

# Rozwój odnawialnych źródeł energii a wymiar geostrategiczny bezpieczeństwa energetycznego Unii Europejskiej

Kamila Pronińska

*Uniwersytet Warszawski*

Wzrost wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) w sektorze wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej oraz w transporcie jest jednym z kluczowych czynników wpływających na długoterminowe bezpieczeństwo energetyczne UE. Zgodnie z tą hipotezą badawczą celem artykułu jest analiza zmian zachodzących w systemie energetycznym UE pod wpływem rozwoju technologii OZE i ich oddziaływania na bezpieczeństwo energetyczne UE w jego wymiarze geostrategicznym. Punktem wyjścia do realizacji tego celu jest analiza trendów w wykorzystaniu OZE w UE na tle trendów światowych oraz czynników warunkujących ten proces. Na ile polityka klimatyczno-energetyczna UE, a na ile czynniki natury geostrategicznej czy ekonomicznej odgrywają rolę w dążeniu do wzrostu wykorzystania OZE w krajach UE? W odniesieniu do przyjętych ram teoretycznych – wymiaru geostrategicznego bezpieczeństwa energetycznego – charakteryzowany jest wpływ trendów w wykorzystaniu OZE w UE na „stałą dostępność energii w różnorodnych formach”, zwłaszcza w perspektywie do 2030 r. Perspektywa ta uwzględnia obecne ramy polityki klimatyczno-energetycznej UE.

*Słowa kluczowe:* Bezpieczeństwo energetyczne, odnawialne źródła energii, polityka klimatyczno-energetyczna UE, bezpieczeństwo dostaw, rynek energii, dywersyfikacja dostaw, bilans energetyczny UE.

## Wprowadzenie

System energetyczny UE podlega dynamicznym zmianom tak pod wpływem polityki klimatyczno-energetycznej realizowanej na poziomie wspólnotowym i narodowym, jak w związku z dostępnością nowych technologii wytwarzania energii. Celem artykułu jest analiza zmian zachodzących w tym systemie pod wpływem rozwoju technologii odnawialnych źródeł energii (OZE) i wzrostu ich udziału w bilansie energetycznym UE. Wzrost wykorzystania OZE, zarówno w sektorze wytwarzania energii elektrycznej, ciepłej, jak i w transporcie jest uznany w niniejszym tekście za jeden z kluczowych czynników wpływających na bezpieczeństwo energetyczne UE. Artykuł

stanowi zatem próbę odpowiedzi na pytanie o współczesne trendy w wykorzystaniu OZE w europejskim systemie energetycznym oraz o to, w jaki sposób oddziałują one na bezpieczeństwo energetyczne UE w jego wymiarze geostrategicznym. Punktem wyjścia do odpowiedzi na tak sformułowane pytanie badawcze jest analiza czynników warunkujących rozwój OZE i ich wzajemnych korelacji. Choć bowiem wprowadzanie nowych mocy OZE do systemu energetycznego często wydaje się ściśle skorelowane z polityką klimatyczną, czy szerzej zrównoważonego rozwoju<sup>1</sup>, to analiza przesłanek towarzyszących formułowaniu polityki energetycznej sprzyjającej wzrostowi wykorzystania OZE wskazuje, że ekologia jest tylko jednym z wielu uwarunkowań tego procesu. Na ile zatem względy (geostrategiczne) bezpieczeństwa energetycznego warunkują proces wzrostu roli OZE? W odniesieniu do przyjętych ram teoretycznych analizowane są współczesne trendy rozwojowe OZE i ich wpływ na wymiar geostrategiczny bezpieczeństwa energetycznego UE.

### Ramy teoretyczne analizy

Bezpieczeństwo energetyczne w najprostszym ujęciu definicyjnym oznacza stałą dostępność dobrej jakościowo energii w różnorodnych formach, po akceptowalnych (osiągalnych) cenach i przy zachowaniu niskiej szkodliwości dla środowiska naturalnego. I choć różni autorzy modyfikują tę podstawową definicję, dodając (bądź odejmując) poszczególne elementy, to niezmiennie centralnymi jej komponentami są: fizyczna (ang. *availability*) i ekonomiczna (ang. *affordability*) dostępność energii. Odpowiadają one zarazem dwóm podstawowym wymiarom bezpieczeństwa energetycznego, odpowiednio: geostrategicznemu i ekonomicznemu<sup>2</sup>. Należy jednak mieć na względzie, że samo pojęcie bezpieczeństwa energetycznego jest nie tylko wielowymiarowe, ale i dynamiczne, a także kontekstualne – analiza obszernej literatury naukowej, w której autorzy podejmują próby zdefiniowania tego pojęcia, wskazuje, że percepcja bezpieczeństwa energetycznego, a przez to również jego definicyjne ujęcie, zarówno na gruncie nauki, jak i praktyki państw, ulega ciągłym

---

<sup>1</sup> Celem polityki klimatycznej jest ograniczenie negatywnego wpływu człowieka na klimat poprzez międzynarodowe reżimy ograniczające emisję gazów cieplarnianych do atmosfery. Polityka zrównoważonego rozwoju opiera się natomiast na trzech podstawowych filarach: ekologicznym (ochrona środowiska naturalnego), społecznym (sprawiedliwość społeczna), ekonomicznym (witalność gospodarki). Filary te niekiedy bywają określane jako „three Ps”, tj. ang. *People, Planet, Profits*. Konieczność równoległego uwzględniania wszystkich tych trzech elementów skutkuje licznymi dylematami polityk publicznych. D. Mulvaney (red.), *Green Energy. An A-to-Z guide*, Sage Publications, Los Angeles, London 2011, s. 414–415.

<sup>2</sup> Prace szczegółowo wyjaśniające metodologię badań bezpieczeństwa energetycznego w odniesieniu do czterech wymiarów: geostrategicznego, ekonomicznego, ekologicznego i instytucjonalnego: K. Pronińska, *Bezpieczeństwo energetyczne w stosunkach UE–Rosja. Geopolityka i ekonomia surowców energetycznych*, Elipsa, Warszawa 2012, s. 36–60; eadem, *Nowe problemy bezpieczeństwa międzynarodowego: bezpieczeństwo energetyczne i ekologiczne*, w: R. Kuźniar et al., *Bezpieczeństwo międzynarodowe*, Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2012, s. 303–316.

zmianom, zwłaszcza pod wpływem zmieniającego się kontekstu rynkowego czy politycznego<sup>3</sup>.

Wymiar geostrategiczny odnosi się do zapewnienia stałej dostępności energii w różnorodnych formach. Zawiera on w sobie, jak sama nazwa wskazuje, dwa podstawowe komponenty. Po pierwsze, geograficzny – tj. skąd są sprowadzane nośniki pierwotne i finalne energii, jakimi szlakami, jaki poziom zagrożeń wiąże się z tymi kierunkami dostaw, jaki jest stosunek źródeł zewnętrznych do krajowych, jaka jest lokalizacja jednostek wytwórczych w systemie energetycznym, jakie rozmieszczenie sieci przesyłowych i dystrybucyjnych. Po drugie, strategiczny. To od strategii zależy właśnie, czy energia będzie stale dostępna. Nie ma jednej metody na opracowanie optymalnej strategii bezpieczeństwa energetycznego, a tym samym i jednego algorytmu, na podstawie którego można ocenić stan bezpieczeństwa energetycznego poszczególnych państw. Organizacje międzynarodowe, naukowcy, zespoły i ośrodki badawcze czy w końcu agencje rządowe opracowały wiele różnych instrumentów, zasad i wskaźników bezpieczeństwa energetycznego. Istnieje też bogata literatura naukowa prezentująca zestawienie tych podejść<sup>4</sup>.

Przyjęta metoda badań nie polega na próbie matematycznego wyliczenia „stanu bezpieczeństwa energetycznego UE” pod wpływem zmian w wykorzystaniu OZE na bazie jednego czy drugiego algorytmu. Przy czym należy podkreślić, że coraz częściej w literaturze naukowej pojawiają się propozycje nowych algorytmów, uwzględniających korelacje między poszczególnymi tradycyjnymi wskaźnikami, które stanowią dla autorów podstawę do formułowania ocen na temat wpływu OZE na bezpieczeństwo energetyczne<sup>5</sup>. W niniejszym artykule są natomiast analizowane współczesne trendy w wykorzystaniu OZE w UE na tle trendów światowych – to bowiem od ich dynamiki (współczesnej i prognozowanej) zależy, czy będą odgrywać większą rolę z perspektywy bezpieczeństwa energetycznego w jego geostrategicznym wymiarze. Następnie charakteryzowane jest ich oddziaływanie na „stałą dostępność energii w różnorodnych formach”, zwłaszcza w perspektywie do 2030 r. Perspektywa ta uwzględnia obecne ramy polityki klimatyczno-energetycznej UE.

