorzystania węgla kamiennego i brunatnego. Inne wskaźniki określają także poziom zapasów surowców energetycznych do rocznego zużycia. T. Chrzan, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w zakresie energii elektrycznej*, „Logistyka”, nr 5, CD 1, s. 4–10.

<sup>142</sup> Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego wymaga pewnej liczby wysokosprawnych elektrowni węglowych pracujących bez względu na warunki i porę roku. Dopóki nie zostanie skutecznie rozwiązany problem wysokosprawnego i taniego magazynowania wielkich ilości energii elektrycznej, nie można w Polsce zapewnić bezpieczeństwa energetycznego tylko poprzez budowanie i eksploatację setek wielkich farm wiatrowych i elektrowni fotowoltaicznych. Trzeba natomiast dążyć do rozwoju małych OZE przez użytkowników indywidualnych i grupowych. W. Jędral, *Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego jako warunku zrównoważonego rozwoju Polski*, „Studia Ecologiae et Bioethicae”, Warszawa 2020, s. 97.

<sup>143</sup> Transformacja energetyki i bezpieczeństwo to pojęcia, które powinny funkcjonować łącznie. Rozwój OZE czy elektrowni jądrowych jest bardzo pożądanym kierunkiem transformacji, jednakże niezmiernie istotne jest również korzystanie z posiadanych źródeł wytwarzania opartych na węglu. Okres transformacji powinien sprzyjać rozwojowi polskiej myśli technicznej w aspekcie technologii energetycznych. Planowane do wyłączenia bloki węglowe powinny stanowić poligon doświadczalny w zakresie zasilania turbin parowo-gazowych, tworzenia rozwiązań hybrydowych, a także wychwyty i zagospodarowania gazów cieplarnianych i innych produktów

W wymiarze operacyjnym własne wydobywanie pozwala na większą kontrolę nad standardami bezpieczeństwa<sup>144</sup> i ochrony środowiska<sup>145</sup>. Rządzące organy mają możliwość bezpośredniego wpływania na przepisy i normy, co przekłada się na komfort pracy zatrudnionych i minimalizację negatywnego wpływu na środowisko. Odpowiednia regulacja i nadzór nad procesami wydobywczymi zwiększają bezpieczeństwo operacyjne i pozwalają na efektywniejsze zarządzanie ryzykiem.

Kolejnym nie mniej istotnym walorem krajowej produkcji jest możliwość stymulowania innowacji i rozwoju nowych technologii<sup>146</sup> w sektorze energetycznym<sup>147</sup>, a także możliwość inicjowania wysiłków na rzecz efektywniejszego i bardziej ekologicznego wykorzystania węgla kamiennego mogącego przyczynić się do rozwoju technologii, które będą miały zastosowanie również w innych obszarach gospodarki.

W kontekście polityki bezpieczeństwa energetycznego węgiel kamienny pochodzący z własnego wydobywania może uchodzić za paliwo posiadające wiele zalet: brak konieczności importu, stymulacja gospodarki w regionach wydobywania, krótki łańcuch dostaw etc. Także w wymiarze politycznym, głównie związanym z krajową sceną, nie trudno odnaleźć pozytywne aspekty. Brakowałoby ich jednak w działaniach na arenie europejskiej, gdzie proces dekarbonizacji opiera się na międzynarodowych porozumieniach, których sygnatariuszem jest

---

spalania. Nic nie powinno stać na przeszkodzie, aby produkty spalania paliw kopalnych mogły nadal uczestniczyć w procesach wytwórczych nowych form energii, podnosząc tym samym sprawność starych instalacji i obniżając koszty produkcji. E. Nowiński, *Transformacja energetyki a bezpieczeństwo energetyczne Polski*, „Nowa Energia” nr 3(79)2021, Warszawa 2021, s. 45–46.

<sup>144</sup> Wymagania w zakresie racjonalnej gospodarki złożem kopaliny określa PZZ – Projekt zagospodarowania złoża. Stosowany w Polsce system jest oparty na wieloletnim doświadczeniu i oparty jest na wynikach prowadzonych prac badawczych nad metodyką rozpoznawania i dokumentowania złóż. Jego wymagania nie odbiegają od międzynarodowych analogicznych standardów JORC. M. Nieć, E. Sobczyk, *Międzynarodowe standardy dokumentowania i projektowania zagospodarowania złóż kopalni w porównaniu z polskimi*, „Przegląd Górniczy”, 2016, s. 29–33.

<sup>145</sup> Proces już na etapie wniosku o udzielenie koncesji na wydobywanie kopalni ze złóż zawiera PZZ określający w zakresie racjonalnej gospodarki złożem kopaliny, podkreślając w szczególności konieczność zastosowania technologii eksploatacji zapewniającej ograniczenie ujemnych wpływów na środowisko. B. Radwanek-Bąk, *Problemy udokumentowania i zagospodarowania złóż*, Warszawa, s. 5–15.

<sup>146</sup> Na krajowym przykładzie – w dokumencie rządowym „Polityka energetyczna Polski do roku 2040” określono, iż w ramach działalności badawczo-rozwojowej istnieje potencjał do niskoemisyjnego lub zeroemisyjnego wykorzystania węgla. Przykładem takiej technologii wykorzystania węgla jest jego zgazowanie – czyli rozkład termiczny przy użyciu małej ilości pary wodnej/tlenu do gazu syntezowego, który można wykorzystać do produkcji energii elektrycznej. Sprzyja to jednocześnie rozwojowi badań – w tym wypadku w zakresie konstrukcji wybranego reaktora rozwojowi metod modelowania numerycznego z zastosowaniem komputerowej mechaniki płynów CFD (zweryfikowanych i zwalidowanych). *Wybrane aspekty zgazowania węgla do zastosowania w niskoemisyjnych technologiach energetycznych*, „Mining-Informatics, Automation and Electrical Engineering”, R.59, 4, 2021, s. 40–46.

<sup>147</sup> Zgazowanie węgla to potencjalnie atrakcyjna technologia dla gospodarki Polski również z dwóch powodów. Dla sektora chemicznego oznacza możliwości dywersyfikacji bazy surowcowej, a przez to ograniczenia siły oddziaływania dostawców ropy naftowej i gazu ziemnego. Dla sektora górniczego oznacza wyjście ze swoimi produktami poza energetykę i hutnictwo, poszerzenie rynków zbytu czy możliwość wzrostu (utrzymania) poziomu wydobywania w dłuższej perspektywie. P. Czaja, K. Kwaśniewski, *Polski węgiel, energia i środowisko – szanse i zagrożenia*, „Rocznik Ochrony Środowiska”, 2016, s. 54.



także i Polska. Dalsze trwanie przy możliwości wykorzystania tego surowca rzutowałoby niekorzystnie na szeroko pojętą pozycję międzynarodową państwa. Wrażliwość na zagadnienia związane z ochroną środowiska naturalnego, w tym także kontekst zmian klimatycznych, właściwa jest dla całej Wspólnoty i zajmuje niezwykle istotne miejsce<sup>148</sup>. Potencjalne wysiłki na rzecz obejścia przyjętych celów poprzez dalsze wykorzystywanie energetyki węglowej nie znalazłoby zrozumienia i groziło ostracyzmem każdemu państwu członkowskiemu podejmującemu się takich praktyk. Wyraźnie nie sprzyja takim rozwiązaniom rachunek ekonomiczny. Wysokie koszty wydobywania węgla kamiennego w Polsce czynią surowiec pochodzący z rodzimych kopalń nieopłacalnym<sup>149</sup>. Korzystanie z niego przekładałoby się na drogą energię elektryczną, a to z kolei rzutowałoby na konkurencyjność całej gospodarki. Kontekst ekonomiczny ma prawo uchodzić tu za kluczowy determinant wskazujący na konieczność zachowania daleko posuniętego dystansu do sięgania po węgiel kamienny, szczególnie pochodzący z krajowych kopalń.

### 3.1.2. Węgiel brunatny

Sięganie po węgiel brunatny jako paliwo do produkcji energii elektrycznej niesie za sobą wszystkie reperkusje właściwe dla wykorzystania do tego celu pochodzącego z rodzimego wydobywania węgla kamiennego w wymiarze politycznym i społecznym. W pierwszym z nadmienionych obszarów jest ściśle powiązane z dążeniem do niezależności energetycznej jako działań na rzecz szeroko pojętego bezpieczeństwa państwa, natomiast w drugim dotyczy zabezpieczenia miejsc pracy.

Spółeczności lokalne często są silnie związane z znajdującą się w ich otoczeniu elektrownią i kopalnią, co w przypadku tego surowca i nieopłacalności jego transportu na dalsze odległości jest standardem. Obiekty te stanowią ważną część ich dziedzictwa historycznego i tożsamości. Są podstawowym źródłem zatrudnienia i wpływają na lokalną gospodarkę, a także

---

<sup>148</sup> Ma to odbicie w paradygmacie zrównoważonego rozwoju UE, gdzie jest ona wyrazem odpowiedzialności człowieka za powszechne dobra, zasoby Ziemi. Źródłem zrównoważonego rozwoju każdego kraju i regionu jest racjonalne korzystanie z zasobów naturalnych środowiska. E. Osuch-Rak, M. Proczek, *Zrównoważony rozwój w działalności UE – na przykładzie realizacji i monitorowania środowiskowych priorytetów Strategii Zrównoważonego Rozwoju*, „Studia Ecologiae et Bioethicae”, Warszawa, s. 210–213.

<sup>149</sup> Na efektywność wydobywania w Polsce składa się również przerost zatrudnienia w sektorze górniczym, jego mała automatyzacja wydobywania, jak i sytuacja cenowa węgla na świecie, co łącznie powoduje, iż jest jednym z najdroższych na świecie, co automatycznie powoduje również zwiększenie tańszego węgla w imporcie. Polska Izba Sprzedawców Węgla, [www.pigsw.pl](http://www.pigsw.pl), [dostęp: 06.11.2023].

na życie społeczne i kulturowe, co przekłada się na silne związki z tą branżą<sup>150</sup>. Siła jej oddziaływania jest trudna do przecenienia. Doskonale odzwierciedla to zamożność gmin, w których lokowane są te zakłady. Za przykład uchodzić może gmina Kleszczów koło Bełchatowa, w której liczba osób zatrudnionych jest wielokrotnie wyższa niż mieszkańców, a płacone przez kopalnie i elektrownie podatki pozwalają na finansowanie przedsięwzięć przekraczających możliwości innych wspólnot lokalnych np. dostęp do szeregu bezpłatnych usług, takich jak basen, posiłki i wakacje dla dzieci, prywatna opieka medyczna<sup>151</sup>.

Integracja wokół miejscowego przemysłu związanego z węglem brunatnym często wykracza poza zwykłe ramy obrony miejsc pracy. Wymiar polityczny ma tu szerszy wymiar niż nadmieniony wcześniej właściwy dla płaszczyzny społecznej. Konkretnym przykładem jest sytuacja wokół kopalni węgla brunatnego Turów w Bogatyni, która stała się źródłem znaczącego konfliktu między Polską a Czechami oraz Unią Europejską.

Dla Polski pozostaje nadal ważnym źródłem energii elektrycznej, dostarczając około 7% krajowej produkcji. Jest także znaczącym miejscem pracy, stanowiącym ważny element lokalnej gospodarki. Zamknięcie kopalni, a wcześniej ograniczenie jej działalności, będzie miało poważne skutki gospodarcze dla regionu, w tym utratę miejsc pracy. Ta sytuacja była przedmiotem protestów górników, którzy wyrażali swoje niezadowolenie i obawy związane z potencjalnym zamknięciem kopalni. Z drugiej strony, działalność kopalni w Turowie została zakwestionowana przez Czechy i Niemcy oraz Unię Europejską z powodu jej wpływu na środowisko. Sąsiednie państwa zgłaszały pretensje dotyczące negatywnego jej wpływu na lokalne środowisko, w tym obniżanie się poziomu wód gruntowych i zanieczyszczenie<sup>152</sup>.

---

<sup>150</sup> Na przykładzie kompleksu górniczo-energetycznego Bełchatów, gdzie kapitał społeczny jest rozumiany jako typ więzi łączącej pracowników najemnych w społeczność zakładową o silnej integracji, można zauważyć, iż mimo zmian w ostatnich latach: spółki utraciły osobowość prawną i zostały włączone do struktury organizacyjno-własnościowej PGE (Polska Grupa Energetyczna S.A.), spadła rola związków zawodowych – mimo tego procesy te nie wpłynęły istotnie na funkcjonowanie społecznych mechanizmów wspólnoty zakładowej. Formalne włączenie elektrowni i kopalni do hierarchicznej struktury koncernowej nie osłabiło więzi wspólnotowych, bez względu na ocenę długoterminową świadczy to o sile lokalnej społeczności. P. Ruszkowski, *Bełchatów: alternatywne scenariusze transformacji*, „Energetyka-Społeczeństwo-Polityka”, 2021, s. 4–13.

<sup>151</sup> To również gmina najbogatsza w kraju, co jest bezpośrednim wynikiem uiszczania przez kopalnie węgla brunatnego płatności publiczno-prywatnych do sfery publicznej na szczeblu skarbu państwa i jednostek samorządu terytorialnego. A. Kulawiak, A. Suliborski, *Przemiany społeczno-gospodarcze w gminie Kleszczów po uruchomieniu kopalni węgla brunatnego i Elektrowni Bełchatów oraz ich społeczna percepcja*, „Prace Komisji Geografii Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, 36(1), 2022, s. 93–94.

<sup>152</sup> Mimo zakończenia polsko-czeskiego sporu podpisaniem w dniu 3 lutego 2022 r. umowy kończącej spór pomiędzy ówczesnymi prezesami rady ministrów RP i Czech, zgodnie z którym skarga Czech zostanie wycofana z TSUE, późniejszymi powrotami do sprawy (postanowienie WSA w sprawie decyzji środowiskowej GDOŚ) konflikt ten ukazał jedną zasadniczą rzecz – zamknięcie elektrowni o mocy 2 GW (7% produkcji energii w Polsce) nie jest możliwe w krótkim czasie, a takie decyzje stoją w kontrze z ochroną środowiska bez długoterminowego planu transformacji regionu i jego mieszkańców wraz z zagospodarowaniem złoża odkrywkowego.

Europejski Trybunał Sprawiedliwości nałożył na Polskę karę finansową w wysokości 500 000 euro za dzień za niestosowanie się do nakazu zamknięcia kopalni<sup>153</sup>.

Ta sytuacja podkreśliła złożoność wyzwań związanych z odchodzeniem od wykorzystania węgla brunatnego. Z jednej strony wykazowała potrzebę ochrony miejsc pracy i zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, a z drugiej – konieczność dołożenia starań w zakresie troski o środowisko naturalne i przestrzegania zobowiązań międzynarodowych w zakresie ochrony klimatu<sup>154</sup>. Konflikt pokazał, jak trudne jest znalezienie równowagi między różnymi interesami i jak ważna jest współpraca międzynarodowa w rozwiązywaniu problemów środowiskowych i gospodarki na poziomie krajów, ale również z uwzględnieniem władz lokalnych<sup>155</sup>. Równocześnie wykazał, jak istotne jest znalezienie równowagi między tymi dwoma aspektami.

O ile określenie technicznych i politycznych aspektów wykorzystania węgla brunatnego pozwala na ocenę pomimo całej swej złożoności wad i zalet wyboru, o tyle wykorzystanie rzeczywistych kosztów korzystania z tego nośnika jest niezwykle skomplikowane i w praktyce niemożliwe do przeprowadzenia<sup>156</sup>.

### 3.2. Paliwa węglowodorowe

W kontekście paliw węglowodorowych, takich jak ropa naftowa czy gaz ziemny, decyzje dotyczące ich wykorzystania są ściśle powiązane z dostępnością zasobów,

---

<sup>153</sup> Mimo zapewnień strony rządowej, iż Polska nie zapłaci kary nałożonej w postanowieniu tymczasowym dotyczącym kopalni Turów, cała naliczona kara w wysokości 68,5 mln euro została potrącona w kilku transzach z przysługujących Polsce płatności (głównie programów operacyjnych oraz niewykonanie postanowień Izby Dyscyplinarnej w końcowym rozliczeniu). M. Kawczyńska, *Stosowanie i wykonalność środków tymczasowych w postępowaniach dotyczących naruszenia prawa unijnego przeciwko Polsce*, Warszawa 2022, s. 599–600.

<sup>154</sup> Odwołując się do przykładu Elektrowni Bełchatów i procesów dostosowawczych – mimo negatywnego wpływu na środowisko w postaci przekształcenia krajobrazu, zmiany w wodach podziemnych i dostępności gruntów, podjęto liczne działania ograniczające wpływ na środowisko – konieczne z powodu znacznego oddziaływania na środowisko. Wszystkie bloki Elektrowni Bełchatów posiadają instalacje odsiarczania spalin – emisja związków siarki została zredukowana o ponad 85%. Kotły elektrowni są wyposażone w elektrofiltry, których skuteczność odpylania wynosi 99,6%. O około 40% zredukowano także emisję tlenków azotu. Elektrownia Bełchatów spełnia obecne krajowe i unijne wymagania w zakresie ochrony środowiska w pełnym zakresie. *Węgiel brunatny*, Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, s. 14–16.

<sup>155</sup> Model konsultacji w postępowaniu pominął aspekt bezpośredniej współpracy prowadzonej na poziomie władz lokalnych. „Wielkoskalowy” sposób komunikacji burmistrza miasta i gminy Bogatynia z organami centralnymi, jak również wymagane pośrednictwo Generalnego Dyrektora Ochrony Środowiska upoważnionego do przejęcia konsultacji nie sprzyjał bezpośredniej komunikacji władz lokalnych usytuowanych w bezpośredniej bliskości geograficznej.

<sup>156</sup> Antagonizmy w ocenach mają charakter trwałe. Z jednej strony, to negatywne oddziaływanie na środowisko i zdrowie ludności, wyczerpywalność złóż oraz negatywna ekonomika transportu na duże odległości, z drugiej, to istotny gwarant bezpieczeństwa energetycznego, miejsca pracy i potencjał przetwórstwa na paliwa płynne i gazowe (gaz syntezowy i wodór) czy produkcję ekologicznego nawozu. Z. Kasztelewicz, M. Ptak, M. Sikora, *Węgiel brunatny optymalnym surowcem energetycznym dla Polski*, „Zeszyty Naukowe” nr 106, 2018, s. 61–84.

efektywnością technologiczną, wpływem na środowisko, a także z polityką energetyczną i gospodarczą kraju.

Pierwsza z nadmienionych kwestii w przypadku Polski odzwierciedla się w wymiarze strictly geopolitycznym, w tym w zależności od importu, dywersyfikacji źródeł energii oraz wpływie międzynarodowej polityki energetycznej. Nie dysponując znaczącymi własnymi złożami tych surowców, stoi przed wyzwaniem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego poprzez zróżnicowanie dostawców oraz źródeł zaopatrzenia<sup>157</sup>.

Realizacja celów dywersyfikacyjnych objęła inwestycje w infrastrukturę, taką jak terminal LNG w Świnoujściu, rozwój interkonektorów gazowych z sąsiednimi państwami<sup>158</sup>. Za ich pośrednictwem dostarczany jest surowiec przeladowywany w innych stacjach odbiorczych. Problemy z zaopatrzeniem w „błękitne paliwo” wynikały również z odejścia od sprowadzania surowca z Federacji Rosyjskiej przy jednoczesnej niemożności za sprawą zobowiązań związanych z ochroną środowiska naturalnego<sup>159</sup> i przeciwstawianiu się zmianom klimatycznym przejścia na inny rodzaj nośnika<sup>160</sup>.

Polska, podobnie jak wiele innych krajów europejskich, wykorzystuje gaz ziemny jako jeden z filarów swojego mixsu energetycznego. W kontekście transformacji energetycznej, gaz ziemny pełni rolę paliwa przejściowego, umożliwiającego stopniową redukcję zależności od węgla kamiennego i brunatnego, które są głównymi źródłami emisji CO<sub>2</sub> w kraju. Deficyt gazu ziemnego może więc znacząco wpłynąć na zdolność Polski do realizacji założonych celów klimatycznych i energetycznych.

---

<sup>157</sup> W rządowym dokumencie PEP2040 dodano czwarty filar – suwerenność energetyczną, co oznacza dynamiczne uniezależnianie krajowej gospodarki od źródeł importowych – ropy naftowej i gazu ziemnego, również węgla oraz pochodnych (LPG, olej napędowy, benzyna) z krajów objętych sankcjami gospodarczymi, a w szczególności Federacji Rosyjskiej – poprzez dywersyfikację dostaw, inwestycje w moce produkcyjne, rozwój OZE oraz efektywność energetyczną, *Polityka Energetyczna Polski do 2040 r.*, Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r., Warszawa 2021, s. 5.

<sup>158</sup> Uruchomienie gazoportu LNG w Świnoujściu miało zasadniczy wpływ na uniezależnienie się od dostaw gazu ziemnego z kierunku rosyjskiego (z ok. 89% w 2016 r., do 55% w 2021 r.), zmianę tę oprócz konfliktu zbrojnego na Ukrainie wymusiły również problemy z realizacją kontraktu z gazociągu Jamalskiego w okresie 2021–2022, czego efektem w maju 2022 roku było wypowiedzenie porozumienia gazowego z Rosją. Uruchomiono Baltic Pipe we wrześniu 2022 r., interkonektor Polska–Litwa GIPL oraz interkonektor Polska–Słowacja. Do końca 2022 r. w sektorze gazu ziemnego osiągnięto cel, jakim było wybudowanie infrastruktury umożliwiającej przesył surowca z kierunków alternatywnych wobec rosyjskiego. W. Hebda, *Rosyjska agresja militarna na Ukrainę a bezpieczeństwo Energetyczne Polski*, s. 118–120, [w:] A. Gruszczak *The War Must go On*, Kraków 2023.

<sup>159</sup> Poprzez założenia planu UE REpowerEU zakładającego docelowo całkowite wstrzymanie dostaw gazu z kierunku rosyjskiego do roku 2030, oprócz skokowego wzrostu importu LNG, kluczowym instrumentem ma być unijny pakiet Fit for 55, do którego Polska zobligowana jest się dostosować w ramach zielonej transformacji. A. Łoskot-Strachota, *Zmniejszenie importu gazu z Rosji o dwie trzecie, na czym polega unijny plan*, cire.pl [dostęp: 13.03.2022].

<sup>160</sup> Zmiana struktury poprzez ograniczenie zużycia gazu ziemnego w mixsie energetycznym opartym o OZE (produkcji energii dla nowych form transportu – wodoryzacji i elektryfikacji) pozwoliłaby przekierować nadwyżki na potrzeby jednostek bilansujących. T. Adamczewski, J. Maćkowiak-Pandera, *OZE może ograniczyć import paliw*, Forum Energii 2023, granzielone.pl, [dostęp: 02.12.2022].

Pierwszym aspektem problemu jest ograniczenie możliwości elastycznej regulacji systemu energetycznego. Gaz ziemny ze względu na swoje właściwości, takie jak szybka możliwość uruchomienia i zatrzymania elektrowni gazowych, odgrywa kluczową rolę w balansowaniu systemu energetycznego, szczególnie w kontekście rosnącej roli niestabilnych źródeł odnawialnych, takich jak energia wiatrowa i słoneczna. Deficyt gazu może ograniczyć zdolność do szybkiego reagowania na zmiany w produkcji energii z odnawialnych źródeł, co z kolei może wpłynąć na stabilność i bezpieczeństwo dostaw energii.

Drugim istotnym aspektem jest opóźnienie w wycofaniu się z węgla. Polska, z jej dużą zależnością od węgla, planuje stopniowe przechodzenie na bardziej ekologiczne źródła energii, w tym gaz ziemny. Deficyt gazu ziemnego może spowodować, że proces ten zostanie opóźniony, co z kolei przedłuży okres, w którym Polska pozostaje jednym z głównych europejskich emitentów CO<sub>2</sub>.

Kolejnym problemem jest wpływ na rozwój infrastruktury gazowej. Inwestycje w infrastrukturę gazową, taką jak magazyny gazu, rurociągi czy terminale LNG, są kluczowe dla dywersyfikacji dostaw i zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego Polski. Deficyt gazu może ograniczać możliwość realizacji tych inwestycji, co wpłynie zarówno na bezpieczeństwo energetyczne, jak i na zdolność do szybkiego reagowania na zmieniające się warunki rynkowe.

Ostatnim aspektem jest ryzyko związane z zewnętrzną zależnością energetyczną. Polska, mimo działań na rzecz dywersyfikacji źródeł dostaw gazu, wciąż jest w znacznym stopniu zależna od importu. Deficyt gazu ziemnego może zwiększyć tę zależność, szczególnie w kontekście niestabilności geopolitycznej i rynkowej, co może negatywnie wpłynąć na proces transformacji energetycznej.

Podsumowując, należy stwierdzić, że deficyt gazu ziemnego w Polsce stanowi istotne wyzwanie dla transformacji energetycznej kraju, wpływając na stabilność systemu energetycznego, tempo redukcji emisji CO<sub>2</sub>, rozwój infrastruktury gazowej, a także na niezależność energetyczną. Rozwiązanie tego problemu wymaga zintegrowanych działań na wielu poziomach, włączając dywersyfikację dostaw, rozwój technologii magazynowania energii, oraz zwiększenie inwestycji w odnawialne źródła energii.

W kontekście dostaw ropy naftowej, Polska stoi przed wyzwaniami technologicznymi i logistycznymi związanymi z potrzebą dywersyfikacji źródeł importu po rezygnacji z importu z Rosji<sup>161</sup>. Rodzime rafinerie, przede wszystkim PKN Orlen oraz gdański Lotos będący już też

---

<sup>161</sup> Kluczową rolę w zmianie kierunków dostaw ma rozbudowa Naftoportu w Gdańsku. PERN zwiększył o połowę przeladunek ropy naftowej w porównaniu do roku 2022 (37 mln ton). „To efekt reorientacji dostaw surowca i

jego częścią, zostały zaprojektowane i wyposażone w technologie optymalizujące przerób ropy zasiarczonej, takiej jak Ural. Te rafinerie, skonfigurowane do pracy z określonymi rodzajami surowca<sup>162</sup>, musiały zmierzyć się z koniecznością adaptacji do innych gatunków ropy, co wiązało się z istotnymi inwestycjami i wyzwaniem technologicznymi oraz transportowymi. Zmiana gatunków ropy naftowej na te o niższej zawartości siarki, jak Arabian Light, wymagała dostosowania procesów rafineryjnych, co było zadaniem pod względem inwestycyjnym i zaopatrzeniowym kosztownym i czasochłonnym. Różnice w charakterystykach chemicznych surowca, takie jak zawartość siarki, gęstość czy skład frakcyjny, mają bezpośredni wpływ na procesy technologiczne, takie jak destylacja, krawing czy hydrokrawing, a także na wymagania dotyczące oczyszczania produktów końcowych<sup>163</sup>.

Dodatkowo, kwestia dostępności i kosztów alternatywnych źródeł ropy naftowej stanowiła wyzwanie dla polskiego sektora energetycznego. Choć Arabia Saudyjska jest jednym z największych eksporterów ropy na świecie, dostawy Arabian Light nie zawsze odpowiadały potrzebom polskich rafinerii pod względem zakresu produktów końcowych oraz cen<sup>164</sup>. W konsekwencji, Polska musiała poszukiwać innych źródeł dostaw, takich jak ropa z Norwegii, Stanów Zjednoczonych czy krajów Afryki Zachodniej, co wiązało się z koniecznością renegocjacji umów handlowych<sup>165</sup> oraz dostosowania logistyki transportu surowca.

W kontekście globalnego rynku ropy naftowej, dywersyfikacja źródeł dostaw pozornie wydaje się być kluczowym elementem zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Warunkiem jest jednakże zachowanie daleko posuniętej elastyczności technologicznej oraz

---

paliw do Polski wywołany toczącą się na Ukrainie wojną i odejście od rosyjskich węglowodorów, co jest zjawiskiem ogólnoeuropejskim” – wyp. PERN dla [energetyka24.com](http://energetyka24.com), [dostęp: 19.01.2024].

<sup>162</sup> W praktyce to zmiana surowca wsadowego z ropy typu REBCO (Russian Export Blend Crude Oil z Zachodniej Syberii i Uralu) na lżejsze i słodsze gatunki ropy naftowej (np. z krajów arabskich lub USA). Wysiłek inwestycyjny jednak jest uzasadniony – oprócz dywersyfikacji dostaw umożliwia zwiększenie uzysków w procesie rafinacji, a co za tym idzie zwiększenie produkcji tzw. destylatów średnich (oleju napędowego). M. Mróz, *Kształtowanie współczesnego bezpieczeństwa energetycznego Polski – Analiza empiryczna na przykładzie rynku ropy naftowej*, „Myśl Ekonomiczna i Polityczna”, 2022, s. 55.

<sup>163</sup> Koszt dywersyfikacji w GK ORLEN na przykładzie wyniku skonsolidowanego za pierwsze półrocze 2022 (2,9 mld zł) wynosił 2,8 mld zł, co pokazuje istotną rolę procesu produkcyjnego i jego produktów finalnych w kształtowaniu zysków koncernu – specjalizacja w ropie typu REBCO – stosunkowo słabej jakości pozwalała na osiąganie dużych przychodów pomiędzy zakupem ropy a sprzedażą tego, co zostało z niej wyprodukowane, realizując mechanizm tzw. dyferencjału. P. Maciążek, *Orlen ograniczył zużycie rosyjskiej ropy o 20% co kosztowało spółkę 3 mld zł. Grupa kontynuuje dywersyfikację dostaw do Polski*, [strefainwestorow.pl](http://strefainwestorow.pl), [dostęp: 05.08.2022].

<sup>165</sup> Obecnie polskie koncerny naftowe sprowadzają ropę naftową nie tylko na podstawie kontraktów długoterminowych – jak w przypadku rurociągu „Przyjaźń”, ale również zakupów spotowych. W przypadku kluczowego podmiotu ORLEN długoterminowe dostawy gwarantuje kontrakt z Saudi Aramco oraz brytyjskim bp ze złóż lokalnych na morzu północnym. Zakupy spotowe to norweskie złoża, jak Forties, Oseberg czy Ekofisk, z kierunku Afryki Zachodniej to Forcados i Bonny Light, a z USA to gatunki WTI, Bakken i Mars, *Dywersyfikacja ropy naftowej*, [orlendlapolski.pl](http://orlendlapolski.pl), 2023.

zdolności adaptacyjnych rafinerii, aby mogły efektywnie przetwarzać różnorodne gatunki ropy, jednocześnie zachowując konkurencyjność cenową produktów końcowych na rynku krajowym. Proces ten wymaga również uwzględnienia aspektów logistycznych związanych z transportem ropy naftowej z różnych regionów świata, co ma bezpośredni wpływ na koszty i efektywność dostaw.

Tak więc zmiana linii dostaw ropy naftowej do Polski z Rosji na inne źródła stanowiła wyzwanie, które wymagało nie tylko inwestycji finansowych, ale także znaczących dostosowań technologicznych w rafineriach oraz przemysłanych decyzji w zakresie zarządzania łańcuchem dostaw. Znalezienie optymalnych rozwiązań w tym kontekście wymagało holistycznego podejścia, uwzględniającego aspekty technologiczne, ekonomiczne i logistyczne<sup>166</sup>.

W kontekście poszukiwania nowych kierunków zaopatrzenia w ropę naftową, Polska, a w szczególności PKN Orlen, musi stawić czoła szeregowi wyzwań globalnych, które mają bezpośredni wpływ na koszty i stabilność dostaw<sup>167</sup>. Zmiana linii dostaw surowca z Rosji na inne źródła, choć strategiczna, niesie za sobą złożone konsekwencje w wymiarze międzynarodowym, politycznym oraz ekonomicznym.

Jednym z nich jest polityka państw OPEC, mających znaczący wpływ na światowe ceny ropy naftowej. Jest ona kluczowym czynnikiem w kształtowaniu globalnych rynków surowców energetycznych. OPEC, poprzez kontrolowanie poziomu produkcji swoich członków, wpływa na podaż ropy na rynku, co bezpośrednio przekłada się na ceny. Zmiany w polityce OPEC, na przykład decyzje o ograniczeniu produkcji, mogą prowadzić do wzrostu cen ropy, co z kolei wpływa na koszty dla koncernów takich jak ORLEN.

Sankcje gospodarcze nakładane na niektóre kraje członkowskie OPEC, takie jak Iran czy Wenezuela, również mają wpływ na globalny rynek ropy naftowej. Sankcje te ograniczają dostęp do surowca z tych krajów, co może prowadzić do zaburzeń w podaży i wzrostu cen na rynku światowym. Polska, jako część wspólnoty międzynarodowej, musi uwzględniać te aspekty w swojej strategii zaopatrzenia w ropę naftową.

---

<sup>166</sup> Efekt przekształceń to nowy model importu ropy naftowej do Polski. Do minimum zredukowano znaczenie drogi lądowej opartej o rurociąg „Przyjaźń” na rzecz drogi morskiej. W. Hebda, *Zerwana „Przyjaźń” – czy rosyjska ropa już nie popłynie do Polski?*, Kraków 2023, s. 1–4.

<sup>167</sup> Na przykładzie importu z KAS (Królestwo Arabii Saudyjskiej) rozkład akcentów bezpieczeństwa i cen ma szczególne znaczenie: dla KAS ropa naftowa pozostaje podstawowym dobrem eksportowym, a zatem utrzymywany jest wysoki poziom cenowy surowca dla bilansowania kosztów rozwoju kraju, w zakresie bezpieczeństwa dostaw produkcję destabilizują ataki na infrastrukturę wytwórczą przez podmioty subpaństwowe (np. ruch Huti w Jemenie, ale również rywalizację geopolityczną z Iranem). K. Wysokiński, *Potencjalne wyzwania dla dostaw ropy naftowej do Polski z kierunku saudyjskiego*, Raport Ośrodka Badań Azji, Centrum Badań nad Bezpieczeństwem Akademii Sztuki Wojennej ASW 2023, s. 10–30.

Polityka klimatyczna Unii Europejskiej, mająca na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych i promowanie odnawialnych źródeł energii, również ma wpływ na działalność firm energetycznych w Polsce. Wymogi unijne dotyczące odejścia od paliw kopalnych gospodarki wymagają od firm, takich jak Orlen, stopniowego przebranzowienia<sup>168</sup>.

Podsumowując, poszukiwanie nowych kierunków zaopatrzenia w ropę naftową przez Polskę i koncern Orlen jest procesem złożonym, który wymaga nie tylko odpowiednich decyzji inwestycyjnych i technologicznych, ale także umiejętnego nawigowania w dynamicznym krajobrazie geopolitycznym i rynkowym<sup>169</sup>. Osiągnięcie równowagi między bezpieczeństwem energetycznym, ochroną środowiska i spełnieniem międzynarodowych zobowiązań jest kluczowe dla zapewnienia stabilności i zrównoważonego rozwoju polskiego sektora energetycznego.

### 3.3. OZE

Wybór odpowiednich technologii OZE<sup>170</sup> musi być zgodny z celami energetycznymi kraju. Oznacza to nadanie czynnikowi politycznemu wiodącej roli, gdyż to on wytycza te rezultaty. Prawidłowość ta może uchodzić za podstawową dyferencję w kryteriach doboru między surowcami kopalnymi a energetyką odnawialną. Oczywiście i w tradycyjnych paliwach może mieć on kluczowe znaczenie, to jednakże posiada je zawsze. Wynika to z różnic w pozycji wyjściowej<sup>171</sup>. W kontekście istniejących wcześniej rozwiązań i

---

<sup>168</sup> Dotychczasowy linearny model biznesowy spółek sektora naftowo-petrochemicznego wymaga stopniowej przemiany i wprowadzenia modelu zintegrowanego koncernu multienergetycznego, co oznacza z jednej strony osiągnięcie doskonałości operacyjnej w dotychczasowej działalności, z drugiej rozwoju perspektywicznych obszarów transformacji energetycznej – OZE, niskoemisyjnej energetyki konwencjonalnej, energetyki jądrowej, nowych technologii w transporcie, recyklingu, biopaliw i gospodarki wodorowej. *Polityka klimatyczna Grupy ORLEN*, Warszawa 2023, s. 2–15.

<sup>169</sup> Realizacja celu w odniesieniu do Grupy ORLEN ma charakter długoterminowy ze względu na uwarunkowania rozwoju technologicznego oraz kontekstu regulacyjno-prawnego. Cele końcowe – w perspektywie roku 2030 to ograniczenie absolutnej emisji w segmentach rafinerii, petrochemii i wydobywania na wszystkich aktywach o 25%, zmniejszenie intensywności emisji w energetyce o 40% oraz ograniczenie intensywności emisji netto o 15%, docelowo w perspektywie roku 2050 osiągnięcie stanu Net Zero – neutralności emisyjnej zgodnie z porozumieniem paryskim. *Ibidem*, s. 26.

<sup>170</sup> Odwołując się do jednej z definicji OZE to „źródło wykorzystujące w procesie przetwarzania energię wiatru, promieniowania słonecznego, geotermalną, fal, prądów i pływów morskich, spadku rzek oraz energię pozyskiwaną z biomasy, biogazu wysypiskowego, a także biogazu powstałego w procesach odprowadzania lub oczyszczania ścieków albo rozkładu składowanych szczątków roślinnych i zwierzęcych”. *Pojęcia stosowane w statystyce publicznej*, Główny Urząd Statystyczny.

<sup>171</sup> W tym wypadku można założyć, iż OZE nie ma tła historycznego w porównaniu ze źródłami konwencjonalnymi, gdyż jego dynamiczny rozwój wynikał raczej z uwarunkowań wprowadzanych polityk w już rozwiniętych przemysłowo gospodarkach w celu realizacji celów klimatycznych. Pierwsze dokumenty dotyczące energetyki odnawialnej w Polsce uwiarydliły się w latach 90. i to z poziomu inicjatyw oddolnych, później samorządowych i rządowych, a wyjściowym strategicznym celem polskiej energetyki była rządowa Strategia Rozwoju Energetyki Odnawialnej (2001). M. Ignarska *Odnawialne źródła energii w Polsce*, „Poliarchia,



technologii<sup>172</sup> dokonywany wybór sprowadza się w znakomitej większości do wskazań między kontynuacją korzystania z jednych źródeł wytwórczych i modernizacji czy zastąpieniu innych<sup>173</sup>. Zależność od decyzji władz państwowych zachodzi tu w każdej wskazanej, głównie w ostatniej tworzy nową jakość i wskazuje drogę rozwoju. Dopiero na tym etapie pojawiają się wymagające rozstrzygnięć kwestie balansu między uwarunkowaniami przyrodniczymi, ekonomicznymi czy społecznymi.

Te aspekty, choć wydają się być na pierwszy rzut oka oddzielone od sfery politycznej, są ściśle z nią powiązane i uzależnione od decyzji rządowych i legislacyjnych.

Uwarunkowania przyrodnicze, obejmujące aspekty takie jak warunki klimatyczne, geograficzne oraz dostępność naturalnych zasobów, wymagają dogłębnej analizy i prognozowania, które często wykracza poza ramy tradycyjnych metod oceny i prowadzi do poszukiwania innowacyjnych rozwiązań technologicznych. Pierwsze z nadmienionych są fundamentalne przy wyborze odpowiednich technologii OZE. Na przykład, wysokie nasłonecznienie stwarza dogodne warunki dla instalacji paneli fotowoltaicznych<sup>174</sup>, natomiast regiony o silnych wiatrach są bardziej odpowiednie dla farm wiatrowych<sup>175</sup>. Zmienność klimatu, jak na przykład długotrwałe okresy suszy lub zmiana częstotliwości i intensywności wiatru, może wpłynąć na efektywność i wydajność tych technologii. Zatem, prognozowanie zmian klimatycznych jest kluczowe dla planowania inwestycji w OZE oraz dla oceny ich długoterminowej żywotności i efektywności. Jak wspomniano, także geografia regionu ma

---

Czasopismo naukowe Wydziału Studiów Międzynarodowych i Politycznych Uniwersytetu Jagiellońskiego” 2013 s. 58.

<sup>172</sup> Począwszy od poprzedniego stulecia elektrownie oparte na węglu powstawały dzięki postępowi i metodom zastosowanej produkcji, bloków energetycznych o mocy 200 MW powstało w Polsce ponad 60, z czego pierwszy oddano do użytku w 1961 r. w Turowie, a ostatni w 1983 r. w Połańcu. T. Elźbieciak *Stare Elektrownie dostaną trzecie życie?* [www.wysokienapiecie.pl](http://www.wysokienapiecie.pl), [dostęp: 15.03.20203].

<sup>173</sup> Transformacja energetyczna pomimo wieloscenariuszowego udziału OZE jest pojmowana jako jedna z głównych alternatyw do paliw kopalnych, co wynika z ich szczególnych cech – niewyczerpywalnego charakteru, decentralizacji produkcji energii, taniego kosztu pozyskania energii ze względu na postęp technologiczny. K. Tomaszewski, A. Sekściński, *Odnawialne źródła energii w Polsce – Perspektywa lokalna i regionalna*, „Rynek Energii”, nr 4/2020, s. 10.

<sup>174</sup> Roczna gęstość promieniowania słonecznego w Polsce na płaszczyznę poziomą waha się od 950 do 250 kWh/m<sup>2</sup>, natomiast średnie nasłonecznienie wynosi 1600 godzin na rok. Najlepsze warunki słoneczne występują w Polsce południowo-wschodniej oraz centralnej. Do obszarów słabiej nasłonecznionych należy m.in. Śląsk, Polska północno-wschodnia i wybrzeże. W skali roku północne rejony Polski otrzymują o około 9% mniej energii słonecznej niż południowe. M. Sobolewski *Perspektywy wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, Kancelaria Sejmu 2010, s. 283–284,

<sup>175</sup> Wybór lokalizacji elektrowni wiatrowej to zasoby energetyczne wiatru występujące się na podstawie pomiarów prędkości wiatru i częstotliwości powtarzania się poszczególnych prędkości, a następnie procentowy czas występowania wiatru o określonych prędkościach w okresie roku i efekcie potencjalna produkcja energii przez elektrownię wiatrową. Istotny wpływ na zasoby energetyczne wiatru ma ukształtowanie terenu oraz jego pokrycie – do pozyskiwania energii wiatru szczególnie predestynowane są wierzchołki wznieścień, przełęcz i osi równoległej i grzbiety o osi prostopadłej do przeważającego kierunku wiatru. P. Hektus *Uwarunkowania przestrzenne lokalizacji elektrowni wiatrowych w Wielkopolsce*, „Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna”, 2017, s. 201–205.

istotny wpływ na możliwości wykorzystania poszczególnych technologii OZE. Tereny górzyste, nadmorskie czy obszary o bogatych zasobach wód słodkich będą miały różne preferencje co do rodzaju OZE<sup>176</sup>. Na przykład, kraje z dużymi powierzchniami płaskich terenów mogą lepiej wykorzystać farmy słoneczne, podczas gdy regiony górskie mogą skorzystać z potencjału hydroenergetycznego. Również dostępność przestrzeni dla dużych instalacji, takich jak farmy wiatrowe czy słoneczne, jest ważnym czynnikiem, szczególnie w gęsto zaludnionych lub ekologicznie wrażliwych obszarach. Istotnym elementem pozostaje też dostępność i rodzaj naturalnych zasobów, który również determinuje wybór technologii OZE. Na przykład, kraje bogate w zasoby geotermalne mogą skoncentrować swoje wysiłki na rozwijaniu technologii geotermalnej<sup>177</sup>. Podobnie kraje posiadające duże zasoby biomasy mogą rozważać jej wykorzystanie jako źródło energii odnawialnej. Należy przy tym uwzględnić wymogi środowiskowe. Jako nieakceptowalne traktować należy pozyskiwanie materiału z naturalnych pozarolniczych zasobów np. karczowanie lasów. Sięganie po biomasę musi być zrównoważone i nie powinno prowadzić do degradacji środowiska naturalnego czy zmniejszenia bioróżnorodności<sup>178</sup>.

Decyzje dotyczące OZE wymagają nie tylko analizy aktualnych warunków, ale również prognozowania przyszłych zmian. Wymaga to innowacyjnego podejścia, które często wykracza poza tradycyjne metody. Rozwój nowych technologii, takich jak pływające farmy wiatrowe czy zaawansowane technologie magazynowania energii, może umożliwić efektywne wykorzystanie OZE w mniej oczywistych lub trudniejszych warunkach<sup>179</sup>. Ponadto, postępy w

---

<sup>176</sup> Strefy energetyczne wiatru w Polsce to region centralny oraz wybrzeże i region suwalski, natomiast mniej korzystne warunki panują na południu kraju, na podst. E. Saran *Odnawialne źródła energii w Polsce*, „Technika Poszukiwań Geologicznych. Geotermia. Zrównoważony Rozwój”, 2013 s. 22.

<sup>177</sup> Opłacalność inwestycji z geotermii spełniać jednak musi podstawowy warunek geologiczny, czyli gdy do głębokości 2 km temperatura osiąga 65 stopni Celsjusza, a zasolenie nie przekracza 30 g/l. Co ważne, w Polsce optymalne warunki geotermalne pokrywają się z obszarami o dużym zagęszczeniu ludności, najbardziej korzystne tereny to niecka podhalańska, okręg mazowiecki oraz szczeciński, Mazowiecka Agencja Energetyczna, <https://www.mae.com.pl/oferta-mae/baza-wiedzy/odnawialne-zrodla-energii/energia-geotermalna>.

<sup>178</sup> Sam bilans emisji CO<sub>2</sub> jest zerowy – tyle się go emituje do atmosfery, ile rośliny pobierają w procesie fotosyntezy. Jednakże plantacje energetyczne mogą powodować powstawanie wielkoobszarowych monokultur, co jest niekorzystne dla środowiska, ograniczać lub wręcz eliminować bioróżnorodność i wyjaławiać gleby. I. Romanowska-Słomka, J. Mirosławski, W. Tomaszewski, *Biomasy-charakterystyka-ochrona środowiska-zagrozenia dla zdrowia pracowników*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach”, 2019, s. 105–110.

<sup>179</sup> Dotyczy to również samej efektywności energetycznej inwestycji, na przykładzie rozwoju elektrowni wiatrowych to zwiększenie wydajności mocy turbin. 10 lat temu moc pojedynczej turbiny wynosiła ok 2 MW. Aktualnie na lądzie wdrażane są turbiny o mocy ponad 5 MW. Dużo większą wydajność posiadają obiekty wiatrowe przeznaczone do instalacji na morzu. Tam średnia moc wynosi obecnie 12 MW, zaś w 2035 r. przewiduje się, że wyniesie ona 17 MW. *Węgiel + Wiatr OZE i Źródła konwencjonalne dla bezpieczeństwa energetycznego Polski*, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2022, s.11.

dziedzinie danych i modelowania przewidywań mogą pomóc w dokładniejszym prognozowaniu efektywności różnych technologii OZE w danym środowisku<sup>180</sup>.

Z kolei uwarunkowania ekonomiczne, obejmujące koszty inwestycji, rentowność oraz potencjalne korzyści ekonomiczne, stają się często determinującymi czynnikami w procesie wyboru OZE. Nakłady na nowe źródła wytwórcze są zazwyczaj wyższe w porównaniu z tradycyjnymi, co wynika z potrzeby stosowania nowoczesnych technologii oraz często skomplikowanych wymagań infrastrukturalnych. Nowe przedsięwzięcia w tym obszarze obejmują nie tylko same urządzenia, takie jak turbiny wiatrowe czy panele fotowoltaiczne, ale również infrastrukturę towarzyszącą, na przykład systemy magazynowania energii czy modernizację sieci przesyłowych<sup>181</sup>.

Kolejnym aspektem związanym z analizą kosztową są prognozy dotyczące rentowności inwestycji w OZE, które są złożone i wymagają uwzględnienia wielu czynników, takich jak przewidywane ceny energii, koszty utrzymania, efektywność technologii oraz potencjalne zmiany w polityce rządowej i regulacjach środowiskowych<sup>182</sup>. Opłacalność projektów jest również silnie powiązana z polityką cenową energii i subsydiami rządowymi, które mogą znacząco wpływać na ekonomiczną atrakcyjność inwestycji<sup>183</sup> w odnawialne źródła energii<sup>184</sup>.

Potencjalne korzyści ekonomiczne wynikające z inwestycji w OZE są szerokie i wielowymiarowe. Oprócz bezpośrednich korzyści, takich jak produkcja energii, projekty te mogą przynosić korzyści pośrednie, na przykład poprzez tworzenie miejsc pracy w sektorze

---

<sup>180</sup> Na przykładzie paneli PV modele przewidywań produkcji prognozują narzędzia sztucznej inteligencji takie jak Prophet (narzędzie analityczne facebook będący skomplikowanym aparatem matematycznym opartym na sieciach neuronowych z możliwością szybkiej i stosunkowo łatwej do uzyskania prognozy. *Time Series Forecasting with Facebook Prophet*, <https://www.evergreeninnovations.co/time-series-forecasting-with-facebook-prophet/>.

<sup>181</sup> Ze względu na duże rozproszenie źródeł OZE niezbędne są szybkie decyzje inwestycyjne w modernizację i rozwój sieci przesyłowych i dystrybucyjnych zwłaszcza w odniesieniu do mikroinstalacji, które ze względu na dużą ich liczbę wpływa na duży lokalny wzrost mocy, oraz do destabilizacji ich napięcia i co za tym idzie awarii. K. Sobieraj, *Wyzwania w zakresie wdrażania unijnej polityki klimatycznej w dobie kryzysu energetycznego na przykładzie odnawialnych źródeł energii*, „Gdańskie Studia Prawnicze”, 044/2023, s.130.

<sup>182</sup> W szczególności sytuacja ta odnosi się na przykładzie Polski do rozwoju farm wiatrowych i jego historii zmian w ustawach rządowych – od wprowadzenia mocą ustawy tzw. zasady H10 (10-krotnej wysokości wiatraka od jego podstawy do wysokości łopaty od reszty zabudowań) w roku 2016, poprzez jego niepełną nowelizację w marcu 2023 (700 metrów odległości na podstawie planu zagospodarowania przestrzennego JST), do projektów zmiany ustawy w listopadzie 2023 przy procedowaniu de facto innej ustawy w celu wyhamowania wzrostu cen energii – całość tych działań w okresie od roku 2016 zamroziła możliwość rozwoju OZE z farm wiatrowych na lądzie, co jest oceniane jako decyzja niezrozumiała i ukazała, jak legislacja może wprost wpłynąć na działalność lub zahamowanie sektora produkcji OZE.

<sup>183</sup> W programie Mój Prąd, który rząd skierował do osób fizycznych wytwarzających energię na własne potrzeby w mikroinstalacji PV, można uzyskać kwotę pokrywającą do 50% kosztów kwalifikowanych, która wynosi nawet 5000 zł. Dotacja ta jest zwolniona z podatku PIT i daje możliwość zastosowania ulgi termomodernizacyjnej. W ciągu 15 miesięcy trwania programu wyczerpano budżet w wysokości 1,1 mld zł, a w 2020 r. dzięki temu przyłączono około 320 tys. nowych mikroinstalacji fotowoltaicznych. D. Burzyńska *Dylematy atrakcyjności podmiotów prywatnych w odnawialne źródła energii*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 2023, s. 10.

OZE<sup>185</sup> oraz stymulowanie lokalnego rozwoju gospodarczego. Ponadto, inwestycje w OZE mogą przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju poprzez dywersyfikację źródeł energii i zmniejszenie zależności od importowanych paliw kopalnych<sup>186</sup>.

Elementem wchodzącym w zakres analizy ekonomicznej są nie tylko koszty i przychody z tytułu prowadzonej działalności, lecz także w ostatnim z nadmienionych obszarów rządowe strategie wspierające rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce, takie jak ulgi podatkowe, dotacje czy gwarantowane taryfy, są niezbędne w kontekście transformacji energetycznej i przeciwdziałania deficytowi gazu ziemnego. Te środki stymulacyjne mają za zadanie nie tylko obniżyć początkowe bariery wejścia na rynek OZE, ale także zapewnić stabilne i przewidywalne warunki dla inwestorów oraz przyczynić się do zrównoważonego rozwoju gospodarczego.

Jednakże wsparcie rządowe dla OZE może również stwarzać pewne zagrożenia, zwłaszcza w kontekście liberalnych zasad rynkowych<sup>187</sup>. Pierwszym z nich jest potencjalne wypaczenie mechanizmów rynkowych. Gwarantowane taryfy czy dotacje mogą prowadzić do nierównowagi na rynku energii, faworyzując określone technologie kosztem innych, być może bardziej efektywnych w dłuższej perspektywie. Może to stworzyć sytuację, w której rząd poprzez swoją politykę decyduje o kierunkach rozwoju technologicznego, zamiast pozostawić to mechanizmom rynkowym<sup>188</sup>.

---

<sup>185</sup> Wg szacunków Międzynarodowej Agencji Energetycznej MAE sektor OZE przekracza o ponad 50% ilość miejsc pracy w stosunku do sektora źródeł energii konwencjonalnej, sprzyja temu również dywersyfikacja zawodów wokół tego sektora – od handlowych, poprzez inżynierskie na pracownikach fizycznych kończąc.

<sup>186</sup> Rozszerzając zagadnienie, należy dodać, iż działaniem na rzecz bezpieczeństwa energetycznego, którego przejawem jest dywersyfikacja o źródła OZE, jest budowa generacji rozproszonej – czyli mikroinstalacji wytwórczych, co zmniejsza ryzyko kumulacji produkcji w jednym źródle wytwórczym, a co za tym idzie, wpływa na poziom stabilności i bezpieczeństwa sektora wytwórczego energii elektrycznej, M. Zajączkowska, *Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne Polski. Wybrane aspekty*, „Horyzonty Polityki”, 11/2020 Kraków 2020, s. 152–163.

<sup>187</sup> Również sektor bankowy dostrzega problem w poziomie dofinansowania do OZE, które jeżeli dotyczy – tak jak w przypadku inwestycji w farmy wiatrowe ok. 50% wkładu i jest uzależniony od systemu wsparcia, oznacza to taki sam procent ryzyka w ocenie scoringowej przy udzielaniu finansowania. Ł. Trzpił, *Większe dofinansowanie OZE = wyższe ryzyko dla banków*, Energy Desk DnB Nord Polska, za: globenergia.pl, [dostęp: 02.08.2023].

<sup>188</sup> W Polsce podobnie jak na zliberalizowanych rynkach funkcjonuje model oparty na koszcie krańcowym wytworzenia energii – cena jest wypadkową popytu i podaży w cyklu godzinowym, co powoduje, iż pierwszeństwo sprzedaży na giełdzie mają źródła tańsze – czyli OZE, a to powoduje nieopłacalność pracy źródeł droższych niekonwencjonalnych i hamuje ich opłacalność, a co za tym idzie wysiłki modernizacyjne. Te same źródła OZE w okresie niedoboru mocy oraz zbyt małej dyspozycyjności elektrowni węglowych mogą prowadzić do tzw. *scarcity pricing* – nadmiernego dużego wzrostu cen. Nie jest możliwe zatem dokładne i łatwe zbilansowanie popytu i podaży przez OSP, dodatkowo system zachęt w postaci taryf gwarantowanych lub akcji z kontraktami różnicowymi oraz regulacje rynku mocy utrudniają bilansowanie rynku w ustaleniu ceny rynkowej. Dodatkowo kryzys paliwowy doprowadził do znacznych różnic między ceną domknięcia rynku a ceną z OZE o niewielkich kosztach operacyjnych. M. Bukowski, K. Kobyłka, *Nowy Paradygmat. Dlaczego energetyka potrzebuje konkurencji?*, Warszawa 2022, s. 28–31.

Kolejnym potencjalnym problemem jest ryzyko tworzenia zależności sektora OZE od wsparcia rządowego. Jeśli branża stanie się zbyt uzależniona od dotacji i innych form wsparcia, może to ograniczyć jej zdolność do innowacji i efektywności kosztowej. Długoterminowo może to prowadzić do sytuacji, w której sektor OZE nie będzie w stanie konkurować bez ciągłego wsparcia państwa, co jest sprzeczne z zasadami wolnego rynku i samodzielności finansowej<sup>189</sup>.

Ponadto istnieje zagrożenie kierowania wsparcia rządowego do podmiotów, które nie są gwarantem ich najlepszego zagospodarowania. Może być to nieefektywnie rozdzielane, faworyzujące pewne grupy interesu lub projekty, które niekoniecznie są najbardziej efektywne z punktu widzenia redukcji emisji czy kosztów. W liberalnym ujęciu rynek sam w najlepszy sposób alokuje zasoby, a interwencje rządowe mogą prowadzić do suboptymalnych rozwiązań.

W konkluzji, analiza ekonomiczna doboru OZE jest procesem kompleksowym, wymagającym zintegrowanego podejścia, które uwzględnia nie tylko bezpośrednie koszty i korzyści, ale także szeroki kontekst makroekonomiczny i polityczny. W tym kontekście rządowe strategie wspierające rozwój OZE odgrywają niezbędną rolę w kształtowaniu ekonomicznej wykonalności i atrakcyjności inwestycji w odnawialne źródła energii, a także w promowaniu zrównoważonego rozwoju energetycznego. Niemniej muszą być one efektywne, sprawiedliwe i zgodne z długoterminowymi celami gospodarczymi i środowiskowymi kraju.

Akceptacja społeczna odgrywa kluczową rolę w procesie implementacji projektów odnawialnych źródeł energii. Zdolność do zyskania wsparcia i pozytywnego nastawienia społeczeństwa jest niezbędna dla powodzenia tych inicjatyw. Na przykład, w przypadku farm wiatrowych lokalne społeczności mogą wyrażać obawy związane z wpływem na krajobraz, generowanym hałasem czy potencjalnym wpływem na faunę. Podobnie w przypadku elektrowni słonecznych mogą pojawić się kwestie dotyczące zajmowania dużych powierzchni ziemi. Efektywne adresowanie tych obaw poprzez dialog, edukację i zaangażowanie społeczności jest kluczowe dla budowania akceptacji i współpracy.

Równie istotny jest wpływ projektów OZE na lokalną gospodarkę. Mogą stanowić one znaczące źródło tworzenia miejsc pracy, wspierania lokalnych przedsiębiorstw oraz

---

<sup>189</sup> Decyzje polityczne decydujące o wsparciu OZE w zakresie dotacji bez długoterminowego planu zwrotu bierą się również z efektu kanibalizacji rynku – niskie ceny eksploatacji obniżają cenę wytworzenia, a co za tym idzie prowadzą do zbyt gwałtownego spadku ceny wytworzenia, Dominic Scott i Bram Claeys, w artykule *Solar and wind only cannibalise prices if you let them* zauważają, iż drastyczny spadek cen energii jest spowodowany głównie przez decyzje polityczne, które polegają na dotacjach i sugerują, iż subsydia powinny być raczej traktowane jako uzupełnienie dopłat za emisję dwutlenku węgla, gdyż one najmocniej stymulują dekarbonizację. Inaczej źródła OZE całkowicie zdominują źródła konwencjonalne – droższe i w efekcie końcowym niska cena energii z OZE obróci się w analizie opłacalności przeciwko tym źródłom. K. Dubiel, *OZE będą nieopłacalne tylko, jeśli im na to pozwolimy*, globenergia.pl, [dostęp: 06.10.2023].

przyczynić się do rozwoju regionalnego. W kontekście społecznym ważne jest, aby potencjalne korzyści gospodarcze były dobrze komunikowane i widoczne dla mieszkańców. Lokalne społeczności, które postrzegają bezpośrednie korzyści z realizacji projektów OZE, są bardziej skłonne do ich popierania.

