

 **Bogusława Drelich-Skulska**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Katedra Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych
boguslawa.drelich-skulska@ue.wroc.pl

 **Paweł Brusilo**

Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu
Katedra Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych
pawel.brusilo@ue.wroc.pl

4

Transformacja energetyczna w Unii Europejskiej w latach 1990–2021

<https://doi.org/10.18559/978-83-8211-245-0/4>

The energy transition in the European Union in the years 1990–2021

Abstract: Energy transition is one of the global challenges that is part of a wider process of adapting the European Union's development strategy to climate change and its energy policy. The aim of this chapter is to present the EU's energy transition from 1990 to 2021, in relation to the EU's energy policy objectives. The authors have reviewed the literature on the energy transition in the EU, selected macroeconomic indicators characterising the structural transformation in the energy sector of EU members and the legal acts that shape this process. The chapter presents the results of studies that show a significant increase in the importance of renewable energy sources (RES) in the structure of primary energy consumption and changes in the structure of final energy consumption in individual sectors. During the period under review, the EU adopted ambitious targets and instruments to reduce greenhouse gas emissions, including carbon dioxide (CO₂) emissions, from the energy sector and to increase energy efficiency in general, which translated into a significant change within the related indicators. On the basis of the research carried out, it can be concluded that the energy transition process in the EU has led to significant structural changes in this area, characterised by significant dynamism and impact of the energy policies implemented by the European Union.

Keywords: energy transition, energy policy, energy mix, renewable energy sources.

Sugerowane cytowanie:

Drelich-Skulska, B. i Brusilo, P. (2024). Transformacja energetyczna w Unii Europejskiej w latach 1990–2021. W: J. Cabańska, D. Czyżewska-Misztal i G. Mazur (red.), *Droga do zrównoważonej gospodarki światowej* (s. 53–68). Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego w Poznaniu. <https://doi.org/10.18559/978-83-8211-245-0/4>



Ta książka jest udostępniana na licencji Creative Commons – Uznanie autorstwa-Użycie niekomercyjne-Bez utworów zależnych 4.0 Międzynarodowe

Wstęp

Transformacja energetyczna, rozumiana jako ilościowe i jakościowe przemiany strukturalne w obrębie metod pozyskiwania, dystrybucji, magazynowania i wykorzystania energii, jest przedmiotem rozważań w naukach ekonomicznych od wielu dekad. To proces wielowymiarowy kształtowany przez szereg czynników. Analiza literatury przedmiotu i raportów wybranych organizacji międzynarodowych pozwala wskazać jego główne uwarunkowania: polityczno-prawne, w tym polityka energetyczna i związane z nią strategie na rzecz transformacji energetycznej; ekonomiczne, społeczne, postęp technologiczny oraz uwarunkowania środowiskowe (Drelich-Skulska i in., 2024). Niniejszy rozdział przedstawia transformację energetyczną Unii Europejskiej (UE) w latach 1990–2021 w odniesieniu do celów polityki energetycznej UE. Autorzy dokonali przeglądu literatury przedmiotu dotyczącej transformacji energetycznej w UE, wybranych wskaźników makroekonomicznych charakteryzujących transformację strukturalną w sektorze energetycznym członków UE oraz aktów prawnych kształtujących ten proces. Zaprezentowano w nim syntetyczne omówienie problematyki transformacji energetycznej oraz założeń unijnej polityki energetycznej, a następnie dokonano przeglądu obszarów transformacji energetycznej w UE. Badania w tym obszarze wynikają z potrzeby zrozumienia oddziaływania tych przemian na rozwój społeczno-gospodarczy, a także ich wpływu na środowisko naturalne, co stanowi istotny przedmiot rozważań w dobie negatywnych skutków zmiany klimatu i znaczącej utraty różnorodności gatunkowej na Ziemi. Dotychczasowa dynamika tych przemian była ściśle związana z postępem technologicznym, który umożliwiał osiąganie rosnącej efektywności energetycznej, czyli stosunku ilości wykorzystywanej energii do rezultatów procesów związanych z różnorodnymi metodami pozyskiwania, dystrybuowania, magazynowania i wykorzystywania energii. Warto nadmienić, że przywołane metody wyznaczają **obszary transformacji energetycznej**, które syntetycznie ukazano poniżej.

