

Czynniki kształtujące  
bezpieczeństwo energetyczne Polski

STANISŁAW BIELSKI  
RENATA MARKS-BIELSKA  
KAMILA PIÓRKOWSKA

Stanisław Bielski  
Renata Marks-Bielska  
Kamila Piórkowska

CZYNNIKI KSZTAŁTUJĄCE  
BEZPIECZEŃSTWO ENERGETYCZNE POLSKI

Instytut Badań Gospodarczych  
Olsztyn 2023

Recenzenci:

dr hab. inż. Adam Cenian, prof. IMP PAN  
dr hab. Mariusz Ruszel, prof. PRz

Skład, łamanie i projekt okładki:

Ilona Pietryka

© Copyright by Instytut Badań Gospodarczych

ISBN 978-83-65605-64-1

DOI: 10.24136/eep.mon.2023.06

Instytut Badań Gospodarczych  
ul. ks. Roberta Bilitewskiego, nr 5, lok. 19  
10-693 Olsztyn, Poland

biuro@badania-gospodarcze.pl  
www.badania-gospodarcze.pl

## Spis treści

<b>Wstęp i cel badań</b>	<b>5</b>
<b>1. Istota i znaczenie bezpieczeństwa energetycznego</b>	<b>11</b>
1.1. Charakterystyka bezpieczeństwa energetycznego	11
1.2. Polityka energetyczna na poziomie Unii Europejskiej i krajowym	17
1.3. Bezpieczeństwo energetyczne vs. kryzys energetyczny 2021–2022	19
<b>2. Czynniki determinujące rynek energetyczny w Polsce</b>	<b>23</b>
2.1. Bilans energetyczny	23
2.2. Konwencjonalne źródła energii	27
2.2.1. Węgiel kamienny i brunatny	28
2.2.2. Ropa naftowa	31
2.2.3. Gaz ziemny	34
2.3. Niekonwencjonalne źródła energii	38
2.4. Energetyka jądrowa	49
<b>3. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w świetle badań empirycznych</b>	<b>53</b>
3.1. Charakterystyka respondentów	53
3.2. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w opinii mieszkańców	54
<b>Podsumowanie</b>	<b>69</b>
<b>Piśmiennictwo</b>	<b>73</b>
<b>Spis rysunków</b>	<b>83</b>
<b>Spis tabel</b>	<b>87</b>



## Wstęp i cel badań

Każda gospodarka, aby mogła właściwie funkcjonować, potrzebuje odpowiednich dostaw energii, której specyfika polega na tym, że musi być ona dostarczana bez przerwy. Każdy kraj musi zapewnić bezpieczeństwo energetyczne, którym zainteresowanie wzrosło jeszcze od początku XXI w., kiedy niektóre wyzwania i zagrożenia dla bezpieczeństwa energetycznego stały się bardziej intensywne. Pojęcie bezpieczeństwa energetycznego jest ściśle związane z polityką stałego wzrostu, czynnikami ekonomicznymi, rozwojem rynków dostaw energii oraz ze zmianami społeczno-ekonomicznymi w transporcie i technologiach informatycznych (Marks-Bielska, Sobieraj 2020, s. 31). Od czasu rewolucji industrializacji w Europie zużycie paliw kopalnych stale rośnie wraz ze wzrostem liczby ludności na świecie i poprawą poziomu życia. Dynamiczny rozwój gospodarek narodowych wpływa na znaczący wzrost zapotrzebowania na energię (Chen i in. 2017).

Jednoznaczne oszacowanie wpływu poszczególnych surowców i zasobów na rozwój ludzkości i gospodarek jest bardzo trudne, szczególnie jeśli weźmiemy pod uwagę jedynie aktualny stan wiedzy. Decyzje o ich możliwym wykorzystaniu są podejmowane z uwzględnieniem uwarunkowań ich wykorzystania w danym miejscu i czasie (Haber 2022, s. 149). Człowiek od wynalezienia ognia do elektryczności przebył długą drogę. Zbudowanie wiedzy w tej dziedzinie jest uważane za największą przygodę intelektualną ludzkości. Odkrycie energii elektrycznej było procesem, który trwał setki lat. Wśród osób, którym zawdzięcza się wynalezienie prądu, można wymienić m.in.: Williama Gilberta, Benjamina Franklina, Alessandro Volta i wielu innych. Byli to ludzie, których tak bardzo zafascynowały zjawiska przyrodnicze, których działania nie rozumieli, ale za wszelką cenę chcieli je poznać (Tadeusiewicz 2018, s. 1–2).

Energia elektryczna stała się podstawą rozwoju życia na Ziemi. Dla człowieka odgrywa kluczową rolę, dzięki niej może on bowiem zaspokoić swoje podstawowe potrzeby. Umożliwiła ona rozwój cywilizacji i w znacznym stopniu uniezależnienie się od środowiska. Cały proces rozwoju ludzkości oraz gospodarki jest oparty na wykorzystaniu energii elektrycznej (Soliński, Gawlik 2012, s. 142). Stała się ona niezbędnym czynnikiem, który wpływa na funkcjonowanie świata. Stwarza optymalne warunki do pracy, rozwoju, odpoczynku.

Dzięki niej jest możliwa produkcja dóbr na ogromną skalę, rozwinęła się komunikacja i łączność, ma wpływ na handel oraz usługi (Ślupik 2015, s. 215).

Energia pozwala zaspokoić potrzeby człowieka. Potrzebą jest stan, w którym odczuwa się brak czegoś. W hierarchii potrzeb wg piramidy Masłowa najważniejsze miejsce zajmują potrzeby fizjologiczne, czyli np. powietrze, pożywienie, sen czy utrzymanie odpowiedniej temperatury ciała. I już w tym miejscu dostęp do energii ma wpływ na stopień zaspokojenia tych potrzeb. Pozwala ona m.in. na ogrzanie domu w okresie zimowym, przechowywanie jedzenia oraz przygotowanie go do konsumpcji czy też podtrzymanie funkcji życiowych. Kolejna w hierarchii potrzeba — bezpieczeństwa — również jest zaspakajana przez elektryczność. Dostęp do energii daje poczucie stabilności, pewności i ochrony. Na kolejnych miejscach w piramidzie znajdują się potrzeby przynależności, uznania oraz samorealizacji. Poczucie bezpieczeństwa pozwala na rozwój potrzeb wyższego rzędu (Oleszak, Czajkowski 2019, s. 194–195).

Bezpieczeństwo określa się jako wolność od zagrożeń, poczucie spokoju i pewności. Państwo powinno zapewnić obywatelom bezpieczeństwo, a jednym z jego filarów jest bezpieczeństwo energetyczne (Moch 2019, s. 53). Obecnie bardzo często politycy, przedsiębiorcy, naukowcy czy media poruszają temat bezpieczeństwa energetycznego ze względu na rosnącą współzależność energetyczną państw. Jako problem polityczny pojęcie to zostało użyte na początku XX w. w Wielkiej Brytanii w związku z decyzją, aby węgiel jako napęd dla okrętów zastąpić ropą naftową. Decyzja ta była kontrowersyjna ze względu na to, że Wielka Brytania dysponowała dużymi zasobami węgla natomiast żadnymi ropy. Sytuacja ta ukazała istotę dostępu do źródeł energii oraz możliwości ich transportu z rynków zewnętrznych. Można uznać, że koncepcja bezpieczeństwa energetycznego ma charakter dynamiczny. Zmienia się i dostosowuje do zachodzących procesów na świecie. Ulega transformacji i musi sprostać pojawiającym się problemom (Podraza 2018, s. 49).

Wielu ekspertów światowej energetyki coraz częściej sygnalizuje geopolityczne ryzyko wiążące się z możliwością zachwiania równowagi energetycznej świata, a rozwój cywilizacji przyczynia się do coraz szybszego wzrostu zapotrzebowania na energię. W miarę wygasania kryzysu energetycznego światowy popyt na energię elektryczną wzrośnie z 2,6% w 2023 r. do 3,2% w latach 2024–2025. Za większość tego wzrostu będą odpowiadać Chiny oraz Indie<sup>1</sup>.

Kopalne surowce energetycznie nie są odnawialne w krótkim okresie, w związku z czym ich dostępność na świecie jest ograniczona. Nawet zakładając możliwość wykorzystania złóż jeszcze nieodkrytych albo takich, które przy obecnym poziomie technologii są nieopłacalne w wydobywaniu, perspektywa wyczerpania się zasobów — przy obecnym przyroście naturalnym ludności — odsuwa się tylko w czasie. Dlatego współcześnie kładzie się nacisk na rozwój odnawialnych źródeł energii (OZE), które zmniejszają zależność od ropy naftowej i emisję gazów cieplarnianych (Rosales-Calderon, Arantes 2019, s. 240).

Wpływ na możliwości zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego mają struktura organizacyjna państwa, kształt prowadzonej polityki oraz przyjęte strategie. Zarządzanie energią w czasie obejmuje:

<sup>1</sup> <https://www.iea.org/reports/electricity-market-report-2023> (dostęp: 27.10.2023 r.).

- sposób pozyskania, wielkość produkcji i dystrybucji energii,
- organizację dostępu do energii, sposób magazynowania i wykorzystania jej,
- strukturę wykorzystania energii ze źródeł odnawialnych,
- strukturę wielkości zanieczyszczeń wynikających z produkcji energii,
- stosunki międzynarodowe, wielkość eksportu i importu nośników energetycznych,
- rozwój nauki i techniki w kierunku zrównoważonego rozwoju (Gryz 2018, s. 33).

Wszelkie zakłócenia w zaopatrzeniu w energię mogą prowadzić do niepokoju społeczeństwa, zagrożenia bezpieczeństwa publicznego, wstrzymania rozwoju gospodarki, braku stabilizacji geopolitycznej i strat ekologicznych (Pawelczyk 2018, s. 79). Wydarzeniem, które pokazało, do czego może prowadzić kryzys energetyczny, był kryzys naftowy z 1973 r. Przed kryzysem uważano, że surowce energetyczne są towarem na rynku, a więc dopóki można na nich zarobić, zawsze znajdzie się ktoś, kto będzie je sprzedawał. W wyniku nałożonego embarga przez kraje eksportujące ropę naftową na kraje importujące ceny ropy naftowej wzrosły o niemal 300%, a podaż nie wystarczała na pokrycie popytu. Niektóre państwa wprowadzały zakazy jazdy samochodami w poszczególne dni tygodnia, racjonowano paliwo, apelowano o oszczędność ropy. Po kryzysie zrozumiano, że surowce energetyczne to nie jest zwykły towar, lecz broń, która może zostać wykorzystana, aby w jednej chwili pogrążyć w chaosie całą gospodarkę<sup>2</sup>.

Europa stoi w obliczu potencjalnie największego kryzysu energetycznego w historii. Przyczyn tego jest wiele, a obecna sytuacja geopolityczna jasno pokazuje, że jesteśmy zmuszeni do podjęcia natychmiastowych działań w celu zapewnienia konsumentom wystarczających dostaw energii. Do niedawna Unia Europejska była uzależniona od rosyjskich surowców energetycznych (głównie ropy i gazu). Kraje UE od wielu lat wycofywały się z własnej produkcji i importowały dużo tańszy surowiec z Rosji. W obliczu rosyjskiej inwazji na Ukrainę UE podjęła działania na rzecz likwidacji tak mocnej zależności od surowców energetycznych sprowadzanych z Rosji w postaci planu RePowerEU. Zagrożenie *blackoutem*<sup>3</sup> staje się coraz bardziej realne. Europejskie rządy na różne sposoby przygotowują przedsiębiorstwa i gospodarstwa domowe do kryzysu energetycznego, ale jest też duża mobilizacja do przyspieszenia rozwoju odnawialnych źródeł energii (OZE) (Kryszk i in. 2023).

Obecnie udział zielonej energii w miksie energetycznym Polski jest niewystarczający. Czynnikiem hamującym wzrost wykorzystania niekonwencjonalnych źródeł są duże koszty finansowe, przedłużające się procedury administracyjne oraz niewystarczające uwarunkowania prawne (Przybylska-Cząstkiewicz 2017, s. 105). Mając to na względzie, polski rząd powinien stworzyć korzystniejsze warunki do rozwoju i zwiększenia zielonej energii przez legislację skracającą proces powstawania nowych instalacji i uwarunkowania prawne zmniejszające koszty ponoszone przez inwestorów tych instalacji (Marks-Bielska i in. 2020).

---

<sup>2</sup> <https://smoglab.pl/ceny-energii-w-dwa-miesiace-skokzyly-o-300-proc-co-rzady-zrobily-w-1973-roku> (dostęp: 18.04.2022).

<sup>3</sup> *Blackout* definiuje się jako nagły spadek napięcia w liniach elektroenergetycznych pokrywających znaczną część kraju. Istnieje wiele różnych rodzajów interakcji, które mogą powodować rozprzestrzenianie się awarii zasilania (Nedic i in. 2006).



Głównym celem przeprowadzonych badań i analiz było zidentyfikowanie uwarunkowań osiągnięcia bezpieczeństwa energetycznego przez Polskę. W monografii poruszono takie zagadnienia, jak m.in.: główne źródła energii wykorzystywane w Polsce oraz stopień uzależnienia od importowanych nośników, udział odnawialnych źródeł energii w bilansie energetycznym czy też uregulowania prawne w Polsce i na poziomie Unii Europejskiej dotyczące polityki energetycznej.

Realizując cel główny, odpowiedziano na następujące pytania szczegółowe:

- Z jakich źródeł energii korzysta się w Polsce?
- W jakim stopniu Polska jest narażona na kryzys energetyczny?

Za ważne uznano również opinie mieszkańców dotyczące kwestii, takich jak: finansowanie odnawialnych źródeł energii, powstanie elektrowni atomowych czy wymogi Unii Europejskiej związane z koniecznością ograniczania wykorzystania węgla.

Główną przyczyną podjęcia tematyki bezpieczeństwa energetycznego w Polsce był wpływ pandemii Covid-19 oraz wojna w Ukrainie na utrudnione dostawy i poziom cen surowców energetycznych. Kolejną przyczyną był zauważalny trend instalowania urządzeń do produkcji energii ze źródeł odnawialnych w gospodarstwach domowych, zwłaszcza energii słonecznej oraz prognozy zapowiadające problemy z dostawami prądu w okresie zimowym w Europie. Równie ciekawe są rozważania na temat lokalizacji kolejnych elektrowni atomowych w Europie, w tym pierwszej w Polsce. Niniejsze opracowanie pozwala na poszerzenie wiedzy w zakresie ww. problematyki.

Monografia ma charakter teoretyczno-empiryczny. W części teoretycznej skupiono się na charakterystyce pojęć istotnych dla tematu opracowania, czyli m.in. zdefiniowaniu pojęcia bezpieczeństwa energetycznego i polityki energetycznej. Przeanalizowano akty prawne obowiązujące w Polsce oraz w Europie w tym zakresie. Poruszono kwestie ważne dla zrozumienia tematu, które opracowano głównie za pomocą artykułów naukowych, książek, innych publikacji, aktów prawnych oraz źródeł internetowych. Do przedstawienia danych liczbowych wykorzystano głównie dane statystyczne z raportów energetycznych BP p.l.c., Agencji Rynku Energii (ARE), GUS-u oraz Eurostatu. Dane użyto do porównania sytuacji Polski do innych krajów europejskich pod względem m.in. produkcji, zużycia, importu i eksportu energii elektrycznej.

Część empiryczna zawiera wyniki badań własnych, które zgromadzono w lipcu 2022 r. Badania polegały na przeprowadzeniu anonimowych ankiet wśród mieszkańców Polski. Zakres przedmiotowy poruszonych zagadnień dotyczył m.in. opinii na temat powstania elektrowni atomowych w Polsce, wykorzystywania odnawialnych źródeł energii i kwestii ich finansowania, a także polityki energetycznej w Polsce. Badaniem objęto 303 pełnoletnich mieszkańców Polski. Ankiety zawierały 19 pytań zamkniętych jednokrotnego i wielokrotnego wyboru. Wyniki przedstawiono w formie opisowej, a także za pomocą tabel i rysunków. Zasadniczą część badań przeprowadzono z wykorzystaniem internetu. Pozostała część badań została przeprowadzona w formie bezpośredniej wśród osób z najbliższego otoczenia, tj. studentów, współpracowników i rodziny.

Autorzy składają serdeczne podziękowania Recenzentom — Panom Profesorom Adamowi Cenianowi i Mariuszowi Ruszelowi, których uwagi przyczyniły się do poprawy pier-

wotnej wersji monografii. Mamy nadzieję, że problematyka poruszona w niniejszym tekście będzie ciekawa zarówno dla naukowców, jak i praktyków zainteresowanych zrównoważonym rozwojem, a szczególnie bezpieczeństwem energetycznym. Będzie również służyła jako pozycja dydaktyczna do realizowanych na Uniwersytecie Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie przedmiotów na Wydziale Rolnictwa i Leśnictwa na kierunku Odnawialne Źródła Energii oraz na Wydziale Nauk Ekonomicznych na kierunku ekonomia, m.in. do przedmiotu zrównoważony rozwój społeczno-gospodarczy.



# 1. Istota i znaczenie bezpieczeństwa energetycznego

## 1.1. Charakterystyka bezpieczeństwa energetycznego

Bezpieczeństwo energetyczne obejmuje nauki zarówno techniczne, geopolityczne, jak i ekonomiczne oraz ekologiczne. Jest jednym z ważniejszych tematów na arenie międzynarodowej ze względu na rosnącą współzależność energetyczną krajów. Dostęp do źródeł energii jest kluczowym elementem rozwoju gospodarczego i technologicznego państw oraz decyduje o poziomie zamożności społeczeństwa. Jednak mimo to brakuje jednoznacznej definicji bezpieczeństwa energetycznego (Pachauri, Spreng 2011, Cherp, Jewell 2014, s. 416, González-Eguino 2015, Piwowar 2022). Zagadnienie to w literaturze przedmiotu jest definiowane różnie. Wynika to z faktu, że państwa są na różnym etapie rozwoju gospodarczego, pojawiają się nowe zagadnienia (m.in. zmiany klimatyczne czy ubóstwo energetyczne), a co za tym idzie, indywidualnie muszą określić wyzwania i zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego w swoim kraju (Cherp, Jewell 2014, s. 416). Na brzmienie definicji w danym kraju będą miały wpływ takie czynniki, jak: uwarunkowania wynikające z lokalizacji państwa, polityki międzynarodowej, rozwoju technologii, stopnia ochrony środowiska, rynków finansowych, a nawet prawdopodobieństwo zagrożenia terrorystycznego. Dla krajów eksportujących nośniki energii bezpieczeństwo energetyczne określają wiarygodne rynki zbytu, które zapewnią popyt oraz dochód z dostarczanych surowców. Bezpieczeństwem energetycznym dla krajów importujących będą stabilne dostawy po optymalnych cenach oraz zdwersyfikowana struktura dostawców. Z punktu widzenia państw tranzytowych bezpieczeństwo energetyczne oznacza utrzymanie sieci przesyłowych i uzyskiwania dochodu z opłat tranzytowych (Lewandowski 2019, s. 180).

Ustawodawca definiuje *bezpieczeństwo energetyczne* jako „stan gospodarki umożliwiający pokrycie bieżącego i perspektywicznego zapotrzebowania odbiorców na paliwa i energię w sposób technicznie i ekonomicznie uzasadniony, przy zachowaniu wymagań ochrony środowiska (...)” (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348, s. 10). Międzynarodowa Agencja Energii (ARE) określa bezpieczeństwo energetyczne jako ciągły, nieprzerwany dostęp do źródeł energii po optymalnej cenie. Zgodnie z tą definicją bezpieczeństwo energetyczne państw,

które mają przerwy w zaopatrzeniu w energię, jest zagrożone<sup>1</sup>. Z punktu widzenia ekonomicznego, w określeniu tego pojęcia zwraca się szczególną uwagę na ceny, które są jednym z ważniejszych czynników pozwalających na konsumpcję energii w każdym czasie. Konsumpcja ta ma być w ilościach zabezpieczających popyt i zaspokajających potrzeby odbiorcy finalnego (Zukrowska 2011, s. 397). Często przytaczaną definicją jest definicja sformułowana przez D. Yergina: „celem bezpieczeństwa energetycznego jest zapewnienie odpowiedniego i pewnego poziomu dostaw energii po rozsądnych cenach w sposób, który nie zagraża podstawowym wartościom i celom państwowym” (Niedziółka 2019, s. 214). Istnieje jeszcze wiele innych definicji, które zwracają uwagę na różnorakie czynniki, m.in. bezpieczeństwo wytwarzania, dostaw surowców czy dystrybucji energii.

Ze względu na fakt istnienia tak wielu definicji, bezpieczeństwo energetyczne rozpatruje się w różnych wymiarach. Na wymiar ekonomiczny składają się m.in. ceny paliw i energii, trendy na rynku oraz stosunek między konsumpcją energii a wzrostem gospodarczym. Wymiar ten ma duże znaczenie w funkcjonowaniu gospodarki, czego przykładem jest wzrost cen paliw, prowadzący do wzrostu kosztów transportu, co ma już istotny wpływ na światowy handel. Kolejny wymiar — geostrategiczny — koncentruje się na zapewnieniu bezpieczeństwa i stabilności dostaw. Wymaga to tworzenia strategii pozyskiwania i wykorzystywania surowców i energii od każdego państwa. Składają się na niego takie elementy, jak m.in. mechanizmy reagowania w sytuacjach kryzysowych, udział różnych rodzajów nośników energii, stadium dywersyfikacji surowców w miksie energetycznym. Te oraz wiele innych czynników wpływają na zdolności dostosowania się danego systemu energetycznego do sytuacji, np. kryzysu czy konfliktu zbrojnego. Kolejny wymiar — instytucjonalny — powstał dzięki utworzeniu się organizacji, które zrzeszają państwa wydobywające surowce energetyczne, np. Organizacja Krajów Eksportujących Ropę Naftową (OPEC). Aktualnie wszelkie kwestie energetyczne są podejmowane w organizacjach międzynarodowych, które kontrolują rynek surowców i tworzą normy prawne krajowe oraz na arenie międzynarodowej. Ostatnim wymiarem jest wymiar ekologiczny, który skupia się głównie na ograniczeniu negatywnych efektów eksploatacji i przetwarzania surowców (Pronińska 2012, s. 36–47).

Bezpieczeństwo energetyczne obejmuje aspekt energetyczny, ekonomiczny oraz ekologiczny. Pierwszy z nich polega na zachowaniu równowagi podaży i popytu na energię oraz paliwa, czyli dostosowania podaży do aktualnego zapotrzebowania w perspektywie wieloletniej. W związku z wykorzystywaniem różnych źródeł energii oraz eksportem i importem energii do różnych państw problemy z dostępnością energii są ograniczone. Aspekt ekonomiczny, zwany też rynkowym, skupia się na dostarczeniu energii odbiorcom końcowym po przystępnych cenach określonych w umowach lub taryfach. Zwraca się tu uwagę na utrzymanie konkurencyjności energetycznej kraju na rynkach międzynarodowych. Ostatni aspekt — ekologiczny — zwraca uwagę na zachowanie środowiska naturalnego w należytym stanie, tak aby jego zasoby mogły posłużyć przyszłym pokoleniom. Produkcja energii musi odbywać się w zgodzie z zasadami ochrony środowiska naturalnego — nie może prowadzić do degradacji otoczenia oraz wyczerpania zasobów energetycznych (Borgosz-Koczwara, Herlender 2008, s. 196). Aspekt ekologiczny jest mierzony przez zobowiązania, które podmioty muszą spełniać w celu ochrony środowiska. Takim zobowiązaniem są

<sup>1</sup> <https://www.iea.org/topics/energy-security> (25.12.2022).

umowy międzynarodowe, które prawnie narzucają krajom pewne ograniczenia, np. wprowadzony w UE pakiet *Fit for 55*, który zakłada ograniczenie emisji cieplarnianych w krajach członkowskich o co najmniej 55% do 2030 r.

Ze względu na horyzont czasowy wyróżnia się bezpieczeństwo energetyczne:

- krótkoterminowe (sezonowe, operacyjne) — skupia się na zapewnieniu ciągłości przepływu energii w bieżącym okresie, dostosowuje podaż do popytu, podejmuje się decyzje strategiczne na lata kolejne;
- średnioterminowe (prognozowane) — planowane i przewidywane na okres od 5 do 10 lat, weryfikuje się potencjał krajowych zasobów energetycznych, realizuje się inwestycje przemysłowe i magazynowe;
- długoterminowe (strategiczne) — okres do 30 lat, w którym jest możliwa realizacja inwestycji modernizacyjno-rozwojowych (Jankowska 2015, s. 159).

Bezpieczeństwo energetyczne odgrywa dużą rolę we współczesnych stosunkach międzynarodowych. Państwa o dużych złożach strategicznych surowców, takich jak ropa, gaz i węgiel, zajmują wysoką pozycję konkurencyjną. Zdarza się, że wykorzystują swoją pozycję do wywierania wpływu na kraje, które są importerami surowców. Stąd tak ważne jest, aby państwa te tworzyły wewnętrzne rynki energii i dążyły do uniezależnienia się od jej dostaw z rejonów niestabilnych politycznie (Lorek 2017, s. 98).

Energetyka jest to gałąź przemysłu, która zajmuje się pozyskaniem, przetwarzaniem, magazynowaniem oraz korzystaniem z energii. Uważa się ją za strategiczną gałąź gospodarki, ponieważ od niej zależy rozwój danego państwa — im więcej energii wytwarza gospodarka, tym bardziej jest rozwinięta. Ma wpływ na wiele dziedzin życia, m.in. środowisko, zdrowie czy zatrudnienie (*Energetyka...* 2010, s. 3). Intensywny rozwój gospodarki oraz wzrost liczby ludności powodują coraz większy popyt na energię. W związku z tym konieczne wydaje się zwiększenie eksploatacji zasobów energetycznych, których ilość jest ograniczona. Wiąże się to z kosztami dla środowiska naturalnego. Członkostwo Polski w Unii Europejskiej (UE) zobowiązuje do spełnienia standardów tego ugrupowania zgodnie z zasadą zrównoważonego rozwoju — należy ograniczyć emisję CO<sub>2</sub> i innych szkodliwych substancji, a źródła szkodliwe dla środowiska zastąpić niskoemisyjnymi nośnikami energii. Dlatego tak ważne jest odpowiednie przeprowadzenie transformacji energetycznej, aby uniknąć kryzysu energetycznego (Czech 2018, s. 24).

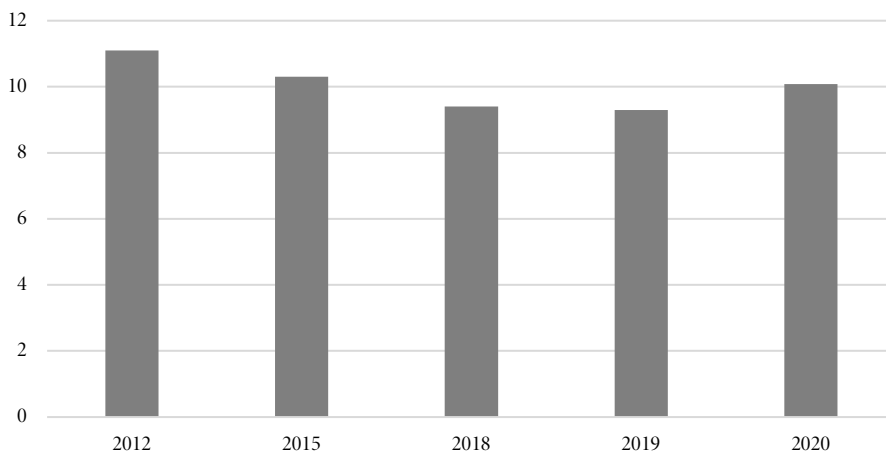
Ubóstwo energetyczne jest stosunkowo nowym zjawiskiem, którego doświadczają nawet wysoko rozwinięte kraje. Brak jest jednoznacznej definicji, a próbę zbadania problemu podjęły zaledwie trzy kraje. Jednym z nich jest Wielka Brytania i definicja zaproponowana przez B. Boardmana określająca ubóstwo energetyczne jako „stan, w którym gospodarstwo domowe wydaje więcej niż 10% swoich dochodów na wszystkie rodzaje energii, w tym energię przeznaczaną na ogrzewanie domu, na dostatecznym poziomie” (Świerszcz, Grenda 2018, s. 213). W polskiej literaturze definiuje się je jako „doświadczanie trudności w zaspokajaniu podstawowych potrzeb energetycznych za rozsądną cenę, na które składa się utrzymanie adekwatnego standardu ciepła i zaopatrzenie w pozostałe rodzaje energii służące zaspokojeniu w adekwatny sposób podstawowych potrzeb funkcjonowania biologicznego i społecznego członków gospodarstwa domowego” (Owczarek, Miazga, 2015, s. 22).

W Polsce nie istnieją oficjalne miary zjawiska ubóstwa energetycznego, a jedynie opracowania, które starają się dostarczyć informacji w tym zakresie. Najczęściej do określenia stopnia tego zjawiska wykorzystuje się miarę Wysokie Koszty Niski Dochód (ang. *Low Income High Costs*). Aby gospodarstwo domowe znalazło się w grupie objętej tym zjawiskiem, musi spełnić dwa kryteria: 1) wydatki na cele energetyczne kształtujące się powyżej mediany w populacji, 2) dochód poniżej sumy 60% mediany dochodu w populacji i wydatków energetycznych (Boguszewski, Herudziński 2018, s. 10).

Jak wynika z danych zawartych na rysunku 1., w Polsce wskaźnik ubóstwa energetycznego w latach 2012–2020 systematycznie spadał. W 2012 r. 11,1% gospodarstw domowych w Polsce było dotkniętych ubóstwem energetycznym. Do 2019 r. wartość ta zmniejszyła się do poziomu 9,3%, czyli ok. 3,6 mln mieszkańców Polski miało problemy z zaspokojeniem podstawowych potrzeb związanych z zapewnieniem energii i ogrzewaniem. Spadek ubóstwa energetycznego był pozytywnym zjawiskiem, jednakże wskaźnik ten po 2020 r. ponownie wzrósł do poziomu 10,08% ze względu na pandemię COVID-19. Biorąc pod uwagę wysoką inflację, stopy procentowe, problemy w łańcuchach dostaw surowców energetycznych oraz napływ uchodźców wojennych z Ukrainy — można przypuszczać, że wskaźnik ten w kolejnych latach będzie miał tendencję wzrostową.

Rysunek 1.

Wskaźnik LIHC w Polsce w latach 2012–2020 (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z dane.gov.pl.

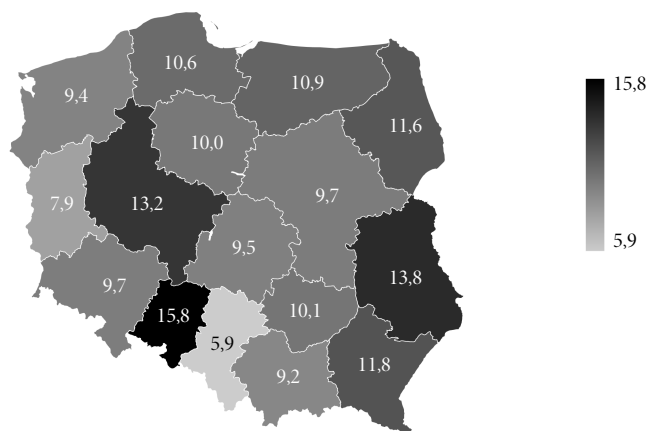
Średni poziom ubóstwa energetycznego w 2020 r. w Polsce wyniósł 10,08%. Jak wynika z danych zaprezentowanych na rysunku 2., regionami, w których wskaźnik LIHC miał najwyższe wartości, były województwa: opolskie (15,78%), lubelskie (13,76%) i wielkopolskie (13,19%).