---

<sup>3</sup> O ewolucji percepcji bezpieczeństwa energetycznego: K. Pronińska, *Bezpieczeństwo energetyczne...*, op. cit., s. 29–35. Do analogicznych wniosków doszli autorzy badania, w którym przeanalizowali ponad 100 definicji pojawiających się w artykułach naukowych z lat 2001–2013, patrz: B.W. Ang et al., *Energy security: Definitions, dimensions and indexes*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2015, nr 42, s. 1077–1093.

<sup>4</sup> Np. A. Månsson et. al., *Assessing energy security: An overview of commonly used methodologies*, „Energy” 2014, nr 73, s. 1–14.

<sup>5</sup> Np. F. Llano-Paz, I. Soares, *Addressing 2030 EU policy framework for energy and climate: Cost, risk and energy security issues*, „Energy” 2016, nr 115; J.N. Valdés, G.E. Frances, E.M. Gonzalez, *Energy security and renewable energy deployment in the EU: Liaisons dangereuses or virtuous circle?*, „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 2016, vol. 62, s. 1032–1046; J. Ren, B.K. Sovacool, *Quantifying, measuring, and strategizing energy security: Determining the most meaningful dimensions and metrics*, „Energy” 2014, nr 76.

Zasadnicza różnica między analizą wymiaru geostrategicznego a analizą ekonomicznego bezpieczeństwa energetycznego dotyczy elementów je konstytuujących. W wymiarze ekonomicznym podstawowymi punktami odniesienia są jakość i cena dostarczanej energii, a zatem także takie zagadnienia jak trendy rynkowe, optymalizacja kosztowa bilansu energetycznego, efektywność wytwarzania, efektywność dystrybucji energii, efektywność energetyczna systemu energetycznego i gospodarki<sup>6</sup>.

W wymiarze geostrategicznym badacz koncentruje uwagę na zagadnieniach związanych z geografią dostaw surowców/nośników pierwotnych energii, a zatem m.in. na: zależnościach importowych, zależnościach od poszczególnych dostawców czy tras dostaw; korelacji między dywersyfikacją bilansu energetycznego i technologii wytwarzania energii a większą/mniejszą jej dostępnością; podatnością systemu energetycznego na wewnętrzne i zewnętrzne zagrożenia bezpieczeństwa, które skutkować mogą przerwaniem czy zaburzeniem dostaw energii<sup>7</sup>. O podatności tej może decydować m.in. liczba i charakter połączeń międzysystemowych, stopień centralizacji mocy wytwórczych, zagęszczenie oraz moc sieci przesyłowej i dystrybucyjnej. W ramach takiego właśnie geostrategicznego myślenia o bezpieczeństwie energetycznym wypracowano tzw. zasady bezpieczeństwa energetycznego, a także wyróżniono wiele wskaźników bezpieczeństwa energetycznego<sup>8</sup>.

Analiza źródłowa wskazuje, że w zdecydowanej większości opracowań naukowych wymiar geostrategiczny, najczęściej występujący w anglojęzycznej literaturze pod terminami *security of supply*, *accessibility*, *availability*, służy badaniom nad geopolityką konwencjonalnych surowców energetycznych. Nie jest to zadziwiające, gdyż XX w.

---

<sup>6</sup> W artykule M.A. Brown, Y. Wang et al., *Forty years of energy security trends: A comparative assessment of 22 industrialized countries*, „Energy Research & Social Science” 2014, vol. 4, badacze rozróżniają w ramach wymiaru ekonomicznego: *affordability* – tj. ekonomiczną dostępność, którą bada się na podstawie wskaźników cen hurtowych elektryczności oraz *energy and economic efficiency* – tj. efektywność energetyczną i ekonomiczną określaną wskaźnikami intensywności zużycia paliw, intensywności konsumpcji energii, zużycia elektryczności *per capita*. Dla odmiany Jingzheng Ren i Benjamin Sovacool w swojej matrycy czterech wymiarów bezpieczeństwa energetycznego wymiar *affordability* mierzą następującymi wskaźnikami: stabilności cen energii, zależności importowanej energii *per capita*, płynności rynku, decentralizacji generacji elektryczności, sprawiedliwości (odsetek populacji uzależniony od tradycyjnych paliw stałych). Z tego jednego zestawienia widać wyraźnie, jak znaczące różnice występują w definiowaniu, a następnie „wyliczaniu” poszczególnych wymiarów bezpieczeństwa energetycznego. J. Ren, B.K. Sovacool, op. cit., s. 841.

<sup>7</sup> Odnosząc się do analizy wymiaru geostrategicznego bezpieczeństwa energetycznego w opracowaniu E. Bompard et al., *National energy security assessment in a geopolitical perspective*, „Energy” 2017, nr 130, s. 144–154, autorzy wyodrębniają dwa „fronty” działań analitycznych: 1) wewnętrzny – składa się nań a) ocena dostępności w kraju poszczególnych nośników pierwotnych energii; b) odporność na wewnętrzny atak na infrastrukturę energetyczną; 2) zewnętrzny – czyli: a) bezpieczeństwo państwa pochodzenia importowanych nośników energii; b) bezpieczeństwo infrastruktury importowej, w tym korytarzy przesyłowych; c) wpływ na import przejściowych przerw w dostawach realizowanych na bazie tej infrastruktury. Obliczają oni wskaźnik geopolityczny bezpieczeństwa w odniesieniu do tak zdefiniowanych „frontów”.

<sup>8</sup> D. Yergin, *Energy security and markets*, w: J.H. Kalicki, D.L. Godwyn (red.), *Energy and Security: Towards a New Foreign Policy Strategy*, Woodrow Wilson Press, Johns Hopkins University Press, Washington–Baltimore 2005.

był okresem uzależniania się od importowanych źródeł nieodnawialnych, kryzysów wywołanych zaburzeniami ich dostaw, konfliktami o podłożu rywalizacji surowcowej. Bilans energetyczny świata z dominującym udziałem ropy i innych paliw kopalnych jest rezultatem tego procesu. Współcześnie pojawia się coraz więcej analiz powiązań między źródłami odnawialnymi a bezpieczeństwem energetycznym, w różnych jego wymiarach<sup>9</sup>. Wraz z umacnianiem się pozycji OZE należy oczekiwać pogłębienia badań także z perspektywy geostrategicznej.

### **Uwarunkowania wzrostu wykorzystania OZE w systemie energetycznym UE**

Analiza zmian zachodzących od początku XXI w. w światowym i europejskim systemie energetycznym wskazuje, że są one w znacznym stopniu wynikiem rosnącej dostępności nowych, zaawansowanych technologii wytwarzania, przetwarzania energii pierwotnej, a także jej transportowania i magazynowania. Zwiększyły się nie tylko możliwości zagospodarowywania nieodnawialnych zasobów energii – np. z trudniej dostępnych złóż czy zasobów znajdujących się w formacjach skalnych – ale także możliwości wykorzystania źródeł odnawialnych (energii słońca, wiatru, wody, biomasy, biogazu czy wnętrza Ziemi). Skutkuje to systematycznym wzrostem światowych mocy energetyki odnawialnej, a także ciągłym postępem technologicznym w takich obszarach jak efektywność wywarzania energii z OZE (tj. stosunek zainstalowanych mocy do faktycznej produkcji), konkurencyjność cenowa, inteligentne sieci czy magazynowanie energii. W rezultacie inwestycje w moce OZE i ich udział w globalnej konsumpcji energii (pierwotnej i finalnej)<sup>10</sup> rosną w znacznie szybszym tempie niż jakichkolwiek innych źródeł nieodnawialnych. Postęp technologiczny jest zatem istotnym uwarunkowaniem wzrostu znaczenia OZE w systemie energetycznym, zwłaszcza w ostatniej dekadzie. Niemniej jest on tylko jednym z licznych czynników warunkujących ten trend.