Edukacja i świadomość ekologiczna w społecznościach lokalnych również odgrywają ważną rolę. Rozwijanie świadomości na temat korzyści płynących z OZE, zarówno w kontekście ochrony środowiska, jak i potencjalnych korzyści ekonomicznych, jest kluczowe dla zwiększenia akceptacji społecznej. Edukacja i informowanie o zaletach i wyzwaniach związanych z OZE mogą przyczynić się do budowania pozytywnego nastawienia i zaangażowania społeczności w projekty zielonej energii.

Na koniec, partycypacja społeczna w procesie planowania i realizacji projektów OZE może znacząco przyczynić się do ich sukcesu. Włączanie społeczności lokalnych poprzez konsultacje, udział w procesie decyzyjnym, a nawet możliwość udziału w zyskach z projektów wzmacnia poczucie współodpowiedzialności i współwłasności. Taka partycypacja może nie tylko zwiększać akceptację, ale także prowadzić do lepszego dopasowania projektów do lokalnych warunków i potrzeb.

### 3.4. Energetyka jądrowa

Przygotowania do wykorzystania energii jądrowej w Polsce rozpoczęły się już w połowie XX wieku, kiedy to w 1955 roku powołano do życia Instytut Badań Jądrowych (IBJ) w Świerku koło Otwocka. Już trzy lata później, 14 czerwca 1958 roku, uruchomiono w IBJ pierwszy polski doświadczalny reaktor jądrowy EWA, który pracował aż do 24 lutego 1995 roku. Te wstępne kroki miały znaczący wpływ na rozwój kompetencji i zainteresowania Polski w dziedzinie energetyki jądrowej<sup>190</sup>.

W kolejnych dekadach, na fali zainteresowania możliwościami, jakie oferuje energetyka jądrowa, 12 sierpnia 1971 roku Prezydium Rządu zdecydowało o planach budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Decyzją Komisji Planowania przy Radzie Ministrów z 19 grudnia 1972 roku, wybrano lokalizację w Żarnowcu. Umowa między Rządem PRL a Rządem ZSRR,

---

<sup>190</sup> A. Gawlikowska -Fyk, Z. Nowak, *Energetyka jądrowa w Polsce*, Warszawa 2014, s. 13.

podpisana 28 lutego 1974 roku, zapoczątkowała współpracę przy budowie tego obiektu<sup>191</sup>. Uchwała Rady Ministrów z 18 stycznia 1982 roku określiła szczegóły projektu, wskazując na budowę dwóch bloków energetycznych typu WWER-440<sup>192</sup>, z planowanym uruchomieniem pierwszego bloku o mocy 465 MWe w 1989 roku.

Projekt Elektrowni Jądrowej „Żarnowiec”, zlokalizowany w miejscu zlikwidowanej wsi Kartoszyno nad Jeziorem Żarnowieckim, uosabiał aspiracje Polski do włączenia się do grona krajów wykorzystujących energię atomową na potrzeby komercyjne. Jego realizacja miała miejsce w latach 80., co stanowiło kamień milowy w historii polskiej energetyki jądrowej. Ta inicjatywa, rozpoczęta w 1982 roku i zakończona w 1989 roku, miała na celu ustanowienie fundamentów dla polskiego programu energetyki jądrowej. Planowano, że EJŻ będzie pierwszą z serii elektrowni, w tym projektowanej Elektrowni Jądrowej „Warta” w Klempiczu, w ramach ambitnego przedsięwzięcia obejmującego rozbudowę krajowego sektora energetycznego.

Elektrownia w Żarnowcu miała składać się z czterech bloków energetycznych wyposażonych w reaktory WWER-440 o łącznej mocy około 1600 MW, co stanowiło znaczący krok w kierunku dywersyfikacji i modernizacji polskiego systemu energetycznego. Reaktory te, zaprojektowane w ZSRR i wyprodukowane przez Škoda w Czechosłowacji, należały do drugiej generacji reaktorów PWR, charakteryzujących się wykorzystaniem wody pod ciśnieniem jako chłodziwa, moderatorem i reflektorem.

W dniu 10 kwietnia 1983 roku, Sejm Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej przyjął ustawę znaną jako Prawo Atomowe, stanowiącą pierwszy akt prawny w Polsce regulujący kwestie związane z energetyką jądrową.

W ramach przygotowań do budowy elektrowni, zainwestowano w rozbudowę infrastruktury i wykonano znaczącą część prac budowlanych, co uwidocznilo zaawansowanie projektu. Prace te obejmowały nie tylko budowę samej elektrowni, ale także zaplecza technicznego i mieszkalnego dla pracowników. Około 70 polskich przedsiębiorstw uczestniczyło w realizacji projektu, co świadczy o jego skali i złożoności<sup>193</sup>.

---

<sup>191</sup> W dużej mierze dzięki odwilży w stosunkach międzynarodowych – zarys koncepcji budowy elektrowni powstał jako odbicie inicjatywy politycznej prezydenta Dwighta E. Eisenhowera – Atomy dla Pokoju (Atoms for Peace).

<sup>192</sup> Technologia reaktorów WWER-440 została zastosowana u większości sąsiadujących z Polską krajów, tj. 2 bloki elektrowni Równie (Ukraina), 2 bloki elektrowni Mochovce oraz 2 analogicznie w miejscowości Bohunice (Słowacja) oraz 4 bloki elektrowni Dukovany (Czechy), E. Józefowicz, *Elektrownie Jądrowe wokół Polski – potencjalne zagrożenia*, „Problemy Ocen Środowiskowych”, Gdańsk 2012, s. 2–4.

<sup>193</sup> M.in. Rafako (wytwornice pary, stabilizatory ciśnienia), FAKOP (wymyenniki ciepła), Dolmel (generatory), ZAMECH (maszynownie, turbozespoły typu 4K-465), ZUP Nysa (skraplacze), Chemar (rurociągi, armatura do rurociągów) oraz Metalchem (zbiorniki awaryjnego chłodzenia reaktora, zbiorniki kwasu borowego), P. Maciążek, *Cykl „historia polskiego atomu”. Część pierwsza: elektrownia w Żarnowcu*, <https://strefainwestorow.pl/w-zielonej-strefie/energetyka/historia-polskiego-atomu-elektrownia-w-zarnowcu>.

W kontekście rosnącego zapotrzebowania na energię oraz dążenia do dywersyfikacji źródeł energii, władze ówczesnej Polski podjęły decyzję o rozbudowie infrastruktury energetycznej kraju poprzez planowanie budowy nowych elektrowni jądrowych. Wśród projektów znalazła się Elektrownia Jądrowa „Warta” w miejscowości Klempicz, której lokalizację 15 czerwca 1987 r. zaakceptowało Prezydium Komisji Planowania przy Radzie Ministrów.

Projekt Elektrowni Jądrowej „Warta” (EJW) stanowił ważny punkt w debacie na temat rozbudowy infrastruktury energetycznej Polski. Była to inicjatywa, która miała wprowadzić Polskę w nową erę energetyczną, z elektrownią wyposażoną w cztery reaktory typu WWER-1000/320 o łącznej mocy ok. 4000 MW, każdy o mocy 1000 MWe (brutto) i stałą załogą liczącą 1000 osób<sup>194</sup>. Zakładany obszar zabudowań pod elektrownię miał wynosić 60 ha, a pierwszy blok miał zostać uruchomiony w 1994 roku, a ostatni w 2000 roku.

Zagadnienie budowy elektrowni jądrowych w Polsce wiązało się z wieloma wyzwaniami, nie tylko technicznymi, ale również społecznymi. Inicjatywa budowy Elektrowni Jądrowej „Warta” zbiegła się w czasie z rosnącą świadomością społeczeństwa na temat zagrożeń związanych z energetyką jądrową, zwłaszcza po katastrofie w Czarnobylu w 1986 roku<sup>195</sup>. Ten tragiczny wypadek znacząco wpłynął na percepcję bezpieczeństwa jądrowego na całym świecie, a w Polsce zintensyfikował ruchy społeczne i ekologiczne sprzeciwiające się budowie nowych elektrowni jądrowych<sup>196</sup>.

Na terenie województwa gdańskiego szczególnie silne protesty zorganizował Franciszkański Ruch Ekologiczny, który w 1988 r. zainspirował falę protestów przeciwko planom budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Akcje te miały na celu zwrócenie uwagi opinii publicznej na potencjalne zagrożenia związane z energetyką jądrową i były wyrazem rosnącej świadomości ekologicznej w społeczeństwie.

---

<sup>194</sup> W odróżnieniu od EJ „Żarnowiec” zakładano również wyższy udział krajowego przemysłu, który miał dostarczyć nie tylko kompletne turbozespoły, ale również zbiorniki reaktorów. Miało to na celu ograniczenie zależności technologicznej od importu z krajów ówczesnego obszaru RWPG, ale również niejako ożywić wiele innych sektorów produkcji krajowej, J. Kujawa, *Atomowa Wielkopolska – plan budowy w Elektrowni Jądrowej „Warta” w Klempiczu w schyłkowym okresie PRL*, „UR Journal of Humanities and Social Sciences”, 2023, nr 3(28) s. 53.

<sup>195</sup> Blokada informacyjna oraz późniejsza dezinformacja o rzeczywistych konsekwencjach awarii tylko pogłębiła obawy społeczne powtórzenia podobnej sytuacji w Polsce. A. Gawlikowska -Fyk, Z. Nowak, *Energetyka..., op. cit.*

<sup>196</sup> Efektem protestów była nagła decyzja z dnia 22 kwietnia 1989 r. resortu przemysłu w rządzie Mieczysława Rakowskiego, w której wyniku wstrzymano jakiegokolwiek dalsze prace w zakresie budowy elektrowni. Fale protestów różnych środowisk – od mieszkańców regionu, NSZZ „Solidarność” po Ruch „Wolność i Pokój” (WiP) skupiony wokół społeczności akademickiej Uniwersytetu im A. Mickiewicza w Poznaniu. Kumulację protestów stanowiły manifestacje pod hasłem „Klempicz – NIE!” i wiosenne zamieszki pomiędzy protestującymi i siłami ZOMO w Poznaniu 2 kwietnia 1989 r., w których uczestniczyło ok 3 tys. osób. Ibidem, s. 57–59.



Zmiana warunków ekonomicznych po upadku komunizmu w 1989 roku, wraz z nadmiarem energii elektrycznej i wzrostem oporu społecznego, spowodowała, że projekt Elektrowni Jądrowej „Warta” został ostatecznie zawieszony. 22 kwietnia 1989 r., na skutek społecznych protestów, Minister Przemysłu – Tadeusz Syryjczyk, podjął decyzję o wstrzymaniu robót przygotowawczych do budowy elektrowni. Ta decyzja była odzwierciedleniem nie tylko zmiany politycznej i ekonomicznej w Polsce, ale również zmiany w podejściu społeczeństwa do kwestii bezpieczeństwa energetycznego i ochrony środowiska<sup>197</sup>.

Analizując przebieg i skutki planowania budowy elektrowni jądrowych w Polsce w latach 80., należy podkreślić znaczenie społecznego i ekologicznego kontekstu tych przedsięwzięć. Protesty i opór społeczny, który wykazały te wydarzenia, stały się ważnym elementem w dyskursie na temat energetyki jądrowej, bezpieczeństwa energetycznego oraz ochrony środowiska w Polsce. Zmiana świadomości społecznej, spowodowana m.in. katastrofą w Czarnobylu, wywarła istotny wpływ na kształtowanie polityki energetycznej kraju. Ta zmiana podejścia jest szczególnie istotna w kontekście dążeń do zrównoważonego rozwoju i przejścia na bardziej ekologiczne źródła energii<sup>198</sup>.

Refleksja nad wydarzeniami z lat 80. XX wieku ujawnia kluczowe lekcje dla planowania infrastruktury krytycznej, takiej jak elektrownie jądrowe. Przede wszystkim ważne jest, aby takie projekty były realizowane z pełnym zrozumieniem i uwzględnieniem ich wpływu na społeczeństwo i środowisko naturalne. Dialog z lokalnymi społecznościami, transparentność działań i szeroko zakrojone konsultacje społeczne powinny stanowić fundament procesu decyzyjnego.

Ponadto katastrofa w Czarnobylu i wynikające z niej obawy pokazały, że bezpieczeństwo jądrowe nie jest wyłącznie kwestią techniczną, ale także społeczną, wymagającą otwartości, edukacji i budowania zaufania między społeczeństwem a instytucjami odpowiedzialnymi za energetykę jądrową. Wzrost świadomości ekologicznej i krytyczne

---

<sup>197</sup> Minister przemysłu Tadeusz Syryjczyk argumentował, iż za decyzją stoi wątpliwa rentowność inwestycji, jednakże wskazał również niejednoznaczność kwestii bezpieczeństwa niezależnie od negatywnego dla budowy nastawienia opinii publicznej. Prawdziwym jednak odzwierciedleniem tej decyzji był fakt rozbudzenia społeczeństwa, które wsparło protest czynnie i w realnym przełożeniu wymusiło wskazaną decyzję polityczną. J. Waluszko, *Protesty przeciwko budowie elektrowni jądrowej Żarnowiec w latach 1985-1990*, Gdańsk 2013, s. 16–20.

<sup>198</sup> Katastrofa w Czarnobylu była przełomowym wydarzeniem, które doprowadziło do masowych protestów społecznych w kraju. Nawet zastosowanie o wiele bezpieczniejszej technologii PWR (zamiast niestabilnych elektrowni atomowych moderowanych grafitem) oraz dostosowania przez władze PRL do europejskich norm bezpieczeństwa poprzez wprowadzenie urządzeń sterujących SIEMENS AG nie zmieniło nastawienia społecznego. 30 lat temu pogrzebano projekt budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu, <https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/154598-30-lat-temu-pogrzebano-projekt-budowy-elektrowni-jadrowej-w-zarnowcu>, [dostęp: 20.01.2020].

nastawienie do technologii jądrowej skłaniają do poszukiwania alternatywnych, odnawialnych źródeł energii, które mogą zaoferować bezpieczne i zrównoważone rozwiązania dla przyszłych pokoleń.

W retrospektywie, historia planowania i protestów przeciwko budowie elektrowni jądrowych w Polsce w latach 80. pokazuje, jak ważne jest zrozumienie i zaangażowanie społeczne w decyzje dotyczące kluczowych aspektów życia narodu, takich jak bezpieczeństwo energetyczne. Ta historia uczy nas również o wartościach, takich jak odpowiedzialność, przejrzystość i szacunek dla różnych perspektyw w procesie podejmowania decyzji, które mają dalekosiężne konsekwencje dla społeczeństwa i środowiska. Współczesne podejście do planowania infrastruktury energetycznej musi uwzględniać te lekcje, aby zapewnić zrównoważony rozwój i odpowiedź na zmieniające się potrzeby i oczekiwania społeczne.

Decyzja o wstrzymaniu budowy i późniejsza likwidacja przedsięwzięcia były wynikiem kombinacji czynników ekonomicznych<sup>199</sup>, społecznych<sup>200</sup> i politycznych<sup>201</sup>. Mimo tych przeszkód projekt EJŻ miał długofalowy wpływ na kształtowanie polityki energetycznej Polski, ukazując zarówno potencjał, jak i wyzwania związane z wdrażaniem energetyki jądrowej<sup>202</sup>.

Zmiana podejścia do energetyki jądrowej w Polsce nastąpiła na początku XXI wieku, kiedy to rozpoczęto prace nad nowym Programem Polskiej Energetyki Jądrowej. Pomimo wcześniejszych trudności Żarnowiec ponownie pojawił się w dyskusji jako potencjalna lokalizacja dla przyszłych inwestycji w energetykę jądrową.

Jego wybór jako potencjalnej lokalizacji dla nowej inwestycji w sektorze energetyki jądrowej w Polsce, dokonany ponownie po latach od zaniechania pierwotnego projektu, budzi szereg pytań dotyczących rzeczywistych intencji stojących za taką decyzją. W kontekście analizy strategicznych wyborów lokalizacyjnych, ponowne skupienie uwagi na Żarnowcu

---

<sup>199</sup> Koniec lat 80. oraz nieudane próby reformy gospodarczej w latach 1987–1989 nie przyniosły oczekiwanych rezultatów, co doprowadziło do spadku produkcji przemysłowej i zatrzymania wszelkich strategicznych inwestycji.

<sup>200</sup> W ówczesnym woj. gdańskim, wśród 44,3 % głosujących aż 86,1% było przeciwko kontynuowaniu inwestycji w Żarnowcu.

<sup>201</sup> Głosy sprzeciwu narastały począwszy od krytycznych publikacji dr. J. Jaśkowskiego z Akademii Medycznej w Gdańsku i aktywisty wspomnianego Franciszkańskiego Ruchu Ekologicznego – nota bene potępionych przez środowisko ekspertów, do powstania Podzespołu Okrągłego Stołu ds. Ekologii, gdzie strona opozycyjno-solidarnościowa zażądała zaniechania tej inwestycji. Ostatecznie 13.07.1989 r. Bank Gdański wstrzymuje finansowanie EJ „Żarnowiec” i budowa zamiera całkowicie. W. Kielbasa, *Jak to z Żarnowcem było- Refleksja 30 lat po wstrzymaniu budowy*, „Postępy Techniki Jądrowej”, Warszawa 2019, s. 4–12.

<sup>202</sup> W dniu 9 listopada 1990 na posiedzeniu Sejmu RP przyjęto tekst uchwały, który dobitnie pokazuje, iż dyskusja dot. budowy elektrowni atomowych wróciła do podstaw. Możliwość budowy elektrowni jądrowych uzależniono od powstania czytelnego i jednoznacznego dokumentu określającego, jakie wymagania powinny być spełnione przez przyszły obiekt energetyki jądrowej, m.in. remont aktywowanych urządzeń, unieszkodliwianie odpadów promieniotwórczych, okresowe składanie wypalonego paliwa oraz wymagania co do samej elektrowni jądrowej. S. Chwaszczewski, *Energetyka Jądrowa w Polsce. Perspektywy i Uwarunkowania*. Instytut energii Atomowej, Otwock-Świerk 1995, s. 13–14.

może być interpretowane jako sygnał o potencjalnie niespójnych motywacjach dotyczących realizacji projektu elektrowni jądrowej.

Pierwszym i kluczowym aspektem, który nasuwa się przy ocenie decyzji o potencjalnym umiejscowieniu nowej elektrowni w Żarnowcu, jest kwestia ekonomiczna. Konieczność demontażu lub adaptacji istniejącej, niewykorzystanej infrastruktury z poprzedniego projektu generuje dodatkowe koszty. Takie działania nie tylko wymagałyby znacznych środków finansowych, ale także czasu na przeprowadzenie niezbędnych prac, co z perspektywy inwestycyjnej mogłoby być postrzegane jako nieoptymalne wykorzystanie zasobów.

Dodatkowo, wcześniejsze wątpliwości dotyczące lokalizacji w Żarnowcu, takie jak płytkość Bałtyku w bezpośrednim sąsiedztwie, nasuwają pytania co do adekwatności tego miejsca pod kątem technicznych wymogów nowoczesnej elektrowni jądrowej. Płytkie wody mogą stwarzać problemy związane z systemami chłodzenia elektrowni, co jest kluczowym aspektem zapewnienia bezpieczeństwa takich instalacji. Choć technologie i metody budowy mogą oferować rozwiązania tych problemów, to jednak wymagają one dodatkowych analiz i być może kosztownych modyfikacji projektu.

W 1996 roku, w obliczu postczarnobylskiej rzeczywistości i związanej z tym negatywnej percepcji energetyki jądrowej, Sejm Rzeczypospolitej Polskiej przyjął dokument określający założenia polityki energetycznej kraju do 2010 roku, w którym wykluczono budowę nowych elektrowni jądrowych. Wpłynęło to na migrację polskich specjalistów z branży za granicę oraz zamknięcie uczelnianych kierunków związanych z energetyką jądrową, co zdawało się przypieczętować los tej technologii w Polsce.

Jednakże w obliczu potrzeby dywersyfikacji źródeł energii oraz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych, widoczne jest ponowne zainteresowanie energetyką jądrową jako kluczowym komponentem polskiego miksu energetycznego. Dokumenty strategiczne przyjęte w pierwszej dekadzie XXI wieku, w tym Polityka energetyczna Polski do 2025 roku z 2005 roku, podkreślały konieczność debaty społecznej na temat energetyki jądrowej oraz planowały jej wprowadzenie do systemu energetycznego kraju.

Znaczącym momentem dla odrodzenia interesu w energetyce jądrowej była zapowiedź premiera Donalda Tuska w 2008 roku o budowie co najmniej dwóch elektrowni jądrowych. Ta zmiana kierunku odzwierciedlała rosnące zrozumienie dla potrzeb energetycznych Polski oraz globalne trendy skierowane ku zrównoważonemu rozwojowi i redukcji zależności od paliw kopalnych.

Uchwałą nr 4/2009 z dnia 13 stycznia 2009 roku Rada Ministrów podjęła decyzję o przygotowaniu i wdrożeniu Programu polskiej energetyki jądrowej<sup>203</sup>. W kolejnych latach, mimo społecznego oporu, jak na przykład w przypadku protestów mieszkańców Gąsek, rząd kontynuował prace nad realizacją polskiego programu jądrowego, co znalazło odzwierciedlenie w przyjętych regulacjach prawnych i strategicznych decyzjach lokalizacyjnych, jednakże bez efektu trwałego w postaci realnych inwestycji<sup>204</sup>.

W ramach dążenia do stabilizacji systemu energetycznego, rząd Polski opracował strategię zakładającą konstrukcję sześciu bloków jądrowych o łącznej mocy produkcyjnej mieszczącej się w przedziale od 6 do 9 gigawatów. Plan ten, przewidujący alokację początkowych środków finansowych przekraczających 4,7 miliarda złotych, nie ogranicza się wyłącznie do uruchomienia inauguracyjnej instalacji w Choczewie<sup>205</sup>. Obejmuje on również rozwój dalszych przedsięwzięć, w tym realizację kolejnej elektrowni w Pątnowie, w partnerstwie z takimi podmiotami, jak ZE PAK, Polska Grupa Energetyczna (PGE) oraz koreański koncern KHNP<sup>206</sup>.

W pierwszej dekadzie XXI wieku Polska podjęła zdecydowane działania mające na celu implementację swojego programu jądrowego, co zaowocowało wyborem Choczewa jako lokalizacji dla pionierskiej elektrowni jądrowej. Ta strategiczna decyzja, będąca rezultatem dogłębnej analizy oraz szeroko zakrojonych konsultacji, zainicjowała etap projektowy oraz przygotowawczy do budowy, angażując w proces renomowane podmioty technologiczne na światowym poziomie, takie jak Westinghouse<sup>207</sup> i Bechtel. Partnerstwo to, otwierając Polskę

---

<sup>203</sup> Podmiotem odpowiedzialnym za realizację zadań była powołana spółka zależna PGE, PGE Energia Jądrowa S.A. oraz EJ1, odpowiedzialna za całościowy proces inwestycyjny. Po ustanowieniu 12 maja 2009 r. Pełnomocnika Rządu do Spraw Polskiej Energetyki Jądrowej, podpisano z francuską firmą EDF porozumienie w sprawie współpracy w zakresie wykonalności budowy reaktora w technologii EPR oraz ogłoszono listę rekomendowanych lokalizacji, którą został Żarnowiec oraz Warta-Klempicz, Kopań i Nowe Miasto. *Energetyka Jądrowa w Polsce po 2005 roku*, <https://nuclear.pl/polska,ej2005,po-2005-roku,0,0.html>.

<sup>204</sup> W lipcu 2009 roku Ministerstwo Gospodarki opublikowało Ramowy harmonogram działań dla energetyki jądrowej, z którego wynikało, że do końca 2013 roku miał zostać wyłoniony wykonawca generalny pierwszego obiektu. Uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce przewidziano na 2025 rok, kosztem 35–55 mld zł, druga zaś miała rozpocząć działalność w 2029 roku. W 2030 roku dwie elektrownie jądrowe miały zaspokajać 15,7% zapotrzebowania na energię elektryczną Polski. Liczne zapowiedzi ze strony polityków nie przełożyły się jednak na realne inwestycje, mimo tego starano się uzyskać konieczne wsparcie w dziedzinie nowych technologii z zagranicy. Ł. Wojcieszak, *Rozwój energetyki jądrowej w kontekście jej bezpieczeństwa energetycznego*.

<sup>205</sup> W założeniach do roku 2033 ma powstać pierwszy blok elektrowni w oparciu o amerykańską technologię reaktorów AP1000, a następnie mają być uruchamiane kolejne bloki w perspektywie 2-3 lat i zintegrowana z elektrowniami zmodernizowana infrastruktura kolejowa, hydrotechniczna oraz drogi krajowe.

<sup>206</sup> W 2023 r. w Seulu ZE PAK, PGE i koreański koncern podpisały list intencyjny ws. opracowania planu budowy elektrowni w Pątnowie, tj. co najmniej dwóch reaktorów APR1400 o łącznej mocy 2800 MW.

<sup>207</sup> Projekt Westinghouse zakłada oddanie do użytku pierwszego bloku elektrowni jądrowej do roku 2033 r. w Lubiatowie-Kopalinie (gm. Choczewo), w lutym 2023 r. państwowa spółka Polskie Elektrownie Jądrowe podpisała z Westinghouse umowę na prace przedprojektowe dla budowanej elektrowni. Po uzyskaniu decyzji środowiskowych i pozwolenia na budowę oraz pozwolenia wodnoprawnego, rozpoczęcie budowy pierwszej

na innowacyjne rozwiązania w dziedzinie energetyki jądrowej, podkreśla znaczącą rolę współpracy międzynarodowej w efektywnej realizacji projektów energetycznych o wysokim stopniu zaawansowania. Taka kooperacja ma kluczowe znaczenie dla zapewnienia długoterminowej stabilności i bezpieczeństwa energetycznego Polski, wpisując się w globalne trendy rozwoju zrównoważonego i niskoemisyjnego systemu energetycznego. Nowe regulacje prawne, w tym zmiana Prawa atomowego w 2000 roku, oraz regulacje krajowe, jak również strategiczne dokumenty planistyczne przewidywały rozwój energetyki jądrowej jako elementu zwiększającego bezpieczeństwo energetyczne kraju i zmniejszającego jego ślad węglowy<sup>208</sup>.

W ramach realizacji tych celów od 2020 roku planowano budowę sześciu reaktorów jądrowych, które miałyby zasadniczo zmienić polski miks energetyczny do 2040 roku, wprowadzając od 6 do 9 GW mocy z energetyki jądrowej.

Znaczący jest również fakt zaangażowania Polski w rozwój tzw. mniejszej energetyki jądrowej, w tym projektów SMR (Small Modular Reactors) i MMR (Micro Modular Reactors), które mogą zaoferować elastyczność w produkcji energii oraz możliwość lokalnego dostosowania do potrzeb energetycznych. Współpraca między sektorem publicznym a prywatnym, na przykład pomiędzy państwowymi podmiotami a firmami takimi jak KGHM<sup>209</sup> czy Orlen Synthos Green Energy<sup>210</sup> pokazuje Polskę jako państwo dążące do dywersyfikacji swojej strategii energetycznej nie tylko poprzez budowę dużych elektrowni jądrowych, ale również przez inwestycje w innowacyjne technologie jądrowe.

W kontekście globalnego kryzysu klimatycznego i konieczności transformacji energetycznej, Polska staje przed wyzwaniem szybkiego, ale przemyślanego wdrażania energetyki jądrowej jako jednego z kluczowych elementów strategii redukcji emisji gazów

---

elektrowni jądrowej ma nastąpić w 2026 r. W. Hebda, *Energetyka jądrowa w Polsce: nowy początek?* Kraków 2023, s. 5.

<sup>208</sup> Oprócz założeń do aktualizacji PEP2040, 15 marca 2023 r. Prezydent RP podpisał ustawę zmieniającą specustawę jądrową przyczyniającą się do usprawnienia procesu inwestycji związanych z budową elektrowni jądrowych oraz zapewnienia państwu większej kontroli nad ich przebiegiem i bezpieczeństwem, co oznacza m.in. wydłużenie ważności wydanych decyzji lokalizacji inwestycji, zmiany zasad wydawania tzw. decyzji zasadniczych oraz wprowadzenie instytucji wstępnego raportu lokalizacyjnego. *Suplement do raportu PKEEz. Polska ścieżka transformacji energetycznej” opracowanego przez PKEE we współpracy z Ernst & Young Consulting w październiku 2022 r.*, Warszawa 2023, s. 8.

<sup>209</sup> W lutym 2022 r. NuScale i koncern KGHM ogłosiły podpisanie umowy na budowę SMR w Polsce od 2029 r. tj. małych reaktorów ciśnieniowo-wodnych o mocy 73 MW. J. Nowicki, *Od Żarnowca do SMR-ów. Energetyka Jądrowa w Transformacji Energetycznej w Polsce*, Akademia Inżynierska w Polsce, 2024.

<sup>210</sup> 7 marca 2020 r. UOKiK wyraził zgodę na powołanie spółki ORLEN Synthos Green Energy, odpowiedzialnej za przygotowanie i komercjalizację w Polsce technologii SMR, w szczególności BWRX-300 GE Hitachi, czyli małych modułowych reaktorów wodnych wrzających o mocy 300 MW korzystających z już znanych doświadczeń eksploatacyjnych podobnych reaktorów w EJ Humboldt (USA) i EJ Dodewaard (Holandia) pracujących do lat 90. oraz nowej elektrowni w Dalrington (Kanada). Ogłoszono również potencjalne lokalizacje tj. Ostrołęka, Włocławek, Stawy Monowskie, Dąbrowa Górnicza, Nowa, Huta, SSE Tarnobrzeg oraz Warszawa, których lokalizację wyznaczono zgodnie z lokalizacją zakładów przemysłowych o wysokiej energochłonności, ibidem.

cieplarnianych. Opinia interdyscyplinarnego zespołu doradczego przy prezesie Polskiej Akademii Nauk, wskazująca na potrzebę włączenia wszystkich nieemisyjnych źródeł energii, w tym energetyki jądrowej, do strategii walki z kryzysem klimatycznym, podkreśla pilność i znaczenie działań w tym kierunku<sup>211</sup>.

W kontekście międzynarodowym, wykluczenie Rosji z potencjalnych partnerów technologicznych z powodu jej agresji na Ukrainę oraz szantaży energetycznych, a jednocześnie zainteresowanie współpracą ze strony USA, Francji, Korei Południowej, a także innych krajów, pokazuje, że Polska znajduje się w centrum globalnych dyskusji na temat przyszłości energetyki jądrowej. To zainteresowanie połączone z deklaracjami o budowie nowych reaktorów jądrowych i rozwijaniu technologii SMR wskazuje na strategiczne znaczenie Polski w kształtowaniu przyszłości europejskiego sektora energetycznego.

Rozwój technologii jądrowej oraz zmieniające się podejście do kwestii bezpieczeństwa i ochrony środowiska wymagają od polskiego sektora energetycznego nie tylko inwestycji w nowe technologie, ale także budowania zaufania społecznego. Doświadczenia związane z projektem w Żarnowcu pokazały, jak ważna jest transparentność działań i otwarty dialog z lokalnymi społecznościami oraz zainteresowanymi stronami. Tylko poprzez współpracę i zaangażowanie można pokonać istniejące bariery i zmniejszyć opór społeczny, co jest kluczowe dla przyszłości energetyki jądrowej w Polsce.

Ważnym aspektem, który powinien być uwzględniony w kontekście dalszego rozwoju energetyki jądrowej, jest edukacja i podnoszenie świadomości społecznej na temat zalet i wyzwań związanych z tą formą wytwarzania energii. Informowanie o zaawansowanych technologiach bezpieczeństwa, potencjale ekologicznym oraz ekonomicznych korzyściach może przyczynić się do zmiany postrzegania energetyki jądrowej jako ważnego elementu transformacji energetycznej kraju<sup>212</sup>.

---

<sup>211</sup> Wnioski raportu wskazują, iż transformacja źródeł wytwórczych w KSE powinna uwzględniać kryteria zrównoważonego rozwoju, którego filarami powinny być elektrownie jądrowe oraz OZE, w tym morskie i lądowe elektrownie wiatrowe oraz elektrownie fotowoltaiczne. Bezpieczeństwo systemu wynikać ma z rozwoju energetyki wykorzystującej OZE i energetyki jądrowej, co jest warunkiem osiągnięcia celów neutralności klimatycznej Polski. *Opinia Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk w sprawie wdrożenia energetyki jądrowej w Polsce, przyjęte uchwałą w dniu 25 listopada 2020 roku na plenarnym posiedzeniu Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk*, „Magazyn Polskiej Akademii Nauk”, nr 1/65/2021, s. 119–121.

<sup>212</sup> Poparcie społeczne wg danych Ministerstwa Klimatu wskazuje przychylne nastawienie 57% mieszkańców kraju. Jednocześnie aż 90% wskazuje na potrzebę uruchomienia szerokiej kampanii informacyjnej, wskazując, że większa świadomość nowych technologii jądrowych tym wyższy poziom poparcia społecznego. P. Gajda, W. Gałosz, U. Kuczyńska, A. Przybyszewska, A. Rajewski, Ł. Sawicki, *Energetyka jądrowa dla Polski*, Warszawa 2020, s. 59–60.

## IV. Polityka transformacji energetycznej w Polsce

W badaniach nad procesami i zmianami społecznymi, politycznymi i ekonomicznymi oraz w studiach nad trendami energetycznymi problemem stało się stosowanie odpowiedniej terminologii, która oddawałaby istotę i sens tych zmian. Można to zobrazować współwystępowaniem takich terminów jak „przejście” (transition), „transformacja” oraz nawet „rewolucja”. Użycie ich w literaturze niekiedy jest wymienne i traktowane w kategorii synonimu, a innym razem determinowane przez światopoglądowe inklinacje lub wyraża pewną metodologiczno-teoretyczną koncepcję. W innych przypadkach dyferencja między nimi często ma charakter merytoryczny<sup>213</sup>.

W wymiarze nauk społecznych wykorzystanie terminu „modernizacja” w kontekście badań nad energetyką i mocami wytwórczymi nie znajduje zastosowania. Wynika to w dużej mierze z dziedzictwa okresu socjalizmu. Stanowiło to spuściznę kilku dekad ideologicznego, politycznego i gospodarczego zaangażowania się władz w odgórne, jak to określił P. Sztompka, pobudzanie modernizacji, rozumianej jako nowoczesność. Dostrzegając niespójność, brak harmonii i łączenie wewnętrznie sprzecznych ze sobą elementów, wspomniany socjolog nie waha się nadać rezultatom działań, podejmowanych w Związku Radzieckim i państwach tzw. bloku wschodniego, miana fałszywej modernizacji<sup>214</sup>. Termin ten traci rację bytu w omawianym wymiarze także ze względu na wymiar techniczny podejmowanej problematyki<sup>215</sup>. Tu kojarzy się on głównie z elementem poprawiającym sprawność czy też wydajność urządzenia bądź parku maszynowego poprzez wprowadzenie lepszych racjonalizujących jego zastosowanie rozwiązań.

Analiza terminów "przejście" i "transformacja" w kontekście sektora energetycznego otwiera istotny dyskurs w obszarze zarządzania zmianą oraz polityki energetycznej. Te dwa terminy, choć często używane zamiennie, mają różne konotacje i implikacje, które są kluczowe dla zrozumienia dynamicznego krajobrazu energetycznego. Pierwszy z wymienionych celów używania terminów „przejście” i „transformacja” dotyczy unifikacji ram konceptualnych. Jest to istotne, ponieważ sektor energetyczny charakteryzuje się rozbudowanym językiem technicznym i specjalistycznym. Jednolite ramy pojęciowe ułatwiają komunikację i

---

<sup>213</sup> R. Rosicki, G. Rosicki, *The Scenarios of Energy transitions as exemplified by Poland* [w:] Ł. Wojcieszak, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski na początku trzeciej dekady XXI w.*, Poznań 2022, s. 190–192.

<sup>215</sup> Procesy modernizacji w latach 70. i 80. oraz okresie transformacji lat 90. rozumiane były również jako procesy zmian społecznych. M. Leszczyńska, *Procesy przeobrażeń modernizacyjnych w teoriach ekonomicznych – implikacje dla rozwoju społecznego*, Rzeszów 2012, s.10.

rozumienie między różnymi grupami interesariuszy, w tym naukowcami, politykami, przedsiębiorstwami i społeczeństwem. Przejście energetyczne nie jest tylko techniczną zmianą; to również zmiana społeczna, ekonomiczna i polityczna. Termin "przejście" odnosi się do ewolucyjnego, często stopniowego procesu zmiany, podczas gdy "transformacja" sugeruje bardziej radykalne i kompleksowe podejście<sup>216</sup>.

W drugim przypadku, unikanie używania innych terminów, które mogłyby wyrażać specyficzny światopogląd, podkreśla neutralność języka w naukowych i politycznych dyskusjach. Jest to szczególnie istotne w kontekście globalnych debat o zmianach klimatycznych i przejściu energetycznym, gdzie różne perspektywy i interesy mogą prowadzić do konfliktów i nieporozumień. Zachowanie różnicy między "przejściem" a "transformacją" pozwala na precyzyjne i obiektywne omawianie zmian, nie tylko ze względu na ich intensywność i czas trwania, ale także na ostateczne cele i wyniki.

Następujące aspekty wymagają dalszej analizy i uwzględnienia w kontekście przejścia i transformacji energetycznej. Fundamentalne przesunięcie z jednego reżimu energetycznego do innego wymaga nie tylko zmian technologicznych, ale także zmian w polityce, społeczeństwie i ekonomii. Planowane przesunięcie ku bardziej zrównoważonej gospodarce wymaga kompleksowego podejścia, obejmującego nie tylko same systemy energetyczne, ale także szeroko rozumiane relacje społeczne i świadomość ekologiczną<sup>217</sup>. Teoretycy i praktycy muszą skoncentrować się na poprawie skuteczności działań politycznych, co wymaga lepszej organizacji, planowania i programowania długoterminowych procesów. Kluczowe jest tutaj zidentyfikowanie alternatywnych ścieżek rozwoju, szczególnie w odniesieniu do wykorzystania zasobów, energii i transportu.

#### 4.1. Rozwój odnawialnych źródeł energii

##### 4.1.1. Hydroenergetyka

Energia wiatrowa była wykorzystywana do napędzania łodzi na Nilu już w 5000 roku przed naszą erą. Chińczycy używali prostych pomp napędzanych wiatrem około 200 roku

---

<sup>216</sup> R. Rosicki, G. Rosicki, *The Scenarios of Energy transitions as exemplified by Poland* [w:] Ł. Wojcieszak, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski na początku trzeciej dekady XXI w.*, op. cit., s. 191.

<sup>217</sup> Przykład stanowi *sustainability transition* – czyli ukierunkowane przejście od gospodarki dotychczasowej do gospodarki niskoemisyjnej, zasobooszczędnej, odpowiedzialnej konsumpcji i równości społecznej i międzypokoleniowej. B. Ryszawska, *Finansowe wyzwania w transformacji energetycznej – model rynkowy i obywatelski*, Wrocław 2021, s. 10–12.



p.n.e., a w Persji i na terenach Bliskiego Wschodu wiatraki z ostrzami z plecionej trzciny służyły do mielenia ziarna.

Z czasem nowe metody wykorzystywania mocy wiatru rozpowszechniły się globalnie. W XI wieku na Bliskim Wschodzie rozpowszechnione były wiatrowe pompy i wiatraki, wykorzystywane intensywnie do produkcji żywności<sup>218</sup>. Technologia wiatrowa dotarła do Europy dzięki kupcom i krzyżowcom. Holendrzy skonstruowali zaawansowane wiatrowe pompy do osuszania jezior i bagnisk w deltach Renu. Migranci z Europy z kolei przenieśli tę technologię na zachodnią półkulę.

Osadnicy w Ameryce, w tym koloniści, wykorzystywali wiatraki do różnych celów, w tym do mielenia ziaren, pompowania wody oraz obróbki drewna w tartakach. Na zachodzie Stanów Zjednoczonych, osadnicy i właściciele ranczo instalowali liczne wiatrowe pompy. Na przełomie XIX i XX wieku rozwinęła się także technologia małych generatorów wiatrowych, znanych jako turbiny, które znalazły szerokie zastosowanie<sup>219</sup>.

#### 4.1.2. Energetyka wiatrowa

Początki nowoczesnej energetyki wiatrowej były skromne i związane głównie z niewielkimi, przydomowymi urządzeniami. Te pierwsze turbiny wiatrowe, pojawiające się głównie w latach 20. i 30. XX wieku w Europie i Stanach Zjednoczonych, miały na celu zaspokojenie lokalnych potrzeb energetycznych, często zasilając tylko pojedyncze urządzenia lub małe gospodarstwa.

Wówczas technologia ta była wykorzystywana przede wszystkim w odległych lub trudno dostępnych lokalizacjach, gdzie połączenie z centralną siecią elektryczną było niemożliwe lub nieekonomiczne. Niewielkie turbiny wiatrowe były prostymi konstrukcjami, często budowanymi przez samych użytkowników. Ich głównym zadaniem było zasilanie podstawowych urządzeń elektrycznych, takich jak radia, małe pompy wodne czy oświetlenie. Wiele z tych wczesnych urządzeń opierało się na technologii bezpośredniego prądu (DC), która

---

<sup>218</sup> Wiatraki czy koła wodne do napędu młynów zbożowych zaimplementowano w Europie, bazując na wiatrakach stosowanych co najmniej od połowy X wieku w Iranie. M. Sydor, *Przyczynek do historii techniki napędowej*, Poznań 2007, s. 9–10.

<sup>219</sup> <https://www.eia.gov/energyexplained/wind/history-of-wind-power.php>.

była wystarczająca do zasilania prostych urządzeń, ale nie nadawała się do zasilania większych sieci<sup>220</sup>.

Kryzysy energetyczne lat 70. XX wieku, w tym szczególnie gwałtowny skok cen ropy naftowej, skłoniły do poszukiwania alternatywnych źródeł energii, co znacząco przyczyniło się do rozwoju technologii wiatrowych. W tym czasie zaczęto postrzegać wiatr nie tylko jako lokalne źródło energii dla pojedynczych urządzeń, ale jako potencjalnie ważny element szerszej sieci energetycznej<sup>221</sup>. Rozwój technologiczny umożliwił budowę większych i bardziej efektywnych turbin, które mogły wytwarzać znacznie więcej energii.

Wzrost zainteresowania tą formą energii doprowadził do powstania pierwszych komercyjnych farm wiatrowych. Te większe instalacje, choć nadal skromne w porównaniu do dzisiejszych standardów, stanowiły ważny krok w kierunku uznania energetyki wiatrowej za ważne źródło energii odnawialnej. Rozwój sieci energetycznych, technologii przesyłania energii i systemów magazynowania energii dodatkowo ułatwił integrację energii wiatrowej z istniejącą infrastrukturą.

W Polsce, podobnie jak w innych częściach świata, początki energetyki wiatrowej były skromne i koncentrowały się na małych, lokalnych instalacjach. Wczesne przykłady zastosowania energii wiatrowej obejmowały proste turbiny służące do zasilania pojedynczych urządzeń w odległych gospodarstwach lub małych społecznościach. Ten stopniowy rozwój był wynikiem zarówno ograniczeń technologicznych, jak i początkowego braku zainteresowania ze strony rządów i dużych przedsiębiorstw energetycznych.

W miarę postępu technologicznego i rosnącej świadomości na temat konieczności dywersyfikacji źródeł energii, energetyka wiatrowa zaczęła zdobywać na znaczeniu. Przejście od małych, lokalnych instalacji do większych, komercyjnych farm wiatrowych było ważnym krokiem w kierunku uznania wiatru jako kluczowego źródła energii odnawialnej, zdolnego do zasilania całych społeczności i włączenia się w krajowy system energetyczny.

Początki instalacji wiatrowych w Polsce, sięgające wczesnych lat 90. XX wieku, charakteryzowały się głównie małymi turbinami i projektami pilotażowymi. Te wczesne instalacje były prywatnymi projektami, często umieszczane na ogródkach działkowych, służyły

---

<sup>220</sup> Na początku w energetyce wiatrowej korzystano z generatorów prądu stałego, co dotyczy okresu w latach 1830–1888, później rozpoczęto budowę generatorów prądu przemiennego aż do prądów trójfazowych. P. Szymczak, P. Prajzencanc, A. Łosiewicz, *Zarys rozwoju elektrowni wiatrowych*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problematyczne”, 4/2016, Katowice, s. 201–205.

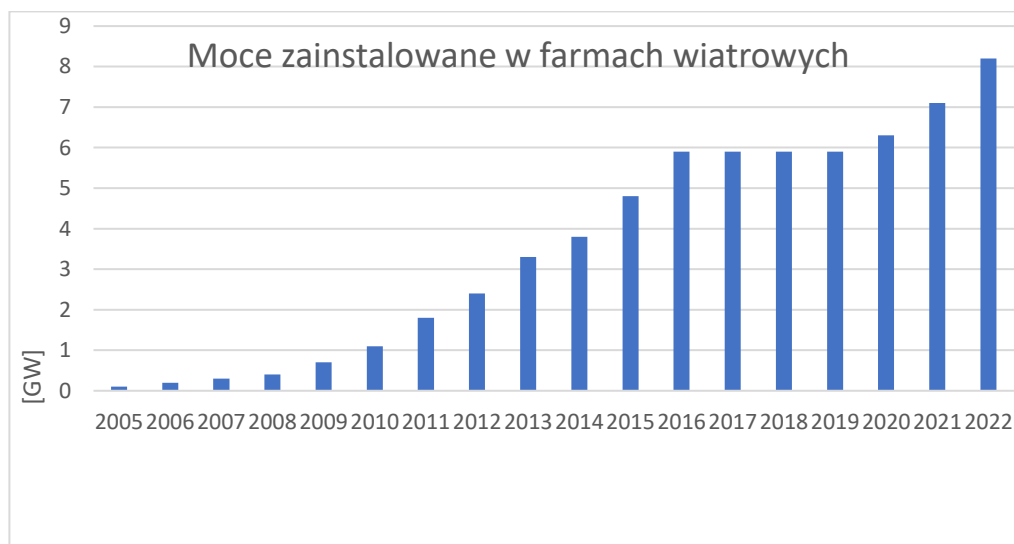
<sup>221</sup> Wzrost znaczenia energetyki wiatrowej w wyniku podwyżek cen ropy i jej pochodnych w wyniku kryzysu energetycznego spowodował wprowadzenie tematyki wiatrowej do krajowego programu badań w USA z udziałem również NASA, co zdynamizowało optymalne rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe zarówno w turbinach, jak i generatorach, oraz doprowadziło do tego że Stany Zjednoczone stały się wiodącym centrum światowej energetyki wiatrowej pod względem mocy zainstalowanej w turbinach, *ibidem*, s. 204.

do zasilania pojedynczych urządzeń. Z energetyką zawodową nie miały nic wspólnego<sup>222</sup>, poza okolicznością uzupełniania jej w obszarach, gdzie nie docierała elektroenergetyczna sieć przesyłowa.

Prawdopodobnie pierwsza istotna turbina wiatrowa oparta na nowej technologii stanęła w 1991 r. w Żarnowcu, a pierwszy polski park wiatrowy powstał w Barzowicach na Pomorzu w roku 2001 (o mocy 6 x 800 MW). Tak powolny okres rozwoju wynikał z braku regulacji prawnych oraz braku systemów wsparcia ze strony regulatora. Bariery były również nieprecyzyjne przepisy o podatkach i opłatach lokalnych. Pierwsze inwestycje wymagały odprowadzenia podatku od całkowitej wartości turbiny, co przekładało się na brak rentowności inwestycji już na samym początku. Później przepisy te zniesiono do podatku jedynie od elementów konstrukcyjnych (23% całości elektrowni), co zdynamizowało ich rozwój<sup>223</sup>.

Z biegiem czasu, z wejściem Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku, nastąpił znaczący rozwój w branży energetyki wiatrowej, wspierany przez dostęp do funduszy unijnych i wzrost zainteresowania odnawialnymi źródłami energii. Jego dynamikę w przyroście mocy zainstalowanej ukazuje poniższy wykres:

Rys.14. Moce zainstalowane w farmach wiatrowych



Źródło: Urząd Regulacji Energetyki.

<sup>222</sup> Ten stan miał swoje historyczne tło. Era wiatraków straciła na znaczeniu wraz z nadejściem maszyn parowych, zastosowania silników spalinowych oraz postępującej elektryfikacji. Dopiero pod koniec XX wieku nastąpił renesans już w postaci elektrowni wiatrowych wspomagających systemy elektroenergetyczne, które wcześniej spowodowały ich wyparcie zwłaszcza na terenach słabo zaludnionych. A. Jasiński, P. Kacejko, K. Matuszczak, J. Szulczyk, A. Zagubień, *Elektrownie wiatrowe w środowisku człowieka*, Lublin 2022, s. 8–10.

<sup>223</sup> A. Konieczko, *Historia energetyki wiatrowej w Polsce*, „Paliwa i Energetyka”, 2/2012, s. 48–49.

Wzrost ten odnotował okres zastoju wynikający z ustawy 10H z lipca 2016 r. i jej późniejszej częściowej liberalizacji, który oznaczał nieuzasadniony prawie 7-letni okres zatrzymania rozwoju branży, po wskazanym okresie nabrał jednak większej dynamiki (w roku 2022 powstało ponad 80 nowych instalacji o łącznej mocy blisko 1GW, wielkość ta w porównaniu z rokiem 2021 wzrosła o 16%)<sup>224</sup>.

Pierwsze większe farmy wiatrowe w Polsce zaczęły powstawać w pierwszej dekadzie XXI wieku, głównie na północy kraju, gdzie warunki wiatrowe były najbardziej sprzyjające. Kluczowe lokalizacje tych instalacji obejmowały obszary takie jak województwo pomorskie czy zachodniopomorskie, gdzie zainstalowano pierwsze większe elektrownie wiatrowe.

Wielkość tych elektrowni była skromna w porównaniu do dzisiejszych standardów, ale stanowiły one ważny krok w rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce. Typowa turbina w tych wczesnych farmach miała wysokość około 30–50 metrów, z mocą wynoszącą kilka setek kilowatów. Mimo że były to instalacje niewielkie w porównaniu z obecnymi gigantami o mocy kilku megawatów, odegrały one kluczową rolę w demonstracji potencjału energii wiatrowej w Polsce.

Z biegiem lat, farmy wiatrowe w Polsce zaczęły rosnać zarówno pod względem liczby, jak i wielkości<sup>225</sup>. Budowano coraz wyższe turbiny, zdolne do zasilania większej liczby gospodarstw domowych i przedsiębiorstw. Rozmiary tych nowszych elektrowni wiatrowych zaczęły dorównywać tym spotykanym w innych częściach Europy, co umocniło pozycję Polski jako ważnego gracza w europejskim sektorze energii odnawialnej.

Dzisiaj krajobraz energetyki wiatrowej w Polsce to zarówno rozbudowane farmy wiatrowe, jak i mniejsze instalacje prywatne. Polska stała się jednym z ważniejszych graczy w regionie Europy Środkowo-Wschodniej w dziedzinie wykorzystania energii wiatrowej, co pokazuje znaczący rozwój tej formy energii odnawialnej od jej skromnych początków<sup>226</sup>. Również w odniesieniu do koszyka OZE farmy wiatrowe mają kluczowe znaczenie dla rozwoju źródeł odnawialnych, dynamika wzrostu generacji wiatrowej w porównaniu z pozostałymi źródłami OZE przedstawia poniższa tabela:

---

<sup>224</sup> *Energetyka wiatrowa w Polsce i na świecie*, TPA Poland 2023, s. 1–10.

<sup>225</sup> Co warte zauważenia, moc zainstalowana w OZE według udziału źródła pokazuje absolutną przewagę źródeł wiatrowych – elektrownie wiatrowe 64,0% w porównaniu do wszystkich pozostałych źródeł – biogaz 3,0%, fotowoltaika 7,0%, elektrownie wodne 10,0%, biomasa 16,0% , K. Fodrowska, *Elektrownie wiatrowe w Polsce*, [www.enerad.pl](http://www.enerad.pl), 2024.

<sup>226</sup> Moc zainstalowana w listopadzie 2023 r. wyniosła ponad 9,4 GW, co stanowi trzecią siłę energetyczną oprócz źródeł konwencjonalnych i fotowoltaiki. To 14,3% ogółu mocy zainstalowanej (w Polsce to 54,8 GW łącznie). *Moc zainstalowana farm wiatrowych aktualizacja*, rynekelektryczny.pl, [dostęp: 29.12.2023].

Tab. 4 i 5 OZE – moc zainstalowana, moc zainstalowana wg typu instalacji

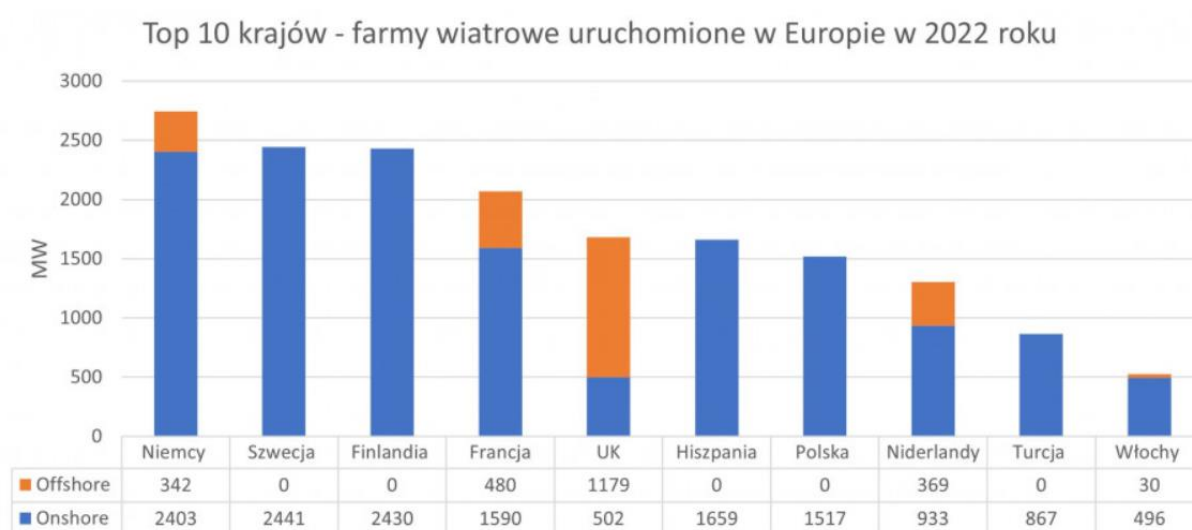
Rodzaj instalacji OZE	Moc zainstalowana [MW], wg stanu na 31.12.2022 r.								
	2005 r.	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2011 r.	2012 r.	2013 r.
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
Biogaz	32	37	46	55	71	83	103	131	162
Biomasa	190	239	255	232	252	356	410	821	987
<u>fotowoltaika</u>					0	0	1	1	2
energetyka wiatrowa	83	153	288	451	725	1 180	1 616	2 497	3 390
hydroenergetyka	852	934	935	941	945	937	951	966	970
<b>łącznie</b>	<b>1 158</b>	<b>1 362</b>	<b>1 524</b>	<b>1 678</b>	<b>1 993</b>	<b>2 556</b>	<b>3 082</b>	<b>4 416</b>	<b>5 511</b>

Rodzaj instalacji OZE	Moc zainstalowana [MW], wg stanu na 31.12.2022 r.								
	2014 r.	2015 r.	2016 r.	2017 r.	2018 r.	2019 r.	2020 r.	2021 r.	2022 r.
	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]
Biogaz	189	212	234	237	238	245	256	257	276
Biomasa	1 008	1 123	1 281	1 371	1 363	1 493	1 513	1 419	1 479
<u>fotowoltaika</u>	21	71	99	108	147	478	887	1 693	3 148
energetyka wiatrowa	3 834	4 582	5 807	5 858	5 864	5 917	6 347	7 225	8 288
hydroenergetyka	977	982	994	989	982	973	976	990	989
<b>łącznie</b>	<b>6 029</b>	<b>6 970</b>	<b>8 416</b>	<b>8 564</b>	<b>8 593</b>	<b>9 106</b>	<b>9 979</b>	<b>11 585</b>	<b>14 180</b>

Źródło: URE, ARE.

Na tle krajów UE, w odniesieniu do inwestycji Polska stanowi reprezentatywny przykład rozwoju, zajmując 7. miejsce pod względem farm uruchomionych w Europie w roku 2022:

Rys. 15. Farmy wiatrowe uruchomione w 2022 r. w Europie



Źródło: wnp.pl.

Wg WindEurope wzrost mocy zainstalowanych pomimo mniejszej przewidywanej dynamiki będzie kontynuowany tak, aby wypełnić założenia, cele klimatyczne i energetyczne do roku 2030<sup>227</sup>.

#### 4.1.3. Energetyka słoneczna

Fotowoltaika jest tylko pozornie nowym działem produkcji energii. Jej korzenie sięgają początków XX wieku. Znaczący wkład w rozwój tej technologii miał polski inżynier Jan Czochrański, którego prace badawcze z 1916 roku dotyczące krystalizacji metalu stanowiły fundament dla późniejszych innowacji w fotowoltaice. Jego metody pozwoliły na wyizolowanie pojedynczych kryształów, co było kluczowe dla konstrukcji pierwszych ogniw słonecznych<sup>228</sup>.

Odkrycie efektu fotowoltaicznego w selenku kadmu w 1932 roku i eksperymenty z tlenkiem miedzi poszerzyły wiedzę o możliwościach wykorzystania materiałów w produkcji ogniw słonecznych. Te wczesne próby, osiągające efektywność 26 W/m<sup>2</sup>, zainicjowały

<sup>227</sup> I. Chojnacki, *Polska siódma w wiatrakach*, wnp.pl, [dostęp: 03.03.2023].

<sup>228</sup> Stworzył pierwsze monokryształy krzemu wykorzystywane w instalacjach fotowoltaicznych pozyskiwane tzw. „metodą Czochrańskiego”. Z. Kuźnicki, *Rola współpracy Alzacja-Polska w procesie „przywracania” wielkiego Polaka Jana Czochrańskiego, jego własnemu narodowi*, „Nauka” 3/201, Paryż 2013, s. 138.

dyskusje o zastosowaniach fotowoltaiki, w tym jej integracji z sieciami energetycznymi i wykorzystaniu na dachach budynków.