W nieco lepszej sytuacji, ale nadal powyżej średniej krajowej, były województwa: podkarpackie (11,75%), podlaskie (11,56%), warmińsko-mazurskie (10,92%), pomorskie

(10,57%) i świętokrzyskie (10,09%). Województwa, których ubóstwo energetyczne dotknęło w najmniejszym stopniu, to: śląskie (5,87%) i lubuskie (7,94%).

Rysunek 2.

Wskaźnik LIHC wg województw w Polsce w 2020 r. (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z dane.gov.pl.

Grupy szczególnie narażone na ubóstwo energetyczne to mieszkańcy budynków jednorodzinnych (zwłaszcza o dużej powierzchni), starych domów, a także mieszkańcy wsi. Często są to renciści, emeryci oraz rodziny wielodzietne (Herudziński i in. 2019, s. 64). Za zjawisko to są odpowiedzialne: wysokie ceny energii, niskie dochody gospodarstw domowych oraz niska efektywność energetyczna budynków. Konsekwencje ubóstwa energetycznego są bardzo rozległe: od osłabienia zdrowia psychicznego i fizycznego, po degradację budynków, zadłużenie i zwiększenie emisji CO<sub>2</sub> (Świerszcz, Grenda 2018, s. 223).

W *Strategii Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej* (2020, s. 34) zwracano uwagę na zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego opartego na tradycyjnych źródłach energii przez stworzenie warunków do rozwijania alternatyw, podejmując działania, takie jak:

- rozbudowa i modernizacja mocy oraz sieci przesyłowych i dystrybucji energii, a także zrównoważony rozwój rozproszonych źródeł energii,
- dywersyfikacja źródeł dostaw ropy naftowej oraz gazu ziemnego,
- zwiększenie przepustowości i zasięgu rurociągów naftowych i paliwowych oraz pojemności magazynów,
- działania dyplomatyczne, prawne i administracyjne w celu zaniechania budowy infrastruktury, która zwiększy uzależnienie Europy Środkowej od dostaw gazu z Rosji.

Ze względu na specyficzne położenie, Morze Bałtyckie jest strategicznym rejonem dla polityki energetycznej Rosji, która, posiadając do niego dostęp oraz zasoby surowcowe, często stosuje instrumenty presji politycznej na państwa importujące jej surowce. Do realizacji

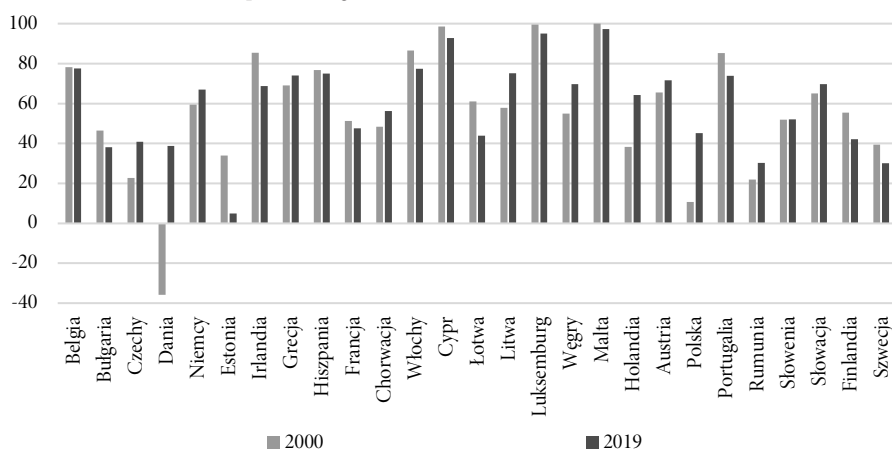


interesów energetycznych wykorzystuje się koncerny, które częściowo lub w całości należą do państwa rosyjskiego, m.in. Gazprom. Taka sytuacja oraz nadmierne uzależnienie od dostaw ropy i gazu z Rosji wpływa niekorzystnie na bezpieczeństwo energetyczne państw UE. Polskie wysokie zapotrzebowanie na gaz i ropę obciążone jest ryzykiem „odcięcia” i wysokich cen. Dlatego są podejmowane działania w celu zabezpieczenia potrzeb surowcowych: dywersyfikacja dostaw i osłabienie znaczenia rosyjskich surowców na rynkach europejskich (Będźmirowski, Gac 2018, s. 44–46).

Na rysunku 3. przedstawiono wartości wskaźnika zależności poszczególnych państw UE od importu energii w celu zaspokojenia swoich potrzeb energetycznych. Stosuje się go jako miarę bezpieczeństwa energetycznego — im jego wartość jest wyższa, tym niższy jest poziom bezpieczeństwa (Braun 2018, s. 29).

Rysunek 3.

Wskaźnik zależności od importu energii w UE (%)



Zródło: opracowanie własne na podstawie danych z Eurostatu.

Jak można zauważyć, zarówno w 2000 r., jak i 2019 r. najbardziej uzależnionymi krajami od importowanej energii były: Luksemburg (99,6% w 2000 r.; 95,0% w 2019 r.), Malta (100% w 2000 r.; 97,3% w 2019 r.) oraz Cypr (98,6% w 2000 r.; 92,8% w 2019 r.). Jeśli chodzi o kraje najmniej zależne, to sytuacja zmieniła się w ciągu 19 lat. W 2000 r. najniższy wskaźnik odnotowano w Danii (-36,0%), Polsce (10,7%) i Rumunii (21,9%), natomiast 19 lat później wskaźniki te były wyższe. W 2019 r. najmniej uzależnione od importu były Estonia (4,8%), Rumunia (30,2%) i Szwecja (30,0%). W Polsce wskaźnik wzrósł do 45,2%, a więc poziom bezpieczeństwa energetycznego spadł, jednak na tle krajów UE jest on na relatywnie stabilnym poziomie.

## 1.2. Polityka energetyczna na poziomie Unii Europejskiej i krajowym

Unia Europejska jest liderem w działaniach podjętych w związku ze zmianami klimatu. W 2016 r. weszło w życie Porozumienie Paryskie, które zakłada, że do 2050 r. UE będzie pierwszą na świecie gospodarką, która osiągnie neutralność klimatyczną. Głównym celem jest zatrzymanie wzrostu średniej globalnej temperatury poniżej 2°C, aby złagodzić skutki zmian klimatu. UE zobowiązała się do zmniejszenia emisji o 55% do 2030 r.<sup>2</sup>

Zgodnie z porozumieniem Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu nałożono na Polskę oraz na inne kraje członkowskie obowiązki wynikające z wyznaczonych celów energetycznych UE. Najważniejsze z nich dotyczą pobudzania gospodarki, zwiększania zaangażowania w działania klimatyczne, a także zapewnienia gospodarstwom domowym i przedsiębiorstwom niedrogich, zrównoważonych i bezpiecznych dostaw energii. Na unię energetyczną składają się wymiary: bezpieczeństwo energetyczne, efektywność energetyczna, wewnętrzny rynek energii, obniżenie emisyjności oraz innowacje, konkurencyjność i badania naukowe. Rozporządzenie wprowadziło nowy element tj. Zintegrowane Krajowe Plany w zakresie Energii i Klimatu (KPEiK), nakładające na kraje członkowskie obowiązek opracowania planów w perspektywie 10 lat, a także dłuższej strategii obejmującej co najmniej 30 kolejnych lat. Obowiązkiem Komisji na podstawie dostarczonych dokumentów, informacji i planów jest ocena postępów z realizacji założeń unii energetycznej. Plany Krajowe przyczynią się do osiągnięcia wspólnych celów UE, m.in. poprawy efektywności energetycznej do 32,5% czy wzrostu udziału wykorzystania OZE do poziomu 32% (Dz. Urz. UE L. 328 2018, str. 1–17).

W dniu 30 grudnia 2019 r. Minister Aktywów Państwowych przekazał do Komisji Europejskiej Krajowy Plan na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021–2030. Główne cele klimatyczno-energetyczne wg wymiarów wyznaczone dla Polski przedstawiono w tabeli 1.

Ocena KPEiK wybranych 15 krajów, dokonana przez organizację *Climate Action Network* (CAN), wykazała, że plany większości państw są niewystarczające, aby osiągnąć założoną transformację energetyczną i osiągnąć cele określone podczas Porozumienia Paryskiego. Wiele krajów, w tym Polska, nie są zainteresowane wycofaniem się z dopłat do paliw kopalnych, spalania węgla i subsydiowania przemysłu węglowego, a ustalone cele znajdują się na zbyt niskim poziomie, aby ograniczyć emisję gazów cieplarnianych. (*Opportunities...* 2020, s. 4–13).

*Polityka Energetyczna Polski* to dokument, w którym wskazano strategię rozwoju polskiej energetyki. Nadrzędnym celem polityki energetycznej jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, wzrost konkurencyjności i efektywności energetycznej gospodarki krajowej oraz ochrona środowiska. Zgodnie z ustawą *Prawo energetyczne* z 10 kwietnia 1997 r. Rada Ministrów przyjmuje politykę energetyczną państwa co 5 lat, na wniosek ministra ds. energii. Dokument ten jest opracowywany zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju i obejmuje: diagnozę sytuacji i najważniejsze kierunki działań w sektorze energii oraz

<sup>2</sup> <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/climate-change/paris-agreement> (dostęp: 10.05.2023).

prognozy na okres nie krótszy niż 10 lat (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348, str. 164). W 2021 r. opublikowano Politykę Energetyczną Polski do 2040 r. Na jej kształt duży wpływ miało Porozumienie Paryskie i dążenie UE do neutralności klimatycznej do 2050 r., co dla Polski jest sporym wyzwaniem.

Tabela 1.

Główne cele Polski wg wymiarów unii energetycznej

Wymiar	Najważniejsze cele
obniżenie emisyjności	<ul style="list-style-type: none"> <li>– redukcja emisji gazów cieplarnianych w sektorach nieobjętych systemem ETS o 7% w porównaniu do poziomu z 2005 r.</li> <li>– redukcja średniego poziomu emisji CO<sub>2</sub> nowych samochodów o 31–37,5% w porównaniu z 2021 r.</li> <li>– zwiększenie udziału OZE w zużyciu energii brutto do 21–23%</li> </ul>
bezpieczeństwo energetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>– uruchomienie pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce w 2033 r.</li> <li>– redukcja udziału węgla w produkcji energetycznej do 56–60% w 2030 r.</li> <li>– rozwój elektromobilności i rozpowszechnianie paliw alternatywnych w transporcie</li> </ul>
efektywność energetyczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wzrost efektywności energetycznej o 23% w porównaniu z prognozami PRIMES2007</li> <li>– do 2040 r. potrzeby cieplne wszystkich gospodarstw domowych zaspakajane przez ciepło sieciowe lub niskoemisyjne źródła ciepła</li> </ul>
wewnętrzny rynek energii	<ul style="list-style-type: none"> <li>– inwestycje na rozwój krajowej sieci przesyłowej i połączeń transgranicznych</li> <li>– zwiększenie elastyczności pracy systemu energetycznego, tak aby właściwie reagował na zmiany popytu na energię i zwiększony udział wykorzystania OZE</li> </ul>
badania naukowe, innowacje i konkurencyjność	<ul style="list-style-type: none"> <li>– zwiększenie nakładów na B+R do 2,5% w 2030 r.</li> <li>– wzrost konkurencyjności na arenie międzynarodowej</li> </ul>

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Krajowy... 2019*, s. 24–67.

Transformację energetyczną oparto na 3 filarach:

- sprawiedliwa transformacja — transformacja ma przebiegać w sposób sprawiedliwy, tzn. każdy będzie mógł w niej uczestniczyć; ma zapewnić rozwój społeczności, która zostanie najmocniej dotknięta negatywnymi skutkami przekształceń (regiony węglowe); zapewniać nowe miejsca pracy w nowopowstałych gałęziach związanych m.in. z energią jądrową;
- zeroemisyjny system energetyczny — wprowadzenie energetyki jądrowej, morskich farm wiatrowych, a także zwiększenie udziału energetyki rozproszonej i obywatelskiej;
- dobra jakość powietrza — odchodzenie od paliw kopalnych; inwestycja w transformację sektora ciepłowniczego; promowanie zeroemisyjnych domów; elektryfikacja transportu (*Obwieszczenie... 2021*, s. 6).

Na ww. filarach opracowano cele szczegółowe, które pokrywają się z Krajowym Planem na rzecz Energii i Klimatu na lata 2021–2030, jak np. wzrost udziału OZE do 23%. Innymi ważnymi elementami wymienionymi w polityce energetycznej Polski w perspektywie do 2040 r. są:

- energetyka wiatrowa na morzu o mocy ok. 11 GW,
- wzrost mocy zainstalowanych w fotowoltaice do ok. 10–16 GW,
- rozbudowa infrastruktury gazu ziemnego, ropy naftowej i paliw ciekłych,
- transformacja regionów węglowych,
- redukcja ubóstwa energetycznego do poziomu 6% gospodarstw domowych,
- dążenie do zeroemisyjnej komunikacji publicznej w miastach po. 100 tys. mieszkańców,
- odejście od spalania węgla w gospodarstwach domowych,
- redukcja emisji gazów cieplarnianych o 30% w porównaniu z 1990 r. (Polityka *energetyczna*... 2021, s. 10–17).

W *Obwieszczeniu* wskazuje się na konieczność poniesienia znaczących nakładów inwestycyjnych, których wielkość może sięgnąć w latach 2021–2040 ok. 1600 mld zł. W większości finansowanie tych inwestycji będzie pochodzić ze środków krajowych (publicznych i prywatnych). Przyczyną tego jest prawdopodobne zmniejszenie środków w perspektywie 2021–2027 ze Wspólnej Polityki Rolnej i polityki spójności (*Obwieszczenie*... 2021, s. 6).

### 1.3. Bezpieczeństwo energetyczne vs. kryzys energetyczny 2021–2022

Globalny rynek paliw koncentruje się głównie na dwóch kluczowych surowcach, którymi są ropa naftowa oraz gaz ziemny. Największymi „graczami” na rynku ropy naftowej w 2021 r. były Stany Zjednoczone (ok. 11,9 mln baryłek dziennie), Arabia Saudyjska (ok. 10,94 mln baryłek dziennie) oraz Rosja (ok. 9,75 mln baryłek dziennie)<sup>3</sup>. Na rynku gazu ziemnego dominują Stany Zjednoczone ze względu na możliwości eksploatacji gazu łupkowego. Rosja odpowiada za 20% obrotu globalnego gazem. Oba te surowce są używane jako narzędzia wpływu na sytuację polityczno-ekonomiczną (Koptiew, Kłaczyński 2020, s. 3–4).

Współczesny system energetyczny jest narażony na wiele czynników, które mogą znacząco wpłynąć na jego funkcjonowanie. Źródła zagrożeń mogą mieć charakter wewnętrzny oraz zewnętrzny. Te pierwsze tworzą się w systemie energetycznym i można je kontrolować. Składają się na nie wszelkie awarie techniczne, błędy pracowników czy źle podjęte decyzje przez osoby decyzyjne w firmie energetycznej. Źródeł zewnętrznych zazwyczaj nie można kontrolować, gdyż wynikają one z otoczenia. Wymienia się zagrożenia:

- ekonomiczne — wahania cen nośników energii, zakłócenie dostaw;
- środowiskowe — zmiany klimatu, klęski żywiołowe, nadzwyczajne zjawiska pogodowe;
- społeczne — brak akceptacji społeczeństwa, co do danego źródła energii, ubóstwo energetyczne, nierówności społeczne;
- geologiczne — wyczerpanie zasobów paliw kopalnych,
- technologiczne — cyberprzestępstwa, awarie systemów, utrata danych, brak inwestycji w modernizację systemów wspierających działania energetyczne;
- geopolityczne — wykorzystywanie zasobów energetycznych jako broni politycznej (Kochanek 2021, s. 28–29).

<sup>3</sup> <https://www.eia.gov/international/rankings/world> (28.10.2023 r.).

W ostatnich latach gospodarki światowe muszą zmagać się z wieloma problemami. Pod koniec 2019 r. w Chinach zdiagnozowano pierwszy przypadek osoby chorej na nową odmianę wirusa. Dynamiczne rozprzestrzenienie się choroby na całym świecie skutkowało wybuchem pandemii, która miała wpływ na każde gospodarstwo domowe. Zamykanie granic, *lockdowny*, izolacja społeczeństwa wpłynęły na gwałtowny spadek popytu na energię i tym samym uderzyły w rynki surowców. Odnalazło to natychmiastowe odzwierciedlenie w cenach ropy naftowej, które gwałtownie spadły, co kraje OPEC nazwały „czarnym kwietniem” (Pronińska 2020, s. 156–160). W związku z tym OPEC w porozumieniu z innymi organizacjami zaczęło radykalnie ograniczać wydobycie, aby ceny surowców wzrosły i cała branża mogła odzyskać rentowność. Następnie złagodzone restrykcje, gospodarki zaczęły odżywać, co wpływało na szybko rosnący popyt, za którym nie nadążała podaż, co skutkowało wahaniami cen (Koptiew, Kłaczyński 2020, s. 9). Podaż surowca sukcesywnie zaczęła rosnąć, jednak nie zagwarantowało to względnej stabilności na rynku. W czwartym kwartale 2022 r. kraje OPEC+ planowały ograniczyć produkcję ropy. Celem takich decyzji było prawdopodobnie podniesienie cen oraz utrzymanie rezerwy zdolności produkcyjnych surowca<sup>4</sup>.

Pod koniec 2021 r. Europa doświadczyła gwałtownych podwyżek cen gazu. Wynikało to z kilku czynników, które pojedynczo miałyby niewielki wpływ, ale połączone zagroziły bezpieczeństwu energetycznemu:

- większe zapotrzebowania na gaz, przez ożywienie gospodarcze po pandemii COVID-19,
- niskie uzupełnienie zapasów gazu po mroźnej zimie 2020/2021,
- większe zużycie gazu latem ze względu na niekorzystne warunki pogodowe i za niską efektywność odnawialnych źródeł energii,
- dekarbonizacja,
- ograniczenie dostaw surowca z rosyjskiego Gazpromu, który przez presję ekonomiczną chciał wymusić korzystne decyzje administracyjne dotyczące uruchomienia gazociągu *Nord Stream 2*,
- popandemiczne zwiększenie zapotrzebowania największych importerów gazu LNG (Japonia, Chiny i Korea Południowa), którzy byli w stanie zapłacić za gaz więcej niż odbiorcy w Europie, spowodował mniejsze niż zwykle dostawy gazu LNG m.in. z USA do Europy (Pinheiro de Matos, Murillo Gili 2022, s. 29).

Główny dostawca gazu do Europy — Rosja — ograniczyła dodatkowe możliwości eksportu, tłumacząc się wysokim wewnętrznym zapotrzebowaniem. W związku z tym nad Europą pojawiło się widmo kryzysu energetycznego, które ujawniło mocną zależność krajów UE od importu surowców energetycznych (*The emerging...* 2021, s. 3). Sankcje nałożone na Rosję w związku z wojną w Ukrainie spowodowały, że Europa musiała szybko zdywersyfikować swoich dostawców. Obecny kryzys pokazuje, jakie są skutki nieodpowiednio zarządzanej, niskoemisyjnej gospodarki. Polityka energetyczna UE, która skupiła się na dążeniu do ograniczenia emisji CO<sub>2</sub>, nie była przygotowana na najgorsze scenariusze, które uwzględniałyby szoki na rynku energii (*Europe's Energy...* 2022, s. 1). Wśród Europejczyków

<sup>4</sup> <https://biznesalert.pl/opek-plus-planuje-zmniejszenie-wydobycia-ropy> (dostęp: 24.11.2022).

zaczęło szerzyć się pojęcie *blackout*. Jest to potoczne określenie masowej awarii systemowej, której skutkiem jest przerwa w dostawie energii (Kostyła, Zielonka 2021, s. 38).

Kolejnym wydarzeniem, które mocno wpłynie na bezpieczeństwo energetyczne w Europie jest wojna, która wybuchła 24 lutego 2022 r. w wyniku agresji Federacji Rosyjskiej na Ukrainę. Surowce importowane z Rosji wykorzystano jako broń gospodarczą i polityczną, a państwa uzależnione od ich dostaw, nie chcąc naruszyć swojego bezpieczeństwa energetycznego, były zmuszone do finansowania wojny. W marcu 2022 r. podczas posiedzenia Komisji Europejskiej przywódcy UE zgodzili się na jak najszybsze wycofywanie się z importu rosyjskiej energii. Komisja Europejska przygotowała szczegółowy plan szybkiego ograniczenia zależności od rosyjskich paliw kopalnych oraz transformacji ekologicznej (RePowerEU). W planie tym przewidziano m.in.:

- zwiększenie oszczędności energii,
- dywersyfikację dostaw energii, poprzez współpracę z międzynarodowymi partnerami, a także mechanizm wspólnych zakupów,
- przyspieszenie wprowadzania czystej energii — w ramach pakietu *Fit for 55* należało zwiększyć wykorzystanie energii odnawialnej z 40 do 45% do 2030 r.<sup>5</sup>

Również Międzynarodowa Agencja Energetyczna (ang. IEA) przedstawiła 10-punktowy plan, który ma zmniejszyć zależność UE od importu surowców z Rosji. Wymieniono tu takie działania, jak m.in. niezawieranie nowych kontraktów na dostawy gazu z Rosji, dywersyfikacja dostawców czy konieczność magazynowania gazu<sup>6</sup>.

Sezon gazowy w 2022/2023 r. był trudnym okresem ze względu na wysokie poziomy cen gazu oraz niepewność dostaw. Od wybuchu wojny w Ukrainie Rosja ograniczyła przepływy przez gazociąg *Nord Stream* do UE o ok. 80%. w odpowiedzi na sankcje nałożone w związku z konfliktem zbrojnym (*Gas Market...* 2022, s. 12). Poziom surowca w magazynach europejskich już zimą 2021 r. był bardzo niski, w tak krótkim czasie nie było więc możliwości zapewnienia dostaw tego nośnika energii w odpowiednich ilościach<sup>7</sup>. Zapewnienie bezpieczeństwa dostaw stało się priorytetem dla głównych regionów importujących gaz z Rosji. Europejczycy w tym celu zwiększyli zamówienia na gaz LNG oraz import surowca rurociągami z Norwegii, są też ustanawiane minimalne obowiązki związane z magazynowaniem oraz wdrażane środki oszczędzania energii. Oprócz tragedii ludzkiej wojna wywoła poważny kryzys energetyczny. Będzie miało to negatywny wpływ na wzrost gospodarczy i wywoła problemy z rosnącą inflacją, ze względu na wyższe ceny towarów (*Gas Market...* 2022, s. 6).

W grudniu 2022 r. przewodnicząca Komisji Europejskiej oraz Dyrektor Wykonawczy MAE przedstawili raport pt. *Jak uniknąć niedoborów gazu w Unii Europejskiej w 2023 r.*, w którym podsumowano działania podjęte w 2022 r. oraz przedstawiono rozwiązania, po-

<sup>5</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01a-a75ed71a1.0001.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01a-a75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF) (dostęp: 26.10.2023 r.).

<sup>6</sup> <https://www.iea.org/reports/a-10-point-plan-to-reduce-the-european-unions-reliance-on-russian-natural-gas> (dostęp: 03.04.2022).

<sup>7</sup> <https://www.osw.waw.pl/pl/publikacje/komentarze-osw/2022-03-11/rynek-i-polityka-gazowa-ue-a-wojna-na-ukrainie> (dostęp: 03.04.2022).

zwalające ograniczyć ryzyko niedoborów surowca w kolejnym roku. Okazało się, że 2022 r. pozwolił na imponujące postępy w zmniejszeniu zależności od importu gazu z Rosji, do czego przyczyniły się działania europejskich rządów, przedsiębiorstw oraz konsumentów, a także łagodna zima. Jednak okoliczności w 2023 r. mogą być inne i jeżeli rosyjskie dostawy spadną do zera, w UE może zabraknąć nawet 30 mld metrów sześciennych gazu ziemnego. Dlatego państwa już od początku roku muszą przygotowywać się na zimę 2023/2024, aby zminimalizować lukę między podażą a popytem. W raporcie zaleca się m.in.:

- zwiększenie środków wsparcia oraz rozszerzenie programów na renowację domów i poprawę wydajności urządzeń i oświetlenia, a także stosowanie inteligentnej technologii w celu poprawy efektywności energetycznej;
- uproszczenie procedur i zwiększenie zasobów administracyjnych w celu przyspieszenia wydawania zezwoleń na wykorzystanie OZE;
- zwiększenie wsparcia finansowego dla pomp ciepła i zmiany w przepisach podatkowych, a także kampanie skłaniające konsumentów do oszczędzania energii;
- zwiększenie skali produkcji biogazów niskoemisyjnych (*How to Avoid...* 2022, s. 2–4).

Pandemia koronawirusa oraz obecny konflikt zbrojny mają swój wpływ na wszystkie gospodarki światowe. Wydarzenia te ukazały, jak ważne jest bezpieczeństwo sektora energii w państwie, aby mogło ono sprawnie funkcjonować. Najbliższe lata dla energetyki będą wyzwaniem. Państwa będą radykalnie zmieniać łańcuchy dostaw surowców energetycznych w szybkim tempie, odbudować te, które zostały zerwane przez m.in. Covid-19 oraz mobilizować środki finansowe na inwestycje w rozwój energetyki krajowej (*Polityka energetyczna...* 2021, s. 4).

## 2. Czynniki determinujące rynek energetyczny w Polsce

### 2.1. Bilans energetyczny

Energia elektryczna jest jednym z ważniejszych czynników, które stymulują rozwój współczesnej gospodarki. Jest ona na tyle wyjątkowa, że nie posiada substytutów, a jej wytworzenie wiąże się z powstaniem kosztów dla środowiska naturalnego w postaci zanieczyszczeń (Pogorzelski 2017, s. 59).

Energię, ze względu na stopień przetworzenia, można podzielić na energię pierwotną i wtórną. Energia, która jest wytwarzana podczas wszelkich procesów spalania paliw pierwotnych (np. ropa naftowa, węgiel) oraz powstała z naturalnych źródeł energii (np. energia wiatru, słoneczna), jest nazywana energią pierwotną. Jej nośnikami są paliwa naturalne (energia chemiczna) w postaci stałej, ciekłej i gazowej oraz związki toru i uranu. Energia wtórna jest to natomiast przetworzona energia pierwotna. Do wtórnych nośników energii zalicza się: paliwa gazowe, ciekłe, jądrowe, a także parę, gorącą wodę, energię elektryczną i geotermię (Drozd 2020, s. 6).

Aby gospodarka mogła się rozwijać, potrzebne są stałe dostawy energii. Bilans energetyczny jest to zestawienie udziału poszczególnych nośników energii w ogólnej produkcji energii. Ważne jest, aby utrzymać równowagę i dostosować podaż do popytu na surowce energetyczne. Do trafniejszego przewidzenia przyszłego zapotrzebowania na energię powinno uwzględniać się aspekty ekonomiczne i ekologiczne (Marks-Bielska i in. 2019, s. 1).

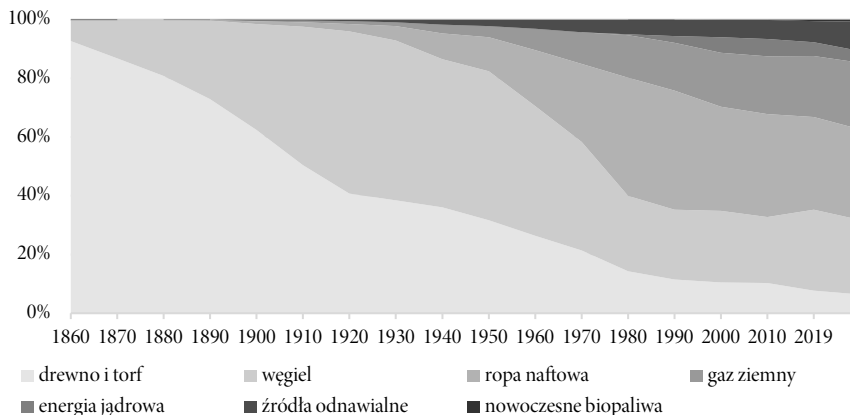
Na rysunku 4. przedstawiono zmiany w bilansie energetycznym świata w latach 1850–2019. Do rozpoczęcia I rewolucji przemysłowej najczęściej wykorzystywanym źródłem energii było drewno. Przez wiele wieków zaspakajano nim potrzeby człowieka, tj. ogrzanie się i przygotowanie posiłków. Wraz z rozwojem przemysłu pojawiło się większe zapotrzebowanie na energię, w związku z czym rozpoczęła się „era węgla”. W XX w. zaczęto wykorzystywać ropę naftową, następnie gaz ziemny, a po wielkim kryzysie paliwowym lat 70. XX w. — energię jądrową (Soliński, Gawlik 2012, s. 143–144). Obecnie najwięcej energii po-



zyskuje się z ropy naftowej, węgla oraz gazu ziemnego. Nadal w większości wykorzystuje się paliwa kopalne (ok. 80%), a źródła niskoemisyjne (jądrowe i odnawialne) stanowią ok. 20%.

Rysunek 4.

Globalne zużycie nośników energii wg źródła w latach 1850–2019 (%)

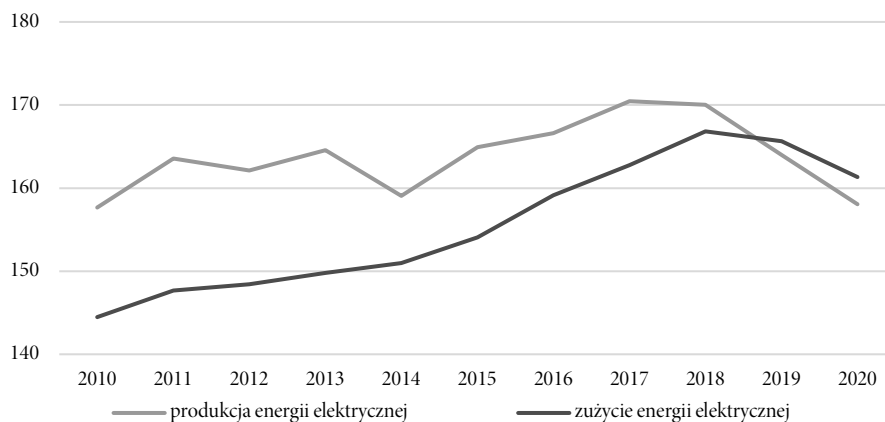


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z [ourworldindata.org/energy-mix](https://ourworldindata.org/energy-mix).

W Polsce do 2018 r. krajowa produkcja energii elektrycznej wystarczała na pokrycie popytu. Jednak na przełomie 2018 i 2019 r. sytuacja ta zmieniła się i podaż spadła poniżej poziomu konsumpcji. W związku z tą zmianą, Polska musi importować energię z zagranicy, aby zaspokoić popyt krajowy. Jest zauważalne, że produkcja w 2020 r. była na tym samym poziomie co w 2010 r. Natomiast konsumpcja wzrosła o 12% — z 144,4 TWh, do 161,3 TWh (rysunek 5.).