Obok zwiększającej się dostępności i różnorodności technologicznej zidentyfikowano cztery podstawowe grupy czynników wpływających na współczesne trendy rozwojowe OZE: 1) względy bezpieczeństwa energetycznego; 2) czynniki ekologiczne; 3) czynniki ekonomiczno-społeczne; 4) czynniki administracyjno-regulacyjne. Przy czym wszystkie nawzajem przenikają się i wzmacniają.

---

<sup>9</sup> Np. J.N. Valdés et al., op. cit.; F. Llano-Paz, I. Soares, op. cit.; G. Escribano Francés, J.M. Marín-Quemada, E. San Martín González, *RES and risk: renewable energy's contribution to energy security. A portfolio-based approach*, „Renewable and Sustainable Energy Review” 2013, vol. 26, s. 549–559; B.B. Johansson, *Security aspects of future renewable energy systems – A short overview*, „Energy” 2013, nr 61, s. 598–605.

<sup>10</sup> Pierwotne nośniki energii to nieprzetworzone formy energii występujące w środowisku naturalnym. Energia finalna to energia przetworzona (jej różne formy) konsumowana przez odbiorców końcowych, jak energia elektryczna, ciepła, paliwa silnikowe.

Pierwsza grupa wiąże się z ewolucją środowiska bezpieczeństwa energetycznego oraz proliferacją możliwości jego zapewnienia. W latach poprzedzających kryzys finansowy 2008 r. światowy rynek ropy i gazu doświadczał „szoku popytowego”. Charakteryzował się on gwałtownym wzrostem popytu na surowce energetyczne – za co odpowiedzialne były zwłaszcza wschodzące gospodarki – oraz zmniejszającymi się wolnymi mocami produkcyjnymi ropy naftowej. Nie należały też do rzadkości zaburzenia dostaw związane z kryzysami politycznymi, katastrofami naturalnymi, a także problemami technicznymi z infrastrukturą energetyczną (w tym przeciążeniami sieci przesyłowych, które skutkowały przerwami dostaw elektryczności). Raporty IEA (Międzynarodowa Agencja Energii) z tego okresu alarmowały o zbliżającym się kryzysie energetycznym, wynikającym z niezrównoważonych trendów popytowo-podażowych, zwłaszcza na rynku ropy<sup>11</sup>. Do tego zespoły badaczy ostrzegały przed wyczerpywaniem się światowych udokumentowanych i łatwo dostępnych rezerw ropy naftowej. Gwałtownie rosły ceny ropy, stanowiąc coraz większe obciążenie dla gospodarek państw-importerów. W takich właśnie okolicznościach rosły obawy o bezpieczeństwo energetyczne, tak że powróciło ono z siłą niespotykaną od czasów „szoków naftowych” lat. 70. do centrum zainteresowania i strategii bezpieczeństwa wysokorozwiniętych państw, w tym państw członkowskich UE<sup>12</sup>.

Zaczęto poszukiwać nowych metod na zmniejszenie zależności od importowanej ropy i tym samym podatności na zewnętrzne zaburzenia dostaw, a także fluktuacje cen. OZE zaczęły być postrzegane jako jedna z możliwych odpowiedzi na zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego (zwłaszcza te zewnętrzne) i jeden ze sposobów na zwiększenie bezpieczeństwa. W 2006 r. UE rozpoczęła wewnętrzną debatę nad jednym z filarów polityki energetycznej, tj. bezpieczeństwem dostaw, ale wydawało się, że OZE nie były częścią dyskursu bezpieczeństwa, a zrównoważonego rozwoju. Wnikliwa analiza dokumentów wykazuje jednak, że OZE już w tamtym okresie zaczynano postrzegać jako rozwiązanie problemów nie tylko ekologicznych, ale i bezpieczeństwa energetycznego. W Zielonej Księdze z 2006 r. stwierdza się: „działania na rzecz odnawialnej energii oraz efektywności energetycznej, oprócz walki ze zmianami klimatu, przyczynią się do bezpieczeństwa dostaw energii i umożliwią UE ograniczenie zwiększającej się zależności od importowanych surowców”<sup>13</sup>. Dalej w dokumencie tym czytamy: „nie ma jednego rozwiązania naszych problemów energetycznych”, ale należy w tym celu korzystać z „szerokiego portfolio technologii”, wśród których OZE wymienione są na pierwszym miejscu<sup>14</sup>. Badanie przeprowadzone pod kierunkiem

---

<sup>11</sup> Raporty IEA, „World Energy Outlook” z lat 2006–2008.

<sup>12</sup> Szerzej: K. Pronińska, *Energy and Security – regional and global dimensions*, „SIPRI Yearbook” 2007, s. 216–240.

<sup>13</sup> EC, *Green Paper: A European Strategy for Sustainable, Competitive and Secure Energy*, Brussels, 8.3.2006 COM(2006) 105 final, s. 10.

<sup>14</sup> *Ibidem*, s. 13.

Javiera Noela Valdésa Lucasa<sup>15</sup>, w którym na podstawie danych dla 21 państw UE i przy użyciu metody wskaźnikowej bezpieczeństwa energetycznego (z wykorzystaniem zestawu kilku różnych wskaźników) naukowcy prześledzili wpływ różnych koncepcji bezpieczeństwa energetycznego na zwiększenie udziału OZE w bilansie produkcji energii w krajach członkowskich UE, a także na poziomie paneuropejskim, co dało interesujący wynik. Wykazali oni, że istnieje długoterminowe powiązanie między bezpieczeństwem energetycznym a rozwojem OZE, a co ważniejsze, że polityka ekologiczna nie jest główną siłą napędową rozwoju OZE w UE. Zwłaszcza że, jak argumentują, polityka klimatyczna UE *de facto* nie skreśla technologii paliw kopalnych. Na podstawie badania wskaźnikowego za główną siłę napędzającą wzrost udziału OZE w bilansie energetycznym uznali oni bezpieczeństwo energetyczne.

Niewątpliwie jednak druga grupa czynników – tj. ekologicznych – odgrywa istotną rolę w kreowaniu bodźców dla rozwoju OZE. Idea, zgodnie z którą zmiana dotychczasowego modelu konsumpcji i produkcji energii stanowi odpowiedź na problemy ekologiczne, w tym zmiany klimatu, legła u podstaw promowania OZE. W skali globu przyczynił się do tego ruch na rzecz walki z globalnym ociepleniem i sekurytyzacja tych zagadnień na forum międzynarodowym. Konferencja w Toronto w 1988 r., porozumienie z Kioto 1992 r., a następnie kolejne Konferencje Stron Konwencji Ramowej NZ ds. Zmian Klimatu (tzw. COP, ang. Conferences of the Parties) czy w końcu porozumienie paryskie (COP 21 z listopada 2015 r.), stały się ważnymi elementami tego procesu, sprzyjającymi zarazem rozwojowi OZE<sup>16</sup>. Na poziomie europejskim UE wielokrotnie stawiała się w roli lidera nie tylko światowej polityki klimatycznej, ale i rozwoju OZE w tym właśnie kontekście. Ekologia, a szerzej zrównoważony rozwój sektora energetycznego, stała się w istocie jednym z filarów polityki energetycznej UE. Zdaniem wielu analityków także siłą napędową tej polityki, a przez to i rozwoju OZE<sup>17</sup>.

Trzeci koszyk, tj. uwarunkowania ekonomiczno-społeczne, odnosi się do powiązań między OZE a rozwojem gospodarczym i społecznym. Obejmuje on także ekonomikę rynku OZE. Spadające koszty technologii OZE, a tym samym cena energii z nowych instalacji, są jednym z ważnych uwarunkowań współcześnie obserwowanej dynamiki wzrostu tego sektora gospodarki<sup>18</sup>. Jest to rezultat ciągłego udoskonalania technolo-

---

<sup>15</sup> J.N. Valdés et al., op. cit.

<sup>16</sup> Efektem tego procesu jest podpisanie porozumienia paryskiego, które weszło w życie 4 listopada 2016 r. i zostało ratyfikowane przez 160 państw (zgodnie ze stanem na 15 września 2017 r.). Państwa sygnatariusze zobowiązały się do podjęcia wspólnych działań na rzecz utrzymania wzrostu temperatury Ziemi poniżej 2 stopni Celsjusza do końca XXI w. i kontynuowania wysiłków na rzecz ograniczenia tego wzrostu do 1,5 stopni Celsjusza. Realizacja tego celu ma następować poprzez wkład każdego państwa w postaci „nationally determined contributions” (NDCs; kontrybucje narodowe).