Ważny postęp dokonął się w 1941 roku, kiedy to amerykański naukowiec Russell Ohl skonstruował pierwsze ogniwo słoneczne z krzemu, przełamując barierę jednoprocetowego wykorzystania energii słonecznej<sup>229</sup>. Prace te były kontynuowane w Bell Laboratories, gdzie w 1953 roku Daryl Chapin, Calvin Souther Fuller oraz Gerald Pearson stworzyli ogniwa słoneczne na bazie krystalicznego krzemu z wydajnością ponad 4%<sup>230</sup>.

Kolejnym przełomem były badania Waltera Schottky'ego nad fotowoltaicznymi półprzewodnikowymi diodami oraz jego model złączy p-n z 1950 roku, co umożliwiło produkcję przemysłową baterii słonecznych. W 1955 roku w Bell Laboratories powstał pierwszy panel słoneczny składający się z 2002 ogniw, co zaznaczyło punkt zwrotny w zainteresowaniu technologią.

Wykorzystanie ogniw fotowoltaicznych w przestrzeni kosmicznej podczas zimnej wojny dodatkowo przyspieszyło rozwój tej technologii. Satelita Vanguard 1C<sup>231</sup>, wyposażony w panele fotowoltaiczne z krzemowych ogniw, pokazał potencjał zasilania w kosmosie. Misja Explorera 6, z panelami słonecznymi zapewniającymi ciągłe zasilanie, stanowiła kolejny krok w ewolucji technologii fotowoltaicznej.

Te wczesne osiągnięcia stanowią fundament dla rozwoju współczesnej fotowoltaiki, łącząc innowacje techniczne z praktycznymi zastosowaniami, co po latach zaowocowało znaczącym postępowaniem w wykorzystaniu energii słonecznej, również w Polsce.

Rozwój energetyki słonecznej w Polsce stanowi fascynujący przykład adaptacji nowoczesnych technologii odnawialnych źródeł energii w kontekście specyficznych warunków geograficznych, ekonomicznych oraz politycznych. Historia tego sektora, choć stosunkowo krótka, obfituje w dynamiczne zmiany i istotne przemiany, które odzwierciedlają globalne tendencje w zakresie zrównoważonego rozwoju.

Początki energetyki słonecznej w Polsce sięgają lat 90. XX wieku, kiedy to zaczęły pojawiać się pierwsze inicjatywy badawcze i komercyjne związane z wykorzystaniem energii słonecznej. Należy jednak zaznaczyć, że w tym okresie sektor ten rozwijał się bardzo powoli,

---

<sup>229</sup> P. Kwiatkiewicz, *Od odkrycia zjawiska fotowoltaicznego po farmy solarne, Zarys dziejów badań teoretycznych nad zjawiskiem fotowoltaicznym oraz jego praktycznym zastosowaniem. Studium historyczne*, s. 25.

<sup>230</sup> M. Godlewski, *Fotowoltaika przyszłością energetyki*, „Postępy Fizyki Czasopismo Naukowe, Polskie Towarzystwo Fizyczne” 2/2020 s. 19.

<sup>231</sup> W pierwszym kroku marynarka wojenna USA miała zamiar zastosować baterie chemiczne, jednak naukowiec doktor Hans Ziegler ostrzegł, iż takie rozwiązanie będzie nietrwałe i bateria przestanie działać po kilku godzinach, ostatecznie zastosowano oba rozwiązania, z których przez całą misję działały panele. *Historia fotowoltaiki*, energetyka-polska.pl, 2021.

głównie ze względu na wysokie koszty technologii oraz ograniczone wsparcie ze strony państwa. Wówczas główny nacisk położony był na tradycyjne źródła energii, przede wszystkim na węgiel kamienny, który dominował w polskim miksie energetycznym.

Znaczącą zmianę przyniosło wejście Polski do Unii Europejskiej w 2004 roku i związane z tym dostosowanie do unijnych wymogów w zakresie ochrony środowiska oraz promocji odnawialnych źródeł energii (OZE). To właśnie wtedy energia słoneczna zaczęła zyskiwać na znaczeniu jako alternatywa dla tradycyjnych źródeł. Wprowadzone programy wspierające, w tym dotacje i ulgi podatkowe, przyczyniły się do wzrostu zainteresowania technologiami fotowoltaicznymi zarówno wśród przedsiębiorców, jak i gospodarstw domowych.

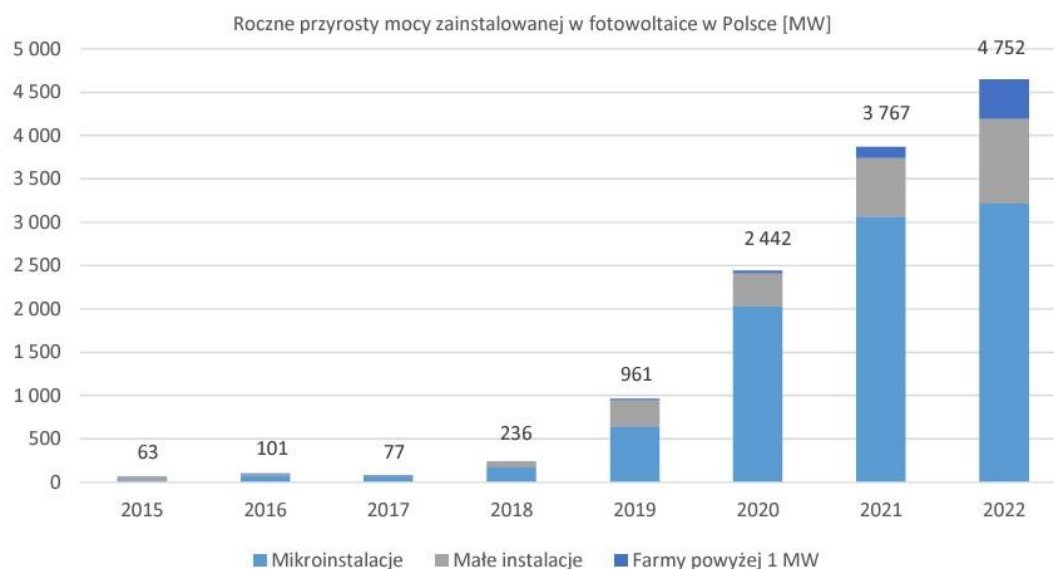
Kolejnym krokiem milowym dla rozwoju fotowoltaiki w Polsce było wprowadzenie systemu aukcyjnego dla OZE w 2016 roku<sup>232</sup>. System ten pozwolił na bardziej efektywne i przejrzyste wspieranie projektów z zakresu energetyki słonecznej, co skutkowało wzrostem liczby inwestycji w tym sektorze. Zauważalny był również postęp technologiczny, za sprawą którego to panele słoneczne stały się bardziej wydajne i ekonomicznie opłacalne. Dynamikę omawianego wzrostu obrazuje poniższe zestawienie:

---

<sup>232</sup> Zmiana miała charakter przełomowy. Co prawda nie wycofano wcześniejszego mniej efektywnego systemu wsparcia opartego na systemie zbywalnych praw majątkowych tzw. „zielonych certyfikatów” za każdą wytworzoną megawatogodzinę, to już w pierwsze aukcji – w której w ogólnym ujęciu wygrywa podmiot oferujący najniższą cenę energii z własnego źródła (element prokonsumencki) wygrały 84 projekty z branży fotowoltaicznej złożone przez 62 wytwórców. W aukcji tej zakontraktowano ogółem 1 567 mln MWh energii za kwotę 554 mln zł, a cena niższa była od referencyjnej o 24% (353,79 zł/MWh). W kolejnej aukcji w roku 2017 były to 352 projekty fotowoltaiczne, co oznacza aż 300% wzrost (kontraktacja na poziomie 4 720 mln MWh energii). W. Gostomczyk, *System aukcyjny jako nowy sposób wspierania OZE*, „Problemy Rolnictwa Światowego”, tom 18, „Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie”, 2018, s. 120–125.



Rys. 16. Polska- przyrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice w latach 2015-2022



Źródło: Instytut Energetyki Odnawialnej.

W ostatnich latach, szczególnie po 2018 roku, odnotowano znaczący wzrost mocy zainstalowanych systemów fotowoltaicznych w Polsce. Stało się to możliwe dzięki dalszemu rozwojowi technologicznemu, obniżeniu kosztów instalacji oraz wzrostowi świadomości społecznej na temat korzyści płynących z wykorzystania odnawialnych źródeł energii<sup>233</sup>. Wsparcie rządowe, w tym nadmieniany wcześniej program „Mój Prąd”, również miało znaczący wpływ na popularyzację fotowoltaiki w gospodarstwach domowych<sup>234</sup>.

Rozwój energetyki słonecznej w Polsce napotyka na pewne bariery i wyzwania. Do najważniejszych należą: ograniczona ilość dni słonecznych w roku, co wpływa na efektywność generowania energii, oraz kwestie związane z integracją energii słonecznej z istniejącą infrastrukturą energetyczną. Ponadto poważnym problemem utrudniającym rozwój jest brak infrastruktury przesyłowej niskiego i średniego napięcia<sup>235</sup>.

<sup>233</sup> Za dojrzałością rynku fotowoltaiki przemawia fakt, iż inwestorzy stopniowo odchodzą od systemu aukcyjnego w stronę zasad wolnego rynku czy stosowania rozwiązań *power purchase agreement*. Ten fakt wynika z wysokich cen energii, ale również wzrostu opłacalności technologicznej inwestycji.

<sup>234</sup> Warto zauważyć, iż efektem programu, jak również zmian w definicji małej instalacji, co skierowało inwestorów na działania na zasadach ogólnych (bez wpisu do rejestru), jest bardzo mocny wzrost rynku małych instalacji OZE, zostawiający daleko w tyle pozostałe źródła – skumulowana moc małych instalacji wzrosła od roku 2018 (132 MW) do 2459 w roku 2022. *Rynek fotowoltaiki w Polsce*, Warszawa 2023, s. 60–63.

<sup>235</sup> W badaniach sektorowych inwestorzy ograniczenia sieciowe wskazują jako największy problem dla nowych inwestycji – ok. 50% linii wysokich i średnich napięć ma ponad 40 lat i jest przystosowana głównie do jednorozowego kierunku energii – pasywnego transportu energii z elektrowni do konsumenta, przy obciążeniu przyłączanych w dużym rozproszeniu instalacji zwiększa to ryzyko awarii oraz odmowy OSD w przyłączeniu instalacji do sieci (głównie tłumaczone uwarunkowaniami technicznymi). Liczba prosumentów, czyli źródeł rozproszonych osiągnęła 705 227, co przełożyło się na przyrost nowej mocy o ponad 3,4 GW. K. Cop,

#### 4.1.4. Biogaz / biogazownie

Historia produkcji biogazu w Polsce jest interesującym przykładem rozwoju technologii odnawialnych źródeł energii w kontekście zmieniających się warunków ekonomicznych, środowiskowych oraz politycznych.

W Polsce jej początki sięgają lat 80. XX wieku, kiedy to przeprowadzono pierwsze eksperymenty związane z biogazem na małą skalę, głównie w kontekście gospodarstw rolnych. W tym okresie głównym celem było wykorzystanie odpadów rolniczych do produkcji energii, co miało stanowić alternatywę dla tradycyjnych paliw i przyczynić się do redukcji emisji gazów cieplarnianych<sup>236</sup>.

Rozwój technologii biogazowych w Polsce przyspieszył na początku XXI wieku, w dużej mierze dzięki wprowadzeniu korzystniejszych regulacji prawnych oraz programów wspierających rozwój odnawialnych źródeł energii. Kluczowym czynnikiem stymulującym rozwój biogazu były zmiany w polityce energetycznej Polski, które nastąpiły po wejściu do Unii Europejskiej w 2004 roku. Polska, zobowiązując się do realizacji celów UE dotyczących OZE, zaczęła inwestować w rozwój technologii biogazowych.

W kolejnych latach odnotowano wzrost liczby instalacji biogazowych, zarówno na terenach wiejskich, jak i miejskich. Kluczową rolę odegrały inwestycje w nowoczesne technologie fermentacji metanowej, które pozwoliły na efektywniejsze przetwarzanie odpadów organicznych. Oprócz rolniczych produktów ubocznych<sup>237</sup> zaczęto wykorzystywać również substraty komunalne oraz przemysłowe, co pozwoliło na zwiększenie skali produkcji biogazu.

Jednocześnie Polska musiała stawić czoła szeregowi wyzwań technicznych i ekonomicznych związanych z produkcją biogazu. Do najważniejszych należały wysokie koszty inwestycyjne, ograniczona efektywność niektórych technologii oraz problemy związane z integracją biogazu do istniejącego systemu energetycznego. Wprowadzenie technologii

---

*Challenges of the Energy sector in the context of Energy transformation*, „Student Journal of Law, Administration and Economics”, Warszawa 2023, s. 45–47.

<sup>236</sup> Jedną z pierwszych profesjonalnych biogazowni na oczyszczalni ścieków uruchomiono w 1988 r. w Inowrocławiu (moc elektryczna 320 kW, moc cieplna 540 kW), pierwszą biogazownią wykorzystującą gaz wysypiskowy była uruchomiona w 1996 r. instalacja w Braniewie, gdzie gaz służy do produkcji ciepła (1,3 MW) dla 65% mieszkańców miasta (liczba mieszkańców 18 tys.), w dalszej kolejności nastąpił rozwój biogazowni rolniczych. J. Krzak *Biogazownie w Polsce – niedocenione źródło energii?* Warszawa 2009, s. 1–4.

<sup>237</sup> Upatruje się rozwój sektora w kierunku wykorzystania odpadów z rolnictwa i przetwórstwa, wynika to z potencjału użytków rolnych w Polsce, gdzie 18,5 mln ha użytków rolnych pozwoliłoby wygenerować nawet do 5 GW mocy. J. Pulka, *Potencjał biogazu rolniczego na tle innych rodzajów OZE*, „Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna”, Poznań 2019, s. 15–16.

biogazowych wymagało również stworzenia odpowiedniej infrastruktury, w tym sieci dystrybucyjnych i stacji biogazowych, co stanowiło dodatkowe wyzwanie.

Kwestie środowiskowe, w tym zarządzanie odpadami i emisja gazów cieplarnianych, również miały istotny wpływ na rozwój produkcji biogazu w Polsce. Technologia ta, poprzez możliwość przetwarzania odpadów organicznych na energię, przyczyniała się do zmniejszenia emisji metanu do atmosfery oraz lepszego wykorzystania odpadów.

Pomimo tych wyzwań, w ostatnich latach produkcja biogazu w Polsce osiągnęła znaczące sukcesy, przyczyniając się do dywersyfikacji źródeł energii oraz redukcji zależności od paliw kopalnych<sup>238</sup>. Rozwój technologii biogazowych stał się ważnym elementem polskiej polityki energetycznej, co ma kluczowe znaczenie w kontekście globalnych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju i walki ze zmianami klimatycznymi.

Pomimo licznych wyzwań, ostatnie lata przyniosły znaczące sukcesy w produkcji biogazu w Polsce, które w dużej mierze można przypisać determinacji i przedsiębiorczości prywatnych inwestorów. Ich zaangażowanie i innowacyjność odegrały kluczową rolę w dywersyfikacji źródeł energii i redukcji zależności od paliw kopalnych. Rozwój technologii biogazowych<sup>239</sup>, choć nie jest bezpośrednim wynikiem programów rządowych, stał się istotnym elementem polskiej polityki energetycznej, przyczyniając się do globalnych działań na rzecz zrównoważonego rozwoju i walki ze zmianami klimatycznymi.

#### 4.1.5. Energetyka geotermalna

Potencjał geotermalny Polski charakteryzuje się dużą różnorodnością ze względu na złożoną budowę geologiczną kraju, co umożliwia eksploatację zasobów geotermalnych na różnych głębokościach i o różnych temperaturach. Regiony Polski takie jak Podhale, Płaskowyż Łódzki czy obszar basenu miedziowego na Dolnym Śląsku, są przykładami lokalizacji o wysokim potencjale geotermalnym. Na Podhalu występują wody geotermalne o temperaturach sięgających 90°C, co jest wynikiem lokalnych warunków geologicznych, w tym obecności skał magmowych w podłożu. Region ten jest szczególnie atrakcyjny dla celów

---

<sup>238</sup> Liczba instalacji to 146 biogazowni o łącznej mocy zainstalowanej 142 MWe – Instalacje objęte wpisem do rejestru wytwórców biogazu rolniczego KOWR Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa. Łączna liczba wszystkich instalacji biogazowych to 378 instalacji o mocy zainstalowanej 271 MW wg danych URE na rok 2022.

<sup>239</sup> To oznacza dalszy rozwój niskoawaryjnych biogazowni III generacji, przystosowanych do pracy wyłącznie na substratach odpadowych oraz rozwój biogazowni szczytowych produkujących energię w godzinach szczytowego zapotrzebowania (06:00–21:00), jak również projektów biogazowych skupionych wokół klastrów energetycznych, ibidem, s. 16.

balneologicznych oraz ogrzewania. Mniej korzystnie przedstawia się potencjał geotermalny na Płaskowyżu Łódzkim oraz w regionie dolnośląskim. Tamtejsze zasoby charakteryzują się niższymi temperaturami.

Początki eksploracji i eksploatacji geotermalnej w Polsce sięgają początków lat 90. XX wieku, kiedy to, w odpowiedzi na rosnącą świadomość ekologiczną oraz potrzebę poszukiwania alternatywnych źródeł energii, podjęto pierwsze kroki w kierunku badania potencjału geotermalnego kraju<sup>240</sup>. W tym okresie, dzięki inicjatywom naukowo-badawczym oraz wsparciu międzynarodowym, zrealizowano szereg odwiertów eksploracyjnych, które pozwoliły na dokładniejszą ocenę zasobów wód geotermalnych na obszarze Polski<sup>241</sup>.

Jednym z najbardziej znaczących projektów, który zainauguował erę geotermii w Polsce, jest odwiert w Podhalańskim Basenie Geotermalnym, realizowany w miejscowości Bańska Niżna. Ten projekt, uruchomiony w latach 90., stał się pionierskim przedsięwzięciem w skali kraju, demonstrującym praktyczne wykorzystanie energii geotermalnej do celów ogrzewania oraz produkcji energii elektrycznej<sup>242</sup>. Basen Podhalański, dzięki swoim unikatowym właściwościom geologicznym, umożliwił eksploatację wód geotermalnych o temperaturach przekraczających 80°C, co stanowiło przełom w kontekście możliwości technologicznych i ekonomicznej efektywności projektów geotermalnych w Polsce.

Innym istotnym obszarem, gdzie z powodzeniem rozwijana jest energetyka geotermalna pomimo, jak wspomniano, nie do końca optymalnych warunków rozwoju, jest obszar Płaskowyżu Łódzkiego. Realizowane tam projekty, takie jak odwierty w Uniejowie, wykorzystują wody geotermalne o niższej temperaturze, lecz dzięki zastosowaniu nowoczesnych pomp ciepła i systemów kogeneracji<sup>243</sup>, udowadniają ekonomiczną rentowność

---

<sup>240</sup> Pierwszej oceny zasobów geotermalnych dokonał wybitny geolog prof. Julian Sokołowski (PAN w Krakowie) do głębokości złóż 3 tys. m, 5 tys. m, 7 tys. m, K. Sala, *Przemysłowe wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce na przykładzie geotermalnego zakładu ciepłowniczego w Bańskiej Niżnej*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, 2/2018, s. 73–82.

<sup>241</sup> Odkryciu geotermii towarzyszył program badawczy Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN oraz Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie uznawane za naukową szkołę geotermalną, w wyniku którego dokonano 6 głębokich odwiertów oraz powstała doświadczalna instalacja geotermalna w roku 1993, co było podstawą do rozwoju ciepłownictwa geotermalnego na Podhalu, realizowanego od połowy lat 90. przez Geotermię Podhalańską S.A., E. Mokrzycki, K. Galos, K. Szamałek, *Historia geologii i wspomnienia*, „Przegląd Geologiczny” 12/2020, s. 877.

<sup>242</sup> Sprzedaż ciepła w Geotermii Podhalańskiej w roku 2022 wynosiła 533 316 GJ, przy 1563 odbiorcach ciepła, 1870 obiektach przyłączonych do sieci oraz mocy zamówionej 78,4 MW. Geotermia prowadzi działalność w zakresie wytwarzania, dystrybucji ciepła oraz energii elektrycznej w kogeneracji gazowej, geotermia.pl.

<sup>243</sup> Funkcjonuje tzw. system kaskadowy dystrybucji wody termalnej, która na końcu trafia do odwiertu chłonnego, gdzie ponownie się nagrzewa, geotermia-uniejow.pl.

oraz ekologiczną korzyść z wykorzystania geotermii do ogrzewania obiektów użyteczności publicznej, basenów termalnych, a także w rolnictwie i akwakulturze<sup>244</sup>.

Na uwagę zasługuje również rozwijający się projekt geotermalny w Stargardzie Szczecińskim, gdzie wykorzystuje się wody geotermalne do ogrzewania osiedli mieszkaniowych i obiektów przemysłowych. Projekty takie jak Stargard demonstrują adaptacyjność technologii geotermalnej do różnorodnych warunków geologicznych i potrzeb energetycznych, jednocześnie przyczyniając się do redukcji emisji gazów cieplarnianych i poprawy bezpieczeństwa energetycznego regionu<sup>245</sup>.

Wykorzystanie energii geotermalnej do produkcji energii elektrycznej w Polsce, choć obecnie w fazie rozwojowej, stanowi przedmiot intensywnych badań naukowych z uwagi na jej potencjał w zrównoważonym miksie energetycznym. Kluczowym aspektem efektywnego przekształcania ciepła geotermalnego w energię elektryczną jest konieczność osiągnięcia wysokich temperatur. Wyższe temperatury wód geotermalnych pozwalają na bezpośrednie napędzanie turbin parowych bez konieczności stosowania pośrednich systemów wymiany ciepła, co z kolei zwiększa efektywność energetyczną i ekonomiczną całego procesu. W kontekście polskich warunków geologicznych, gdzie dominują zasoby niskotemperaturowe, wyzwaniem to wymaga zastosowania zaawansowanych technologii, takich jak wspomniane wcześniej systemy binarne cykle, które umożliwiają efektywne wykorzystanie nawet niskotemperaturowych źródeł geotermalnych<sup>246</sup>.

Używanie zasobów hydrologicznych do produkcji energii elektrycznej, szczególnie w miejscach, gdzie wody te są nieskażone i mogą być używane w celach balneologicznych, rolniczych czy do ogrzewania, może budzić sprzeciw i być postrzegane jako forma marnotrawstwa. Zasoby te, będące cennym dobrem naturalnym, w przypadku nieodpowiedzialnego wykorzystania mogą zostać nadmiernie eksploatowane, co prowadziło do ich degradacji lub nawet wyczerpania. W związku z tym konieczne jest prowadzenie dalszych badań w celu optymalizacji procesów wykorzystania energii geotermalnej tak, aby

---

<sup>244</sup> Zatwierdzona wydajność wody w Geotermii Uniejów S.A. wynosi ok. 120 m<sup>3</sup>/h przy temperaturze na wypływie około 67°C–70°C, B. Kępińska, *Przegląd stanu wykorzystania energii geotermalnej w Polsce w latach 2016-2018*, „Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój” 1/2018, s. 15.

<sup>245</sup> Geotermia G-Term Energy sp. z o.o. pracuje w układzie otworu produkcyjnego i otworu chłonnego. Wydobywana woda ma wydajność 180 m<sup>3</sup>/h przy temperaturze 87°C, pod względem produkcji ciepła geotermia jest druga w Polsce (zainstalowana moc geotermalna wynosiła 12,6 MWt, a produkcja ciepła 186 TJ), ibidem.

<sup>246</sup> Wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje elektrowni geotermalnych: parowe (zamiana energii cieplnej na mechaniczną przez ruch obrotowy łopaty wirnika) oraz binarne – poprzez wykorzystanie 2 płynów roboczych: woda geotermalna dostarczająca energię cieplną oraz czynnik napędzający turbinę o znacznie niższej niż woda geotermalna temperaturze. Procesy technologiczne wykorzystywane w systemach binarnych to obieg organiczny Rankine’a oraz Cykl Kalina. R. Polak, D. Dziki, A. Krzykowski, S. Rudy, R. Różyło, *Elektrownie geotermalne oparte na systemach binarnych*, Lublin 2014, s. 100–103.

maksymalizować jej efektywność przy jednoczesnym zachowaniu zasobów wodnych dla przyszłych pokoleń.

W perspektywie naukowej i technologicznej kluczowe staje się zatem znalezienie równowagi między wykorzystaniem energii geotermalnej do produkcji energii elektrycznej a ochroną jej zasobów<sup>247</sup>. Możliwe jest to poprzez zastosowanie technologii zamkniętego obiegu (closed-loop systems), które minimalizują zużycie wody geotermalnej, a także poprzez integrację różnych metod eksploatacji geotermalnej, tak aby wykorzystać ciepło geotermalne w wielu aspektach gospodarki narodowej<sup>248</sup>, nie tylko w produkcji energii elektrycznej.

Ocena potencjału i możliwości wykorzystania energii geotermalnej w Polsce do celów elektroenergetycznych wymaga więc kompleksowego podejścia, które uwzględnia zarówno aspekty techniczne i ekonomiczne, jak i środowiskowe. Rozwój technologii geotermalnych, w tym zaawansowanych systemów binary cycle oraz technologii zamkniętego obiegu, może przyczynić się do efektywniejszego i bardziej zrównoważonego wykorzystania zasobów geotermalnych w Polsce<sup>249</sup>, zarówno dla potrzeb produkcji energii elektrycznej, jak i ochrony tych cennych zasobów dla przyszłych pokoleń.

#### 4.1.5. Termiczna utylizacja odpadów

Rozwój termicznej utylizacji odpadów w Polsce, jako metody produkcji energii elektrycznej oraz elementu strategii zarządzania odpadami, wpisuje się w długofalowy trend poszukiwania zrównoważonych i efektywnych energetycznie rozwiązań dla gospodarki odpadami. Historia tego procesu w Polsce jest świadectwem ewolucji podejścia do odpadów i energii, od pierwszych koncepcji po współczesne, zaawansowane technologicznie instalacje.

---

<sup>247</sup> Dotychczasowe doświadczenia pokazują, iż żywotność energii geotermalnej oceniana jest jako okres 60 lat – w zależności od źródła, jak również praktyka działalności IGSMiE PAN w zakresie geotermii faktem jest duży dopływ wody na początku eksploatacji otworu, a następnie jego spadek. Nieznany jest też długoterminowy wpływ eksploatacji złoża na zachowanie absorpcji wody schłodzonej po dłuższym czasie eksploatacji złoża (tzw. horyzont złożowy). W. Jarczewski, M. Dej, M. Huculak, *Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce*, „Prace Geograficzne”, z. 141, Kraków 2015, s. 88–93.

<sup>248</sup> W odniesieniu do gospodarki narodowej to również z punktu widzenia bezpieczeństwa dywersyfikacja pochodzenia energii cieplnej (stopniowe odchodzenie od importu paliw kopalnych). M. Zabłocki, *Determinanty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermian, Zrównoważony Rozwój”, s. 39.

<sup>249</sup> Elektrownie geotermalne binarne mają w porównaniu z innymi OZE wytwarzającymi energię elektryczną niewątpliwą zaletę w postaci jej pełnej dyspozycyjności (czyli w praktyce niezależności od warunków klimatycznych), daje to możliwość produkcji znacznej ilości energii elektrycznej w przeliczeniu na jednostkę mocy zainstalowanej, co wydatnie poprawia efektywność ekonomiczną źródła. L. Pająk, W. Bujakowski, *Energia geotermalna w systemach binarnych*, „Przegląd Geograficzny”, 61/2013, s. 703–705.

Początki termicznej utylizacji odpadów w Polsce sięgają lat 90. XX wieku, kiedy to zaczęto intensywnie szukać alternatywnych metod zagospodarowania rosnących ilości odpadów komunalnych, jednocześnie adresując potrzebę redukcji składowania odpadów na wysypiskach. W tym okresie, zainteresowanie termiczną utylizacją jako metodą odzysku energii z odpadów zaczęło rosnąć, inspirowane rozwiązaniami zastosowanymi w innych krajach europejskich<sup>250</sup>.

Jednym z pierwszych i najbardziej znaczących projektów w Polsce, który zainicjował erę termicznej utylizacji odpadów, był Zakład Termicznego Przekształcania Odpadów w Poznaniu. Uruchomienie tej instalacji stanowiło kamień milowy, demonstrując potencjał tej technologii w zakresie zarządzania odpadami i produkcji energii<sup>251</sup>. Zakład w Poznaniu, wyposażony w nowoczesne systemy spalania i oczyszczania spalin, szybko stał się wzorem efektywnego połączenia ochrony środowiska z produkcją energii, inspirując kolejne inwestycje w całym kraju<sup>252</sup>. Jednym z kluczowych aspektów związanych z funkcjonowaniem takiego zakładu jest jego zdolność do pracy w trybie wyspowym, co oznacza możliwość niezależnego funkcjonowania od ogólnokrajowej sieci energetycznej w przypadku awarii czy innych nieprzewidzianych zdarzeń. To zwiększa bezpieczeństwo energetyczne i stabilność dostaw energii dla lokalnych odbiorców, jednocześnie minimalizując ryzyko przerw w dostawie energii.

Implementacja projektów takich jak ZTPO w Poznaniu potwierdziła rolę termicznej utylizacji w zrównoważonym rozwoju miejskich systemów energetycznych. Przez połączenie zalet ekologicznego zarządzania odpadami z produkcją energii, zakłady te stają się ważnym elementem w strategiach zmierzających do osiągnięcia niezależności energetycznej, redukcji emisji gazów cieplarnianych oraz promowania gospodarki obiegu zamkniętego.

Kolejne lata przyniosły rozszerzenie infrastruktury termicznej utylizacji odpadów, z nowymi zakładami powstającymi w różnych częściach Polski, takich jak Białystok czy

---

<sup>250</sup> Główne dostępne technologie termicznego przekształcania to spalanie odpadów przez ich utlenianie oraz inne procesy termicznego przekształcania: piroliza, zgazowanie i proces plazmowy. M. Siekierski, K. Majewska, S. Podsiadło, *Gospodarka odpadami. Termiczne przekształcanie odpadów – spalarnie i współspalarnie*, „Mazowsze. Studia Regionalne”, s. 29–50.

<sup>251</sup> W projekcie skorzystano z modelu partnerstwa publiczno-prywatnego pomiędzy Miastem Poznań a SUEZ Zielona Energia (teraz PreZero Zielona Energia Sp. z o.o.), co korzystając z doświadczeń zachodnich umożliwiło projekt i budowę zgodnie z obowiązującym standardem najlepszej techniki BAT, K. Kruszka-Pytlik, *ITPOK w Poznaniu – pierwszą w kraju spalarnią zrealizowaną w formule hybrydowego partnerstwa publiczno-prywatnego*, „Nowa Energia”, 4/2018, s. 21–22.

<sup>252</sup> ITPOK (Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów Komunalnych) – w dniu dzisiejszym PreZero Zielona Energia Sp. z o.o. to druga tego typu instalacja w Polsce przetwarzająca odpady na energię elektryczną i ciepło (roczna produkcja energii to 110 tys. MWh oraz ponad 320 GJ energii cieplnej).

Konin<sup>253</sup>. Te inwestycje były odpowiedzią na rosnące potrzeby zarówno w zakresie efektywnego zarządzania odpadami, jak i w kontekście generowania zrównoważonej energii. Rozwój ten był wspierany przez zmieniające się przepisy prawne, które coraz bardziej promowały recykling i odzysk energii z odpadów, a także przez wzrost świadomości społecznej na temat ochrony środowiska.

W historii termicznej utylizacji odpadów w Polsce znaczącą rolę odegrały również kwestie bezpieczeństwa środowiskowego i energetycznego. W miarę rozwijania się technologii szczególnie nacisk kładziono na minimalizację wpływu procesu spalania na środowisko, poprzez implementację zaawansowanych systemów kontroli emisji i oczyszczania spalin. Dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego poprzez dywersyfikację źródeł energii również miało wpływ na rozwój termicznej utylizacji odpadów, uznając ją za ważny element w krajowym miksie energetycznym.

Podsumowując, historia termicznej utylizacji odpadów w Polsce jest historią postępu, od pierwszych eksperymentów do zaawansowanych technologicznie zakładów, które dziś przyczyniają się do zrównoważonego rozwoju kraju. Przez lata Polska zbudowała solidne podstawy dla efektywnego i bezpiecznego zarządzania odpadami, jednocześnie wykorzystując je jako źródło zrównoważonej energii, co stanowi ważny wkład w transformację energetyczną i ochronę środowiska<sup>254</sup>.

## 4.2. Modernizacja elektrowni konwencjonalnych

Proces modernizacji elektrowni konwencjonalnych w Polsce po 1989 roku stanowi kluczowy element transformacji sektora energetycznego, mający na celu zwiększenie efektywności energetycznej, redukcję emisji szkodliwych substancji oraz adaptację do zmieniających się regulacji prawnych i oczekiwań społecznych w zakresie ochrony środowiska.

---

<sup>253</sup> Kolejne planowane inwestycje m.in. OPEC Grudziądz – spółka dostarczająca ciepło i prąd z paliwa w postaci pelletu, gdzie planowana jest instalacja TPO (termiczne przekształcanie odpadów) do 40 tys. ton RDF rocznie z wykorzystaniem nowoczesnej technologii rusztowej stosowanej w 95% tego typu instalacji na świecie. *Itpo dla Grudziądza. Kolejna Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów na mapie Polski*, <https://magazynbiomasa.pl/itpo-dla-grudziadza/>, [dostęp: 14.11.2023].

<sup>254</sup> Do schematu technologicznego nowoczesnych instalacji wprowadzane są skrubery pozwalające na odsiarczanie i odazotowanie spalin oraz sorbery zdolne do pochłaniania lotnych form metali ciężkich i związków organicznych, M. Siekierski, K. Majewska, S. Podsiadło, *Gospodarka odpadami. Termiczne przekształcanie odpadów – spalarnie i współspalarnie*, op. cit., s. 44.



Modernizacja ta obejmuje zarówno techniczne ulepszenia istniejących bloków energetycznych, jak i wdrażanie nowych technologii w celu optymalizacji procesów wytwarzania energii.

W kontekście polskiego sektora energetycznego, który przez lata opierał się głównie na węglu kamiennym i brunatnym, modernizacja elektrowni konwencjonalnych stała się niezbędna w obliczu rosnących wymagań środowiskowych i konieczności zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Wymogi Unii Europejskiej dotyczące redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz norm jakości powietrza przyspieszyły procesy modernizacyjne, skupiając się na zwiększeniu efektywności energetycznej i ograniczeniu wpływu na środowisko naturalne.

Jednym z przykładów modernizacji jest Elektrownia Bełchatów, największa elektrownia węglowa w Polsce, a zarazem jedna z największych tego typu instalacji w Europie<sup>255</sup>. Modernizacja tej elektrowni objęła instalację nowoczesnych systemów odsiarczenia spalin, co pozwoliło na znaczące zmniejszenie emisji SO<sub>2</sub><sup>256</sup> oraz wdrożenie technologii fluidalnego spalania węgla, które zwiększa efektywność energetyczną i zmniejsza emisję CO<sub>2</sub> na jednostkę wyprodukowanej energii<sup>257</sup>. Obecnie trwają prace inwestycyjno-budowlane w kierunku budowy nowych bloków energetycznych zasilanych paliwem gazowym o łącznej mocy 1400 MW<sup>258</sup>.

Innym przykładem jest Elektrownia Kozienice, gdzie modernizacja dotyczyła budowy nowego, wysokoefektywnego bloku energetycznego o mocy 1075 MW, wykorzystującego zaawansowane technologie nadkrytyczne. Dzięki temu blokowi elektrownia stała się jedną z najnowocześniejszych i najbardziej efektywnych energetycznie elektrowni węglowych w Polsce, z redukcją emisji CO<sub>2</sub> o około 25–30% w porównaniu do starszych technologii<sup>259</sup>.

---

<sup>255</sup> Należy pamiętać, iż sam proces budowlany od uruchomienia pierwszych bloków i kolejnych trwał od roku 1982 do roku 1997, a w późniejszym okresie oddano do użytku 13. blok o mocy 858 MW. Obecnie elektrownia dysponuje mocą 5472 MW i jest największą elektrownią w Polsce.

<sup>256</sup> Był to wieloetapowy proces od budowy 4 instalacji odsiarczenia spalin w roku 1991, kolejnych 2 w roku 2004, po wykonanie kompleksowej modernizacji Instalacji IOS na 4 blokach przez Rafako S.A. Szereg procesów wydłużających żywotność i ekonomikę produkcji energii (podniesienie sprawności o 2 procent) prezentuje modernizacja szóstego bloku w roku 2011 przez ALSTOM.

<sup>257</sup> Lista modernizacji w ramach działalności elektrowni to kilkadziesiąt kluczowych inwestycji na miliardowe kwoty, skalę zmian obrazuje potencjał wytwórczy – 26 listopada 2019 r. o godz. 8:17 Elektrownia Bełchatów wyprodukowała miliardową megawatogodzinę energii elektrycznej, *Z kart historii, Kalendarium wydarzeń związanych z Elektrownią Bełchatów*, <https://elbelchatow.pgegiel.pl/O-oddziale/Z-kart-historii>.

<sup>258</sup> <https://biznesalert.pl/dolna-odra-elektrownia-gazowa-polska-energetyka/>.

<sup>259</sup> Blok B11, o którym mowa, to obecnie największa jednostka o mocy 1000 MW eksploatowana w Polsce, ma kluczowe znaczenie dla zapotrzebowania systemu elektroenergetycznego kraju, co przekłada się na pracę pełnej mocy w szczytowych godzinach zapotrzebowania. Co warto uwagi, to jedyna jednostka chłodzona w układzie zamkniętym, a zatem niezależna od poziomu wody i temperatury wody w Wiśle (jako efekt chłodzenia niezależność temperatury zrzutowej wynoszącej w regulacjach 35 stopni Celsjusza), G. Kotte, P. Oberc, M. Opiński, *Najnowocześniejszy, największy, najsprawniejszy... doświadczenia z eksploatacji bloku o mocy 1075 MW w Enei Wytwarzanie*, „Nowa Energia”, nr 2/67, 2019, s. 63–67.

Proces modernizacji objął również Elektrownię Dolna Odra, gdzie modernizacja turbin gazowych i parowych oraz wprowadzenie systemów kontroli emisji spalin<sup>260</sup> przyczyniło się do zwiększenia efektywności energetycznej i redukcji wpływu na środowisko. Modernizacja ta wpisuje się w dążenie do zwiększenia udziału gazów ziemnych w miksie energetycznym Polski jako paliwa o niższej emisji CO<sub>2</sub> w porównaniu do węgla.

Warto również wspomnieć o Elektrowni Pątnów, gdzie zastosowano innowacyjne rozwiązania w zakresie odzysku ciepła odpadowego, co pozwoliło na zwiększenie efektywności produkcji energii oraz ograniczenie emisji gazów cieplarnianych.

Elektrownia Połaniec, znana jako "Zielony Gigant", stanowi jeden z kluczowych obiektów w polskim sektorze energetycznym, którego modernizacja jest przykładem dążenia do zwiększenia efektywności energetycznej i redukcji wpływu na środowisko. Realizacja projektów modernizacyjnych w tej elektrowni węglowej, położonej w województwie świętokrzyskim, odzwierciedla ogólnokrajowe tendencje adaptacji sektora energetycznego do współczesnych wyzwań ekologicznych i ekonomicznych.

Jednym z najbardziej znaczących kroków w procesie modernizacji Elektrowni Połaniec była budowa i uruchomienie w 2012 roku bloku energetycznego na biomasę o mocy 205 MW<sup>261</sup>. Jest to największa instalacja tego typu w Polsce i jedna z największych w Europie, co stanowi przełom w wykorzystaniu odnawialnych źródeł energii w krajowym miksie energetycznym. Wykorzystanie biomasy jako paliwa w tym bloku pozwala na zmniejszenie emisji CO<sub>2</sub>, co jest zgodne z dążeniem do realizacji polityki klimatycznej Unii Europejskiej. Modernizacja elektrowni nie ograniczyła się jedynie do wprowadzenia bloku na biomasę. Elektrownia Połaniec, w ramach swoich działań modernizacyjnych, zaimplementowała również szereg innowacyjnych technologii mających na celu zwiększenie efektywności energetycznej i redukcję emisji szkodliwych substancji. Wprowadzenie zaawansowanych systemów oczyszczania spalin, takich jak instalacje odsiarczania spalin (FGD) i selektywnej katalitycznej redukcji (SCR), pozwoliło na znaczące ograniczenie emisji SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> oraz innych zanieczyszczeń<sup>262</sup>.

---

<sup>260</sup> Poprzez budowę instalacji odsiarczania spalin w lokach 7 i 8 w latach 1999–2003. Modernizacje dotyczyły również polepszenia parametrów młynów węglowych (zwiększenie wydajności i dostosowanie do spalania biomasy), modernizację układu wody chłodzącej oraz regulatory wzbudzenia bloków 5, 6, 7 i 8. Technika i technologia, Podstawowe urządzenia wytwórcze, GIEK S.A. Oddział Elektrownia Dolna Odra.

<sup>261</sup> Tzw. Zielony Blok opalany wyłącznie mieszanką biomasy leśnej i agro został ukończony pod koniec 2012 roku, dzięki czemu emisja dwutlenku węgla została obniżona o 1,2 mln ton rocznie. A. Kwiatkowski, *Ekoinwestycje Enei Elektrowni Połaniec*, [energetyka.eu](http://energetyka.eu), 2020, s. 258–259.

<sup>262</sup> Wynikową z zakresu prac modernizacyjnych było przygotowanie elektrowni do nowych standardów emisyjnych wynikających z konkluzji BAT (od dnia wejścia w życie kBAT emisja SO<sub>2</sub> wynosi dla dużych obiektów energetycznych 130 mg/Nm<sup>3</sup>), proces ten w latach 2019–2021 dotyczył w szczególności modernizacji zbiorników absorberów IOS, wymianę eliminatora mgły (urządzenie chroniące

Kolejnym elementem modernizacji była optymalizacja procesów spalania węgla, mająca na celu zwiększenie sprawności energetycznej bloków węglowych. Poprzez modernizację istniejących turbin, generatorów oraz systemów kotłowych, Elektrownia Połaniec zdołała podnieść efektywność wytwarzania energii elektrycznej, co przekłada się na mniejsze zużycie paliwa na jednostkę wyprodukowanej energii oraz mniejszą emisję CO<sub>2</sub><sup>263</sup>.

Modernizacja elektrowni konwencjonalnych w Polsce jest procesem ciągłym i wieloaspektowym, obejmującym nie tylko ulepszenia technologiczne, ale również adaptację do zmieniających się regulacji prawnych i oczekiwań społecznych. Proces ten jest kluczowy dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, zrównoważonego rozwoju oraz ochrony środowiska w Polsce, a jego kontynuacja będzie miała decydujące znaczenie dla przyszłości polskiej energetyki.

Pierwszym z wymienionych są ograniczenia ekonomiczne. Modernizacja elektrowni konwencjonalnych wymaga znacznych inwestycji kapitałowych, które obciążają finanse publiczne, a bezpośrednio zasoby przedsiębiorstw energetycznych będących zwykle spółkami o kapitale większościowym Skarbu Państwa. W obliczu dynamicznie zmieniającego się rynku energetycznego, charakteryzującego się rosnącą konkurencyjnością odnawialnych źródeł energii, rentowność takich inwestycji staje się kwestią dyskusyjną. Istnieje ryzyko, że zainwestowane środki nie przyniosą oczekiwanej stopy zwrotu, szczególnie w kontekście przewidywanych długoterminowych zmian w strukturze produkcji i konsumpcji energii.

Drugą kategorią są przeciwwskazania technologiczne. Modernizacja starszych elektrowni konwencjonalnych napotyka na ograniczenia wynikające z przestarzałej infrastruktury, której adaptacja do nowych technologii jest technicznie trudna lub niemożliwa bez całkowitej rekonstrukcji. Dodatkowo integracja nowych technologii w istniejących systemach może generować problemy z kompatybilnością i efektywnością operacyjną, prowadząc do nieoptymalnego wykorzystania zasobów.

---

instalację przed zanieczyszczeniem zawieszin gipsowych), rozbudowę oczyszczalni ścieków czy wymianę kluczowych elementów wentylatora wspomagającego. H. Skotnicki, *Modernizacja instalacji w celu przygotowania Enei Elektrowni Połaniec do nowych standardów emisyjnych wynikających z konkluzji BAT (kBAT) w latach 2019-2021*, „Nowa Energia”, nr 5-6(81)/2021 s. 84–91.

<sup>263</sup> Wymienione działania podjęto w ramach projektu Feniks w latach 2012–2020, którego głównym celem była modernizacja sześciu z siedmiu bloków energetycznych celem przedłużenia ich żywotności oraz zwiększenia potencjału wytwórczego (do 242 MW brutto), A. Kwiatkowski, *Ekoinwestycje Enei Elektrowni Połaniec*, energetyka.eu, 2020, op. cit.

Kolejnym wymiarem są przeciwwskazania środowiskowe. Modernizacja elektrowni konwencjonalnych, choć może przyczynić się do zmniejszenia emisji szkodliwych substancji, nie rozwiązuje problemu zależności od paliw kopalnych i związanych z tym długoterminowych skutków dla środowiska. Ponadto, procesy modernizacyjne mogą wiązać się z dodatkowym obciążeniem środowiska, np. poprzez emisje związane z pracami budowlanymi czy eksploatacją nowych instalacji.

Nie można także pomijać przeciwwskazań społecznych. Wiele społeczności lokalnych jest rzecznikami likwidacji przestarzałych elektrowni. Projekty modernizacyjne, szczególnie te o dużej skali, mogą spotykać się z oporem społeczności lokalnych, obawiających się negatywnego wpływu na środowisko, zmian w krajobrazie lokalnym czy wzrostu cen energii.

Modernizacja elektrowni konwencjonalnych w Polsce jest procesem ciągłym i wieloaspektowym, obejmującym nie tylko ulepszenia technologiczne, ale również adaptację do zmieniających się regulacji prawnych i oczekiwań społecznych. Proces ten jest kluczowy dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, zrównoważonego rozwoju oraz ochrony środowiska w Polsce, a jego kontynuacja będzie miała decydujące znaczenie dla przyszłości polskiej energetyki. Przedsięwzięcia te stanowią jednakże istotne wyzwanie, wymagające zbalansowanego podejścia, które uwzględni ekonomiczne, technologiczne, środowiskowe oraz społeczne przeciwwskazania. Wymaga to nie tylko dogłębnej analizy potencjalnych korzyści, ale także ryzyk i barier, które mogą wpłynąć na efektywność i celowość takich działań w długoterminowej perspektywie polityki energetycznej kraju.

#### 4.3. Wyzwania i trudności związane z transformacją

Transformacja energetyczna w Polsce, postrzegana przez pryzmat bezpieczeństwa energetycznego i polityki gospodarczej, stanowi jeden z najbardziej złożonych i wielowymiarowych procesów, z jakimi kraj ten musi się zmierzyć na początku XXI wieku. Wyzwania i trudności, które towarzyszą temu procesowi, mają swoje źródła zarówno w historycznych uwarunkowaniach, strukturze gospodarczej, jak i w globalnych trendach zmian klimatycznych oraz regulacjach prawnych.

Polska, z jej długotrwałą tradycją opierania gospodarki energetycznej na węglu kamiennym i brunatnym, postawiona została przed koniecznością przeprowadzenia głębokiej

restrukturyzacji sektora energetycznego<sup>264</sup>. Proces ten jest wymuszony nie tylko przez konieczność redukcji znaczących emisji gazów cieplarnianych, ale również przez potrzebę adaptacji do zmieniających się realiów globalnego rynku energetycznego, w tym wyczerpywania się krajowych zasobów paliw kopalnych<sup>265</sup> oraz niestabilności cen surowców energetycznych na rynkach światowych.

W nakreślonym kontekście przejście z paliw kopalnych na OZE w znaczącym stopniu tożsame jest dekarbonizacją polskiej gospodarki energetycznej. Sama wola polityczna nie zawsze jednakże jest elementem wystarczającym by przeprowadzić zmiany. Napotykają one na szereg obiektywnych trudności, głównie ze względu na zintegrowaną strukturę sektora opartego na węglu. Redukcja emisji CO<sub>2</sub> i innych gazów cieplarnianych wymaga bowiem nie tylko zastąpienia istniejących mocy wytwórczych opartych na węglu nowymi, niskoemisyjnymi źródłami energii, ale również modernizacji i adaptacji infrastruktury energetycznej do zmienionych warunków operacyjnych<sup>266</sup>.

Kwestia wspomnianych nośników kopalnych o mniej inwazyjnym charakterze i ich zabezpieczenia staje się poważnym wyzwaniem w kontekście zapewnienia ciągłości i bezpieczeństwa dostaw energii. Z jednej strony rzecz dotyczy przejścia na mało stabilne odnawialne źródła zasilania zależne od uwarunkowań przyrodniczych, co wymaga obecności elementu równoważącego potencjalne zaburzenia produkcji, a z drugiej zagwarantowanie zdywersyfikowanych dostaw takich surowców, zwłaszcza w okoliczności istnienia niepewności geopolitycznej i znaczących wahań cen paliw na rynkach światowych<sup>267</sup>. Ekspozowane i celebrowane w mediach zwielokrotnienie potencjału mocy wytwórczych, choć na pierwszy rzut oka wydaje się być pozytywnym kierunkiem rozwoju sektora, nie zawsze jest

---

<sup>264</sup> Transformacja energetyczna zatwierdzona przez Radę Europy, której celem jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych do 2030 r. o co najmniej 55% w porównaniu z poziomem 1990 r. implikuje zmiany stojące przed polskim sektorem wytwarzania energii elektrycznej. E. Nowiński *Transformacja energetyki a bezpieczeństwo energetyczne Polski*, „Nowa Energia” 3(79)/2021, s. 42.

<sup>265</sup> Należy zaznaczyć, iż same zapasy węglowe w Polsce wystarczyłyby do zapewnienia produkcji energii elektrycznej na co najmniej 200 lat, jednakże przy posiadanych eksploatowanych złożach, braku akceptacji społecznej do uruchamiania nowych kopalń ten okres nie może zostać uznany za realny. W. Naworyta, *Węgiel brunatny w Polsce a religia Zielonego Ładu*, „Zeszyty Naukowe IGSMiEN” 1/(110) 2022, s. 30.

<sup>266</sup> Dotyczy to okresu przejściowego – alternatywne źródła energii w postaci atomu lub tradycyjnie pojmowanego OZE to perspektywa dekady lub dłuższego czasu dla zapewnienia stabilności bilansowania, do tego czasu należy optymalnie wykorzystywać paliwa konwencjonalne, jak również rozwijać polską myśl techniczną, czyli wykorzystywać bloki węglowe jako poligon doświadczalny w zakresie m.in. turbin parowo-gazowych, rozwiązań hybrydowych czy wychwytu i zagospodarowania gazów w procesie spalania. E. Nowiński, *Transformacja energetyki a bezpieczeństwo energetyczne Polski*, op. cit. s. 46.

<sup>267</sup> Należy pamiętać również, iż zwrot w kierunku OZE na tle historycznym w globalnym ujęciu miał źródło w kryzysie irańskim lat 70. XX wieku, co dało asumpt do zmniejszenia uzależnienia importowego. Zmienność cenowa dotyczy również samego rynku krajowego wynikającego ze struktury OZE w wyniku zmiennych warunków pogodowych czy wzrostu ceny uprawnień do emisji CO<sub>2</sub>. P. Rojek, M. Gacki, *Ceny na rynku hurtowym energii elektrycznej, Krańcowy koszt wytwarzania*, [w:] *VI Ogólnopolska Konferencja Młodych Energetyków*, Warszawa 2016, s. 13.

uzasadnione z punktu widzenia efektywności energetycznej i ekonomicznej<sup>268</sup>. Kluczowym elementem spajającym system pozostają inwestycje w infrastrukturę przesyłową i magazynową, która umożliwi efektywne zarządzanie fluktuacjami w produkcji energii z OZE oraz integrację z europejskim systemem energetycznym.

Jednym z największych wyzwań jest zapewnienie finansowania transformacji sektora energetycznego<sup>269</sup>. Środki potrzebne na inwestycje w nowe technologie, modernizację infrastruktury oraz wsparcie społeczno-gospodarcze wymagają zaangażowania zarówno środków krajowych, jak i dostępu do finansowania zewnętrznego, w tym funduszy unijnych i prywatnych inwestycji<sup>270</sup>. Wymaga to skutecznej strategii finansowej i zdolności do przyciągania inwestycji, co jest wyzwaniem w kontekście ograniczeń budżetowych i potrzeby zapewnienia atrakcyjnych warunków dla inwestorów.

Na koniec, transformacja energetyczna jest niezbędna w kontekście globalnych wysiłków na rzecz przeciwdziałania zmianom klimatycznym. Polska, jako część wspólnoty międzynarodowej, stoi przed zadaniem wypełnienia zobowiązań wynikających z Porozumienia Paryskiego<sup>271</sup> i innych międzynarodowych porozumień klimatycznych<sup>272</sup>. Osiągnięcie założonych celów redukcyjnych wymaga zdecydowanych działań na rzecz dekarbonizacji sektora energetycznego, co stanowi zarówno wyzwanie, jak i szansę na rozwój nowoczesnej, zrównoważonej gospodarki energetycznej.

---

<sup>268</sup> Przewymiarowanie zdolności wytwórczych, czyli inwestowanie w nadmierną rozbudowę mocy produkcyjnych nader często wiedzie do odmiennych od oczekiwanych skutków. Takie podejście generuje nie tylko znaczne koszty inwestycyjne, ale również zwiększa koszty utrzymania i eksploatacji infrastruktury, które nie zawsze są proporcjonalne do faktycznego wzrostu zapotrzebowania na energię. Dlatego kluczowe jest dokładne planowanie i analiza potrzeb energetycznych, tak aby rozwój mocy wytwórczych był w pełni dostosowany do realnych potrzeb i trendów konsumpcyjnych, co umożliwi racjonalne gospodarowanie zasobami energetycznymi przy jednoczesnym minimalizowaniu negatywnego wpływu na środowisko.

<sup>269</sup> Wyliczenia audytora EY wskazują, iż zapotrzebowanie na finansowanie i transformację polskiego sektora energetycznego do roku 2030 może kosztować 135 mld euro.

<sup>270</sup> Środki te można podzielić na krajowe – programy rozporządzane przez NFOŚiGW, BOŚ, PFR, ustawowe – czyli systemy wsparcia operacyjnego (rynek mocy, kogeneracja, OZE) oraz unijne (programy wynikające z polityki spójności oraz programy dedykowane UE – Innovation Fund, CEF) oraz jako kluczowe KPO, oraz poprzez europejski system handlu emisjami EU ETS, czyli Fundusz Modernizacyjny FM. M. Jamiołkowski, *Finansowanie transformacji energetycznej*, Warszawa 2022, s. 9–10.

<sup>271</sup> Najważniejsze elementy porozumienia paryskiego to cel długoterminowy – zatrzymanie wzrostu temperatury na poziomie dużo poniżej 2 stopni Celsjusza względem poziomu przedprzemysłowego – docelowo 1,5 stopnia, przedłożenie planów działań przez kraje członkowskie w zakresie redukcji emisji CO<sub>2</sub> oraz ich aktualizacja co 5 lat. Cel końcowy to neutralność energetyczna Europy do roku 2050.

<sup>272</sup> Dla wzmocnienia i zatrzymania globalnego ocieplenia Komisja Europejska ogłosiła w 2019 r. strategię zrównoważonego wzrostu – Europejski Zielony Ład w roku 2019 oraz w dalszym okresie w wyniku zakłóceń na rynku energii z powodu zmian geopolitycznych Komisja przedstawiła w 2022 plan REPower, czyli uniezależnienia się od importowanych surowców poprzez rozwój OZE do 45% koszyka produkcji oraz poprawę efektywności energetycznej (42,5% w stosunku do wyjściowego roku 1990). J. Szafran *Finansowanie transformacji klimatyczno – energetycznej z Funduszy i Programów Unii Europejskiej z perspektywy samorządu terytorialnego*, „Oeconomic Studies”, 3(113)2023, s. 139.

Na poziomie regulacyjnym Polska musi dostosować swoje prawodawstwo i politykę energetyczną do wymogów i celów Unii Europejskiej w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych i rozwijania odnawialnych źródeł energii. Implementacja tych regulacji napotyka na szereg trudności, wynikających z konieczności znalezienia równowagi między celami środowiskowymi a realiami gospodarczymi<sup>273</sup> i społecznymi, takimi jak ochrona miejsc pracy w sektorach związanych z wydobyciem węgla i produkcją energii z paliw kopalnych<sup>274</sup>.

Ekonomia transformacji energetycznej wiąże się z koniecznością znaczących inwestycji w nowe technologie, modernizację infrastruktury oraz rozwój odnawialnych źródeł energii. Koszty te są ogromne i wymagają wsparcia zarówno ze strony państwa, jak i prywatnych inwestorów<sup>275</sup>. Wyzwaniem jest również zapewnienie konkurencyjności polskiej gospodarki podczas transformacji, w szczególności w kontekście utrzymania stabilnych i przystępnych cen energii dla przedsiębiorstw i konsumentów.

Rozwój nowych technologii energetycznych, takich jak zaawansowane technologie wychwytywania i składowania dwutlenku węgla, systemy magazynowania energii czy inteligentne sieci energetyczne, jest kluczowy dla efektywnej transformacji. Jednakże skala i tempo wdrażania tych technologii napotyka na trudności związane z dostępnością kapitału, barierami regulacyjnymi, a także z potrzebą budowania kompetencji i wiedzy technicznej.

Transformacja energetyczna ma również głębokie implikacje społeczne i regionalne. Restrukturyzacja sektora węglowego i zmiany w strukturze rynku pracy wymagają opracowania kompleksowych programów socjalnych i zawodowych dla pracowników dotkniętych zmianami. Ponadto, konieczność zapewnienia sprawiedliwej transformacji dla

---

<sup>273</sup> Jak ocenia niezależny Instytut Ekonomiczny Breugel, oprócz środków unijnych Polska powinna przeznaczać rocznie ok 0,5-1 procent PKB, co oznacza ok. 20-30 mld zł rocznie, co stanowi istotne obciążenie budżetowe.

<sup>274</sup> Zmiany te są nieuchronne szczególnie w sektorze energetycznym głównie dotyczącym wydobycia, gdzie redukcja zatrudnienia do roku 2030 może dotyczyć aż 14 tys. miejsc pracy, jednocześnie zdecydowanie wzrośnie popyt na wykwalifikowanych pracowników w instalacjach OZE, *Prognozowane zmiany na rynku pracy wywołane transformacją energetyczną*, Warszawa 2021, s. 13–19.