Rysunek 5.

Produkcja i zużycie energii elektrycznej w Polsce w latach 2010–2020 (tys. TWh)

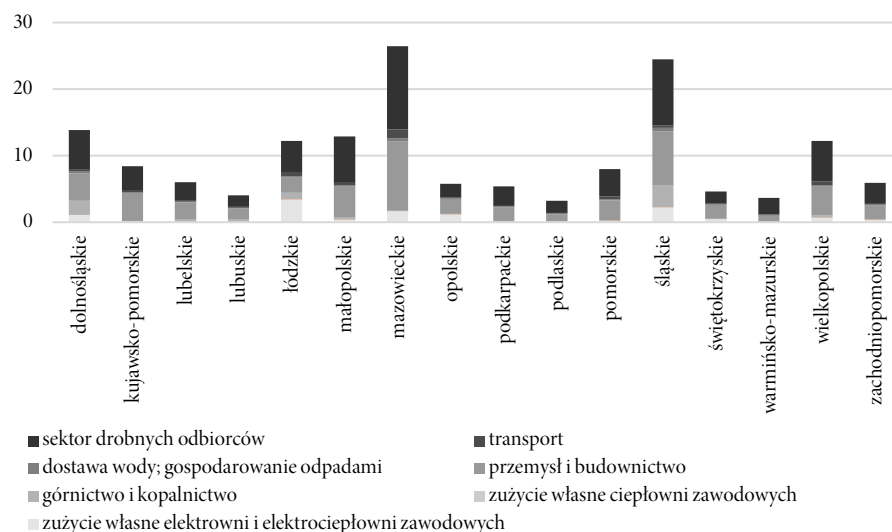


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Jak wynika z danych zamieszczonych na rysunku 6., największe zużycie energii w 2020 r. odnotowano w woj. mazowieckim (26,44 TWh) i śląskim (24,48 TWh). Za konsumpcję energii w największym stopniu odpowiadają drobni odbiorcy, czyli rolnictwo, gospodarstwa domowe i pozostali. Energia w dużym stopniu jest potrzebna w sektorze przemysłowym i budowniczym. Najmniej energii zużywa się w takich województwach, jak lubuskie (40,39 TWh), podlaskie (32,36 TWh) i warmińsko-mazurskie (36,36 TWh).

Rysunek 6.

Zużycie energii elektrycznej w 2020 r. wg województw i sektorów (TWh)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

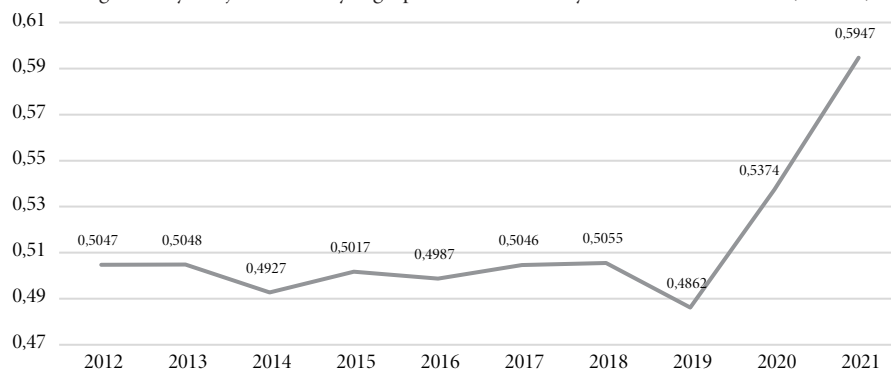
Surowce energetyczne są źródłem problemów na świecie, takich jak: wyczerpywanie się zasobów, potrzeba oszczędności energii, wpływ na stan środowiska przez emisję zanieczyszczeń do atmosfery, nagłe zmiany cen surowców energetycznych na rynku czy niestabilna sytuacja polityczna w państwach posiadających największe zasoby strategicznych surowców energetycznych (Geise 2019, s. 21–22). Zwraca się uwagę, że problemem nie jest tylko skończoność zasobów, ale też nierównomierna lokalizacja surowców na Ziemi. Niesie to za sobą konsekwencje, które mają wpływ na bezpieczeństwo ekonomiczne oraz energetyczne poszczególnych państw (Al-Masny 2019, s. 18).

Ważnym czynnikiem, który wpływa na całą gospodarkę, jest cena energii. Wzrost cen prądu niesie ze sobą dalekosiężne konsekwencje, które skutkują podwyżkami cen reszty towarów i usług. Na rysunku 7. ukazano, jak zmieniały się ceny energii elektrycznej dla gospodarstw domowych w Polsce w latach 2012–2021. W 2019 r. jest widoczny spadek cen energii, co wiąże się z wprowadzeniem ustawy o cenach energii elektrycznej, która zakładała stałe ceny energii. Po wygaśnięciu ustawy jest zauważalny dynamiczny wzrost cen, na które

miały wpływ wzrost ceny uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> oraz ceny węgla<sup>1</sup>. W 2021 r. za 1 kWh trzeba było zapłacić niemal 0,60 zł, co oznacza, że względem 2019 r. cena prądu wzrosła o 22%.

Rysunek 7.

Cena energii elektrycznej dla odbiorcy w gospodarstwie domowym w latach 2012–2021 (zł/kWh)

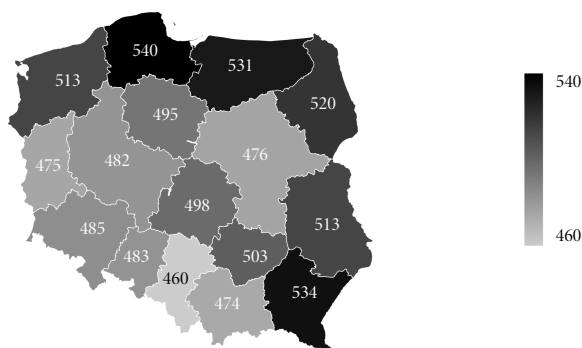


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z ARE.

Na rysunku 8. zaprezentowano ceny nośników energii elektrycznej w 2020 r. w poszczególnych województwach liczone metodą mediany. Zaobserwować można, że najwyższe ceny zaistniały w północno-wschodniej Polsce. Najwięcej za energię płacono w woj. pomorskim (540,48 zł/MWh), podkarpackim (534,04 zł/MWh) oraz warmińsko-mazurskim (531,00 zł/MWh). Natomiast najniższe ceny zaobserwowano w woj. śląskim (460,29 zł/MWh), małopolskim (474,23 zł/MWh), a także zachodniopomorskim (475,17 zł/MWh).

Rysunek 8.

Ceny energii elektrycznej wg województw w 2020 r. liczone metodą mediany (zł/MWh)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

<sup>1</sup> <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/aktualnosci/9963,Od-stycznia-za-prad-zaplacimy-o-21-zl-wiecej.html> (dostęp: 13.04.2022).

Ceny energii elektrycznej są zróżnicowane na całym świecie, a na ich wysokość wpływają różne uwarunkowania, m.in. struktura energetyczna kraju, ceny paliw na rynkach międzynarodowych, połączenia międzysystemowe, koncentracja dostawców, warunki pogodowe, wielkość popytu i sposób zarządzania nim oraz efektywność energetyczna (Marczak 2018, s. 9).

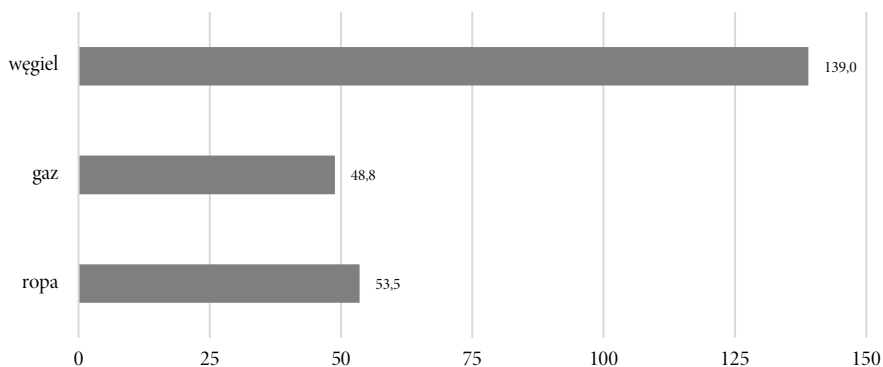
## 2.2. Konwencjonalne źródła energii

Najczęściej wykorzystywanymi źródłami do produkcji energii są źródła nieodnawialne — nie są w stanie odnowić się w krótkim okresie, co oznacza, że ich nadmierna eksploatacja może powodować całkowite wyczerpanie ich zasobów. Zalicza się do nich: minerały kopalne (np. węgiel, ropa, gaz, łupki) oraz minerały rozszczepialne (np. uran i tor). Rozwój przemysłu, rewolucje naukowo-techniczne, elektroniczne i informatyczne doprowadziły do nasilonej eksploatacji surowców kopalnych. Poziom życia społeczeństw wzrósł, lecz odbyło się to kosztem zanieczyszczenia i zdegradowania środowiska naturalnego (Sadowski i in. 2008, s. 289–290).

Wśród najistotniejszych źródeł energii wymienia się ropę naftową, gaz ziemny oraz węgiel kamienny i brunatny. Każdy z tych surowców odgrywa kluczową rolę w przemyśle energetycznym, a poziom ich rezerw i wielkość produkcji informują o sile danych gospodarek na arenie międzynarodowej. Kraje, które nie są członkami Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD), zawdzięczają swój rozwój m.in. wydobyciu i zużyciu węgla w produkcji. Wykorzystanie gazu powoduje niższą emisję CO<sub>2</sub> o ok. 60%, co może wskazywać na to, że będzie on odgrywał rolę przejściową w kierunku paliw odnawialnych. Natomiast ropa naftowa, według scenariuszy wydobycia złóż tego surowca sporządzonych przez USA i Kanadę, będzie głównym źródłem energii do 2030 r. Kierunek rozwoju sektorów tych surowców będzie miał duży wpływ na zróżnicowanie rozwoju gospodarczego poszczególnych państw oraz zmian w bilansie energetycznym (Geise 2019, s. 19–20, 24).

Rysunek 9.

Rezerwy paliw kopalnianych wg stanu na 2020 r. (lata)



Źródło: opracowanie własne na podstawie *bp Statistical Review of World Energy 2021*.

Prognozowane globalne rezerwy ww. surowców energetycznych wg stanu na 2020 r. przedstawiono na rysunku 9. Rezerwy ropy naftowej wynoszą 17,3 bln baryłek, co przy rocznym zużyciu na poziomie 35,9 mln baryłek oznacza zapas tego surowca na ok. 53 lata. Zapas gazu ziemnego wg analiz wystarczy do ok. 2069 r. Natomiast prognozy dla węgla są najbardziej optymistyczne i zapowiadają, że tego surowca wystarczy na kolejne 139 lat. Na prognozy wpływa wiele czynników, które mogą wydłużyć bądź skrócić prognozę, czego przykładem może być wpływ pandemii Covid-19 na spadek popytu na ropę naftową.

Rosnąca liczba ludności, wzrost globalnego popytu i podaży, wzrost dochodu oraz szybki rozwój gospodarek przyspieszają zużycie paliw kopalnianych. Dlatego tak duże znaczenie ma racjonalne wykorzystanie zasobów nieodnawialnych oraz poszukiwanie nowych rozwiązań, które w przyszłości będą mogły zastąpić konwencjonalne źródła energii (Janiszewska 2019, s. 7).

### 2.2.1. Węgiel kamienny i brunatny

Jednym z kluczowych surowców energetycznych jest węgiel. Światowa produkcja węgla stale rośnie, mimo że jest on w dużym stopniu odpowiedzialny za zanieczyszczenie środowiska i emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery, co ma negatywny wpływ na zdrowie i klimat (*Węgiel brunatny...* 2020, s. 4). Postęp techniczny znajduje coraz to szersze zastosowanie dla tego surowca — inne niż jako czynnik energetyczny. W zakresie polityki energetyczno-klimatycznej kładzie się nacisk na odchodzenie od węgla. Dekarbonizacja jest wymuszana przez nakładanie zobowiązań na redukcję emisji CO<sub>2</sub>, obniżanie opłacalności wykorzystania w energetyce czy wykluczania inwestycji w tym kierunku (Laskowski, Stępiński 2019, s. 5–6).

Porównując węgiel brunatny z kamiennym, należy zwrócić uwagę, że to ten pierwszy jest bardziej szkodliwy dla środowiska. Wydobywa się go w kopalniach odkrywkowych (na powierzchni), co jest tańszą metodą eksploatacji, ale generuje ukryte koszty dla środowiska i społeczeństwa. W dodatku uważany jest za „gorszy węgiel” ze względu na mniejszą wartość opałową i dużą zawartość wody. Oznacza to, że potrzeba większej ilości tego węgla, aby wyprodukować taką samą ilość energii co z węgla kamiennego. Pomimo zaangażowania państw UE w przeciwdziałanie zmianom klimatu, to one są głównymi producentami i konsumentami węgla brunatnego. Każdego roku produkcja i wydobycie węgla w Europie stanowi aż 50% światowego wydobycia (*Węgiel brunatny...* 2020 r. s. 4–5).

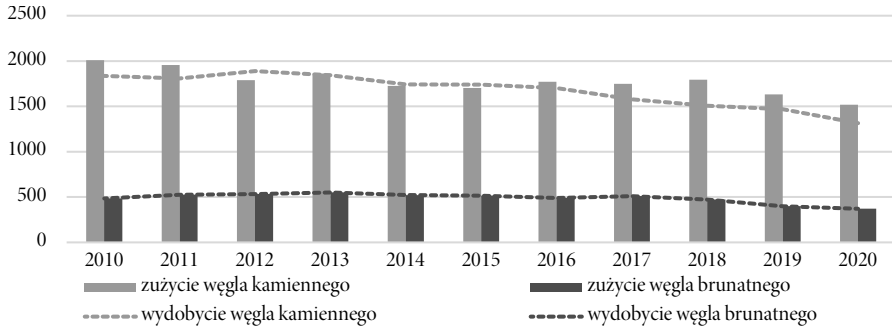
Węgiel kamienny jest polskim surowcem strategicznym. W Polsce są zlokalizowane jedne z większych złóż węgla kamiennego w Europie, w związku z czym jest ona największym producentem tego surowca w UE. Większość kopalni usytuowanych jest na Górnym Śląsku (Gierlach 2019, s. 26–29). Polska, opierając energetykę na węglu, posiada dużą niezależność od innych państw, co daje poczucie bezpieczeństwa i stabilizacji. Jednak rola węgla będzie musiała się zmniejszać (Szczerbowski 2013, s. 39).

Jak wynika z danych zamieszczonych na rysunku 10., w Polsce w większym stopniu wydobywa się i wykorzystuje węgiel kamienny. Węgiel brunatny jeszcze niedawno odgrywał ważną rolę — jego wydobycie niemal w całości pokrywało zapotrzebowanie w ciepłownictwie i produkcji energii elektrycznej (Gierlach 2019, s. 27). Obecnie odchodzi się od węgla na rzecz gazu ziemnego oraz OZE. W ostatnich latach obserwuje się systematyczny spadek

wydobycia tego surowca. Przez ostatnie 10 lat wydobywanie węgla kamiennego zmniejszyło się o 28,37%, natomiast węgla brunatnego o 23,66%. Popyt na węgiel również ma tendencję spadkową. W 2020 r. w porównaniu z 2010 r. zużycie węgla kamiennego spadło o 24,43%, a brunatnego o 23,60%. Zużycie przekracza krajowe wydobywanie ze względu na niską efektywność polskiego górnictwa (Laskowski, Stępiński 2019, s. 7–8).

Rysunek 10.

Wydobycie i zużycie węgla kamiennego oraz brunatnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)

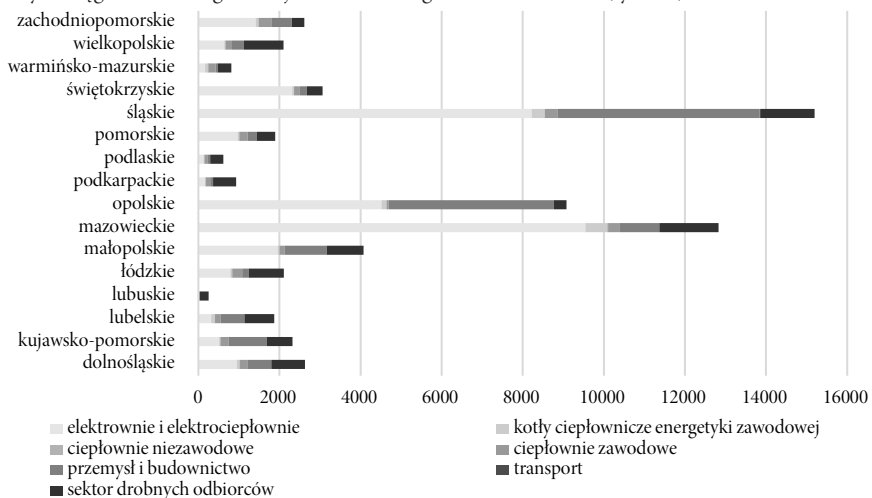


Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans...* 2021, s. 9 i 14.

Na rysunku 11. przedstawiono dane dotyczące zużycia węgla kamiennego wg województw w 2020 r. Największe zużycie odnotowano w woj. śląskim (15,19 mln ton), mazowieckim (12,82 mln ton) i opolskim (9,08 mln ton). Surowiec ten wykorzystywano w większości do zasilania elektrowni i elektrociepłowni oraz w przemyśle i budownictwie.

Rysunek 11.

Zużycie węgla kamiennego w województwach wg sektorów w 2020 r. (tys. ton)

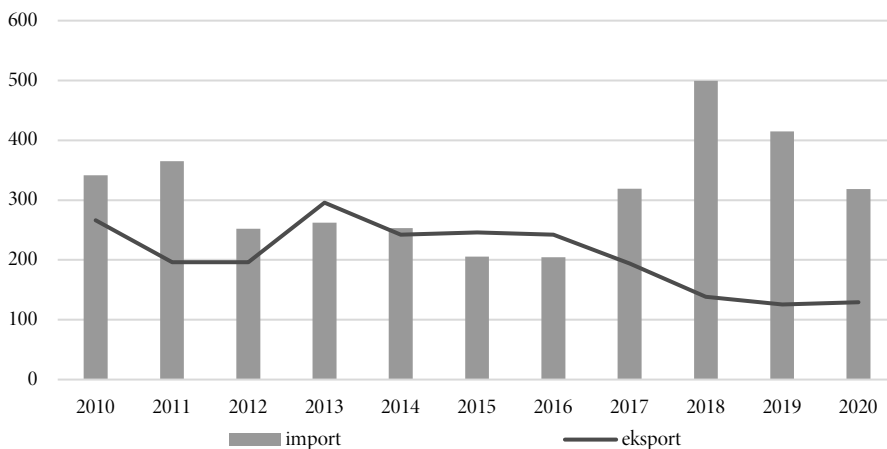


Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Mimo spadku sprzedaży wynikającej z polityki dekarbonizacji prowadzonej przez UE oraz rozwijania OZE, Polska nadal pozostaje ważnym eksporterem węgla kamiennego (rysunek 12.). Odbiorcami węgla kamiennego z Polski jest ponad 30 państw, w tym m.in. Niemcy, Czechy, Norwegia i Włochy. Polska importowała węgiel z Federacji Rosyjskiej (60%), Czech (18%) i USA (13%) (Gierlach 2019, s. 28). Ze względu na wojnę w Ukrainie i sankcje nałożone na Rosję, zdywersyfikowano strukturę dostawców. W 2022 r. głównymi dostawcami węgla były: Kazachstan i RPA (po 17%) oraz Kolumbia (15%). Import rosyjskiego surowca ograniczono do 13% (*Energy Transition... 2023*, s. 42). Eksport w 2020 r. spadł względem 2010 r. aż o 51,58%. Od 2016 r. odnotowano znaczny wzrost ilości węgla importowanego. Import surowca do Polski w ostatnich latach przewyższa eksport. Występujące w Polsce zasoby znajdują się w coraz głębszych pokładach, przez co dostęp do nich jest utrudniony. Wiąże się to z dodatkowymi kosztami wydobycia i sprawia, że import surowca okazuje się tańszą opcją. Bez poniesienia nakładów na rozwój górnictwa import będzie wypierał krajowe wydobycie (Laskowski, Stępiński 2019, s. 7). Polityka energetyczna do 2040 r. zakłada ograniczenie roli węgla do minimum, tzn. popyt na węgiel kamienny ma być zaspokojony przez krajowe wydobycie, natomiast relacja eksport/import ma mieć charakter wyłącznie uzupełniająca (*Polityka energetyczna... 2021*, s. 8).

Rysunek 12.

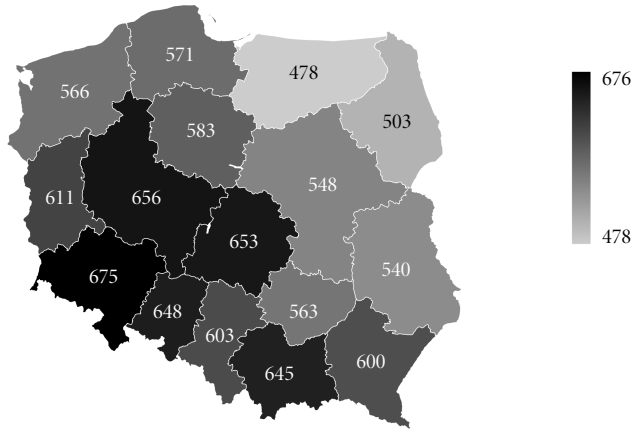
Import i eksport węgla kamiennego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans... 2021*, s. 11–12.

Analizując ceny węgla w 2020 r. (rysunek 13.), można zaobserwować, że najwyższe wartości surowiec ten osiągał w południowo-zachodniej Polsce. Za tonę węgla najwięcej musieli zapłacić mieszkańcy woj. dolnośląskiego (675,96 zł/t), wielkopolskiego (656,49 zł/t) oraz łódzkiego (653,33 zł/t). Mieszkańcy woj. warmińsko-mazurskiego, podlaskiego mogli cieszyć się niższymi cenami, odpowiednio 478,19 zł/t oraz 502,63 zł/t.

Rysunek 13.

Cena zakupu węgla kamiennego w 2020 r. wg województw liczona metodą mediany (zł/t)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

W 2022 r. zakazano importu oraz tranzytu przez Polskę węgla z Rosji i Białorusi w związku z działaniami wojennymi w Ukrainie. Embargo wraz z zwiększonym zapotrzebowaniem na węgiel spowodowało gwałtowny wzrost cen tego surowca energetycznego z poziomu ok. 800 zł/t do 2–3 tys./t czyli o prawie 300%. Dodatkowo dostępność węgla jest ograniczona — nie tylko w Polsce, ale i na świecie. W Polsce blisko 2 mln gospodarstw domowych wykorzystuje węgiel do ogrzania budynków. Gospodarstwa te, biorąc pod uwagę, że ceny węgla będą dalej rosnąć, a dostępność będzie jeszcze bardziej ograniczona, zagrożone są ubóstwem energetycznym<sup>2</sup>.

### 2.2.2. Ropa naftowa

Ropa naftowa często określana jest jako „czarne złoto”. Wśród jej zalet należy wymienić wysoką wartość opałową, niskie koszty eksploatacji oraz transportu (rurociągi, tankowce). Wykorzystuje się ją nie tylko jako surowiec, z którego wytwarza się paliwa, ale również do produkcji smarów, asfaltów, olejów i innych materiałów syntetycznych. Największe złoża tego surowca, odpowiadające ok. 70% zasobów na świecie, znajdują się w Rejonie Zatoki Perskiej. Jest to obszar wielu konfliktów, które są jednym z wielu czynników wpływających na jej ceny. Wysokie ceny powodują zahamowanie wzrostu gospodarczego, spowolnienie produkcji i destabilizację na światowych rynkach. Szacuje się, że udział importu ropy do UE z Rejonu Zatoki Perskiej wynosi ok. 45% (Pangsy-Kania 2017, s. 439–447).

W związku z wyjątkowością i dużym wpływem na gospodarki światowe analiza rynku ropy naftowej jest skomplikowana — zwłaszcza jeśli chodzi o prognozowanie popytu i cen. Do czynników, które wpływają na ceny, należą uwarunkowania ekonomiczne, geologiczne,

<sup>2</sup> <https://globenergia.pl/beda-doplaty-do-zakupu-wegla-ocenia-my-inicjatywe-ogloszona-przez-rzad> (dostęp: 21.06.2022).



geograficzne i polityczne poszczególnych państw oraz działania największych spółek wydobywczych i państw OPEC — sposób zarządzania zasobami surowca oraz wykorzystywane technologie wydobywania. W perspektywie krótkoterminowej na cenę wpływają spekulacje na rynkach kapitałowych, wynikające z wydarzeń, takich jak np. wojny, przewroty polityczne, kryzysy gospodarcze oraz katastrofy naturalne. Rynek ropy charakteryzuje się niską cenową elastycznością popytu, co oznacza, że zmiany ceny paliw w małym stopniu mają wpływ na decyzje konsumentów (Grzelak 2016, s. 138).

Wahania cen tego surowca energetycznego mają ogromny wpływ na sytuację gospodarczą, społeczną i polityczną państw rozwijających się oraz rozwiniętych. Oddziałują ona na poziom kosztów produkcji, wydatków konsumentów, a także kursów walut, które wpływają m.in. na handel międzynarodowy. Reakcja na zmiany cen ropy jest różna w zależności od tego, czy dotyczy państw, które surowiec ten produkują i eksportują, czy też importują, oraz od tego, czy ceny nośnika rosną, czy spadają. Z zależności tych wynika konieczność dostosowania polityki gospodarczej do stosunku między wzrostem gospodarczym a cenowymi szokami naftowymi (Geise 2019, s. 9). Obecnie w państwach rozwijających się jest widoczne zwiększenie popytu na ropę, natomiast kraje rozwinięte odnotowują spadek popytu (Grzelak 2016, s. 139). Najwyższe w historii ceny ropy naftowej wynosiły 147,16 USD/baryłka (dn. 11.07.2008 r.) i wiązały się ze światowym kryzysem gospodarczym, natomiast minimalne — 6,59 USD/baryłka (dn. 21.04.2020 r.), co wynikało ze spadku popytu, czego powodem było zamknięcie gospodarek w związku z pandemią COVID-19<sup>3</sup>.

Polska jest uznawana za „kolebkę” przemysłu naftowego, którego początek nastąpił w 1853 r., gdy Ignacy Łukasiewicz przeprowadził proces destylacji ropy naftowej. Już rok później uruchomiono w Polsce pierwszą na świecie rafinerię w Kłęczanach k. Grybowa. Na skutek zmian terytorialnych po I i II wojnie światowej produkcja ropy naftowej w Polsce została mocno ograniczona. Obecnie w Polsce istnieją cztery rejony, z których wydobywa się ropę: Niż Polski, szelf Morza Bałtyckiego, Karpaty i Podgórze Karpackie (Kamyk, Kot-Niewiadomska 2019, s. 891).

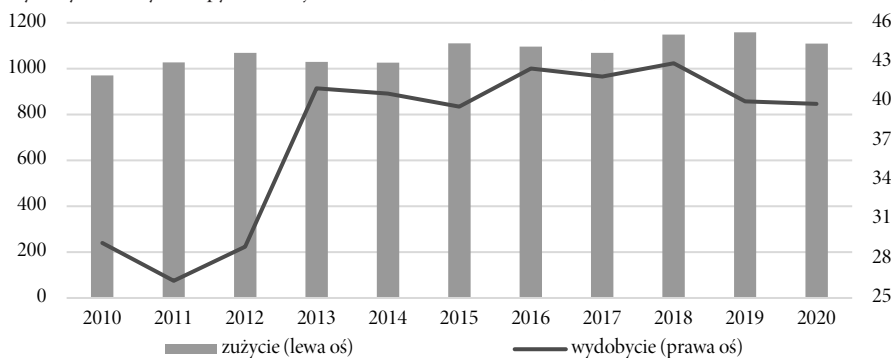
Na rysunku 14. zaprezentowano wartości poziomu zużycia oraz wydobywania ropy naftowej w Polsce w latach 2010–2020. Należy zauważyć, że popyt na ten surowiec energetyczny ma tendencję wzrostową z drobnymi fluktuacjami, a w ciągu 10 lat wzrósł o 14,2%. Największe wydobycie w Polsce ma miejsce w rejonie Niżu Polskiego, którego udział w eksploatacji wynosi ok. 74%, z czego aż 64% produkcji krajowej wydobywa się ze złóż Barnówko-Mostono-Buszewo (BMB), Lubiatów i Grotów (Kamyk, Kot-Niewiadomska 2019, s. 894). Krajowe zasoby ropy pokrywają zapotrzebowanie jedynie w ok. 3%.

Posiadanie strategicznych zasobów ropy naftowej z perspektywy bezpieczeństwa energetycznego stanowi istotne zabezpieczenie przed przerwami dostaw tego surowca i gwarantuje stabilność zarówno gospodarczą, jak i polityczną danego państwa. Ze względu na brak zasobów, które mogłyby zaspokoić popyt na ropę, Polska tak jak wiele innych krajów europejskich, jest zmuszona importować ten surowiec energetyczny. Na rysunku 15. przedstawiono wielkość importu i eksportu ropy naftowej w Polsce w ostatnich 10 latach. Blisko 97% tego surowca pochodzi z importu.

<sup>3</sup> <https://www.bankier.pl/inwestowanie/profile/quote.html?symbol=ROPA-WTI> (dostęp: 14.02.2022).

Rysunek 14.

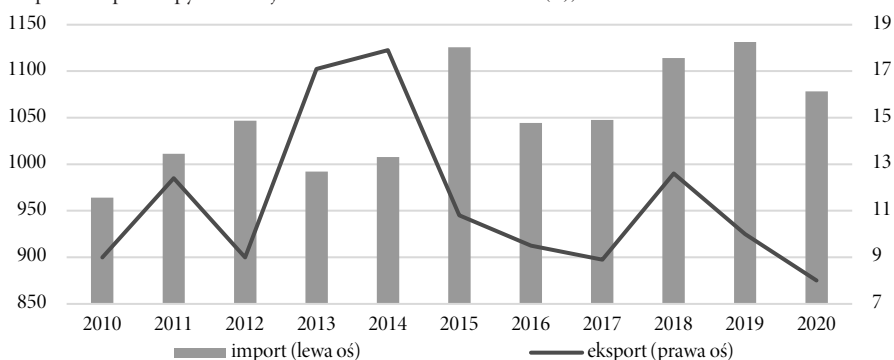
Wydobycie i zużycie ropy naftowej w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans...* 2021, s. 9 i 14.