<sup>17</sup> Patrz: R. Youngs, *Energy Security: Europe's New Foreign Policy Challenge*, Routledge, London, New York 2009.

<sup>18</sup> Wg danych IEA w skali globalnej koszt lądowych farm wiatrowych spadł o 30% w latach 2010–2015, a instalacji PV o dwie trzecie. IEA, *Energy, Climate Change & Environment*, OECD/IEA 2016, s. 55.

gii, jak również otwierania nowych fabryk produkujących urządzenia i komponenty OZE, co znacząco zwiększa konkurencję na rynku. W rozwoju branży technologii OZE i samej produkcji energii z OZE coraz więcej państw upatruje źródła dochodów eksportowych, a także przyszłej przewagi komparatywnej. Do tego dochodzą czynniki rozwoju społecznego, takie jak tworzenie nowych miejsc pracy, aktywizacja lokalnych społeczności etc. Osiąganie dojrzałości technologicznej, implikujące obniżanie kosztów, w połączeniu z równoczesnym rozwojem systemów aukcji OZE doprowadziło do istotnego spadku cen energii pochodzącej z OZE, w tym tych postrzeganych jako najdroższe – jak fotowoltaika czy farmy wiatrowe<sup>19</sup>. Do tego większość OZE to technologie charakteryzujące się zerowymi kosztami zmiennymi, a tym samym końcowymi – w przeciwieństwie do konwencjonalnej energetyki, nie są one podatne na fluktuacje cen na międzynarodowych rynkach surowcowych<sup>20</sup>. Wszystkie te elementy składają się na rosnącą atrakcyjność ekonomiczną OZE, która może stać się kluczowym czynnikiem wzrostu ich wykorzystania w gospodarce światowej i unijnej.

W końcu zwiększenie wykorzystania OZE we współczesnym świecie jest warunkowane silnie określoną polityką regulacyjną rządów. Czynniki o charakterze administracyjno-regulacyjnym odegrały ważną rolę w tworzeniu impulsu rozwojowego zarówno dla inwestycji w OZE, jak i wytwarzania innowacyjnych technologii. Na poziomie UE taką funkcję spełnia polityka promująca zrównoważony rozwój, w tym pakiet klimatyczno-energetyczny do 2020 r. i ramy polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 r. Na poziomie narodowym są to strategie energetyczne ukierunkowane na rozwój OZE i będące ich konsekwencją regulacje tworzące różnego rodzaju mechanizmu wsparcia i zachęty inwestycyjne. Należy bowiem podkreślić, że dokonanie określonego społeczno-politycznego wyboru ścieżki energetycznej wyznacza kierunki rozwoju technologicznego w sektorze, a niekiedy i w całej gospodarce. Tego rodzaju wybór – w omawianym przypadku jest to zrównoważony rozwój i promowanie wytwarzania energii na bazie źródeł odnawialnych – wytwarza bodźce dla rozwoju innowacji technologicznych w różnorodnych sektorach gospodarki. Jak argumentuje Carlota Perez, „może to przeorientować innowacyjność w całej gospodarce, zapewniając różnorodne źródła energii, nowy zrównoważony styl życia oraz nowe modele produkcji”<sup>21</sup>. To co jest istotne z punktu widzenia efektywności polityki publicznej ukierunkowanej na zwiększenie wykorzystania OZE, to jej dostosowanie do uwarunkowań rynkowych (w tym poziomu dojrzałości technologicznej poszczególnych OZE). Obecnie trendy

---

<sup>19</sup> W 2010 r. zakontraktowana energia słoneczna osiągała średnio cenę 250 USD/MWh w skali świata, a w 2016 r. – 50 USD/MWh. Za: IRENA, *Renewable Energy Auctions. Analysing 2016. Executive Summary*, 2017, s. 3.

<sup>20</sup> J.N. Valdés et al., op. cit., s. 1033. Jedynie w przypadku biomasy koszty mogą być zmienne.

<sup>21</sup> M. Mazzucato, C. Perez, *Innovation as growth policy: The challenge for Europe*, University of Sussex, lipiec 2014, s. 214.



regulacyjne w odniesieniu do OZE zmierzają w kierunku upowszechnienia systemu aukcji<sup>22</sup>, acz stosowanych w UE systemów wsparcia jest wiele.

Zgodnie z Dyrektywą OZE (wchodzącą w skład pakietu klimatyczno-energetycznego UE do 2020 r.) do 2020 r. udział energii z OZE w końcowym zużyciu energii ma wynosić 20%. Przy czym poszczególne państwa w różnym zakresie przyczynią się do realizacji tego celu – najniższy cel, tj. na poziomie 10%, został określony dla Malty, a najwyższy dla Szwecji (49%) i Łotwy (40%)<sup>23</sup>. Dyrektywa nie wskazuje poprzez jakie technologie OZE czy w jakich sektorach należy ten wzrost osiągnąć, wyjątkiem jest wprowadzenie dodatkowego celu dla sektora transportowego, gdzie 10% paliw ma pochodzić ze źródeł odnawialnych. Państwa członkowskie opracowały zatem indywidualne narodowe plany działań, w których określiły m.in. cele szczegółowe dla sektorów energii elektrycznej, ciepłej, transportu, a także planowane koszyki technologiczne i mechanizmy wsparcia. W październiku 2016 r. zostały z kolei wyznaczone ramy polityki klimatyczno-energetycznej do 2030 r., które przewidują dalszy wzrost udziału OZE w unijnym zużyciu energii – tj. co najmniej do 27%. Wzrost ten można osiągnąć przez inwestycje w instalacje OZE służące wytwarzaniu energii elektrycznej, ciepłej bądź paliw płynnych.

### Trendy globalne i europejskie w wykorzystaniu OZE

Cechą charakterystyczną współczesnego globalnego systemu energetycznego jest dynamiczny wzrost produkcji i konsumpcji energii pochodzącej z instalacji wykorzystujących źródła odnawialne. Jeśli przyjąć perspektywę od początku lat 90. XX w., to produkcja OZE rosła średnio o 2,2% w skali roku, osiągając 14-procentowy udział w bilansie światowej produkcji energii pierwotnej<sup>24</sup>. Jednakże tylko pomiędzy 2011 a 2015 r. wzrost ten wyniósł 24%<sup>25</sup>. W rezultacie w 2015 r. w globalnym bilansie konsumpcji energii pierwotnej OZE zajmowały czwarte miejsce z 10-procentowym udziałem. Światowym liderem, jeśli chodzi o konsumpcję OZE, jest ChRL, drugie i trzecie miejsce zajmują odpowiednio USA i Brazylia<sup>26</sup>. W UE produkcja OZE rosła w średnim tempie 5,6% od 2004 r., dając łączny 73-procentowy wzrost w ciągu dekady, tak że udział OZE w konsumpcji energii pierwotnej w 2015 r. był wyższy niż średnia światowa – wynosił 13% (rysunek 1). Wśród państw UE o najwyższym wskaźniku udziału OZE w bilansie konsumpcji energii pierwotnej znajdują się Łotwa (36%),

<sup>22</sup> IRENA, *Rethinking Energy 2017*, 2017, s. 11.

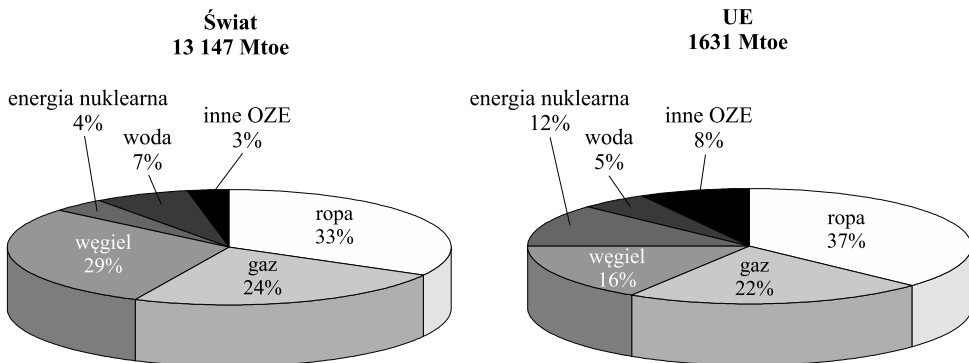
<sup>23</sup> Zgodnie z Dyrektywą OZE, aby osiągnąć cele krajowe, uznano, że istnieje „ciągła potrzeba” stosowania krajowych mechanizmów wsparcia OZE. Dyrektywa Parlament Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE, Dz.U. L 140, s. 46.