<sup>275</sup> Oprócz programów finansowania w ramach UE i środków krajowych, z perspektywy inwestorów komercyjnych niebagatelną rolę ma finansowanie z sektora bankowego. Banki już teraz starają się zachęcać firmy do inwestowania w transformację energetyczną, przykładowe programy to "Kredyt na zielone zmiany" i "Kredyt z dotacją z programu Czyste Powietrze" (BNP Paribas), EKOkredyt PV na zakup i montaż instalacji fotowoltaicznej (BOŚ Bank) czy Finansowanie odnawialnych źródeł energii (Credit Agricole). *Inwestorów i biznes trzeba zachęcić do czystej energii*, <https://businessinsider.com.pl/biznes/inwestorow-i-biznes-trzeba-zachecic-do-czystej-energii/8nwzqc7>, [dostęp: 24.08.2022].

regionów górniczych<sup>276</sup>, które są szczególnie narażone na negatywne skutki zmian, stanowi znaczące wyzwanie polityczne i społeczne<sup>277</sup>.

Ostatnim, ale równie istotnym wyzwaniem jest integracja polskiego systemu energetycznego z europejskim rynkiem energii. Obejmuje to nie tylko aspekty techniczne, takie jak rozbudowa transgranicznych połączeń energetycznych, ale także harmonizację regulacji i mechanizmów rynkowych. Integracja ta jest niezbędna dla zapewnienia stabilności dostaw energii, efektywności rynku oraz dla umożliwienia Polsce pełnego wykorzystania potencjału odnawialnych źródeł energii i transgranicznej wymiany energii.

Transformacja energetyczna w Polsce, w kontekście zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, jest procesem wielowymiarowym, który wymaga zrównoważonego podejścia uwzględniającego ekonomiczne, technologiczne, środowiskowe, społeczne oraz polityczne aspekty. Sukces tej transformacji będzie zależał od zdolności do pokonania istniejących wyzwań i trudności, a także od zaangażowania i współpracy między rządem, sektorem prywatnym, społeczeństwem oraz partnerami międzynarodowymi<sup>278</sup>.

#### 4.4. Unijne determinanty rozwoju sektora elektroenergetycznego

Obecność Polski w strukturach Wspólnotowych może być postrzegana jako jeden z kluczowych determinantów krajowej polityki energetycznej w tym oddziaływania i przeobrażeń sektora elektroenergetycznego. Początki tego wpływu sięgają okresu akcesyjnego. Przystosowanie rodzimej produkcji i dystrybucji energii elektrycznej do wymogów Unii

---

<sup>276</sup> Wygaszanie rejonów górniczych utrzymujących lokalne gospodarki z wydobycia węgla kamiennego i brunatnego wymusi konieczność zabezpieczenia pozostałych kopalń oraz niwelowania ich wpływu na środowisko. Można zatem założyć, że w kolejnych latach wzrośnie zapotrzebowanie na osoby zajmujące się rekultywacją terenów górniczych i przygotowaniem ich do wykorzystania dla innych celów (np. produkcji, handlu, logistyki). *Zmiany na rynku pracy wynikające z wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju*, Warszawa 2022, s. 21.

<sup>277</sup> Regiony górnicze, które przez dziesięciolecia opierały swoją gospodarkę na wydobyciu węgla, stoją przed koniecznością przekształcenia, co wiąże się z ryzykiem wzrostu bezrobocia i problemów społecznych. Dlatego niezwykle ważne jest zapewnienie odpowiednich programów wsparcia i przekwalifikowania dla pracowników sektora, a także stymulowanie rozwoju nowych gałęzi przemysłu i usług w tych regionach. *Paryskie Porozumienie Klimatyczne*, Rada Europejska Rada Unii Europy, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/climate-change/paris-agreement/#what>, 2024.

<sup>278</sup> Istotne jest znalezienie właściwego balansu pomiędzy ambitnymi planami zielonej gospodarki UE a realiami i tempem przekształceń w związku z węglowym modelem produkcji energii w Polsce. Planom dostosowania polityki i działań państwa polskiego do uzgodnionych celów klimatyczno-energetycznych towarzyszy zastrzeżenie, że w modelu transformacji energetycznej „należy uwzględnić specyfikę kraju oraz maksymalizujący ich pozytywny wpływ na poziom życia obywateli, rozwój gospodarczy kraju i konkurencyjność gospodarki” (Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej, <https://www.bbn.gov.pl/ft>, [dostęp: 12.05.2020]), J. Miecznikowska, *Priorytety nowej Komisji Europejskiej a polska racja stanu w Racja stanu Polski w Unii Europejskiej*, Warszawa 2021, s.122–123.



Europejskiej było procesem wielowymiarowym, obejmującym zarówno aspekty techniczne, jak i regulacyjne. Implementacja dyrektyw Wspólnotowych<sup>279</sup> dotyczących rynku wewnętrznego energii, ochrony środowiska, promocji energii odnawialnej oraz efektywności energetycznej stała się istotnym wyzwaniem dla Polski. Proces ten wymagał istotnych zmian w prawie krajowym, restrukturyzacji sektora energetycznego oraz inwestycji w modernizację infrastruktury energetycznej.

Wprowadzenie rozwiązań dotyczących liberalizacji rynków energii elektrycznej i gazu ziemnego oznaczało konieczność reformy struktury własnościowej i operacyjnej polskiej energetyki. Przejście od zmonopolizowanego rynku do systemu opartego na konkurencji<sup>280</sup> miało na celu zwiększenie efektywności, obniżenie cen dla konsumentów i stworzenie sprzyjających warunków dla inwestycji. Proces ten był jednak obciążony trudnościami związanymi z zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego kraju i ochroną interesów krajowych producentów energii<sup>281</sup>.

Ponadto polityka środowiskowa UE, szczególnie w zakresie redukcji emisji gazów cieplarnianych i promocji energii odnawialnej, wymusiła na Polsce znaczące przekształcenia w sektorze produkcji energii. Wymagania dotyczące jakości paliw, ograniczeń emisji i wdrażania technologii niskoemisyjnych stały się katalizatorem dla modernizacji elektrowni i inwestycji w źródła energii odnawialnej. Ten aspekt integracji z UE wyznaczył nowy kierunek dla polskiej polityki energetycznej, skoncentrowany na dywersyfikacji źródeł energii i zwiększeniu udziału OZE w miksie energetycznym.

Wpływ polityki unijnej na polski sektor elektroenergetyczny w okresie akcesyjnym można ocenić jako determinujący kierunek jego rozwoju, nakładający na Polskę zarówno

---

<sup>279</sup> W Unii Europejskiej proces tworzenia i liberalizacji rynku energetycznego rozpoczął się po Traktacie z Maastricht, skracając kontekst historyczny, ostatnie dwie dekady otwierał Traktat Lizboński, który wszedł w życie 1 grudnia 2009 r. oraz Strategia Rozwoju Gospodarczego EU 2020 z 2010 r. O. Voytyuk, *Potencjał energetyczny państw Unii Europejskiej*, Białystok 2012, s. 82–87.

<sup>280</sup> Ważnym elementem liberalizacji rynku była wprowadzona przez unijne dyrektywy zasada dostępu strony trzeciej (TPA). Zarówno w Polsce, jak i w UE opór sektora pozwalającego podmiotom gospodarczym na wybór innego sprzedawcy był duży, gdyż de facto szkodził przedsiębiorstwom prowadzącym działalność – od wytwarzania poprzez dystrybucję i sprzedaż pod jednym podmiotem. Wymuszono tę zmianę. Na początku w roku 2003 z mało dynamicznej zmiany – 30 podmiotów z 600 uprawnionych przedsiębiorstw energochłonnych, które skorzystały ze zmiany sprzedawcy do zdecydowanego rozwoju zmiany sprzedawcy – szczególnie w taryfach biznesowych w kolejnej dekadzie. B. Derski, R. Zasuń, *Wiek...* op. cit., s. 228–231.

<sup>281</sup> Koncerny energetyczne z Europy Zachodniej przede wszystkim były kapitałowo większe od polskiej energetyki. Na przykład francuski EdF dysponował zdolnościami produkcyjnymi 3-krotnie wyższymi od całej polskiej energetyki. Pionowa integracja skupiona na dystrybucji, wytwarzaniu produkcji oraz pokrewnych dziedzinach oprócz energetyki (sprzedaż ciepła, wody) dawała możliwość kreowania niskich cen sprzedaży energii elektrycznej, a co za tym idzie niesymetrycznej konkurencji dla polskich elektrowni – organizacyjnie oderwanych od klientów końcowych. Prywatyzacja przedsiębiorstw w stronę zachodnich podmiotów i wydzielenie sprzedaży rodziła ryzyko oderwania polskich elektrowni systemowych od rynku komercyjnego. W. Mielczarski, *Elektroenergetyka w Unii Europejskiej, O miejsce dla Polski*. Centrum Informacji o Rynku Energii, 2010, s. 2–13.

specyficzne wyzwania adaptacyjne, jak i otwierający nowe perspektywy dla transformacji energetycznej kraju w dłuższej perspektywie.

Członkostwo Polski oznaczało możliwość własnego wkładu w działania podejmowane przez Wspólnotę, ale też łączyło się z poważnymi wyzwaniami. Polski sektor elektroenergetyczny znalazł się w nowym kontekście regulacyjnym i politycznym, co wymusiło szereg przemian dostosowujących krajowy system energetyczny do wymogów i celów polityki energetycznej UE. Jednym z głównych kierunków wpływu polityki unijnej na polski sektor elektroenergetyczny była konieczność harmonizacji prawnej i implementacji unijnych dyrektyw dotyczących uwolnienia rynku energii, promocji energii odnawialnej, efektywności energetycznej oraz ograniczenia emisji gazów cieplarnianych<sup>282</sup>.

Nadmieniona liberalizacja rynku energii, będąca częścią polityki energetycznej UE, miała na celu stworzenie jednolitego europejskiego rynku energii, co wymagało od Polski restrukturyzacji krajowego sektora elektroenergetycznego, w tym oddzielenia działalności produkcji, przesyłu i dystrybucji energii. Proces ten wpłynął na zwiększenie konkurencji oraz poprawę efektywności sektora, jednocześnie stawiając przed nim wyzwania związane z zapewnieniem bezpieczeństwa dostaw i ochroną interesów konsumentów. W wymiarze politycznym odczuwalną konsekwencją tych działań stały się zmiany cen energii elektrycznej tak dla odbiorców indywidualnych, jak i podmiotów gospodarczych. Ich wzrost hamowany przez URE<sup>283</sup> generował konflikt między wymogami ekonomicznymi a oczekiwaniami partii rządzących<sup>284</sup>.

Wdrażanie dyrektyw UE dotyczących promocji energii odnawialnej oraz efektywności energetycznej przyczyniło się do znaczącej transformacji w zakresie produkcji energii w Polsce<sup>285</sup>. Priorytetowe traktowanie inwestycji w źródła odnawialne, wspierane mechanizmami

---

<sup>282</sup> 10 kwietnia 1997 roku uchwalono podstawowy dokument sektorowy, czyli ustawę – Prawo energetyczne, który doczekał się już kilkudziesięciu aktualizacji. Dokument ten był wyjściową bazującą na podstawowych priorytetach: bezpieczeństwa energetycznego, konkurencyjności i efektywności gospodarki oraz ochrony środowiska, jak również kilkunastu doktrynach polityki energetycznej, w tym uwzględniał pełną integrację polskiej energetyki z energią europejską i światową.

<sup>283</sup> Urząd Regulacji Energetyki (URE) – powołany również ustawą jako organ niezależny i apolityczny, działający w ramach organów administracji państwowej odpowiedzialny m.in. za udzielanie i cofanie koncesji, zatwierdzanie i kontrolowanie taryf czy wyznaczanie operatorów systemu przesyłowego, dystrybucji i magazynowania.

<sup>284</sup> W szczególności dotyczy to zatwierdzania co roku taryf dla gospodarstw domowych, stanowiących istotny element wpływu na partie rządzące.

<sup>285</sup> W ciągu 15 ostatnich lat prawodawstwo UE dotyczące efektywności energetycznej znacznie się zmieniło. Od pierwszej dyrektywy, która weszła w życie w grudniu 2012 r. o orientacyjnych wartościach docelowych poszczególnych krajów w zakresie ograniczenia zużycia energii o 20% do roku 2020, poprzez Pakiet „Fit for 55”, do przepisów z dnia 25 lipca 2023, w których Rada Unii Europejskiej przyjęła nowe regulacje mające na celu zmniejszenie zużycia energii końcowej na szczeblu UE o 11,7% w roku 2030, w odniesieniu krajowym mające odbicie w Krajowym planie na rzecz energii i klimatu (KPEiK) na lata 2021–2030.

finansowymi i systemami wsparcia, umożliwiło rozwój technologii wiatrowych, słonecznych oraz biomasy. Jednocześnie zobowiązania do poprawy efektywności energetycznej nakładały na Polskę potrzebę modernizacji infrastruktury i wprowadzania innowacyjnych rozwiązań technologicznych mających na celu zmniejszenie zużycia energii.

Regulacje dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych, w tym system handlu uprawnieniami do emisji, CO<sub>2</sub> (EU ETS), wywarły istotny wpływ na polski sektor elektroenergetyczny, zdominowany przez węgiel jako główne źródło produkcji energii<sup>286</sup>. Konieczność dostosowania się do unijnych celów redukcyjnych wymusiło na Polsce poszukiwanie rozwiązań umożliwiających stopniowe ograniczenie emisji, co prowadziło do zwiększonego zainteresowania technologiami czystego węgla, a także dywersyfikacją źródeł energii, w tym rozwijaniem energetyki jądrowej i gazowej jako mniej emisyjnych alternatyw.

Kontynuacja działań politycznych w obszarze energetyki w Polsce jest ściśle związana z inicjatywą REPowerEU. Mianem tym określono plan UE zaprezentowany w maju 2022 roku, mający na celu zwiększenie niezależności energetycznej Europy poprzez redukcję zależności od rosyjskich paliw kopalnych, w odpowiedzi na kryzys energetyczny wywołany inwazją Rosji na Ukrainę oraz globalne zaburzenia w dostawach energii. Plan ten obejmuje zwiększenie produkcji i wykorzystania energii odnawialnej, poprawę efektywności energetycznej, przyspieszenie wdrażania odnawialnych źródeł energii, a także dywersyfikację dostaw energii poprzez poszukiwanie nowych, bezpiecznych źródeł i korytarzy dostaw do UE<sup>287</sup>.

REPowerEU ma kluczowe znaczenie dla osiągnięcia celów Europejskiego Zielonego Ładu, w tym neutralności klimatycznej do 2050 roku, poprzez zdecydowane działania na rzecz przyspieszenia przejścia energetycznego. Plan zakłada również inwestycje w infrastrukturę energetyczną, taką jak sieci elektryczne i gazociągi, które mogą przesyłać wodór, a także wzmocnienie solidarności energetycznej między państwami członkowskimi UE.

W odpowiedzi na wyzwania geopolityczne i zmiany na światowym rynku energii Polska, w ramach inicjatywy REPowerEU, przystąpiła do znaczącej rewizji swojej polityki energetycznej. Ta zmiana kierunku zakorzeniona w rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego

---

<sup>286</sup> System handlu uprawnieniami miał 4 etapy i wynikał wprost z założeń protokołów z Kioto. UE określa pułap uprawnień do emisji, a przedsiębiorstwa uprawnienia te dostają lub kupują. Pułap jest sukcesywnie obniżany, tak by ilość emisji stopniowo się zmniejszała. Jednorundowy format aukcji odbywa się na platformie aukcyjnej AG (EEX) dla Europy Środkowej i Niemiec oraz Norwegii i Islandii.

<sup>287</sup> Plan ten oznacza realizację wniosków ustawodawczych pakietu „Fit for 55”, którego celem jest zmniejszenie w krajach UE – zgodnie z europejskim zielonym ładem emisji netto gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do 2030 r. i osiągnięcie neutralności klimatycznej do roku 2050. W tym celu UE przeznaczy 225 mld EUR głównie z niewykorzystanych pożyczek z Instrumentu na Rzecz Odbudowy, 20 mld EUR nowych dotacji (fundusz innowacyjny oraz sprzedaż uprawnień do emisji w systemie ETS) oraz pozostałe transfery 17,4 mld EUR (polityka spójności), oraz rezerwa pobrexitowa 5,4 mld EUR.

i Rady (UE) 2021/241 z 12 lutego 2021 r., ustanawiającego Instrument na rzecz Odbudowy i Zwiększania Odporności (RRF), oraz późniejszych adaptacjach politycznych spowodowanych agresją Rosji na Ukrainę, wymusiła na Polsce redefinicję swoich priorytetów energetycznych.

W kontekście planu REPowerEU, Polska skoncentrowała się na implementacji siedmiu nowych reform i dziesięciu inwestycjach<sup>288</sup>, z których sześć realizowanych jest w ramach części dotacyjnej, z alokacją środków w wysokości 2,76 mld EUR (12,35 mld PLN), a cztery w ramach części pożyczkowej, z alokacją środków w wysokości 22,52 mld EUR (100,93 mld PLN). Specyfika finansowania tych inwestycji, szczególnie w części pożyczkowej, gdzie większość środków zostanie ulokowana w instrumentach finansowych, pozwala na realizację projektów nawet przez kolejne prawie 30 lat, co wskazuje na długoterminowy horyzont planowania i realizacji działań związanych z transformacją energetyczną.

W ramach części dotacyjnej Polska zobowiązała się do realizacji projektów mających kluczowe znaczenie dla przyszłości sektora elektroenergetycznego. Inwestycje te obejmują rozwój sieci przesyłowych, co jest niezbędne dla zapewnienia stabilności i efektywności przesyłu energii, zwłaszcza tej generowanej z odnawialnych źródeł. Działania te wspierają również wdrażanie OZE przez społeczności energetyczne, co stanowi krok w stronę decentralizacji produkcji energii i zwiększenia zaangażowania obywateli w proces transformacji energetycznej. Ponadto inwestycje w transport zeroemisyjny, takie jak zakup autobusów elektrycznych oraz rozwój wielkoskalowych bateryjnych magazynów energii (BESS) wpisują się w strategię zwiększania efektywności energetycznej i redukcji emisji, CO<sub>2</sub>. Znaczący jest również nacisk na wsparcie instytucji wdrażających reformy oraz inwestycje REPowerEU i budowę lub modernizację sieci dystrybucyjnych na obszarach wiejskich, co podkreśla dążenie do wyrównywania różnic w dostępie do nowoczesnych rozwiązań energetycznych<sup>289</sup>.

Część pożyczkowa planu REPowerEU koncentruje się na finansowaniu projektów o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa energetycznego i rozwoju sektora OZE. Wśród nich znajduje się budowa magazynów energii w formie elektrowni szczytowo-pompowych, co ma kluczowe znaczenie dla zarządzania popytem i podażą energii w systemie. Fundusz Wsparcia Energetyki oraz Fundusz na rzecz Morskiej Energetyki Wiatrowej to inwestycje

---

<sup>288</sup> <https://www.Gov.Pl/web/planodbudowy/repowerEU2>.

<sup>289</sup> Głównym narzędziem służącym wdrażaniu proponowanych zmian jest w KPO, KPEiK oraz PEP2040. Na dzień dzisiejszy to KPEiK stanowi dokument zawierający szczegółową listę zamiarów rządu polskiego w zakresie wskazanych reform, które dotyczą celów inwestycyjnych: eliminowania barier rozwoju OZE, ułatwienia rozwoju OZE, rozwoju lokalnych społeczności energetycznych, przyspieszenia integracji źródeł odnawialnych do sieci dystrybucyjnych, rozwoju zrównoważonego transportu, poprawy tzw. zielonych umiejętności koniecznych do przeprowadzenia transformacji oraz zwiększania efektywności energetycznej.

mające na celu przyspieszenie rozwoju czystych technologii i zwiększenie udziału OZE w miksie energetycznym. Budowa infrastruktury gazu ziemnego, w tym gazociągu Gdańsk-Gustorzyn, choć może wydawać się sprzeczna z zasadami transformacji energetycznej, pełni funkcję strategiczną w kontekście dywersyfikacji źródeł dostaw i zwiększania bezpieczeństwa energetycznego w przejściowym okresie transformacji energetycznej<sup>290</sup>. Ten aspekt podkreśla realizm i pragmatyzm podejścia Polski do wyzwań związanych z niezbędną dywersyfikacją oraz stopniowym odchodzeniem od paliw kopalnych w kierunku pełniejszego wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Strategiczne inwestycje przewidziane w planie REPowerEU zarówno w części dotacyjnej, jak i pożyczkowej, są wyrazem dalekosiężnej wizji i zobowiązania Polski do aktywnego uczestnictwa w europejskiej transformacji energetycznej. Poprzez koncentrację na rozwijaniu infrastruktury kluczowej dla integracji OZE, w tym sieci przesyłowych i dystrybucyjnych oraz na promowaniu nowych form produkcji i magazynowania energii cieplarnianych<sup>291</sup>.

Równocześnie przez angażowanie środków w projekty związane z transportem zeroemisyjnym<sup>292</sup> i wspieranie lokalnych społeczności energetycznych Polska podkreśla znaczenie społeczności lokalnych i mobilności miejskiej w procesie transformacji energetycznej. Te działania nie tylko przyczyniają się do zmniejszenia śladu węglowego, ale także promują inkluzję społeczną i ekonomiczną poprzez tworzenie nowych miejsc pracy i rozwijanie zielonych umiejętności wśród obywateli.

W kontekście finansowania inwestycji wykorzystanie instrumentów finansowych oraz możliwość realizacji projektów przez niemal 30 lat od momentu przyznania środków, pozwala na elastyczne i długoterminowe planowanie działań, które będą stopniowo wprowadzane w życie w miarę ewoluowania technologii i zmieniających się potrzeb społeczno-ekonomicznych

---

<sup>290</sup> To najdłuższa inwestycja liniowa GAZ-SYSTEM o długości 308 km, której zadaniem jest zasilenie centralnej Polski, zwiększenie elastyczności systemu przesyłowego oraz umożliwienie przyłączenia kolejnych podmiotów do sieci przesyłowej.

<sup>291</sup> Należy zaznaczyć przekrojowy charakter wyzwania transformacji – czyli zniesienie barier wzrostu. Wsparcie nie powinno ograniczać się tylko do zwiększania inwestycji ze środków publicznych, ale również wprowadzanie nowych modeli biznesowych, które już osiągnęły dojrzałość rynkową (np. umowy cPPA), wprowadzanie standardów zeroemisyjności w sektorach o dużej inercji decyzyjnej (np. transport), rozwój infrastruktury sieciowej, która będzie integrowała poszczególne sektory zgodnie z logiką zielonej transformacji. A. Stefańczyk, A. Śniegocki, Z. Wetmańska, *REPowerEU: nowy impuls dla krajowych reform wspierających transformację?* Warszawa 2022, s. 9–12.

<sup>292</sup> Przypadek Polski jest w tym kontekście szczególnie, gdyż wzrost emisji CO<sub>2</sub> w porównaniu do krajów UE, gdzie wartość jest na tym samym poziomie, wrósł w Polsce o 150%. Dodatkowo zwiększa się udział wzrostu indywidualnego kosztem pasażerskiego i jednocześnie zmniejsza długość linii autobusowych. Odpowiedzią na te wyzwania jest program „Zielony Transport Publiczny” realizowany przez NFOŚiGW – program dofinansowujący zakup zeroemisyjnych autobusów miejskich. „GO2’50 Klimat, Społeczeństwo, Gospodarka”, 2022, s. 57–61.

kraju. To elastyczne podejście do finansowania odzwierciedla zrozumienie dynamicznego charakteru transformacji energetycznej i pozwala na dostosowanie do przyszłych wyzwań i możliwości.

Równie poważnym wyzwaniem związanym z polskim członkostwem we Wspólnocie i wiążących się z tym obowiązków pozostaje Pakiet "Fit for 55" Unii Europejskiej, mający na celu redukcję emisji gazów cieplarnianych o co najmniej 55% do roku 2030 w porównaniu z poziomami z 1990 roku. Stanowi to istotne wyzwanie dla polityki energetycznej Polski szczególnie w obszarze sektora elektroenergetycznego. Polska gospodarka silnie oparta na węglu kamiennym i brunatnym jako głównych źródłach produkcji energii elektrycznej stoi przed koniecznością intensyfikacji działań zmierzających do transformacji energetycznej w kierunku systemu niskoemisyjnego.

Implementacja założeń "Fit for 55" w polskim sektorze elektroenergetycznym wymaga kompleksowego podejścia, obejmującego zarówno przyspieszenie rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE), jak i poprawę efektywności energetycznej, a także restrukturyzację i dekarbonizację istniejącej infrastruktury energetycznej. W tym kontekście strategicznym wyzwaniem jest zwiększenie udziału energii wiatrowej, słonecznej oraz innych form OZE w krajowym miksie energetycznym. Przykładem działań podejmowanych w tym obszarze jest rozwój morskiej energetyki wiatrowej, w ramach którego Polska planuje budowę farm wiatrowych na Morzu Bałtyckim o łącznej mocy kilkunastu gigawatów do 2040 roku<sup>293</sup>.

Jednocześnie pakiet "Fit for 55" wymusza na Polsce przyjęcie i wdrożenie środków mających na celu ograniczenie zużycia energii i zwiększenie efektywności energetycznej. Dotyczy to zarówno sektora przemysłowego, jak i gospodarstw domowych<sup>294</sup>. Działania w tym obszarze obejmują modernizację istniejących elektrowni w celu podniesienia ich efektywności, rozwój inteligentnych sieci dystrybucyjnych oraz promowanie technologii wspierających zarządzanie popytem na energię.

---

<sup>293</sup> W Polityce Energetycznej Polski do 2040 r. wskazano, iż moc zainstalowana z morskiej energetyce wiatrowej osiągnie w 2030 roku wartość 5,6 GW, natomiast w roku 2040 – do 11 GW. Jak wskazuje Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, na wodach Morza Bałtyckiego panują bardzo dobre warunki do rozwoju farm wiatrowych. Potencjał akwenu w polskiej części to ponad 28 GW, co kilkakrotnie przekracza moce produkcyjne największych elektrowni konwencjonalnych w Polsce.

<sup>294</sup> Dotyczy to kosztów uprawnień do emisji z budynków korzystających z ciepła pozasieciowego, ograniczenia niskiej emisji oraz obciążenia wynikające ze zobowiązań zmniejszenia zapotrzebowania na energię końcową w budynkach o 36% względem roku 2020. Koszty renowacji budynków ujęto w Długoterminowej Strategii Renowacji przyjętej przez Rząd w 2021 r. i zakłada ona zmodernizowanie 2,34 mln budynków przy koszcie rocznym w wysokości 12–16 mld euro przy wsparciu publicznym w wysokości 3,7–4,8 mld euro. E. Pytlarczyk, *Wpływ pakietu Fit for 55 na polską gospodarkę*, Warszawa 2021, s. 20–22.

Znaczący wpływ na polski sektor elektroenergetyczny ma także wprowadzenie oraz zaostrenie regulacji dotyczących handlu uprawnieniami do emisji CO<sub>2</sub> w ramach EU ETS<sup>295</sup>. Rosnące koszty zakupu uprawnień do emisji stanowią dodatkowy impuls do przyspieszenia dekarbonizacji produkcji energii, jednakże generują również wyzwania ekonomiczne dla operatorów elektrowni węglowych, stanowiących obecnie znaczną część krajowego miks energetycznego.

Ponadto pakiet "Fit for 55" zakłada wprowadzenie mechanizmu dostosowania cen węgla na granicach (CBAM)<sup>296</sup>, co może mieć istotne implikacje dla polskiego eksportu produktów energetyczno-intensywnych. Mechanizm ten ma na celu zapobieganie tzw. "wyciekom węgla", czyli przenoszeniu produkcji do krajów o mniej restrykcyjnych regulacjach dotyczących emisji CO<sub>2</sub>. Dla Polski jako kraju silnie zależnego od produkcji opartej na węglu wprowadzenie CBAM stanowi dodatkowy czynnik motywujący do przyspieszenia działań na rzecz dekarbonizacji sektora energetycznego.

Realizacja celów pakietu "Fit for 55" w polskim sektorze elektroenergetycznym wymaga zatem zintegrowanych działań na wielu płaszczyznach, od technologicznych po regulacyjne i finansowe. Transformacja ta, choć obciążona znacznymi wyzwaniami, stwarza również możliwości rozwoju nowych rozwiązań.

Podsumowując, należy stwierdzić, że plan REPowerEU oraz pakiet "Fit for 55" w kontekście polityki energetycznej Polski stanowi kompleksowe podejście do wyzwań stawianych przez Unię Europejską w dziedzinie energetyki. Inwestycje i reformy przewidziane w ramach tego planu są świadectwem zaangażowania Polski w realizację celów Europejskiego Zielonego Ładu<sup>297</sup>, dążenie do neutralności klimatycznej oraz budowanie odpornego i zrównoważonego systemu energetycznego na przyszłość.

---

<sup>295</sup> Reforma systemu handlu emisjami ETS została zatwierdzona w kwietniu 2023 r. przez Parlament Europejski w ramach realizacji unijnego pakietu „Fit for 55”. Do tej pory były to energochłonne gałęzie przemysłu unijnego, energetyka i lotnictwo. Nowe przepisy zwiększają ambicje redukcji emisji do 2030 r. w sektorach EU ETS do 62 procent w porównaniu z poziomami z roku 2005. Ponadto włączono do systemu EU ETS sektor morski.

<sup>296</sup> Oprócz CBAM (mechanizm dotyczący importu produktów w branżach wysokoemisyjnych dla celów ochrony unijnego przemysłu względem konkurencji z regionów) oraz powołanie Społecznego Funduszu Klimatycznego mającego służyć finansowaniu działań i inwestycji wspierających mikrofirmy, oraz firm transportowych w „zapewnieniu sprawiedliwej i nastawionej na włączenie społeczne transformacji klimatycznej”. Dokonano też rewizji lotnictwa celem wycofania do roku 2026 darmowych przydziałów dla sektora lotniczego.

<sup>297</sup> 04 marca 2020 r. w przedstawionym przez KE „Europejskim prawie o klimacie”, który ustanawia przepisy dotyczące celów określonych w Europejskim Zielonym Ładzie, cele, jakie wyznaczono państwom członkowskim, są prawnie wiążące. Oznacza to, że Instytucje UE i państwa członkowskie muszą wprowadzić na poziomie unijnym i krajowym środki niezbędne do realizacji tego celu.





## V. Polityka bezpieczeństwa energetycznego

### 5.1. Zapewnienie dostępu do energii elektrycznej

Zapewnienie dostępu do energii elektrycznej w Polsce jako jednego z kluczowych wyzwań społeczno-gospodarczych ma zasadnicze znaczenie dla zapewnienia zrównoważonego rozwoju i podnoszenia jakości życia obywateli<sup>298</sup>. W kontekście krajowym, problematyka ta obejmuje szereg wymiarów – od technicznych po społeczne, ekonomiczne i środowiskowe, które wymagają kompleksowej analizy w ramach niniejszej rozprawy.

#### 5.1.1. Wyzwania techniczne i infrastrukturalne

W kontekście Polski, wyzwania techniczne związane z zapewnieniem dostępu do energii elektrycznej są szczególnie złożone. Pomimo wysokiego poziomu elektryfikacji, dynamicznie rosnące zapotrzebowanie na energię, integracja odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz starzenie się infrastruktury energetycznej<sup>299</sup> stawiają przed polskim systemem energetycznym szereg wyzwań, które wymagają natychmiastowej uwagi i działań.

##### 5.1.1.1. Rozwój instalacji prosumenckich oraz źródeł wytwórczych małej mocy

Jednym z najbardziej palących problemów są odmowy przyłączeń nowych użytkowników do sieci energetycznej. Wzrost liczby instalacji OZE, szczególnie fotowoltaicznych, generuje presję na lokalne sieci dystrybucyjne, które nie zawsze są przygotowane na przyjęcie dodatkowych mocy wytwórczych<sup>300</sup>. Problem ten jest szczególnie

---

<sup>298</sup> Istotą zrównoważonego rozwoju jest zaspokojenie potrzeb obecnego pokolenia bez zmniejszania szans przyszłych pokoleń na taki sam rozwój. Jednym z celów jest zapewnienie wszystkim dostępu do stabilnych źródeł energii wysokiej jakości i w przystępnej cenie. W. Jędrał, *Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego jako warunku zrównoważonego rozwoju Polski*, „*Studia Ecologiae et Bioethicae*”, 2/2020, s. 90.

<sup>299</sup> Jest to również problem całej UE, gdzie statystycznie aż 40 procent sieci dystrybucyjnych i przesyłowych ma ponad 40 lat, podobne charakterystyki dotyczą krajowego systemu.

<sup>300</sup> Dodatkowym hamulcem jest niejednoznaczna metodologia kryterium zapasu mocy uznawana przez niektóre OSD jako źródła mocy maksymalnej, a przez inne prognozowanej, co wpływa w istotny sposób na ich łączny zapas w sieci dystrybucyjnej szczególnie nN (niskich napięć). B. Kaszowska *Problematyka przyłączania odnawialnych źródeł energii do sieci rozdzielczej SN* [w:] Ł. Nagi, *Aspekty Naukowe prac badawczo – rozwojowych na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki*, Opole 2021, s. 69–73.

widoczny w obszarach, gdzie infrastruktura nie została dostatecznie rozbudowana lub zmodernizowana, co prowadzi do sytuacji, w której potencjał rozwoju OZE jest hamowany przez ograniczenia techniczne sieci<sup>301</sup>.

#### 5.1.1.2. Sieci przesyłowe

W odniesieniu do rozwoju paliw alternatywnych i związanych z tym źródeł transportu wymagających stacji zasilania dla samochodów i autobusów elektrycznych problem przyłączeń dotyczy również terenów zurbanizowanych<sup>302</sup>.

Przeciążenia linii niskiego i średniego napięcia stanowią kolejne wyzwanie, które wynika z nieadekwatnej infrastruktury do obecnych i przyszłych potrzeb. Wzrost liczby odbiorców i zwiększone zapotrzebowanie na energię, w połączeniu z rosnącym udziałem OZE w miksie energetycznym, wymaga od sieci dystrybucyjnych większej elastyczności i zdolności do zarządzania zmiennym obciążeniem<sup>303</sup>. Bez odpowiednich inwestycji w modernizację i rozbudowę sieci<sup>304</sup> problem przeciążeń będzie się pogłębiał, wpływając negatywnie na jakość i niezawodność dostaw energii.

---

<sup>301</sup> Patrząc na statystyki, liczba odmów w przyłączenia do sieci wynosiła w latach 2021–2022 ok. 11 tys., z czego aż 9,4 tys. to instalacje OZE. OSD tłumaczą to brakiem warunków technicznych, uściślając jednak, że stan rzeczy wynika z przeciążenia sieciowego w porównaniu do okresu poprzedniego – prawie 66 GW (z czego 37 GW to OZE) w latach 2021–2022 versus 5,6 GW (2 GW w OZE) w okresie 2019–2020. *Operatorzy kontra OZE. Gwałtownie rośnie liczba odmów przyłączeń instalacji prosumentów*, <https://energia rp.pl/oze/art38716281-operatorzy-kontra-oze-gwaltownie-rosnie-liczba-odmow-przylaczen-instalacji-prosumentow>, [dostęp: 10.07.2023].

<sup>302</sup> Stacje ładowania ze względu na nierównomierny pobór energii mogą powodować problemy z przepływaniami mocy biernej i wahaniami napięć w sieci zasilającej, oddziałując na odbiorców pozostających w sąsiedztwie energetycznym – a co za tym idzie, potencjalnych kar dla OSD (łamanie obowiązków OSD w zakresie ciągłości i niezawodności dostarczania energii elektrycznej), M. Kłós, K. Zagrajek, P. Biczek, Ł. Sosnowski, *Problematyka przyłączania do sieci dystrybucyjnej stacji ładowania autobusów elektrycznych*, „Przeгляд Elektrotechniczny” 1/2019, 2019, s. 178.

<sup>303</sup> Obecnie większość rozproszonych źródeł energii w Polsce to OZE, a w szczególności fotowoltaika. Cechą charakterystyczną tych źródeł jest niesterowalność, a także niemożność dokładnego przewidzenia krzywej generacji energii, jaką można z nich uzyskać. To również dwukierunkowy przepływ energii przez sieć OSD w warunkach braku dokładnych prognoz produkcji energii z tych źródeł. Oznacza to konieczność precyzyjnego reagowania na lokalne zmiany przepływu mocy, ponieważ przy ich braku może dojść do zbyt wysokich wzrostów napięcia i częstotliwości, co skutkuje wyłączeniem instalacji OZE i chwilowym brakiem generacji akurat w czasie, gdy mają one największy potencjał wytwórczy. Takie sytuacje są bardzo niekorzystne dla prosumentów ze względu na straty, a także dla lokalnych odbiorców (wahania napięcia). *Elastyczność systemu elektroenergetycznego*, <https://e-magazyny.pl/baza-wiedzy/elastycznosc-systemu-elektroenergetycznego/>, [dostęp: 11.04.2023].

<sup>304</sup> Potrzeba inwestycyjna prognozowana przez PSE (Polskie Sieci Energetyczne) w perspektywie do roku 2036 wynosi aż 61,7 mld zł, natomiast szacunki PEP2040 wskazują nakłady finansowe w modernizację i rozbudowę sieci dystrybucyjnych do 2030 roku na poziomie 18 mld EUR oraz 7 mld EUR w odniesieniu do sieci przesyłowych. *Polska ścieżka transformacji energetycznej*, op. cit. s.114.

Zbyt niskie napięcie u odbiorców oraz ogólna jakość dostaw energii są bezpośrednio powiązane z wyżej wymienionymi wyzwaniami infrastrukturalnymi. Fluktuacje napięcia<sup>305</sup>, często wynikające z nierównomiernego obciążenia sieci lub przeciążeń, mogą prowadzić do problemów z działaniem urządzeń elektrycznych, a w skrajnych przypadkach – do ich uszkodzenia. Jakość dostaw energii, obejmująca stabilność napięcia, częstotliwość i czas trwania przerw w dostawie, jest kluczowym wskaźnikiem niezawodności systemu energetycznego i wymaga stałego monitorowania oraz działań korygujących<sup>306</sup>.

Przeciążenia linii niskiego i średniego napięcia stanowią kolejne wyzwanie, które wynika z nieadekwatnej infrastruktury do obecnych i przyszłych potrzeb. Wzrost liczby odbiorców i zwiększone zapotrzebowanie na energię, w połączeniu z rosnącym udziałem OZE w miksie energetycznym, wymaga od sieci dystrybucyjnych większej elastyczności i zdolności do zarządzania zmiennym obciążeniem. Bez odpowiednich inwestycji w modernizację i rozbudowę sieci problem przeciążeń będzie się pogłębiał, wpływając negatywnie na jakość i niezawodność dostaw energii.

#### 5.1.1.3 Blackouty

Przerwy w dostawie energii i przebiecia stanowią dodatkowe wyzwania dla systemu energetycznego, wpływając negatywnie na odbiorców końcowych oraz gospodarkę. Przerwy mogą być spowodowane różnymi czynnikami, od awarii technicznych, przez ekstremalne warunki pogodowe, aż po przeciążenia systemu. Z kolei przebiecia, będące skutkiem m.in. wyładowań atmosferycznych czy niestabilności w pracy sieci, wymagają skutecznych systemów ochrony i zarządzania, aby zminimalizować ryzyko uszkodzeń infrastruktury i urządzeń odbiorców.

W odpowiedzi na wymienione wyzwania, rozwój sieci inteligentnych (smart grids) oraz technologii magazynowania energii wyłania się jako kluczowy element strategii na rzecz

---

<sup>305</sup> Problem ten dotyczy w dużej mierze rozproszonych źródeł energii i sieci niskich napięć nn czyli głównie prosumenci – to z jednej strony ryzyko obciążenia sieci dużą ilością źródeł, ale również aktualnej generacji, która na takim poziomie nie posiada automatycznej regulacji napięcia. R. Kowalak, *Zmiany poziomów napięć w sieci niskiego napięcia z przyłączonymi źródłami generacji rozproszonej*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki Automatyki Politechniki Gdańskiej”, nr 53, 2017.

<sup>306</sup> Jednym ze sposobów na kontrolę generacji rozproszonej oprócz modernizacji sieci są rozwiązania komplementarne takie jak bilansowanie lokalne. To koncepcja autobilansowania lokalnego np. w klastrach energetycznych – nie jest to wirtualna elektrownia. ale praktyczny system zarządzania lokalnego bilansowaniem energii elektrycznej, który może odciążać sieć OSD i jednocześnie rozwinąć inwestycje w lokalne źródła OZE. K. Wawrzyniak, S. Walkowiak, R. Cetnarski, *Elastyczność w sieci OSD jako kluczowy komponent transformacji energetycznej*, Kraków 2021, s. 70–89.

zwiększenia efektywności i niezawodności dostaw energii elektrycznej. Sieci inteligentne, wykorzystujące zaawansowane technologie informatyczne do monitorowania i zarządzania przepływem energii w czasie rzeczywistym, oferują możliwość optymalizacji pracy systemu, integracji OZE i zarządzania popytem<sup>307</sup>. Technologie magazynowania energii z kolei umożliwiają magazynowanie nadwyżek energii wyprodukowanej z OZE, co może przyczynić się do stabilizacji sieci i zwiększenia jej odporności na fluktuacje obciążenia<sup>308</sup>.

#### 5.1.1.4. Magazyny energii

Potężnym i prawdopodobnie najistotniejszym wyzwaniem sektora jest magazynowanie energii elektrycznej.<sup>309</sup> W sytuacji stale rosnącej penetracji odnawialnych źródeł energii w systemie energetycznym, proces ten odgrywa kluczową rolę w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i stabilności sieci. Opanowanie technologii pozwalających na skuteczne tworzenie zapasów wytworzonej już mocy są nie tylko fundamentalne dla efektywnego zarządzania popytem i produkcją energii, ale również dla łagodzenia problemów wynikających z niestabilności i przerywanego charakteru dostaw energii z OZE, takich jak energia słoneczna i wiatrowa.

Integracja OZE z systemem energetycznym przynosi wiele korzyści środowiskowych i ekonomicznych, jednakże stanowi wyzwanie dla stabilności sieci ze względu na ich zmienność i nieprzewidywalność. Farmy wiatrowe czy instalacje fotowoltaiczne, generują energię w

---

<sup>307</sup> Ten obszerny temat swój początek bierze w tworzeniu sieci inteligentnych przez OSD – smart grids. To sieć dystrybucyjna i powiązane z nią technologie informatyczne, która umożliwi optymalną integrację uczestników procesu wytwarzania, przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej w celu poprawy i niezawodności dostaw i efektywności OSD. Smart grids oznacza przede wszystkim podejście do pierścieniowej pracy sieci, co wymusza zmianę koncepcji automatyki zabezpieczeniowej. Podniesienie sieci dystrybucyjnej do poziomu sieci inteligentnej dokonuje się m.in. przez wprowadzenie automatyki w sytuacjach awaryjnych, gdzie odłączenie uszkodzonego odcinka i zasilanie pozostałych nie trwało więcej niż 3 min. Dyspozytor za pomocą systemu SCADA nie potrzebuje więcej niż 12 min na lokalizację usterki – co jest przełomowo dobrym parametrem czasowym. M. Wrocławski *Działania rozwojowe oraz innowacje w sektorze dystrybucji energii w Polsce*, „Nowa Energia” 1(77) 2021, s. 32–24.

<sup>308</sup> Wielozadaniowość i rola magazynów energii ma swoje odzwierciedlenie w świadczeniu usług systemowych zasilania, wyrównywaniu profilu pracy źródeł OZE oraz ograniczaniu fluktuacji mocy OZE, funkcji back-up, zdolności do uruchomienia elektrowni bez interwencji z KSE czy świadczenie systemowe usług bilansowania, B. Adamska, *Magazyny energii niezbędnym elementem transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona”, z. 7, 2022 s. 58.

<sup>309</sup> Obecnie magazyny energii w KSE to głównie elektrownie szczytowo-pompowe o mocy zainstalowanej 1,4 GW, liczba zainstalowanych litowo-jonowych magazynów (przykład w ramach programu Gekon – moc zasobnika 0,75 MW, pojemność 1,5 MWh) czy systemów hydrydowych przy farmach wiatrowych (jako przykład farma wiatrowa Bystra o mocy 6 MW i pojemności 27 MWh) jest mniejsza, B. Adamska, *Magazyny energii niezbędnym elementem transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona”, z. 7/2022, s. 56–57.

sposób niejednostajny, zależny od warunków pogodowych, co prowadzi do fluktuacji w dostawach i trudności w utrzymaniu równowagi między podażą a popytem.

Magazynowanie energii stanowi rozwiązanie tych problemów, umożliwiając akumulację nadwyżek i ich wykorzystanie w momentach, gdy produkcja jest niższa niż zapotrzebowanie.

Sama idea i poszukiwania możliwie najbardziej wydajnych rozwiązań nie jest niczym nowym. Najstarsze oscylowały wokół konceptów wykorzystania energii mechanicznej i przetworzenia jej na elektryczną. W takim słownikowo-encyklopedycznym ujęciu terminów tworzyły one sumę energii potencjalnej i kinetycznej danego systemu magazynowego. Przykładem realizacji dla pierwszego z wymienionych obszarów pozostają np. pompy wodne, natomiast drugiego – koła zamachowe. Technologie te charakteryzują się wysoką sprawnością i możliwością szybkiego uruchomienia, jednak wymagają specyficznych warunków geograficznych lub znacznych inwestycji infrastrukturalnych.

Magazynowanie energii elektrycznej w swym najprostszym ujęciu, jak wspomniano, odnosi się do procesu zachowania energii wyprodukowanej w jednym momencie do późniejszego wykorzystania. Z naukowego punktu widzenia, obejmuje przekształcenie energii dostępnej w danej formie do postaci, która może być efektywnie przechowywana, a następnie konwersję z powrotem do pierwotnej formy lub do innej formy użytecznej, gdy jest to wymagane. Umożliwia optymalizację wykorzystania zasobów energetycznych, zwiększając efektywność energetyczną i stabilność systemów przez równoważenie popytu i podaży. Co interesujące i warte podkreślenia, jest to też kluczowy element w systemie bezpieczeństwa energetycznego państwa. I to nie tylko w zakresie związanym z tworzeniem zapasów surowców czy paliw, lecz także w przypadku elektroenergetyki. Za przykład posłużyć może wspomniane już wykorzystanie w Polsce hydroelektrowni w charakterze magazynu energii.

W obliczu wyzwań takich jak awarie katastrofalne czy blackoutu<sup>310</sup>, które mogą powstać z różnorodnych przyczyn, zarówno o charakterze naturalnym<sup>311</sup>, jak i technicznym<sup>312</sup>, obiekty

---

<sup>310</sup> Charakteryzujące się zanikiem napięcia na szeroką skalę, wyłączeniem znaczącej części zapotrzebowania na energię lub fragmentacją systemu na niestabilne podsystemy pracujące asynchronicznie, stanowią poważne wyzwanie dla stabilności i bezpieczeństwa energetycznego kraju.

<sup>311</sup> Do naturalnych zalicza się ekstremalne warunki atmosferyczne, takie jak silne opady śniegu, które mogą prowadzić do przymarzania na liniach przesyłowych i ich elementach konstrukcyjnych, czego przykładem była awaria sieci w Szczecinie w kwietniu 2008 roku. Wskazana awaria jest również dobrym przykładem konieczności transformacji z wielkoskalowej energetyki również w stronę źródeł niskoemisyjnych OZE, oddalająca zagrożenie blackoutu, jak w tym przypadku wynikające z zastosowania zamortyzowanych w dużej części linii napowietrznych. J. Popczyk, *Energetyka Rozproszona od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Warszawa 2011, s. 5.

<sup>312</sup> Z kolei przyczyny techniczne obejmują awarie i przeciążenia sieci, zaniedbania w utrzymaniu infrastruktury, niedoinwestowanie, błędy w zarządzaniu systemem oraz błędy w prognozowaniu i planowaniu zapotrzebowania na moc.

te, odgrywają kluczową rolę w zapewnieniu dodatkowej stabilności systemu elektroenergetycznego przez szybką reakcję na zmiany w zapotrzebowaniu na energię oraz możliwość dostarczania zasilania awaryjnego w przypadku wystąpienia awarii w sieci. Elektrownie szczytowo-pompowe, działając jako magazyny energii, umożliwiają odzyskiwanie energii elektrycznej w momentach jej deficytu, co jest niezwykle ważne w przypadku odłączeń kaskadowych i konieczności szybkiej odbudowy systemu.

W sytuacji wykrycia zagrożenia awarią, istotne staje się podjęcie środków obrony systemu elektroenergetycznego, w tym koordynacja działań pomiędzy Operatorem Systemu Przesyłowego (OSP), operatorami systemów dystrybucyjnych oraz wytwórcami energii. Działania te mogą obejmować ograniczenie poboru i dostarczania mocy, co regulowane jest przez Instrukcję Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowej<sup>313</sup>. Elektrownie wodne, w tym elektrownie szczytowo-pompowe, mogą w takich sytuacjach dostarczać niezbędne wsparcie poprzez szybkie uruchomienie produkcji energii.

Gdy środki obrony zawiodą i dojdzie do awarii katastrofalnej, rozpoczyna się proces odbudowy systemu, który wymaga ścisłej współpracy pomiędzy wszystkimi podmiotami systemu elektroenergetycznego. Hydroelektrownie dzięki swojej zdolności do samostartu i możliwości pracy w izolacji mogą odgrywać kluczową rolę w pierwszych fazach odbudowy systemu, dostarczając energię do krytycznych odbiorów i umożliwiając stopniowe przywracanie normalnego funkcjonowania sieci<sup>314</sup>.

Podsumowując, hydroelektrownie w Polsce, ze względu na swoją unikalną zdolność do szybkiej reakcji i elastyczności operacyjnej, stanowią nieoceniony element systemu elektroenergetycznego, zwiększając jego odporność na awarie i przyczyniając się do zapewnienia ciągłości dostaw energii elektrycznej nawet w najbardziej ekstremalnych warunkach.

W kontekście polityki bezpieczeństwa energetycznego państwa elektrownie wodne mają ogromną wartość. Niemniej ich ilość i wielkość jest ściśle powiązana z warunkami przyrodniczymi, co oznacza brak możliwości lokowania ich w dowolnym miejscu i ilości. Ich ekstraordynaryjna pozycja wynika, o czym warto pamiętać, z pełnienia funkcji magazynowych.

---

<sup>313</sup> W Polsce rolę OSP pełni spółka Polskie Sieci Elektroenergetyczne, gdzie zgodnie z rolą nadrzędną operator ma obowiązek zapewnić bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej obecnie oraz perspektywicznie. Na podstawie IRiESP operator wdraża tzw. Procedury Awaryjne w przypadku ich konieczności oraz współpracuje z innym podmiotami w celu utrzymywania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa sieciowego, czyli z lokalnymi OSD. K. Ślęzak *Rola operatora systemu przesyłowego w zapewnieniu krajowego bezpieczeństwa dostaw energii energetycznej w polskim prawie w obliczu zagrożenia*, „Artykuły Naukowe”, (1)2016, s. 416–418.

<sup>314</sup> W. Pawłowska, K. Sroka, *Elektrownia wodna jako źródło rozruchowe do odbudowy zdolności wytwórczych elektrowni ciepłych [w:] W kręgu bezpieczeństwa i techniki*, red. P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, K. Stańczyk, R. Sobków, Poznań 2019.

Wyzwaniem pozostaje stworzenie obiektów, które mogłyby przejąć te zadania, a inwestycyjnie pozostałyby tańsze i niezależne od sił natury. Niezwykle perspektywiczne pozostają rozwiązania w postaci magazynów chemicznych energii elektrycznej. Reprezentują kluczową technologię w kontekście zarządzania i tworzenia zapasu, niezbędną do zwiększenia efektywności systemów energetycznych oraz integracji odnawialnych źródeł energii (OZE) z siecią elektroenergetyczną<sup>315</sup>. Umożliwiają one przechowywanie energii elektrycznej poprzez przekształcenie jej w energię chemiczną, która może być później odzyskana w momencie zapotrzebowania w swojej pierwotnej formie.

Magazyny chemiczne energii dzielą się na różne kategorie, w zależności od zastosowanych nośników energii i procesów chemicznych:

Akumulatory kwasowo-ołowiowe – są jednym z najdawniejszych typów akumulatorów elektrycznych wprowadzonych do użytku już w XIX wieku, do dziś pozostają kluczowym elementem w wielu aplikacjach technicznych. Ich zastosowanie obejmuje głównie systemy zasilania awaryjnego, pojazdy z tradycyjnym układem napędowym, systemy magazynowania energii oraz urządzenia przemysłowe. Jedną z największych ich zalet jest ich niski koszt produkcji oraz niezawodność, co wynika z wieloletnich doświadczeń w ich eksploatacji i ciągłego udoskonalania technologii<sup>316</sup>.

Jednakże akumulatory kwasowo-ołowiowe posiadają ograniczenia, takie jak stosunkowo duża masa i objętość w porównaniu do przechowywanej energii, co jest wynikiem niskiej gęstości energetycznej. Gęstość energetyczna tych waha się tu zazwyczaj w granicach 30–50 Wh/kg, co jest znacznie niższe w porównaniu do nowoczesnych akumulatorów, takich jak litowo-jonowe, które mogą osiągać gęstość energetyczną powyżej 250 Wh/kg. Ponadto, są one bardziej podatne na uszkodzenia wynikające z głębokiego rozładowania i wymagają regularnej konserwacji, w tym uzupełniania poziomu elektrolitu i kontrolowania stanu naładowania, aby zapobiec sulfatacji elektrod, która może znacznie zmniejszyć ich żywotność i efektywność<sup>317</sup>.

---

<sup>315</sup> Istniejące w Polsce stacjonarne systemy bateryjne dysponują łączną mocą na poziomie 160 MW (duże magazyny) oraz bateryjne magazyny przydomowe u prosumentów w liczbie ok 10 tys. i łącznej mocy ponad 100 MW.

<sup>316</sup> Akumulatory te działają na zasadzie elektrochemicznej reakcji pomiędzy ołowiem (Pb) a dwutlenkiem ołowiu (PbO<sub>2</sub>) w środowisku kwasu siarkowego (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) jako elektrolitu. Podczas ładowania energia elektryczna jest przekształcana w energię chemiczną, co prowadzi do redukcji dwutlenku ołowiu na katodzie do ołowiu oraz utlenienia ołowiu na anodzie do dwutlenku ołowiu, co pozwala na magazynowanie energii. Proces ten jest odwracalny, co umożliwia wykorzystanie akumulatora do wielokrotnego magazynowania i uwalniania energii.

<sup>317</sup> Do wad można również zaliczyć małą liczbę cykli ładowań oraz pogorszenie właściwości akumulacyjnych w wysokiej temperaturze. Ogniwa składają się z 2 elektrod ze stopu ołowiu, anoda – w postaci czystego ołowiu, oraz katoda w postaci tlenku ołowiu, elektrolit stanowi kwas siarkowy. M. Pomorski, A. Nemś, Z. Gnutek, *Techniki akumulacji energii – część I*, „Ośrodek Informacji Instal” 10/2015, s. 25.

Mimo tych ograniczeń, akumulatory kwasowo-ołowiowe nadal odgrywają istotną rolę w wielu zastosowaniach, głównie ze względu na ich niezawodność, łatwość recyklingu i dobrą wydajność w szerokim zakresie temperatur. Są one niezastąpione w systemach zasilania awaryjnego, gdzie gwarancja ciągłości zasilania jest krytyczna, oraz w pojazdach, gdzie koszt i sprawdzona technologia są kluczowymi czynnikami wyboru. W miarę rozwoju technologii i poszukiwania bardziej wydajnych i ekologicznych rozwiązań, akumulatory kwasowo-ołowiowe są stopniowo ulepszane, a ich zastosowanie jest optymalizowane, aby sprostać rosnącym wymaganiom energetycznym współczesnego świata.

Akumulatory litowo-jonowe – w ostatnich latach stały się dominującą technologią w zakresie magazynowania energii, dzięki wysokiej gęstości energetycznej, długiej żywotności i stosunkowo niskiemu wpływowi na środowisko. Są szeroko stosowane w urządzeniach mobilnych, pojazdach elektrycznych, jak również w stacjonarnych systemach magazynowania energii do zastosowań domowych oraz przemysłowych<sup>318</sup>.

Akumulatory sodowo-siarkowe (NaS) – oferują wysoką gęstość energii i długą żywotność, co czyni je atrakcyjnymi dla zastosowań w skali przemysłowej, zwłaszcza w kontekście stabilizacji sieci energetycznych i magazynowania energii z OZE. Wymagają one jednak utrzymania wysokiej temperatury pracy, co może stanowić wyzwanie w zakresie efektywności energetycznej i bezpieczeństwa.<sup>319</sup>

Akumulatory nikielowo-metalowo-wodorkowe (NiMH) stanowią interesującą alternatywę dla popularnych akumulatorów litowo-jonowych, wnosząc istotny wkład w rozwój technologii magazynowania energii. Charakteryzują się one dobrą gęstością energetyczną i wysokim poziomem bezpieczeństwa, co czyni je atrakcyjnym wyborem dla szerokiego zakresu zastosowań, w tym pojazdów elektrycznych, narzędzi bezprzewodowych oraz pewnych systemów magazynowania energii.

Ponadto oferują one szereg zalet, które są szczególnie istotne z perspektywy politycznej i ekologicznej. Ich wyższy poziom bezpieczeństwa w porównaniu z akumulatorami litowo-jonowymi zmniejsza ryzyko pożarów i eksplozji, co jest kluczowe w kontekście szerokiego wdrażania technologii elektrycznych. Dodatkowo, możliwość wielokrotnego ładowania i

---

<sup>318</sup> Ich działanie wynika z charakterystyki elektrolitu, gdzie w uproszczeniu dzięki różnicy potencjałów między katodą a anodą powstaje zamiana energii chemicznej w elektryczną. A. Kalbarczyk, A. Zalewska, M. Marzantowicz, M. Nowagiel, M. Kalbarczyk, *Praktyczne aspekty magazynowania energii*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN” 1(111), s. 181–183.

<sup>319</sup> Akumulatory te pracują w temperaturze 300 stopni Celsjusza, pozwala to jednak zachować dużą liczbę cykli w trakcie użytkowania. Elektrody tych urządzeń są w postaci ciekłej: elektrodą ujemną jest sód, a elektrodą dodatnią roztopiona siarka. Funkcję elektrolitu pełni materiał ceramiczny z trójtlenkiem aluminium.



długotrwała żywotność akumulatorów NiMH przyczyniają się do redukcji odpadów elektronicznych i poprawy efektywności wykorzystania zasobów.

W kontekście politycznym rozwój i promowanie technologii akumulatorów NiMH może być postrzegane jako część szerszej strategii zrównoważonego rozwoju i transformacji energetycznej. Poprzez wspieranie badań i rozwoju w dziedzinie bezpiecznych i efektywnych technologii magazynowania energii, rządy mogą przyczynić się do przyspieszenia przejścia na gospodarkę niskoemisyjną. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na konieczność tworzenia polityk i regulacji wspierających odpowiedzialne pozyskiwanie surowców oraz recykling akumulatorów, aby maksymalizować ich korzyści środowiskowe i społeczne.