Zgodnie z raportem Polskiej Organizacji Przemysłu i Handlu Naftowego, w 2022 r. rafinerie krajowe przerobiły o 8% więcej ropy naftowej, niż w 2021 r. Nie zaspokoiło to (tak jak w latach poprzednich) krajowego zapotrzebowania na ten surowiec, a więc nadal istotną rolę odgrywał import ropy naftowej z zagranicy. Głównym dostawcą tego surowca w 2021 r. była Federacja Rosyjska, której udział wynosił ok. 60%. Ropa z kierunku wschodniego jest przesyłana niemal w całości za pomocą rurociągu Przyjaźń. Polska również eksportuje swoje złoża za pomocą tego rurociągu (Gędek, Ruszel 2016, s. 267–268). Sankcje nałożone na ropę rosyjską w 2022 r., w związku z działaniami wojennymi prowadzonymi w Ukrainie, przyczyniły się do zmian kierunków dostaw. W trakcie 2022 r. znaczące stały się dostawy ropy z Arabii Saudyjskiej (ok. 29%) oraz uzupełniające z Norwegii (ok. 12%), Wielkiej Brytanii (ok. 6%), USA (ok. 4%) i Kazachstanu (ok. 2%). Udział ropy naftowej pochodzącej z Rosji spadł z 60% do 42%. Biorąc pod uwagę tylko IV kwartał 2022 r., udział rosyjskiej ropy w strukturze dostawców stanowił tylko 22% (*Raport roczny...* 2023, s. 22).

Rysunek 15.

Eksport i import ropy naftowej w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans...* 2021, s. 11–12.

W Polsce ze względu na warunki geologiczne istnieje duży potencjał w zakresie magazynowania ropy naftowej, co ma pozytywny wpływ na bezpieczeństwo energetyczne. Polska przed wojną w Ukrainie była krajem tranzytowym dla ropy przesyłanej z Federacji Rosyjskiej do rafinerii w Niemczech za pomocą rurociągu Przyjaźń. Pakiet unijnych sankcji zakazał importu surowca przez terytorium Polski. Po odcięciu dostaw ropociągami z Rosji, gdański Naftoport stał się ważnym punktem na mapie Europy. Embargo na rosyjski surowiec, a także obawy przed zniszczeniem infrastruktury przesyłowej przez działania wojenne w Ukrainie sprawiły, że kolejne kraje zwiększają zakupy surowca dostarczanego drogą morską<sup>4</sup>. Kolejne inwestycje mogą sprawić, że Polska stanie się ważnym łącznikiem handlu ropą (Gędek, Ruszel 2016 s. 267–268). Dla bezpieczeństwa energetycznego Polski jest ważne, aby zapewnić stabilne i stałe dostawy ropy naftowej oraz zadbać o rozwój odpowiedniej infrastruktury magazynowej. Magazyny powinny być w stanie pomieścić zapasy tego surowca tak, aby zapewnić ciągłość funkcjonowania gospodarki w przypadku ewentualnych przerw w jej dostawach (Gryzik 2019, s. 73).

### 2.2.3. Gaz ziemny

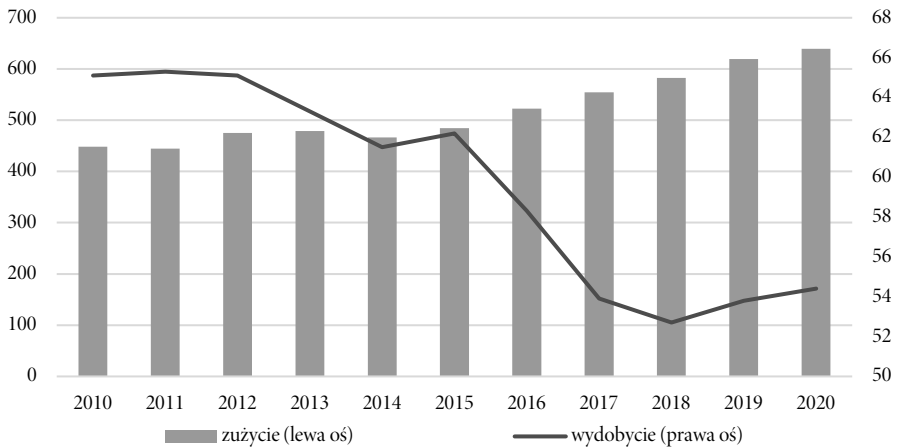
Kolejnym nośnikiem energii jest gaz ziemny, który ze względu na wiele zalet jest najczęściej preferowanym źródłem energii. Wykorzystanie gazu ziemnego w celach przemysłowych zapoczątkowano w XX w. w Wielkiej Brytanii i Stanach Zjednoczonych. Był to gaz pozyskiwany ze źródeł konwencjonalnych, natomiast od kilkunastu lat w USA i Kanadzie pozyskuje się go ze źródeł niekonwencjonalnych (Pindór, Preisner 2013, s. 44–45). W porównaniu z innymi surowcami kopalnymi gaz jest najmniej szkodliwy dla środowiska, jego magazynowanie i transport zwłaszcza w postaci skroplonej są bardziej ekonomiczne. Dodatkowo jego właściwości mają szerokie zastosowanie, m.in. w przemyśle, wytwarzaniu energii elektrycznej, do celów grzewczych czy jako paliwo. Znaczenie gazu ziemnego w światowej gospodarce stale rośnie, jest on istotnym surowcem w zrównoważonej polityce energetycznej (Ervural i in. 2016, s. 538).

Największe złoża gazu ziemnego w Polsce występują na Niziu Polskim (67%) oraz na Podgórzu Karpat (28%). Pozostałe 5% znajduje się w strefie ekonomicznej Bałtyku oraz na obszarze Karpat (Czwołek 2018, s. 30). Jak wynika z danych zaprezentowanych na rysunku 16., wydobycie gazu ziemnego w Polsce w 2020 r. wynosiło 54,4 PJ, co oznacza spadek względem 2010 r. o 16,44%, kiedy to wydobycie kształtowało się na poziomie 65,1 PJ. Mniejsza eksploatacja krajowych zasobów jest zgodna z trendem panującym w UE i wiąże się ze zwiększeniem importu. Natomiast popyt w Polsce na gaz z roku na rok rośnie i w 2020 r. zużycie gazu wyniosło 639,1 PJ. Przyczyną są nowe inwestycje w elektrociepłownie zaopartywane gazem (Cieślík i in. 2018, s. 193–194).

<sup>4</sup> <https://www.money.pl/gielda/polski-port-coraz-wazniejszy-dla-niemcow-korzystamy-na-tym-6908564441000576a.html> (27.10.2023 r.).

Rysunek 16.

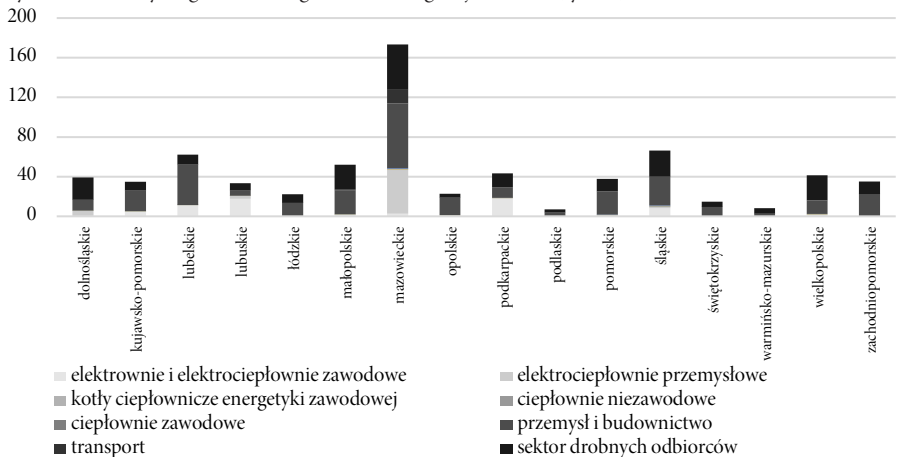
Wydobycie i zużycie gazu ziemnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans...* 2021, s. 9 i 14.

Z danych zamieszczonych na rysunku 17. wynika, że liderem w konsumpcji gazu jest woj. mazowieckie (173,4 PJ). W znacznym stopniu jest on tam wykorzystywany w przemyśle i budownictwie (ok. 38%) oraz elektrociepłowniach (ok. 25%).

Rysunek 17. Zużycie gazu ziemnego w 2020 r. wg województw (tys. TJ)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Cena gazu różni się w poszczególnych województwach. Uwidaczniają to dane, zaprezentowane na rysunku 18., gdzie podano ceny gazu w 2020 r. liczone metodą mediany. Najwięcej za ten surowiec muszą płacić mieszkańcy północno-zachodniej Polski. Najwyższa cena ukształtowała się na poziomie 1956,39 zł/m<sup>3</sup> w woj. lubuskim, a najniższa w woj.

świętokrzyskim (1705,88 zł/m<sup>3</sup>). Więcej trzeba też płacić w woj. warmińsko-mazurskim (1917,16 zł/m<sup>3</sup>) i pomorskim (1878,15 zł/m<sup>3</sup>). Różnica między najwyższą a najniższą ceną wynosi 250,51 zł.

Rysunek 18.

Ceny gazu w 2020 r. wg województw liczone metodą mediany (zł/tys. m<sup>3</sup>)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Największy udział w produkcji gazu ziemnego na świecie mają Stany Zjednoczone oraz Rosja. W Europie najistotniejszymi producentami są Holandia, Norwegia oraz Dania (Geise 2019, s. 26). Z Federacji Rosyjskiej do Europy prowadzi kilka gazociągów: Gazociąg Północny (*Nord Stream*), Jamał, Przyjaźń oraz Błękitny Potok. System gazociągów jest dość skomplikowany, ale pozwala on na dalszy transport gazu, nawet podczas awarii w danej jego części (*Offshore...* 2020, s. 2). W październiku 2022 r. zakończono inwestycję *Baltic Pipe* i uruchomiono transport gazu z Norwegii do Danii i Polski. Rosja ma duży wpływ na rynek gazu i może grozić jego odłączeniem lub podnosić ceny. Projekt *Baltic Pipe* jest szansą dla Polski, która może stać się eksporterem gazu do Europy, co będzie miało pozytywny wpływ na integrację europejską oraz pozwoli na ujednoczenie cen surowca w stosunku do państw Europy Zachodniej (Koryl 2019, s. 35).

W 2021 r. ukończono budowę gazociągu *Nord Stream 2*, która od początku wzbudzała kontrowersję. Budowa realizowana była przez Gazprom S.A. — spółkę, w której połowę udziałów ma Federacja Rosyjska. Wiele krajów UE, w tym Polska, wiele razy postulowało, że nowy gazociąg może zagrazać bezpieczeństwu energetycznemu w całej Europie. Projekt ten wywołał mocną krytykę w USA, rozłam wśród państw członkowskich UE oraz stawał w niepewnej sytuacji Ukrainę jako państwa tranzytowego (Pytlova 2020, s. 353–356). Ostatecznie, mimo zakończonych prac, gazociąg nie został uruchomiony z powodów politycznych. W związku z wojną w Ukrainie certyfikacja gazociągu została wstrzymana. We

wrześniu 2022 r. w wyniku eksplozji rury gazociągów *Nord Stream 1* oraz *Nord Stream 2* zostały uszkodzone<sup>5</sup>.

Do niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego zalicza się gaz z łupków, którego odkrycie przypada już na początek XIX w. (Machowska 2012, s. 93). Pochodzi on ze skał łupkowych powstałych ponad 400 mln lat temu. Pod wpływem temperatury i ciśnienia substancja organiczna (powstała na skutek obumarcia fitoplanktonu) przekształciła się w ropę naftową, a następnie w gaz (Szołucha 2021, s. 9). Gaz łupkowy z ekonomicznego punktu widzenia jest bardziej skomplikowany i mniej opłacalny w eksploatacji ze względu na zamknięcie w szczelinach (Zarzecki, Wiernik 2013, s. 240). Analizując budowę geologiczną Polski, przypuszcza się, że na tym terenie istnieją jeszcze nieudokumentowane zasoby gazu łupkowego (Janusz 2010, s. 39). Liderami w wydobyciu tego surowca na skalę przemysłową są Stany Zjednoczone oraz Kanada. Nie licząc Ameryki Północnej, brak jest danych do obliczenia zasobów tego gazu w innych państwach — poszukiwania są na wczesnej fazie i daleko jest jeszcze do etapu produkcji. Szacuje się, że Polska oraz Francja mają największe złoża gazu łupkowego w Europie (Zarzecki, Wiernik 2013, s. 241). W Europie nie wydobywa się jeszcze tego surowca. W Polsce barierą są niepewne regulacje podatkowe i wielkość obciążeń oraz przepisy prawne, które zniechęcają inwestorów w inwestowanie w poszukiwana i eksploatację gazu.

Polska musi rozwijać infrastrukturę, aby móc pozwolić sobie na import gazu z dowolnego źródła i kierunku. W 2015 r. w Świnoujściu powstał jedyny w Polsce gazoport obsługujący statki z gazem LNG. Port ten ma strategiczne znaczenie w odbiorze gazu skroplonego, potocznie nazywanego „błękitnym paliwem” (Ruszel 2017, s. 10). Kolejną ważną inwestycją jest budowa pływającego terminala FSRU w Zatoce Gdańskiej, który będzie odbierał gaz LNG i wprowadzał go do Krajowego Systemu Przesyłowego (również ma zostać rozbudowany) (*Polityka energetyczna...* 2021, s. 9). Gaz LNG jest uznawany za przyszłościowe paliwo ze względu na:

- stały wzrost popytu na gaz ze względu na rozwój produkcji i ochronę środowiska,
- coraz większe możliwości transportu gazu w formie ciekłej,
- konkurencyjność cenową w porównaniu z gazem z rurociągów,
- zastosowanie jako metoda do zaspokojenia szczytowego popytu na gaz,
- większą wydajność niż gaz ziemny,
- niższe koszty magazynowania i transportu,
- bardziej przyjazny środowisku (Chłopińska i in. 2019, s 382).

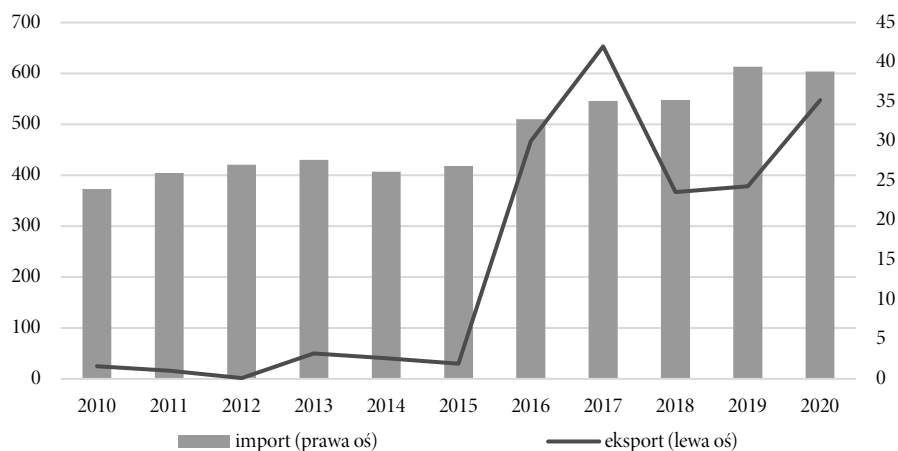
W Polsce struktura zaopatrzenia w gaz z krajowych zasobów w ostatnich latach zmieniła się niekorzystnie. Poziom importu i eksportu gazu ziemnego w Polsce przedstawiono na rysunku 19. Import gazu stale rośnie i w 2020 r. wyniósł 603,7 PJ przy eksporcie o wielkości 35,2 PJ. Ze względu na stały poziom wydobycia i zwiększone zapotrzebowanie Polska jest zmuszona importować gaz. Za większość zakupionego gazu odpowiada spółka PGNiG S.A. (Czwolek 2018, s. 46–47). Jeszcze w 2021 r. import gazu z Rosji wynosił ok. 61%. Od kwietnia 2022 r. Gazprom wstrzymał dostawy dla PGNiG po tym, jak spółka odrzuciła żądanie

<sup>5</sup> <https://energetyka24.com/gaz/wiadomosci/niemiecki-koncern-bada-metody-osuszania-i-zabezpieczania-nord-stream-1> (dostęp: 27.10.2023 r.).

zmiany waluty rozliczeniowej na ruble. Wstrzymanie dostaw tylko przyspieszyło dywersyfikację dostawców gazu. W 2022 r. głównymi dostawcami gazu były Norwegia, Litwa i USA. Przeważającym źródłem gazu z zagranicy były dostawy gazu LNG w Świnoujściu (głównie z USA), które odpowiadały za ok. 43% importu. Import gazu przez gazociągi stanowił ok. 27%. Wykorzystywano gazociąg *Baltic Pipe* (gaz z Norweskiego Szelfu Kontynentalnego) oraz Gazociąg Polska-Litwa. Udział importu gazu z Rosji spadł do 20%<sup>6</sup>.

Rysunek 19.

Import i eksport gazu ziemnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)



Źródło: opracowanie własne na podstawie *Bilans...* 2021, s. 11–12.

Polska dąży do poprawy bezpieczeństwa zaopatrzenia w gaz. Stara się dywersyfikować dostawy dzięki rozbudowie infrastruktury, m.in. przez budowę gazoportu w Świnoujściu oraz *Baltic Pipe*. Import gazu z Rosji w pewnym stopniu chce zastąpić gazem w postaci płynnej z USA, Kataru i Norwegii (Ruszel 2017, s. 19). Bezpieczeństwo energetyczne zapewniają też podziemne magazyny gazu, które są wypełnione w 99% (stan na 24.09.2023 r.)<sup>7</sup>.

### 2.3. Niekonwencjonalne źródła energii

Liczne prognozy naukowców ukazują przyszłość, w której to z powodu wzrostu liczby ludności i tym samym wzrostu zużycia energii zabraknie na świecie kluczowych surowców energetycznych. Rozwiązaniem tego problemu mają być odnawialne źródła energii, których zasoby odnawiają się w krótkim okresie, a ich wykorzystanie nie powoduje wyczerpania się tych źródeł. Należą do nich: źródła organiczne (np. paliwa roślinne) oraz nieorganiczne

<sup>6</sup> <https://pgnig.pl/aktualnosci/-/news-list/id/grupa-orlen-skuteczna-dywersyfikacja-importu-gazu/newsGroupId/10184?changeYear=2023&currentPage=2> (dostęp: 03.11.2023 r.).

<sup>7</sup> <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Wypelnienie-magazynow-gazu-wg-stanu-na-24-wrzesnia-wzroslo-do-99-proc-GSP-8616922.html> (dostęp: 03.11.2023 r.).

(np. energia słońca i wiatru). Energia pozyskana ze źródeł odnawialnych ma zdecydowanie mniej negatywny wpływ na środowisko naturalne, pozwala ograniczyć produkcję energii wytworzonej z paliw kopalnych oraz prawdopodobnie zabezpieczy przyszłość energetyki (Ogarek 2019, s. 98). Ustawodawca definiuje odnawialne źródło energii jako „odnawialne, niekopalne źródła energii obejmujące energię wiatru, energię promieniowania słonecznego, energię aerotermalną, energię geotermalną, energię hydrotermalną, hydroenergię, energię fal, prądów i pływów morskich, energię otrzymywaną z biomasy, biogazu, biogazu rolniczego oraz z biopłynów” (Dz.U. 2015 poz. 478, s. 7).

Historia OZE zaczęła się dość dawno — już w I w. p.n.e. powstawały młyny wykorzystujące energię z przepływu wody. Natomiast w Polsce pierwsze informacje o wykorzystywaniu źródeł odnawialnych pochodzą z 1271 r. i dotyczą budowy wiatraka dla klasztoru w Białymuku. Jednak zanim wykorzystano OZE do produkcji energii, minęło kilka wieków. W 1903 r. uruchomiono w Polsce pierwszą elektrownię produkującą prąd przez wykorzystanie energii wody. Elektrownia „Kamienna” była usytuowana na rzece Drawa, a jej moc produkcyjna wynosiła 0,96 MW. Mimo to dynamiczny rozwój tej dziedziny rozpoczął się dopiero w drugiej połowie XX w., kiedy to S.U. Thant — sekretarz ONZ, zaapelował w swoim raporcie pt. *Problems of the human environment: report of the Secretary-General* (1969 r.) o potrzebie natychmiastowego ratowania środowiska naturalnego (Ogarek 2019, s. 99–100).

W ostatnich latach niekonwencjonalne źródła energii są coraz częściej wykorzystywane, przez co stają się konkurencją dla pierwotnych paliw. Istnieją szacunki, które świadczą o tak dużym potencjale OZE, że może on nawet stokrotnie przekroczyć obecne zapotrzebowanie globalne na energię (Manowska 2019, s. 112). Współczesne społeczeństwo jest świadome problemów związanych z zanieczyszczeniem środowiska, stąd duże zainteresowanie źródłami odnawialnymi do produkcji energii elektrycznej. Umożliwiają one prowadzenie gospodarki opartej na zrównoważonym rozwoju, co jest niezwykle istotne przy obecnej degradacji środowiska naturalnego (Marks-Bielska i in. 2020, s. 2). Instalacje niekonwencjonalne również ingerują w środowisko, lecz na znacznie mniejszą skalę niż pierwotne paliwa. Wśród zalet wykorzystywania OZE można wymienić:

- poprawienie jakości powietrza i zmniejszenie emisji szkodliwych gazów,
- mniejszą ingerencję w środowisko naturalne,
- publiczny dostęp,
- większość nie wymaga transportu (biomasa transportowana na krótkich odcinkach),
- obniżenie cen energii,
- duży potencjał w zapobieganiu kryzysom energetycznym,
- mniejsze uzależnienie od warunków geograficznych, co sprzyja decentralizacji gospodarki energetycznej i zwiększa bezpieczeństwo energetyczne (Czekała i in. 2021, s. 62–63).

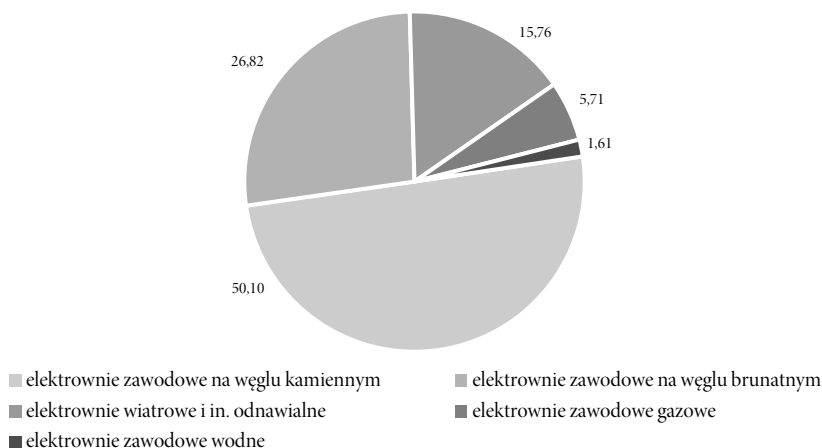
Na rysunku 20. zaprezentowano, z jakich źródeł pochodzi krajowa produkcja energii elektrycznej. W 2022 r. w Polsce za produkcję energii elektrycznej w największym stopniu odpowiadał węgiel kamienny (50,10%) oraz węgiel brunatny (26,82%). Udział odnawial-



nych źródeł energii (OZE) oraz gazu wyniósł odpowiednio 15,76% oraz 5,71%. Elektrownie wodne miały niewielki udział w strukturze i łącznie odpowiadały za mniej niż 2%.

Rysunek 20.

Udział elektrowni wg rodzajów paliw w krajowej produkcji energii elektrycznej w Polsce w 2022 r. (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Polskiej Sieci Elektroenergetycznej.

Odnawialne źródła energii odgrywają ważną rolę jako główny nośnik globalnej transformacji energetycznej. Stopniowe przechodzenie z tradycyjnej ścieżki dostaw energii do nowocześniejszego systemu opartego na zrównoważonym rozwoju, w którym wykorzystuje się OZE, zwraca uwagę na oszczędność energii oraz zwiększanie efektywności energetycznej definiowane jest jako transformacja energetyczna. Wynika ona z kurczących się zasobów nieodnawialnych, wzrostu znaczenia OZE i dynamicznego rozwoju technologii, a także rosnącej samoświadomości społeczeństw (Frankowski 2017, s. 16). Zakłada się, że transformacja w Polsce odwróci znaczenie poszczególnych rodzajów energii. W dużej mierze na wzrosnąć znaczenie OZE oraz energetyki jądrowej (Herudziński 2021, s. 20).

Wzrost zainteresowania OZE jest widoczny — są ponoszone większe nakłady na prace badawcze nad niekonwencjonalnymi źródłami energii. Oczekuje się, że wraz z rozwojem OZE zostaną rozwiązane problemy związane ze zrównoważonym rozwojem regionów górskich i pustynnych czy z dotrzymaniem międzynarodowych umów dotyczących ochrony środowiska (Hussain i in. 2019 s. 63837–63838). Szczególny nacisk na zwiększenie wykorzystania OZE w strukturze energii kładzie UE, która w ten sposób dąży do zwiększenia autonomii i niezależności od importu paliw kopalnianych. Dodatkowo transformacja w kierunku zrównoważonych źródeł powoduje wzrost inwestycji, wiedzy i technologii, pozytywnie wpływa na bezpieczeństwo energetyczne oraz klimatyczne (Tkaczyk 2020, s. 139, 144). Dzięki rozproszeniu OZE i powstaniu małych instalacji blisko odbiorców można lepiej wykorzystać potencjał lokalny słabiej rozwiniętych regionów. Rozwój energetyki rozproszonej pozwala włączyć konsumentów w proces transformacji, ogranicza straty w przesyłce i dystrybucji energii. Wyróżnia się:

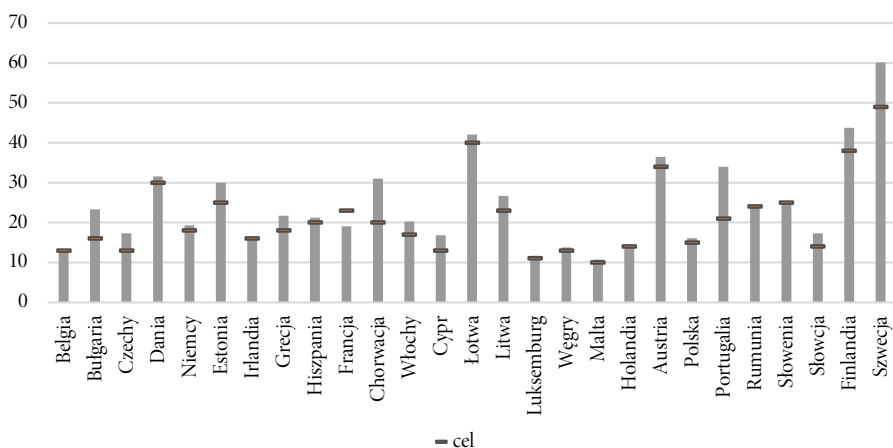
- aktywnych odbiorców, czyli prosumentów, którzy produkują energię na własne potrzeby, a nadwyżki mogą oddać, sprzedać lub magazynować;
- społeczności energetyczne, czyli klastry energii, spółdzielnie energetyczne itp., które wytwarzają energię elektryczną na potrzeby własne (*Polityka energetyczna...* 2021, s. 67).

Źródła odnawialne, mimo wielu zalet, mają też słabe strony. Problemem jest niestabilność dostaw, które zależą np. od stopnia nasłonecznienia w przypadku elektrowni słonecznych. Dostawy energii są więc zmienne w czasie i zależą od pogody oraz pory roku. W celu zabezpieczenia dostaw energii wymagane jest wykorzystanie konwencjonalnych źródeł energii. Kolejny problemem jest specyficzna forma działania. Małe instalacje zlokalizowane są zazwyczaj w pobliżu odbiorców energii. Takie rozproszenie instalacji o różnych parametrach i zmienności w czasie utrudnia monitorowanie i sterowanie całym systemem (Janik i in. 2018, s. 24.)

W Polsce w sektorze energii od czasu przejścia na gospodarkę wolnorynkową doszło do wielu zmian prawnych, organizacyjnych, modernizacyjnych oraz strukturalnych źródeł energii. Wprowadzenie po raz pierwszy pakietu klimatyczno-energetycznego przez UE w 2008 r. wpłynęło na przyspieszenie zmian na rynku energetycznym w Polsce (Zajączkowska 2020, s. 159). Pakiet ten zakładał, że do 2020 r. udział zużycia energii z odnawialnych źródeł w UE nieodzownie będzie wynosić 20%. Dyrektywa określała również cele dla poszczególnych państw członkowskich, uwzględniając ich stan wyjściowy oraz potencjał rozwoju OZE. Zaproponowane były również mechanizmy, które mogą pomóc w osiągnięciu celu, m.in. systemy wsparcia czy współpraca między państwami<sup>8</sup>.

Rysunek 21.

Udział OZE i cel w krajach UE w 2020 r. (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z Eurostatu.

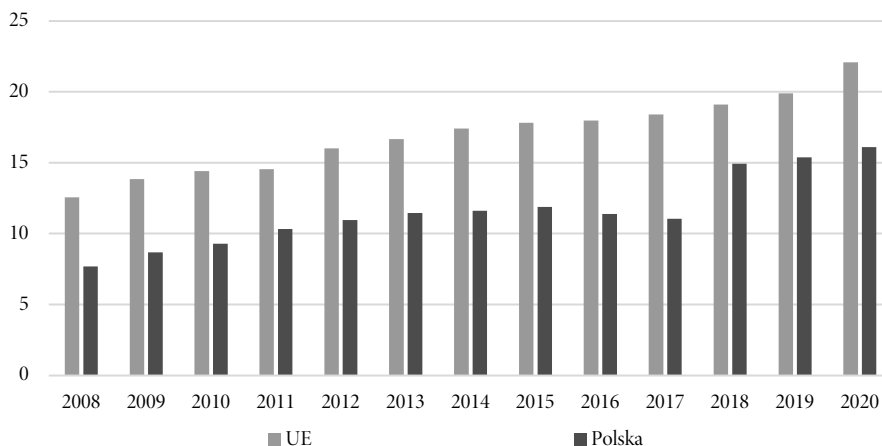
<sup>8</sup> <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/70/energia-ze-zrodel-odnawialnych> (02.04.2022).

Analizując dane, które przedstawiono na rysunku 21., dotyczące udziału wykorzystania energii z OZE państw członkowskich UE w 2020 r., można stwierdzić, że w większości udało się osiągnąć założone cele. Liderem w rozwoju energii zrównoważonej była zdecydowanie Szwecja. Nie tylko osiągnęła swój cel, który wyznaczono na 49%, ale uzyskała najwyższą wartość OZE w strukturze zużycia energii (60%) spośród wszystkich państw UE. Zaraz po Szwecji znajdowały się Finlandia (43%), Łotwa (42%) oraz Austria (36%). Z 27 państw tylko Francji nie udało się osiągnąć założonego celu, do którego zabrakło 3,9%. Kraje, w których udział OZE jest najniższy, to: Malta (11%), Luksemburg (12%) oraz Belgia (13%). Polsce również udało się osiągnąć swój cel, który wyznaczony był na 15%. Udział zużycia OZE w 2020 r. w Polsce wyniósł 16%. Główny cel na poziomie 20% w całej UE również został osiągnięty, a nawet przekroczony o 2%. Obecnie kolejnym wyzwaniem jest druga dyrektywa, która zakłada osiągnięcie co najmniej 32% zużycia energii z OZE w UE do 2030 r. W najbliższym czasie jest jednak prawdopodobne podniesienie tego celu do 40%.