<sup>24</sup> IEA, *Key Renewables Trends*, IEA/OECD 2016.

<sup>25</sup> W 2014 r. światowa konsumpcja OZE wzrosła o 4,4% (tj. 52 Mtoe), w 2015 r. wzrost ten wynosił już 9,8% (113 Mtoe). BP, *Statistical Review of World Energy June 2016*, BP/Amoco 2016.

<sup>26</sup> Obliczenia na podstawie: ibidem.

Szwecja (36%), Austria (30%), Finlandia (29%) i Dania (26%)<sup>27</sup>. Największe jednak moce OZE są zainstalowane w niemieckim systemie energetycznym, Niemcy są także piątym największym światowym konsumentem OZE<sup>28</sup>. Niemniej w skali całego bilansu energetycznego UE wciąż wyraźnie dominującymi nośnikami pierwotnymi są paliwa węglowodorowe. Supremacja ropy wynika z historycznego uzależnienia światowej gospodarki, w tym w szczególności światowego handlu, od dostaw tego surowca. W rezultacie na początku XXI w. wciąż trudno o substytuowalność ropy w sektorze transportowym. Z kolei gaz ziemny, obok węgla, jest podstawowym paliwem zasilającym scentralizowany system wytwórczy energii elektrycznej oraz ciepłej. Jego zwiększająca się rola w UE wynika z faktu, że jest on postrzegany jako „najczystsza” (w sensie stosunkowo niskiej emisji gazów cieplarnianych) technologia produkcji energii spośród paliw kopalnych. Charakterystyczny jest równocześnie znacznie niższy niż średnia światowa udział węgla, a także zmniejszająca się rola najmniej zanieczyszczającego atmosferę gazami cieplarnianymi źródła nieodnawialnego energii, tj. energetyki nuklearnej. Jest to wynik z jednej strony wycofywania się Niemiec z użytkowania elektrowni nuklearnych, a z drugiej strony rosnących kosztów budowy nowych jednostek (koszty są wyższe niż analogicznych instalacji innych źródeł energii)<sup>29</sup>.



**Rysunek 1.** Bilans konsumpcji energii pierwotnej wg nośników w 2015 r.

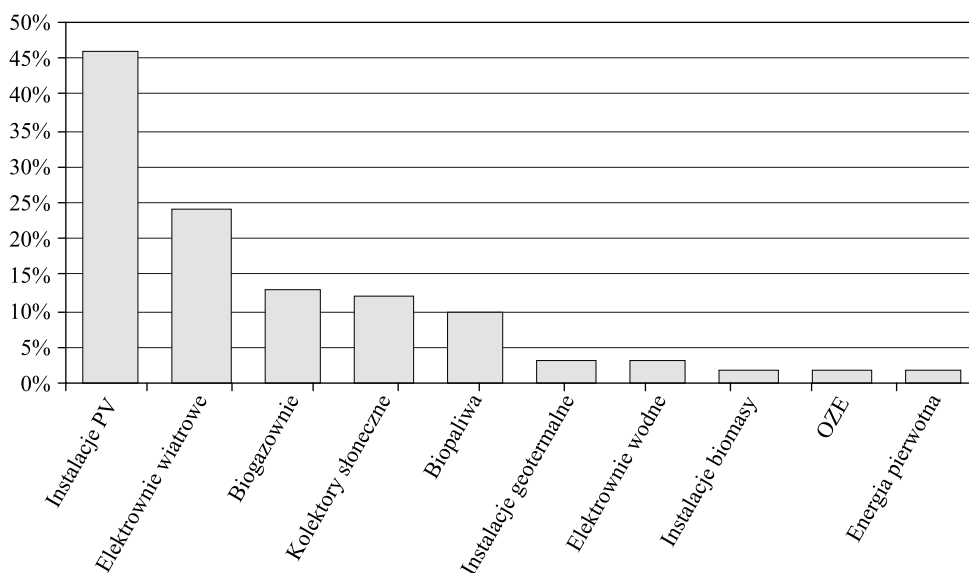
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: BP, Statistical Review of World Energy June 2016, BP/Amoco 2016.

<sup>27</sup> Dane: Eurostat, *Energy balance sheets – 2014 data – 2016 edition*, Publications Office of the European Union, Luxembourg 2016.

<sup>28</sup> Obliczenia na podstawie: BP, op. cit.

<sup>29</sup> Zgodnie z raportem The World Nuclear Association „Nuclear Power Economics and Project Structuring” z 2017 r. w przypadku energii ze źródeł nuklearnych co najmniej 60% LCOE (ang. *levelised cost of electricity*) – powszechnie stosowana metoda szacowania kosztów produkowanej energii umożliwiającą porównanie różnych technologii – stanowi koszt budowy nowej instalacji. Współczesny wzrost kosztów inwestycyjnych wiąże się m.in. z opóźnieniami w oddawaniu nowych elektrowni (co jest coraz bardziej powszechnym zjawiskiem). W porównaniu do innych regionów koszty te są najwyższe właśnie w UE.

Istotne jest, że w porównaniu do końca XX w. zdecydowanie bardziej zostały zróżnicowane źródła wytwarzania energii odnawialnej, gdyż najwyższy trend wzrostowy charakteryzował nietradycyjne technologie OZE, podczas gdy moce produkcyjne (tradycyjnej) energetyki wodnej pozostawały na względnie stabilnym poziomie. Jak wynika z prezentowanych poniżej danych IEA (rysunek 2), od 1990 r. najszybciej rozwijały się światowa energetyka wiatrowa i fotowoltaika, które osiągały średni roczny wzrost zainstalowanych mocy odpowiednio 24,3% i 46,2%<sup>30</sup>. Z danych IRENA (International Renewable Energy Agency) wynika, że jest to efekt kumulacji światowych inwestycji w tych dwóch sektorach – jeśli globalne inwestycje w OZE wzrosły w skali świata z poziomu poniżej 50 mld USD w 2004 r. do 348 mld USD w 2015 r., to w tymże 2015 r. aż 90% z nich zostało ulokowane w energetyce słonecznej i wiatrowej<sup>31</sup>. Rezultatem tego trendu był dynamiczny wzrost mocy OZE w globalnej produkcji energii elektrycznej. W 2015 r. ponad połowa nowo dodanych mocy w światowej elektroenergetyce przypadała właśnie na OZE<sup>32</sup>, a udział tych nośników w globalnej produkcji energii elektrycznej osiągnął poziom 23%, wzmacniając pozycję OZE jako



**Rysunek 2.** Średni wzrost światowej produkcji OZE na tle wzrostu całkowitej produkcji energii pierwotnej w latach 1990–2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: IEA, *Key Renewables Trends*, OECD/IEA 2016.

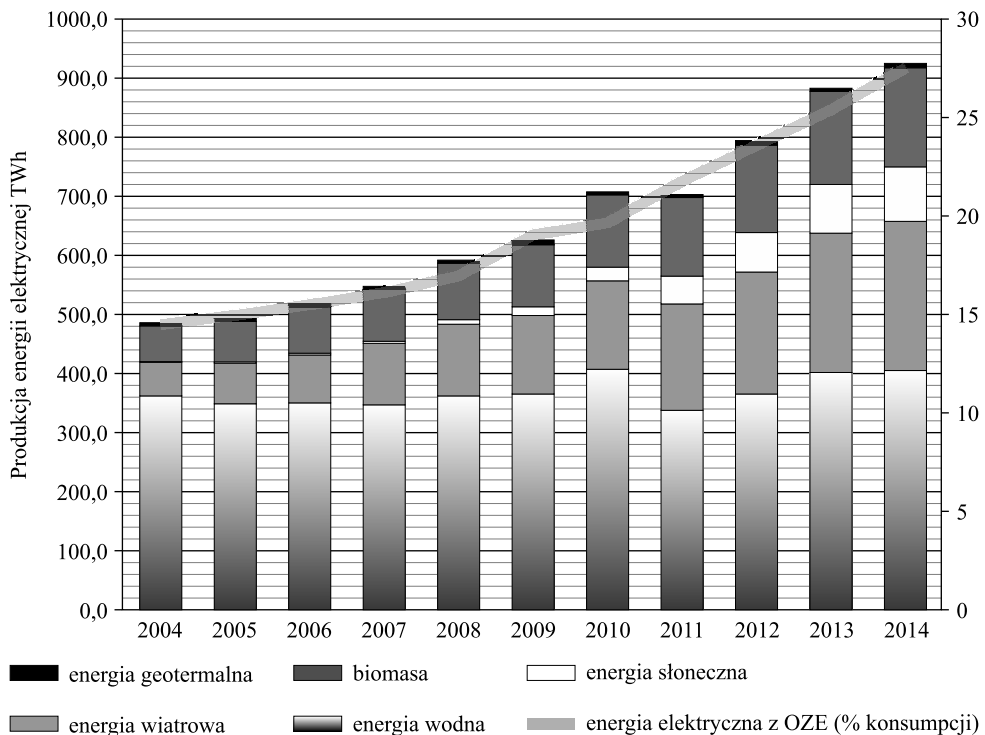
<sup>30</sup> Trzeci największy wzrost procentowy charakteryzuje biogaz – średnie tempo wzrostu w skali roku wynosi 13,2%, a następnie kolektory słoneczne – 11,7% i biopaliwa – 10,4% na rok. IEA, *Key...*, op. cit., s. 3.