Pozyskiwanie i dystrybuowanie energii

Energia występuje w środowisku naturalnym w postaci **pierwotnych źródeł energii** i może być pozyskana ze **źródeł nieodnawialnych** (ropa naftowa, węgiel brunatny i kamienny, gaz ziemny lub energia jądrowa) oraz **źródeł odnawialnych** (energia słoneczna, wiatrowa, geotermalna lub pochodząca z biomasy). Energia ze źródeł pierwotnych może zostać przetworzona z wykorzystaniem różnorodnych metod na **wtórne źródła energii**, inaczej nazywane nośnikami energii, a następnie jest dystrybuowana za pomocą odpowiedniej infrastruktury. Natomiast wśród wtórnych źródeł energii wyróżnia się następujące nośniki: brykiety z węgla kamiennego i brunatnego, produkty koksowania węgla kamiennego i rafinacji ropy

naftowej, gazy wytwarzane w procesach przemysłowych (np. gaz wielkopiecowy i konwertorowy), ciepło w parze lub gorącej wodzie, energię elektryczną oraz gazy syntetyczne (np. wodór).

Magazynowanie energii

Nie zawsze energia w postaci pierwotnych i wtórnych źródeł energii jest potrzebna w momencie jej pozyskania i przetworzenia, stąd opracowano szereg metod jej magazynowania. Do najważniejszych metod magazynowania energii należy zaliczyć **metody elektrochemiczne** (np. akumulatory i baterie ołowiowo-kwasowe, niklowo-kadmowe, niklowo-żelazowe, litowo-jonowe i podobne), **metody mechaniczne** (magazynowanie energii w postaci sprężonego powietrza, koła zamachowego, akumulatorów hydraulicznych lub energii potencjalnej grawitacji), a także **metody elektryczne** (tj. kondensatory i superkondensatory klasyfikowane na podstawie zainstalowanej pojemności). Pośród metod magazynowania energii należy wyróżnić również **metody chemiczne** (np. reforming benzyny lub reforming parowy metanu, elektroliza wody, procesy biologiczne oraz metoda Habera-Boscha), dzięki którym można wytworzyć m.in. wodór stanowiący efektywny nośnik energii, który może być magazynowany w postaci ciekłej lub sprężonego gazu oraz z wykorzystaniem fizycznych i chemicznych wodorków metali (Jamrozik i in., 2014). Magazynowanie energii odgrywa kluczową rolę w integracji relatywnie niestabilnych odnawialnych źródeł energii (OZE), takich jak energia słoneczna i wiatrowa, z systemem energetycznym. Natomiast warto zaznaczyć, że wodór, także zaliczany do OZE, jest uznawany za najbardziej efektywny energetycznie nośnik energii, który pozwala ją magazynować w długim okresie (Jędrał, 2022).