Na rysunku 22. przedstawiono strukturę wykorzystania energii z odnawialnych źródeł w Polsce oraz w UE. Od 2008 r. do 2020 r. wykorzystanie OZE wzrosło w UE o 3,5 p.p., natomiast w Polsce o 8,4 p.p. W 2020 r. odnotowano największy udział OZE w strukturze energii w UE na poziomie 22% i w Polsce na poziomie 16%. Zgodnie z polityką energetyczną Polski do 2030 r. udział OZE ma wynieść co najmniej 32%. Umożliwić ma to rozwój dwóch perspektywicznych kierunków: fotowoltaika oraz morskie farmy wiatrowe. Do osiągnięcia tak wysokiego poziomu niezbędna jest rozbudowa jednostek gazowych, rozwijanie infrastruktury sieciowej oraz technologii magazynowania energii (*Polityka energetyczna...* s. 8).

Rysunek 22.

Udział energii z OZE w końcowym zużyciu energii brutto w latach 2008–2020 w Polsce i UE (%)



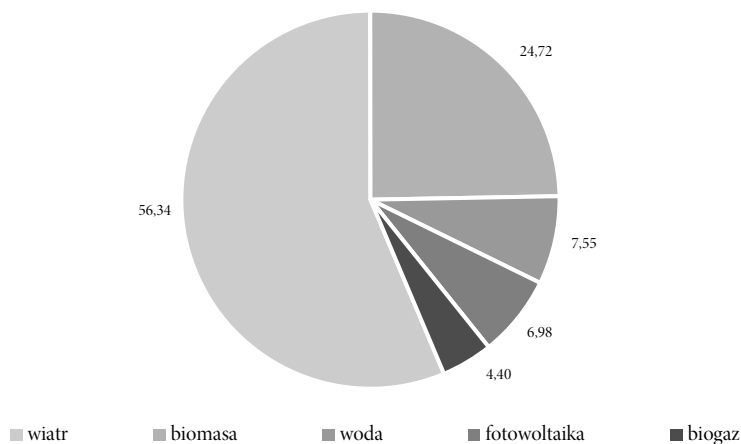
Zródło: opracowanie własne na podstawie danych z Eurostatu.

Jeśli chodzi o instalacje OZE, to kluczowe są tu zjawiska klimatyczne i geologiczne, które mają wpływ na możliwości i wielkość produkowanej energii, np. liczba dni słonecznych, wietrznych, ukształtowanie terenu. Pierwsze miejsce w 2020 r. pod względem produkcji

energii zajmowały elektrownie wiatrowe, z których pochodziło 56,34% wytworzonej energii (15800 GWh). Za 24,72% z produkcją na poziomie 6932,8 GWh odpowiadała energia powstała z biomasy, natomiast prawie 8% (2118,3 GWh) z hydroelektrowni. Popularne ostatnio instalacje fotowoltaiczne wytworzyły 1957,9 GWh, co stanowiło niemal 7% (rysunek 23.).

Rysunek 23.

Struktura produkcji energii OZE w 2020 r. (%)



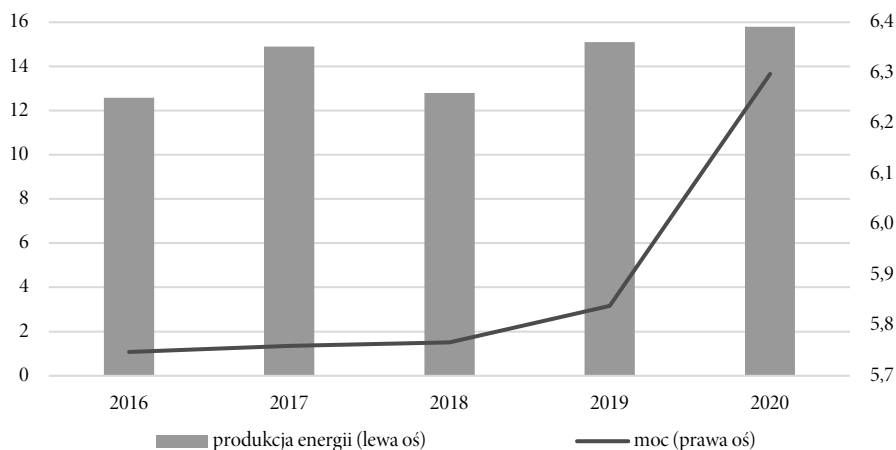
Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Wiatr jest darmowym i ekologicznym źródłem energii. Elektrownie wiatrowe wytwarzają prąd przez przekształcenie energii kinetycznej z przepływu powietrza za pomocą turbin. Aby wykorzystać energię wiatru, trzeba rozważyć lokalizację, gdyż potencjał elektrowni zależy od klimatu, siły i dostępności wiatru oraz topografii, która wpływa na jego prędkość (Polaszczyk, Markiewicz 2020, s. 58). Ważnym czynnikiem, który wpływa na powstanie wiatru, jest rozkład ciśnienia atmosferycznego. Dlatego też rejony leżące nad Morzem Bałtyckim mają większy potencjał dla farm wiatrowych niż regiony w głębi kraju (Frodyma i in. 2018, s. 64). W Polsce najkorzystniejsze warunki dla elektrowni wiatrowej występują w woj. pomorskim oraz woj. dolnośląskim — na zboczach wyżyn i gór. Duży potencjał dostrzega się w morskich farmach wiatrowych. Charakteryzują się wyższą efektywnością, nowocześniejszą generacją, większymi turbinami, które w połączeniu z silniejszym wiatrem składają się na większą wydajność (Drożdż, Mróz-Malik 2020, s. 7). Wśród wad energetyki wiatrowej często wymienia się: hałas, zagrożenie dla ptaków, wysokie koszty budowy, cykliczność pracy zależną od warunków pogodowych oraz zajęcie dużych powierzchni (Zmywaczyk 2013, s. 43).

Energia wiatru jest ważnym źródłem wśród OZE. Produkcja energii z farm wiatrowych w 2020 r. wyniosła 15800 GWh i jest to najwyższy osiągnięty poziom w ciągu 5 ostatnich lat. Moc zainstalowana w farmach wiatrowych zlokalizowanych w Polsce w 2020 r. ukształtowała się na poziomie 6298 MW i oznacza wzrost względem 2019 r. o 7,88% (rysunek 24.).

Rysunek 24.

Produkcja oraz moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych w Polsce w latach 2016–2020 (tys. GWh, tys. MW)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

W transformacji energetycznej Polski dużą rolę odegrają morskie farmy wiatrowe. Aby móc odebrać energię wyprodukowaną za ich pomocą, niezbędne jest wzmocnienie mocy przesyłowej w północnej części Polski. Pierwsza morska farma wiatrowa być może zostanie uruchomiona już w 2024/2025 r. Przewiduje się, że moc zainstalowana z tego źródła energii może osiągnąć w 2040 r., nawet 11 GW. Wdrożenie tych inwestycji jest niezwykle ważne i określane jako projekt strategiczny PEP2040, w którym zakłada się, że morskie farmy wiatrowe będą miały największy udział w produkcji energii z OZE w Polsce (*Polityka energetyczna... 2021*, s. 65).

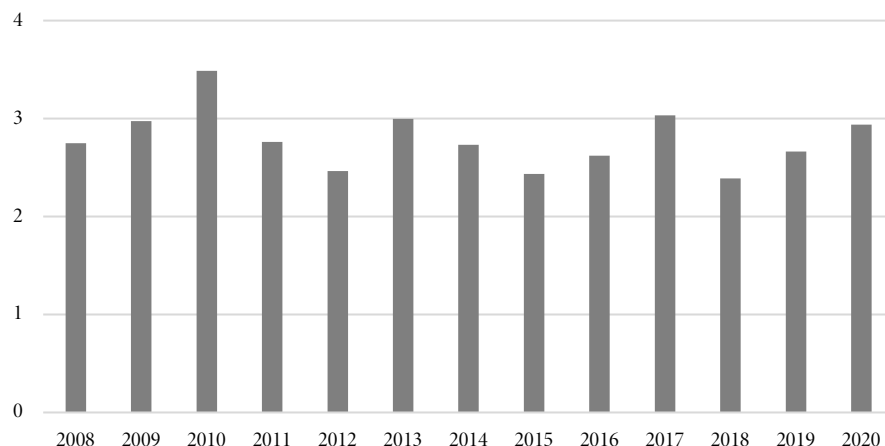
Wodę jako źródło energii wykorzystywano już w starożytności, gdzie służyła na początku do nawadniania pól uprawnych, a później w pracach mechanicznych. Hydroelektrownie wykorzystują przepływ wody, aby produkować energię bez emisji CO<sub>2</sub>, pyłów i produkcji ścieków. Do ich obsługi nie zużywa się paliw, wyrównują przepływy w rzekach, mają długi cykl życia oraz zwiększają wilgotność gleb, a co najważniejsze koszty wytworzenia z nich energii są niskie (Wiatkowski i in. 2018, s. 104). Nie są jednak bez wad, gdyż również mają znaczący wpływ na środowisko: przekształcają krajobraz naturalny, zakłócają migracje organizmów wodnych i destrukcyjnie oddziałują na ekosystemy wodne, a także są potrzebne duże nakłady finansowe na ich budowę (Miernik 2018, s. 65). W Polsce warunki hydrologiczne nie są sprzyjające rozwojowi hydroelektrowni ze względu na niziny teren, niskie sumy opadów oraz wysoki poziom parowania wody do atmosfery. Dodatkowo na niższym poziomie wytwarzania energii, a czasem wyłączenie elektrowni z eksploatacji mają wpływ zmiany klimatyczne, tj. powodzie, susze, upały, silne wiatry (Sołtuniak 2020, s. 264). Najlepsze warunki do rozwoju hydroenergetyki istnieją na Pomorzu, Mazurach oraz w Sudetach i Karpatach. W Polsce przeważają małe urządzenia o niskiej wydajności, które wykorzystują energię rzek. Wyprodukowaną energię najczęściej wykorzystuje się do zaopatrzenia w ener-

gię lokalną społeczność. Wśród większych elektrowni można wymienić m.in. elektrownię we Włocławku, w Żarnowcu, czy w Solinie-Myczkowce (Ogarek 2019, s. 104).

Jak wynika z danych zawartych na rysunku 25., produkcja energii z elektrowni wodnych osiągnęła wysoką wartość 3488 GWh w 2010 r., następnie spadła do 2465 GWh w 2012 r. Od 2018 r. jest zauważalna tendencja wzrostowa. W 2020 r. hydroelektrownie wyprodukowały 2937 GWh.

Rysunek 25.

Produkcja energii elektrycznej w hydroelektrowniach w Polsce w latach 2008–2020 (tys. GWh)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Z licznych badań wynika, że potencjał elektrowni wodnych w Polsce jest wykorzystywany w ok. 20%. Możliwa jest zatem efektywniejsza eksploatacja już istniejących hydroelektrowni oraz budowa nowych. Z ekonomicznego punktu widzenia, aby energetyka wodna w Polsce mogła się rozwijać, są potrzebne odpowiednie ceny sprzedaży energii, które mogłyby wspierać powstanie małych elektrowni wodnych (MEW). Opierając się na cenach hurtowych sprzedaży energii, budowa MEW nie ma ekonomicznego uzasadnienia. Inwestorów zniechęcają ciągle zmiany przepisów w zakresie gospodarki wodnej, systemie udostępniania obiektów Skarbu Państwa, coraz bardziej skrupulatne wymagania w zakresie ochrony środowiska, a także niestabilne warunki finansowe (Kasperek 2020, s. 32–34).

Kolejny rodzaj OZE — energetyka słoneczna — pozyskuje energię z promieniowania słonecznego, które jest czystym i darmowym źródłem energii. Istnieją dwie formy wykorzystania promieni Słońca:

- pośrednia — głównym celem jest podgrzanie wody i pośrednio produkcja energii;
- bezpośrednia — bezpośrednia transformacja w energię przy użyciu np. ogniw fotowoltaicznych (Piech i in. 2019, s. 124).

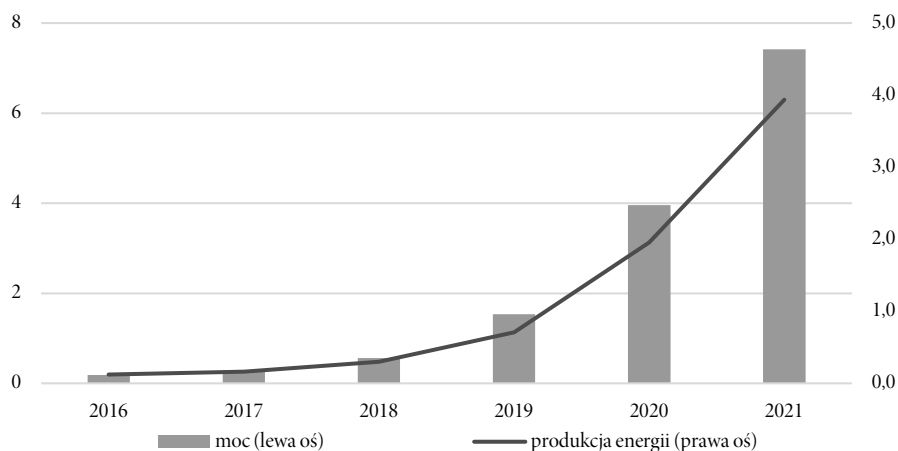
W Polsce instalacje fotowoltaiczne były początkowo instalowane w celu zasilania urządzeń małej mocy w miejscach o ograniczonym dostępie do sieci, takich jak sygnalizacja

świetlna, oświetlenie uliczne, znaki cyfrowe, systemy zasilania awaryjnego, urządzenia małej mocy w punktach sprzedaży detalicznej, urządzenia do monitoringu środowiska i przekaźniki telekomunikacyjne. Obecnie energia elektryczna jest wytwarzana w celach komercyjnych przez liczne elektrownie fotowoltaiczne. Po 2015 r. zaczęto budować duże farmy wiatrowe. Największa w Polsce farma wiatrowa o mocy 219 MW jest zlokalizowana w Potęgowie. Została oddana do użytku w 2020 r. Właścicielem farmy jest izraelska firma Mashav. Z kolei w 2015 r. w Czernikowie wybudowano elektrownię fotowoltaiczną złożoną z 16 000 modułów o mocy 240 W każdy. Pod koniec 2018 r. w Bierutowie oddano do użytku farmę fotowoltaiczną składającą się z 7920 polikrystalicznych paneli fotowoltaicznych o mocy 260 W każdy. Trwają nowe inwestycje na rynku energetyki słonecznej. Jednak tylko niektóre z największych elektrowni fotowoltaicznych są własnością firm energetycznych, a większość istniejących farm jest rozwijana przez prywatnych inwestorów. Polska ma dużą liczbę elektrowni fotowoltaicznych małej mocy (do 1 MW) budowanych specjalnie na aukcje energii odnawialnej (mniejsze elektrownie generują w tym modelu większe zyski). W rezultacie sektor energetyki słonecznej w naszym kraju jest wysoce zdecentralizowany (Kryszk i in. 2023).

W Polsce zauważa się znaczny wzrost wykorzystania paneli fotowoltaicznych (rysunek 26.). Od 2018 r. moc zainstalowana w fotowoltaice dynamicznie wzrosła, a 2022 r. uważa się za najlepszy w historii pod względem rozwoju. Zgodnie z danymi z GUS moc zainstalowana w 2021 r. wyniosła ponad 7,4 GW, co oznacza wzrost względem poprzedniego roku o 88%. Szybki przyrost mocy PV obserwuje się w Polsce od 2019 r. Natomiast produkcja energii z 1957,9 GWh w 2020 r. wzrosła w ciągu roku o 101% — do poziomu 3934,4 GWh. Dzięki tak dynamicznemu rozwojowi Polska znalazła się na 6. miejscu w UE pod względem mocy zainstalowanej na koniec 2022 r., natomiast na 2. miejscu pod względem przyrostu mocy zainstalowanej PV (*Rynek fotowoltaiki... 2022*, s. 31).

Rysunek 26.

Produkcja oraz moc zainstalowana w fotowoltaice w Polsce w latach 2016–2021 (tys. MW, tys. GWh)



Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Popularność tego nośnika energii wynika z niskich kosztów eksploatacyjnych, korzyści finansowych oraz brakiem emisji gazów, pyłów i innych szkodliwych substancji do atmosfery (Sala 2018, s. 127). Na tak dynamiczny rozwój fotowoltaiki w Polsce ma wpływ dofinansowanie z programu *Mój Prąd*. Beneficjentami są osoby, które zamontują mikroinstalacje fotowoltaiczną o mocy elektrycznej od 2 do 10 kW, aby móc wytwarzać energię elektryczną na własne potrzeby. Dotacja pokrywa do 50% kosztów przedsięwzięcia<sup>9</sup>. Wśród kolejnych czynników można wymienić możliwość skorzystania z ulgi termomodernizacyjnej oraz z systemu rozliczania *net-billing*. System ten zastąpił w 2022 r. system upustów *net-metering*. Nowa forma dotyczy prosumentów, którzy uruchomili instalacje po 31 marca 2022 r. Właściciele paneli korzystający z *net-billing* sprzedają do sieci nadwyżki produkcji własnej po określonej przez PSE cenie. Natomiast w okresach zwiększonego zapotrzebowania kupuje energię wg stawek swojego sprzedawcy<sup>10</sup>. Przy systematycznym wzroście cen energii elektrycznej w Polsce, zainteresowanie fotowoltaiką w społeczeństwie rośnie. Wraz ze wzrostem liczby instalacji rośnie obciążenie sieci energetycznych, co może wywoływać zakłócenia (Nowakowska, Malciak 2021, s. 49).

Wydajność paneli fotowoltaicznych jest uzależniona od kilku czynników. Jednym z nich jest szerokość geograficzna. Produkcja energii znacząco będzie się różnić w zależności od regionu, co może decydować o tym, czy dana inwestycja będzie opłacalna, czy też nie. Stąd największe na świecie farmy fotowoltaiczne powstają na terenach pustynnych. Kolejnym czynnikiem są warunki atmosferyczne — deszczowy klimat nie będzie sprzyjał produkcji energii. Pora roku jest również znaczącym czynnikiem, który wpływa na wielkość produkowanej energii. Zimą produkcja potrafi być kilkukrotnie niższa niż latem. Jest to duży problem dla systemu energetycznego państwa oraz firm, które są zobligowane do współpracy z prosumentami. Z jednej strony w okresie zimowym muszą zapewnić stały dostęp do energii prosumentom, a z drugiej w okresie letnim muszą radzić sobie z nadwyżkami energii elektrycznej. W takiej sytuacji znalazła się Szwecja, która na początku 2021 r. była zmuszona do importu energii elektrycznej, gdyż jej system energetyczny oparty w 60% na OZE nie był w stanie w okresie zimowym zaspokoić potrzeb mieszkańców (Różycki 2021, s. 275).

Istotnym źródłem energii jest biomasa, którą uważa się za pierwsze na świecie paliwo. Ustawodawca definiuje biomasę jako: „ulegającą biodegradacji część produktów, odpadów lub pozostałości pochodzenia biologicznego z rolnictwa, (...) leśnictwa i związanych działów przemysłu, (...) przetworzoną biomasę, w szczególności w postaci brykietu, peletu, torfiku i biowęgla, a także ulegającą biodegradacji część odpadów przemysłowych lub komunalnych pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego (...)” (Dz.U. 2015 poz. 478, s. 3). Źródłem pochodzenia biomasy są m.in. rośliny energetyczne, wśród których wymienia się często topolę, wierzbę oraz zboża. Rośliny te charakteryzują się przede wszystkim wysoką wartością opałową, niskim wymaganiami pod względem klasy bonitacyjnej gleb, odpornością na choroby i insekty, wysokim wieloletnim plonowaniem oraz znaczącym wzrostem rocznym. Uprawy roślin energetycznych pozwalają na efektywne wykorzystanie słabych pod względem jakości terenów rolniczych (Zajac, Galecka 2019, s. 43–45). W wyniku różnych procesów m.in. karbonizacji, estryfikacji czy zgazowania z biomasy powstają paliwa

<sup>9</sup> <https://mojprad.gov.pl/o-programie> (dostęp: 05.03.2022).

<sup>10</sup> <https://lepiej.tauron.pl/zielona-energia/czym-jest-net-billing> (dostęp: 05.11.2023 r.).



stałe, ciekłe i gazowe, które w wyniku spalania wytwarzają energię elektryczną lub ciepłą (Janowicz 2006, s. 603).

W Polsce największe źródło tworzy biomasa stała, czyli głównie odpadowe drewno z lasów, drewno użytkowe oraz słoma. Biomasa w większości jest uzupełnieniem dla elektrowni opartych na spalaniu innego surowca (Mierziński i in. 2021, s. 19). Biomasa w postaci drewna opałowego jest wykorzystywana powszechnie w produkcji energii cieplnej na terenach wiejskich. Jej dużym atutem jest dostępność – występuje na niemal całej powierzchni Ziemi (Klepacka 2018, s. 125). Pozytywne aspekty wykorzystania biomasy to przede wszystkim: stabilność, elastyczność i niskie koszty. Stanowi ona świetne uzupełnienie mikśw energetycznych w trakcie transformacji (Mierziński i in. 2021, s. 36). Można uznać, że jest ona paliwem lokalnym, więc powinna być w większości wykorzystywana w miejscu produkcji. Na wielkość jej produkcji mają wpływ ceny surowców energetycznych, prognozy dotyczące wielkości sprzedaży i rynku zbytu oraz zachęty ekonomiczne i dostępność technologiczna (Marks-Bielska i in. 2019, s. 4).

Najrzadziej wykorzystywanym rodzajem odnawialnej energii w Polsce jest biogaz, który jest gazem pozyskanym z biomasy. Najczęściej produkowany jest w biogazowniach, które funkcjonują przy oczyszczalniach ścieków i wysypiskach odpadów. Ich zadaniem jest utylizacja odpadów i pozyskanie z tego procesu energii, którą w większości wykorzystuje się do zasilania RIPOK-ów i oczyszczalni ścieków. Wszelkie nadwyżki są odprowadzane do krajowego systemu energetycznego (Gostomczyk 2017, s. 54). Od kilku lat rozwija się produkcja biogazu pozyskanego w rolnictwie, tj. z nawozów naturalnych, odpadów rolnospożywczych oraz roślin energetycznych. W Polsce istnieje bardzo duży potencjał dla pozyskiwania energii z biogazu rolniczego. Za fakt ten odpowiada istnienie wielu gospodarstw rolnych i pól uprawnych. Potencjał ten powinno wykorzystać się do realizacji celów UE związanych ze zwiększeniem wykorzystania OZE (Ciepielewska 2016, s. 9–10).

Tabela 2.

Pozyskanie i zużycie biopaliw oraz biogazu w Polsce w latach 2016–2020 (TJ)

Wyszczególnienie	2016	2017	2018	2019	2020
biopaliwa stałe (TJ)					
pozyskanie	268 577	257 952	384 914	377 057	375 316
zużycie krajowe ogółem	277 173	263 382	393 302	393 300	390 649
biopaliwa ciekłe (TJ)					
pozyskanie	38 594	38 421	37 920	41 063	40 825
zużycie krajowe ogółem	19 226	25 404	38 282	43 003	43 605
biogaz (TJ)					
pozyskanie	10 924	11 739	12 068	12 498	13 498
zużycie krajowe ogółem	10 924	11 739	12 068	12 498	13 498

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z GUS.

Jak wynika z danych przedstawionych w tabeli 2., w Polsce wzrosło pozyskanie i zużycie biomasy oraz biogazu. W największym stopniu są wykorzystywane biopaliwa ciekłe (43604 TJ). W latach 2016–2020 dynamicznie wzrósł popyt na te paliwa (o 126%), przy niskim tempie wzrostu pozyskania na poziomie 5,8%. Również popyt na biopaliwa stałe wzrósł w ciągu 5 lat o 41%. Adekwatnie do tego wzrosła też produkcja o 40%. Wszelkie niedobory w produkcji biopaliw są zaspakajane importem. Natomiast zarówno zużycie, jak i pozyskanie biogazu jest na tym samym poziomie. W 2020 r. podaż oraz popyt na biogaz wzrosły o prawie 24% względem 2016 r.

Przewiduje się, że wykorzystanie zarówno biogazu, jak i biomasy na cele energetyczne będzie wzrastać. Odpowiadać ma za to wzrost bioodpadów w związku z rosnącą konsumpcją oraz coraz bardziej radykalne regulacje dotyczące gospodarki odpadami (*Polityka energetyczna...* 2021, s. 18).

## 2.4. Energetyka jądrowa

Energia jądrowa to bezemisyjne źródło energii, które nie należy do odnawialnych źródeł energii. Ma wiele zalet, m.in. nie szkodzi środowisku, koszty użytkowania są niskie, prowadzi do rozwoju technologii, zapewnia stabilne ceny energii oraz uniezależnienie się od importu nośników energetycznych z państw niestabilnych politycznie (Niewiński, Stępień 2019, s. 288). Wśród wad wymienia się brak możliwości magazynowania, a więc produkcja musi być na poziomie konsumpcji, a także transportowanie i składowanie odpadów promieniotwórczych oraz koszty utylizacji. Kolejnym istotnym problemem jest opinia społeczeństwa, które ze względu na swoje bezpieczeństwo czasami nie chce powstania elektrowni atomowych w swoim bliskim otoczeniu (Pindór 2018, s. 346).

Początek wykorzystywania energii jądrowej notuje się w latach 40. XX w. Wtedy to bowiem został uruchomiony pierwszy na świecie reaktor jądrowy — *Chicago Pile 1* (CP1). Został on zbudowany przez Enrico Fermiego w 1942 r. pod stadionem piłkarskim Uniwersytetu Chicago. 2 grudnia 1942 r. Fermi oraz jego współpracownicy osiągnęli pierwszą na świecie kontrolowaną reakcję jądrową, stworzoną przez człowieka. Od tego momentu ludzkość była zdolna do kontroli uwalniania energii jądrowej. Reaktor ten miał być wykorzystywany w celach naukowych<sup>11</sup>. Natomiast pierwszą elektrownią jądrową na świecie była otwarta w 1954 r. w ówczesnym Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich, Elektrownia Jądrowa Obninsk AES. Służyła ona do zaopatrywania w energię pobliski Instytut Atomowy. Elektrownia Jądrowa Calder Hall w Wielkiej Brytanii jest uważana za pierwszą komercyjną.

W 2018 r. liderem w wykorzystywaniu energii jądrowej w gospodarce była Francja. Jej udział w krajowej produkcji energii elektrycznej w stanowił 71,7%. Na drugim miejscu znalazła się Słowacja, udział energii elektrycznej wytworzonej z energii jądrowej w krajowej produkcji energii elektrycznej stanowił tam 55%. Pierwszą trójkę uzupełnia Ukraina, z udziałem 53%. Liderem w produkcji są Stany Zjednoczone (w 2018 r. wyprodukowano 808 TWh energii elektrycznej z energii atomowej), kolejnym krajem jest Francja (w 2018 r. —

<sup>11</sup> <https://www.ne.anl.gov/About/reactors/early-reactors.shtml> (dostęp: 29.06.2023).

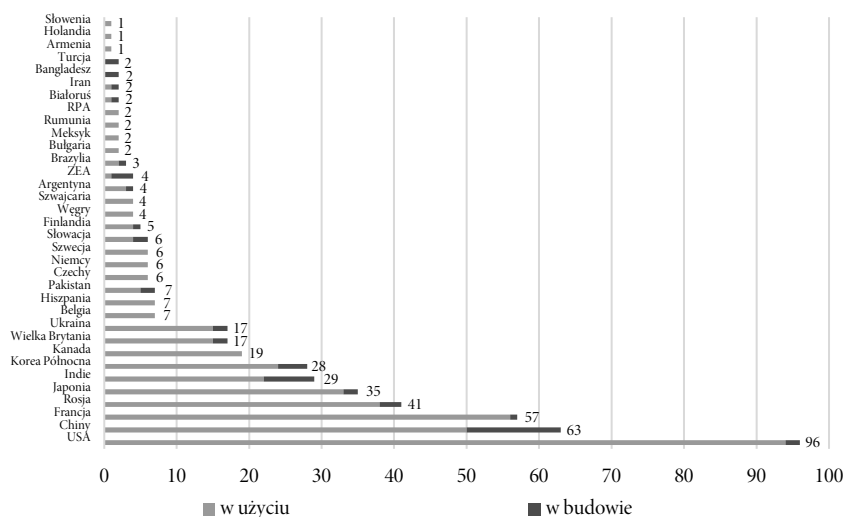
395,9 TWh), a na trzecim miejscu na świecie są Chiny z mocą wytworzoną w elektrowniach jądrowych na poziomie 277,1 TWh (*Nuclear Power...* 2019, s. 9–10, Marks-Bielska, Sobieraj 2020, s. 31–57).

Temat elektrowni jądrowej wzbudza w społeczeństwie silne emocje. Podczas powstania pierwszego reaktora jądrowego produkującego energię na skalę komercyjną w Wielkiej Brytanii w 1956 r. doszukiwano się samych zalet wykorzystania tego typu źródła energii. Następnie po pierwszej awarii elektrowni cywilnej na wyspie *Three Mile Island* w 1979 r. zaczęły narastać negatywne nastroje, które wzmocniły się jeszcze bardziej na początku lat 80. XX w. w wyniku obaw przed wojną (Herudziński 2021, s. 258). Jednak największy wpływ na negatywny odbiór miały awarie elektrowni w Czarnobylu (1986 r.) i Fukushima (2011 r.). Przyczyny tych awarii były specyficzne, jednak spowodowały, że wiele państw zaczęło rezygnować z inwestycji w energetykę jądrową oraz zamykać czynne elektrownie m.in. w Niemczech, Belgii, Szwajcarii i Włoszech (Pindór 2018, s. 346).

Obecnie reaktory jądrowe posiadają 33 państwa, z czego 19 z nich znajduje się w Europie (rysunek 27.). Światowymi liderami w tej dziedzinie są: USA (94 reaktory; 2 w budowie), Chiny (50 reaktorów, 13 w budowie), Francja (56 reaktorów, 1 w budowie), Rosja (38 reaktorów, 3 w budowie) oraz Japonia (33 reaktory, 2 w budowie). Państwa, które eksploatują tylko 1 reaktor to: Słowenia, Holandia, Armenia, Iran i Białoruś. Państwa takie jak Bangladesz i Turcja są w trakcie budowy swoich pierwszych reaktorów.

Rysunek 27.

Liczba reaktorów jądrowych w poszczególnych państwach w 2020 r.



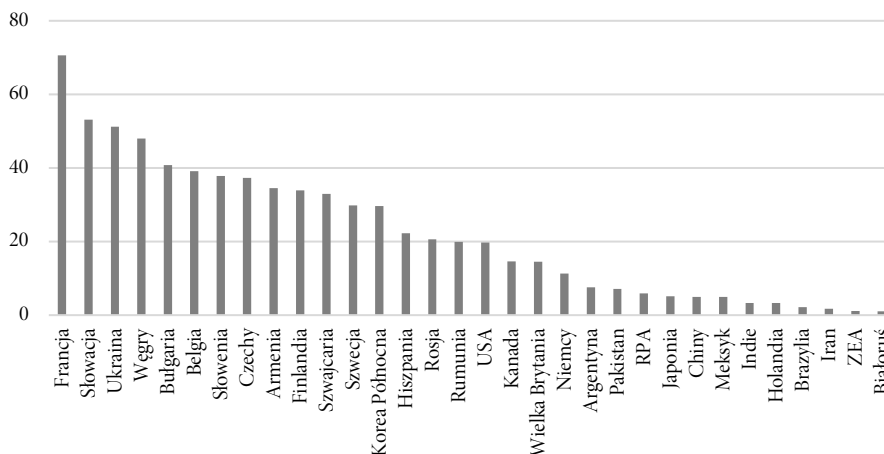
Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu *Nuclear Power Reactors in the World 2021 edition*.