<sup>31</sup> IRENA, *Rethinking Energy 2017*, op. cit., s. 12.

<sup>32</sup> IEA, *Energy, Climate Change & Environment*, op. cit., s. 54.

drugiego najważniejszego źródła elektryczności za węglem. IEA prognozuje, że OZE pozostaną najszybciej rosnącym źródłem dodatkowych mocy w światowym systemie elektroenergetycznym, tak że w 2021 r. będą odpowiadać za 28% produkcji energii elektrycznej<sup>33</sup>.

Zarówno tempo wzrostu zainstalowanych mocy OZE w sektorze wytwórczym energii elektrycznej, jak i odsetek energii elektrycznej produkowanej z OZE (28% w 2014 r.) w UE przewyższają średnią światową. W latach 2004–2014 najbardziej spektakularny wzrost odnotowała fotowoltaika (PV) – o ile produkcja elektrowni PV w 2004 wynosiła zaledwie 0,7 TWh, to dekadę później osiągnęła już poziom 92,3 TWh. Produkcja farm wiatrowych wzrosła w tym okresie z poziomu 58,9 TWh do 253,2 TWh<sup>34</sup>.



**Rysunek 3.** Wzrost produkcji i znaczenia OZE w bilansie produkcji energii elektrycznej UE w latach 2004–2014

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych Eurostat 2016, [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_105a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en) (data dostępu: 17.06.2017).

<sup>33</sup> Jeśli jednak mierzyć same tylko zainstalowane moce elektroenergetyki, to w 2015 r. zainstalowane moce OZE przewyższyły zainstalowane moce elektrowni węglowych. Dane za: IEA, *Medium-Term Renewable Energy Market Report 2016*, OECD/IEA 2016.

<sup>34</sup> Eurostat 2016, [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg\\_105a&lang=en](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=nrg_105a&lang=en) (data dostępu: 17.06.2017).

Charakterystyczne jest, że w obu tych obszarach największy postęp odnotowują państwa UE, które odpowiednio wcześniej zaczęły prowadzić politykę wsparcia OZE. W rezultacie aż 87% całkowitej mocy PV UE przypada na zaledwie pięć państw: Niemcy, Włochy, Wielką Brytanię, Francję, Hiszpanię. Dokładnie te same państwa są także liderami w zainstalowanych mocach energetyki wiatrowej. Największy jednak udział OZE w całkowitej konsumpcji energii elektrycznej udało się osiągnąć Austrii (70%) oraz Szwecji (63%)<sup>35</sup>.

W skali światowej UE zajmuje drugie miejsce (po Azji Wschodniej), jeśli chodzi o ilość nowo dodawanych mocy w elektroenergetyce<sup>36</sup>. Jednakże globalnie zaledwie 32,5% konsumowanych OZE służy generacji elektryczności<sup>37</sup>, większość jest wykorzystywana przez gospodarstwa domowe, sektor komercyjny i publiczny do wytwarzania ciepła. Najmniejszy odsetek OZE jest zużywany na potrzeby sektora transportowego (10,2% w 2014 r.), choć udział biopaliw i biogazów w konsumpcji tego sektora rośnie. W przypadku UE w 2014 r. udział ten dla całej UE wynosił 5,9%, a w 2015 już 6,7%, natomiast rozpiętość pomiędzy poszczególnymi państwami członkowskimi była rażąca – listę państw uszeregowanych zgodnie z tym kryterium otwierały dwa, które jako jedyne w 2014 r. przekraczały granicę 10%, tj. Finlandia (21,6%) i Szwecja (19,2%), a zamykały Estonia (0,2%) i Hiszpania (0,5%)<sup>38</sup>. Wyraźnie wynika z tego, że wielu członków UE napotyka największe problemy właśnie w zwiększeniu konsumpcji OZE w sektorze transportowym. Z perspektywy większości państw najprostszym sposobem na realizację zobowiązań w obszarze wzrostu udziału OZE w całkowitym zużyciu energii brutto w 2020 r. jest wzrost wykorzystania biomasy. Widać to w strukturze unijnej konsumpcji OZE – aż 64% przypada na biomasę, a na drugim miejscu plasuje się hydroenergetyka (16%). Energetyka wiatrowa zajmuje trzecie miejsce z 11-procentowym udziałem, 6% przypada na energetykę słoneczną, a pozostałe 3% na geotermalną<sup>39</sup>.

Polityka regulacyjna UE pozwoliły jej na objęcie pozycji jednego ze światowych centrów rozwoju OZE. Jednakże to ChRL, czy szerzej Azja Wschodnia, jest liderem w tym obszarze. W regionie nie tylko co roku są dodawane największe ilości nowych mocy OZE, ale i powstaje najwięcej fabryk (a co za tym idzie także miejsc pracy) produkujących elementy i podzespoły do instalacji OZE. O ile w UE konsumpcja OZE w latach 2014–2015 wzrosła o 4,9% (ale bez energetyki wodnej, konsumpcja innych OZE w UE wzrosła o 15%), to w tym czasie w regionie Azji i Oceanii wzrost ten wyniósł 6,8% (i 18% w przypadku OZE innych jak hydroenergia)<sup>40</sup>.

<sup>35</sup> Ibidem.

<sup>36</sup> Do 2021 r. same Chiny mają odpowiadać za 37% nowych mocy OZE w sektorze elektroenergetycznym, Europa zaś – za 15%. IEA, *Medium-Term Renewable Energy Market Report 2016*, op. cit. Z kolei z danych IRENA wynika, że w 2015 r. ChRL odpowiadały za około jedną trzecią światowych inwestycji OZE. IRENA, *Rethinking Energy 2017*, op. cit., s. 12.

<sup>37</sup> Dane za 2015 r. IEA, *Key...*, op. cit., s. 4.

<sup>38</sup> Eurostat 2016, op. cit.

<sup>39</sup> Dane: Eurostat, *Energy ...*, op. cit..

<sup>40</sup> Obliczenia na podstawie: BP, op. cit.

## Wpływ OZE na bezpieczeństwo energetyczne UE

Zmiany zachodzące w bilansie energetycznym UE w związku z rosnącym wykorzystaniem OZE na potrzeby produkcji ciepła, energii elektrycznej, ale także sektora transportowego niosą implikacje dla bezpieczeństwa energetycznego. Przyjęta została wprawdzie perspektywa czasowa do 2030 r. zgodnie z obowiązującymi ramami polityki klimatyczno-energetycznej UE, jednak należy uwzględnić, że skala i zakres tego oddziaływania będą zależą nie tylko od sukcesu w implementacji obowiązującego energetyczno-klimatycznego *acquis*, ale także od ambicji i determinacji państw członkowskich UE w wyznaczaniu kierunków rozwoju sektora energetycznego w perspektywie po 2030 r. Zwiększenie wykorzystania OZE w UE jest bowiem jednym z elementów długofalowej transformacji wielkoskalowych systemów energetycznych. Uchwycenie istoty tych przemian, a następnie ocena ich wpływu na wymiar geostrategiczny bezpieczeństwa energetycznego wymaga zrozumienia „momentu technologicznego” i charakteru współczesnego systemu energetycznego UE.