Jedną z podstawowych przeszkód rozwoju technologii jest dostępność do kompozytów do ich budowy<sup>320</sup>, która też rzutuje na cenę ich produkcji<sup>321</sup>.

Magazyny chemiczne energii odgrywają kluczową rolę w transformacji systemów energetycznych, umożliwiając lepsze zarządzanie fluktuacjami w produkcji energii odnawialnej oraz zapewnienie stabilności sieci. Jednakże technologie te napotykają na szereg wyzwań, takich jak ograniczenia w zakresie gęstości energetycznej, koszty, trwałość oraz wpływ na środowisko. Ponadto bezpieczeństwo operacyjne, zwłaszcza w kontekście akumulatorów litowo-jonowych i sodowo-siarkowych, wymaga szczególnej uwagi ze względu na ryzyko termicznego wymknięcia się spod kontroli<sup>322</sup>.

Rozwój nowych materiałów elektrodowych, elektrolitów oraz systemów zarządzania bateriami (BMS) jest przedmiotem intensywnych badań mających na celu pokonanie tych ograniczeń. Postęp w dziedzinie nanotechnologii, inżynierii materiałowej i chemii elektrochemicznej ma kluczowe znaczenie dla przyszłego rozwoju magazynów chemicznych energii, umożliwiając stworzenie bezpieczniejszych, bardziej wydajnych i ekologicznych systemów magazynowania energii.

---

<sup>320</sup> Dostępność surowców stanowi kluczowy czynnik wpływający na skalę produkcji i cenę akumulatorów NiMH. W kontekście globalnego rynku, na którym konkurencja o zasoby naturalne jest intensywna, zagwarantowanie stałego dostępu do niezbędnych materiałów może stanowić wyzwanie. Ponadto kwestie związane z eksploatacją surowców mineralnych, w tym wpływ na środowisko naturalne i warunki pracy, wymagają uwagi i odpowiedzialnego zarządzania.

<sup>321</sup> Analiza kosztowa akumulatorów NiMH ukazuje zarówno ich zalety, jak i ograniczenia. Chociaż początkowy koszt zakupu może być wyższy w porównaniu do niektórych alternatywnych technologii, długoterminowe korzyści wynikające z ich dłuższej żywotności i niezawodności mogą zrównoważyć te początkowe wydatki. Jednakże, koszty te mogą być również podatne na fluktuacje cen surowców niezbędnych do produkcji akumulatorów NiMH, takich jak nikiel i inne metale.

<sup>322</sup> Głównym problemem jest m.in. niedostateczna gęstość zgromadzonej energii, zagrożenie dla bezpieczeństwa, toksyczność, wysokie koszty wytworzenia materiałów elektrodowych oraz stosunkowo wciąż niska sprawność paneli i systemu zarządzania energią z magazynu energii: *BMS battery management system*, ibidem, s. 191.

Magazyny energii termicznej: Wykorzystują zmagazynowaną energię cieplną do późniejszego wykorzystania, np. w magazynach ciepła dla systemów ogrzewania lub chłodzenia<sup>323</sup>. Ich zaletą jest możliwość wykorzystania odpadów cieplnych z produkcji przemysłowej, choć wymagają izolacji termicznej o wysokiej efektywności. Hybrydową odmianą magazynu termicznego jest magazyn termiczny współpracujący ze słoneczną elektrownią termiczną<sup>324</sup>.

Magazyny energii elektrycznej: Superkondensatory oferujące szybkie magazynowanie i uwalnianie energii, jednak wyzwaniem stanowi ich relatywnie niska gęstość energetyczna i wysokie koszty<sup>325</sup>.

Wykorzystanie magazynowania energii do stabilizacji sieci i zwiększenia udziału OZE w produkcji energii, co jest kluczowe dla transformacji energetycznej i redukcji emisji gazów cieplarnianych. Rola chemicznych magazynów energii powinna zatem rosnąć przy udziale pełnego spektrum wsparcia ze strony regulacyjnej<sup>326</sup>.

#### 5.1.1.5 Smart Grid

Przerwy w dostawie energii i przepięcia stanowią dodatkowe wyzwania dla systemu energetycznego, wpływając negatywnie na odbiorców końcowych oraz gospodarkę. Przerwy mogą być spowodowane różnymi czynnikami, od awarii technicznych, przez ekstremalne warunki pogodowe, aż po przeciążenia systemu. Z kolei przepięcia, będące skutkiem m.in. wyładowań atmosferycznych czy niestabilności w pracy sieci, wymagają skutecznych systemów ochrony i zarządzania, aby zminimalizować ryzyko uszkodzeń infrastruktury i urządzeń odbiorców.

---

<sup>323</sup> Przykładem jest sezonowy magazyn ciepła typu STES w Ząbkach, gdzie woda podgrzewana jest za pomocą kolektorów słonecznych i wykorzystania pompy ciepła. <https://www.planergia.pl/post/pierwszy-w-polsce-sezonowy-magazyn-ciepła-1789>.

<sup>324</sup> Zasada działania polega na magazynowaniu ciepła poprzez podgrzanie soli w izolowanym zbiorniku. Tak zgromadzony czynnik wykorzystywany jest do podgrzania pary wodnej, która zasila klasyczny generator energii elektrycznej. D. Głuchy, *Czynniki warunkujące współpracę magazynów energii z OZE*, „Poznan University of Technology Academic Journals, Electrical Engineering”, 87/2016, s. 198.

<sup>325</sup> To de facto odmiana kondensatorów, ale z zastosowanym elektrolitem. Ta cecha krótkotrwałości magazynowania wynika z przeznaczenia superkondensatorów stosowanych do ochrony odbiorców przed krótkotrwałą utratą mocy (w milisekundach), zmianą napięcia bądź częstotliwości. Zapewniają też stabilność sieciową oraz mają zastosowanie w elektrowniach, umożliwiając szybkie przywrócenie działania elektrowni po wystąpieniu przeciążenia sieci bez dodatkowego zewnętrznego zasilania (tzw. zimny rozruch). *Dostępne i przyszłe formy magazynowania energii*, Warszawa 2020, s. 146–148.

<sup>326</sup> Co warte uzupełnienia, regulator nie ułatwia rozwoju tych hybrydowych systemów, w których na etapie wydawania przez OSD warunków przyłączenia doliczana jest do mocy odbiorczej instalacji również moc magazynu, co zwiększa prawdopodobieństwo odmowy zgody na przyłączenie. G. Wiśniewski, *Czy niedoinwestowana sieć elektroenergetyczna ograniczy rozwój fotowoltaiki?* „Energetyka-Społeczeństwo-Polityka” 1(10) 2022, s. 37.

W odpowiedzi na wymienione wyzwania, rozwój sieci inteligentnych (smart grids) oraz technologii magazynowania energii wylania się jako kluczowy element strategii na rzecz zwiększenia efektywności i niezawodności dostaw energii elektrycznej. Sieci inteligentne, wykorzystujące zaawansowane technologie informatyczne do monitorowania i zarządzania przepływem energii w czasie rzeczywistym, oferują możliwość optymalizacji pracy systemu, integracji OZE i zarządzania popytem. Technologie magazynowania energii z kolei umożliwiają magazynowanie nadwyżek energii wyprodukowanej z OZE, co może przyczynić się do stabilizacji sieci i zwiększenia jej odporności na fluktuacje obciążenia.

#### 5.1.1.6 Inne

W kontekście Polski wyzwania techniczne związane z zapewnieniem dostępu do energii elektrycznej są szczególnie złożone. Pomimo wysokiego poziomu elektryfikacji, dynamicznie rosnące zapotrzebowanie na energię, integracja odnawialnych źródeł energii (OZE) oraz starzenie się infrastruktury energetycznej<sup>327</sup> stawiają przed polskim systemem energetycznym szereg wyzwań, które wymagają natychmiastowej uwagi i działań.

#### 5.1.2. Ekonomiczne aspekty dostępu do energii

Wstęp do rozważań dotyczących ekonomicznych aspektów dostępu do energii nieuchronnie prowadzi do analizy złożonych interakcji pomiędzy potencjałem zaopatrzeniowym w surowce energetyczne a ich cenami na rynku globalnym. Omawiana problematyka wymaga uwzględnienia szeregu determinantów, takich jak struktura geologiczna zasobów, innowacje technologiczne, polityka energetyczna państw oraz mechanizmy rynkowe kształtujące popyt i podaż<sup>328</sup>. Rozpatrywanie surowców energetycznych, w tym węgla, gazu ziemnego i ropy naftowej, przez pryzmat ich ekonomicznych aspektów dostępu implikuje konieczność zastosowania metodyki analizy ekonometrycznej oraz modelowania scenariuszowego, aby adekwatnie prognozować przyszłe trendy cen i dostępności tych zasobów.

Surowcem, który niepodzielnie nadal dominuje w polskiej energetyce jako paliwo dla elektrowni, pozostaje węgiel kamienny i brunatny. W pierwszym przypadku znakomita część

---

<sup>327</sup> Jest to również problem całej UE, gdzie statystycznie aż 40 procent sieci dystrybucyjnych i przesyłowych ma ponad 40 lat, podobne charakterystyki dotyczą krajowego systemu.

<sup>328</sup> Dominujący obecnie globalny kierunek transformacji energetycznej w stronę zeroemisyjności każdorocznie przez następujące 30 lat będzie potrzebował nakładów inwestycyjnych na poziomie 1–2 bln USD lub więcej, co ukazuje ogromną skalę finansowania (PKB Polski czy Holandii to adekwatnie 1,0 bln USD 1,3 bln USD). P. Wiśniewski, *Transformacja energetyczna a postęp technologiczny i społeczno-gospodarczy*, [w:] G. Wojtkowska-Łodej, *Transformacja rynków energii Gospodarka. Klimat. Technologia. Regulacje*. Warszawa 2022, s. 116.

surowca pochodzi z rodzimych zasobów. Zaspokajają one ponad ok. 80% zapotrzebowania krajowego przemysłu elektroenergetycznego. Zachodząca stopniowo dekarbonizacja skutkuje zmniejszaniem udziału tego nośnika w produkcji<sup>329</sup>. Stąd też problem dostępu do węgla kamiennego, jak i jego cen, w ograniczonej skali, znajduje swoje odzwierciedlenie w wymiarze ekonomicznym<sup>330</sup>. Odnosi się on z dużą dozą prawdopodobieństwa jedynie do najbliższej dekady.

W perspektywie średnio i długookresowej dostępność węgla kamiennego i brunatnego ich ceny będą podlegały zmianom w związku z malejącym zapotrzebowaniem. Dokonująca się transformacja polskiej energetyki, która to stopniowo przechodzi na alternatywne źródła energii, w tym na odnawialne źródła energii, popyt na ten surowiec będzie systematycznie maleć<sup>331</sup>. Ten spadek nie pozostanie bez wpływu na ceny węgla, które mogą obniżyć się w wyniku zmniejszonej konsumpcji.

Co interesujące i warte podkreślenia, sama dostępność węgla kamiennego na rynku krajowym może stać się mniej problematyczna, jako że mniejsze zapotrzebowanie zmniejszy presję na krajowe zasoby. Jednakże z punktu widzenia ekonomicznego, kluczowe będzie monitorowanie globalnych rynków tego surowca, gdyż międzynarodowe ceny mogą wpływać na krajowy, nawet w kontekście obniżonego zapotrzebowania. Spadek popytu na węgiel kamienny w Polsce może również otworzyć nowe możliwości dla eksportu węgla, zwłaszcza jeśli ceny staną się bardziej konkurencyjne na arenie międzynarodowej.

W perspektywie najbliższej dekady z dużą dozą prawdopodobieństwa zarówno dostępność, jak i ceny węgla kamiennego i brunatnego będą ewoluować w odpowiedzi na dynamicznie zmieniające się warunki rynkowe i politykę energetyczną. Kluczowe dla sektora energetycznego będzie adaptowanie się do tych zmian poprzez zwiększenie efektywności, dywersyfikację źródeł energii oraz inwestycje w technologie niskoemisyjne, co pozwoli na zrównoważony rozwój energetyki w Polsce.

---

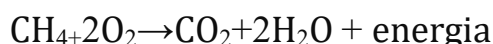
<sup>329</sup> W perspektywie lat 2015–2023 udział produkcji energii elektrycznej ze źródeł węglowych spadł z 87% do historycznego poziomu poniżej 70% w roku 2023. <https://wysokienapiecie.pl/96011-udzial-węgla-i-oze-w-polsce-2023/>, [dostęp: 03.01.2024].

<sup>330</sup> Należy zwrócić uwagę, iż w roku 2021 w wyniku spadku wydobycia węgla energetycznego import tego surowca osiągnął rekordowy poziom 16,9 mln ton. Dodatkowo ograniczenia podaży węgla energetycznego, jego rosnąca cena oraz wysoki koszt operacyjny, a także malejąca dyspozycyjność elektrowni węglowych spowodowały, że produkcja energii elektrycznej z węgla kamiennego spadła o 4,7 TWh (-6% r/r). M. Dusiło, *Transformacja energetyczna w Polsce*, Warszawa 2023, s. 5.

<sup>331</sup> Zgodnie z zapisami PEP 2040 do roku 2040 ma nastąpić 75% procentowy spadek zużycia węgla: z 9,0 mln toe (tony w ekwiwalencie ropy naftowej) do 2,5–2,8 mln toe.

Kluczowa rola przypisywana w transformacji energetycznej przeznaczona jest dla gazu ziemnego<sup>332</sup>. Wynika to z jego właściwości fizykochemicznych, w tym niższej emisyjności ditlenku węgla w porównaniu do tradycyjnych paliw kopalnych, takich jak węgiel kamienny i brunatny, oraz z jego większej efektywności energetycznej<sup>333</sup>. Składający się głównie z metanu uwalnia podczas spalania około 50-60% mniej CO<sub>2</sub> na jednostkę wytworzonej energii w porównaniu do węgla, co jest wynikiem wyższej zawartości wodoru w metanie. Przekłada się to na wyższą wartość opałową oraz mniejszą emisję CO<sub>2</sub> na jednostkę energii.

Reakcja spalania metanu<sup>334</sup>, głównego składnika gazu ziemnego, może być przedstawiona w uproszczonej formie chemicznej jako:



Niestety gaz ziemny pozostaje w Polsce jednym z najbardziej deficytowych paliw<sup>335</sup>. Wzrost zapotrzebowania na niego do rosyjskiej agresji w 2022 roku charakteryzował się wyraźną dynamiką, podpartą przez szereg czynników, takich jak poprawa standardu życia społeczeństwa, procesy dekarbonizacji oraz rozwój infrastruktury przesyłowej. Niemniej rynek tego surowca w Polsce wykazywał znaczące dysproporcje między rosnącym popytem a podażą, co miało bezpośrednie przełożenie na ekonomię kraju. Analiza porównawcza zużycia tego paliwa w Polsce z innymi krajami Unii Europejskiej wskazuje na istotny deficyt surowca. W obliczu narastającego popytu i ograniczonej podaży, konieczność balansowania rynku staje się paląca.

---

<sup>332</sup> Jest to również istotne źródło z punktu widzenia wycofywania się z eksploatowanych bloków węglowych po 2025 r. S. Tokarski, *Transformacja energetyczna- zapotrzebowania na źródła energii pierwotnej w perspektywie 2040 r. Co się zmieni po wybuchu wojny na Ukrainie?*, „Nowa Energia”, 83/2022, s. 15.

<sup>333</sup> Również jego wydobycie jest tańsze niż złóż węglowych oraz ważną rolę ma stabilność gazowych bloków energetycznych znacznie lepiej współpracujących z niestabilnymi źródłami odnawialnymi. J. Kozłowski, *Dlaczego gaz jest tak ważny dla transformacji energetycznej?*, Kraków 2022, s. 2.

<sup>334</sup> Spalanie metanu prowadzi do uwolnienia dwutlenku węgla i wody, wytwarzając przy tym energię. Z uwagi na wysoką gęstość energetyczną gaz ziemny jest efektywniejszym źródłem energii, co oznacza, że dla uzyskania tej samej ilości energii potrzebna jest mniejsza objętość gazu niż w przypadku innych paliw kopalnych.

Gęstość gazu ziemnego, wyrażana zazwyczaj w kg/m<sup>3</sup>, jest znacznie mniejsza niż gęstość cieczy czy ciał stałych, co wpływa na jego transport i magazynowanie. Gaz ziemny transportowany jest głównie przez sieci rurociągów lub w formie skroplonej (LNG), co wymaga specjalistycznych technologii chłodzenia gazu do bardzo niskich temperatur. Ta różnica w gęstości ma również wpływ na aspekty techniczne i ekonomiczne jego wykorzystania jako źródła energii.

Jednakże, mimo niższej emisji CO<sub>2</sub>, spalanie gazu ziemnego nadal generuje emisję gazów cieplarnianych, co stanowi wyzwanie w kontekście globalnych dążeń do redukcji emisji. W związku z tym, choć gaz ziemny jest postrzegany jako paliwo przejściowe w transformacji energetycznej, jego rola musi być analizowana w kontekście długoterminowych celów dekarbonizacji i zrównoważonego rozwoju systemów energetycznych.

<sup>335</sup> W przypadku gazu ziemnego istnieje 256 złóż, a zasoby wynoszą 143,26 mln m<sup>3</sup>, przy wydobyciu rocznym rzędu 5,2 mld m<sup>3</sup>, co pokrywa 43,2% krajowego zapotrzebowania. Ponadto złoża te są w ponad 60% wyczerpane. W tej sytuacji Polska skazana jest na import tych paliw (podobnie jak cała Europa) z odległych rejonów. A.J. Madera, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski- próba analizy*, „Studia. Konteksty. Pogranicza”, 5/2021, s. 64.

Z uwagi na brak planów budowy naziemnego terminala LNG w Polsce w najbliższych kilku latach, możliwości dywersyfikacji źródeł i zwiększenia podaży gazu ziemnego są ograniczone. W konsekwencji, Polska stoi przed wyzwaniem zabezpieczenia stabilnych dostaw tego surowca, głównie poprzez import LNG z innych państw europejskich oraz potencjalnie przez rozbudowę istniejącej infrastruktury przesyłowej<sup>336</sup>.

Prognoza cenowa dla rynku gazu ziemnego w Polsce musi uwzględniać kilka kluczowych czynników. Po pierwsze, ograniczona podaż przy rosnącym popycie prowadzi do naturalnego wzrostu cen. Po drugie, uzależnienie od importu, zwłaszcza w kontekście potencjalnych wahań na rynkach międzynarodowych i zmiennych kosztów transportu LNG, może wpłynąć na dodatkowe zwiększenie cen dla odbiorców końcowych<sup>337</sup>.

W scenariuszu bazowym, przy założeniu stopniowego wzrostu globalnych cen gazu oraz zwiększonego zapotrzebowania na ten surowiec w Polsce, można oczekiwać powolnego wzrostu cen surowca w średnio- i długoterminowej perspektywie. Szczegółowe modele ekonometryczne, uwzględniające wspomniane czynniki oraz potencjalne koszty importu LNG i jego transportu do Polski, przewidują podniesienie cen gazu ziemnego w przedziale od 10% do 25% w ciągu najbliższych pięciu lat. Prognoza ta jest obciążona pewnym stopniem niepewności, wynikającym z zewnętrznych czynników rynkowych oraz politycznych, które mogą wpłynąć na globalne rynki energetyczne<sup>338</sup>.

Podsumowując, można stwierdzić, że ograniczone możliwości zwiększenia podaży gazu ziemnego w Polsce przy jednoczesnym wzroście popytu i braku planów rozbudowy infrastruktury LNG, stanowią wyzwanie dla stabilności cenowej tego surowca. Wzrost cen gazu ziemnego jest prawdopodobnym scenariuszem, który wymagać będzie odpowiednich strategii zarówno na poziomie krajowym, jak i przedsiębiorstw energetycznych, aby zminimalizować wpływ na gospodarkę i odbiorców końcowych.

---

<sup>336</sup> Ma to umożliwić rozbudowa terminalu LNG w Świnoujściu (z 5 mld m<sup>3</sup> do 8 mld m<sup>3</sup>), plan oddania do użytku po roku 2025 terminala regazyfikacyjnego w Zatoce Gdańskiej (4,5 mld m<sup>3</sup>) oraz utworzenie korytarza Północ-Południe, czyli połączenia terminala LNG w Świnoujściu oraz Baltic Pipe poprzez środkową i południową Polskę z infrastrukturą w Europie Środkowo-Wschodniej. W. Hebda, *Gaz ziemny w procesie dekarbonizacji polskiej energetyki*, Analiza KBN, Uniwersytet Jagielloński, styczeń 2022, s. 2–5.

<sup>337</sup> Tendencja wzrostu cen gazu dotyczy całego rynku globalnego – zgodnie z raportami McKinseya przewiduje się wzrost zapotrzebowania na gaz od 10 do 15 proc. w perspektywie do roku 2040, McKinsey & Company <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2023-natural-gas-outlook>, [dostęp: 24.01.2024].

<sup>338</sup> Okres pandemii Covid-19 oraz napaści Rosji na Ukrainę spowodowały największą dynamikę cen gazu w UE i jego ok 4-krotny wzrost cenowy w stosunku do źródeł węglowych (od 20 do 70 USD/GJ). Z. Grudziński, *Rynek węgla energetycznego – skutki wojny rosyjsko-ukraińskiej*, „Zeszyty Naukowe IGSMiEPAN”, Kraków 2022, s. 7–20.

Analiza rynku ciekłych węglowodorów, ze szczególnym uwzględnieniem ropy naftowej i jej produktów rafinowanych, ukazuje złożoność mechanizmów rządzących tym sektorem energetycznym, a także jego dynamikę<sup>339</sup>, która ulega ciągłym zmianom w odpowiedzi na czynniki zarówno globalne, jak i regionalne. W kontekście polskiego rynku energetycznego, sytuacja w zakresie dostępności i zużycia ciekłych węglowodorów pozornie może uchodzić za stabilną. W istocie podlega ona stopniowym, ale wyraźnym transformacjom<sup>340</sup>.

W ostatnich latach niemal we wszystkich państwach UE obserwuje się stopniowy spadek zużycia ropy naftowej i jej produktów. Ten trend widoczny jest także w Polsce<sup>341</sup>. Jest on wynikiem szeregu czynników, wśród których kluczowe miejsce zajmują: rosnąca efektywność energetyczna, postępująca elektryfikacja transportu<sup>342</sup>, zmiany w modelach konsumpcji energii oraz polityki państw europejskich zmierzające do odejścia od paliw kopalnych w gospodarce w odpowiedzi na zmiany klimatyczne. Wpływ tych czynników na handel ropą naftową i jej produktami jest znaczący i wielowymiarowy, prowadzi do zmniejszenia zależności od niej jako podstawowego nośnika energii.

Zaopatrzenie na rynku wewnętrznym ciekłych węglowodorów jest dodatkowo ukształtowane przez szeroką gamę dostawców tego surowca oraz stosunkowo łatwą logistykę importu zarówno surowej ropy naftowej, jak i produktów rafinowanych. Kluczowe znaczenie ma tu Naftoport, który jest zdolny do odbioru surowca w wielkościach zbliżonych do wewnętrznego popytu, stanowi istotny element infrastrukturalny wspierający bezpieczeństwo energetyczne Polski. Uzupełnieniem pozostaje transport kolejowy i drogowy, który umożliwia ich import z wykorzystaniem portów innych państw europejskich<sup>343</sup>.

---

<sup>339</sup> W tym kontekście, wg opinii Institute of International Finance, w globalnym ujęciu w krótkiej perspektywie w scenariuszu rozwoju konfliktu na Bliskim Wschodzie, zwłaszcza na Morzu Czerwonym, może dojść do zakłóceń handlowych w roku 2024 (wzrost cen ropy o kilkanaście procent i spadek globalny wzrostu gospodarczego), analizy krajowych analityków wskazują, iż perspektywa 2024 to słaby wzrost gospodarczy i cięcie cen przez OPEC+ z jednoczesną przeciwwagą w postaci aktywności pozostałych producentów i ponownego otwarcia Chin.

<sup>340</sup> Na przykładzie prognoz konsumpcji paliw ciekłych na lata 2021–2030 35–37 mln metrów sześciennych szacuje się stabilny poziom zapotrzebowania na paliwa ciekłe z ok. 35, 86 do 37,3 mln metrów sześciennych w latach 2026–2028, a od roku 2029 trend spadkowy z powodu rozwoju zastosowania paliw alternatywnych, *Prognoza krajowego zapotrzebowania na paliwa oraz na pojemność magazynową dla zapasów interwencyjnych i obrotowych paliw i ropy naftowej na okres 10 lat (na lata 2021 – 2030)*, Warszawa 2021, s. 24.

<sup>341</sup> Analizując okres sprzed agresji Rosji na Ukrainę, można było zaobserwować powolny spadek zużycia ropy naftowej w Polsce, który w 2021 r. wyniósł 24,8 mln ton (0,8 mln ton mniej niż w 2020 r. oraz 1,2 mln mniej w stosunku do roku 2018). M. Dusiło, *Transformacja energetyczna w Polsce. Edycja 2023*, Forum Energii 2023, s. 53.

<sup>342</sup> Zapotrzebowanie na ropę, wg IEA, ulegnie zmniejszeniu ze względu na sytuację na rynku paliw do transportu drogowego, który ma w ujęciu globalnym spadać od roku 2026, ten trend jest zauważalny chociażby przez fakt, iż liczba nowych samochodów elektrycznych i tych na olej napędowy w 2023 r. zrównała się.

<sup>343</sup> Inwestycje w transport paliw kolejną pozwolą na zwiększenie konkurencji pomiędzy dostawcami paliw gotowych na polski rynek, a to będzie skutkowało obniżką cen. M. Ruszel, P. Ogarek, *Bezpieczeństwo paliwowe Polski w roku 2023 i latach następnych. Analiza Instytutu Polityki Energetycznej im. Ignacego Łukasiewicza*, Rzeszów 2023, s. 100–101.

Prognozy ekonomiczne dotyczące rynku ropy naftowej i jej produktów w Polsce, sugerują potencjalne dalsze zmiany cenowe. W perspektywie krótko- i średnioterminowej możliwe jest stabilizowanie się kosztów, po jakich sprowadzany jest ten surowiec na poziomach umożliwiających utrzymanie rentowności sektora przy jednoczesnym zachowaniu konkurencyjności cenowej produktów rafinowanych na rynku krajowym. Długoterminowe prognozy cenowe muszą jednak uwzględniać potencjalny wpływ innowacji technologicznych, zmian w politykach klimatycznych i energetycznych, a także dynamiki popytu na rynkach światowych.

Przyszłość rynku ropy naftowej i jej produktów, zarówno w Polsce, jak i na świecie, zależy będzie od szeregu zmiennych, które mogą wpływać na cenę i dostępność tego surowca. Innowacje technologiczne, takie jak rozwój technologii wydobywania (np. fracking czy wydobywanie ropy z trudno dostępnych złóż<sup>344</sup>), mogą zwiększyć podaż ropy, wpływając na obniżenie cen. Z drugiej strony, innowacje w dziedzinie energetyki odnawialnej i technologii efektywności energetycznej mogą zmniejszyć globalne zapotrzebowanie na ropę, co również będzie miało wpływ na jej cenę.

Dynamika globalnego popytu jest kluczowa dla ustalania cen ropy naftowej. Intensywny wzrost demograficzny oraz rosnące potrzeby energetyczne w krajach na ścieżce rozwoju mogą podtrzymywać, a nawet zwiększać zainteresowanie tym surowcem. Postęp gospodarczy w tych regionach zazwyczaj wiąże się ze wzrostem konsumpcji energii, przy czym ropa naftowa, dzięki swojej wszechstronności — od transportu, przez energetykę, po przemysł chemiczny — zajmuje centralne miejsce.

Zważywszy na światowy przyrost ludności, szczególnie znaczący w Azji, Afryce i Ameryce Łacińskiej, zapotrzebowanie na energię ma tendencję do wzrostu, co może wpływać na popyt na ropę naftową. Mimo że w krajach o wysokim poziomie rozwoju ekonomicznego następuje skłonność do efektywniejszego wykorzystania energii i przejścia na alternatywne źródła, w regionach rozwijających się ograniczona dostępność nowych technologii często czyni ropę naftową niezastąpionym źródłem energii.

Podsumowując, przyszłe ceny ropy naftowej i jej produktów będą wynikiem złożonej interakcji pomiędzy innowacjami technologicznymi, politykami klimatycznymi i

---

<sup>344</sup> Rozwój udostępniania niekonwencjonalnych złóż należy upatrywać w zaawansowanych metodach eksploatacji (np. wieloetapowym szczelinowaniem hydraulicznym oraz wtłaczania CO<sub>2</sub> w skałach węglanowych) również dlatego, iż źródła krajowe ropy naftowej pomimo małego poziomu wydobywania (5% całego zapotrzebowania tj. 1,3 mln ton rocznie) są stosunkowo mało wyczerpane w swoim wolumenie wydobywania, na podst. P. Wojnarowski, J. Stopa, D. Janiga, P. Kosowski, *Możliwości zwiększenia wydobywania ropy naftowej w Polsce z zastosowaniem zaawansowanych technologii*, „Polityka Energetyczna”, 15/2018 s. 25–27.



energetycznymi, a także zmianami w globalnym popycie<sup>345</sup>. W kontekście Polski istotne będzie śledzenie tych globalnych trendów oraz dostosowywanie krajowej polityki energetycznej w taki sposób, aby zminimalizować negatywne skutki zmian cenowych<sup>346</sup> i jednocześnie wykorzystać potencjalne korzyści płynące z transformacji energetycznej.

Dostęp do energii w najogólniejszym rozumieniu często utożsamiany jest z możliwością korzystania z energii elektrycznej. Polska jest wprawdzie w pełni zelektryfikowana i pokrywa potrzeby swych odbiorców. Dokonuje się to jednak przy coraz większym udziale importu. Sytuacja ta trwa od połowy ubiegłej dekady. Niemniej systematycznie przybiera na sile<sup>347</sup>.

W grudniu 2023 roku obserwowano bezprecedensowe nasilenie w handlu międzynarodowym energią elektryczną pomiędzy Polską a jej państwami sąsiadującymi, osiągając średnie dobowe transakcje o łącznej mocy przekraczającej 72 GWh. Taki wynik stanowi najwyższą zanotowaną wartość od dekad.

Co ważne i warte podkreślenia, pomimo ujemnego bilansu wymiany międzynarodowej, Polska za sprawą pośrednictwa w handlu zapewniła swym obywatelom znakomicie wyższy poziom bezpieczeństwa w zakresie dostępu do energii elektrycznej. Roczne saldo tego przedstawia się imponująco, zamykając się rekordową wielkością obrotów, co ilustruje odwrócenie trendu w bilansie handlowym energii elektrycznej z Polski ewoluującej z pozycji netto-importera do roli huba energetycznego. Coraz częściej angażuje się ona w procesy arbitrażu cenowego, korzystając z dysproporcji cenowych między rynkami, przez co importuje energię z obszarów o niższych kosztach produkcji, a następnie eksportuje ją do regionów, gdzie stawki są wyższe<sup>348</sup>.

---

<sup>345</sup> Zgodnie z cyklicznym raportem OPEC (World Oil Outlook) za rok 2020 prognozuje się wzrost utrzymania i wzrost popytu na ropę do roku 2030, a potem powolny spadek. Liczby przedstawiają ten globalny trend następująco: wzrost z 90,7 mln baryłek dziennie (2020) do 107,2 mln baryłek dziennie (2030). Ten trend potwierdza również MAE (Międzynarodowa Agencja Energii), co potwierdził w 2023 roku w publicznej wypowiedzi szef MAE Fatih Birol.

<sup>347</sup> Duże znaczenie ma tu stosunek cen węgla i gazu ziemnego, kiedy cena energii produkowanej w Polsce była niższa (cena węgla do produkcji była niższa aniżeli gazu kraje UE importowały energię z Polski). Kiedy ceny gazu spadają, węgiel staje się ponownie droższym paliwem i Polska z eksportera energii staje się importerem. Od początku roku 2023 do końca listopada bilans importu i eksportu wskazywał, iż zaimportowano 4,1 TWh energii netto, zaś rok wcześniej Polska była eksporterem energii netto z wynikiem 1,5 TWh. <https://energia.rp.pl/elektroenergetyka/art39580491-polska-importuje-wiecej-pradu-niz-eksportuje>, [dostęp: 16.12.2023].

<sup>348</sup> W świetle analiz danych zgromadzonych przez Polskie Sieci Elektroenergetyczne, całkowita wartość handlowa energii elektrycznej wymienianej między Polską a jej sąsiadami w 2023 roku osiągnęła poziom nieodnotowany dotychczas w historii, przekraczając 23,3 TWh. Realizacja tego osiągnięcia była możliwa dzięki wykorzystaniu transgranicznych połączeń przesyłowych na poziomie bezprecedensowym od dekady, kiedy ponad 88% energii przekraczającej granice Polski było przedmiotem transakcji handlowych, a jedynie mniejsza część odpowiadała za przepływy nieplanowane lub asystę między operatorami systemów przesyłowych. *Rekord handlu prądem z sąsiadami* <https://wysokienapiecie.pl/95978-rekord-handlu-pradem-z-sasiadami/>.

Polityka państwa wyraźnie sprzyjała tym działaniom. Z dużą dozą prawdopodobieństwa nadzorujące energetykę Ministerstwo Środowiska i Klimatu dostrzegając problem zamykania starych nierentownych bloków węglowych, próbowało zniwelować straty wynikające z obniżenia mocy zainstalowanej. Inicjatywy inwestycyjne Polskich Sieci Elektroenergetycznych oraz regulacje Unii Europejskiej umożliwiły znaczące odblokowanie handlu transgranicznego, zauważalne przez ograniczenie niepożądanych przepływów tranzytowych oraz wprowadzenie mechanizmów alokacyjnych zdolności przesyłowych, takich jak Flow-Based Market Coupling (FBA)<sup>349</sup>, co umożliwiło efektywniejsze i bezpieczniejsze wykorzystanie dostępnych mocy przesyłowych.

Polska, znajdując się w unikalnej pozycji jako członek trzech stref handlowych w ramach mechanizmu FBA (Core, Baltic, Hansa), wykorzystuje tę przewagę do zwiększenia możliwości arbitrażowych między różnymi segmentami rynku europejskiego. Szczególnie grudzień 2023 roku był okresem, kiedy Polska nie tylko intensywnie uczestniczyła w wymianie handlowej (osiągając miesięczne obroty na poziomie 2,3 TWh), ale również czerpała korzyści ekonomiczne z różnic cenowych pomiędzy rynkami, co przyczyniło się do wzrostu znaczenia Polski jako centralnego punktu w europejskim systemie energetycznym.

W konkluzji, stwierdza się, że obserwowane intensyfikowanie się wymiany handlowej energią elektryczną między Rzeczpospolitą Polską a jej państwami sąsiednimi, zwłaszcza w roku 2023, akcentuje rosnącą wagę ekonomiczną dostępności do zasobów energetycznych w wymiarze regionalnym<sup>350</sup>. Powyższe analizy rzucają światło na transformację Polski w stronę pełnienia roli centralnego ogniwa w europejskim ekosystemie energetycznym, korzyści z tego płynące są wieloaspektowe. Zaliczyć do nich należy nie tylko efektywne wykorzystanie infrastruktury do przesyłu energii, ale także wyrafinowane strategie arbitrażu cenowego, aplikowane w kontekście heterogeniczności cenowej na terenie europejskiego kontynentu. Niniejsze uwarunkowania wskazują na istotność zrozumienia i wykorzystania zmiennych

---

<sup>349</sup> Ta metoda wyznaczania zdolności przesyłowych bierze pod uwagę współzależności między transakcjami wymiany handlowej na poszczególnych granicach obszarów rynkowych a przepływami mocy w połączonym systemie elektroenergetycznym. Umożliwia to kontrolowanie tzw. przepływów tranzytowych, bardziej optymalne wykorzystanie zdolności przesyłowych i zwiększa bezpieczeństwo sieciowe. Umożliwia określanie zdolności przesyłowych w skali całych regionów, a nie tylko określonych stref.

<sup>350</sup> Rekordowe obroty w postaci 23,3 TWh za rok 2023 to efekt kilku czynników – wprowadzenie przesuwników fazowych, które ograniczyły wykorzystywanie polskich sieci jako autostrad dla energii przepływającej z północy Niemiec na południe tego kraju i do Austrii. Po drugie, ze względu na interwencję UE, niegdysiejsza jedna strefa handlowa Niemiec, Liechtensteinu i Austrii została rozbita na dwie strefy, co dodatkowo ograniczyło problem zapychania połączeń transgranicznych Polski przez prąd tranzytowy. Po trzecie, dzięki nowemu mechanizmowi alokacji zdolności przesyłowych (FBA), który obowiązuje od pół roku, możliwe jest udostępnianie dla handlu znacznie większej części mocy dostępnych na interkonektorach, bez obawy o przekroczenie marginesów bezpieczeństwa. Ostatni powód to uczestnictwo w aż 3 obszarach handlu energią w ramach mechanizmu FBA, co daje większe możliwości arbitrażu cenowego. <https://wysokienapiecie.pl/95978-rekord-handlu-pradem-z-sasiadami/>, [dostęp: 02.01.2024].

ekonomicznych w zarządzaniu zasobami energetycznymi, które stają się kluczowym elementem w kreowaniu stabilności energetycznej oraz ekonomicznej nie tylko na poziomie krajowym, ale i regionalnym.

Koszty produkcji oraz importu energii elektrycznej znajdują swoje odzwierciedlenie w sferze politycznej, co jest bezpośrednio związane z problematyką regulacji cen energii dla odbiorców indywidualnych, gospodarstw domowych oraz przedsiębiorstw. Proces dostosowania cen energii do zdolności nabywczych społeczeństwa jest złożony i wymaga równowagi między zapewnieniem szerokiego dostępu do zasobów energetycznych dla całej populacji – co jest kluczowe dla zapewnienia społecznej i ekonomicznej stabilności – a utrzymaniem rentowności sektora energetycznego, co jest niezbędne dla jego zrównoważonego rozwoju. Ta dwutorowość podejścia odzwierciedla konieczność tworzenia warunków sprzyjających rozwojowi przedsiębiorczości i inwestycji w branży energetycznej, jednocześnie zabezpieczając interesy konsumentów i zapewniając sprawiedliwe warunki dostępu do energii.

W Polsce, tak jak i w większości państw Wspólnoty, nabiera on szczególnego znaczenia w kontekście transformacji energetycznej i dążenia do dekarbonizacji gospodarki. Wspomniany proces wiąże się bowiem z koniecznością przynajmniej czasowego wzrostu cen. Przeniesienie tych kosztów na społeczeństwo i gospodarkę przyczyniłoby się niechybnie do osłabienia pozycji każdej ekipy rządowej wprowadzającej takie zmiany. Stąd kontrola nad polityką cenową wymaga kompleksowych działań na poziomie krajowym, w których kluczową rolę odgrywa Urząd Regulacji Energetyki (URE). Instytucja ta jako organ nadzorujący rynek energetyczny, ma za zadanie nie tylko regulację sektora pod kątem technicznym i ekonomicznym, ale również ochronę interesów konsumentów<sup>351</sup>. Biorąc pod uwagę ich tożsamość z elektoratem, wysiłki te stają się trudne do przecenienia w wymiarze politycznego znaczenia. Nie zawsze jednak ograniczenia taryf są możliwe, o czym decydują parametry ekonomiczne<sup>352</sup>. Stąd wśród narzędzi politycznych o charakterze ekonomicznym w kontekście zapewnienia sprawiedliwego dostępu do energii, jednym z kluczowych instrumentów pozostają subsydia energetyczne<sup>353</sup>. Są one przeznaczone dla gospodarstw domowych oraz

---

<sup>351</sup> Posługując się zapisami Prawa Energetycznego, taryfy zatwierdzone przez URE mają stanowić „ochronę interesów odbiorców przed nieuzasadnionym poziomem cen i stawek opłat”.

<sup>352</sup> Wynika to z wymogu pokrycia kosztów uzasadnionych spółek energetycznych, w ten sposób regulator na przełomie roku 2021/2022 zaakceptował wzrost cen w nowych taryfach ze względu na wzrosty produkcji energii (tzw. energii czarnej).

<sup>353</sup> Wachlarz subsydiów jest szeroki, to przede wszystkim odbiorcy indywidualni, wobec których zastosowano szereg ulg opartych o limity energii zużytej po cenie referencyjnej w ujęciu rocznym, poprzez dodatek elektryczny, zniżki dla oszczędnych konsumentów z ceną maksymalną, po zamrożeniu cen prądu do ceny maksymalnej dla małych przedsiębiorców, MSP oraz spółek samorządowych. Drugą grupą są przedsiębiorstwa energochłonne, które rekompensatę otrzymują w drodze decyzji wydawanej przez Prezesa URE na wiosek podmiotu.

przedsiębiorstw szczególnie narażonych na wysokie koszty energii, co stanowi istotny element polityki społecznej i ekonomicznej, mający na celu minimalizację ubóstwa energetycznego i wspieranie gospodarczego rozwoju<sup>354</sup>.

W odpowiedzi na potrzebę większej elastyczności i efektywności w zużyciu energii planowane jest wprowadzenie taryf dynamicznych. Taryfy te mają na celu lepsze odzwierciedlenie rzeczywistych kosztów produkcji i dostawy energii w różnych porach dnia i nocy, co może skłonić odbiorców do bardziej świadomego planowania swojego zużycia. Jest to szczególnie istotne w kontekście zwiększającej się penetracji odnawialnych źródeł energii (OZE) w systemie energetycznym Polski, które charakteryzują się zmiennością produkcji. Dynamiczne taryfy mogą więc przyczynić się do lepszego wykorzystania energii z OZE, zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego oraz redukcji emisji gazów cieplarnianych<sup>355</sup>.

Niezmiennie kluczowym wyzwaniem dla Polski jest zrównoważenie potrzeb transformacji energetycznej z ochroną konsumentów przed wzrostem cen energii. W tym kontekście subsydia i wsparcie rządowe odgrywają kluczową rolę w łagodzeniu krótkoterminowych skutków ekonomicznych dla najbardziej wrażliwych grup społecznych i gospodarczych<sup>356</sup>. Jednocześnie długoterminowa strategia musi koncentrować się na inwestycjach w efektywność energetyczną, rozwój zielonych technologii i infrastrukturę, co nie tylko przyczynia się do zmniejszenia zależności od importu surowców energetycznych, ale również stwarza nowe możliwości dla wzrostu gospodarczego i innowacji.

W ramach badań naukowych dotyczących zarządzania rynkiem energetycznym przez interwencje państwowe istotne jest zwrócenie uwagi na złożoność i wielowymiarowość stosowanych instrumentów polityki energetycznej. Mechanizmy polityki cenowej i systemy subwencyjne stanowią kluczowe narzędzia, za pomocą których rządy dążą do realizacji celów

---

<sup>354</sup> To gospodarstwa domowe, wspólnoty i spółdzielnie mieszkaniowe oraz inne podmioty, które produkują ciepło lokalnie dla gospodarstw domowych w spółdzielniach, podmioty, które świadczą kluczowe usługi dla społeczeństwa, czyli m.in.: jednostki opieki zdrowotnej, pomocy społecznej, podmioty systemu oświaty i szkolnictwa wyższego, żłobki, kościoły czy organizacje pozarządowe. <https://www.gov.pl/web/klimat/rzadowa-tarcza-energetyczna>.

<sup>355</sup> Zastosowanie taryf dynamicznych ma miejsce w ofertach dla przedsiębiorstw, które zmodernizowały liczniki energii do zasady TPA (dostęp stron trzecich dot. rynku sprzedawców), gdzie wymogiem jest posiadanie liczników zdalnego odczytu; dla odbiorców indywidualnych z licznikami LZO również taka funkcjonalność jest dostępna w ofercie. Należy zaznaczyć jednakże, iż zastosowanie cen dynamicznych wiąże się z ryzykiem ruchów cenowych zarówno w dół, jak i w górę, jest to jednak naturalny kierunek urynkwienia ceny w oparciu o godzinowo-dobowy system rozliczeń.

<sup>356</sup> Należy zaznaczyć jednak, iż z punktu widzenia bezpieczeństwa jest ono ważniejsze niż wyższe ceny energii. Tylko 37% obywateli nie jest w stanie zaakceptować żadnej podwyżki, natomiast 41% obywateli jest skłonnych zaakceptować podwyżkę do 10%. Dotyczy to jednak gospodarstw domowych, których podwyżki nie kierują w stronę ubóstwa energetycznego, nie dotyczy to też osób prowadzących działalność gospodarczą, gdzie dzielenie się kosztem wzrostu ma ograniczony poziom akceptacji. *Kryzys energetyczny*, Raport Konfederacja Lewiatan, 2023, s. 37.

społecznych, ekonomicznych oraz środowiskowych. W kontekście polskim, od 2005 roku obserwuje się ewolucję podejścia do regulacji rynku energetycznego, z wyraźnym naciskiem na promowanie zrównoważonego rozwoju i transformację energetyczną<sup>357</sup>.

Analiza polityki energetycznej Polski dobrze odzwierciedla potencjał i zróżnicowane zastosowanie działań mających na celu wsparcie zarówno tradycyjnych źródeł energii, jak i technologii odnawialnych. Intensyfikacja subwencji i pomocy finansowo-prawnej dla energii odnawialnej, widoczna zwłaszcza po wejściu Polski do Unii Europejskiej, znajduje swoje odbicie w implementacji dyrektyw unijnych dotyczących odsetka energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych w końcowym zużyciu energii. Wdrażanie systemu wsparcia, takiego jak taryfy gwarantowane (feed-in tariffs) oraz system świadectw pochodzenia<sup>358</sup>, miało kluczowe znaczenie w inicjowaniu inwestycji w sektorze elektroenergetycznym.

Jednakże analiza ekonomiczna wykorzystania subsydiów w sektorze energetycznym ujawnia również ich potencjalnie negatywny wpływ na efektywność rynku<sup>359</sup>. Subsydia dla sektora węglowego w Polsce, choć miały na celu zabezpieczenie stabilności dostaw energii i ochronę miejsc pracy, były również krytykowane za utrzymanie nieefektywnych struktur produkcyjnych i opóźnianie niezbędnej transformacji energetycznej. Długoterminowe skutki takiego podejścia obejmują zwiększenie zależności od importu nośników energii oraz trudności w osiągnięciu zobowiązań redukcyjnych emisji gazów cieplarnianych<sup>360</sup>.

---

<sup>357</sup> Początek procesu związany z przystąpieniem Polski do struktur Unii Europejskiej w 2004 r. wymusił zmiany samego kształtu sektora. Odejście od gospodarki opartej na węglowych źródłach wytwarzania rozpoczęło wprowadzanie zasad TPA (third party acces), czyli urynkwienie usług energetycznych przez zastosowanie mechanizmu dostępu strony trzeciej. Wydzielono źródła produkcji, dystrybucji oraz sprzedaży energii elektrycznej do osobnych podmiotów prawnych, wprowadzono instrumenty i instytucje obrotu giełdowego (powołanie TGE, IRGiT, inne), w kolejnym kroku działania przekształceniowe zmierzały do uspołnienienia i ujednoczenia rynku krajowego oraz jego integracji z UE na poziomie regulacyjnym, strukturalnym, jak również technicznym.

<sup>358</sup> Świadectwo pochodzenia z OZE, nazywane też zielonym certyfikatem, zostało wprowadzone wiele lat temu jako system wsparcia wytwórców z OZE, aby poprawić rentowność inwestycji, kiedy ceny energii elektrycznej były dużo niższe niż obecnie. Świadectwa są również źródłem istotnego wpływu na przedsiębiorstwa energetyczne oraz dużych odbiorców przemysłowych mających ustawowy obowiązek nabycia świadectw pochodzenia i przekazania ich do URE w celu umorzenia, inaczej musiałyby uiścić opłatę zastępczą. Są to prawa majątkowe, które mogą zostać na TGE i podlegać dalszemu obrotowi. Z drugiej strony, polityka rządowa w zakresie obowiązku zakupu energii odnawialnej wpływa na cenę zielonych certyfikatów, czyli rentowność OZE finalnie – Ministerstwo Klimatu i Środowiska wyraźnie zmniejszyło obowiązek OZE na rok 2024 – do 5 procent z 12 w roku 2023, co uderzy w branżę właścicieli farm wiatrowych z powodu nadpodaży certyfikatów, czyli spadku ich ceny – w momencie ogłoszenia ceny certyfikatów spadły z 163,87 zł na 82,50 zł za megawatogodzinę, co było największym spadkiem w historii notowań od roku 2005, <https://www.gramwzielone.pl/energia-wiatrowa/20158930/obowiazek-zakupu-zielonej-energii-zostal-drastycznie-zmniejszony>, [dostęp: 31.08.2023].

<sup>359</sup> To sprzeczne działanie ma swoje odbicie w krajach UE, które przeznaczają 112 mld euro rocznie na subsydia wspierające wydobywanie i konsumpcję paliw kopalnych, <https://biznes.interia.pl/gospodarka/news-swiat-ciagle-subsydiuje-paliwa-kopalne,nId,5946790>.

<sup>360</sup> Zawarta przez stronę rządową umowa społeczna związana z sektorem węglowym i dotycząca wybranych procesów transformacji woj. śląskiego, patrząc na jej założenia i realne koszty, tylko w odniesieniu do PGG (Polska Grupa Górnicza) oraz Tauron Wydobywanie będzie kosztowała aż 7 mld zł, koszty te mogą ulec dodatkowemu zwiększeniu poprzez wzrost presji płacowej i ograniczania wydobywania jednocześnie. Rosnące koszty wydobywania i płac w przełożeniu na tonę węgla dają koszt 300–350 zł w porównaniu do węgla z Kolumbii

W kontekście transformacji energetycznej, niezbędne jest uwzględnienie również aspektów społecznych i ekonomicznych związanych z dekarbonizacją. Polityka energetyczna musi zatem być konstruowana w sposób umożliwiający sprawiedliwą transformację, która nie tylko zmniejsza emisję CO<sub>2</sub>, ale również wspiera rozwój gospodarczy i społeczny. Instrumenty takie jak subsydia dla energii odnawialnej powinny być zatem projektowane z myślą o minimalizacji negatywnych efektów zewnętrznych i promowaniu technologii przyjaznych dla środowiska, jednocześnie zabezpieczając dostępność i przystępność cenową energii dla odbiorców końcowych.

Dostęp do energii odgrywa zasadniczą rolę w kształtowaniu warunków rozwoju gospodarczego na poziomie globalnym, regionalnym i lokalnym. W kontekście globalizacji oraz postępującej informatyzacji i cyfryzacji procesów produkcyjnych, analiza zależności między dostępnością źródeł energii a dynamiką rozwoju gospodarczego nabiera szczególnego znaczenia. W erze globalnej konkurencji, przy coraz bardziej zbliżonych liniach technologicznych, ceny energii ujawniają się jako kluczowy element różnicujący zdolności konkurencyjne państw i przedsiębiorstw.

Proces ten można zanalizować przez pryzmat zarówno mikro-, jak i makroekonomicznego wpływu polityki energetycznej na dynamikę wzrostu gospodarczego. Elektroenergetyka, będąca sektorem infrastrukturalnym<sup>361</sup>, wywiera wpływ na wszystkie segmenty gospodarki, od produkcji przemysłowej po usługi, determinując koszty produkcji, efektywność operacyjną przedsiębiorstw oraz ogólną jakość życia obywateli.

Na poziomie mikroekonomicznym, niezawodność i przystępność cenowa dostaw energii są niezbędne dla zapewnienia efektywności operacyjnej przedsiębiorstw. Wydatki na energię stanowią znaczącą część ogólnych kosztów operacyjnych, wpływając bezpośrednio na konkurencyjność produktów i usług na rynkach krajowych i międzynarodowych. Firmy działające w sektorach o wysokim zużyciu energii, takich jak produkcja metali, chemia czy

---

czy RPA w cenie 200 zł za tonę. Umowa społeczna jednocześnie przewiduje utrzymywanie subsydiów do poziomu wydobycia przekraczającego zapotrzebowanie krajowe, co w finalnym efekcie może doprowadzić do dopłacania do eksportu węgla lub płacenia sektorowi za postojowe. Dopiero wyrównanie wydobycia do ok. 30 mln ton węgla koksowniczego może zharmonizować sytuację. <https://wysokienapiecie.pl/95937-wydobycie-węgla-w-polsce-w-2023/>.

<sup>361</sup> Nie należy również zapominać o szeregu działań zmierzających do właściwego modelowania konkurencji dla zachowania systematyczności dostaw energii, co wymaga również swojego rodzaju wkalkulowania szeregu uwarunkowań i ich mitygacji. Bariery miękkie w tym zakresie to ograniczenia polityczno-prawne – czyli różny stopień świadomości i woli politycznej balansującej pomiędzy otwartym rynkiem konkurencyjnym a możliwościami regulowania ilości podmiotów, czy polityczno-systemowe oznaczające ograniczenie autonomii wyboru przedsiębiorcy (cena energii obciążona kosztami restrukturyzacji górnictwa, cen węgla, obowiązki kogeneracji w zakupie energii elektrycznej, inne). A. Dobroczyńska, L. Juchniewicz, *Konkurencyjny rynek energii – czy i komu jest potrzebny?* „Biblioteka Regulatora”, 2005.

przemysł energetyczny, są szczególnie wrażliwe na zmiany cen energii. Zatem dostęp do taniej i niezawodnej energii może stanowić istotny czynnik przyciągający inwestycje oraz stymulujący innowacje i rozwój technologiczny.

Z perspektywy makroekonomicznej dostęp do energii wpływa na tempo wzrostu gospodarczego poprzez kilka kanałów. Po pierwsze, sektor elektroenergetyczny jest istotnym źródłem dochodu dla wielu państw, zarówno poprzez bezpośrednią sprzedaż energii elektrycznej, jak i poprzez opodatkowanie<sup>362</sup>. Po drugie, niezawodność jej dostaw jest kluczowa dla stabilności ekonomicznej, zapewniając ciągłość produkcji oraz funkcjonowania infrastruktury krytycznej, takiej jak szpitale, transport czy komunikacja oraz wojsko<sup>363</sup>. Po trzecie, inwestycje w sektor, w tym rozwój odnawialnych źródeł energii, generują bezpośrednie i pośrednie efekty zatrudnienia, stymulując popyt wewnętrzny i zwiększając dochody gospodarstw domowych<sup>364</sup>.

---

<sup>362</sup> Nie zapominając o sektorze dystrybucji stanowiącym swojego rodzaju filar dochodu na stabilnym poziomie, *Na czym zarabia się w energetyce?*, WysokieNapiecie.pl, [dostęp: 19.04.2021].

<sup>363</sup> Oprócz roli strategicznej właściciela przesyłu energii elektrycznej PSE, kluczową rolę pełnią spółki dystrybucyjne OSD. Te prawnie odpowiedzialne za bezpieczeństwo sieci elektroenergetycznej podmioty – rozumianej jako nieprzerwaną pracę sieci, spełnienie jakościowych parametrów, ulegają ciągłemu przekształceniu. Od roli sieci hierarchicznej w dystrybucji energii z elektrowni systemowych, do systemu elektroenergetycznego pozwalającego na realizację energetyki rozproszonej, M. Wrocławski, *Działania rozwojowe oraz innowacje w sektorze dystrybucji energii w Polsce*, „Nowa Energia”, nr 1(77)2021, s. 32.

<sup>364</sup> Odnośnie do gospodarstw domowych szczególne miejsce zajmuje fotowoltaika. Nie należy zapominać o roli państwa w kształtowaniu postaw proaktywnych w inwestowaniu w PV. Dla rozwoju rynku fotowoltaiki w Polsce znaczący wpływ miał program „Mój Prąd” oraz ogólnopolski program „Czyste Powietrze”. Zmiana w ustawie o wspieraniu termomodernizacji i remontów, która weszła w życie 12 kwietnia 2021 r., wprowadziła wyższą premię termomodernizacyjną za montaż OZE w budynkach, w tym PV. Na tym przykładzie premia wynosiła aż 21% kosztów przedsięwzięcia. Właściciele domów jednorodzinnych i wielorodzinnych mogli ją otrzymać nawet przy instalacji słonecznej o mocy do 50 kW. M Tora, M. Karbowniczek, B. Tora, *Fotowoltaika w Polsce. Stan aktualny i perspektywy*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE Polskiej Akademii Nauk”, 2022, s. 117.

### 5.1.3. Wymiar społeczny i środowiskowy

W okresie 2004–2023 Polska podjęła szereg działań politycznych, mających na celu zwiększenie równości dostępu do energii elektrycznej. Odzwierciedlały one zmieniające się priorytety polityczne, wynikające z procesu integracji z Unią Europejską, zobowiązań klimatycznych, jak również z wewnętrznych potrzeb rozwojowych i społecznych.

Jednym z istotnych wysiłków było wprowadzenie i sukcesywne dostosowywanie ustawy o odnawialnych źródłach energii. Ustawa ta, stanowiąca ramy prawne dla rozwoju OZE w Polsce, została wprowadzona z myślą o dywersyfikacji źródeł energii oraz zmniejszeniu zależności od paliw kopalnych. Zawierała ona mechanizmy wsparcia, takie jak system aukcyjny dla nowych instalacji OZE, co miało zachęcić do inwestycji w zieloną energię, przyczyniając się do poprawy dostępu do energii elektrycznej i zwiększenia jej przystępności cenowej<sup>365</sup>.

Kolejnym działaniem było uruchomienie programów wspierających termomodernizację i efektywność energetyczną, np. program „Czyste Powietrze”<sup>366</sup>. Program ten, skierowany do właścicieli domów jednorodzinnych, oferował dotacje i pożyczki na wymianę źródeł ciepła, termomodernizację budynków oraz instalację systemów OZE. Działania te, poprzez zmniejszenie zapotrzebowania na energię i kosztów jej zużycia, miały na celu ograniczenie ubóstwa energetycznego oraz poprawę jakości powietrza.

Wymiar regionalny polityki energetycznej również uległ zmianie, z uwzględnieniem różnic w dostępie do energii elektrycznej między obszarami miejskimi a wiejskimi. Poprzez programy rozwoju lokalnej infrastruktury energetycznej oraz wspieranie mikroinstalacji OZE

---

<sup>365</sup> Ustawa o OZE weszła w życie 20 lutego 2015 roku. To bardzo rozbudowany dokument, w dużej mierze napisany mało intuicyjnym językiem, wprowadzał jednak rozdział dotyczący instrumentów wsparcia wytwarzania energii z OZE. Wytwórcy zatem mogli liczyć na przychody związane z produkcją energii w poszczególnych instalacjach i sprzedażą praw majątkowych, ulgi podatkowe oraz udział w aukcjach, wyznaczono również sprzedawcę zobowiązanego do zakupu energii elektrycznej od wytwórców. M. Ciepielewska, *Rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii*, „Gospodarka w Praktyce i Teorii”, 2016 s. 14–15.