Na rysunku 28. przedstawiono udział energii jądrowej w całkowitej produkcji energii elektrycznej w 2020 r. Jest on największy w państwach europejskich. Za niemal 71% miks energetycznego odpowiadają elektrownie jądrowe we Francji, na Słowacji jest to 53,1%,

a w Ukrainie 51,2%. W USA mimo największej liczby reaktorów udział energii jądrowej w produkcji energii wynosi 19,7%, w Rosji 20,6%, a w Chinach zaledwie 5%.

Rysunek 28.

Udział energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej w 2020 r. (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu IAEA — *Nuclear Power Reactors in the World 2021 edition*.

W Polsce do tej pory nie powstała żadna elektrownia jądrowa. W 1971 r. podjęto decyzję o budowie czterech reaktorów w nieistniejącej już wsi Kartoszyń nad Jeziorem Żarnowieckim, a w 1982 r. przystąpiono do prac budowlanych. Jednak w 1990 r. projekt postawiono w stan likwidacji. Wśród powodów wskazano niską rentowność inwestycji, zbędność dla bilansu energetycznego Polski oraz wątpliwości w kwestiach bezpieczeństwa, co wiązało się z awarią elektrowni w Czarnobylu. Od 2009 r. w związku z wymogami UE dotyczącymi ograniczenia emisji CO<sub>2</sub> oraz ograniczonymi możliwościami wykorzystania OZE rozpoczęto prace nad *Programem Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ)* (Jureńczyk 2021, s. 106–107). Zgodnie z aktualizacją programu z 2 października 2020 r. w Polsce mają powstać 2 elektrownie jądrowe z 3 reaktorami każda. Budowa pierwszego reaktora jest planowana na 2026 r., a jego uruchomienie ma nastąpić w 2033 r. Ostatni reaktor drugiej elektrowni ma zostać oddany do eksploatacji w 2043 r. Wybrano lokalizację o najkorzystniejszych warunkach — dla pierwszej elektrowni to miejscowości nadmorskie: Lubiatowo-Kopalino, natomiast dla drugiej, miejscowości wykorzystywane przez elektrownie systemowe, czyli m.in. Bełchatów i Pątnów (*Uchwała nr 141... 2020*, s. 5–28). Rozwój programu jądrowego w Polsce jest ukierunkowany na zmianę miksu energetycznego. Za budową elektrowni jądrowej w Polsce przemawia wiele argumentów:

- zapewnienie stabilnych dostaw energii o dużej mocy,
- uniezależnienie dostaw energii od warunków atmosferycznych,
- energia po niskiej cenie,
- niskoemisyjna technologia,

- zróżnicowanie wykorzystania źródeł energii w miksie energetycznym państwa,
- zaspokojenie stale rosnącego zapotrzebowania na energię,
- większe uniezależnienie od importu tradycyjnych nośników energii, których zasoby stale maleją, a wpływ na ceny ma wiele czynników,
- możliwość wykorzystania reaktorów w innych dziedzinach np. radiomedycynie,
- powstanie nowych miejsc pracy,
- zmniejszenie kosztów na zakup uprawnień emisji CO<sub>2</sub>,
- rozwój nowych technologii i pojawienie się nowych możliwości badawczo-rozwojowych,
- poprawa zdrowia mieszkańców (Jureńczyk 2021, s. 110).

Zaproponowany przez Engela i współautorów (2020) model dekarbonizacji zakłada, że Polska będzie realizować plany uruchamiania elektrowni atomowych zgodnie z najnowszymi założeniami *Polityki energetycznej Polski*. Oznaczałoby to, że w latach 2033–2043 powstaną zakłady o mocy wytwórczej 6–9 GW. Wyprodukowana w ten sposób energia atomowa do 2050 r. mogłaby pokryć około 14% całkowitego zapotrzebowania. W 2050 r. reszta generowanej energii mogłaby pochodzić z OZE i elektrowni węglowych wyposażonych w technologie CCUS<sup>12</sup>.

Z analiz przeprowadzonych przez Zawalińską i współautorów (2020) wynika, że regionalne skutki gospodarcze takiej inwestycji są znaczące ze względu na różnice w strukturach gospodarczych regionów, dlatego należy je zawsze brać pod uwagę przy podejmowaniu ostatecznych decyzji dotyczących lokalizacji elektrowni. Autorzy podkreślili, że oficjalnie zaproponowano kilka potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowych w Polsce (w woj. zachodniopomorskim, pomorskim i łódzkim), głównie w oparciu o parametry techniczne (spełniające wymagania hydrogeologiczne), ale nie wzięto pod uwagę porównań ekonomicznych skutków takich lokalizacji, co może mieć negatywne konsekwencje. Wyniki badań cytowanych autorów wykazały bowiem, że chociaż faza budowy jest korzystna dla rozwoju gospodarczego we wszystkich czterech regionach, faza eksploatacji jest korzystna tylko dla jednego. Wynika to m.in. z regionalnych różnic w strukturze produkcji, poziomach płac, charakterystyce siły roboczej i sektorze energetycznym.

Szacunki pozytywnych skutków ekonomicznych, związanych z powstaniem elektrowni jądrowych w naszym kraju są bardzo trudne, bowiem wiele czynników ma wpływ na wynik końcowy. Kompleksowa i odpowiedzialna odpowiedź na pytanie o losy energetyki jądrowej w Polsce wymaga integracji wielu środowisk (ekonomistów, ekologów, społeczeństwa, szczególnie z obszarów potencjalnych lokalizacji elektrowni jądrowych) oraz zintegrowanych badań na temat barier i możliwości oraz pozytywnych i negatywnych skutków dla gospodarki, społeczeństwa i środowiska w myśl zasad zrównoważonego rozwoju eksploatacji elektrowni jądrowych (Marks-Bielska, Sobieraj 2020, s. 57).

---

<sup>12</sup> Technologia CCUS — *carbon capture, utilization, and storage* — obejmuje metody i technologie usuwania CO<sub>2</sub> z gazów spalinowych i atmosfery, a następnie recykling CO<sub>2</sub> w celu jego wykorzystania i określenia bezpiecznych i stałych opcji składowania (Szerzej: Liu i in. 2017).

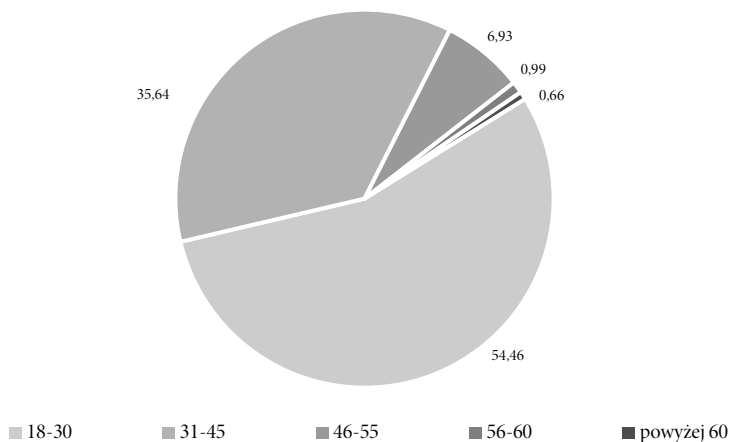
### 3. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w świetle badań empirycznych

#### 3.1. Charakterystyka respondentów

Badaniem objęto 303 mieszkańców Polski, w tym 186 kobiet (61,39%) i 117 mężczyzn (38,61%). Na rysunku 29. przedstawiono strukturę wieku respondentów. Ankietowani biorący udział w badaniu to głównie osoby młode. Większość z nich nie skończyła 30 roku życia (54,46%). Mieszkańcy w wieku 31–45 lat stanowili 35,64%, natomiast 6,93% to osoby między 46 a 55 rokiem życia. Osoby starsze, które ukończyły 56 lat stanowiły 1,65% zbiorowości.

Rysunek 29.

Struktura wieku respondentów (%)

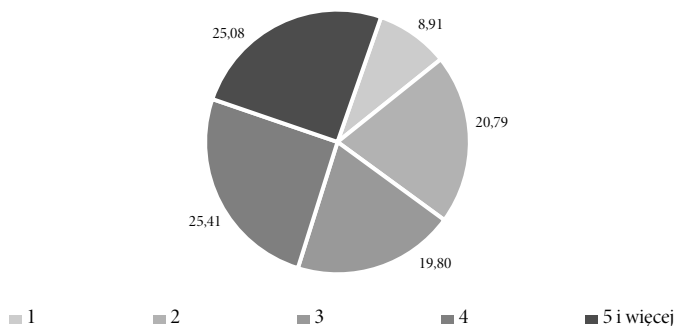


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Na rysunku 30. zobrazowano liczebność osób w gospodarstwach domowych respondentów. Większość ankietowanych były to osoby z dużych rodzin, liczących 4 i więcej osób (50,49%). Następnie gospodarstwa 2-osobowe (20,79%) oraz 3-osobowe (19,80%). Najmniej liczną grupę stanowiły gospodarstwa jednoosobowe (8,91%).

Rysunek 30.

Liczba osób prowadzących wspólne gospodarstwo domowe (%)



Zródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Miejsce zamieszkania ma kluczowy wpływ na możliwości związane ze stosowaniem OZE. Pod tym względem struktura respondentów była bardzo wyrównana. W mieście mieszkało 51,49% badanych, natomiast 48,51% pochodziło ze wsi.

### 3.2. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w opinii mieszkańców

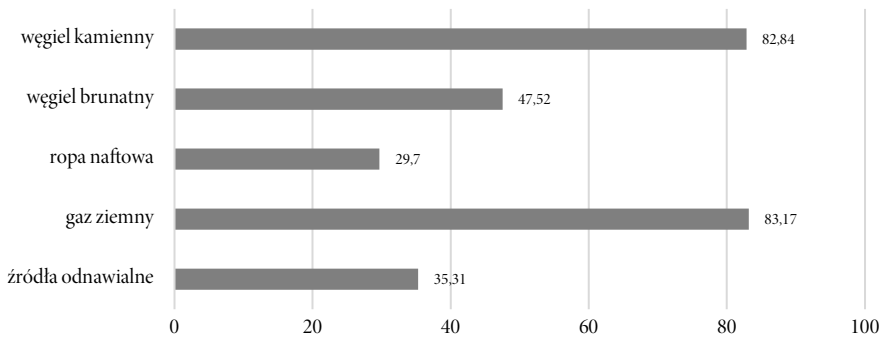
W celu poznania opinii mieszkańców Polski o bezpieczeństwie energetycznym kraju ankietę podzielono na kilka części. Pierwsza z nich była skierowana do wszystkich ankietowanych i skupiała się głównie na poznaniu opinii nt. ogólnych zagadnień dotyczących bezpieczeństwa energetycznego Polski, tj. źródeł energii, polityki energetycznej czy transformacji energetycznej. W tej części zapytano respondentów także o wysokość rachunków za prąd, sposób ogrzewania domu oraz posiadanie instalacji OZE. Odpowiedzi w kolejnych częściach ankiety były uzależnione od tego, czy dana osoba posiadała instalację OZE, czy też nie. Osoby, które odpowiedziały twierdząco (69 os.), w dalszej części wskazywały m.in. rodzaj instalacji, powód inwestycji czy rodzaj dofinansowania, z którego skorzystały. Natomiast osoby, które nie posiadają instalacji OZE, zostały podzielone na te, które planują taki zakup w najbliższych 3 latach oraz takie, które nie są tym tematem zainteresowane. Część ankiety dla tych grup obejmowała pytania m.in. o powód rozważania inwestycji, typ rozważanej instalacji oraz możliwości dofinansowania. Ankietowani, którzy nie byli zainteresowani instalacją OZE byli proszeni o wskazanie powodu.

Pierwsze pytanie miało na celu sprawdzenie wiedzy respondentów nt. głównych źródeł energii wykorzystywanych w Polsce. Było to pytanie wielokrotnego wyboru, w którym można było wskazać maksymalnie 3 odpowiedzi. Na rysunku 31. przedstawiono odpowie-

dzi respondentów jako ogólną liczbę wskazań na poszczególne źródła energii wykorzystywane w Polsce. Na podstawie odpowiedzi można stwierdzić, że badani niezupełnie mają świadomość, z jakich źródeł pochodzi energia w Polsce. W opinii respondentów głównym źródłem energii w naszym kraju jest gaz ziemny (83,17% wskazań), następnie węgiel kamienny (82,84% wskazań) i jako trzecie — węgiel brunatny (47,52% wskazań). Natomiast wg danych z Centrum Informacji o Rynku Energii struktura źródeł energii w Polsce na dzień 30 września 2022 r. to: w 56% węgiel kamienny, 27% węgiel brunatny, 11% OZE i tylko 5% gaz ziemny oraz 1% ropa<sup>1</sup>.

Rysunek 31.

Główne źródła energii wykorzystywane w Polsce w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)

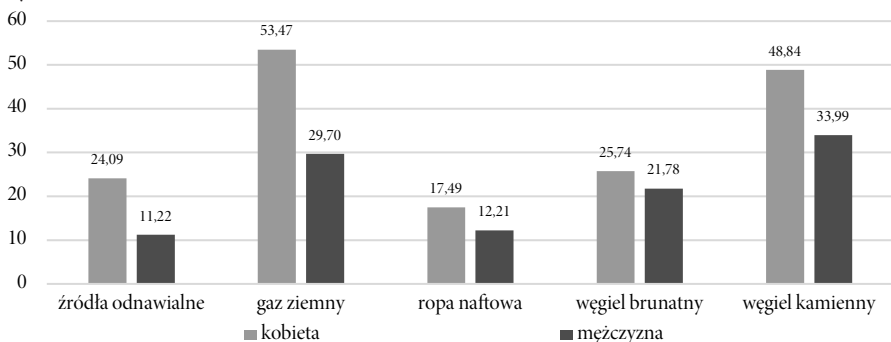


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Odpowiedzi na to samo pytanie z podziałem na płeć zobrazowano na rysunku 32.

Rysunek 32.

Główne źródła energii wykorzystywane w Polsce w opinii badanych wg płci; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

<sup>1</sup> <https://www.cire.pl/strony/struktura-i-produkcja-energii-elektrycznej-w-polsce> (dostęp: 01.10.2022).

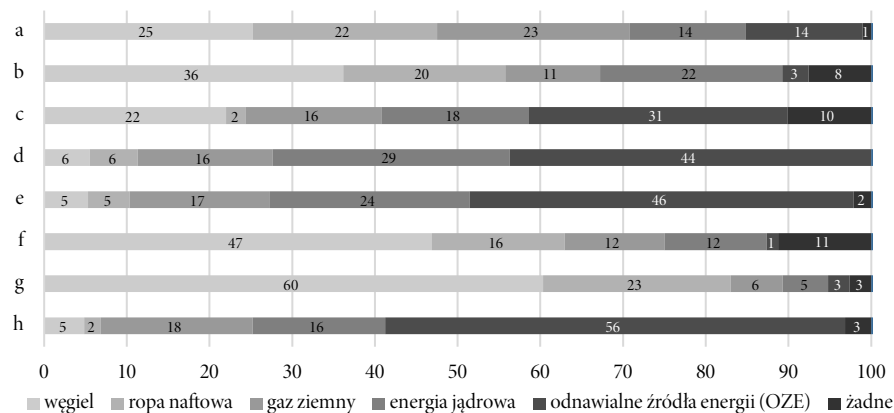


Mężczyźni jako główne źródła energii wskazali: węgiel kamienny (33,99% wskazań), gaz ziemny (29,70% wskazań) oraz węgiel brunatny (21,78% wskazań). Kobiety natomiast zaznaczyły głównie: gaz ziemny (53,47% wskazań), węgiel kamienny (48,84% wskazań) oraz węgiel brunatny (25,74% wskazań). Można też zwrócić uwagę, że panie wskazywały źródła odnawialne, częściej niż panowie (24,09% wskazań — kobiety, 11,22% wskazań — mężczyźni).

Na rysunku 33. przedstawiono strukturę odpowiedzi respondentów na różne zagadnienia dotyczące źródeł energii. Osoby biorące udział w badaniu wskazywały źródła energii, które wg ich opinii najlepiej pasują do danego twierdzenia. Respondenci stwierdzili, że źródła energii niezbędne dla funkcjonowania gospodarki to w pierwszej kolejności węgiel (25%), gaz ziemny (23%) oraz ropa naftowa (22%). Jako niebezpieczne dla społeczeństwa wskazane zostały: węgiel (36%), energia jądrowa (22%) oraz ropa naftowa (20%). Tym samym za najbezpieczniejsze uważane jest OZE (3%) i gaz ziemny (11%). Natomiast 8% ankietowanych uważa, że żaden z nośników energii nie jest niebezpieczny. Za najtańsze źródło energii uznano OZE (31%), węgiel (22%) oraz energię jądrową (18%). Ankietowani sądzą, że w przyszłości głównym źródłem energii będzie OZE (44%), energia jądrowa (29%) i gaz ziemny (16%). Podobnie kształtowały się odpowiedzi na pytanie o źródło energii, które ma największą szansę na dalszy rozwój: 46% — OZE, 24% — energia jądrowa i 17% — gaz ziemny. Jako nośnik energii, który powoduje najczęściej zgonów, ankietowani wskazali głównie węgiel (47%). Zanieczyszczenia w największej ilości, w opinii respondentów, emituje węgiel (60%) oraz ropa naftowa (23%). Za najbardziej ekologiczne uważane są OZE (56%), gaz ziemny (18%) oraz energia jądrowa (16%).

Rysunek 33.

Opinie respondentów na temat źródeł energii (%)



Uwagi:

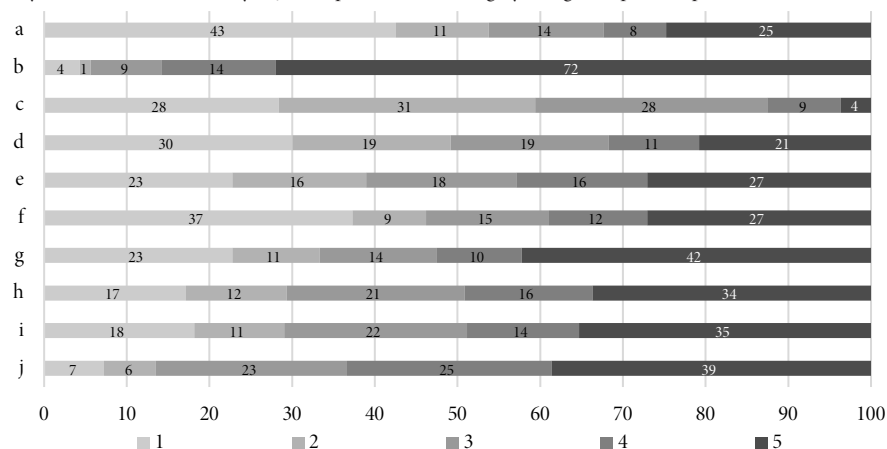
a — niezbędne dla funkcjonowania gospodarki; b — niebezpieczne dla społeczeństwa; c — najtańsze źródło energii; d — główne źródło energii wykorzystywane w przyszłości; e — mające największą szansę na rozwój; f — powodujące najczęściej zgonów; g — emitujące zanieczyszczenia w największej ilości; h — najbardziej ekologiczne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

W kolejnym pytaniu ankietowanym przedstawiono różne stwierdzenia. Ich zadaniem było zaznaczenie, w jakim stopniu zgadzają się bądź nie z podanym zdaniem. Respondenci zaznaczali cyfry od 1 do 5, gdzie 1 oznaczało, że dana osoba zdecydowanie nie zgadza się z danym stwierdzeniem, a 5 — zdecydowanie się z nim zgadza. Wyniki przedstawiono na rysunku 34.

Rysunek 34.

Wybrane stwierdzenia dotyczące bezpieczeństwa energetycznego w opinii respondentów (%)



Uwagi:

a — zgadzam się na budowę elektrowni jądrowej w pobliżu mojego miejsca zamieszkania; b — Polska powinna dążyć do samowystarczalności energetycznej; c — Polska posiada stabilne dostawy energii; d — inwestowanie w kopalnie i rozwój górnictwa byłoby słusznym kierunkiem; e — elektrownie jądrowe nie stanowią zagrożenia; f — nie przeszkadzałyby mi elektrownia jądrowa w pobliżu mojego miejsca zamieszkania; g — jestem za budową elektrowni jądrowych w Polsce; h — pozytywnie mogę ocenić politykę, która ma na celu zwiększenie wykorzystania OZE w produkcji energii; i — odchodzenie od węgla jest słusznym kierunkiem; j — czuję, że bezpieczeństwo energetyczne Polski jest obecnie zagrożone.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

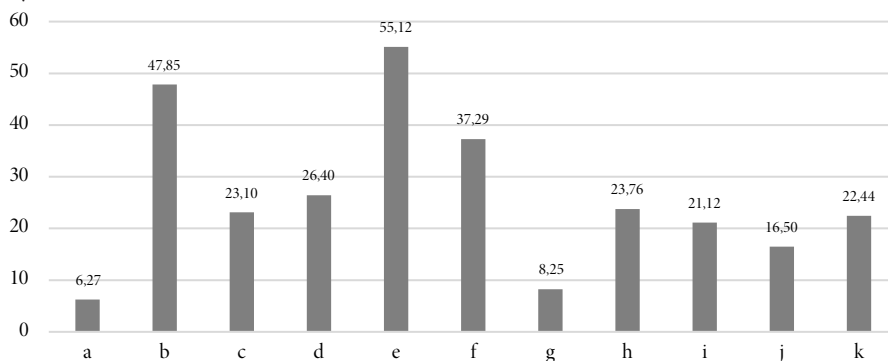
Z odpowiedzi można wywnioskować, że ankietowani nie są przychylnie nastawieni do budowy elektrowni jądrowej w swoim bliskim otoczeniu. Na twierdzenie „Zgadzam się na budowę elektrowni jądrowej w pobliżu mojego miejsca zamieszkania” większość z nich zaznaczyła cyfry 1 i 2 co oznacza, że 43% — zdecydowanie nie zgadza się z tym stwierdzeniem, a 11% — raczej się nie zgadza. Potwierdzeniem tego są odpowiedzi na podobnie brzmiące zdanie, a mianowicie „Nie przeszkadzałyby mi elektrownia jądrowa w pobliżu mojego miejsca zamieszkania”. W tym wypadku również, aż 37% respondentów zdecydowanie się nie zgadza, a 9% raczej nie. Z kolejnym punktem zdecydowana większość ankietowanych jest zgodna (72% — zdecydowanie tak) i uważa, że Polska powinna dążyć do samowystarczalności energetycznej. Ankietowani w większości nie zgodzili się z tezą, że Polska posiada stabilne dostawy energii (28% — zdecydowanie nie, 31% — raczej nie), natomiast części z nich

(28%), nie potrafiła stwierdzić słuszności twierdzenia. Inwestowanie w kopalnie i rozwój górnictwa jako zły kierunek działań wskazało 49% ankietowanych (30% — zdecydowanie nie, 19% — raczej nie). Natomiast 49% (35% — zdecydowanie tak, 14% — raczej tak) wskazało, że odchodzenie od węgla jest słusznym kierunkiem. Niemal połowa respondentów (27% — zdecydowanie tak, 16% — raczej tak) zgadza się ze stwierdzeniem, że elektrownie jądrowe nie stanowią zagrożenia. Większość respondentów zadeklarowała, że są za budową elektrowni jądrowych w Polsce (42% — zdecydowanie tak, 10% — raczej tak). Równie pozytywnie oceniono politykę ukierunkowaną na zwiększenie wykorzystania OZE w produkcji energii (34% — zdecydowanie tak, 16% — raczej tak). Badani zgodzili się w większości ze stwierdzeniem, że bezpieczeństwo Polski jest obecnie zagrożone (39% — zdecydowanie tak, 25% — raczej tak).

Osoby biorące udział w badaniu poproszono o to, by wskazały 3 najlepsze w ich opinii warianty rozwoju polskiej polityki energetycznej (rysunek 35.). Najczęściej wybieraną opcją była produkcja energii głównie z OZE (55% wskazań). Niewiele mniejszym zainteresowaniem cieszyła się odpowiedź o jak największym uniezależnieniu się od zakupu surowców energetycznych i dążenie do samowystarczalności (48% wskazań). Kolejnym częstym wyborem było inwestowanie w rozwój energii jądrowej (37%).

Rysunek 35.

Możliwości rozwoju polskiej polityki energetycznej w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Uwagi:

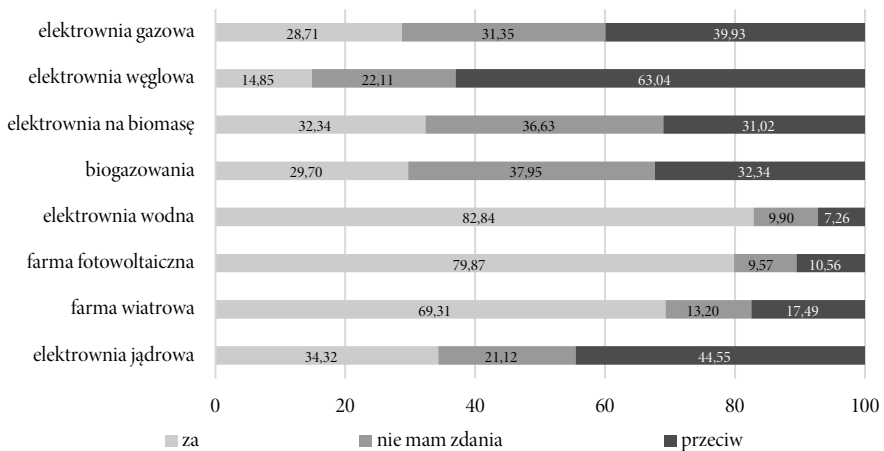
a — zakup surowców energetycznych z wielu różnych państw; b — jak największe uniezależnienie się od zakupu surowców energetycznych i dążenie do samowystarczalności; c — podjęcie działań na rzecz wzrostu efektywności wykorzystania energii; d — podjęcie działań na rzecz zmniejszenia zużycia energii (np. energooszczędne budownictwo); e — produkcja energii głównie ze źródeł odnawialnych (energia słońca, wiatru, geotermalna, biomasy itp.); f — inwestycje w rozwój energii jądrowej; g — zastrzeżenie przepisów i opłat w związku z emisją gazów do atmosfery; h — dotacje na prace badawcze nad nowymi technologiami do produkcji energii; i — zwiększenie pojemności magazynów i magazynowanie energii; j — inwestowanie w rozwój polskiego górnictwa i produkcja energii na bazie węgla; k — korzystanie z odnawialnych źródeł oraz konwencjonalnych źródeł (węgiel, gaz, ropa) w równym stopniu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Na rysunku 36. przedstawiono odpowiedzi ankietowanych dotyczące ich reakcji na budowę wybranych elektrowni w pobliżu 1 km od miejsca zamieszkania. Podana odległość była czysto teoretyczna, bez uwzględniania warunków i szans na budowę elektrowni w tak bliskim sąsiedztwie. Zabieg ten miał na celu zadziałać na wyobraźnię odpowiadających. Najbardziej niepożądanym typem elektrowni w pobliżu miejsca zamieszkania ankietowanych były: elektrownia węglowa (63% — przeciw), jądrowa (45% — przeciw) oraz gazowa (40% — przeciw). Elektrownie, na które zgodziliby się respondenci to: elektrownia wodna (83% — za), farma fotowoltaiczna (80% — za) oraz farma wiatrowa (69% — za). Elektrowniami, co do których respondenci nie mieli jednoznacznego zdania, były elektrownia na biomasę (37% — trudno powiedzieć) oraz biogazownia (38% — trudno powiedzieć).

Rysunek 36.

Poparcie respondentów teoretycznego usytuowania wybranych rodzajów elektrowni w pobliżu miejsca zamieszkania (%)



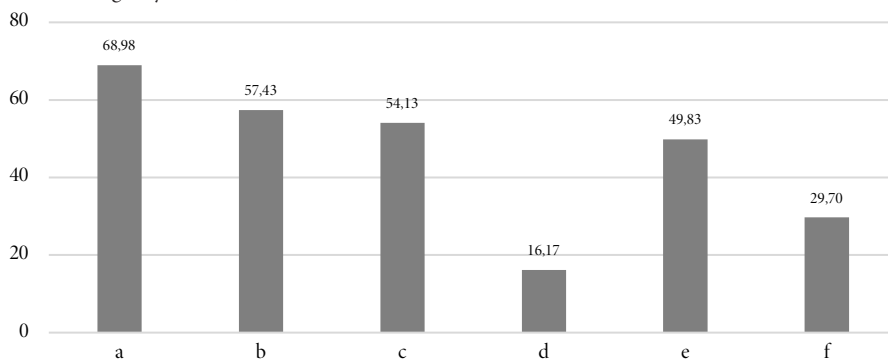
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Grupę, która brała udział w badaniu, poproszono o wskazanie czynników, które w ich opinii powinny być najważniejsze podczas przeprowadzania transformacji energetycznej. Badani mieli możliwość zaznaczenia maksymalnie trzech odpowiedzi. Priorytetowym czynnikiem podczas transformacji, wg ankietowanych, było dbanie o zachowanie bezpieczeństwa energetycznego i zapewnienie ciągłości dostaw energii (69% wskazań). Niemniej ważne okazało się zwrócenie uwagi na ceny energii i koszt transformacji dla obywatela (57%), wpływ na środowisko naturalne (54%) oraz dbanie o sprawiedliwy przebieg transformacji, tak żeby żaden obywatel na niej nie ucierpiał (50%) (rysunek 37.).

Ankietowani w kolejnym pytaniu określali, o ile wzrosły ich rachunki, porównując rachunek bieżący, tj. z czerwca/lipca 2022 r. (czas przeprowadzania badań) do rachunku ze stycznia 2022 r. Na rysunku 38. zobrazowano odpowiedzi respondentów z podziałem na miejsce zamieszkania.

Rysunek 37.