Gospodarka UE jest trzecim największym światowym konsumentem energii<sup>41</sup>. Na tak wielką skalę konsumpcji energii składają się zwłaszcza potrzeby wysoko rozwiniętych społeczeństw UE w sferze transportu, energii elektrycznej, ciepłej, procesów przemysłowych etc. Tym samym system energetyczny UE, po pierwsze, bazuje na codziennej dostępności znaczących ilości dobrej jakościowo energii konsumowanej przez gospodarstwa domowe, przemysł, rolnictwo, transport. Po drugie, jest to system wielkoskalowy wykorzystujący przede wszystkim nieodnawialne kopalne źródła energii. W większości są to importowane surowce – w 2014 r. 53,5% całkowitej konsumpcji energii w UE było zaspokajane ze źródeł importowanych<sup>42</sup>. Wielkoskalowa energetyka opiera się na scentralizowanych instalacjach generacji energii elektrycznej i ciepłej oraz rozbudowanych sieciach przesyłowych i dystrybucyjnych o różnym napięciu znamionowym. Do tego strategicznym elementem infrastrukturalnym w systemie zaopatrzenia unijnej gospodarki w energię finalną są europejskie rafinerie o trzech największych na świecie mocach produkcyjnych<sup>43</sup>.

System energetyczny UE zapewnia niezawodność i stabilność dostaw energii finalnej, od której zależy niemalże każda sfera życia gospodarczo-społecznego państw UE. Jest on tym samym ogniwem w rozbudowanym systemie gospodarczym, ale jego współczesna skala (wytwarzania, przetwarzania, przesyłania i dystrybuowania i konsumowania energii) jest nieporównywalna z jakimkolwiek okresem w historii. Dzięki takiemu właśnie systemowi energetycznemu procesy przemysłowe i łańcuchy dostaw towarów mogą mieć wymiar globalny. Poszczególne państwa członkowskie UE różnią się jednak między sobą poziomem połączeń międzysystemowych i gęstością sieci energetycznych etc., a tym samym poziomem bezpieczeństwa energetycznego.

<sup>41</sup> UE odpowiada za 12,4% światowej konsumpcji. Ibidem.

<sup>42</sup> Dane: Eurostat, *Energy...*, op. cit.

<sup>43</sup> 14,8% światowej produkcji paliw płynnych. BP, op. cit.

Odgrywają one także różną rolę w unijnym systemie energetycznym. Wspólną cechą jest natomiast konieczność systematycznego inwestowania w rozbudowę tego systemu (w tym mocy wytwórczych, przesyłowych, dystrybucyjnych, połączeń międzysystemowych), w celu sprostania rosnącym potrzebom energetycznym, a także innym wyzwaniom (w tym związanym z rozwojem OZE, zmniejszaniem emisji CO<sub>2</sub>, zwiększaniem efektywności energetycznej, zjawiskami blackoutów czy zakłóceń w dostawach importowanych surowców).

W wymiarze geostrategicznym wzrost wykorzystania OZE zapewnia w pierwszej kolejności większą dywersyfikację bilansu energetycznego. Jeśli zaś uwzględni się, że same OZE są zróżnicowaną grupą nośników pierwotnych i zrazem technologii wytwarzania i przetwarzania energii, to efekt dywersyfikacji bilansu energetycznego jest jeszcze większy. Jest to zatem realizacja jednej z podstawowych zasad bezpieczeństwa energetycznego<sup>44</sup>. Wzrost udziału OZE do 20% całkowitego zużycia energii do 2020 r., a dekadę później do 27%, oznacza, że istotnie zmodyfikowana zostanie obecna struktura bilansu energetycznego UE. Jeśli do tego uwzględnić, że w latach 90. energetyka wodna i biomasa odpowiadały za 91,5% wykorzystywanych w systemie energetycznym UE OZE, a obecny wzrost jest napędzany przez nowe technologie OZE, to wyraźnie widać skalę tych zmian także w odniesieniu do poszczególnych odnawialnych źródeł energii. Na poziomie państw członkowskich efekt dywersyfikacyjny zależy od przyjętej strategii optymalizacji bilansu energetycznego, a także całego systemu energetycznego (tj. wykorzystania różnych technologii OZE). Samo zwiększanie udziału OZE nie musi być bowiem, jak wskazywano, wynikiem wyłącznie polityki klimatycznej, ale i przyjętych strategii. Biorąc pod uwagę, że już obecnie realizowane przez niektóre państwa strategie znacznie przekraczają zakładane cele indykatywne, efekt dla całej UE będzie wypadkową wszystkich tych planów, a nie tylko polityki klimatycznej<sup>45</sup>.

Kolejny obszar wpływu to akcentowany silnie w polityce energetycznej UE problem rosnących zależności importowych. W prostym matematycznym wyliczeniu zależność importowa to stosunek importowanych nośników pierwotnych do całkowitej wewnętrznej konsumpcji energii. Jednak metod obliczania faktycznego stanu i wpływu zależności importowych na bezpieczeństwo danego państwa jest wiele. Uwzględniają one kwestie bezpieczeństwa korytarzy przesyłowych, stabilności politycznej dostawców, podatności strategicznej infrastruktury na atak terrorystyczny czy konflikt zbrojny. Bez względu na przyjętą metodologię oceny ryzyka związanego z zależnością od importowanych surowców OZE pozytywnie wpływają na poprawę tych wskaźników we wszystkich wskazanych odniesieniach badawczych. Są bowiem źródłami nie tylko krajowymi, ale także lokalnymi, co oznacza, że zwiększają samowystarczalność na poziomie UE, państw członkowskich, a także miast, wsi

---

<sup>44</sup> D. Yergin, op. cit.

<sup>45</sup> W 2015 r. cel na 2020 r. został już osiągnięty przez Szwecję, Finlandię, Danię, Chorwację, Portugalię, Estonię, Litwę, Rumunię, Bułgarię, Włochy, Czechy i Węgry. Za: Eurostat 2016, op. cit.

i lokalnych społeczności. Zwiększenie ich udziału w całkowitej konsumpcji energii pierwotnej oznacza zwiększenie odporności na zagrożenia zewnętrzne bezpieczeństwa energetycznego związane z zależnościami importowymi, w tym na zakłócenia w dostawach. Stwierdzenia te nie muszą jednak odnosić się do biomasy, jeśli jest w większości importowana. Tak też dzieje się w przypadku tych państw UE, które przyjęły strategię rozwoju OZE na bazie instalacji biomasy (w tym współspalania), a nie posiadają jej wystarczających zasobów. W odniesieniu do takiej polityki pojawia się pytanie, na ile jest ona zgodna z ideą zrównoważonego rozwoju, gdyż w wymiarze geostrategicznym jak najbardziej może być racjonalnym, optymalizującym bilans energetyczny rozwiązaniem<sup>46</sup>.

W perspektywie do 2030 r. istnieje zatem szansa na obniżenie zależności zwłaszcza od importowanych gazów ziemnego i węgla, gdyż większość OZE w bilansie energetycznym UE będzie użytkowana w sektorze generacji energii elektrycznej i ciepłej. W przypadku ropy naftowej będzie to większe wyzwanie z kilku względów. Po pierwsze, na poziomie UE cel 10% OZE (w praktyce głównie biopaliw i biopłynów<sup>47</sup>) w transporcie w 2020 r. nie wydaje się rozwiązywaniem problemu uzależnienia sektora transportowego od ropy naftowej, a próbą ograniczenia jego emisyjności. Po drugie, same biopaliwa i biopłyny, a szczególnie substraty niezbędne do ich wytworzenia, muszą być w większości importowane (przy uwzględnieniu kryteriów zrównoważonego rozwoju, co zwiększa koszt importu)<sup>48</sup>. Po trzecie, wydaje się, że większy potencjał do osiągnięcia równoczesnej mniejszej zależności od ropy i dekarbonizacji sektora transportowego niesie wykorzystanie alternatywnych technologii, jak napęd elektryczny czy wodorowy. Przemawiać za nimi będą argumenty ekonomiczne i ekologiczne (biopaliwa są jednak drogą alternatywą, a do tego budzą liczne kontrowersje natury ekologicznej), ale także geostrategiczne (krajowe strategie ukierunkowane na rozwój samochodów elektrycznych i elektryfikacji transportu miejskiego). W końcu należy uwzględnić, że państwa członkowie, a zwłaszcza poszczególne podsektory (na czele z lotnictwem cywilnym) doświadczają problemów w realizacji tej części zobowiązań. W rezultacie na poziomie UE obserwowany jest powolny postęp we wzroście udziału bioenergii w sektorze transportowym. Nieliczne państwa członkowskie, które już zrealizowały cel 10% OZE w transporcie, zakładając, że utrzymają dotychczasową

---

<sup>46</sup> Presja na środowisko naturalne rośnie wraz ze zwiększaniem importu biomasy (zwłaszcza leśnej) z krajów rozwijających się do UE oraz brakiem aplikacji tzw. kryteriów zrównoważonego rozwoju do wszystkich kategorii biomasy. Więcej: A. Schmeichel (red.), *Towards Sustainability of Biomass Importation: An Assessment of the EU Renewable Energy Directive*, Europa Law Publishing, Groningen 2014, s. 50.