<sup>366</sup> Program ten mający na celu poprawę efektywności energetycznej oraz zmniejszenie emisji pyłów i innych zanieczyszczeń ruszył w 2018 r. i zaowocował złożeniem ponad 80 tys. wniosków na łączną kwotę 1,8 mld zł. Warto zauważyć, iż w programie uczestniczą lokalne ośrodki, czyli gminy, co zwiększa jego efektywność, delegując uprawnienia z poziomów wojewódzkich do mniejszych ośrodków, co ma swoje uzasadnienie w charakterze zabudowy jednorodzinnej na terenach gminnych. <https://www.gov.pl/web/klimat/rok-temu-ruszyl-program-czyste-powietrze>, [dostęp: 19.09.2019].



na obszarach wiejskich dążono do zwiększenia samowystarczalności energetycznej i zmniejszenia dysproporcji regionalnych<sup>367</sup>.

Nie można również pominąć działań na rzecz liberalizacji rynku energii elektrycznej. Poprzez stopniowe otwieranie rynku na konkurencję, zarówno dla producentów, jak i dostawców energii, zwiększono presję na obniżenie cen oraz poprawę jakości usług. Konsumentom zapewniono większą swobodę w wyborze dostawcy energii, co miało wpływ na zwiększenie konkurencyjności i dostępności usług energetycznych<sup>368</sup>.

W kontekście działań mających na celu przełamywanie barier związanych z równym dostępem do energii elektrycznej w Polsce, w latach 2004–2023 podjęto szereg inicjatyw adresujących specyficzne wyzwania stojące przed różnymi grupami społecznymi oraz regionami. Działania te zasadniczo ukierunkowane na zmniejszenie dysproporcji w dostępie do energii obejmowały szerokie spektrum interwencji, od legislacyjnych po bezpośrednie wsparcie finansowe i edukacyjne.

Polska polityka energetyczna zwróciła szczególną uwagę na potrzebę integracji społecznej i ekonomicznej w procesie transformacji energetycznej. Przyjmując nierówny dostęp do energii za element mogący pogłębiać istniejące nierówności społeczne, uruchomiono programy mające na celu wsparcie grup społecznie i ekonomicznie marginalizowanych. W tym kontekście działania skupiały się na identyfikacji i eliminacji barier, które utrudniały dostęp do energii elektrycznej dla najuboższych warstw społeczeństwa<sup>369</sup>.

Jednym z przykładów było rozwijanie infrastruktury energetycznej w mniej rozwiniętych regionach oraz na obszarach wiejskich, gdzie dostęp do nowoczesnych źródeł energii był ograniczony. Poprzez finansowanie z funduszy krajowych i unijnych dążono do

---

<sup>367</sup> Mikroinstalacje PV nieprzekraczające 05 kW, czyli instalacje prosumenckie w roku 2022 stanowiły łączną moc ponad 9,3 GW. Local content, czyli wartość udziału towarów i usług w odniesieniu do PV oraz tworzonych lokalnie miejsc pracy wskazuje, iż tego rodzaju korzyści będą miały rosnący udział w perspektywie do roku 2025. Na przestrzeni lat 2020–2025 korzyści finansowe związane ze wzrostem udziału LC-PL (udział polskich materiałów, półproduktów i innych kosztów związanych z procesem produkcji w krajowej produkcji urządzeń dla fotowoltaiki) z 26% do 42% mogą wynieść blisko 2,85 mld zł. A. Skomorowska, A. Walczak, D. Gręda, *Ocena udziału dostaw lokalnych towarów i usług w fotowoltaice, metoda szacowania i promocji „local content” w przemyśle PV*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2021, s. 23–25.

<sup>368</sup> Liberalizacja rynku sprzedawców energii dzięki zastosowaniu TPA pozwoliła na swobodny wybór dostawcy w każdej taryfie energetycznej – od gospodarstw domowych Gxx, do taryf Cxx oraz Bxx. Rynek konkurencyjny wymusił na sprzedawcach obniżenie marży jednostkowej do średniego poziomu 5% w stosunku do średniego biznesu, wsparciem dla takich działań była również przejrzysta i uproszczona procedura zmiany sprzedawcy PZS przeprowadzana na styku sprzedawcy i lokalnego OSD.

<sup>369</sup> Podstawowym instrumentem wdrożonym w latach 2022–2023 i przykładem walki z ubóstwem energetycznym było wprowadzenie tzw. Tarczy Energetycznej zawierającej instrumenty maksymalnych cen energii (m.in. zamrożenie cen energii na poziomie stawek w 2022 do poziomu 2 MWh rocznie, dla wszystkich i dodatkowo 3 MWh dla karty dużej rodziny i gospodarstw rolnych – i późniejsze nowelizacje na kolejne okresy) i refundację podatku VAT. W latach wcześniejszych instrumentami były dodatki energetyczne, dotacje do termomodernizacji i wymiany źródeł energii. R. Gurbiel, M. Wojtyło, *Jest drogo, będzie drożej? Gospodarne państwo odpowiedzą na ubóstwo energetyczne*, Centrum Analiz Klubu Jagiellońskiego, 2023, s. 48–50.

zwiększenia pokrycia sieciowego i umożliwienia dostępu do stabilnych dostaw energii elektrycznej. W ten sposób strategia ta miała na celu zmniejszenie regionalnych dysproporcji w dostępie do energii.

Analizując okres lat 2004–2023, należy uznać strategiczne działania w sektorze energetycznym, ukierunkowane na przełamywanie barier dostępu do energii i promowanie zrównoważonego rozwoju energetycznego, były zależne i podporządkowane politycznemu zaangażowaniu. W tym kontekście kluczowym elementem infrastruktury stały się stacje transformatorowe znane jako Główne Punkty Zasilające (GPZ)<sup>370</sup>.

W kontekście przejścia na zrównoważone źródła energii, polityczne naciski na rozwój infrastruktury były niezbędne do włączenia nowych, zrównoważonych źródeł wytwórczych, takich jak farmy wiatrowe, instalacje fotowoltaiczne czy biogazownie do systemu energetycznego. Rozbudowa i modernizacja Głównych Punktów Zasilających, a także tworzenie nowych jednostek oraz optymalizacja lokalizacji Rozdzielczych Punktów Zasilania (RPZ) stały się fundamentem dla zapewnienia efektywnego przesyłu i dystrybucji energii z odnawialnych źródeł energii.

Działania polityczne miały również na celu wsparcie integracji technologii OZE z istniejącym systemem energetycznym poprzez inwestycje w rozbudowę i modernizację sieci przesyłowych średniego napięcia. Takie zaangażowanie było kluczowe dla przyspieszenia transformacji energetycznej i zwiększenia udziału zrównoważonych źródeł energii w miksie energetycznym. Ułatwienie przyłączeń nowych mocy wytwórczych do sieci było nie tyle wyzwaniem technicznym, co politycznym. Wymagało bowiem skoordynowanych działań i inwestycji, do których podjęcia spółki sektorowe nie zawsze były chętne<sup>371</sup>.

Równoległe wsparcie polityczne dla programów edukacyjnych i szkoleniowych skierowanych do konsumentów, mających na celu podniesienie świadomości na temat efektywnego użytkowania energii oraz możliwości wykorzystania odnawialnych źródeł energii, było kluczowe dla promocji zrównoważonego rozwoju. Poprzez te inicjatywy dążono do zwiększenia niezależności energetycznej gospodarstw domowych oraz ograniczenia ich ekspozycji na wahania cen energii.

---

<sup>370</sup> Odgrywają kluczową rolę w dystrybucji elektryczności do wyznaczonych regionów. Zwykle umieszczone są one poza granicami miejskimi, otoczone solidnymi ogrodzeniami, co podkreśla ich znaczenie dla infrastruktury sieciowej. Jako istotne ogniwa systemu przesyłowego GPZ gwarantują ciągłość oraz wiarygodność dostarczania energii, co jest fundamentem dla zapewnienia stabilności energetycznej.

<sup>371</sup> Problem ten ma wymiar uniwersalny istniejący również dzisiaj i wynika z dużej dysproporcji między nakładami zakładów energetycznych i spółek dystrybucyjnych, a niewielkimi zyskami, jakie osiągną z tego tytułu, dodatkowo mała gęstość poboru na terenach wiejskich zmniejsza zainteresowanie modernizacją sieci terenowych. J. Marzecki, *Modernizacja i kierunki rozwoju terenowych sieci niskiego i średniego napięcia*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2/2019, s. 67–70.

Innym ważnym elementem strategii zmierzającej do przełamania barier w dostępie do energii były działania ukierunkowane na ochronę konsumentów przed negatywnymi skutkami transformacji energetycznej. Mechanizmy ochronne, takie jak taryfy gwarantowane dla najuboższych gospodarstw domowych czy systemy dopłat do rachunków za energię, miały na celu łagodzenie obciążeń finansowych związanych z koniecznością adaptacji do nowego modelu energetycznego.

W omawianym obszarze istotną rolę przypisać należy działaniom politycznym ukierunkowanym na zwalczanie ubóstwa energetycznego, definiowanego jako sytuacja, w której gospodarstwa domowe nie są w stanie zapewnić sobie adekwatnego poziomu usług energetycznych z powodu ograniczeń finansowych. Problem ubóstwa energetycznego stanowi wyzwanie na przecięciu dziedzin społecznych, ekonomicznych i energetycznych, manifestując się poprzez ograniczony dostęp do energii niezbędnej do podstawowych funkcji życiowych, takich jak ogrzewanie, oświetlenie czy gotowanie<sup>372</sup>.

Innym działaniem politycznym jest wprowadzenie taryf socjalnych dla energii, które mają na celu zabezpieczenie minimalnego dostępu do energii dla gospodarstw domowych o najniższych dochodach. Systemy takie są projektowane w sposób, który pozwala na pokrycie podstawowych potrzeb energetycznych po niższych, subsydiowanych stawkach, co bezpośrednio wpływa na zmniejszenie ryzyka ubóstwa energetycznego.

Dodatkowo na poziomie polityk publicznych dał się zaobserwować szczególnie w okresie ostatniej dekady rozwój i implementacja kompleksowych programów modernizacji budynków mieszkalnych, skierowanych na zwiększenie ich efektywności energetycznej. Programy te, często współfinansowane z funduszy unijnych lub innych źródeł zewnętrznych, umożliwiają realizację głębokich remontów termomodernizacyjnych, które przekładają się na znaczące obniżenie zapotrzebowania na energię oraz redukcję kosztów utrzymania dla mieszkańców<sup>373</sup>.

---

<sup>372</sup> Przyjmuje się linię ubóstwa energetycznego w sytuacji 10% wydatków na energię w dochodzie, w Polsce takie przyporządkowanie wskazuje, iż 1 mln gospodarstw domowych doświadcza ubóstwa energetycznego. Podstawowe 2 profile konsumentów, których dotyczy ubóstwo energetyczne, to gospodarstwa domowe prowadzone przez osoby starsze powyżej 60. roku życia nieaktywne zawodowo oraz małżeństwa i osoby starsze w domach jednorodzinnych na wsi. L. Karpińska, S. Śmiech, *Energetyczna bieda, Raport o gospodarstwach domowych ubogich energetycznie*, Centrum Polityk Publicznych UEK, 5/2021, s. 8–23.

<sup>373</sup> Przykładem jest Rządowy Program Termomodernizacji ogłoszony w lutym 2018 r. i operowany przez NFOŚiGW, WFOŚiGW oraz BOŚ, który zakładał możliwość dofinansowania termomodernizacji budynków od 40 do 90% kosztów inwestycji w zależności od dochodu na osobę (maksymalna kwota 53 tys. zł). Na ten cel w latach 2018–2029 przeznaczono 103 mld zł (63,3 mld zł w formie pożyczek bezzwrotnych oraz 39,7 mld zł w formie pożyczek zwrotnych), R. Boguszewski, T. Herudziński, *Ubóstwo energetyczne w Polsce*, Pracownia Badań Społecznych SGGW, 2019, s. 20–21.

Warto również zwrócić uwagę na kreowane i wspierane przez kolejne ekipy rządowe działania edukacyjne i informacyjne, mające na celu podniesienie świadomości społeczeństwa na temat sposobów efektywnego użytkowania energii i dostępnych rozwiązań technologicznych zmniejszających jej konsumpcję<sup>374</sup>. Szkolenia, warsztaty, kampanie medialne i inne formy komunikacji są istotnym elementem strategii zmierzających do ograniczenia ubóstwa energetycznego, ponieważ wyposażają odbiorców w wiedzę niezbędną do świadomego zarządzania własnymi zasobami energetycznymi<sup>375</sup>.

Te zintegrowane podejścia, realizowane na różnych poziomach administracyjnych i sektorowych, stanowiły podstawę dla systematycznego zmniejszania nierówności w dostępie do energii elektrycznej. Przełamywanie tych barier wymagało nie tylko interwencji infrastrukturalnych, ale również społecznych, edukacyjnych i ekonomicznych, co podkreśla złożoność i wielowymiarowość wyzwań stojących przed polską polityką energetyczną w omawianym okresie. Kontynuacja tych działań, dostosowana do zmieniających się warunków i potrzeb społeczeństwa, pozostaje kluczowa dla zapewnienia równego i sprawiedliwego dostępu do energii dla wszystkich obywateli.

Wśród polityk publicznych i regulacji w Polsce, realizowanych w ciągu ostatnich dwóch dekad, mających na celu poprawę dostępu do energii elektrycznej, z naciskiem na aspekty społeczne i środowiskowe, wskazana materia wykazuje złożoność i wielowymiarowość podejmowanych działań. Rozważania te obejmują szeroki wachlarz inicjatyw, od legislacyjnych zmian w przepisach, poprzez programy wsparcia i subsydiowania, aż po strategiczne decyzje dotyczące kierunków rozwoju energetyki w Polsce<sup>376</sup>.

W sferze środowiskowej obszar działań koncentrował się na promowaniu zrównoważonego rozwoju i integracji odnawialnych źródeł energii (OZE) z krajowym miksem

---

<sup>374</sup> Na poziomie lokalnego potencjału na przykładzie miast rolę tę pełnią specjaliści zatrudnieni w miejskiej administracji. Co prawda opracowania kierowane są do podmiotów zewnętrznych, tym niemniej funkcja miejskiego specjalisty ds. energii i powiązana z tym stanowiskiem grupa robocza powinna w zarządzaniu i koordynowaniu działań uwzględniać mobilizację wsparcia społecznego dla procesu planowania energetycznego oraz przede wszystkim mobilizację funduszy na opracowanie, wdrożenie lokalnych programów energetycznych i mobilizację poparcia społecznego dla wdrożenia programu energetycznego. *Planowanie energetyczne w miastach i gminach, Wspólna metodologia*, Covenant of Mayors, 2010, s. 26–27.

<sup>375</sup> Zasady dobrych praktyk służących edukacji ekologicznej obejmują m.in. integrację środowisk edukacji wszystkich szczebli, tworzenie warunków samodzielnego doksztalcania czy rozwój wykwalifikowanych kadr z zakresu planowania energetycznego i ochrony środowiska, *Poradnik dobrych praktyk w zakresie zrównoważonego rozwoju*, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach RPO woj. zachodniopomorskiego na lata 2007–2013, s. 27.

<sup>376</sup> Aspekt społeczny ma ogromne znaczenie w transformacji energetycznej. Prawie 80% Polaków postrzega zmiany klimatu jako jedno z zagrożeń dla współczesnej cywilizacji i prawie 75% popiera odchodzenie od energetyki odnawialnej opartej na węglu. Aspekt kosztowy wciąż jednak jest obecny (51%), a korzyści dla środowiska są na drugim miejscu (43%). *Polska ścieżka transformacji energetycznej*, PKEE, op. cit. s. 101.

energetycznym. W tym zakresie kluczowym dokumentem strategicznym stała się Polityka Energetyczna Polski do 2040 roku (PEP2040), która zakłada m.in. znaczne zwiększenie udziału OZE w produkcji energii elektrycznej<sup>377</sup>. Realizacja tych celów wspierana jest przez liczne programy finansowania i ulg podatkowych, mających na celu stymulowanie inwestycji w energetykę wiatrową, słoneczną oraz biomasy.

Konkretnym przykładem działań w tym obszarze był wspomniany już program „Mój Prąd”, mający na celu wsparcie gospodarstw domowych w instalacji paneli fotowoltaicznych. Program ten, uruchomiony przez rząd, umożliwia uzyskanie dofinansowania do zakupu i montażu systemów PV, co przyczynia się do zwiększenia produkcji energii ze źródeł odnawialnych oraz zmniejszenia zależności od tradycyjnych źródeł energii<sup>378</sup>.

Innym przykładem jest Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW), który przez ostatnie dwie dekady finansował i wspierał liczne projekty skierowane na poprawę efektywności energetycznej oraz rozwój zielonej energii. Fundusz ten, działając jako instrument polityki ekologicznej państwa, przyczynił się do realizacji wielu inwestycji mających na celu ochronę środowiska, w tym również w sektorze energetycznym<sup>379</sup>.

W obszarze regulacji prawnych znaczącym krokiem było przyjęcie ustawy o odnawialnych źródłach energii, która wprowadziła system wsparcia dla producentów energii z OZE, w tym taryfy gwarantowane dla mikroinstalacji. Ustawa ta miała na celu nie tylko promowanie zielonej energii, ale także zapewnienie stabilności i przewidywalności warunków inwestycyjnych dla przedsiębiorców działających w tym sektorze.

---

<sup>377</sup> Celem PEP 2040 jest wskazanie kierunku ewolucji rynku energetycznego. Celem polityki energetycznej jest wykorzystanie krajowego potencjału w jak najszerszym aspekcie – dotyczy to różnych dziedzin gospodarki, technologii czy zasobów ludzkich. W konsekwencji realizacji aktualnej polityki, sektor energetyki ma pełnić rolę dźwigni rozwoju kraju opartego na poszanowaniu klimatu i zasadzie sprawiedliwej transformacji, gwarantować wzrost konkurencyjności gospodarki oraz bezpieczeństwo energetyczne. Trzy główne filary PEP 2040 to sprawiedliwa transformacja, zeroemisyjny system energetyczny oraz dobra jakość powietrza. Realizacja wskazanych filarów ma się odbywać poprzez szereg działań m.in. optymalne wykorzystanie własnych surowców energetycznych oraz rozbudowę infrastruktury sieciowej i wytwórczej, rozwój odnawialnych źródeł energii czy poprawę efektywności energetycznej. M. Ballak, *Wyzwania polityki energetycznej Polski do 2040 roku*, [w:] M. Świątek, *Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce*, Szczecin 2022, s. 64.

<sup>378</sup> „Mój Prąd” to program zaplanowany na lata 2019–2025. Dotychczasowe edycje przyniosły 2,5 mld dotacji, a dotychczasowa liczba prosumentów partycypujących w programie wyniosła 1,3 mln (stan na koniec roku 2023).

<sup>379</sup> Liczba programów NFOŚiGW jest bardzo szeroka, o skali działalności Funduszu niech świadczy fakt, iż na projekty środowiskowe w roku 2024 planowane jest przeznaczenie środków przekraczających 15,8 mld zł, czyli ponad 1 mld zł więcej niż w roku 2023. To m.in. program „Czyste powietrze”, dzięki któremu efektywność energetyczna ma zostać poprawiona w 155,7 tys. budynków mieszkalnych (budżet programu 5,4 mld zł). Kolejny program wynika ze zobowiązania „OZE i efektywność energetyczna” z budżetem 3,3 mld zł oraz Fundusz Modernizacyjny z budżetem ponad 2,7 mld zł. Pozostałe programy – w odniesieniu do indywidualnych beneficjentów to dofinansowanie do paneli PV („Mój Prąd”) czy „Mój elektryk” (wsparcie zakupu lub leasingu samochodów elektrycznych).

Realizacja celów związanych z zapewnieniem powszechnego dostępu do czystej energii elektrycznej miała bezpośredni wpływ na poprawę warunków zdrowotnych populacji, redukcję chorób układu oddechowego, a także chorób o podłożu środowiskowym, wynikających z ekspozycji na zanieczyszczenia<sup>380</sup>. Służące temu działania polityczne skupiały się na promowaniu transformacji energetycznej, której celem jest zmniejszenie zależności od paliw kopalnych i zwiększenie udziału odnawialnych źródeł energii w miksie energetycznym. W ramach tych działań wprowadzono szereg regulacji i programów wsparcia mających na celu rozwój infrastruktury energetycznej, efektywność energetyczną oraz promocję technologii niskoemisyjnych<sup>381</sup>.

Jednym z sztandarowych działań politycznych było wprowadzenie regulacji dotyczących ograniczenia sprzedaży i instalacji kotłów węglowych o niskiej efektywności, które są znaczącym źródłem lokalnych emisji zanieczyszczeń. Stanowi to kolejny przykład działań mających na celu poprawę jakości powietrza i zdrowia publicznego. Poprzez promowanie alternatywnych, czystszych źródeł ogrzewania, takich jak pompy ciepła czy systemy oparte na OZE, dąży się do znaczącej redukcji emisji szkodliwych substancji.

Istotnym ze społecznego i środowiskowego wymiaru kwestii związanych z zapewnieniem, a poprzez to i produkcją energii elektrycznej, pozostaje zarządzanie zasobami wodnymi. Jest to szczególnie istotne w kontekście elektrowni wodnych i termoelektrycznych, które są zależne od dostępności wody do produkcji energii. W Polsce, podobnie jak w innych krajach, podejmowane są działania mające na celu zrównoważone wykorzystanie zasobów wodnych, które koncentrują się na dwóch głównych aspektach: ochronie jakości wody oraz optymalizacji jej wykorzystania w procesach energetycznych<sup>382</sup>.

---

<sup>380</sup> Szczególną przyczyną pojawienia się w powietrzu szkodliwych substancji jest zjawisko tzw. niskiej emisji, czyli szkodliwych pyłów i gazów na niskiej wysokości z sektora budowlanego, emitorów przemysłowych oraz transportu. Zjawisko to nasila się w niekorzystnych warunkach meteorologicznych, spalania odpadów w paleniskach domowych czy warunków topograficznych. *Prognoza oddziaływania na środowisko polityki ekologicznej państwa 2030 – strategii rozwoju w obszarze środowiska i gospodarki wodnej*, Ministerstwo Środowiska, 2019, s. 128.

<sup>381</sup> Jednym z przykładów działań służących poprawie jakości powietrza jest Narodowy Program Ochrony Powietrza, który stanowi strategiczny dokument ukierunkowany na redukcję emisji zanieczyszczeń. Program ten, poprzez kombinację instrumentów prawnych, ekonomicznych i edukacyjnych, ma na celu poprawę jakości powietrza poprzez ograniczenie emisji szkodliwych substancji, w tym PM10 i PM2.5, które mają bezpośredni wpływ na zdrowie ludzkie.

<sup>382</sup> Jednym z przykładów działań w tym zakresie jest wprowadzenie wymogów dotyczących przepływów ekologicznych w regulacjach dotyczących elektrowni wodnych. Określają one minimalną ilość wody, która musi być przepuszczana przez zapory w celu zapewnienia ciągłości ekosystemów rzecznych, stanowią kluczowy element w ochronie bioróżnorodności i funkcjonowania ekosystemów wodnych. W Polsce zarządzanie przepływkami ekologicznymi jest regulowane przez odpowiednie przepisy prawa wodnego, które zobowiązują operatorów elektrowni wodnych do utrzymania przepływów na poziomach zapewniających ochronę życia wodnego i zachowanie naturalnych procesów rzecznych.

Kolejnym ważnym działaniem jest promowanie technologii oszczędzających wodę w elektrowniach termoelektrycznych, które wykorzystują wodę do chłodzenia<sup>383</sup>. W odpowiedzi na rosnące wymogi ochrony zasobów wodnych w Polsce rozwijane są systemy chłodzenia zamkniętego, które minimalizują zużycie wody poprzez jej recykulację. Takie systemy znacząco ograniczają ilość pobieranej wody oraz minimalizują emisję ciepła do środowiska wodnego<sup>384</sup>, co jest szczególnie istotne w kontekście ochrony ekosystemów wodnych przed negatywnym wpływem podwyższonych temperatur<sup>385</sup>.

Dodatkowo, w ramach zarządzania zasobami wodnymi, realizowane są projekty mające na celu poprawę efektywności wykorzystania wody w sektorze energetycznym, w tym modernizacja infrastruktury wodnej. Przykładem może być modernizacja istniejących elektrowni wodnych, które dzięki zastosowaniu nowoczesnych technologii i optymalizacji procesów mogą produkować energię elektryczną przy niższym zużyciu wody. Takie działania nie tylko zwiększają efektywność energetyczną, ale również przyczyniają się do lepszego zarządzania zasobami wodnymi.

W kontekście ochrony jakości wody, istotne są również działania mające na celu ograniczenie zanieczyszczeń pochodzących z sektora energetycznego. W tym zakresie w Polsce wprowadzane są środki mające na celu redukcję emisji szkodliwych substancji do wody, w tym poprzez stosowanie zaawansowanych technologii oczyszczania ścieków przemysłowych.

Zarządzanie zasobami naturalnymi, wytwarzanie energii elektrycznej w Polsce, podobnie jak w innych krajach, podlega kompleksowemu wpływowi decyzji politycznych, które kształtują strategię i działania mające na celu równowagę wykorzystania zasobów wodnych z koniecznością ochrony ekosystemów wodnych. Polityczne determinanty tych procesów manifestowały się zarówno na poziomie krajowym, jak i regionalnym, poprzez

---

<sup>383</sup> Istotną rolę pełnią w tym przypadku nowoczesne wysokosprawne bloki parowe oparte na oszczędnych systemach wykorzystania pary wodnej, jak 2 nowe bloki o mocy 900 MW w Elektrowni Opole. Takie rozwiązania pozwalają na skokowy wzrost ich sprawności wytwarzania energii elektrycznej netto powyżej 50%. Wprowadzaniu takich rozwiązań służył realizowany w Polsce w latach 2010–2015 Program Strategiczny „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii”. J. Buchta, A. Oziemski, *Nowoczesne bloki węglowe w krajowym systemie energetycznym*, „Elektroenergetyka”, 2020, s. 3–5.

<sup>384</sup> W elektrowniach węglowych typu otwartego co prawda prowadzi się procesy spiętrzania wody dla ograniczenia skutków podgrzewania wody (górną pułap to 35 stopni Celsjusza), ale ma on ograniczone pole oddziaływania ze względu na konieczność ograniczania zakresu produkcji energii elektrycznej.

<sup>385</sup> Generalny podział technologiczny przebiega pomiędzy elektrowniami konwencjonalnymi opartymi o obieg otwarty, gdzie woda zasysana jest z rzek i wypuszczana po przejściu procesu produkcji energii – przykład do elektrownia Połaniec S.A., Elektrownia Koźnice S.A. oraz elektrownie obiegu zamkniętego w przypadku ograniczenia dostępu do wody – w tzw. chłodniach, gdzie raz napełniona w wielkogabarytowych kotłach woda jest uzupełniana wodą bieżącą, a chłodzenie powstaje w procesie spływu wody na dół po wcześniejszym pompowaniu – przykład takich technologii prezentuje Elektrownia Bełchatów, Turów czy Opole. Chłodzenie bierze się z pompowania wody do gór i spływu na dół kotła, gdzie ulega schładzaniu, np. Bełchatów, Turów, Opole.

wprowadzanie regulacji prawnych, programów ochrony środowiska oraz inicjatyw wspierających zrównoważony rozwój sektora energetycznego.

Jednym z kluczowych wyzwań od lat pozostaje zapewnienie równowagi między eksploatacją zasobów wodnych a ochroną ekosystemów wodnych. Elektrownie wodne, będące ważnym elementem mixu energetycznego ze względu na swoją odnawialność i potencjał w produkcji energii, mogą jednak niekorzystnie wpływać na naturalne przepływy rzek. To z kolei ma bezpośrednie konsekwencje dla bioróżnorodności i warunków życia w ekosystemach wodnych<sup>386</sup>. Reagując na te wyzwania, polityka energetyczna Polski nakłada na operatorów elektrowni wodnych obowiązek przestrzegania przepisów dotyczących ochrony środowiska, w tym utrzymania odpowiednich przepływów ekologicznych (przepływek), które mają na celu minimalizację negatywnego wpływu na środowisko naturalne.

W sektorze elektrowni termoelektrycznych, wykorzystujących wodę do chłodzenia, polityczne decyzje skupiły się na promowaniu technologii obiegów zamkniętych. Minimalizują one potrzebę korzystania ze świeżej wody oraz redukują emisję ciepła do ciał wodnych, co jest kluczowe w kontekście ochrony życia wodnego i zapobiegania degradacji ekosystemów. Regulacje prawne w Polsce podejmowane szczególnie w okresie poakcesyjnym zobowiązują producentów energii do stosowania takich rozwiązań, co przyczynia się do bardziej zrównoważonego zarządzania zasobami wodnymi.

Kwestie dotyczące problemu zmian klimatycznych wyeksponowane zostały w Polsce społecznie w drugiej dekadzie XXI wieku. Ich wpływ na cykle hydrologiczne postawiły przed rodzimą klasą polityczną nowe wyzwania w zakresie zarządzania zasobami wodnymi.

Ekstremalne zjawiska, takie jak susze czy powodzie, wymagały adaptacyjnego podejścia do zarządzania zasobami naturalnymi, aby zapewnić stabilność produkcji energii oraz ochronę ekosystemów<sup>387</sup>. W tym kontekście, polityka energetyczna kraju obejmuje adaptacyjne

---

<sup>386</sup> Tworzenie infrastruktury hydroenergetycznej powoduje często przesuszenie siedlisk organizmów żywych powyżej piętrzenia lub ich nadmierne zalewanie i tworzenie terenów podmokłych poniżej tego miejsca. Prowadzi to do ograniczenia gatunkowego organizmów żywych. Bioróżnorodność zmniejsza się również przez zmiany miejsc i siedlisk lęgowych ptaków czy wpływ urządzeń technicznych na zarybienie terenów i możliwość ich poruszania w obrębie turbin czy na skutek erozji koryta rzecznoego, M. Świątek *Zalety i wady energetyki wodnej*, [w:] *Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce*, Szczecin 2022, s. 21–28.

<sup>387</sup> Przykładem systemowego problemu zmienności temperaturowej w okresie letnim było wprowadzenie 20. stopnia zasilania w sierpniu 2015 r. w godz. 10–17 z powodu istniejącego ryzyka blackoutu. Powodem była bezwietrzna pogoda i przestoje remontowe bloków energetycznych, co spowodowało ubytek mocy na poziomie 2 GW w elektrowniach o otwartym obiegu chłodzenia. Tamta sytuacja oraz, co warte uwagi, nieskuteczna interwencja rozporządzenia rządowego zobowiązującego do końca sierpnia do ograniczenia poboru energii elektrycznej dla odbiorców o mocy umownej powyżej 300 kW, która zakończyła się szeregiem postępowań przed URE, finalnie jednak była impulsem w nowe inwestycje. Oddano kilka nowych dużych bloków energetycznych (ORLEN we Włocławku o mocy 468 MW czy Kozienice Enea – 1075 MW). Dopracowano też procedury



strategie zarządzania, które uwzględniają zmieniające się warunki hydrologiczne. Działania te są wspierane przez inwestycje w infrastrukturę wodną, technologie oszczędzające wodę oraz systemy monitoringu i prognozowania, mające na celu optymalizację wykorzystania zasobów wodnych w produkcji energii.

Obszar polityki energetycznej i jej dostosowanie do zmian klimatycznych wykracza poza sferę związaną z wykorzystaniem wód. Obecny jest na jej każdym etapie od up-streamu po down-strem, czyli od źródeł wytwórczych poprzez sieci przesyłowe, a na dystrybucji detalicznej skończywszy. Jego zakres jest niezwykle szeroki. Dotyczy również kwestii transportu. Polityczna promocja elektromobilności zainicjowana została przez rządy tzw. Zjednoczonej Prawicy<sup>388</sup>. Działania te wpisywały się w szerszą strategię transformacji energetycznej i mobilności, mającą na celu zmniejszenie zależności od paliw kopalnych oraz poprawę jakości powietrza w miastach poprzez promowanie ekologicznych form transportu.

Jednym z kluczowych aktów prawnych, mających na celu stymulację rozwoju elektromobilności w Polsce, jest ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 2018 roku. Ustawa ta wprowadza szereg rozwiązań mających na celu wspieranie rozwoju infrastruktury do ładowania pojazdów elektrycznych, a także promocję zakupu i użytkowania takich pojazdów przez osoby prywatne, przedsiębiorstwa oraz jednostki administracji publicznej. Zawiera ona także regulacje dotyczące budowy publicznych stacji ładowania oraz wprowadza zachęty podatkowe i finansowe dla podmiotów inwestujących w elektromobilność.

W ramach działań promujących elektromobilność rząd Polski uruchomił również program "Mój Elektryk", który oferuje dotacje na zakup nowych pojazdów elektrycznych dla osób fizycznych. Program ten ma na celu zachęcenie konsumentów do wyboru ekologicznych środków transportu przez obniżenie ich początkowych kosztów zakupu. Takie działanie jest przykładem bezpośredniego wsparcia finansowego, które ma na celu przyspieszenie przejścia na ekologiczniejsze formy mobilności.

Innym istotnym elementem promocji elektromobilności w Polsce jest rozwój infrastruktury ładowania. Rządowe strategie i programy inwestycyjne, takie jak Program Rozwoju Infrastruktury Ładowania Elektromobilności (PROM), wspierają budowę sieci stacji ładowania, co jest kluczowe dla zwiększenia atrakcyjności pojazdów elektrycznych w oczach

---

bezpieczeństwa w zakresie zarządzania Krajowym Systemem Elektroenergetycznym. <https://wysokienapiecie.pl/39515-co-chlodzi-polskie-elektrownie-weglowe-sprawdzilismy/>.

<sup>388</sup> Prawnym wymiarem początku rynku elektromobilności w Polsce była Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych z 11.01.2018 r. określająca założenia rozbudowy infrastruktury ładowania pojazdów elektrycznych, korzyści dla posiadaczy samochodów EV, obowiązki podmiotów publicznych w zakresie stref czystego transportu.

potencjalnych użytkowników. Przykładowo, Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej (NFOŚiGW) angażuje się w finansowanie projektów budowy publicznych punktów ładowania, co znacząco przyczynia się do rozwoju infrastruktury niezbędnej dla elektromobilności<sup>389</sup>. Dotyczy to również finansowania unijnego w ramach instrumentu „Łącząc Europę”<sup>390</sup>.

Warto również zwrócić uwagę na inicjatywy lokalne, które są realizowane w ramach polityki miejskiej różnych miast. Programy takie jak zakup autobusów elektrycznych dla komunikacji miejskiej czy wprowadzenie preferencji dla pojazdów elektrycznych w strefach płatnego parkowania, stanowią ważny element strategii na rzecz poprawy jakości powietrza i redukcji hałasu w centrach miejskich<sup>391</sup>.

W kontekście międzynarodowym dotyczącym zmian klimatycznych, Polska jako członek Unii Europejskiej uczestniczyła w realizacji celów Europejskiego Zielonego Ładu, który zakłada osiągnięcie neutralności klimatycznej do roku 2050. Wymaga to znaczącej transformacji sektora energetycznego, zarówno pod kątem technologicznym, jak i finansowym. Adaptacja do zmian klimatycznych, na przykład poprzez inwestycje w zieloną infrastrukturę czy rozwój inteligentnych sieci energetycznych<sup>392</sup>, stanowi kolejny istotny element realizowanej po 2004 roku polityki energetycznej, mający na celu zwiększenie odporności systemu elektroenergetycznego na zmieniające się warunki przyrodnicze.

Jedną z kluczowych kwestii związanych z dostępem do energii elektrycznej o wymiarze społecznym pozostaje niezmiennie od lat rola społeczności lokalnych w procesie planowania i wdrażania projektów energetycznych, zwłaszcza w kontekście energii odnawialnej i projektów rozwojowych.

---

<sup>389</sup> Programy mają również na celu wypełnienie obowiązków rozwoju alternatywnych źródeł transportu w związku z europejskimi korytarzami transportowymi sieci TEN-T oraz dyrektywami AFIR jako część pakietu Fit for 55. Główne założenia dyrektywy oznaczają zagęszczenie sieci ładowania pojazdów. Rozporządzenie wymusza budowę stacji ładowania o mocy minimalnej 150 kW do 2025 r. i 350 kW do roku 2030 w odstępach nie mniejszych niż 60 km wzdłuż wspomnianej europejskiej sieci transportowej.

<sup>390</sup> To serie programów dofinansowujących budowę stacji tankowania (CEF 2) zarządzanych bezpośrednio przez Komisję Europejską. Warto dodać, iż środki te pozwalają również na rozwój wodorowych form transportu i służą realizacji inwestycji infrastrukturalnych w stacje tankowania wodoru HRS na terenie kraju – w ramach programu CEF TBF – Transport Blending Facility. Programy te znajdują się w fazie decyzyjnej CEF III – trzeciej edycji programu, a Polska była i jest jednym z istotniejszych beneficjentów tego programu.

<sup>391</sup> Kluczową rolę odgrywają programy priorytetowe NFOŚiGW wspierające bezemisyjny transport publiczny – tj. Zielony Transport Publiczny, <https://www.prawo.pl/samorzad/dofinansowanie-na-zakup-autobusow-elektrycznych-program-zielony,505617.html>.

<sup>392</sup> Rozwój sieci energetycznych typu smart – grid również ma swoje źródło w polityce UE wspierającej rozproszone źródła energii oraz wzrastającą rolę prosumenta. Ułatwia to również proces przyłączeniowy oraz zarządzania źródłami rozproszonymi, A. Babs, M Makowski *Rynkowe aspekty rozwoju Inteligentnych sieci Energetycznych – Smart Grid*, „Acta Energetica”, 2012, s. 17–20. Należy zaznaczyć, iż takie działania, oprócz wsparcia OZE w kierunku transformacji w stronę niskoemisyjnej energetyki, przyczyniają się również do rozwoju energetyki obywatelskiej – nowego wymiaru rynku energetycznego.

Rozwój energetyki rozproszonej oraz interakcja pomiędzy wspieranymi przez państwo spółkami energetycznymi a lokalnymi inicjatywami energetycznymi w Polsce w latach 2004–2022 stanowiły istotne elementy polityki energetycznej, które odzwierciedlały zarówno globalne trendy w sektorze energetycznym, jak i specyficzne wyzwania związane z transformacją energetyczną kraju. W tym okresie obserwowano stopniowe przesuwanie się centrum ciężkości wytwarzania energii w kierunku mniejszych, rozproszonych jednostek produkcyjnych, co było częściowo determinowane politycznie poprzez odpowiednie regulacje i programy wspierające<sup>393</sup>.

Energetyka rozproszona, opierająca się na lokalnej produkcji energii, głównie z odnawialnych źródeł, zyskała na znaczeniu jako kluczowy komponent zwiększający bezpieczeństwo energetyczne, efektywność systemu oraz ograniczający negatywne wpływy na środowisko. W tym kontekście, wspierane przez państwo spółki energetyczne stanęły przed wyzwaniem adaptacji do nowego paradygmatu, który wymagał od nich nie tylko zmian w strukturze wytwarzania, ale także w podejściu do zarządzania i dystrybucji energii.

Państwo poprzez różnorodne instrumenty, takie jak ulgi podatkowe, dotacje czy programy finansowania, starało się wspierać rozwój energetyki rozproszonej oraz integrację OZE z krajowym systemem energetycznym. Zainicjowane zostały programy mające na celu nie tylko rozbudowę infrastruktury niezbędnej do przyjmowania energii z rozproszonych źródeł<sup>394</sup>, ale także edukację i promocję nowych technologii wśród konsumentów i przedsiębiorstw.

Jednakże rozwój energetyki rozproszonej spotkał się również z pewnymi trudnościami, związanymi z istniejącymi modelami biznesowymi dużych spółek energetycznych, które tradycyjnie skupiały się na wytwarzaniu energii w dużych jednostkach produkcyjnych. Adaptacja do nowego modelu rozproszonego wymagała od tych podmiotów nie tylko inwestycji w nowe technologie, ale również przemyślenia swojej roli w zmieniającym się systemie energetycznym<sup>395</sup>.

---

<sup>393</sup> Konieczność wprowadzenia energetyki rozproszonej wynika z regulacji prawa energetycznego, regulacji wprowadzających do ustawy OZE prosumenta zbiorowego oraz wirtualnego (2024) czy uchwał antysmogowych. Z punktu widzenia unijnych regulacji to konieczność implementacji przepisów dyrektyw REG II i innych aktów prawnych związanych z energetyką rozproszoną. Rekomendacje działań niezbędnych do podjęcia zawiera Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku. *Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, Konsorcjum Naukowe Menager, 2023 s. 16–19.

<sup>394</sup> Oprócz założeń inwestycyjnych spółek OSD, warto pamiętać, iż sektor korzysta z Funduszu Modernizacyjnego (1,5 mld euro w roku 2022) oraz potencjału, jaki wyniknie z odblokowania KPO czy funduszy unijnych w ramach programu FENiKS.

Sprzeczności interesów między tradycyjnymi, centralizowanymi modelami wytwarzania energii a modelami rozproszonymi objawiały się również na poziomie regulacji i polityk energetycznych. Z jednej strony, rządowe strategie promowały rozwój OZE i energetyki rozproszonej jako sposoby na osiągnięcie celów klimatycznych i poprawę bezpieczeństwa energetycznego. Z drugiej strony, konieczność zapewnienia stabilności i niezawodności dostaw energii wymagała utrzymania pewnego poziomu centralizacji, co stwarzało pola napięć<sup>396</sup>. Pole sporu wiązało się z uczynieniem ze spółek energetycznych rzeczywistego nadzorca i kontrolera rozwoju energetyki rozproszonej. To bowiem od ich inwestycji infrastrukturalnych zależała zdolność do rozbudowy zdecentralizowanego systemu, który z natury kierował się przeciw ich interesom<sup>397</sup>.

Równocześnie rosnąca świadomość społeczna i lokalne inicjatywy energetyczne przyczyniały się do zwiększenia presji na decydentów i spółki energetyczne w kierunku większego uwzględnienia energetyki rozproszonej i OZE w krajowym miksie energetycznym. Procesy te, choć złożone i czasami konfliktowe, stopniowo przyczyniały się do transformacji polskiego sektora energetycznego w kierunku bardziej zrównoważonego i zdecentralizowanego modelu<sup>398</sup>, który uwzględniał zarówno wymogi ochrony środowiska, jak i rosnące oczekiwania społeczności lokalnych.

---

<sup>396</sup> Geneza nieporozumień ma swoje źródło w samym podejściu sektora, jakie cechowało dekadę temu operatorów sieciowych OSD. Zamiast wsparcia inwestora w procesie przyłączenia należało wykazać, iż źródło OZE nie ma negatywnego wpływu na gospodarkę sieciową, mówiąc krótko, że „nie szkodzi” sieci, zamiast podejścia, iż źródło „szkodzi” sieci, jeżeli operator nie chce go przyłączyć. J. Popczyk, *Energetyka Rozproszona od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych od energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Polski Ekologiczny Klub Mazowiecki, 2011, s. 159–160. Ta optyka uległa jednak pozytywnej zmianie, co nie oznacza, że problem zniknął, ale tym razem z bardziej racjonalnych powodów.

<sup>397</sup> Sytuacja kolizji prowadzenia przedsiębiorstwa energetycznego opartego na KSH w konfrontacji z wymogami rynku uwidacznia problem sektorowy. Spółki OSD w samym roku 2022 zgłosiły ponad 7 tys. odmów wydania warunków przyłączenia w odniesieniu do OZE. Pomimo wprowadzenia porozumienia sektorowego – Karty Efektywnej Transformacji Sieci Dystrybucyjnych Polskiej Energetyki mającej stanowić instrument osiągnięcia udziału energii elektrycznej z OZE w miksie energetycznym na poziomie 50%, OSD odmawiają przyłączeń, zasłaniając się warunkami technicznymi, prawdziwym jednak powodem jest koszt takich inwestycji, często nie uwzględniony w planach finansowych i planie rozwoju danego OSD, <https://wysokienapiecie.pl/86845-projekty-oze-odmowy-przyklaczenia/>, [dostęp: 15.05.2023].

<sup>398</sup> Zmiany te w perspektywie będą prowadzić do stymulacji nowych miejsc pracy i rozwoju krajowego łańcucha wartości dla elektroenergetyki (tzw. local content) oraz poprawy konkurencyjności gospodarki przez niższe koszty wytwarzania, czyli niższe ceny dla odbiorców końcowych, *Rachunek kosztów polskiej energetyki A.D. 2040*, Instytut Jagielloński, 2024, s. 13.

## 5.2. Dywersyfikacja źródeł i dostaw energii

Dywersyfikacja dostaw surowców energetycznych stanowi fundament strategii zabezpieczenia energetycznego i ekonomicznego Polski, odgrywając kluczową rolę w minimalizacji ryzyka związanego z fluktuacjami cenowymi na rynkach międzynarodowych oraz potencjalnymi zakłóceniami w dostawach<sup>399</sup>.

W obliczu rosnącej globalnej konkurencji o dostęp do zasobów energetycznych oraz wyzwań związanych ze zmianami klimatycznymi, Polska, podobnie jak inne państwa, stanęła przed koniecznością redefinicji swojej polityki energetycznej. Kraj ten, tradycyjnie zależny od węgla kamiennego jako podstawowego źródła energii, w ostatnich latach podjął znaczące kroki w kierunku dywersyfikacji swoich źródeł energii. Ten strategiczny zwrot obejmuje zarówno poszerzenie portfolio dostawców surowców energetycznych, jak i rozwój alternatywnych źródeł energii, takich jak energia odnawialna.

Biorąc pod uwagę kierunki zmian w sektorze i przyjęcie założenia, zgodnie z którym paliwem okresu przejściowego będzie gaz ziemny, inicjatywy polityczne szły właśnie w kierunku zabezpieczenia dostaw tego surowca<sup>400</sup>.

Strategiczne działania dywersyfikacyjne w Polsce, szczególnie w kontekście importu gazu ziemnego, znacząco ewoluowały w okresie po 2004 roku, koncentrując się na rozbudowie i modernizacji infrastruktury energetycznej, jak również liberalizacji rynku gazowego w Polsce<sup>401</sup>. W tym kontekście, kluczowe projekty, takie jak terminal LNG w Świnoujściu oraz inicjatywa Baltic Pipe, odegrały fundamentalną rolę w zwiększaniu bezpieczeństwa energetycznego Polski poprzez dywersyfikację źródeł i kierunków dostaw gazu ziemnego. Rozbudowa infrastruktury, uzupełniona o projektowanie i implementację systemów

---

<sup>399</sup> Ocenę poziomu bezpieczeństwa definiuje m.in. wskaźnik Stirlinga określający poziom dywersyfikacji nośników energii, gdzie jego korzystny rozkład występuje, gdy struktura nośników energii zasilającej rynek krajowy jest zrównoważona i wieloraka. T. Chrzan, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w zakresie energii elektrycznej*, „Logistyka” nr 2/2015, s. 2.

<sup>400</sup> Biorąc pod uwagę dzisiejsze uwarunkowania, w gazie ziemnym upatruje się paliwo przejściowe o rosnącym znaczeniu jeszcze przez najbliższe 10 lat. W przypadku Polski gaz ziemny pozostaje paliwem „mniejszego zła” względem wysokoemisyjnej energetyki węglowej oraz jako dopełnienie transformacji energetycznej. Gaz System S.A. w ciągu najbliższych lat wyda na inwestycje 14 mld PLN, by zapewnić pokrycie dla produkcji energii z bloków gazowych dla pełnej funkcji regulacyjnej w Polskim Systemie Energetycznym i ułatwić dalszy rozwój OZE. K. Moskwik, R. Nowakowski, A. Pinkas, M. Sienkiewicz, P. Sroka, A. Węgrzyn, *Gaz ziemny w procesie transformacji energetycznej w Polsce*, Wrocław 2020, s. 111.

<sup>401</sup> Liberalizację rozpoczęło rozdzielenie działalności i sprzedaży gazu ziemnego oparte o TPA (zasadę dostępu stron trzecich), realizując Dyrektywę 2003/55/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 czerwca 2003 r., w późniejszym okresie skonsolidowano spółki OSD w jeden kluczowy podmiot, co de facto ujednoliciło zasady dystrybucji i pozytywnie wpłynęło na rynek konkurencyjny gazu ziemnego, ibidem, s. 85.

interkonektorów gazowych oraz możliwości rewersu gazowego, stanowiła oś strategicznych działań dywersyfikacyjnych kraju w analizowanym okresie.

Od momentu decyzji rządu w 2006 roku, Polska zrealizowała projekt budowy terminalu LNG w Świnoujściu, stanowiący kluczową inicjatywę dywersyfikacji dostaw gazu ziemnego. Rząd Kazimierza Marcinkiewicza zainicjował przedsięwzięcie, które uznano za strategiczne dla polskiej polityki energetycznej, znacząco wpływając na pozycję negocjacyjną Polski w relacjach z dostawcami gazu, szczególnie z Gazpromem<sup>402</sup>.

Całkowity koszt terminalu wyniósł 3 mld 638 mln zł, z czego znaczna część została pokryta dzięki dofinansowaniu z UE. Terminal umożliwił Polsce dywersyfikację dostaw gazu, otwierając rynek na światowe źródła LNG i zwiększając bezpieczeństwo energetyczne kraju. Jako pierwsza tego typu inwestycja w regionie, terminal w Świnoujściu zaznaczył przełom w regionalnej i europejskiej niezależności energetycznej, co zostało podkreślone pierwszą dostawą LNG z Kataru w grudniu 2015 roku<sup>403</sup>.

Drugą kluczową kwestią, z punktu widzenia sektora elektroenergetycznego i wykorzystania w nim gazu ziemnego jako paliwa, pozostawał projekt Baltic Pipe. Według analiz dokonanych w 2017 roku rentowność jego umożliwić miały roczne dostawy gazu do Polski na poziomie około 10 mld m<sup>3</sup>. Inicjatywa ta, realizowana we współpracy z Danią, miała na celu dywersyfikację źródeł dostaw gazu oraz zmniejszenie zależności od Gazpromu po 2022 roku. W 2018, Gaz-System i duński Energinet zdecydowały o rozpoczęciu projektu, podpisując umowy z rynkowymi uczestnikami na przesył gazu przez 15 lat od uruchomienia gazociągu<sup>404</sup>.

Wzmocnienie polityczne projektu nastąpiło w 2017 roku, gdy premierzy Polski i Danii podpisali memorandum o współpracy, a w 2019 roku prezydent Andrzej Duda ratyfikował umowy międzynarodowe dotyczące realizacji Baltic Pipe<sup>405</sup>. Prace konstrukcyjne, mimo

---

<sup>402</sup> Powołanie spółki Polskie LNG Sp. z o.o. w 2007 roku, a następnie jej transformacja w spółkę akcyjną, było krokiem do realizacji projektu. W 2010 roku wybrano głównego wykonawcę budowy, a oficjalne rozpoczęcie prac miało miejsce w marcu 2011 roku za rządów Donalda Tuska. Choć projekt napotkał na wyzwania prawne i administracyjne, ostatecznie został zrealizowany z poszanowaniem środowiska naturalnego. Kontrowersje dotyczące finansowania projektu i przecięcia tras żeglugowych przez Gazociąg Północny nie zahamowały jego postępu.

<sup>403</sup> Wycarterowany przez Qatargas statek typu Q-flex, pod nazwą Al-Nuaman, dostarczył 210 tys. m<sup>3</sup> gazu do nowo wybudowanego terminalu LNG w Świnoujściu, <https://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/pierwsza-dostawa-lng-z-kataru-dotarla-do-polski/newsGroupId/10184?changeYear=2015&currentPage=1>, [dostęp: 11.12.2015].

<sup>404</sup> Projekt Baltic Pipe miał zgodnie ze swoim podstawowym założeniem za zadanie utworzenie nowego korytarza dostaw gazu ziemnego z Norwegii na rynki duński i polski, a także do użytkowników końcowych w sąsiednich krajach. Projekt jest realizowany w ścisłej współpracy z duńskim operatorem systemu przesyłowego gazu i energii Energinet. Ma docelowo transportować 10 mld m<sup>3</sup> gazu ziemnego rocznie do Polski oraz 3 mld m<sup>3</sup> gazu ziemnego z Polski do Danii. *Raport zrównoważonego rozwoju*, Operator Gazociągów Przesyłowych S.A. Gaz System, 2018, s. 37.

<sup>405</sup> W postanowieniu Polska i Dania zobowiązały się do wspierania obu spółek w przygotowaniu i realizacji projektu Baltic Pipe, tak aby mógł być ukończony do 1 października 2022 r.,

opóźnień, umożliwiły połączenie gazociągu z sieciami Danii i Polski w lipcu 2022 roku, a jego pełna przepustowość została osiągnięta w 2023 roku, z rekordowymi dostawami gazu z Norwegii.

Projekt ten, poprzez zwiększenie dostępności i dywersyfikację dostaw gazu, wpływa na sektor elektroenergetyczny Polski, obniżając ryzyko energetyczne i przyczyniając się do stabilizacji cen. Polska, dzięki Baltic Pipe, zyskała ważne narzędzie w polityce energetycznej, wzmacniając swoją niezależność oraz bezpieczeństwo energetyczne, co odzwierciedla determinację polityczną w kształtowaniu bezpieczeństwa energetycznego kraju.

Dodatkowym zabezpieczeniem dostaw w „błękitne paliwo” stanowił mechanizmy rewersu gazowego, zaimplementowane w istniejącej infrastrukturze, np. na połączeniach z Niemcami i Czechami, zapewniają dodatkową opcję dywersyfikacji poprzez umożliwienie importu gazu z kierunków zachodnich w przypadku zakłóceń dostaw ze wschodu. Wdrożenie tych rozwiązań jest wyrazem pragmatycznego podejścia do zarządzania ryzykiem dostaw i potencjalnych kryzysów gazowych<sup>406</sup>.

Podobne znaczenie przypisać należy interkonektorom gazowym ze Słowacją, Czechami i Litwą. W 2022 roku Polska zdecydowała o budowie połączenia gazowego z Słowacją, co miało umożliwić roczny przesył 5,7 mld m<sup>3</sup> gazu do Polski i 4,7 mld m<sup>3</sup> do Słowacji. Ta inwestycja strategiczna zwiększała niezależność energetyczną obu krajów, oferując Polsce dostęp do zasobów gazowych z południa Europy i innych regionów. Interkonektor Polska-Słowacja<sup>407</sup>, będąc częścią korytarza Północ-Południe, wzmacniał bezpieczeństwo energetyczne regionu, podkreślając rolę współpracy międzynarodowej w polityce energetycznej.

W szczególności determinacja polityczna stała się kluczowym czynnikiem w realizacji projektów takich jak połączenie gazowe z Czechami, które, choć istnieje od 2011 roku, miało perspektywę rozbudowy. Inwestycja ta, wspierana przez Komisję Europejską jako Projekt Wspólnego Zainteresowania, miała na celu ułatwienie Polsce dostępu do rynków zachodnioeuropejskich i zastąpienie starych gazociągów<sup>408</sup>.

---

<https://www.money.pl/gielda/prezydent-podpisal-ustawe-o-ratyfikacji-umowy-z-dania-w-sprawie-baltic-pipe-6368173196437121a.html>, [dostęp: 08.04.2019].

<sup>406</sup> W praktyce takie rozwiązanie dało możliwość sprowadzania więcej niż 40% importowanego gazu z kierunków innych niż wschodnie. Na granicy polsko-niemieckiej w Lasowie umożliwiono import 1,5 mld metrów sześciennych gazu oraz w Czechach w Cieszynie 0,5 miliarda. Pamiętać należy jednak, iż mechanizm rewersu raczej zdwersyfikował kierunki dostaw niż jego źródło, którym wtedy był gaz rosyjski.

<sup>407</sup> Budowę interkonektora ukończono 26.08.2022 r., jego infrastruktura umożliwiła przesył gazu na poziomie 5,7 mld metrów sześciennych w kierunku Polski oraz 4,7 mld w kierunku Słowacji, [https://gazoprojekt.pl/zakonczenie\\_budowy\\_interkonektora\\_polska\\_slowacja/](https://gazoprojekt.pl/zakonczenie_budowy_interkonektora_polska_slowacja/), [dostęp: 08.04.2019].

<sup>408</sup> Projekty IPCEI – szczególnie w zakresie wodorowym realizowane są w dzisiejszych realiach. Mechanizm ten, pomimo swoich potencjalnych wad w kreowaniu konkurencyjności, powoduje rosnące zainteresowanie państw

Jednakże różnice w gotowości między Polską a Czechami oraz wyzwania techniczne opóźniły projekt, nie osiągając celów na 2019 rok<sup>409</sup>. W kontraście, wsparcie polityczne dla połączenia gazowego Polska-Litwa (GIPL) od rządu Zjednoczonej Prawicy umożliwiło dostęp do terminala LNG w Kłajpedzie przed planowanym terminem. GIPL nie tylko zakończył izolację energetyczną krajów bałtyckich, ale także otworzył je na europejski rynek gazu<sup>410</sup>, co ma kluczowe znaczenie dla zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego regionu<sup>411</sup>.

Te działania, podkreślające polityczny impuls w kierunku dywersyfikacji dostaw gazu, zwiększają niezależność energetyczną Polski i jej sąsiadów, wzmacniając odporność na kryzysy energetyczne i promując integrację z europejskim systemem gazowym.

Zarówno budowa terminala LNG w Świnoujściu, realizacja projektu Baltic Pipe, jak i rozwój interkonektorów gazowych oraz systemów rewersu gazowego, świadczą o złożoności i wielowymiarowości strategii dywersyfikacyjnej Polski. Te strategiczne działania, realizowane w ciągu ostatnich dwóch dekad, mają fundamentalne znaczenie dla zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego kraju, redukcji zależności od monopolistycznych dostawców oraz integracji z europejskim rynkiem energetycznym. Pomimo wyzwań związanych z wysokimi kosztami inwestycji i koniecznością adaptacji do zmieniających się realiów rynkowych oraz regulacyjnych, Polska konsekwentnie dąży do osiągnięcia celów w zakresie bezpieczeństwa energetycznego i ekonomicznego poprzez dywersyfikację dostaw surowców energetycznych.

W latach 2004–2023 Polska znacząco zaangażowała się w rozwijanie współpracy międzynarodowej w dziedzinie importu i eksportu energii elektrycznej, podążając za dyrektywami i celami Unii Europejskiej dotyczącymi integracji rynku energii. Realizacja transgranicznych projektów połączeń elektroenergetycznych, jak LitPol Link, otwierających

---

członkowskich na różnych etapach skomplikowanych łańcuchów wartości technologicznych, zasadniczym celem mechanizmu jest finansowanie realizowanych wspólnie przez państwa członkowskie projektów zwiększających konkurencyjność unijnej gospodarki z uwzględnieniem priorytetów środowiskowych, cyfrowych oraz zrównoważonego rozwoju. M. Makowska *Rola tzw. projektów wspólnego zainteresowania UE (IPCEI) w rozwoju europejskiego przemysłu*, „Polski Instytut Spraw Międzynarodowych”, nr 128 (2547), 2022, s.1–3.