Najważniejsze czynniki podczas transformacji energetycznej w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Uwagi:

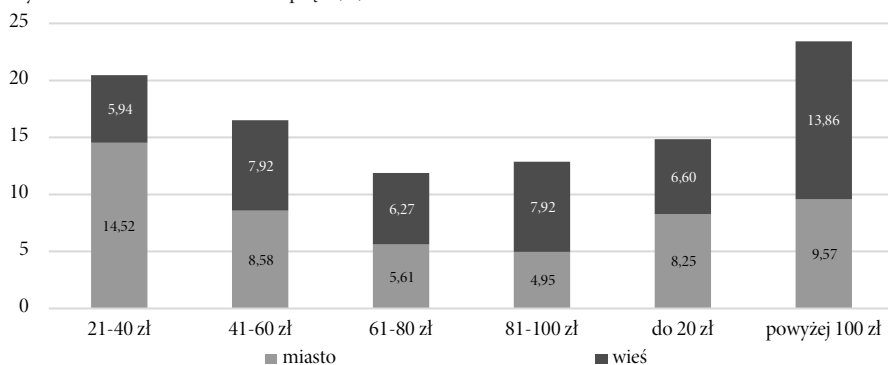
a – dbanie o zachowanie bezpieczeństwa energetycznego i zapewnienie ciągłości dostaw energii; b – zwrócenie uwagi na ceny energii i koszt transformacji dla obywatela; c – wpływ na środowisko naturalne; d – dążenie do osiągnięcia celów zgodnych z pakietem klimatycznym Unii Europejskiej; e – dbanie o to, by przebiegła ona sprawiedliwie i żaden obywatel nie ucierpiał na transformacji; f – dostosowanie zmian do specyfiki regionu, podejście regionalne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Najwięcej osób wskazało podwyżkę powyżej 100 zł (24%), przy czym w większości byli to mieszkańcy wsi (14%). Drugą w kolejności opcją była najniższa wartość podwyżki od 21 do 40 zł, którą zaznaczyło 21% badanych, przy czym większość z nich stanowili mieszkańcy miast (15%). Większe podwyżki dotknęły głównie mieszkańców wsi, czyli w większości domów jednorodzinnych. Natomiast mieszkańcy miast (w większości mieszkający w blokach) do lipca 2022 r. nie odczuli podwyżek cen prądu.

Rysunek 38.

Wysokość wzrostu rachunku za prąd (%)

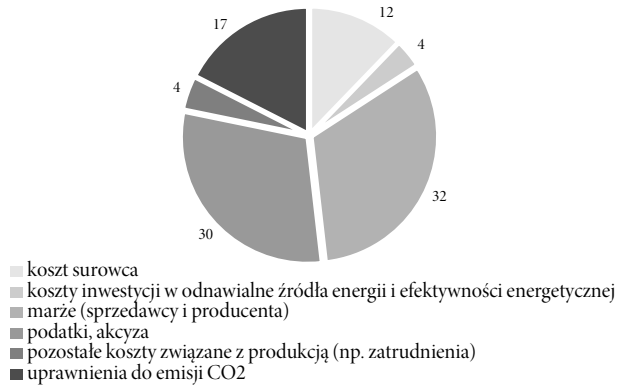


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Na cenę prądu składają się różne czynniki. Respondentów poproszono o zaznaczenie składnika, który w ich opinii ma największy udział w cenie energii elektrycznej (rysunek 39.). Badani najczęściej wskazywali marżę (32%) oraz podatki i akcyzę (30%). Nieco mniej osób zdecydowało się na uprawnienia do emisji CO<sub>2</sub> (17%) oraz koszt surowca (12%). W rzeczywistości, bazując na wyliczeniach PKEE z grudnia 2021 r., to uprawnienia do emisji CO<sub>2</sub> mają największy udział w cenie energii (ok. 59%), a marża i akcyza stanowiły po 1%<sup>2</sup>.

Rysunek 39.

Udział poszczególnych składowych w cenie energii elektrycznej w opinii respondentów (%)

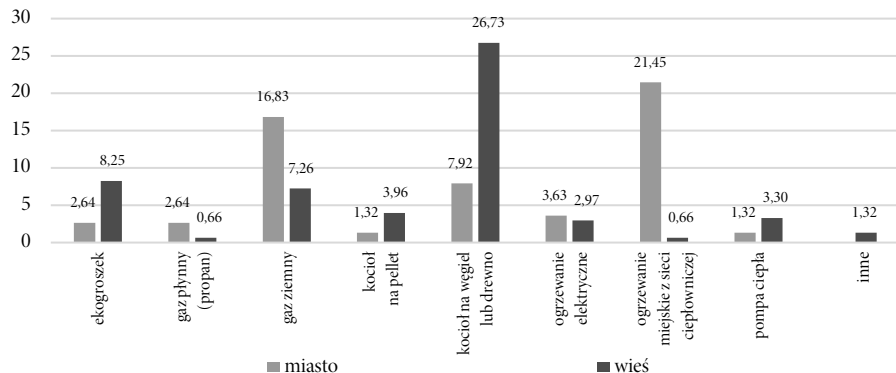


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Na rysunku 40. przedstawiono, w jaki sposób respondenci ogrzewają swoje mieszkania i domy.

Rysunek 40.

Rodzaje ogrzewania wykorzystywane przez respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

<sup>2</sup> <https://pkee.pl/aktualnosci/niespelna-co-piaty-polak-jest-swiadomy-z-czego-wynikaja-ceny-energii> (dostęp: 22.09.2022).

Badani mieli możliwość zaznaczenia kilku odpowiedzi. Większość respondentów zadeklarowała, że ogrzewa dom tradycyjnym piecem na węgiel lub drewno, tzw. „kopciuchem” (35% wskazań), z czego 27% wskazań to mieszkańcy wsi, a 8% wskazań — mieszkańcy miasta. Kolejne popularne źródła ogrzewania, to źródła wykorzystywane głównie w mieście, czyli ogrzewanie miejskie (21% wskazań — miasto) oraz gaz ziemny (17% wskazań — miasto, 7% — wieś). Na wsi ze względów technicznych, częściej wykorzystywane są źródła, takie jak: pompa ciepła (3% wskazań — wieś, 1% wskazań — miasto), kocioł na pellet (4% wskazań — wieś, 1% wskazań — miasto), ekogroszek (8% wskazań — wieś, 3% wskazań — miasto). Odpowiedź inne stanowiła 1% wskazań i respondenci wymieniali m.in.: kominek, piec akumulacyjny, piec kaflowy.

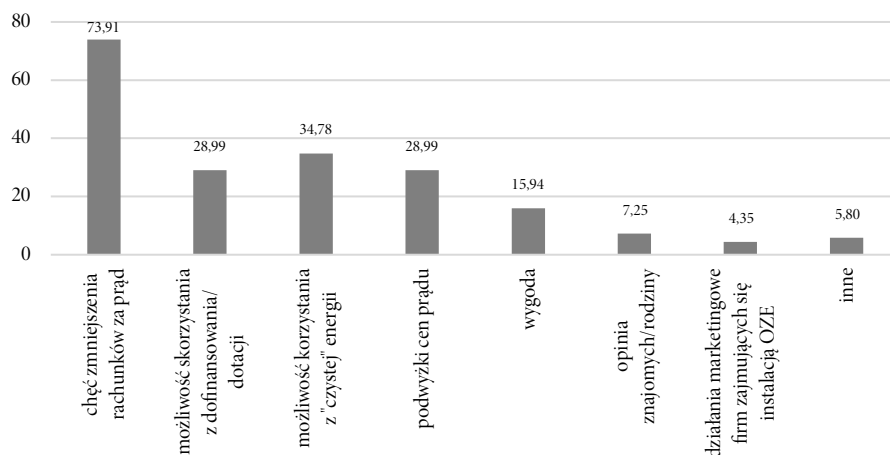
W kolejnym pytaniu ankietowym respondentów zapytano o to, czy posiadają instalację OZE. Większość z nich (77%) wskazała odpowiedź przeczącą i tym samym pokierowana została do części pytań dla nieposiadających takiej instalacji. Natomiast 69 osób (23%) odpowiedziało twierdząco i w dalszej części odpowiadało na pytania skierowane do posiadaczy takich instalacji.

Na rysunku 41. przedstawiono odpowiedzi respondentów nt. przyczyn inwestycji w OZE. Głównym powodem okazała się chęć zmniejszenia rachunków za prąd (74% wskazań). Częstymi przyczynami były również: możliwość korzystania z „czystej energii” (35% wskazań), możliwości otrzymania dofinansowania od państwa (29% wskazań) oraz podwyżka cen prądu (29%). Wśród odpowiedzi innych (6%) respondenci wskazywali m.in.:

- „dążenie do samowystarczalności energetycznej”
- „podwyżka cen za opał”
- „optymalizacja zużycia energii elektrycznej produkowanej we własnym zakresie”

Rysunek 41.

Przyczyny inwestycji w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)

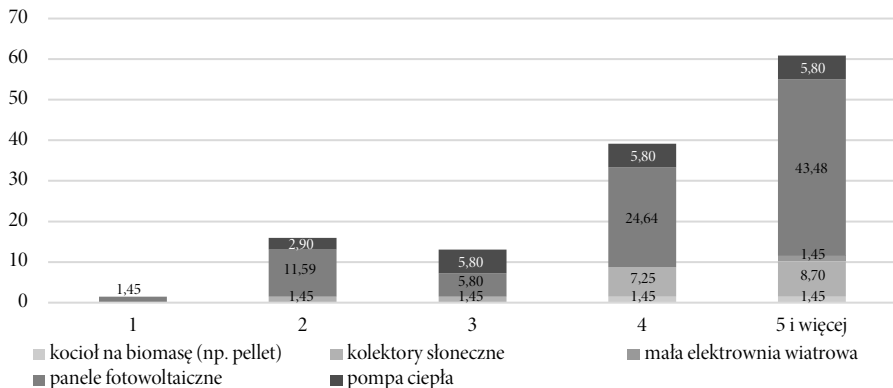


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Osoby biorące udział w badaniu w kolejnym pytaniu wskazały rodzaj instalacji OZE, którą posiadają. Odpowiedzi z podziałem na wielkość gospodarstwa domowego przedstawiono na rysunku 42. Na podstawie odpowiedzi można zauważyć, że w instalacje OZE inwestują gospodarstwa domowe, w których jest duża liczba osób. Dominującym rodzajem instalacji w każdej grupie są panele fotowoltaiczne (łącznie 87% wskazań). Mniej popularne kolektory słoneczne oraz pompy ciepła to odpowiednio 19% i 20% wskazań. W dużych gospodarstwach domowych, powyżej 4 osoby wykorzystywano kocioł na biomasę (3% wskazań) oraz małą elektrownię wiatrową (1% wskazań).

Rysunek 42.

Rodzaj instalacji OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)

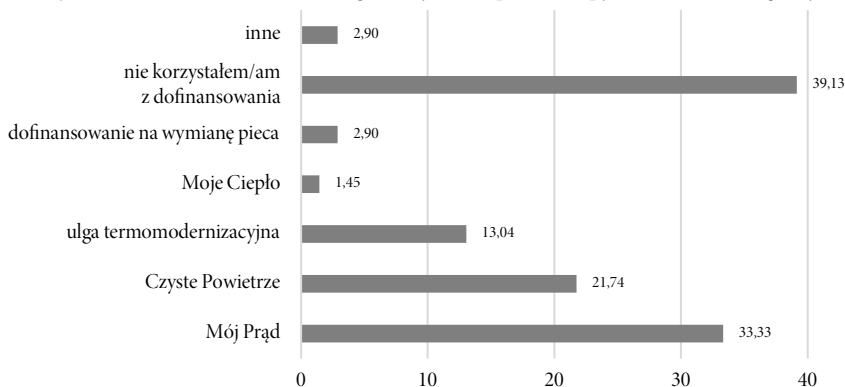


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Na rysunku 43. przedstawiono odpowiedzi respondentów, w których to wskazywali rodzaje dofinansowań, z jakich korzystali.

Rysunek 43.

Rodzaj dofinansowania do OZE, z którego korzystali respondenci; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.



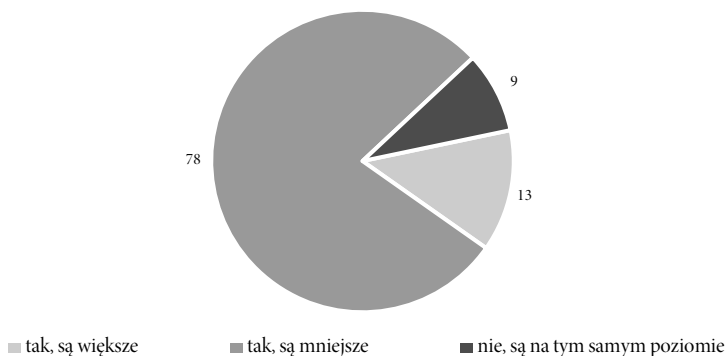
Większość odpowiedzi — 39% informuje, że ankietowani nie korzystali z żadnego dofinansowania. Program *Mój Prąd* otrzymał 33% wskazań, *Czyste Powietrze* — 22%, a ulga termomodernizacyjna 13% wskazań. Wśród odpowiedzi innych wymieniano m.in.:

- *Regionalny Program Operacyjny Województwa Podlaskiego na lata 2014–2020*,
- projekt z Urzędu Miasta.

Na rysunku 44. przedstawiono odpowiedzi respondentów na pytanie, czy rachunki za prąd uległy zmianie w związku z wykorzystaniem OZE. Większość badanych stwierdziła, że rachunki są mniejsze (78%). Aż 13% stwierdziło, że ich rachunki wzrosły. Natomiast 9% ankietowanych stwierdziło, że rachunki za prąd utrzymują się na tym samym poziomie.

Rysunek 44.

Zmiany wysokości rachunków za prąd w związku z wykorzystaniem instalacji OZE (%)

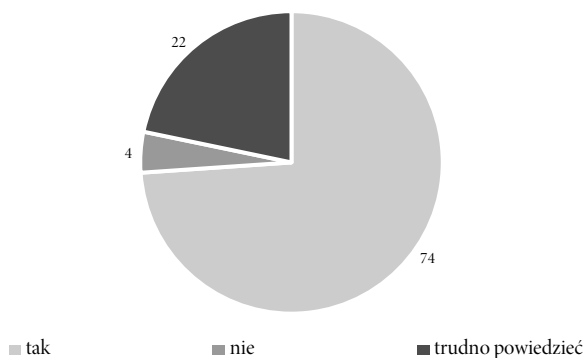


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Odpowiedzi na ostatnie pytanie skierowane do grupy osób, która posiada instalację OZE, przedstawiono na rysunku 45.

Rysunek 45.

Zadowolenie z inwestycji w OZE (%)



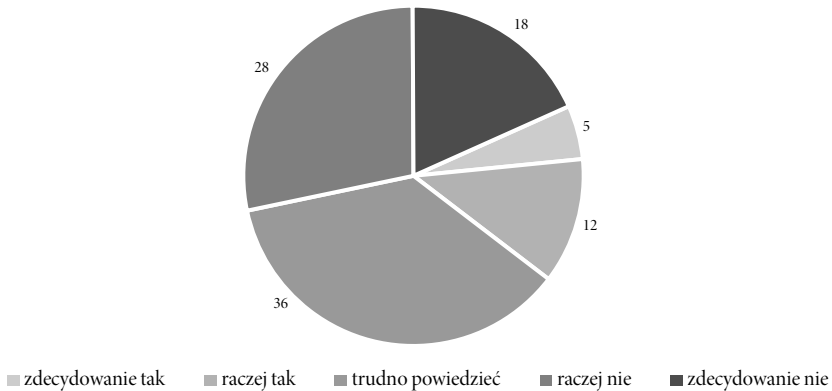
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Zdecydowana większość respondentów (74%) jest zadowolona z inwestycji, natomiast 22% trudno jest stwierdzić. Tylko 4% ankietowanych wskazało, że nie są zadowoleni z inwestycji.

Respondentów, którzy zadeklarowali, że nie posiadają instalacji OZE, zapytano o to, czy zamierzają w takową zainwestować w ciągu najbliższych 3 lat. Odpowiedzi przedstawiono na rysunku 46.

Rysunek 46.

Plany związane z instalacją OZE w domu w ciągu najbliższych 3 lat (%)

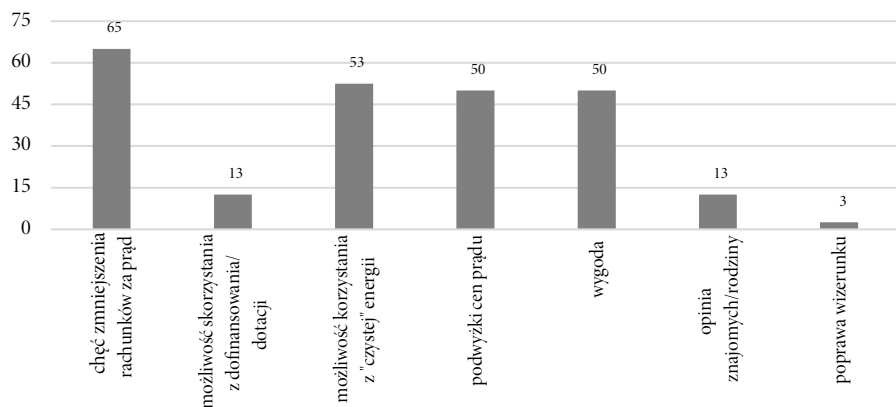


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Większość ankietowanych nie potrafiła określić (36%). Odpowiedzi negatywnej udzieliło 46% badanych. Natomiast osoby zdecydowane na taką inwestycję stanowiły 17% badanej grupy.

Rysunek 47.

Powody rozważania inwestycji w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



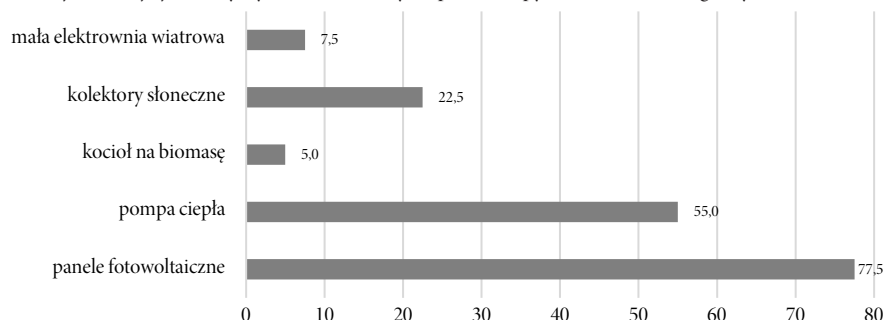
Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Respondentów, którzy wyrazili chęć zainwestowania w OZE w ciągu najbliższych 3 lat poproszono o wskazanie przyczyn przemawiających za tą decyzją. Ankietowani mogli zaznaczać wiele wariantów odpowiedzi, a możliwości wyboru były takie same, jak w pytaniu o przyczyny zainwestowania w OZE skierowanym do osób, które instalację posiadają. Odpowiedzi były analogiczne i w tym przypadku również najczęściej wskazywanym powodem były: chęć zmniejszenia rachunków za prąd (65% wskazań), możliwość korzystania z „czystej energii” (53% wskazań), podwyżki cen prądu (50% wskazań) oraz wygoda (50% wskazań) (rysunek 47.).

Na rysunku 48. przedstawiono odpowiedzi na pytanie, jakim typem instalacji dana osoba byłaby zainteresowana.

Rysunek 48.

Rodzaj instalacji, jakim byłby zainteresowany respondent; pytanie wielokrotnego wyboru (%)

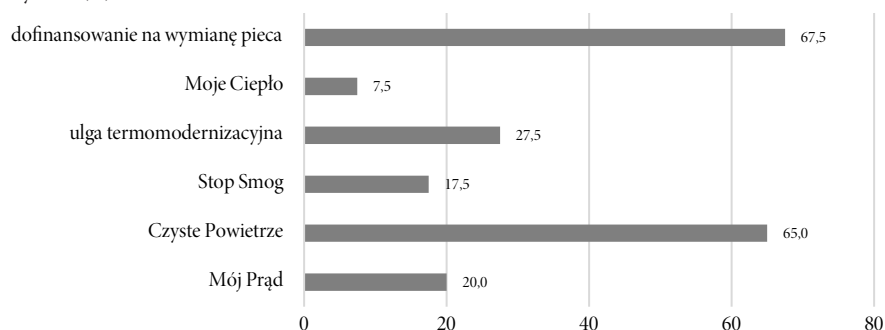


Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Najczęściej wskazywaną odpowiedzią okazały się panele fotowoltaiczne (78% wskazań) oraz pompy ciepła (55% wskazań). Najmniejszym zainteresowaniem charakteryzowały się małe elektrownie wiatrowe (8% wskazań) oraz kotły na biomasę (5% wskazań).

Rysunek 49.

Wiedza na temat dofinansowania instalacji OZE w gospodarstwach domowych; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

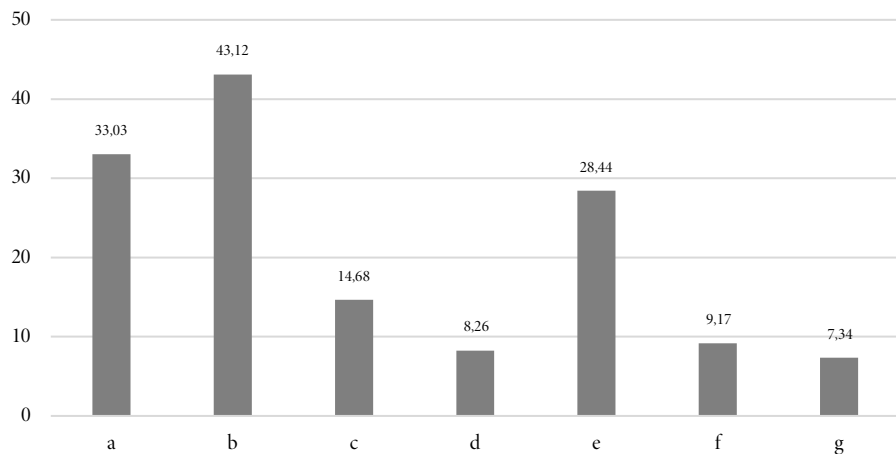
Następne pytanie dotyczyło programów, które pomagają sfinansować inwestycję w OZE (rysunek 49.). Badani wskazali, że w większości słyszeli o możliwościach w ramach dofinansowania na wymianę pieca (68% wskazań) oraz o programie *Czyste powietrze* (65% wskazań).

Na rysunku 50. przedstawiono odpowiedzi respondentów, którzy nie zamierzają inwestować w OZE. Wskazywali oni różne przyczyny swojej decyzji (możliwość wielokrotnego wyboru). Najczęściej wybieranym powodem był brak warunków do montażu (43% wskazań) — zapewne dotyczył w większości osób, które mieszkają w blokach. Kolejny to zbyt wysoki koszt zakupu instalacji (33% wskazań) oraz brak potrzeby inwestycji w OZE (28% wskazań). Respondenci wpisywali też własne odpowiedzi (7%) i wymieniali m.in.:

- „brak zgody od wszystkich w bloku”,
- „nie jest to opłacalne”,
- „użyteczność instalacji jest szkodliwa dla środowiska”,
- „brak wiarygodnych badań na ten temat”.

Rysunek 50.

Powody braku zainteresowania inwestycjami w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)



Uwagi:

a — zbyt wysoki koszt zakupu; b — brak warunków do montażu; c — za małe wsparcie finansowe z państwa do zakupu instalacji; d — negatywne opinie znajomych/rodziny; e — nie mam takiej potrzeby; f — nie interesowałem/am się tym tematem; g — inne.

Źródło: opracowanie własne na podstawie badań własnych.

Z odpowiedzi wynika, że OZE cieszy się coraz większym zainteresowaniem wśród badanych. Nadal jednak część z nich, mimo różnych programów pomocowych, mających na celu dofinansowanie zakupu instalacji OZE, uważa, że koszt zakupu jest zbyt wysoki. Natomiast mimo widocznych zmian klimatycznych, niektórzy badani nie widzą potrzeby, żeby zainteresować się tematem OZE.



## Podsumowanie

Bezpieczeństwo energetyczne kraju jest podstawą prawidłowego funkcjonowania gospodarki. Obecnie zawirowania na rynku energii są przedmiotem wielu dyskusji na szczeblu międzynarodowym. Zadaniem państwa jest zapewnienie stabilnych dostaw energii oraz surowców dla wszystkich sektorów — od dużych przedsiębiorstw do pojedynczych gospodarstw domowych. Polityka energetyczna Polski przed kryzysem energetycznym skupiała się głównie na osiągnięciu takich celów, jak: zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego, wzrost konkurencyjności i efektywności energetycznej, nie naruszając przy tym zasad zrównoważonego rozwoju. Priorytetem przy transformacji energetycznej było osiągnięcie celów UE, które miały ograniczyć zanieczyszczenie środowiska. Pandemia oraz tocząca się wojna zagroziła bezpieczeństwu energetycznemu nie tylko Polski, ale i Europy. Sytuacja ta jest dużym wyzwaniem dla gospodarek, w szczególności tych najbardziej uzależnionych od krajów eksportujących strategiczne surowce energetyczne. Państwa zostały zmuszone do zrywania głównych łańcuchów dostaw surowców energetycznych, dywersyfikacji dostawców i przyspieszenia transformacji energetycznej. Polska nadal opiera swoją gospodarkę głównie na paliwach kopalnych, z czego największy udział ma węgiel. W dziedzinie bezpieczeństwa energetycznego Polska wykazała się jednak przywództwem. Przed wojną w naszym kraju podjęto już kroki, aby uniezależnić się od importu gazu z Rosji przez budowę rurociągu do Norwegii oraz import gazu LNG. Warto wspomnieć też o magazynach z gazem, które mają optymalny zapas surowca na zimę i stanowią uzupełnienie w zaspakajaniu krajowych potrzeb. Sukcesywnie zwiększa się też udział odnawialnych źródeł energii. Podpisano również kontrakty z firmami na budowę elektrowni jądrowych w Polsce. Dzięki decyzjom podjętym wcześniej, Polska obecnie jest stosunkowo dobrze przygotowana do zerwania wszelkich połączeń z Rosją.

Przestudiowanie literatury oraz zestawień dotyczących surowców energetycznych wykorzystywanych w Polsce, a także badania ankietowe wśród 303 mieszkańców Polski pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. W Polsce wskaźnik ubóstwa energetycznego (LIHC) oscyluje na poziomie ok. 10%. Obecna sytuacja gospodarcza oraz geopolityczna kraju ma odzwierciedlenie we wzro-

ście wskaźnika od 2020 r. do 10,08%. Najwyższymi wartościami charakteryzowały się województwa: opolskie (15,78%), lubelskie (13,76%) i wielkopolskie (13,19%). Za zjawisko to odpowiedzialne są: wysokie ceny energii, niskie dochody gospodarstw domowych oraz niska efektywność energetyczna budynków.

2. Wskaźnik zależności od importu surowców energetycznych w Polsce w 2019 r. wyniósł 45,2%, co oznacza spadek poziomu bezpieczeństwa energetycznego kraju w ciągu ostatnich lat. Jednak porównując dane z krajami UE, można stwierdzić, że uzależnienie od importu surowców energetycznych w Polsce jest poniżej średniej europejskiej, a więc bezpieczeństwo energetyczne Polski jest w lepszej sytuacji.
3. W związku z kryzysem energetycznym Polska, tak jak i inne kraje UE, będzie musiała podjąć dalsze działania w celu zmniejszenia luki między popytem a podażą na strategiczne surowce energetyczne, tj. zwiększyć środki na dofinansowania OZE, prowadzić kampanie zachęcające konsumentów do oszczędności, angażować środki, które będą chronić obywateli przed rosnącymi cenami surowców, inwestować w nowe technologie.
4. Po 2018 r. krajowy popyt na energię elektryczną przewyższył podaż, co skutkowało zwiększeniem importu surowców energetycznych do Polski oraz podniesieniem cen. Za wzrost popytu na energię w największym stopniu odpowiadają drobni odbiorcy, czyli gospodarstwa rolne oraz gospodarstwa domowe. Energia w dużym stopniu potrzebna jest w sektorze przemysłowym i budownictwym.
5. Polska ma niskie zasoby ropy naftowej, dlatego 97% surowca jest importowane. W 2022 r. struktura dostawców ropy naftowej dynamicznie się zmieniała. Znaczące stały się dostawy surowca z Arabii Saudyjskiej (ok. 29%) oraz uzupełniające z Norwegii (ok. 12%), Wielkiej Brytanii (ok. 6%), USA (ok. 4%) i Kazachstanu (ok. 2%). Udział ropy naftowej pochodzącej z Rosji spadł z 60% w 2021 r. do 42% w 2022 r. Biorąc pod uwagę tylko IV kwartał 2022 r., udział rosyjskiej ropy w strukturze dostawców stanowił tylko 22%.
6. W Polsce są zlokalizowane jedne z większych złóż węgla kamiennego i w związku z tym jest to nasz surowiec strategiczny. Polityka energetyczna do 2040 r. zakłada ograniczenie roli węgla do minimum, tzn. popyt na węgiel kamienny ma być zaspokojony przez krajowe wydobycie, natomiast relacja eksport/import ma mieć charakter wyłącznie uzupełniający.
7. Udział zużycia OZE w Polsce sukcesywnie rośnie. W 2020 r. w Polsce wyniósł 16%, co jest pozytywnym zjawiskiem. Zgodnie z polityką energetyczną Polski do 2030 r. udział OZE ma wynieść co najmniej 32%. Cel ten ma być osiągnięty dzięki rozwojowi fotowoltaiki oraz morskich farm wiatrowych.
8. Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że respondenci nie są świadomi, z jakich źródeł pochodzi energia w kraju. W opinii badanych głównym źródłem energii w Polsce jest gaz ziemny (83,17% wskazań), którego udział wynosi tylko 5%.
9. Osoby biorące udział w badaniu w większości były przychylnie nastawione do budowy elektrowni jądrowej (52%) pod względem kosztów energii, wpływu na środowisko oraz perspektyw tego źródła energii. Natomiast awaria elektrowni jądrowej w Czarnobylu nadal wpływa na postrzeganie tego typu elektrowni jako niebezpiecznego dla społec-

czeństwa. Mieszkańcy nie są pozytywnie nastawieni do budowy elektrowni jądrowej w pobliżu ich miejsca zamieszkania (46%).

10. Ankietowani w większości byli za tym, by Polska dążyła do samowystarczalności energetycznej (86%). Na podstawie odpowiedzi można stwierdzić, że badani opowiadają się za tym, aby Polska odchodziła od węgla (49%) oraz inwestowała w dalszy rozwój OZE (50%).
11. W obecnej sytuacji geopolitycznej respondenci czuli zagrożenie bezpieczeństwa energetycznego Polski (64%) oraz brak stabilności dostaw energii (59%).
12. Podczas transformacji energetycznej ankietowani za priorytetowe stawiają zachowanie bezpieczeństwa energetycznego kraju, zapewnienie ciągłości dostaw energii (69%) oraz zachowanie stabilnych cen energii (57%).
13. Ankietowani najczęściej ogrzewali domy tradycyjnymi kotłami (34%), co dotyczyło głównie mieszkańców wsi. Co czwarta osoba zadeklarowała, że posiada instalację OZE — w największej mierze były to popularne obecnie panele fotowoltaiczne (67%). Głównym powodem była chęć zmniejszenia rachunków za prąd — co udało się 78% badanych. Co ciekawe, większość ankietowanych nie skorzystała z żadnego dofinansowania ani ulgi na OZE (39%).
14. Ankietowani, którzy nie posiadali OZE, byli niechętnie nastawieni na tego typu instalacji w przyszłości. Główny powód to brak warunków montażu (43%) — a więc dotyczył mógł mieszkańców bloków. Jednak duża część wskazała również wysokie koszty zakupu instalacji (33%), które przewyższają korzyści wynikające z niższych rachunków. Obecne wysokie stopy procentowe zniechęcają do finansowania OZE za pomocą kredytów, natomiast wsparcie ze strony państwa jest uważane za niewystarczające (15%).
15. Ankietowani, którzy chcą zainwestować w OZE, w głównej mierze rozważają panele fotowoltaiczne (78%) oraz pompy ciepła (55%).