<sup>47</sup> Najczęściej wykorzystywanym w transporcie UE biopaliwem jest biodiesel i bioetanol. Największymi konsumentami biodiesla są Francja, Niemcy i Włochy. European Commission, *Renewable energy progress report*, Brussels, 15.6.2015 COM(2015) 293 final.

<sup>48</sup> W 2015 r. UE importowała tylko 11% konsumowanych biopaliw. Oznacza to, że pozostałe produkowane były w krajach członkowskich – UE jest trzecim największym po USA i Brazylii producentem biopaliw (18,2% światowej produkcji w 2015 r.). Jednak statystyka ta nie obejmuje importu substratów niezbędnych do produkcji. Dane za: Eurostat 2016, op. cit. oraz BP, op. cit.



dynamikę wzrostu, mogą istotnie poprawić wskaźniki zależności od ropy naftowej do 2030 r.<sup>49</sup>

W definicyjnym ujęciu bezpieczeństwa energetycznego fragment „zapewnienie stałej dostępności energii w różnorodnej jej formach” odnosi się właśnie do wymiaru geostrategicznego. Jak zapewnić różnorodne formy energii? Jak zapewnić stałą dostępność w czasach zaburzeń na światowych rynkach? To są dwa podstawowe pytania, które należy postawić przy opracowywaniu narodowych strategii bezpieczeństwa energetycznego. OZE, jak wykazano, mogą być narzędziem w zapewnieniu różnorodnych form energii, a nawet w zwiększeniu tego zróżnicowania, na bazie nowoczesnych technologii wytwarzania energii, jak i różnorodnych produktów finalnych (elektryczność, ciepło, paliwo dla transportu). Do tego, modyfikując strukturę bilansu energetycznego, wpłyną na obniżenie zależności od dostaw nośników pierwotnych energii ze źródeł zewnętrznych. Powinno to implikować obniżenie podatności na zaburzenia dostaw na światowych rynkach. Zakres tego oddziaływania zależy jednak od stopnia, w jakim OZE są w stanie substytuować inne nośniki pierwotne energii (zwłaszcza w sytuacjach kryzysowych). Chodzi tu zatem nie tylko o ich udział w ogólnym bilansie energetycznym i poszczególnych sektorach konsumpcji energii, ale także o zdolność do utrzymywania wolnych mocy produkcyjnych czy magazynowania energii finalnej z OZE. „Stać dostępność” jest zatem warunkiem *sine qua non* zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego. Tymczasem – mając na względzie specyfikę takich źródeł odnawialnych jak energetyka słoneczna czy wiatrowa – zapewniają one produkcję, a niekiedy nadprodukcję energii w sposób zmienny. Oznacza to, że optymalizacja ich funkcjonowania i użyteczności w warunkach kryzysowych wymaga rozwoju technologicznego bądź to form kogeneracji, bądź magazynowania energii. W chwili obecnej duże instalacje wiatrowe czy fotowoltaiczne same wymagają zapewnienia zapasowych mocy w systemie.

Przebudowa systemu energetycznego w związku ze zwiększaniem roli OZE to kwestia zmian zachodzących w nie tylko technologiach produkcji, ale także w organizacji sektora energetycznego. O ile duże jednostki wytwórcze OZE, w tym zwłaszcza elektrownie wodne, instalacje wykorzystujące technologie współspalania czy morskie farmy wiatrowe, stanowią ważne elementy scentralizowanego systemu energetycznego, o tyle mikro- i małe instalacje OZE z racji skali produkcji i jej lokalnego charakteru funkcjonują w modelu rozproszonej energetyki. Niesie to konkretne implikacje z perspektywy geostrategicznej. W sytuacji awarii systemu energetycznego (zagrożenia wewnętrzne) bądź zakłóceń dostaw surowców na rynkach zewnętrznych (zagrożenia zewnętrzne) – bez względu na ich źródło (techniczne, geopolityczne, ekonomiczne, asymetryczne) – system scentralizowany jest uznawany za mniej bezpieczny niż rozproszony. Dotyczy to zarówno zagrożenia przerwami w dostawach energii, jak i skali

---

<sup>49</sup> W 2015 r. były to trzy państwa – Szwecja, Finlandia i Austria. Eurostat 2016, op. cit.

strat w sytuacji ataku terrorystycznego czy katastrofy naturalnej (z zastrzeżeniem, że wyjątek stanowią elektrownie wodne)<sup>50</sup>.

Europejski system energetyczny został zbudowany tak, by absorbować produkcję energii z głównych krajowych jednostek wytwórczych – głównie wielkoskalowych elektrowni węglowych, gazowych, nuklearnych i wodnych. O dominacji scentralizowanej generacji decydują obecnie: ekonomia skali, sprawność, możliwość wykorzystania zapasów oraz czas życia<sup>51</sup>. Zanim OZE i rozproszona energetyka będą spełniać te kryteria, musi nastąpić wiele zmian w tym systemie. Na model ten składać się będą nie tylko rozproszone mikro- i małe jednostki wytwórcze, ale także magazyny i instalacje prosumenckie, gdzie użytkownicy końcowi stają się producentami energii i aktywnymi uczestnikami rynku. Zgodnie z definicją Dyrektywy o OZE rozproszone jednostki wytwórcze są podłączone do sieci dystrybucyjnej o różnym napięciu, zazwyczaj jednak z racji skali produkcji nie są one podłączone do sieci wysokiego napięcia. Charakteryzuje je natomiast wykorzystywanie lokalnego źródła energii i miejscowa konsumpcja. Infrastruktura i technologie niezbędne dla przebudowy europejskiego systemu energetycznego w kierunku rozproszonej energetyki tworzą zatem wyzwanie długoterminowe.

## The Development of Renewable Energy and the Geostrategic Dimension of the European Union's Energy Security

The growing use of renewable energy sources (RES) in the electricity and heating sectors as well as in the transport industry is one of the key factors affecting the long-term energy security of the EU. In line with this research hypothesis, the aim of the article is to analyse the changes that have been taking place in the EU energy system under the influence of the development of RES technologies and their impact on the geostrategic dimension of EU energy security. The starting point is to analyse trends in the use of RES in the EU against global trends and the underlying determinants. How big a role does the EU climate and energy policy play in increasing the use of RES in EU countries? How big is the influence of geo-strategic or economic factors? With regard to the theoretical framework – the geostrategic dimension of energy security – the article characterises the impact

<sup>50</sup> Por. J.N. Valdés et al., op. cit. Książopolski zwraca uwagę na sytuację konfliktów zbrojnych, w trakcie których często kluczowym celem ataków jest infrastruktura wielkoskalowej energetyki, co w efekcie paraliżuje funkcjonowanie państwa. Energetykę rozproszoną uznaje za redukującą znacznie prawdopodobieństwo zakłóceń w dostawach energii w czasie konfliktów zbrojnych czy w obliczu zagrożeń asymetrycznych – „rozproszenie powoduje występowanie zbyt dużej ilości celów [...] taki model uniemożliwia dokonanie zakłócenia całego systemu”, K.M. Książopolski, *Wpływ energetyki rozproszonej na bezpieczeństwo*, w: Z.M. Karaczun (red.), *energetyka obywatelska w Polsce i Niemczech. Własne źródła, najmniejsze koszty*, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2014, s. 56–57.

<sup>51</sup> Za: H.L. Willis, W.G. Scott, *Distributed Power Generation, Planning and Evaluation*, Marcel Dekker Inc, 2000.

of trends in energy use in the EU on the 'constant availability of energy in various forms', especially by 2030. This perspective takes into account the current framework of EU climate and energy policy.

*Keywords:* energy security, renewable energy, energy and climate policy of the European Union, security of supply, electricity market, diversification of supply, EU energy mix.