<sup>409</sup> Gazociąg Stork II, czyli czeski operator przesyłu Net4Gas podjął decyzję o opóźnieniu prac, wskazując jako przyczynę brak finansowania tego projektu w ramach IPCEI, a jak wskazuje Gaz System w praktyce ich anulowanie. Dopiero w 2023 roku Premier Czech Petr Fiala zadeklarował powrót do tematu i otwarcie konektora do roku 2026, deklarując jednocześnie finansowanie z budżetu krajowego.

<sup>410</sup> Inwestycja możliwa była również dzięki unijnemu dofinansowaniu (300 mln euro dofinansowania) <https://www.gov.pl/web/klimat/polsko-litewski-gazociag-gipl-oficjalnie-otwarty>, [dostęp: 05.05.2022].

<sup>411</sup> Warto zauważyć, iż ukończenie terminala odbyło się kilka dni przed zablokowaniem dostaw gazu przez Rosję do Polski. Dwustronny kierunek przesyłu gazu pomiędzy spółkami Gaz System oraz litewskim Amber Grid włącza system do europejskiego systemu przepływu gazu, stworzył również drogę do połączeń systemowych Łotwy, Litwy i Estonii.



dostęp do europejskiego systemu energetycznego<sup>412</sup>, była wynikiem politycznej determinacji i współpracy międzynarodowej. LitPol Link, uruchomiony w grudniu 2015 roku, umożliwił bezpośrednią wymianę energii między Polską a Litwą, zwiększając bezpieczeństwo dostaw i konkurencyjność rynku przez otwarcie na nowe źródła energii<sup>413</sup>.

Oprócz projektu z Litwą, Polska pracowała nad rozwojem połączeń z Niemcami, Czechami i Słowacją, mając na uwadze zwiększenie dywersyfikacji dostaw i integrację z europejskim systemem elektroenergetycznym. Te inicjatywy, wsparte przez Komisję Europejską i często uznane za Projekty Wspólnego Zainteresowania, miały na celu nie tylko wzmocnienie integracji polskiego rynku energii elektrycznej z systemami sąsiednich krajów, ale również zwiększenie odporności na zakłócenia w dostawach i promowanie wykorzystania odnawialnych źródeł energii.

Porozumienia z Niemcami, Czechami i Słowacją, realizowane w kontekście europejskich regulacji, odzwierciedlały silną wolę polityczną Polski do przyspieszenia procesu integracji energetycznej. Współpraca ta stanowiła element szerszej strategii zwiększenia niezależności energetycznej, wpływając na stabilizację cen energii elektrycznej w Polsce oraz otwierając drogę do zrównoważonego rozwoju sektora energetycznego, zgodnego z europejskimi dążeniami do zwiększenia udziału energii odnawialnej.

Determinacja polityczna i współpraca międzynarodowa w realizacji projektów takich jak LitPol Link czy przyszłe połączenia z Niemcami, Czechami i Słowacją, podkreślają rolę Polski w budowaniu zintegrowanego, bezpiecznego i konkurencyjnego europejskiego rynku energii. Ta aktywna polityka energetyczna, realizowana w ramach unijnych ram regulacyjnych i wspierana przez strategiczne porozumienia międzynarodowe, przyczynia się do wzmocnienia pozycji Polski jako kluczowego gracza na europejskim rynku energetycznym, zmierzającego do osiągnięcia większej niezależności energetycznej i zrównoważonego rozwoju<sup>414</sup>.

---

<sup>412</sup> W szczególności dostęp ten dotyczył Litwy, która wcześniej funkcjonowała w ramach rosyjskiego systemu UPS/IPS, podczas gdy UE działała w systemie połączonym UCTE, co powodowało, że struktura importu dla tego kraju realizowana była z kierunku wschodniego, Ł. Wojcieszak, *Znaczenie polsko-litewskiej współpracy elektroenergetycznej dla realizacji Bałtyckiego Pierścienia Energetycznego*, „Acta Politica Polonica”, nr 40/2017, s. 24.

<sup>413</sup> Wybudowany w ten sposób most energetyczny domknął Bałtycki Pierścień Energetyczny, integrując kraje bałtyckie z krajami Europy zachodniej. Umożliwił również scenariusz zsynchronizowania bałtyckiego systemu ENTSO-E, czyli rozwoju paneuropejskiego systemu przesyłowego energii elektrycznej dla zapewnienia bezpieczeństwa dostaw oraz zaspokojenia potrzeb wewnętrznego rynku energii elektrycznej. *Informacje ENTSO-E*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne.

<sup>414</sup> Wymienione projekty inwestycyjne, dofinansowywane ze środków unijnych – budowy i rozbudowy infrastruktury gazowniczej (obejmującej między innymi gazociągi, tłocznie, terminale, interkonektory będące elementami transgranicznej sieci przesyłowej, stacje gazowe czy instalacje regazyfikacji skroplonego gazu ziemnego, LNG, przyłączane do sieci dystrybucyjnej) miała jeden podstawowy cel – zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego i stopnia dywersyfikacji dostaw gazu do Polski, ale także do innych krajów. Szczególne w tym kontekście znaczenie odgrywają projekty wspólnotowe umieszczone na europejskiej liście projektów wspólnego

Przybliżając kontekst dywersyfikacji i jej znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego, istotnym elementem pozostaje zróżnicowanie pochodzenia surowców, jak też źródeł wytwórczych. W pierwszym przypadku rzecz dotyczy logistyki i szeroko pojętych międzynarodowych stosunków ekonomicznych, natomiast w drugim częściowo determinowanym przez pierwszy pluralizmy nośników wykorzystywanych w generowaniu energii elektrycznej, czyli tzw. miksie energetycznym.

Definiuje się go jako kombinację różnych źródeł energii wykorzystywanych do produkcji w danym systemie elektroenergetycznym. Struktura ta ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego, stabilności dostaw, zrównoważonego rozwoju oraz optymalizacji kosztów produkcji i konsumpcji energii<sup>415</sup>.

Dywersyfikacja, polegająca tu na zróżnicowaniu źródeł produkcji energii elektrycznej, stanowi jedno z fundamentalnych działań, mających na celu zwiększenie odporności systemu energetycznego na fluktuacje cen surowców, zmiany polityczne, ograniczenia dostępności określonych zasobów czy zmiany w regulacjach prawnych.

Jej znaczenie można analizować przez pryzmat kilku kluczowych aspektów. Po pierwsze, zwiększa ona bezpieczeństwo energetyczne poprzez redukcję zależności od pojedynczych źródeł energii, które mogą być narażone na zakłócenia spowodowane czynnikami geopolitycznymi, ekonomicznymi czy naturalnymi<sup>416</sup>. W kontekście globalnym, kraje starające się dywersyfikować swoje źródła energii są mniej podatne na kryzysy energetyczne oraz mogą lepiej kontrolować balans między popytem a podażą energii w swoich systemach.

Po drugie, dywersyfikacja sprzyja ochronie środowiska i zrównoważonemu rozwojowi poprzez integrację odnawialnych źródeł energii (OZE) takich jak energia wiatrowa, słoneczna czy biomasa, które charakteryzują się niższym wpływem na środowisko w porównaniu do

---

zainteresowania (ang. Projects of Common Interest). M. Ciechanowska, *Zaawansowanie działań Komisji Europejskiej ukierunkowanych na niezależnienie Europy od rosyjskich paliw kopalnych*, Instytut Nafty i Gazu, „Nafta-Gaz”, 79/2023, s. 63.

<sup>415</sup> Kształt miksu energetycznego kreowanego przez politykę energetyczną stanowi wypadkową jego kluczowych czynników, niejednokrotnie kolizyjnych wobec siebie. Z jednej strony najwygodniejsze dla Operatora PSE są tzw. źródła dysponowane (elektrownie gazowe, węglowe, w perspektywie jądrowe), z drugiej perspektywy transformacja w kierunku źródeł OZE oznacza stopniowe ograniczanie elektrowni konwencjonalnych. J. Kozłowski, *Miks energetyczny wczoraj, dziś i jutro*, „Magazyn”, 1/65/2021, 2021, s. 28–33. Pomiedzy tymi siłami stoją elektrownie gazowe CCGT służące stabilizacji systemu KSE, ale również one w perspektywie taksonomii UE, w perspektywie długoterminowej w tej roli będą ewoluować.

<sup>416</sup> W energetyce światowej trwają zmiany polegające na wprowadzeniu na rynek energii źródeł rozproszonych, jako przeciwwaga dla źródeł pracujących w podstawie. W przypadku Polski prace nad miksem energetycznym mają zmierzać do wykorzystania własnych źródeł energii, przy spadku udziału węgla. A. Kielerz, W. Beuch, R. Marzec, *Polski mix energetyczny na tle struktury produkcji energii w Niemczech, Czechach i Słowacji – czy trujemy najbardziej?*, Zakopane 2017, s. 5–10.

konwencjonalnych źródeł bazujących na paliwach kopalnych. Zwiększony udział OZE w miksie energetycznym umożliwia redukcję emisji gazów cieplarnianych oraz innych zanieczyszczeń, przyczyniając się do walki ze zmianami klimatycznymi<sup>417</sup>.

Po trzecie, dywersyfikacja źródeł produkcji energii elektrycznej ma również znaczący wpływ ekonomiczny. Rozwój technologii związanych z odnawialnymi źródłami energii i spadek ich kosztów produkcji sprawiają, że dywersyfikacja staje się nie tylko korzystna z punktu widzenia ekologicznego, ale również ekonomicznego. Kraje inwestujące w różnorodne źródła energii są w stanie lepiej przystosować się do zmieniających się warunków rynkowych, zmniejszając tym samym ryzyko wzrostu cen energii dla konsumentów.

W sektorze energii odnawialnej Polska stara się zwiększyć udział OZE w swoim miksie energetycznym, co jest również formą dywersyfikacji. Rozwój technologii wiatrowych, słonecznych oraz biomasy ma na celu zmniejszenie zależności od paliw kopalnych i zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego przez lokalne źródła energii. Również energetyka jądrowa jest rozważana jako długoterminowa opcja dywersyfikacyjna, mająca na celu redukcję emisji CO<sub>2</sub> i zwiększenie stabilności dostaw energii.

Proces dywersyfikacji nie jest wolny od wyzwań. Z jednej strony, wysokie koszty inwestycji w nową infrastrukturę energetyczną oraz rozwój technologii OZE wymagają znacznych nakładów finansowych i politycznego wsparcia. Z drugiej strony, dywersyfikacja dostaw surowców energetycznych wymaga zrównoważenia między długoterminowymi celami polityki energetycznej a bieżącymi potrzebami ekonomicznymi i społecznymi kraju. Dodatkowo, zmieniające się otoczenie międzynarodowe, w tym polityka energetyczna Unii Europejskiej oraz relacje z głównymi dostawcami surowców, takimi jak Rosja, wpływają na strategię dywersyfikacji Polski.

W kontekście politycznym, decyzje dotyczące dywersyfikacji miks energetycznego w Polsce były ściśle związane z założeniami polityki energetycznej Unii Europejskiej, w tym z pakietem klimatyczno-energetycznym oraz późniejszym pakietem „Czysta energia dla wszystkich Europejczyków”<sup>418</sup>. Ambitne cele dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych,

---

<sup>417</sup> W tym kontekście Komisja Europejska wprowadzając strategię REPowerEU będącą reinterpretacją wcześniej przygotowanej strategii klimatycznej Fit for 55, zakłada wzrost ambicji w zakresie źródeł odnawialnych, których udział w finalnym zużyciu energii w UE ma w roku 230 sięgnąć 45%. To w interpretacji Komisji ma podnieść poziom bezpieczeństwa energetycznego UE poprzez ograniczenie popytu na paliwa kopalne sensu largo (nie tylko z Rosji). M. Bukowski, K. Kobyłka, *Nowy Paradygmat, Dlaczego energetyka potrzebuje konkurencji?*, Warszawa 2022, s. 19.

<sup>418</sup> Pakiet ten w pierwotnym założeniu z lat 2018–2019 wprowadzał nowe regulacje dotyczące rynku wewnętrznego mające przyspieszyć budowę wspólnego rynku energii, w dalszym rozumieniu w perspektywie do roku 2030 wprowadza zwiększenie udziału OZE w końcowym zużyciu energii z 32% do 40% oraz zwiększeniu efektywności energetycznej z 32,5% do 39% w przypadku energii pierwotnej i 36% dla OZE. Należy zauważyć, iż regulacje wskazanego pakietu w odniesieniu do krajów nie wskazują wprost krajowych wkładów do spełnienia

zwiększenia udziału odnawialnych źródeł energii oraz poprawy efektywności energetycznej wymusiły na Polsce adaptację do nowych regulacji i zobowiązań.

Dywersyfikacja miksu energetycznego w Polsce objęła rozwój energetyki odnawialnej, w tym przede wszystkim energetyki wiatrowej i słonecznej, co przyczyniło się do redukcji zależności od tradycyjnych źródeł węglowych. Projekt LitPol Link, realizowany we współpracy z Litwą, stanowił przykład działań na rzecz zwiększenia możliwości importu i eksportu energii elektrycznej, co również jest formą dywersyfikacji. Przyjęcie strategii na rzecz rozwoju energetyki jądrowej w Polsce, mimo kontrowersji i wyzwań techniczno-finansowych, było kolejnym krokiem w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego poprzez dywersyfikację miksu.

Implikacje takich działań dla bezpieczeństwa energetycznego są znaczące. Dywersyfikacja źródeł produkcji energii pozwala na minimalizację ryzyka przerw w dostawach, zwiększa elastyczność systemu energetycznego oraz ogranicza zależność od importu surowców energetycznych. Z punktu widzenia ekonomicznego, zróżnicowanie miksu energetycznego przyczynia się do stabilizacji cen energii dla końcowych odbiorców<sup>419</sup> oraz zmniejsza ekspozycję gospodarki na zmiany cen surowców na rynkach światowych.

Jednakże proces ten napotykał na szereg wyzwań, w tym konieczność zwiększenia inwestycji w infrastrukturę energetyczną, adaptacji sieci elektroenergetycznych do przyjęcia energii z rozproszonych i zmiennych źródeł odnawialnych oraz przekształcenia sektora energetycznego w kierunku większej efektywności i zrównoważenia. Polityka energetyczna, będąca determinantem wszelkich działań w tym obszarze, musiała równoważyć pomiędzy długoterminowymi celami zrównoważonego rozwoju a krótkoterminowymi wyzwaniami ekonomicznymi i społecznymi<sup>420</sup>.

---

celów do roku 2030 na poziomie całej UE. Są one kształtowane w krajach i przedstawiane UE. KPEiK (Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu) przedstawia krajowe środki realizacji w obszarze 5 filarów unii energetycznej: obniżenia emisyjności, efektywności energetycznej, bezpieczeństwa energetycznego, wewnętrznego rynku energii, badań naukowych, innowacji i konkurencyjności. *Polska ścieżka transformacji energetycznej*, op. cit. s. 26.

<sup>419</sup> Wieloaspektowy problem stabilizacji cen energii dla odbiorców końcowych można ująć w scenariuszu uproszczonej analizy – im więcej OZE, tym rachunki są niższe z powodu mniejszych kosztów wyprodukowania energii, <https://www.kierunekenergetyka.pl/arttykul,102492,oze-obniza-ceny-energii.html>, [dostęp: 26.01.2024], koszty energetyki węglowej w zderzeniu z taksonomią UE są jednoznaczne.

<sup>420</sup> Proces pozyskiwania energii nigdy nie jest oderwany od rachunku ekonomicznego. Należy pamiętać, iż energia jest dobrem, który ma charakter cenotwórczy, gdyż jej wzrost cenowy wywołuje automatycznie wzrost cen artykułów i produktów, w taki sposób wpływa na konkurencyjność przemysłu w skali państwa. Z punktu widzenia gospodarstw domowych akceptowalny poziom cen to taki, który nie zakłóca budżetu domowego, z punktu widzenia przedsiębiorstw nie powoduje nieopłacalności produkcji. J. Braun, *Ekonomiczny aspekt bezpieczeństwa energetycznego – analiza obecnej sytuacji w Polsce i wybranych krajach Unii Europejskiej*, „Energia Gigawat”, nr 8–9/2020, s. 45.

W efekcie, dywersyfikacja miksu energetycznego w Polsce w analizowanym okresie stanowiła złożony proces, w którym polityczne założenia Unii Europejskiej, narodowe interesy oraz wymogi technologiczne i finansowe spletały się, kształtując kierunki rozwoju polskiego sektora energetycznego<sup>421</sup>. Decyzje polityczne, zarówno na poziomie krajowym, jak i unijnym, były głównym motorem zmian<sup>422</sup>, kierującym Polskę ku bezpieczniejszemu i bardziej zrównoważonemu systemowi energetycznemu<sup>423</sup>.

---

<sup>421</sup> Kamień milowy przekształceń sektora energetycznego, jaki stanowiło wejście Polski do Unii Europejskiej w 2004 r., rozpoczął trwający do dzisiaj proces realizacji kształtowania wspólnego rynku energii, z uwzględnieniem różnic w poszczególnych rynkach, szczególnie w kontekście źródeł wytwarzania i uwzględnienia ich transformacji w kierunku gospodarki niskoemisyjnej. R. Gawin, *W drodze do bezpiecznej i czystej energii, czyli jak napisać rynek na nowo*, URE, 2022, s. 7–13.

<sup>422</sup> Decyzje te były konsekwencją ustalanych na poziomie europejskich celów w zakresie polityki klimatyczno-energetycznej wprowadzane na szczeblu krajowym poprzez ustawy i rozporządzenia mające na celu wsparcie rozwoju inwestycji w odnawialne źródła energii, podnoszenie efektywności energetycznej budynków i procesów, jak również wyzwalanie nowych inwestycji w niskoemisyjne lub mniej emisyjne źródła energii i ciepła. Jednocześnie brane są również pod uwagę historyczne uwarunkowania Polski, posiadane zasoby paliw kopalnych, a także ograniczenia związane z nakładami inwestycyjnymi i czasem zastępowania istniejących mocy wytwórczych. W rezultacie zmian w prawodawstwie oraz otoczeniu rynkowym, należy pamiętać, iż Polityka Energetyczna Polski powinna być poddawana okresowej aktualizacji do bieżących uwarunkowań, Ł. Mazanek, M. Świat, *Polityka energetyczna Polski do roku 2040 – perspektywy i wyzwania*, [w:] *Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Energetyka krajowa a europejski Zielony Ład*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE”, Kraków 2022, s. 52–55.

<sup>423</sup> Dalsze konkluzje dla decydentów to kilka scenariuszy w zależności od budowy i rodzaju źródeł wytwórczych. W jednym z ujęć syntetycznych oznacza to konsekwentne wyznaczenie klarownej ścieżki odejścia od źródeł konwencjonalnych, budowę strategii energetycznych spójnych z celem neutralności klimatycznej, otwarcie na rozproszoną energetykę obywatelską oraz dokładną analizę kontekstu decyzyjnego przy budowie źródeł jądrowych i gazowych. *Zeroemisyjna Polska*, Fundacja WWF Polska, 2020, s. 9.

### 5.3. Polityka energetyczna a bezpieczeństwo narodowe

Zgodnie z brzmieniem ustawowym „bezpieczeństwo energetyczne – stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowisk”<sup>424</sup>.

W uproszczeniu jest to zaspokojenie przewidywanego popytu na paliwa i energię w sposób technicznie właściwy i ekonomicznie efektywny, w sposób wyrządzający możliwie najmniejsze szkody dla otoczenia przyrodniczego.

Nie zawsze jednak parametry te są utrzymywane. Klasycznym przykładem odstępstwa od przytoczonej prawnej definicji pozostaje sytuacja powstała w czasie blokady Berlina. Stanowi ona istotny przypadek studialny. W tym wyjątkowym okresie, tradycyjne kryteria ekonomicznej efektywności zostały tymczasowo zastąpione przez konieczność zapewnienia minimalnych warunków egzystencji mieszkańcom zachodnich sektorów miasta, co wyrażało się w masowym transporcie węgla drogą powietrzną<sup>425</sup>. Wtedy jako kluczowy nośnik energii, był on niezbędny do ogrzewania i wytwarzania energii elektrycznej, jednak jego transport lotniczy był ekonomicznie nieefektywny – kosztowny i technicznie skomplikowany<sup>426</sup>. Niemniej jednak, w obliczu politycznych i humanitarnych imperatywów, ekonomiczna funkcjonalność ustąpiła miejsca korzyściom politycznym, mającym na celu utrzymanie niezależności i morale mieszkańców miasta.

Takie działanie, choć sprzeczne z przytaczanym Ustawą ujęciem bezpieczeństwa energetycznego opartego na kryteriach ekonomicznej efektywności, podkreśla, dodatkowy wymiar uzyskać może w nadzwyczajnych okolicznościach. Transcenduje on ekonomiczną racjonalność, obejmując aspekty polityczne i społeczne, które stają się kluczowymi determinantami decyzji strategicznych<sup>427</sup>.

---

<sup>424</sup> Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne art. 3. pkt 16.

<sup>425</sup> Sowiecka blokada Berlina została skontrowana przez Amerykanów poprzez utworzenie mostu powietrznego (Operacja Vittles), w ramach którego dokonano niespełna 190 tys. lotów, transportując przy tym 1,8 mln ton zaopatrzenia. W ramach operacji Easter Parade będącej przykładem skali przedsięwzięcia, pomiędzy 15 a 16 kwietnia 1949 na lotnisko Tempelhoff przyleciały 1383 samoloty z 12 941 tonami węgla bez żadnych kolizji transportowych. P. Bushnell, *A Recipe Book, A Ariflisting, A Song, American Diplomacy*, 2019, s. 3–4.

<sup>426</sup> Logistyka transportu do Berlina doszła do takiego momentu, iż codzienny transport zaopatrzenia tj. 6729 ton, pozwalał zaspokoić nie tylko bieżące potrzeby, ale również tworzyć zapasy. R. Malinowski, *Rodzinkowe bombowce nad Berlinem*, „Historia i Świat” 6/2017, Berlin, s. 299–301.

<sup>427</sup> Związek Radziecki, poprzez wprowadzenie marki wschodnioniemieckiej i zamiar wprowadzenia przymusu tejże waluty we wszystkich podzielonych strefach Berlina testował w ten sposób reakcje aliantów. ZSRR nie kryła zresztą swoich ambicji dominacji nad całym kontynentem europejskim, stąd reakcja aliantów była natychmiastowa, do tej pory była to największa tego typu operacja w historii lotnictwa.

W kontekście blokady Berlina, decyzja o kontynuowaniu dostaw węgla była determinowana przede wszystkim czynnikami politycznymi – dążeniem do zachowania zachodnich stref Berlina pod kontrolą Wielkiej Brytanii, Stanów Zjednoczonych i Francji czyli uniknięciem dominacji radzieckiej. Działania te, mimo wysokiego kosztu i niskiej efektywności ekonomicznej, miały kluczowe znaczenie dla utrzymania funkcjonowania miasta pod presją blokady.

Operacja mostu powietrznego, jako historyczny przykład wyjątkowej reakcji na kryzys energetyczny, ilustruje, jak determinacja polityczna może kształtować strategię zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, nawet gdy wymaga to odstępstwa od standardowych kryteriów ekonomicznych<sup>428</sup>. W tym świetle bezpieczeństwo energetyczne w sytuacjach kryzysowych jest efektem złożonej interakcji między imperatywami ekonomicznymi, politycznymi i społecznymi, gdzie priorytetem staje się zapewnienie ciągłości dostaw energii niezbędnej do przetrwania społeczności.

Kontynuując analizę wpływu determinacji politycznej na strategię zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego, niezbędne jest odniesienie się do kolejnego znaczącego wydarzenia historycznego, jakim był kryzys naftowy w 1973 roku, wywołany przez decyzje krajów zrzeszonych w Organizacji Krajów Eksportujących Ropę Naftową (OPEC). W kontekście wojny Jom Kippur, arabscy producenci ropy, pod pretekstem wsparcia Izraela przez Stany Zjednoczone i ich zachodnich sprzymierzeńców, dokonali korekt koncesyjnych oraz ograniczyli wydobycie ropy, co w praktyce doprowadziło do zablokowania eksportu ropy naftowej na Zachód. Ten akt, będący odpowiedzią polityczną na zdarzenia geopolityczne, miał dalekosiężne konsekwencje dla globalnego bezpieczeństwa energetycznego, eksponując jego wrażliwość na czynniki polityczne.

Kryzys naftowy 1973 roku wywołał gwałtowny wzrost cen ropy na świecie<sup>429</sup>, co skutkowało poważnymi zakłóceniami w gospodarkach krajów zachodnich, zależnych od importowanego surowca. Zjawisko to uwypukliło strategiczne znaczenie dywersyfikacji źródeł energii oraz potrzebę poszukiwania alternatywnych rozwiązań w celu zmniejszenia zależności od jednorodnych surowców energetycznych i kierunków dostaw<sup>430</sup>. Reakcja na kryzys naftowy

---

<sup>428</sup> Na przykładzie operacji Vittles pokazuje również, jak dużą wagę przywiązuje się w zakresie strategii i również symboliki do surowca energetycznego. Alianci wydzielili tę operację z całego procesu w celu wykazania ogromnej determinacji i skuteczności transportu węgla na cele energetyczne do Berlina Zachodniego.

<sup>429</sup> Z 2 do 10 dolarów amerykańskich za baryłkę w okresie kilku miesięcy.

<sup>430</sup> Należy zauważyć również, w kontekście cenowym, iż pierwotną genezą konfliktu była swojego rodzaju neokolonialna postawa karteli naftowych wykorzystujących kraje producenckie. Kształt umów koncesyjnych transferował nieprzerobioną ropę naftową, która w dalszym procesie produkcyjnym w wyniku dyferencjału przynosiła kilkukrotnie wyższe dochody. Klasyczne umowy koncesyjne nie dopuszczały również udziału kapitału miejscowego. Konflikt zbrojny stworzył atmosferę polityczną, w której realizacja funkcji stymulujących strategii

stała się katalizatorem dla polityk energetycznych wielu państw, które zaczęły intensywnie inwestować w rozwój odnawialnych źródeł energii, efektywność energetyczną oraz technologie umożliwiające większą samodzielność energetyczną.

Z perspektywy naukowej, analiza kryzysu naftowego i jego skutków dla globalnego bezpieczeństwa energetycznego pozwala na zrozumienie, jak czynniki polityczne mogą bezpośrednio wpływać na dynamikę rynków energetycznych, kształtując zarówno krótko-, jak i długoterminowe strategie państw. Wydarzenie to demonstruje również, jak konflikty geopolityczne i decyzje polityczne podmiotów międzynarodowych, takich jak OPEC, mogą indukować globalne kryzysy energetyczne, zmuszając do przemyśleń nad strukturą i odpornością systemów energetycznych.

W kontekście polityki energetycznej, kryzys naftowy 1973 roku podkreślił znaczenie nie tylko dywersyfikacji źródeł energii, ale również potrzebę integracji systemów energetycznych, zarządzania zapasami strategicznymi oraz rozwoju polityk wspierających innowacje i przejście na zieloną energię. Stał się on impulsem do rozważań nad kompleksowym podejściem do bezpieczeństwa energetycznego<sup>431</sup>, uwzględniającym zarówno aspekty techniczne i ekonomiczne, jak i polityczne, co ma kluczowe znaczenie dla zrozumienia i kształtowania polityk energetycznych na przestrzeni kolejnych dekad.

Wnioski płynące z analizy obu historycznych wydarzeń – blokady Berlina i kryzysu naftowego 1973 roku – pozwalają na głębsze zrozumienie złożoności pojęcia bezpieczeństwa energetycznego, które w sytuacjach ekstremalnych ulega redefinicji, uwzględniając priorytety polityczne nad ekonomicznymi. Te przypadki pokazują, jak decyzje polityczne na arenie międzynarodowej bezpośrednio wpływają na stabilność energetyczną państw, podkreślając znaczenie strategicznego planowania i adaptacyjności systemów energetycznych wobec potencjalnych kryzysów.

---

krajów producenckich była szczególnie ułatwiona. Posługując się językiem strategii rozwojowej przedsiębiorstwa, dokonano po prostu zmiany strategii cenowej mającej wesprzeć dążenia krajów naftowych do realizacji własnych suwerennych celów ekonomiczno-społecznych. T. Rynarzewski, *Wpływ strategii cenowych wielkich korporacji i krajów OPEC na powstanie kryzysu naftowego*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny”, 1982, s. 312–215. Tezę tę w zmodyfikowanej formie przedstawia również D. Yergin w książce „The New Map”, w której pokazuje uzależnienie USA od decyzji eksporterów ropy lub zakłóceń w dostawach. Paradoksalnie jednak ogłoszony po tych wydarzeniach przez R. Nixona „Projekt Niezależność” oznaczający niezależność energetyczną w ciągu 10 lat USA doprowadził do rozwoju inwestycji w elektrownie atomowe oraz węglowe, a jego reminiscencje odczuwalne są do dziś.

<sup>431</sup> To wydarzenie, po latach beztróskiego importu taniej ropy, która nota bene doprowadziła USA do spadku krajowego wydobycia z ponad 60 % w okresie powojennym do 16,5 % na początku lat 70. otworzyła po raz pierwszy w szerokim kontekście dyskusję i działania pod kątem dywersyfikacji dostaw surowców energetycznych. Dostrzeżono również, iż zasoby energetyczne, w nowoczesnym świecie mogą być w rękach państw, które nimi dysponują. <https://energetyka24.com/ropa/dzien-w-ktorym-stanela-ziemia-46-lat-temu-swiat-tonal-w-kryzysie-naftowym-komentarz>, [dostęp: 24.10.2019].



Idea tanich paliw i nieograniczonego dostępu do nich tylko pozornie trafia w sedno współczesnego ujęcia bezpieczeństwa energetycznego. W końcu lat 90. XX wieku światowy rynek paliw węglowodorowych charakteryzował się zbyt niskimi cenami ropy naftowej, które w pewnych okresach spadały nawet poniżej 10 USD za baryłkę. Ta sytuacja ekonomiczna miała znaczący wpływ na wzrost gospodarczy na świecie, stymulując ekspansję przemysłu i zwiększając konsumpcję energii.

Niskie ceny paliw kopalnych, będąc korzystnym czynnikiem dla gospodarek narodowych oraz ich obywateli, przyczyniły się jednocześnie do nasilenia negatywnego wpływu na środowisko naturalne<sup>432</sup>, manifestującego się m.in. wzrostem emisji gazów cieplarnianych<sup>433</sup>. Zjawisko to uwypukliło potrzebę poszukiwania równowagi między rozwojem gospodarczym a ochroną środowiska, co z kolei wymagało adekwatnych działań politycznych.

Reakcją na te wyzwania była zmiana w podejściu do polityki energetycznej na poziomie międzynarodowym i unijnym. W Unii Europejskiej wprowadzenie szeregu opłat akcyzowych i środowiskowych stanowiło próbę internalizacji kosztów zewnętrznych związanych z produkcją i konsumpcją energii<sup>434</sup>. Implementacja tych środków miała na celu nie tylko ograniczenie negatywnego wpływu na środowisko, ale również stymulowanie inwestycji w czyste technologie oraz rozwój odnawialnych źródeł energii<sup>435</sup>.

---

<sup>432</sup> Należy zauważyć, iż spadek cen ropy naftowej niezależnie od okresu czasu rzadko prowadził do kryzysu światowej gospodarki. Odpowiada za to potężny mechanizm ekonomiczny – świat spala 34 mld baryłek ropy rocznie, 10-dolarowy spadek przesuwając zatem 340 mld USD od producentów ropy do konsumentów. Tak potężny zastrzyk dochodów, przez konsumentów wydawany na ogół dość szybko w porównaniu ze spółkami strategicznymi czy rządem, zawsze bywa pozytywny dla globalnego wzrostu. A. Czyżewski: „Po wszystkich poprzednich okresach, kiedy cena ropy naftowej spadała o połowę następowało przyspieszenie wzrostu gospodarczego na świecie”, Polska Izba Paliw Płynnych, 2015, <https://www.paliwa.pl/strona-startowa/archiwum/czyzewski-po-wszystkich-poprzednich-okresach-kiedy-cena-ropy-naftowej-spadala-o-nastepowalo-przyspieszenie-wzrostu-gospodarczego>.

<sup>433</sup> W odniesieniu do ropy naftowej, zagrożeniem technologicznym jest fakt, iż nie odkrywa się już ogromnych nowych złóż ropy lekkiej. Istnieje duże prawdopodobieństwo, iż wraz z nadejściem większego kryzysu globalnego w perspektywie najbliższych dekad producenci sięgną po olbrzymie złoża tzw. ciężkiej ropy, a to ze zdwojoną siłą pociągnie złe skutki dla środowiska naturalnego z powodu zdecydowanie bardziej skomplikowanego procesu wydobycia oraz większej ilości zanieczyszczeń (siarczanów), co spowoduje zwiększenie emisji szkodliwych związków do środowiska. W. Tomaszewicz, *Zużycie ropy naftowej a ochrona środowiska*, [w:] *Edukacja i Nauka, Referaty seminariów naukowych*, Powiślańska Szkoła Wyższa, 2010, s. 91–95.

<sup>434</sup> Przykładem mechanizmu ekonomicznego jako wspólnotowej polityki klimatycznej jest wprowadzenie systemu handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (1 stycznia 2005 r.), którego celem jest ograniczenie emisji gazów cieplarnianych w sposób opłacalny ekonomicznie i efektywny. Dyrektywa 2003/87/WE wprowadzająca EU ETS została włączona do polskiego prawodawstwa 22 grudnia 2004 r. – był to pierwszy w Polsce akt prawny określający zasady funkcjonowania systemu handlu uprawnieniami. Systemem EU ETS objęto przede wszystkim emisję dwutlenku węgla, obecnie dotyczą również instalacji energetycznych, rafinerii i przemysłu chemicznego, pieców koksowniczych, przemysłu metalowego, mineralnego i papierniczego (ogólnie to instalacje spalania paliw o mocy cieplnej przekraczającej 20 MW). *Krótką historią działań i wyzwań na rzecz ochrony klimatu w Polsce 1988-2018-2050*, IOŚ-PIB, 2019, s. 13.

<sup>435</sup> Oprócz transformacji energetycznej opartej na zwiększeniu źródeł OZE i większej niezależności energetycznej (RePowerEU) ustanowiono również unijne przepisy celem lepszego użytkowania gruntów leśnych i rolnych

W kontekście globalnym, sytuacja na rynku paliw węglowodorowych oraz jej konsekwencje dla środowiska były jednymi z głównych czynników, które w perspektywie dwóch dekad<sup>436</sup> przyczyniły się do zawarcia Protokołu z Kioto w 1997 roku<sup>437</sup>. Umowa ta, jako pierwszy międzynarodowy traktat prawny określający wiążące cele redukcji emisji gazów cieplarnianych dla państw rozwiniętych, stanowiła przełom w globalnej polityce klimatycznej. Zaangażowanie państw członkowskich w realizację postanowień Protokołu z Kioto było odzwierciedleniem rozumienia, że bezpieczeństwo energetyczne i ochrona klimatu są nierozdzielnie związane<sup>438</sup>. Bez względu na jego dalsze zmiany w zakresie krajów członkowskich, czyli wycofanie się USA i Kanady argumentującej, iż porozumienie nie obejmuje limitami takich państw jak Chiny i Indie, jest to pierwsza umowa określająca założenia międzynarodowej współpracy w sprawie ograniczenia emisji gazów odpowiedzialnych za globalne ocieplenie<sup>439</sup>. Kolejnym kamieniem milowym było podpisanie Porozumienia Paryskiego w roku 2015, które nałożyło jeszcze ambitniejsze cele długoterminowe zapobiegające zmianom klimatycznym<sup>440</sup>.

Analizując te wydarzenia, można dostrzec strukturę istoty bezpieczeństwa energetycznego tkwiącą w umiejętności osiągnięcia równowagi między różnymi jego elementami, takimi jak dostępność energii, jej przystępność cenowa, niezawodność dostaw oraz

---

LULUF oraz ze względu na skalę emisji CO<sub>2</sub> sektora transportu drogowego Parlament Europejski poparł pośrednie cele redukcyjne dla samochodów dostawczych na poziomie 50%, a osobowych 55%. W ramach pakietu Fit for 55 UE proceduje wprowadzenie zmian w podatku węglowym na towary importowane, tj. mechanizm dostosowywania cen na granicach z uwzględnieniem emisji CO<sub>2</sub> (CBAM), wprowadzający opłatę węglową na import niektórych towarów spoza UE. Regulacje dotyczyć będą towarów z energochłonnych gałęzi przemysłu, takich jak żelazo, stal, cement, aluminium, nawozy sztuczne i wodór. *Redukcja emisji gazów cieplarnianych: cele i przepisy Unii Europejskiej*, Dyrekcja Generalna ds. Komunikacji, 2023, s. 4–5.

<sup>436</sup> Pierwsze sygnały dotyczące wzrostu CO<sub>2</sub> zauważono jednak dużo wcześniej – wnioski Międzynarodowej Rady Nauki w roku 1979 wykazujące wzrost stężenia CO<sub>2</sub> oraz późniejsza publikacja Międzynarodowego Zespołu IPCC, gdzie naukowo udokumentowano, iż działalność człowieka prowadzi do wzrostu stężenia gazów cieplarnianych. Raport ten wezwał do ograniczenia emisji globalnych o 60% w perspektywie kolejnych lat. <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/COP24-Negocjacje-klimatyczne-24-daty-5586.html>, [dostęp: 13.11.2018].

<sup>437</sup> Dla właściwej chronologii – protokół finalnie wszedł w życie 16 lutego 2005 r., do czego potrzebna była ratyfikacja dokumentu przez co najmniej 55 państw, których emisje wynoszą przynajmniej 55 procent całkowitych emisji dwutlenku węgla w roku bazowym 1990.

<sup>438</sup> Protokół z Kioto obligował kraje, które go ratyfikowały, do redukcji emisji gazów cieplarnianych w okresie 2008–2012 poniżej bazowego poziomu emisji (co najmniej 5% poziomu emisji z roku 1990) dwutlenku węgla, metanu i tlenku azotu oraz HFC, PFC i SF<sub>6</sub> – gazów powodujących efekt cieplarniany. B. Zaporowski, *Transformacja energetyczna jest niezbędna i możliwa*, „Magazyn Polskiej Akademii Nauk”, 1/65/2021 s. 51–55.

<sup>439</sup> <https://tvn24.pl/swiat/protokol-z-kioto-czym-jest-czego-dotyczy-st5165377>.

<sup>440</sup> Porozumienie zostało podpisane przez 196 państw uczestniczących, a jako główny cel zrównoważonego rozwoju wyznaczono ograniczenie globalnego ocieplenia poniżej 2°C, a docelowo do 1,5°C względem epoki przedindustrialnej w celu ograniczenia ryzyka i szkód wywołanych przez zmianę klimatu. Pomimo dość zmiennej polityki USA (w zależności od prezydentury wycofanie – D. Trump oraz ponowne powołanie – J. Biden), porozumienie jest niewątpliwym sukcesem UE, zwłaszcza we wprowadzeniu zobowiązań co do celów raportowych z poczynionych działań w celu redukcji emisji czyli transparenacji krajów członkowskich. M. Wąsiński, *Historyczne porozumienie w Paryżu: znaczenie dla Polski i Unii Europejskiej*, „Biuletyn” 110(1347), 2015, s. 1–2.

minimalizacja negatywnego wpływu na środowisko. Każdy z tych elementów jest determinowany politycznie, co podkreśla rolę decyzji politycznych w kształtowaniu polityki energetycznej. Tylko poprzez zrównoważone podejście, uwzględniające zarówno potrzeby gospodarcze i społeczne, jak i imperatywy ochrony środowiska, można zapewnić trwałe i bezpieczne funkcjonowanie systemów energetycznych. Zatem polityka energetyczna<sup>441</sup>, zarówno na poziomie krajowym, jak i międzynarodowym, stanowi kluczowy instrument w dążeniu do osiągnięcia tego celu, łącząc aspekty ekonomiczne, technologiczne, ekologiczne i społeczne<sup>442</sup> w spójny system działań.

Bezpieczeństwo energetyczne jest kluczowym komponentem stabilności każdej gospodarki, umożliwiającym ciągłość dostępności energii i paliw w obliczu wyjątkowych i nieprzewidywalnych wydarzeń. Charakteryzuje się zdolnością systemu energetycznego do utrzymania swojej funkcjonalności i zapewnienia nieprzerwanego dostępu do zasobów energetycznych przy zachowaniu stabilności cenowej, niezależnie od zewnętrznych perturbacji czy nieoczekiwanych zmian rynkowych.

Odporność systemu energetycznego na nadzwyczajne sytuacje jest fundamentem zapewnienia bezpieczeństwa narodowego, uwzględniając dostęp do energii w cenach akceptowalnych dla społeczeństwa jako element niezbędny dla utrzymania funkcjonowania nowoczesnych gospodarek. W tym kontekście bezpieczeństwo energetyczne obejmuje zarówno zaspokojenie bieżących i przyszłych potrzeb energetycznych w sposób optymalny z punktu widzenia technologii i ekonomii, jak i minimalizację negatywnego wpływu sektora energetycznego na środowisko oraz warunki życia społeczeństwa.

Niezawodność i odporność systemów dostarczających energię, zdolnych do radzenia sobie z krótko- i długotrwałymi zakłóceniami, są niezbędne do utrzymania poziomu produkcji, stymulowania wzrostu ekonomicznego oraz zapobiegania stratom finansowym i potencjalnym szkodom dla zdrowia i dobrobytu społeczeństwa<sup>443</sup>.

---

<sup>441</sup> Polityka energetyczna rozumiana z punktu widzenia kraju jako opracowanie strategii rozwoju sektora energetycznego poprzez działania rządu jako efekt konsensusu politycznego pomiędzy różnymi siłami partyjnymi, K. Tomaszewski, *Rola czynnika ludzkiego w kształtowaniu polityki energetycznej współczesnego państwa*, „Środkowoeuropejskie Studia Polityczne”, 1/2020, Poznań 2020.

<sup>442</sup> W systemach demokratycznych zabezpieczających prawa społeczeństwa obywatelskiego państwo powinno tak kształtować normy prawne, aby na każdym etapie tworzenia polityki energetycznej świadomi zmian w stronę ekologicznej gospodarki obywatele mieli wpływ na kształtowanie swojego otoczenia. ibidem, 163–164.

<sup>443</sup> Patrząc na odniesienia w kluczowych dokumentach dla polskiego sektora energetycznego, jednym z kluczowych czynników bezpieczeństwa energetycznego jest zbudowanie odporności systemu, czyli zdolność do podtrzymania nieprzerwanej funkcjonalności systemu, mimo wystąpienia czasowych niedoborów. W tym kontekście można wymienić rezerwy strategiczne, dywersyfikację źródeł pozyskania surowca i szlaków jego przesyłu, rezerwowe moce wytwórcze, połączenia transgraniczne czy sprawny system reagowania kryzysowego. M. Koczan, A. Alkan, *Bezpieczeństwo energetyczne a transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce (na przykładzie wybranych podsektorów)* „Wschodnioznawstwo”, 2022, s. 428.

Tak więc, odporność systemu energetycznego na nieprzewidywalne i wyjątkowe zdarzenia stanowi kolejne ważne ogniwo bezpieczeństwa energetycznego. Wymaga ono kompleksowego podejścia do planowania, budowy i zarządzania infrastrukturą energetyczną, uwzględniającego zarówno technologiczne, jak i ekonomiczne aspekty funkcjonowania tego systemu<sup>444</sup>.

Wpływ bezpieczeństwa energetycznego na niezależność gospodarczą i polityczną odzwierciedla złożoność współzależności między dostępem do zasobów energetycznych a suwerennością państw. Bezsprzecznie, stabilne i zrównoważone zaopatrzenie w energię jest fundamentalne dla utrzymania funkcjonowania nowoczesnych gospodarek, determinując zarówno ich dynamikę wzrostu, jak i odporność na zewnętrzne szoki ekonomiczne. Taka pozycja gospodarcza kraju jest również gwarantem utrzymywania silnej pozycji w negocjacjach na arenie międzynarodowej w odniesieniu do potencjalnych potrzeb bilansowania salda handlowego na arenie międzynarodowej<sup>445</sup>.

Zagwarantowanie bezpieczeństwa energetycznego w analizowanym rozumieniu wpływa na niezależność gospodarczą państw poprzez umożliwienie autonomicznych decyzji dotyczących polityki wewnętrznej i rozwoju ekonomicznego. Kraje dysponujące zdywersyfikowanymi źródłami energii oraz rozbudowaną infrastrukturą energetyczną są mniej podatne na presję ekonomiczną ze strony państw trzecich, co zwiększa ich przestrzeń do podejmowania niezależnych decyzji gospodarczych.

Z kolei niezależność polityczna państwa jest bezpośrednio związana z jego zdolnością do obrony interesów narodowych na arenie międzynarodowej oraz zdolnością utrzymania jego pozycji negocjacyjnej. Zależność energetyczna od jednego lub kilku zewnętrznych dostawców może prowadzić do ograniczenia tej zdolności, ponieważ państwo zależne staje się wrażliwe na potencjalne manipulacje dostawami lub cenami energii, co może być wykorzystywane jako narzędzie politycznego nacisku.

Przykładem może być sytuacja państw europejskich, które w różnym stopniu uzależnione są od dostaw gazu i ropy naftowej z Rosji. Długotrwałe kontrakty oraz ograniczone alternatywne źródła dostaw utrudniają dywersyfikację dostawców, co skutkuje zwiększoną

---

<sup>444</sup> Główną rolę w tym procesie pełnią branżowe regulacje, tj. Instrukcje Sietciowe przedsiębiorstw energetycznych oraz przesyłowych energii elektrycznej (IRiESD, IRiESP) odpowiedzialnych za bezpieczeństwo sieciowe, oraz ich właściwe umocowanie i możliwości interwencji w sytuacjach kryzysowych.

<sup>445</sup> Jak wskazuje Henry Kissinger – inicjator karty założycielskiej Międzynarodowej Agencji Energetycznej, istnieje „konieczność współdziałania państw importerów dla zapewnienia ich bezpieczeństwa energetycznego, ponieważ mają one wspólny problem, który można rozwiązać jedynie przez współpracę”. Dowiedziono, iż dostęp do surowców energetycznych, pomimo braku wymiaru militarnego, warunkuje jego rozwój gospodarczy i społeczny. J. Misiągiewicz, *Bezpieczeństwo energetyczne jako kategoria badawcza studiów bezpieczeństwa*, „Facta Simondis”, 16/2023, s. 336–337.

podatnością na zmiany polityki energetycznej Rosji. W takich warunkach każda próba zewnętrznego wpływu na politykę energetyczną państwa może mieć bezpośrednie przełożenie na jego politykę zagraniczną, ograniczając niezależność polityczną.

Z drugiej strony, kraje takie jak Norwegia czy Kanada, dysponujące bogatymi zasobami naturalnymi, wykorzystują swój potencjał energetyczny jako instrument wzmocnienia pozycji międzynarodowej oraz źródło dochodów, które wspierają rozwój gospodarczy i społeczny. Takie państwa, dzięki stabilnym i dywersyfikowanym źródłom dochodu z eksportu energii, są w stanie prowadzić bardziej niezależną politykę zagraniczną.

Niezależność energetyczna i dywersyfikacja źródeł wytwarzania energii są fundamentem, na którym buduje się stabilność gospodarczą i polityczną każdego kraju. Możliwość samodzielnego zaspokojenia potrzeb energetycznych bez nadmiernej zależności od zewnętrznych dostawców jest nie tylko gwarancją bezpieczeństwa energetycznego, ale również elementem wzmacniającym suwerenność narodową<sup>446</sup>.

Strategia energetyczna państwa i jej wpływ na politykę bezpieczeństwa narodowego stanowi kluczowy aspekt, który ma uniwersalny charakter przekraczający granice państw.

W globalnym kontekście, kraje dążą do zróżnicowania swojego miksu energetycznego poprzez inwestycje w odnawialne źródła energii, rozwój technologii niskoemisyjnych oraz zwiększenie efektywności energetycznej. Takie działania są motywowane nie tylko względami ekologicznymi i ekonomicznymi, ale również strategicznymi, ponieważ dywersyfikacja źródeł produkcji energii umożliwia zmniejszenie ryzyka geopolitycznego i gospodarczego związanego z możliwymi zakłóceniami dostaw<sup>447</sup>.

Przenosząc te rozważania na grunt polski, można zaobserwować, jak kraj ten stopniowo adaptował swoją politykę energetyczną do zmieniającego się kontekstu międzynarodowego i wewnętrznych potrzeb. Polska, historycznie zależna od węgla kamiennego jako głównego

---

<sup>446</sup> Jako kontrprzykład, analizując znaczenie niezależności energetycznej w sytuacji konfliktu zbrojnego czy politycznego, w latach 1992–1993 w konflikcie azerbejdżańsko–armeńskim, Turcja popierająca politykę Baku wycofała się z obiecanej sprzedaży energii elektrycznej dla Armenii, jednocześnie w 1993 r. wybuch magistrali gazowej pozbawił kraj ostatniego źródła energii. Doprowadziło to do ogromnych napięć społecznych i w praktyce bezpowrotne zniszczenie całych połaci parkowych celem pozyskania drewna do ogrzewania. P. Kwiatkiewicz, *Przemiany polityczne w Azerbejdżanie. Od republiki radzieckiej do współczesnego państwa*, Poznań 2018, s. 294–295.

<sup>447</sup> Rozproszenie systemu poprzez przebudowę jego struktur z pionowych w poziome niweluje negatywne konsekwencje niepożądanych zdarzeń – awarii technicznych, jak i aktów terroru. W przypadku modelu zdecentralizowanego, składającego się z w pełni autonomicznych jednostek, prawdopodobieństwo jednoczesnego zerwania dostaw do wszystkich odbiorców spada stosownie do ilości wspomnianych samodzielnych podmiotów równorzędnych w stosunku do siebie. P. Kwiatkiewicz, *Ewolucja struktur systemu elektroenergetycznego a logistyka bezpieczeństwa energetycznego w zakresie produkcji i dystrybucji energii elektrycznej*, [w:] B. Ćwik, P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, *Energetyka – szanse, wyzwania i zagrożenia*, Fundacja na rzecz Czystej Energii, 2016, s. 36.

źródła energii, rozpoczęła proces transformacji w kierunku zwiększenia udziału energii odnawialnej w swoim miksie energetycznym. Decyzje o inwestycjach w farmy wiatrowe, instalacje fotowoltaiczne czy inne projekty OZE były krokiem w stronę zwiększenia niezależności energetycznej i zmniejszenia wpływu fluktuacji cen paliw kopalnych na gospodarkę<sup>448</sup>.

Jednocześnie Polska aktywnie rozwijała połączenia transgraniczne w sektorze elektroenergetycznym, takie jak projekt LitPol Link, który umożliwił bezpośrednie połączenie z systemem elektroenergetycznym Litwy i dalej z siecią krajów bałtyckich i skandynawskich. Działania te nie tylko zwiększały możliwości importu i eksportu energii, ale również stanowiły element budowania większej odporności na potencjalne zakłócenia w dostawach energii.

Dywersyfikacja źródeł wytwarzania energii i rozwój połączeń transgranicznych w Polsce były ściśle powiązane z politycznymi decyzjami na poziomie krajowym i unijnym. Dążenie do zwiększenia bezpieczeństwa energetycznego i redukcji zależności od jednego źródła dostaw było motywowane zarówno względami ekonomicznymi, jak i strategicznymi. W tym kontekście, polityka energetyczna Polski była odpowiedzią na zmieniające się warunki geopolityczne, w tym na rosnącą świadomość potrzeby zabezpieczenia dostaw energii w obliczu potencjalnych kryzysów i konfliktów na arenie międzynarodowej<sup>449</sup>.

Podsumowując, należy stwierdzić, że rola strategii energetycznej w kształtowaniu polityki bezpieczeństwa narodowego ma charakter uniwersalny, jednak jej implementacja w poszczególnych krajach, w tym w Polsce, zależy od specyfiki geopolitycznej, ekonomicznej i technologicznej. W Polsce, w latach 2002–2024, zaobserwować można było stopniowe przesuwanie akcentów w polityce energetycznej w kierunku zwiększenia dywersyfikacji i niezależności, co było bezpośrednio determinowane przez czynniki polityczne i strategiczne.

---

<sup>448</sup> Oceniając bezpieczeństwo energetyczne jako sposób na zmniejszenie wahań cen energii, można rozpatrywać OZE przez pryzmat ekonomiczności. Dotyczy to ceny energii oraz kosztów wytworzenia. Wpływają one na poziom konkurencyjności danego kraju. Zużyta energia związana z realizacją usługi ma wpływ na konkurencyjność gospodarki oraz jakość życia konsumentów. Wzrost odnawialnych źródeł energii sprzyja stałemu obniżaniu się kosztów wytworzenia energii elektrycznej. A. Seroka, *Odnawialne źródła energii jako element zarządzania bezpieczeństwem energetycznym państwa*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie” Nr 46(2022), 2022, s. 96.

<sup>449</sup> Wymiar energetyczny jest zatem jednym z kluczowych komponentów bezpieczeństwa narodowego. Po pierwsze, dostęp do energii determinuje trwałość rozwoju kraju, po drugie, pamiętać należy, iż dostęp do energii zwiększa skuteczność polityki bezpieczeństwa i obrony kraju – większość technologii wojskowych potrzebuje źródeł energii. Po trzecie, w warunkach niestabilnego obszaru geopolityki w odniesieniu do wiodących producentów i eksporterów paliw kopalnych budowanie niezależności energetycznej jest niezmiernie istotne. I.M. Jankowska, *Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa*, „Studia Lubelskie”, Tom XI, 2015, s. 152.

## Zakończenie

Analiza polityki energetycznej Polski w sektorze elektroenergetycznym, rozciągająca się przez lata 2004–2023, odsłania kompleksową trasę ewolucji i strategicznych zwrotów w obrębie tego kluczowego segmentu gospodarki. Okres ten, charakteryzujący się dynamicznym wzrostem zapotrzebowania na energię elektryczną, napędzany postępowaniem technologicznym, cyfryzacją i rozwojem sektora usług, wymagał od Polski elastycznego dostosowania strategii energetycznej.

Dokonująca się przy aktywnym udziale aktorów całej polskiej sceny politycznej transformacja, ukierunkowana na dążenie do neutralności klimatycznej i zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego stawiała przed krajem wyzwania technologiczne, środowiskowe oraz klimatyczne, podkreślając przy tym dominującą rolę energii elektrycznej w przyszłym miksie energetycznym.

Proces ten, będący odpowiedzią na globalne tendencje dekarbonizacji i potrzebę dywersyfikacji źródeł energii, uwypuklił nie tylko zmiany legislacyjne i regulacyjne, ale również niezbędność stałej adaptacji do zmieniającego się krajobrazu energetycznego. Nowelizacja Prawa energetycznego, harmonizująca krajowe przepisy z wymogami Unii Europejskiej, czy Ustawa o odnawialnych źródłach energii, akcentująca rolę OZE, zaznaczyły punkty zwrotne w krajowej polityce energetycznej. Ponadto wprowadzenie instytucji prosumenta zrewolucjonizowało sektor, kładąc fundamenty pod zrównoważony rozwój i bezpieczeństwo energetyczne, mimo że proces ten nie był wolny od przeszkód.

Wprawdzie polityka energetyczna osiągnęła znaczące postępy w dekarbonizacji, poprzez stopniowe zmniejszanie zależności od węgla na rzecz gazów ziemnych i OZE, jednak tempo rozwoju potencjału odnawialnych źródeł energii często okazywało się niewystarczające. Barierą dla szybszego postępu były nie tylko zmiany w regulacjach, zwłaszcza dotyczących energetyki wiatrowej na lądzie, ale również niewystarczające inwestycje w infrastrukturę przesyłową i ścieranie się interesów różnych lobby energetycznych.

Mimo tych wyzwań, Polska zanotowała istotne polepszenie efektywności i konkurencyjności sektora elektroenergetycznego, co było efektem działań rządowych skupionych na dywersyfikacji źródeł energii, rozwoju OZE, a także modernizacji infrastruktury. Te działania, wspierane przez fundusze krajowe i europejskie, pozwoliły na

zwiększenie przepustowości sieci i niezawodności dostaw energii, co wraz z integracją z europejskim systemem elektroenergetycznym wzmacniało bezpieczeństwo energetyczne Polski.

Analizując ten okres, nie można pominąć także wyzwań związanych z zarządzaniem kryzysowym, produkcją, dystrybucją oraz dostępnością energii dla wszystkich obywateli. Te aspekty, obok kwestii pozyskiwania surowców energetycznych, regulacji prawnych oraz współpracy międzynarodowej kreują kompleksowy obraz polityki energetycznej, która musi nieustannie adaptować się do zmieniających się realiów.

Transformacja ta, choć zaznaczona licznymi sukcesami, takimi jak poprawa efektywności energetycznej, integracja z systemami energetycznymi sąsiednich krajów i rozwój OZE, wydobywa również na światło dzienne obszary wymagające intensyfikacji działań. Wyzwania, takie jak konieczność dalszej dywersyfikacji źródeł energii, eliminacja barier regulacyjnych dla rozwoju energetyki odnawialnej, modernizacja i rozbudowa infrastruktury, a także spójne i przewidywalne ramy prawne, pozostają kluczowe dla zapewnienia trwałej i zrównoważonej przyszłości sektora elektroenergetycznego w Polsce.

Niezbędna jest kontynuacja i intensyfikacja działań na rzecz dekarbonizacji, z większym naciskiem na szybszy rozwój i integrację OZE, co wymagać będzie zarówno stabilnego wsparcia regulacyjnego, jak i finansowego. Dodatkowo strategiczne planowanie i inwestycje w nowoczesną infrastrukturę przesyłową i dystrybucyjną muszą iść w parze z rozwojem technologii umożliwiających efektywne magazynowanie energii i zarządzanie popytem, aby maksymalnie wykorzystać potencjał generowany przez OZE.

W obliczu tych wyzwań niezmiernie ważną staje się również rola społeczeństwa i sektora prywatnego. Wspieranie inicjatyw prosumentów, promowanie elektromobilności oraz zachęcanie do efektywności energetycznej wśród konsumentów mogą znacząco przyczynić się do osiągnięcia celów polityki energetycznej. Równocześnie Polska musi dążyć do jeszcze silniejszej współpracy międzynarodowej, aby wspólnie z partnerami europejskimi i globalnymi stawiać czoła wyzwaniom związanym ze zmianami klimatycznymi i zapewnieniem bezpieczeństwa energetycznego.

Podsumowując, należy stwierdzić, że ewolucja polityki energetycznej w Polsce w latach 2004–2023 była procesem wielowymiarowym, ukierunkowanym na rozwiązywanie bieżących i przyszłych wyzwań sektora elektroenergetycznego. Dążenie do zwiększenia efektywności energetycznej, zapewnienie stabilności i bezpieczeństwa dostaw, a także odpowiedź na globalne imperatywy środowiskowe i klimatyczne stanowiły trzon politycznych i regulacyjnych działań. W kontekście przyszłości, w której energia elektryczna ma odgrywać



kluczową rolę w zasilaniu gospodarki, Polska stoi przed koniecznością dalszej adaptacji swojej strategii energetycznej, aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu przy jednoczesnym minimalizowaniu wpływu na środowisko naturalne.