Na podstawie oceny obecnej sytuacji geopolitycznej oraz opinii respondentów można stwierdzić, że bezpieczeństwo energetyczne Polski może być zagrożone. Porównując dane statystyczne dotyczące naszego kraju z danymi dla innych państw UE, można zauważyć, że Polska jest lepiej przygotowana na kryzys energetyczny ze względu na mniejsze uzależnienie od importu surowców energetycznych niż większość państw UE. Działania, takie jak: utrzymanie magazynów z gazem na wysokim poziomie, budowa terminala LNG w Świnoujściu, otwarcie gazociągu *Baltic Pipe*, dywersyfikacja dostawców jeszcze przed kryzysem oraz inwestowanie w OZE przyczyniły się do zwiększenia stabilności dostaw surowców energetycznych. Jednak jeśli nie dojdzie do zakończenia wojny, napięcie na rynku surowców będzie trwać, co może poważnie zagrozić bezpieczeństwu energetycznemu nie tylko Polski, ale i całej Europy w kolejnych latach.





## Piśmiennictwo

- Al-Masny N. 2019. Aktualne wyzwania i trendy w zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego w układzie globalnym i regionalnym. *Zarządzanie Innowacyjne w Gospodarce i Biznesie*, nr 2 (29): 13–29.
- Będzmirowski M., Gac M. 2018. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w regionie Morza Bałtyckiego. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 19: 2(3) s. 35–48.
- Bilans energii pierwotnej w latach 2005–2020*. Agencja Rynku Energii. 2021. Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Warszawa.
- Boguszewski R., Herudziński T. 2018. *Ubóstwo energetyczne w Polsce*. Pracownia Badań Społecznych SGGW. Warszawa.
- Borgosz-Koczwarą M., Herlender K. 2008. Bezpieczeństwo energetyczne a rozwój odnawialnych źródeł energii. *Energetyka*, 3: 194–197.
- Braun J. 2018. Bezpieczeństwo energetyczne jako dobro publiczne — miary i czynniki wpływające na jego poziom. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 358: 23–32.
- Chen W-H., Budzianowski W., Lee K.T. 2017. Preface — Sustainable Biofuels. *Energy Conversion and Management*, 141, 1.
- Cherp A., Jewell J. 2014. The concept of Energy Security: Beyond the Four As. *Energy Policy*, 75: 415–421.
- Chłopińska E., Bajko A., Autzen A. 2019. Potrzeby energetyczne Polski względem krajowego rynku gazu ziemnego. *Autobusy: Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe*, 20(6): 381–386.
- Ciepielewska M. 2016. Rozwój odnawialnych źródeł energii w Polsce w świetle unijnego pakietu klimatyczno-energetycznego oraz ustawy o odnawialnych źródłach energii. *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, 2(43): 7–18.
- Cieślak T., Górowska K., Metelska K., Szurlej A. 2018. Zużycie gazu ziemnego w podziale na województwa. *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 54: 190–205.

- Czech A. 2018. Analiza wybranych wskaźników bezpieczeństwa energetycznego Polski w kontekście zrównoważonego rozwoju. *Studia i Prace WNEiZ US*, 2(53): 23–35.
- Czekała W., Tarkowski F., Pochwatka P. 2021. Social Aspects of Energy Production from Renewable Sources. *Problemy Ekorozwoju — Problems of Sustainable Development*, 16(1): 61–66.
- Czwołek A. 2018. Sektor gazowy w Polsce. Stan i perspektywy. W: Czwołek A., Siemiątkowski P., Tomaszewski P. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne państwa*. Towarzystwo Naukowe Organizacji i Kierownictwa. Toruń s. 27–78.
- Drozd W. 2020. Wybrane technologie energetyczne konwersji odnawialnych źródeł energii. *Builder*, 24(4): 6–8.
- Drożdż W., Mróz-Malik O.J. 2020. Wyzwania dla polskiej polityki energetycznej w zakresie rozwoju morskiej energetyki wiatrowej. *Polityka Energetyczna — Magazyn Polityki Energetycznej*, 23(1): 5–18.
- Energy Transition in Poland 2023 Edition*. Forum Energii. 2023. Warszawa.
- Engel H., Purta M., Speelman E., Szarek G., van der Pluijm P. 2020. *Neutralna emisyjnie Polska 2050. Jak wyzwanie zmienić w szansę*. McKinsey & Company.
- Ervural B. C., Beyca O. F., Zaim S. 2016. Model Estimation of ARMA Using Genetic Algorithms: A case study of forecasting natural gas consumption. *Procedia — Social and Behavioral Sciences*, 235 s. 537–545.
- Frankowski J. 2017. Transformacja energetyczna w Polskiej gminie. Skutki Polityki lokalnej opartej o odnawialne źródła energii na przykładzie Kisielic. *Prace Geograficzne*, 149: 15–32.
- Frodyma K., Papież M., Śmiech S. 2018. Efektywność inwestycji w energię wiatrową w krajach UE. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 507: 63–74.
- Gas Market Report, Q2-2022*. IEA. 2022. Paris.
- Geise A. 2019. *Asymetria reakcji gospodarek na cenowe szoki naftowe na przykładzie państw UE*. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Toruń.
- Gędek S., Ruszel M. 2016. Ocena bezpieczeństwa ekonomicznego polskiego sektora ropy naftowej – stan i perspektywy. *Zeszytu Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*, 95: 265–274.
- Gierlach P. 2019. Potencjał bezpieczeństwa surowcowego Polski. W: Ruszel M., Podmiotko S. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy. Uwarunkowania–wyzwania–innowacje*. Instytut Polityki Energetycznej im. I. Łukasiewicza. Rzeszów.
- Gilbert A., Bazilian M.D., Gross S. 2021. *The emerging global natural gas market and the Energy crisis of 2021–2022*. Report Foreign Policy The Brookings.
- Golarz M. 2016. Bezpieczeństwo energetyczne Polski na przykładzie zaopatrzenia w gaz ziemny, ropę naftową i energię elektryczną. *Bezpieczeństwo: Teoria i Praktyka*, 10(1): 161–179.
- González-Eguino M. 2015. Energy poverty: An overview. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 47, 377–385.

- Gostomczyk W. 2017. Stan i perspektywy rozwoju rynku biogazu w UE i Polsce — ujęcie ekonomiczne. *Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego*, 17(2): 48–6.
- Gryz J. 2018. Bezpieczeństwo energetyczne — związki między nauką, polityką a rzeczywistością. W: Gryz J., Podraza A., Ruszel M. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne. Konceptje, wyzwania, interesy*. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
- Gryzik W. 2019. Porównanie poziomu zużycia paliw płynnych oraz infrastruktury transportowej i magazynowej w latach 2009–2017. W: Ruszel M., Podmiotko S. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy. Uwarunkowania–wyzwania–innowacje*. Instytut Polityki Energetycznej im. I. Łukasiewicza. Rzeszów.
- Grzelak S. 2016. Ropa naftowa w gospodarce światowej — znaczenie dla Polski. Popyt i ceny jako wyzwanie przyszłości przemysłu naftowego. *Kontrola Państwowa*, 61/6(371): 137–149.
- Haber G. 2022. Zarządzanie surowcami i zasobami w XXI w. W: Drosik A., Heidrich D., Ratajczak M. (red.). *Wprowadzenie do zrównoważonego rozwoju*. Wyd. Nauk. Scholar, Warszawa.
- Herudziński T. 2021. Społeczna percepcja energetyki jądrowej w perspektywie procesów transformacji energetycznej w Polsce. *Człowiek i Społeczeństwo*, 52: 251–265.
- Herudziński T., Boguszewski R., Owczarek D., Bondyra K. 2019. *Ubóstwo energetyczne w obliczu regulacji przeciwdziałających zanieczyszczeniu powietrza*. Wydawnictwo SGGW. Warszawa.
- How to Avoid Gas Shortages in the European Union in 2023*. IEA. 2022. Paris.
- Hussain F., Qazi A., Rahim N.A., Haedaker G., Alghazzaw D., Shaban K., Haruna K. 2019. Towards Sustainable Energy: A Systematic Review of Renewable Energy Sources, Technologies, and Public Opinions. *IEEE Access*, 7: 63837–63851.
- Janik W., Kaproń H., Paździor A. 2018. Uwarunkowania rozwoju produkcji energii elektrycznej na bazie źródeł odnawialnych. *Rynek Energii*, 2: 22–27.
- Janiszewska D.A. 2019. Diversification of energy Production and Consumption in European Union countries. *Polityka Energetyczna*, 22(2): 5–20.
- Jankowska I.M. 2015. Bezpieczeństwo energetyczne w polityce bezpieczeństwa państwa. *Studia Lubuskie*, 11: 147–166.
- Janowicz L. 2006. Biomasa w Polsce. *Energetyka i Ekologia*, 8: s. 601–604.
- Janusz P. 2010. Zasoby gazu ziemnego w Polsce jako czynnik poprawiający bezpieczeństwo energetyczne na tle wybranych państw UE. *Polityka Energetyczna*, 13(1): 23–41.
- Jureńczyk Ł. 2021. Bezpieczeństwo energetyczne Polski a współpraca polsko-amerykańska w zakresie cywilnego programu jądrowego. *Rocznik Instytutu Europy Środkowo-Wschodniej*, 19(1):105–120.
- Kamyk J., Kot-Niewiadomska A. 2019. Wydobycie i import — struktura pokrycia zapotrzebowania na ropę naftową w Polsce w latach 1990–2017. *Przegląd Geologiczny*, 67(11): 891–898.

- Kasperek R. 2020. Perspektywy rozwoju energetyki wodnej w Polsce. *Polish Journal for Sustainable Development*, 24(2): 29–38.
- Klepacka A.M. 2018. Potencjał użytkowy palletu z biomasy drzewnej: energia odnawialna jako element zrównoważonego rozwoju. *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 20(6): 124–132.
- Kochanek E. 2021. *Wielowymiarowość interesów energetycznych w dobie transformacji systemowej*. Wojskowa Akademia Techniczna. Warszawa.
- Koptiew D., Kłaczyński R. 2020. Globalny rynek paliw w obliczu wyzwań związanych z pandemią Covid-19. *Problems of Economics and Law*, 4:1–15.
- Koryl K. 2019. Bezpieczeństwo płynące z budowy gazociągu Baltic Pipe. W: Ruszel M., Podmiotko S. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy. Uwarunkowania–wyzwania–innowacje*. Instytut Polityki Energetycznej im. I. Łukasiewicza. Rzeszów.
- Kosyła D., Zielonka A. 2021. Rola zarządzania kryzysowego podczas blackout'u W: Bis J. (red.). *Nowoczesne koncepcje i metody zarządzania. Odpowiedzialne zarządzanie w warunkach kryzysu*. Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej. Lublin.
- Krajowy plan na rzecz energii i klimatu na lata 2021–2030*. Ministerstwo Aktywów Państwowych. 2019. Warszawa.
- Kryszk H., Kurowska K., Marks-Bielska R., Bielski S., Eźlakowski B. 2023. Barriers and Prospects for the Development of Renewable Energy Sources in Poland during the Energy Crisis. *Energies*, 16, 4.
- Laskowski A., Stepiński P. 2019. *Czy węgiel ma przyszłość?* Instytut Jagielloński. Warszawa.
- Lewandowski M. 2019. Bezpieczeństwo energetyczne w problematyce bezpieczeństwa narodowego. *De Securitate et Defensione. O Bezpieczeństwie i Obronności*, 1(5): 168–185.
- Liu H.J., Were P., Li Q., Gou Y., Hou Z. 2017. *Worldwide Status of CCUS Technologies and Their Development and Challenges in China*. Geofluids. Special Issue Coupled Geoflow Processes in Subsurface: CO<sub>2</sub> — Sequestration and Geoenergy Focus.
- Lorek M. 2017. Bezpieczeństwo energetyczne a bezpieczeństwo wewnętrzne państwa. *Modern Management Review*, 22/24(3): 95–104.
- Machowska H. 2012. Niekonwencjonalny gaz ziemny — gaz z łupków. *Czasopismo Techniczne. Chemia*, 109(16): 85–93.
- Manowska A. 2019. Odnawialne źródła energii w krajowym miksie energetycznym. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią Polskiej Akademii Nauk*, 109: 111–122.
- Marczak P. 2010. *Energetyka — wybrane zagadnienia. Część I. Zasoby i prognoza zapotrzebowania na energię*. Opracowania tematyczne — 580. Kancelaria Senatu. Biuro Analiz i dokumentacji.
- Marczak P. 2018. *Ceny energii elektrycznej w wybranych państwach Europy*. Opracowanie tematyczne 665. Biuro Analiz, Dokumentacji i Korespondencji, Warszawa.
- Marks-Bielska R., Bielski S., Novikova A., Romaneckas K. 2019. Straw Stocks as a Source of Renewable Energy. A Case Study of a District in Poland. *Sustainability*, 11(17): 4714.

- Marks-Bielska R., Bielski S., Pik K., Kurowska K. 2020. The Importance of Renewable Energy Sources in Poland's Energy Mix. *Energies*, 13: 4624.
- Miernik N. A. 2018. O energetyce wodnej, jak według mnie wpływa na środowisko. *Tutoring Gedanesis*, 3(1): 65–69.
- Marks-Bielska R., Sobieraj P. 2020. Uwarunkowania energetyki jądrowej w Polsce. W: Kucharska A., Purgal J., Ruszel M. (red.). *Transformacja energetyczna pomiędzy bezpieczeństwem energetycznym a konkurencyjnością gospodarki*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów,
- Mierzwiński M., Małek-Laska E., Tomaszewski K., Moskwik K. 2021. *Biomasa pochodząca ze zrównoważonych źródeł — strategiczna opcja w wyzwaniu dekarbonizacji w Polsce*. Instytut Jagielloński. Warszawa.
- Moch N. 2019. Współczesne uwarunkowania bezpieczeństwa energetycznego Polski W: Kwiatkiewicz P., Szczerbowski R., Stańczyk K., Sobków R. (red.) *Energetyka w kręgu bezpieczeństwa i techniki*. Poznań.
- Niedziółka M. 2019. Rola państwa w kształtowaniu lokalnego bezpieczeństwa energetycznego. *Wrocławskie Studia Politologiczne*, 27: 213–222.
- Niewiński G., Stepień M. 2019. Energetyka jądrowa. Bezpieczna technologia czy zagrożenie dla ludności? *Nierówności Społeczne a Wzrost Gospodarczy*, 57 (1/2019): 288–303.
- Nedic D.P., Dobson I., Kirschen D.S. Carreras B.A., Lynch V.E. 2006. Criticality in a cascading failure blackout model. *Int. J. Electr. Power Energy Syst.*, 28.
- Nowakowska P., Malciak M. 2021. Zmiany w funkcjonowaniu i zasadach rozliczania fotowoltaiki. *Nowa Energia*, 5–6(81): 48–51.
- Nuclear Power Reactors in the World*. Reference Data Series No. 2, International Atomic Energy Agency. 2021. Vienna.
- Offshore gas pipeline — implementation stage*. Baltic Pipe Project. 2020.
- Ogarek P. 2019. Przyszłość odnawialnych źródeł energii w Polsce w oparciu o politykę energetyczną Polski do 2040 roku. W: Ruszel M., Podmiotko S. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne Polski i Europy. Uwarunkowania–wyzwania–innowacje*. Instytut Polityki Energetycznej im. I. Łukasiewicza. Rzeszów.
- Oil Market Report — October 2022*. IEA.2022. Paris.
- Oleszak W., Czajkowski A. 2019. Bezpieczeństwo jako naturalna potrzeba człowieka. *Problemy Nauk Stosowanych*, 10: 193–204.
- Opportunities and Gaps in the final National Energy and Climate Plans*. Climate Action Europe (CAN) and ZERO. 2020.
- Owczarek D., Miazga A. 2015. *Ubóstwo energetyczne w Polsce — definicja i charakterystyka społeczna grupy*. Instytut na Rzecz Ekorozwoju, Warszawa.
- Pachauri S., Spreng D. 2011. Measuring and monitoring energy poverty. *Energy Policy*, 39, 7497–7504.

- Pangsy-Kania S. 2017. Ropa naftowa jako strategiczny surowiec gospodarki światowej: przyczyny i skutki wahań cen w latach 1970–2017. W: Maciejewski M., Wach K. (red.). *Handel zagraniczny i biznes międzynarodowy we współczesnej gospodarce*. Uniwersytet Ekonomiczny w Krakowie, Kraków.
- Pawelczyk M. 2018. Bezpieczeństwo energetyczne jako fundament bezpieczeństwa kraju. Zakres pojęciowy. W: Pawelczyk M. (red.). *Współczesne problemy bezpieczeństwa energetycznego. Sektor gazowy i energetyczny*. Polska Fundacja Prawa Konkurencji i Regulacji Sektorowej Ius Publicum. Warszawa.
- Piech K., Dybowski P., Kozik J., Ciesielka E., Siostrzonek T., Milej W. Wójcik J., Rad M., Lech T., Drabek T. 2019. *Fotowoltaika — tendencje i prognozy. Napędy i Sterowanie*, 7/8: 122–125.
- Pindór T. 2018. Uwarunkowania i perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w świecie i w Polsce. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 523: 343–355.
- Pindór T., Preisner L. 2013. Oszczędność zasobów energii pierwotnej w skali światowej w wyniku zagospodarowania złóż niekonwencjonalnego gazu ziemnego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 317: 44–52.
- Pinheiro de Matos L., Murillo Gili R. 2022. The Energy crisis in Europe. Dossier. *Energy Prices: Present and Future*, 463: 29–30.
- Piwowar A. 2022. Energy Poverty as a Current Problem in the Light of Economic and Social Challenges. *Energies*, 15, 8554.
- Podraza A. 2018. Problemy i zagrożenia a rozwój koncepcji bezpieczeństwa energetycznego W: Gryz J., Podraza A. Ruszel M. (red.). *Bezpieczeństwo energetyczne. Koncepcje, wyzwania, interesy*. Wydawnictwo PWN Warszawa.
- Pogorzelski A. 2017. Bezpieczeństwo energetyczne Polski w latach 2010–2015: aspekty ekonomiczne. *Catallaxy*, 2(2): 59–70.
- Polaszczyk J., Markiewicz K. 2020. Comparison of Chosen Wind Energy Aspects of Visegrad Countries in Context of EU Sustainable Energy Sector Development Management. *Modern Management Review*, 25: 27(2): 53–62.
- Polityka energetyczna Polski do 2040 r.* Ministerstwo Klimatu. 2021. Warszawa.
- Popkostova Y. 2022. *Europe's Energy crisis conundrum*. European Union Institute for Security Studies Briefs. Luksemburg.
- Pronińska K. 2012. *Bezpieczeństwo Energetyczne w Stosunkach UE–Rosja. Geopolityka i ekonomia surowców energetycznych*. Dom wydawniczy ELIPSA. Warszawa.
- Pronińska K. 2020. Bezpieczeństwo energetyczne i polityka klimatyczno-energetyczna w warunkach pandemii-19. *Rocznik Strategiczny*, 2020/21, 26: 156–170.
- Przybylska-Czastkiewicz M. 2017. Prawne uwarunkowania rozwoju energetyki odnawialnej w Polsce po 2015 r. *Polityka Energetyczna*, 20, 1.
- Pytlova L. 2020. Gazociąg Nord Stream 2 i bezpieczeństwo państw europejskich we współczesnej karykaturze politycznej. Mare Integrans. *Studia nad Dziejami Wybrzeży Morza Bałtyckiego*, 15: 353–379.
- Raport roczny 2022 r.* Polska Organizacja Przemysłu i Handlu Naftowego. 2023. Warszawa.

- Rosales-Calderon O., Arantes V. 2019. A review on commercial scale high value products that can be produced alongside cellulosic ethanol. *Biotechnol. Biofuels*, 12.
- Różycki R. 2021. Panele fotowoltaiczne w budowie systemu bezpieczeństwa energetycznego państwa. *Науковий Простір: Актуальні, Питання, Досягнення Та Інновації*: 274–277.
- Ruszel M. 2017. Ocena bezpieczeństwa dostaw gazu ziemnego do Polskie — stan obecny i perspektywa do 2025 r. *Polityka Energetyczna*, 20(1): 5–22.
- Rynek Fotowoltaiki w Polsce — raport*. Instytut Energetyki Odnawialnej. 2022. Warszawa.
- Sadowski T., Świdorski G., Lewandowski W. 2008. Wykorzystanie odnawialnych i nieodnawialnych źródeł energii w Polsce i w krajach UE. *Energetyka i Ekologia*, 4: 289–295.
- Sala K. 2018. Energetyka słoneczna jako czynnik rozwoju regionów i gmin w Polsce. *Przedsiębiorczość — Edukacja*, 14: 125–138.
- Słupik S. 2015. Świadomy konsument energii w województwie śląskim w świetle badań ankietowych. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, 232: 215–224.
- Soliński J., Gawlik L. 2012. Rys historyczny, rozwój i stan obecny światowego i polskiego sektora energii. *Energetyka*, 3–4: 142–149.
- Sołtuniak J. 2020 Wpływ prognozowanych zmian klimatu na wytwarzanie energii w elektrowniach wodnych. W: Prandecki K., Burchard-Dziubińska M. (red.). *Zmiana klimatu — skutki dla polskiego społeczeństwa i gospodarki*. Komitet Prognoz Polska 2000 Plus. PAN. Warszawa.
- Statistical Review of World Energy*. BP p.l.c. 2021. London.
- Strategia Bezpieczeństwa Narodowego Rzeczypospolitej Polskiej*. 2020. Ministerstwo Obrony Narodowej. Warszawa.
- Szczerbowski R. 2013. Bezpieczeństwo energetyczne Polski — mix energetyczny i efektywność energetyczna. *Polityka Energetyczna*, 16 (4): 35–47.
- Szołucha A. 2021. *Gaz łupkowy w Polsce: historia, magia, protest*. Wydawnictwo PWN. Warszawa.
- Świerszcz K., Grenda B. 2018. Poziom ubóstwa energetycznego w wybranych regionach kraju jako miernik poziomu bezpieczeństwa energetycznego w wymiarze społecznym. *Przedsiębiorczość i Zarządzanie*, 19 2(3): 211–230
- Tadeusiewicz R. 2018. Od bursztynu do prądnicy — czyli początki przygody ludzkości z elektrycznością. *Maszyny Elektryczne — Zeszyty Problemowe*, 4 (120): 1–7.
- Tkaczyk M. 2020. Energy security and implementation of renewable Energy in the European Union. *Przegląd Europejski*, 4: 139–145.
- Węgiel brunatny — wpływ na zdrowie i zalecenia dla sektora opieki zdrowotnej*. Health and Environment Alliance. 2020.
- Wiatkowski M., Gruss Ł., Tomczyk P. 2018. Analiza hydrologiczno-środowiskowa lokalizacji małej elektrowni wodnej na rzece Budkowiczanka w miejscowości Krzywa Góra. *Inżynieria Ekologiczna*, 19(6):103–113.



- Zajac M., Gafecka M. 2019. Prawne aspekty uprawy i przetwarzania roślin energetycznych. W: Bobryk A., Jasińska M., Jastrzębska M., Karczewska-Czapska M., Sosnowski J., Tochyska E. (red.). *Nauka Młodych. Przeszłość, terażniejszość, przyszłość*. Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny. Siedlce.
- Zajączkowska M. 2020. Odnawialne źródła energii a bezpieczeństwo energetyczne Polski. Wybrane aspekty. *Horyzonty Polityki*, 11(37): 151–165.
- Zarzecki D., Wiernik M. 2013. Wpływ gazu łupkowego na światowy rynek energii. W: Duraj A.N., Papiernik-Wojdera M. (red.). *Paradygmaty i instrumenty kreowania wartości przedsiębiorstwa*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź.
- Zawalińska K., Kinnunen J., Gradziuk P., Celińska-Janowicz D. 2020. To Whom Should We Grant a Power Plant? Economic Effects of Investment in Nuclear Energy in Poland. *Energies*, 13(11), 2687.
- Zmywaczek J. 2013. Odnawialne źródła energii — wybrane problemy. *Problemy Mechatroniki*, 4: 1(11): 37–58.
- Żukrowska K. 2011. *Bezpieczeństwo międzynarodowe. Przegląd aktualnego stanu*. Wyd. IU-SatTAX. Warszawa.

## Akty prawne

- Obwieszczenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 2 marca 2021 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2040 r.
- Rozdział 1 Art. 2 § 22 Ustawy z dnia 20.02.2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478, s. 7).
- Rozdział 1 Art. 2 § 3 Ustawy z dnia 20.02.2015 r. o odnawialnych źródłach energii (Dz.U. 2015 poz. 478, s. 3).
- Rozdział 1 Art. 3 § 16 Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348, s. 10).
- Rozdział 3 Art. 15a Ustawy z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 nr 54 poz. 348, s. 164).
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1999 z dnia 11 grudnia 2018 r. w sprawie zarządzania unią energetyczną i działaniami w dziedzinie klimatu (Dz. Urz. UE L. 328 2018, str. 1–17).
- Uchwała nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą Program polskiej energetyki jądrowej opublikowana w Monitorze Polskim 16 października 2020 r. poz. 946.

## Źródła internetowe

danegov.pl

ec.europa.eu/eurostat

globenergia.pl  
klimat.pan.pl  
mojprad.gov.pl  
ourworldindata.org  
pkee.pl  
pse.pl  
rynek-gazu.cire.pl  
smoglab.pl  
stat.gov.pl  
www.bankier.pl  
www.cire.pl  
www.consilium.europa.eu  
www.eia.gov  
www.energetyka24.com  
www.eur-lex.europa.eu  
www.europarl.europa.eu  
www.iea.org  
www.money.pl  
www.osw.waw.pl  
www.pgnig.pldanegov.pl  
www.tauron.pl  
www.ure.gov.pl



## Spis rysunków

Rysunek 1. Wskaźnik LIHC w Polsce w latach 2012–2020 (%)	14
Rysunek 2. Wskaźnik LIHC wg województw w Polsce w 2020 r. (%)	15
Rysunek 3. Wskaźnik zależności od importu energii w UE (%)	16
Rysunek 4. Globalne zużycie nośników energii wg źródła w latach 1850–2019 (%)	24
Rysunek 5. Produkcja i zużycie energii elektrycznej w Polsce w latach 2010–2020 (tys. TWh)	24
Rysunek 6. Zużycie energii elektrycznej w 2020 r. wg województw i sektorów (TWh)	25
Rysunek 7. Cena energii elektrycznej dla odbiorcy w gospodarstwie domowym w latach 2012–2021 (zł/kWh)	26
Rysunek 8. Ceny energii elektrycznej wg województw w 2020 r. liczone metodą mediany (zł/MWh)	26
Rysunek 9. Rezerwy paliw kopalnianych wg stanu na 2020 r. (lata)	27
Rysunek 10. Wydobycie i zużycie węgla kamiennego oraz brunatnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	29
Rysunek 11. Zużycie węgla kamiennego w województwach wg sektorów w 2020 r. (tys. ton)	29
Rysunek 12. Import i eksport węgla kamiennego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	30
Rysunek 13. Cena zakupu węgla kamiennego w 2020 r. wg województw liczona metodą mediany (zł/t)	31
Rysunek 14. Wydobycie i zużycie ropy naftowej w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	33
Rysunek 15. Eksport i import ropy naftowej w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	33
Rysunek 16. Wydobycie i zużycie gazu ziemnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	35
Rysunek 17. Zużycie gazu ziemnego w 2020 r. wg województw (tys. Tj)	
Rysunek 18. Ceny gazu w 2020 r. wg województw liczone metodą mediany (zł/tys. m <sup>3</sup> )	36
Rysunek 19. Import i eksport gazu ziemnego w Polsce w latach 2010–2020 (PJ)	38

---

Rysunek 20. Udział elektrowni wg rodzajów paliw w krajowej produkcji energii elektrycznej w Polsce w 2022 r. (%)	40
Rysunek 21. Udział OZE i cel w krajach UE w 2020 r. (%)	41
Rysunek 22. Udział energii z OZE w końcowym zużyciu energii brutto w latach 2008–2020 w Polsce i UE (%)	42
Rysunek 23. Struktura produkcji energii OZE w 2020 r. (%)	43
Rysunek 24. Produkcja oraz moc zainstalowana w elektrowniach wiatrowych w Polsce w latach 2016–2020 (tys. GWh, tys. MW)	44
Rysunek 25. Produkcja energii elektrycznej w hydroelektrowniach w Polsce w latach 2008–2020 (tys. GWh)	45
Rysunek 26. Produkcja oraz moc zainstalowana w fotowoltaice w Polsce w latach 2016–2021 (tys. MW, tys. GWh)	46
Rysunek 27. Liczba reaktorów jądrowych w poszczególnych państwach w 2020 r.	50
Rysunek 28. Udział energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej w 2020 r. (%)	51
Rysunek 29. Struktura wieku respondentów (%)	53
Rysunek 30. Liczba osób prowadzących wspólne gospodarstwo domowe (%)	54
Rysunek 31. Główne źródła energii wykorzystywane w Polsce w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	55
Rysunek 32. Główne źródła energii wykorzystywane w Polsce w opinii badanych wg płci; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	55
Rysunek 33. Opinie respondentów na temat źródeł energii (%)	56
Rysunek 34. Wybrane stwierdzenia dotyczące bezpieczeństwa energetycznego w opinii respondentów (%)	57
Rysunek 35. Możliwości rozwoju polskiej polityki energetycznej w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	58
Rysunek 36. Poparcie respondentów teoretycznego usytuowania wybranych rodzajów elektrowni w pobliżu miejsca zamieszkania (%)	59
Rysunek 37. Najważniejsze czynniki podczas transformacji energetycznej w opinii respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	60
Rysunek 38. Wysokość wzrostu rachunku za prąd (%)	60
Rysunek 39. Udział poszczególnych składowych w cenie energii elektrycznej w opinii respondentów (%)	61
Rysunek 40. Rodzaje ogrzewania wykorzystywane przez respondentów; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	61
Rysunek 41. Przyczyny inwestycji w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	62
Rysunek 42. Rodzaj instalacji OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	63
Rysunek 43. Rodzaj dofinansowania do OZE, z którego korzystali respondenci; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	63
Rysunek 44. Zmiany wysokości rachunków za prąd w związku z wykorzystaniem instalacji OZE (%)	64
Rysunek 45. Zadowolenie z inwestycji w OZE (%)	64

Rysunek 46. Plany związane z instalacją OZE w domu w ciągu najbliższych 3 lat (%)	65
Rysunek 47. Powody rozważania inwestycji w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	65
Rysunek 48. Rodzaj instalacji, jakim byłby zainteresowany respondent; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	66
Rysunek 49. Wiedza na temat dofinansowania instalacji OZE w gospodarstwach domowych; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	66
Rysunek 50. Powody braku zainteresowania inwestycjami w OZE; pytanie wielokrotnego wyboru (%)	67



## Spis tabel

Tabela 1. Główne cele Polski wg wymiarów unii energetycznej	18
Tabela 2. Pozyskanie i zużycie biopaliw oraz biogazu w Polsce w latach 2016–2020 (TJ)	48





ISBN 978-83-65605-64-1



9 788365 160564 1

**IBG**  
INSTYTUT BADAŃ  
GOSPODARCZYCH