## Summary

The analysis of Poland's energy policy in the electricity sector, spanning from 2004 to 2023, unveils a comprehensive path of evolution and strategic shifts within this crucial segment of the economy. This period, characterized by a dynamic increase in demand for electric power driven by technological progress, digitization, and the development of the service sector, required Poland to flexibly adjust its energy strategy. The transformation, actively involving actors from the entire Polish political scene and aimed at achieving climate neutrality and ensuring energy security, presented the country with technological, environmental, and climatic challenges, highlighting the dominant role of electric power in the future energy mix.

This process, a response to global decarbonization trends and the need for diversification of energy sources, emphasized not only legislative and regulatory changes but also the necessity of constant adaptation to the evolving energy landscape. Amendments to the Energy Law, aligning national regulations with European Union requirements, and the Renewable Energy Sources Act, emphasizing the role of RES, marked turning points in national energy policy. Moreover, the introduction of the prosumer institution revolutionized the sector, laying the foundations for sustainable development and energy security, although this process was not without obstacles.

While the energy policy made significant strides in decarbonization by gradually reducing coal dependency in favour of natural gas and RES, the pace of renewable energy potential development often proved insufficient. Barriers to faster progress included not only regulatory changes, particularly concerning onshore wind energy, but also inadequate investment in transmission infrastructure and conflicts of interest among various energy lobbies.

Despite these challenges, Poland noted a substantial improvement in the efficiency and competitiveness of the electricity sector, resulting from government actions focused on diversifying energy sources, developing RES, and modernizing infrastructure. These efforts, supported by national and European funds, enhanced network capacity and reliability of energy supply, which, along with integration into the European electricity system, strengthened Poland's energy security.

Analysing this period also entails addressing challenges related to crisis management, production, distribution, and accessibility of energy for all citizens. These aspects, along with issues of energy raw material procurement, legal regulations, and international cooperation,

paint a comprehensive picture of an energy policy that must continuously adapt to changing realities.

This transformation, though marked by numerous successes such as improved energy efficiency, integration with the energy systems of neighboring countries, and the development of renewable energy sources (RES), also brings to light areas requiring intensified efforts. Challenges such as the need for further diversification of energy sources, elimination of regulatory barriers for the development of renewable energy, modernization and expansion of infrastructure, as well as coherent and predictable legal frameworks, remain crucial for ensuring a sustainable and enduring future for the electricity sector in Poland.

Continuation and intensification of efforts towards decarbonization, with a greater emphasis on the faster development and integration of RES, will require both stable regulatory and financial support. Additionally, strategic planning and investments in modern transmission and distribution infrastructure must be coupled with the development of technologies enabling efficient energy storage and demand management, to maximize the potential generated by RES.

In the face of these challenges, the role of society and the private sector becomes exceedingly important. Supporting prosumer initiatives, promoting electromobility, and encouraging energy efficiency among consumers can significantly contribute to achieving the goals of energy policy. Simultaneously, Poland must seek even stronger international cooperation to face the challenges related to climate change and ensuring energy security together with European and global partners.

In summary, the analysis of Poland's energy policy in the electricity sector from 2004 to 2023 depicts a country on the path to energy transformation, which, despite the progress made, still faces many challenges. The continuation and escalation of efforts towards sustainable development, decarbonization, and technological innovation will be crucial for the effective and efficient transformation of the Polish electricity sector in the coming decades, benefiting the economy, society, and the environment.

## Bibliografia

### Akty prawne

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23.04.2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, zmieniająca i w następstwie uchylająca Dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE (Dz. Urz. WE L 140 z 05.06.2009).

Dyrektywy 2012/27/UE z dnia 25 października 2012 r.

Redukcja emisji gazów cieplarnianych: cele i przepisy Unii Europejskiej, Dyrekcja Generalna ds. Komunikacji, 2023, s. 4–5.

Ustawa o efektywności energetycznej – przyjęta 20 maja 2016 r. (Dz.U. 2016 poz. 831).

Ustawa o elektromobilności i paliwach alternatywnych.

Ustawa o inwestycjach w zakresie elektrowni wiatrowych – z dn. 20 maja 2016 r. (Dz.U. 2016, poz. 961).

Ustawa z 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U., nr. 54, poz. 348).

Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne.

Polityka Energetyczna Polski do 2040 r., Ministerstwo Klimatu i Środowiska, Załącznik do uchwały nr 22/2021 Rady Ministrów z dnia 2 lutego 2021 r., Warszawa 2021.

Plan zagospodarowania przestrzennego polskich obszarów morskich, (Dz.U. z 2021 poz. 935).

PN-EN ISO 50001:2012 obniżenie energochłonności w prowadzeniu działalności biznesowej.

Wdrażanie systemu zarządzania energią – wybrane aspekty. Power Industry, 2015.

### Druki zwarte

Adamczak K., *Energia odnawialna a bezpieczeństwo Polaków*, Warszawa 2016.

Arcipowska A., Tomaszewska A., *Efektywność zużycia energii – między deklaracjami, stanem obecnym a przyszłością*, Warszawa 2012.

Babś A., Makowski M., *Rynkowe aspekty rozwoju Inteligentnych sieci Energetycznych – Smart Grid*, „Acta Energetica”, 2012.

Ballak M., *Wyzwania polityki energetycznej Polski do 2040 roku*, [w:] M. Świątek, *Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce*, Szczecin 2022.

Bałamut A., *Polityka bezpieczeństwa energetycznego Polski w latach 2000–2015*, Kraków 2017.

- Bartodziej G., Tomaszewski M., *Polityka energetyczna i bezpieczeństwo energetyczne*, Racibórz 2009.
- Bąk S., *Charakterystyka ryzyka i sposobów zarządzania nim w sektorze energetycznym – wyniki badania sprawozdań zarządów z działalności polskich przedsiębiorstw*, Kraków 2016.
- Bielecki S., Skoczkowski T., *Europejskie projekty rozwoju inteligentnych sieci energetycznych. Obraz ogólny i miejsce Polski*, Warszawa 2014.
- Boguszewski R., Herudziński T., *Ubóstwo energetyczne w Polsce*, Warszawa 2019.
- Borgosz-Koczwara M., Herlender K., *Bezpieczeństwo energetyczne a rozwój odnawialnych źródeł energii*, „Energetyka”, Warszawa 2008.
- Borowski P., *Legislacja i regulacje w sektorze energetycznym*, Uniwersytet Warszawski.
- Braun J., *Bezpieczeństwo energetyczne jako dobro publiczne – miary i czynniki wpływające na jego poziom*, „Studia Ekonomiczne”, 2018.
- Buchta J., Oziemski A., *Nowoczesne bloki węglowe w krajowym systemie energetycznym*, „Elektroenergetyka”, 2020.
- Bukowski M., Kobyłka K., *Nowy Paradygmat, Dlaczego energetyka potrzebuje konkurencji?*, Warszawa 2022.
- Burzyńska D., *Dylematy atrakcyjności podmiotów prywatnych w odnawialne źródła energii*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu”, Wrocław 2023.
- Bushnell P., Recipe Book A., Ariflisting A., Song A., *American Diplomacy*, 2019.
- Byrska-Rapała A., *Wielowymiarowa analiza porównawcza jako narzędzie rangowania determinantów pozycji rynkowej firmy na przykładzie firm sektora energetycznego*, [w:] N. Iwaszczuk, *Ryzyko i bezpieczeństwo w działalności gospodarczej*, Kraków 2019.
- Chrzanowski P., Fabiszewska-Solares J., Ościński M., *Ubóstwo energetyczne. Rola efektywności energetycznej w walce z ubóstwem energetycznym*, Warszawa 2022.
- Chwaszczewski S., *Energetyka Jądrowa w Polsce. Perspektywy i Uwarunkowania*, Otwock-Świerk 1995.
- Cop K., *Challenges of the Energy sector in the context of Energy transformation*, „Student Journal of Law, Administration and Economics”, Warszawa 2023.
- Creswell J.W., *Projektowanie badań naukowych. Metody jakościowe, ilościowe i mieszane*, Kraków 2013.
- Cuber K., *Aspekty zabezpieczenia nadmorskiej infrastruktury krytycznej w województwie zachodniopomorskim w kontekście zagrożenia atakami terrorystycznymi*, [w:] „Przegląd Naukowo–Metodyczny Edukacja dla Społeczeństwa”, Poznań 2022.

- Czaja P., Kwaśniewski K., *Polski węgiel, energia i środowisko – szanse i zagrożenia*, „Rocznik Ochrony Środowiska”, 2016.
- Czech A., *Współpraca Unii Europejskiej w zakresie bezpieczeństwa energetycznego z wybranymi państwami*, Katowice 2015.
- Cziomer E., *Podstawowe pojęcia i zakres międzynarodowego bezpieczeństwa energetycznego*, [w:] *Międzynarodowe bezpieczeństwo energetyczne w XXI w.*, Kraków 2008.
- Czupińska K., Chodorowska D., *Wpływ lockdownu na rozwój energetyki prosumenckiej i zapotrzebowanie na energię elektryczną w gospodarstwie domowym*, „Przegląd Prawno-Ekonomiczny”, Krosno.
- Dobrowolski Z., Dobrowolska M., *Zarządzanie antykorupcyjne w sektorze publicznym*, Kraków 2020.
- Dołęga W., *Ocena infrastruktury elektroenergetycznej w aspekcie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej*, Wrocław 2012.
- Gajda P., Gałosz W., Kuczyńska U., Przybyszewska A., Rajewski A., Sawicki Ł., *Energetyka jądrowa dla Polski*, Warszawa 2020.
- Gawlik L., Mokrzycki E., *Paliwa kopalne w krajowej energetyce – problemy i wyzwania*, „Polityka Energetyczna”, Warszawa 2017.
- Gawlikowska-Fyk A., Nowak Z., *Energetyka jądrowa w Polsce*, Warszawa 2014.
- Gostomczyk W., *System Aukcyjny jako nowy sposób wspierania OZE*, „Problemy Rolnictwa Światowego”, tom 18, „Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie”, 2018.
- Graczyk A., *Teoria i praktyka zrównoważonego rozwoju*, Białystok 2007.
- Graczyk A., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju energetyki*, Wrocław 2017.
- Grudziński Z., *Rynek węgla energetycznego – skutki wojny rosyjsko-ukraińskiej*, „Zeszyty Naukowe IGSMiEPAN”, Kraków 2022.
- Gurbiel R., Wojtyła M., *Jest drogo, będzie drożej? Gospodarne państwo odpowiedzią na ubóstwo energetyczne*, Kraków 2023.
- Hebda W., *Energetyka jądrowa w Polsce: nowy początek?*, Kraków 2023.
- Hebda W., *Rosyjska agresja militarna na Ukrainę a bezpieczeństwo Energetyczne Polski*, [w:] A. Gruszczak, *The War Must go On*, Kraków 2023.
- Hebda W., *Gaz ziemny w procesie dekarbonizacji polskiej energetyki*, Analiza KBN, Uniwersytet Jagielloński, styczeń 2022.
- Hebda W., *Zerwana „Przyjaźń” – czy rosyjska ropa już nie popłynie do Polski?* Kraków 2023.

Hektus P., *Uwarunkowania przestrzenne lokalizacji elektrowni wiatrowych w Wielkopolsce*, „Rozwój Regionalny i Polityka Regionalna, Wydział Geografii Społeczno-Ekonomicznej i Gospodarki Przestrzennej”, UAM 2017.

Hryniewiecki R., *Dyplomacja energetyczna – pomiędzy teorią i praktyką*, „Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu” 315, Wrocław 2013.

Ignarska M., *Odnawialne źródła energii w Polsce*, „Poliarchia”, 2013.

Jabłońska A., *Klasy energetyczne jako narzędzie wspierania rozwoju nowoczesnych systemów elektroenergetycznych*, Wrocław 2015.

Jamrozik A., Głuszek A., Olejnik A., *Nowoczesne metody magazynowania energii*, „Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury”, lipiec-wrzesień 2014.

Jankowska I.M., *Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa*, „Studia Lubuskie”, Tom XI, Sulechów 2015.

Jarczewski W., Dej M., Huculak M., *Wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce*, „Prace Geograficzne”, z. 141, Kraków 2015.

Jasiński A., Kacejko P., Matuszczak K., Szulczyk J., Zagubień A., *Elektrownie wiatrowe w środowisku człowieka*, Lublin 2022.

Jędral W., *Zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego jako warunku zrównoważonego rozwoju Polski*, „Studia Ecologiae et Bioethicae”, Warszawa 2020.

Józefowicz E., *Elektrownie Jądrowe wokół Polski – potencjalne zagrożenia*, „Problemy Ocen Środowiskowych”, Gdańsk 2012.

Kacejko P., Pijarski P., *System elektroenergetyczny o dużym nasyceniu generacją rozproszoną – wyzwania stojące przed automatyzacją systemową*, „Wiadomości Elektrotechniczne”, Warszawa 2023.

Kalda G., Szarek K., *Ocena efektywności wykorzystania alternatywnych źródeł energii w porównaniu z energią atomową*, „Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury”, Rzeszów 2015.

Kaliski M., Sikora A., *Hydrogen and underground Energy storage in the salt structures*, „Przegląd Solny”, Kraków 2013.

Kałużna K., Rosicki R., *Analiza interesów w polityce bezpieczeństwa energetycznego w UE*, Poznań 2010.

Kaszowska B., *Problematyka przyłączania odnawialnych źródeł energii do sieci rozdzielczej SN*, [w:] Ł. Nagi, *Aspekty naukowe prac badawczo-rozwojowych na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki i Informatyki*, Opole 2021.

Kasztelewicz Z., Ptak M., Sikora M., *Węgiel brunatny optymalnym surowcem energetycznym dla Polski*, „Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk, Zeszyty Naukowe” 106, 2018.

Kawczyńska M., *Stosowanie i wykonalność środków tymczasowych w postępowaniach dotyczących naruszenia prawa unijnego przeciwko Polsce*, Warszawa 2022.

Kaznowski R., Szafrowski D., *System elektroenergetyczny oparty o odnawialne źródła energii – możliwości i bariery rozwoju*, „Przegląd Elektrotechniczny”, Warszawa 2023.

Kiełbasa W., *Jak to z Żarnowcem było – Refleksja 30 lat po wstrzymaniu budowy*, „Postępy Techniki Jądrowej”, Warszawa 2019.

Kochanek E., *Wielowymiarowość interesów energetycznych w dobie transformacji systemowej*, Warszawa 2021.

Koczan M., Alkan A., *Bezpieczeństwo energetyczne a transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce (na przykładzie wybranych podsektorów)*, „Wschodnioznawstwo”, Kraków 2022.

Kopeć S., Lach Ł., Adamska B., Wrocławski M., Szczeciński P., *Wpływ rozbudowy infrastruktury magazynów energii na rozwój gospodarczy w Polsce – prognoza do 2040 r.*, Kraków 2022.

Kowalski S., *Analiza zapotrzebowania na energię elektryczną w Polsce w kontekście Europejskiego Zielonego Ładu*, Katowice 2021.

Kozłowski J., *Dlaczego gaz jest tak ważny dla transformacji energetycznej?*, Kraków 2022.

Kurtyka M., *Energetyka rozproszona jako element polskiej transformacji energetycznej. Energetyka rozproszona*, Kraków 2020.

Kwiatkiewicz P., *Bezpieczeństwo energetyczne: rynki surowców i energii – teraźniejszość i przyszłość*, Poznań 2014, s. 410–414.

Kwiatkiewicz P., *Ewolucja struktur systemu elektroenergetycznego a logistyka bezpieczeństwa energetycznego w zakresie produkcji i dystrybucji energii elektrycznej*, [w:] B. Ćwik, P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski *Energetyka – szanse, wyzwania i zagrożenia*, Poznań 2014. Kwiatkiewicz P., *Od odkrycia zjawiska fotowoltaicznego po farmy solarne. Zarys dziejów badań teoretycznych nad zjawiskiem fotowoltaicznym oraz jego praktycznym zastosowaniem. Studium historyczne*, Pracownia Polityki Energetycznej, Wydawnictwo Naukowe, e-book.

Kwiatkiewicz P., *Przemiany polityczne w Azerbejdżanie. Od republiki radzieckiej do współczesnego państwa*, Poznań 2018.

Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R., *Energetyka Bezpieczeństwo w wyzwaniach badawczych*, Tom 1, Poznań 2017.



Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R., *Elektromobilność – Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Poznań 2020.

Leszczyńska M., *Procesy przeobrażeń modernizacyjnych w teoriach ekonomicznych – implikacje dla rozwoju społecznego*, Rzeszów 2010.

Lorek M., *Bezpieczeństwo energetyczne a bezpieczeństwo wewnętrzne państwa*, „Modern Management Review”, vol. XXII, 2017.

Łusiewicz W., *Bezpieczeństwo energetyczne a własność państwowa*, „Zeszyty Naukowe Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze”, 2018.

Makowska M., *Rola tzw. projektów wspólnego zainteresowania UE (IPCEI) w rozwoju europejskiego przemysłu*, „Polski Instytut Spraw Międzynarodowych”, nr 128 (2547), 2022.

Mandras G., Salotti S., *Indirect jobs in activities related to coal, peat and oil share*, “JRC Working Papers”, Seville 2021.

Matusiak B., Pamuła A., Zieliński J., *Inteligentne sieci rozdzielcze i energetyka odnawialna*, Łódź 2007.

Mazanek Ł., Świat M., *Polityka energetyczna Polski do roku 2040 roku – perspektywy i wyzwania*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk”, Kraków 2022.

Mazanek Ł., Świat *Polityka energetyczna Polski do roku 2040 – perspektywy i wyzwania*, [w:] *Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Energetyka krajowa a europejski Zielony Ład*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE”, Kraków 2022.

Michalski D., *Zarządzanie finansowaniem zielonej transformacji*, Warszawa 2022.

Miecznikowska J., *Priorytety nowej Komisji Europejskiej a polska racja stanu w Racja stanu Polski w Unii Europejskiej*, Warszawa 2021.

Mielczarski W., *Elektroenergetyka w Unii Europejskiej. O miejsce dla Polski*, Oficjalna strona Centrum Informacji o Rynku Energii, 2010.

Mirowski T., *Wybrane problemy związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Zeszyty Naukowe, Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią”, Warszawa 2017.

Młynarski T., *Bezpieczeństwo energetyczne w pierwszej dekadzie XXI wieku mozaika interesów strategicznych i geostrategii*, Kraków 2011.

Morawska E., *Polityka energetyczna Federacji Rosyjskiej w regionie Morza Kaspijskiego*, (maszynopis pracy doktorskiej) repozytorium UJ, 2021.

Moskwik K., Nowakowski R., Pinkas A., Sienkiewicz M., Sroka P., Węgrzyn A., *Gaz ziemny w procesie transformacji energetycznej w Polsce*, Wrocław 2020.

Motowidłak U., *Rola transportu miejskiego w realizacji celów gospodarki niskoemisyjnej*, Łódź 2015.

Mól B., Bargiel J., Halinka A., Sowa P., *Lokalne bezpieczeństwo energetyczne w kontekście nowych zagrożeń globalnych*, Gliwice 2022.

Mróz M., *Kształtowanie współczesnego bezpieczeństwa energetycznego Polski – Analiza empiryczna na przykładzie rynku ropy naftowej*, „Myśl Ekonomiczna i Polityczna”, 2022.

Nieć M., Sobczyk E., *Międzynarodowe standardy dokumentowania i projektowania zagospodarowania złóż kopalin w porównaniu z polskimi*, „Przegląd Górniczy”, 2016.

Nowicki J., *Od Żarnowca do SMR-ów. Energetyka Jądrowa w Transformacji Energetycznej w Polsce*, Warszawa 2024.

Olczak K., *Odnawialne źródła energii jako przesłanka prawna bezpieczeństwa energetycznego*, „Studia Prawno-Ekonomiczne”, Łódź 2020.

Olkuski T., Stala-Szlugaj K., *Pierwiastki promieniotwórcze w węglu oraz produktach odpadowych powstających podczas jego spalania*, „Rocznik Ochrona Środowiska”, 2009.

Olkuski T., *Sposoby negatywnego skutku oddziaływania węgla na środowisko przyrodnicze poprzez stosowanie alternatywnych metod jego wykorzystania*, Koszalin 2013.

Opydo W., Twardosz G., Twardosz W., *Integracja odnawialnych źródeł energii z siecią elektroenergetyczną*, Poznań 2017.

Osuch-Rak E., Proczek M., *Zrównoważony rozwój w działalności UE – na przykładzie realizacji i monitorowania środowiskowych priorytetów Strategii Zrównoważonego Rozwoju*, „Studia Ecologiae et Bioethicae”, Warszawa.

Pach-Gargul A., Ulbrych M., *Efektywność energetyczna Polski i polskiego sektora przemysłowego w kontekście koncepcji zrównoważonego rozwoju*, Kraków 2019.

Pajak K., Mazurkiewicz J., *Mechanizmy wspierania rozwoju energetyki odnawialnej*, Poznań 2014.

Pajak L., W. Bujakowski, *Energia geotermalna w systemach binarnych*, „Przegląd Geograficzny”, 61/2013, s. 703–705.

Palmowska T., Kwiatkowska E., *Rozwój morskiej energetyki wiatrowej w Polsce*, Warszawa 2023.

Pawelczyk M., *Rozwój systemów wykorzystujących akumulację energii w transporcie szynowym*, Warszawa 2011.

Pawłowska W., Sroka K., *Elektrownia wodna jako źródło rozruchowe do odbudowy zdolności wytwórczych elektrowni ciepłych*, [w:] P. Kwiatkiewicz, R. Szczerbowski, K. Stańczyk, R. Sobków (red.) *W kręgu bezpieczeństw i techniki*, Poznań 2019.

Piskowska-Wasiak J., *Możliwość komplementarnego wykorzystania gazu ziemnego i odnawialnych źródeł energii*, Kraków 2018.

Polak R., Dziki D., Krzykowski A., Rudy S., Różyło R., *Elektrownie geotermalne oparte na systemach binarnych*, Lublin 2014.

Popczyk J., *Energetyka rozproszona – od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych do energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, Warszawa 2011.

Prandecki K., *Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne*, „Ekonomia i Środowisko”, Warszawa 2011.

Pulka J., *Potencjał biogazu rolniczego na tle innych rodzajów OZE*, *Technika rolnicza ogrodnicza leśna*, Poznań 2019.

Pultowicz A., *Przesłanki rozwoju rynku odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle idei zrównoważonego rozwoju*, Wrocław 2009.

Pytlarczyk E., *Wpływ pakietu Fit for 55 na polską gospodarkę*, Warszawa 2021.

Raczkowski M., Robak S., *System magazynowania energii elektrycznej jako środek poprawy elastyczności systemu elektroenergetycznego z dużym udziałem generacji OZE*, Warszawa 2021.

Radwanek-Bąk B., *Problemy udokumentowania i zagospodarowania złóż*, Warszawa.

Rączka J., Maćkowiak-Pandera J., *Power deficit in the Polish power system in August 2015 – comments of the Forum for Energy Analysis (Forum Analiz Energetycznych)*, Warszawa 2015.

Riedel R., *Bezpieczeństwo energetyczne we współczesnej securitologii*, [w:] P. Mickiewicz, P. Sokołowska (red.), *Bezpieczeństwo energetyczne Europy Środkowej*, Toruń 2010.

Rogała-Lewicki A., *Infrastruktura pozostająca w dyspozycji przedsiębiorcy o szczególnym znaczeniu dla bezpieczeństwa państwa*, „Przegląd Geopolityczny”, Warszawa 2021.

Rokitowska J., *Zagrożenia naturalne i techniczne – występowanie zjawisk w środowisku bezpieczeństwa w Edukacja w świecie Vuca. Charakterystyka środowiska bezpieczeństwa*, Kraków 2021.

Romanowska-Słomka I., Mirosławski J., Tomaszewski W., *Biomasy-charakterystyka-ochrona środowiska-zagrożenia dla zdrowia pracowników*, „Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy w Katowicach”, 2019.

Rosicki R., *Kultury energetyczne Unii Europejskiej*, Poznań 2018.

Rosicki R., Rosicki G., *The Scenarios of Energy transitions as exemplified by Poland*, [w:] Ł. Wojcieszak, *Bezpieczeństwo energetyczne Polski na początku trzeciej dekady XXI w.*, Poznań 2022.

Ruszel M., Ogarek P., *Bezpieczeństwo paliwowe Polski w roku 2023 i latach następnych*, Rzeszów 2023.

Rynarzewski T., *Wpływ strategii cenowych wielkich korporacji i krajów OPEC na powstanie kryzysu naftowego*, „Ruch Prawniczy, Ekonomiczny i Socjologiczny”, 1982.

Ryszawska B., *Finansowe wyzwania w transformacji energetycznej – model rynkowy i obywatelski*, Wrocław 2021.

Sala K., *Wpływ przemysłu na sytuację społeczno – gospodarczą i środowisko przyrodnicze gminy Kleszczów*, Kraków 2019.

Saran E., *Odnawialne źródła energii w Polsce. Technika poszukiwań geologicznych*, „Geotermia. Zrównoważony Rozwój”, Kraków 2013.

Sidor K., Miller P., Pijarski P., *Zastosowanie optymalizacji konfiguracji sieci do redukcji kosztów strat energii elektrycznej*, Lublin 2019.

Skibicki O., Dończyk M., Stupak M., Korzon M., *Odnawialne źródła energii poradnik dla inwestorów oraz wytwórców energii*, Warszawa 2022.

Skomorowska A., Walczak A., Gręda D., *Ocena udziału dostaw lokalnych towarów i usług w fotowoltaice, metoda szacowania i promocji „local content” w przemyśle PV*, Instytut Energetyki Odnawialnej, 2021.

Skotarek K., *Uwarunkowania polityczne rozwoju sieci elektroenergetycznych w Polsce*, „Myśl Ekonomiczna i Polityczna” 2022.

Sobolewski M., *Perspektywy wykorzystania odnawianych źródeł energii w Polsce*, Kancelaria Sejmu 2010..

Sokołowski J., Sokołowski M., *Wzrost efektywności energetycznej – istotne wyzwanie polskiej polityki energetycznej*, Wrocław.

Soroka P., *Bezpieczeństwo energetyczne między teorią a praktyką*, Warszawa 2015.

Sośnicki M., *Koncepcja zrównoważonego rozwoju – Perspektywa Eko-energetyki*, „Kwartalnik Towarzystwa Wiedzy Obronnej, Akademia Sztuki Wojennej”, Warszawa 2023.

Sówka I., Szczepański K., Ślęczka W., *Ochrona klimatu w Polsce. Wybrane zagadnienia i rozwiązania*, Warszawa 2022.

Stefańczyk A., Śniegocki A., Wetmańska Z., *REPowerEU: nowy impuls dla krajowych reform wspierających transformację?*, Warszawa 2022.

Sułkowski Ł., Lenart-Gansiniec R., *Rozprawa doktorska w naukach społecznych. Poradnik doktoranta i promotora pracy doktorskiej*, Łódź 2021.

Surówka A., *Prognozowanie zużycia energii elektrycznej w województwach Polski w kontekście zrównoważonego rozwoju. Nierówności społeczne a wzrost gospodarczy*, Rzeszów 2022.

Swoczyna B., *Nierówne narażenie – dochody z przemysłu węglowego barierą dla dekarbonizacji samorządów*, Warszawa 2023.

Sydor M., *Przyczynek do historii techniki napędowej*, Poznań 2007.

Szafran J., *Finansowanie Transformacji Klimatyczno-Energetycznej z Funduszy i Programów Unii Europejskiej z perspektywy samorządu terytorialnego*, 'Optimum Economic Studies', Lublin 2023.

Szlachta A., Bujak A., *Surowce strategiczne w systemie bezpieczeństwa ekonomicznego kraju*, Wrocław 2017.

Śledzik W., *Elektromobilność. Środowisko infrastrukturalne i techniczne wyzwania polityki intraregionalnej*, Poznań 2020.

Świątek M., *Zalety i wady energetyki wodnej*, [w:] *Wybrane przyrodnicze i prawno-administracyjne aspekty energetyki odnawialnej w Polsce*, Szczecin 2022.

Tokarski S., *Suwerenność energetyczna w polityce europejskiej i krajowej*, Kraków 2022.

Tomaszewicz W., *Zużycie ropy naftowej a ochrona środowiska*, [w:] *Edukacja i Nauka. Referaty seminariów naukowych*, Kwidzyn 2010. Tomaszewski K., *Rola czynnika ludzkiego w kształtowaniu polityki energetycznej współczesnego państwa*, „Środkowoeuropejskie Studia Polityczne”, 1/2020, Poznań 2020.

Tora M., Karbowniczek M., Tora B., *Fotowoltaika w Polsce. Stan aktualny i perspektywy*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE Polskiej Akademii Nauk”, 2022.

Voytyuk O., *Potencjał energetyczny państw Unii Europejskiej*, Białystok 2012.

Waluszko J., *Protesty przeciwko budowie elektrowni jądrowej Żarnowiec w latach 1985-1990*, Gdańsk 2013.

Wasiuta A., Świdzińska K., *Źródła energii odnawialnej i ekoinnowacje szansą dla zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego*, Kraków 2015.

Wawrzyniak K., Walkowiak S., Cetnarski R., *Elastyczność w sieci OSD jako kluczowy komponent transformacji energetycznej*, Kraków 2021.

Wawrzyńczyk J., *Problemy i kierunki innowacyjnych rozwiązań w polskiej energetyce*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2017.

Wędzik A., *Układy kombinowane produkcji energii elektrycznej*, Łódź 2006.

Wierzbicka K., *Niezależność od importu surowców energetycznych jako kluczowy element bezpieczeństwa ekonomicznego państwa. Polska na tle krajów UE*, „Optimum Economic Studies”, Białystok 2022.

Wiśniewski P., *Transformacja energetyczna a postęp technologiczny i społeczno-gospodarczy*, [w:] G. Wojtkowska-Łodej, *Transformacja rynków energii. Gospodarka. Klimat. Technologia. Regulacje*, Warszawa 2022.

Wojcieszak Ł., *Rozwój energetyki jądrowej w kontekście jej bezpieczeństwa energetycznego*  
Wysokiński K., *Potencjalne wyzwania dla dostaw ropy naftowej do Polski z kierunku saudyjskiego*, Raport Ośrodka Badań Azji, Centrum Badań nad Bezpieczeństwem Akademii Sztuki Wojennej ASW 2023.

Yergin D., *Nowa mapa. Jak energetyka zmienia geopolitykę*, Katowice 2021.

Zabłocki Z., *Determinanty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce*, „Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermian, Zrównoważony Rozwój”, Warszawa.

Żelaziński A., *Analiza polityki energetycznej Polski do 2030 roku*, Warszawa 2010.

## Periodyki

Adamska B., *Magazyny energii niezbędnym elementem transformacji energetycznej*, „Energetyka Rozproszona”, z. 7, 2022.

*AFIR na horyzoncie. Jak przyspieszyć rozbudowę ogólnodostępnej infrastruktury ładowania w Polsce*, Warszawa 2022.

*Biała Księga Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*, Warszawa 2013.

Braun J., *Ekonomiczny aspekt bezpieczeństwa energetycznego – analiza obecnej sytuacji w Polsce i wybranych krajach Unii Europejskiej*, „Energia Gigawat” 8-9/2020.

Chrzan T., *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w zakresie energii elektrycznej*, „Logistyka” 2/2015.

Chrzan T., *Bezpieczeństwo energetyczne Polski w zakresie energii elektrycznej*, „Logistyka”, nr 5, CD 1.

Ciechanowska M., *Zaawansowanie działań Komisji Europejskiej ukierunkowanych na uniezależnienie Europy od rosyjskich paliw kopalnych*, „Nafta-Gaz”, 79/2023.

Ciepielewska M., *Rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii*, „Gospodarka w Praktyce i Teorii”, 2016.

*Connecting the dots: Distribution grid investment to power the Energy transition*, Deloitte, 2020.

Dobroczyńska A., Juchniewicz L., *Konkurencyjny rynek energii – czy i komu jest potrzebny?* „Biblioteka Regulatora”, 2005.

Dołęga W., *Cyberbezpieczeństwo w systemach sterowania i nadzoru stacji elektroenergetycznych*, „Wiadomości Elektrotechniczne”, Warszawa 2023.

*Dostępne i przyszłe formy magazynowania energii*, Warszawa 2020.

Dusiło M., *Transformacja energetyczna w Polsce, Edycja 2023, Forum Energii*, Warszawa 2023.

*Energetyka wiatrowa w Polsce i na świecie*, TPA Poland 2023.

Frankowski J., Ośka M., Regulski A., *Ocena ogólnopolskiego systemu wsparcia doradczego dla sektora publicznego, mieszkaniowego oraz przedsiębiorstw w zakresie efektywności energetycznej i odnawialnych źródeł energii w ramach I osi priorytetowej PO IiŚ 2014-2020*, Warszawa 2020.

Gawin R., *W drodze do bezpiecznej i czystej energii, czyli jak napisać rynek na nowo*, URE, 2022.

Głuchy D., *Czynniki warunkujące współpracę magazynów energii z OZE*, „Poznan University of Technology Academic Journals, Electrical Engineering”, 87/2016.

*GO2'50 Klimat, Społeczeństwo, Gospodarka*, Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (IOŚ-PIB).

Godlewski M., *Fotowoltaika przyszłością energetyki*, „Postępy Fizyki Czasopismo Naukowe”, 2/2020.

Graczyk A., *Wskaźniki zrównoważonego rozwoju energetyki*, „Optimum Studia Ekonomiczne” nr 4(88), Wrocław 2017.

*Informacje ENTSO-E*, Polskie Sieci Elektroenergetyczne.

*Infrastruktura komunalno-energetyczna i gazowa w 2022 r.*, GUS 2023.

*Inteligentne liczniki energii elektrycznej. Koncepcja dodatkowej weryfikacji i certyfikacji*, Warszawa 2022.

Investing in hydrogen Ready, set, net zero, Deloitte 2020.

Jamiołkowski M., *Finansowanie transformacji energetycznej*, Warszawa 2022.

Jaworski J., *Niskotemperaturowe sieci ciepłownicze i analiza polskich systemów ciepłowniczych zasilanych z elektrociepłowni*.

Kalbarczyk A., Zalewska A., Marzantowicz M., Nowagiel M., Kalbarczyk M., *Praktyczne aspekty magazynowania energii*, „Zeszyty Naukowe IGSMiE PAN” 1(111).

Karpińska L., Śmiech S., *Energetyczna bieda, Raport o gospodarstwach domowych ubogich energetycznie*, „Centrum Polityk Publicznych UEK”, 5/2021.

Kępińska B., *Przegląd stanu wykorzystania energii geotermalnej w Polsce w latach 2016-2018*, „Technika Poszukiwań Geologicznych, Geotermia, Zrównoważony Rozwój” 1/2018.

Kujawa J., *Atomowa Wielkopolska – plan budowy w Elektrowni Jądrowej „Warta” w Klempiczu w schyłkowym okresie PRL*, „UR Journal of Humanities and Social Sciences”, 2023, nr 3(28).

Kielerz A., Beuch W., Marzec R., *Polski mix energetyczny na tle struktury produkcji energii w Niemczech, Czechach i Słowacji – czy trujemy najbardziej?* Zakopane 2017.

Kłaczyński R., *Strategia energetyczna Federacji Rosyjskiej wobec państw Grupy Wyszehradzkiej*, „Cywilizacja i Polityka”, (15).

Kłós M., Zagrajek K., Biczel P., Sosnowski Ł., *Problematyka przyłączenia do sieci dystrybucyjnej stacji ładowania autobusów elektrycznych*, „Przegląd Elektrotechniczny” 1/2019.



Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów „Plan działania na rzecz zasobooszczędnej Europy”, Bruksela 2011.

*Zagadnienie surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej*, Zakopane 2016.

Konieczko A., *Historia energetyki wiatrowej w Polsce*, „Paliwa i Energetyka”, 2/2012.

Kotte G., Oberc P., Opiński M., *Najnowocześniejszy, największy, najsprawniejszy... doświadczenia z eksploatacji bloku o mocy 1075 MW w Enei Wytwarzanie*, „Nowa Energia”, nr 2/67)2019.

Kowalak R., *Zmiany poziomów napięć w sieci niskiego napięcia z przyłączonymi źródłami generacji rozproszonej*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki Automatyki Politechniki Gdańskiej”, nr 53.

Kozłowski J., *Miks energetyczny wczoraj, dziś i jutro*, „Magazyn”, 1/65/2021, 2021.

Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021 – 2030, do Polityki Energetycznej Polski do roku 2040.

*Krótką historią działań i wyzwania na rzecz ochrony klimatu w Polsce 1988-2018-2050*, IOŚ-PIB, 2019.

Kruszka-Pytlik K., *ITPOK w Poznaniu – pierwszą w kraju spalarnią zrealizowaną w formule hybrydowego partnerstwa publiczno-prywatnego*, „Nowa Energia” 4/2018.

*Kryzys energetyczny*, Raport Konfederacja Lewiatan, 2023.

Krzak J., *Biogazownie w Polsce – niedocenione źródło energii?*, Warszawa 2009.

Kulawiak A., Suliborski A., *Przemiany społeczno-gospodarcze w gminie Kleszczów po uruchomieniu kopalni węgla brunatnego i Elektrowni Bełchatów oraz ich społeczna percepcja*, „Prace Komisji Geografii Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, 36(1), 2022.

Kuźnicki Z., *Rola współpracy Alzacja-Polska w procesie „przywracania” wielkiego Polaka Jana Czochrańskiego, jego własnemu narodowi*, „Nauka” 3/201, Paryż 2013.

Kwiatkowski A., *Ekoinwestycje Enei Elektrowni Połaniec*, energetyka.eu, 2020.

Lasoń M., *Zagrożenia dla bezpieczeństwa Polski w XXI wieku w świetle analizy porównawczej kolejnych Strategii Bezpieczeństwa Narodowego RP*, „Bezpieczeństwo Teoria i Praktyka”, nr 3, Kraków 2016.

Madera A.J., *Bezpieczeństwo energetyczne Polski – próba analizy*, „Studia Konteksty Pogranicza”, 5/2021.

Malinowski R., *Rodzinkowe bombowce nad Berlinem*, „Historia i Świat” 6/2017, Berlin.

Malko J., *Polityka energetyczna*, Tom 15, z. 2, Warszawa 2012.

Marzecki J., *Modernizacja i kierunki rozwoju terenowych sieci niskiego i średniego napięcia*, „Przegląd Elektrotechniczny”, 2/2019.

Milewski J., *Identyfikacja infrastruktury krytycznej i jej zagrożeń*, „Zeszyty Naukowe”, nr 4 (105), 2016.

Misiągiewicz J., *Bezpieczeństwo energetyczne jako kategoria badawcza studiów bezpieczeństwa*, „Facta Simondis”, 16/2023.

Mokrzycki E., Galos K., Szamałek K., *Historia geologii i wspomnienia*, „Przegląd Geologiczny” 12/2020.

Naworyta W., *Węgiel brunatny w Polsce a religia Zielonego Ładu*, „Zeszyty Naukowe IGSMiEN Polska Akademia Nauk”, 1/(110) 2022.

*Nieplacony rachunek. Jak energetyka węglowa niszczy nasze zdrowie*, Bruksela 2013.

Nowiński E., *Transformacja energetyki a bezpieczeństwo energetyczne Polski*, „Nowa Energia” nr 3(79)2021, Warszawa 2021.

*Ocena skutków planowanych polityk i środków (scenariusz PEK)*, zał. 2, Warszawa 2019.

*Opinia Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk w sprawie wdrożenia energetyki jądrowej w Polsce, przyjęte uchwałą w dniu 25 listopada 2020 roku na plenarnym posiedzeniu Komitetu Elektrotechniki Polskiej Akademii Nauk*, „Magazyn Polskiej Akademii Nauk”, nr 1/65/2021.

Pakulski T., Magulski R., Bronk L., Babś A., *Możliwości poprawy obserwowalności sieci SN/nn w oparciu o infrastrukturę AMI dla celów planowania i prowadzenia ruchu sieci dystrybucyjnej*, XIX Konferencja Naukowa, Aktualne Problemy w Energetyce, Jastrzębia Góra 2019.

Pamuła A., *Grywalizacja jako forma edukacji i angażowania odbiorców energii w rozwój i inteligentnych sieci elektroenergetycznych*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego”, nr 763, Szczecin.

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy.

*Planowanie energetyczne w miastach i gminach, Wspólna metodologia*, Covenant of Mayors, 2010.

*Pojęcia stosowane w statystyce publicznej*, Główny Urząd Statystyczny.

*Polityka klimatyczna Grupy ORLEN*, Warszawa 2023.

*Polska ścieżka transformacji energetycznej*, Warszawa 2022.

Pomorski M., Nemś A., Gnutek Z., *Techniki akumulacji energii – część I*, „Ośrodek Informacji Instal” 10/2015.

Popczyk J., *Energetyka rozproszona od dominacji energetyki w gospodarce do zrównoważonego rozwoju, od paliw kopalnych od energii odnawialnej i efektywności energetycznej*, „Polski Ekologiczny Klub Mazowiecki”, 2011.

*Poradnik dobrych praktyk w zakresie zrównoważonego rozwoju*, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego w ramach RPO woj. zachodniopomorskiego na lata 2007–2013.

*Prognoza krajowego zapotrzebowania na paliwa oraz na pojemność magazynową dla zapasów interwencyjnych i obrotowych paliw i ropy naftowej na okres 10 lat (na lata 2021–2030) RARS*, Warszawa 2021.

*Prognoza oddziaływania na środowisko polityki ekologicznej państwa 2030 – strategii rozwoju w obszarze środowiska i gospodarki wodnej*, Ministerstwo Środowiska, 2019.

*Prognozowane zmiany na rynku pracy wywołane transformacją energetyczną*, Warszawa 2021.

*Rachunek kosztów polskiej energetyki A.D. 2040*, Instytut Jagielloński, 2024.

*Raport Polska Ścieżka Transformacji Energetycznej*, Warszawa 2022.

*Raport zrównoważonego rozwoju*, Operator Gazociągów Przesyłowych S.A. Gaz System, 2018.

*Reakcje biznesu na szok energetyczny*, Warszawa 2023.

Rojek P., Gacki M., *Ceny na rynku hurtowym energii elektrycznej, Krańcowy koszt wytwarzania*, [w:] *VI Ogólnopolska Konferencja Młodych Energetyków*, Warszawa 2016.

Ruszkowski P., *Bełchatów: alternatywne scenariusze transformacji*, „Energetyka-Społeczeństwo-Polityka”, Collegium Civitas, 2021.

*Rynek fotowoltaiki w Polsce*, Warszawa 2023.

Sakowska A. et al., *Dywersyfikacja źródeł zaopatrzenia Polski w surowce energetyczne jako determinant bezpieczeństwa energetycznego państwa*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego, Administracja i Zarządzanie” 2017, 40.113.

Sala K., *Przemysłowe wykorzystanie energii geotermalnej w Polsce na przykładzie geotermalnego zakładu ciepłowniczego w Bańskiej Niżnej*, „Prace Komisji Geografii Przemysłu Polskiego Towarzystwa Geograficznego”, 2/2018.

*Scenariusze polskiego miks energetycznego 2040*, Warszawa 2023.

Seroka A., *Odnawialne źródła energii jako element zarządzania bezpieczeństwem energetycznym państwa*, „Zeszyty Naukowe Politechniki Częstochowskiej. Zarządzanie” Nr 46(2022), 2022.

Siekierski M., Majewska K., Podsiadło S., *Gospodarka odpadami Termiczne przekształcanie*.

Skotnicki H., *Modernizacja instalacji w celu przygotowania Enei Elektrowni Połaniec do nowych standardów emisyjnych wynikających z konkluzji BAT (kBAT) w latach 2019-2021*, „Nowa Energia”, nr 5-6(81)/2021.

Sobieraj K., *Wyzwania w zakresie wdrażania unijnej polityki klimatycznej w dobie kryzysu energetycznego na przykładzie odnawialnych źródeł energii*, „Gdańskie Studia Prawnicze”, 044/2023.

Stankiewicz P., *Pięć sił zielonej transformacji. Jak Europejski Zielony Ład i dekarbonizacja oddziałują na polską gospodarkę*, Warszawa 2023.

*Strategia rozwoju energetyki rozproszonej w Polsce do 2040 roku*, Konsorcjum Naukowe Menager, 2023.

*Suplement do raportu PKEEzat. Polska ścieżka transformacji energetycznej opracowanego przez PKEE we współpracy z Ernst & Young Consulting w październiku 2022 r.*, Warszawa 2023.

*System białych certyfikatów w Polsce*, Warszawa 2012.

Szczepanik M., *Wpływ rosyjskiej agresji na Ukrainę na sytuację gospodarczą UE Polski*, „Biuletyn” nr 40.

Szymczak P., Prajzendanc P., Łosiewicz A., *Zarys rozwoju elektrowni wiatrowych*, „Maszyny Elektryczne – Zeszyty Problemowe”, 4/2016, Katowice 2016.

Ślęzak K., *Rola operatora systemu przesyłowego w zapewnieniu krajowego bezpieczeństwa dostaw energii energetycznej w polskim prawie w obliczu zagrożenia*, „Artykuły Naukowe” (1)2016.

*Technika i technologia, Podstawowe urządzenia wytwórcze*, GIEK S.A. Oddział Elektrownia Dolna Odra.

Tokarski S., *Transformacja energetyczna- zapotrzebowania na źródła energii pierwotnej w perspektywie 2040 r. Co się zmieni po wybuchu wojny na Ukrainie?*, „Nowa Energia”, 83/2022.

Tomaszewski K., *Rola czynnika ludzkiego w kształtowaniu polityki energetycznej współczesnego państwa*, „Środkowoeuropejskie Studia Polityczne”, 1/2020, Poznań 2020.

*Transformacja sektora elektroenergetycznego w Polsce. Wydzielenie wytwórczych aktywów węglowych ze spółek z udziałem Skarbu Państwa*, MAP 2022.

Wąsiński M., *Historyczne porozumienie w Paryżu: znaczenie dla Polski i Unii Europejskiej*, „Biuletyn” 110(1347), 2015.

*Węgiel + Wiatr OZE i Źródła konwencjonalne dla bezpieczeństwa energetycznego Polski*, Polskie Stowarzyszenie Energetyki Wiatrowej, 2022.

Wiśniewski G., *Czy niedoinwestowana sieć elektroenergetyczna ograniczy rozwój fotowoltaiki?*, „Energetyka-Społeczeństwo-Polityka” 1(10) 2022.

Wojcieszak Ł., *Znaczenie polsko-litewskiej współpracy elektroenergetycznej dla realizacji Bałtyckiego Pierścienia Energetycznego*, „Acta Politica Polonica”, 40/2017.

Wojnarowski P., Stopa J., Janiga D., Kosowski P., *Możliwości zwiększenia wydobycia ropy naftowej w Polsce z zastosowaniem zaawansowanych technologii*, „Polityka Energetyczna” 15/2018.

Wrocławski M., *Działania rozwojowe oraz innowacje w sektorze dystrybucji energii w Polsce*, „Nowa Energia” 1(77) 2021.

*Wybrane aspekty zgazowania węgla do zastosowania w niskoemisyjnych technologiach energetycznych*, „Mining-Informatics, Automation and Electrical Engineering”, R.59, 4, 2021.  
*Zagrożenia geologiczne w Polsce w 2021 roku*, „Przegląd Geologiczny”, Warszawa 2022.

Zajączkowska M., *Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne Polski. Wybrane aspekty*, „Horyzonty Polityki”, 11/2020 Kraków 2020.

Zaporowski B., *Transformacja energetyczna jest niezbędna i możliwa*, „Magazyn Polskiej Akademii Nauk”, 1/65/2021.

Zerka M., *Zarządzanie ryzykiem na konkurencyjnym rynku energii elektrycznej*.  
Warszawa 2020.

*Zmiany na rynku pracy wynikające z wdrażania koncepcji zrównoważonego rozwoju*,  
Warszawa 2022.

Internet

*30 lat temu pogrzebano projekt budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu*,  
<https://www.cire.pl/artykuly/serwis-informacyjny-cire-24/154598-30-lat-temu-pogrzebano-projekt-budowy-elektrowni-jadrowej-w-zarnowcu>, [dostęp: 31.03.2024].

Adamczewski T., Maćkowiak-Pandera J., *OZE może ograniczyć import paliw*, Forum Energii 2023, [granzielone.pl](https://granzielone.pl), [dostęp: 31.03.2024].

Bakken i Mars, *Dywersyfikacja ropy naftowej*, [orlendlapolski.pl](https://orlendlapolski.pl), [dostęp: 31.03.2024].

Chojnacki I., *Polska siódma w wiatrakach*, [wnp.pl](https://wnp.pl), [dostęp: 31.03.2024].

Czyżewski A., *Po wszystkich poprzednich okresach, kiedy cena ropy naftowej spadała o połowę następowało przyspieszenie wzrostu gospodarczego na świecie*, Polska Izba Paliw Płynnych, 2015,  
<https://www.paliwa.pl/strona-startowa/archiwum/czyzewski-po-wszystkich->

poprzednich-okresach-kiedy-cena-ropy-naftowej-spadala-o-nastepowalo-przyspieszenie-wzrostu-gospodarczego, [dostęp: 31.03.2024].

Derski B., *Dlaczego importujemy węgiel z całego świata?*, wysokienapiecie.pl, [dostęp: 31.03.2024].

Dickson G., *Bioróżnorodność i OZE idą ze sobą w parze*, WindEurope, balticwind.eu, [dostęp: 31.03.2024].

Dubiel K., *OZE będą nieopłacalne tylko, jeśli im na to pozwolimy*, globenergia.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Elastyczność systemu elektroenergetycznego* <https://e-magazyny.pl/baza-wiedzy/elastycznosc-systemu-elektroenergetycznego/>, [dostęp: 31.03.2024].

Elżbieciak T., *Stare elektrownie dostaną trzecie życie?*, www.wysokienapiecie.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Energetyka jądrowa w Polsce po 2005 roku*, <https://nuclear.pl/polska,ej2005,po-2005-roku,0,0.html>, [dostęp: 31.03.2024].

Fodrowska K., *Elektrownie wiatrowe w Polsce*, www.enerad.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Geotermia prowadzi działalność w zakresie wytwarzania, dystrybucji ciepła oraz energii elektrycznej w kogeneracji gazowej*, geotermia.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Historia fotowoltaiki*, energetyka-polska.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Inwestorów i biznes trzeba zachęcić do czystej energii*, <https://businessinsider.com.pl/biznes/inwestorow-i-biznes-trzeba-zachecic-do-czystej-energii/8nwzqc7> ,Business Insider, [dostęp:31.03.2024].

*Itpo dla Grudziądza. Kolejna Instalacja Termicznego Przekształcania Odpadów na mapie Polski*, <https://magazynbiomasa.pl/itpo-dla-grudziadza/>, [dostęp: 31.03.2024].

Łoskot-Strachota A., *Zmniejszenie importu gazu z Rosji o dwie trzecie, na czym polega unijny plan*, OSW, cire.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Mazowiecka Agencja Energetyczna*, <https://www.mae.com.pl/oferta-mae/baza-wiedzy/odnawialne-zrodla-energii/energia-geotermalna>, [dostęp: 31.03.2024].

*McKinsey & Company*, <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/global-energy-perspective-2023-natural-gas-outlook>, [dostęp: 31.03.2024].

*Moc zainstalowana farm wiatrowych aktualizacja*, rynekelektryczny.pl, dostęp:31.03.2024v, [dostęp: 31.03.2024].

Maciążek P., *Cykl „historia polskiego atomu”. Część pierwsza: elektrownia w Żarnowcu*, <https://strefainwestorow.pl/w-zielonej-strefie/energetyka/historia-polskiego-atomu-elektrownia-w-zarnowcu>, [dostęp: 31.03.2024].

*Na czym zarabia się w energetyce?* WysokieNapiecie.pl, [dostęp: 31.03.2024].

*Operatorzy kontra OZE. Gwałtownie rośnie liczba odmów przyłączeń instalacji prosumentów,* <https://energia.rp.pl/oze/art38716281-operatorzy-kontra-oze-gwaltownie-rosnie-liczba-odmow-przylaczen-instalacji-prosumentow>, [dostęp: 31.03.2024].

*Paryskie Porozumienie Klimatyczne,* Rada Europejska Rada Unii Europy, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/climate-change/paris-agreement/#what>, [dostęp: 31.03.2024].

*Prognozy zużycia energii elektrycznej,* Energia Elektryczna 6/2022 za <https://e-elektryczna.pl/rynek-i-regulacje/prognozy-zuzycia-energii-elektrycznej/>, [dostęp: 31.03.2024].

*Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej,* <https://www.bbn.gov.pl/ft>, [dostęp: 31.03.2024].

*Time Series Forecasting with Facebook Prophet,* <https://www.evergreeninnovations.co/time-series-forecasting-with-facebook-prophet/>, [dostęp: 31.03.2024].

*To efekt reorientacji dostaw surowca i paliw do Polski wywołany toczącą się na Ukrainie wojną i odejście od rosyjskich węglowodorów, co jest zjawiskiem ogólnoeuropejskim,* PERN dla energetyka24.com, [dostęp: 31.03.2024].

*Transformacja energetyczna w Polsce,* Edycja 2023, Forum energii za [wnp.pl](http://wnp.pl), [dostęp: 31.03.2024].

Trzpił Ł., *Większe dofinansowanie OZE = wyższe ryzyko dla banków Energy Desk DnB Nord Polska,* [globenergia.pl](http://globenergia.pl), [dostęp: 31.03.2024].

*URE: Odchodzimy od sterowalnych mocy, niezbędne przyspieszenie,* [gramwizelone.pl](http://gramwizelone.pl), [dostęp: 31.03.2024].

*Z kart historii, Kalendarium wydarzeń związanych z Elektrownią Bełchatów,* <https://elbelchatow.pgegiek.pl/O-oddziale/Z-kart-historii>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://biznes.interia.pl/gospodarka/news-swiat-ciagle-subsyduje-paliwa-kopalne,nId,5946790>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://biznesalert.pl/dolna-odra-elektrownia-gazowa-polska-energetyka/>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://energetyka24.com/ropa/dzien-w-ktorym-stanela-ziemia-46-lat-temu-swiat-tonal-w-kryzysie-naftowym-komentarz>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://energia.rp.pl/elektroenergetyka/art39580491-polska-importuje-wiecej-pradu-niz-eksportuje>, [dostęp: 31.03.2024].

[https://gazoprojekt.pl/zakonczenie\\_budowy\\_interkonektora\\_polska\\_slowacja/](https://gazoprojekt.pl/zakonczenie_budowy_interkonektora_polska_slowacja/), [dostęp: 31.03.2024].

<https://geotermia-uniejow.pl>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/pierwsza-dostawa-Ing-z-kataru-dotarla-do-polski/newsGroupId/10184?changeYear=2015&currentPage=1>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://tvn24.pl/swiat/protokol-z-kioto-czym-jest-czego-dotyczy-st5165377>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.eia.gov/energyexplained/wind/history-of-wind-power.php>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.forbes.pl/energetyka/elektrownie-jadrowe-w-polsce-powstaja-od-lat-ale-nie-ma-ani-jednej/5d9wjxr>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.gov.pl/web/klimat/polsko-litewski-gazociag-gipl-oficjalnie-otwarty>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.gov.pl/web/klimat/rok-temu-ruszyl-program-czyste-powietrze>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.gov.pl/web/klimat/rzadowa-tarcza-energetyczna>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.Gov.Pl/web/planodbudowy/repowereu2>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.gramzielone.pl/energia-wiatrowa/20158930/obowiazek-zakupu-zielonej-energii-zostal-drastycznie-zmniejszony>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.gramzielone.pl/trendy/109911/polska-w-ogonie-ue-w-wykorzystaniu-energii-elektrycznej-z-oze>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.kierunekenergetyka.pl/artykul,102492,oze-obniza-ceny-energii.html>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.money.pl/gielda/prezydent-podpisal-ustawe-o-ratyfikacji-umowy-z-dania-w-sprawie-baltic-pipe-6368173196437121a.html>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.pigsw.pl>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.planergia.pl/post/pierwszy-w-polsce-sezonowy-magazyn-ciepla-1789>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.prawo.pl/samorzad/dofinansowanie-na-zakup-autobusow-elektrycznych-program-zielony,505617.html>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/COP24-Negocjacje-klimatyczne-24-daty-5586.html>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://wysokienapiecie.pl/39515-co-chlodzi-polskie-elektrownie-weglowe-sprawdzilismy/>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://wysokienapiecie.pl/86845-projekty-oze-odmowy-przylaczenia/>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://wysokienapiecie.pl/95937-wydobycie-wegla-w-polsce-w-2023/>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://wysokienapiecie.pl/95978-rekord-handlu-pradem-z-sasiadami/>, [dostęp: 31.03.2024].



<https://wysokienapiecie.pl/95978-rekord-handlu-pradem-z-sasiadami/>, [dostęp: 31.03.2024].

<https://wysokienapiecie.pl/96011-udzial-wegla-i-oze-w-polsce-2023/>, [dostęp: 31.03.2024].

## Spis wykresów

Rys. 1. Zmiany produkcji energii elektrycznej w ostatniej dekadzie .....	39
Rys. 2. Polskie obszary morskie i ich podział wewnętrzny .....	40
Rys. 3. Potencjalne lokalizacje farm wiatrowych, fazy I i II .....	42
Rys. 4. Wzrost produkcji ze źródeł OZE w latach 2013–2022 .....	43
Rys. 5. Dynamika wzrostu mocy zainstalowanej w KSE .....	44
Rys. 6. Transformacja energetyczna w Polsce .....	47
Rys. 7. Krajowa produkcja i zużycie energii elektrycznej .....	49
Rys. 8. Udział procentowy konsumpcji energii wg sektorów .....	50
Rys. 9. Kwartalne zużycie energii elektrycznej .....	50
Rys. 10. Zapotrzebowanie na energię elektryczną przez gospodarstwa domowe w latach 2020–2049 .....	51
Rys. 11. Zużycie energii elektrycznej w podziale terytorialnym w latach 2021–2022.....	51
Rys. 12. Zużycie energii elektrycznej w podziale na województwa w latach 2021 oraz 2022 .....	52
Rys. 13. Zużycie procentowe nośników energii w przemyśle w roku 2021 .....	53
Rys. 14. Moce zainstalowane w farmach wiatrowych .....	99
Rys. 15. Farmy wiatrowe uruchomione w 2022 r. w Europie .....	102
Rys. 16. Polska – przyrost mocy zainstalowanej w fotowoltaice w latach 2015–2022 .....	105

## Spis tabel

Tablica 1. Krajowa produkcja i zużycie energii w latach 2011–2022.....	38
Tablica 2. Energia pierwotna z uwzględnieniem OZE.....	45
Tablica 3. Źródła produkcji energii elektrycznej w latach 2018–2022 .....	46
Tab. 4 i 5. OZE – moc zainstalowana, moc zainstalowana wg typu instalacji.....	101