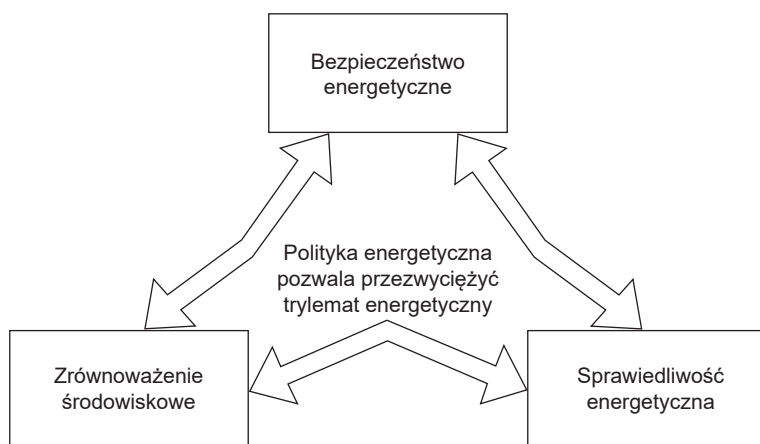
Wykorzystanie energii

Energia, zarówno pod postacią pierwotnych, jak i wtórnych nośników energii, może być finalnie wykorzystana w różnorodnych procesach na potrzeby funkcjonowania przemysłu, usług, mieszkalnictwa, transportu i innych sektorów (choć kategorie jej finalnego wykorzystania mogą być różnie ujmowane w zależności od źródła pierwotnego i przyjętej taksonomii).

Zarówno państwa, jak i ugrupowania integracyjne oddziałują na przebieg transformacji energetycznej przez prowadzenie odpowiedniej **polityki energetycznej**, której nadrzędnym celem jest poprawa efektywności energetycznej w gospodarce. Polityka energetyczna jest realizowana z zastosowaniem instrumentów, które obejmują zarówno instrumenty fiskalne, w tym zwłaszcza podatki nakładane na emitentów (tj. *podatek Pigou*, którego celem jest internalizacja kosztów zewnętrznych), instrumenty legislacyjne (koncesje inwestycyjne, normy, limity zanieczyszczeń, zakazy i regulacje dotyczące obrotu i handlu wybranymi surowcami energetycznymi),

a także bodźce finansowe w formie dopłat i subwencji. Osobną kategorię instrumentów stanowią te mające charakter rynkowy, do których należy handel prawami do emisji i zielonymi certyfikatami otrzymywanymi za pozyskiwanie energii z odnawialnych źródeł energii. Skuteczność tych instrumentów w oddziaływaniu na transformację energetyczną jest zróżnicowana i zależy od szeregu czynników, takich jak: wyposażenie w zasoby energetyczne, poziom rozwoju gospodarczego, kultura biznesowa, podział władzy (poziom międzynarodowy, krajowy i lokalny), orientacja polityczna decydentów politycznych, stopień zainteresowania polityków i społeczeństwa transformacją energetyczną i wiedza o niej (Łucki, 2010).

Jednocześnie, przedmiotem polityki energetycznej jest dążenie do przezwyciężenia **trylematu energetycznego**. Termin ten odnosi się do modelu trzech powiązanych ze sobą obszarów problemowych, przed którymi stoją zarówno państwa, jak i ugrupowania integracyjne, w zakresie rozwoju i utrzymania zrównoważonego, bezpiecznego i sprawiedliwego systemu energetycznego. W trylemacie energetycznym wyróżnia się trzy wymiary (obszary problemowe), które należy zrównoważyć, prowadząc politykę energetyczną:



Rysunek 4.1. Trylemat energetyczny i jego obszary problemowe

Źródło: opracowanie własne.

Rembeza i Przekota (2021) w następujący sposób charakteryzują wymiary trylematu energetycznego:

- bezpieczeństwo energetyczne (*energy security*) polega na zapewnieniu ciągłości dostaw energii przez dywersyfikację pierwotnych źródeł energii, inwestycje w infrastrukturę i rosnącą efektywność energetyczną, co powinno skutkować zmniejszeniem ryzyka zakłóceń i uzależnienia od importu pierwotnych źródeł energii (Winzer, 2012);

- sprawiedliwość energetyczna (*energy equity*) to zapewnienie przystępnych cen i dostępności usług energetycznych, które uwzględniają społeczne aspekty transformacji energetycznej;
- zrównoważenie środowiskowe (*environmental sustainability*) wymaga minimalizowania negatywnego wpływu pozyskiwania, magazynowania, dystrybucji i wykorzystywania energii na środowisko, promowania niskoemisyjnych technologii, a tym samym wzrostu wykorzystywania OZE.

Wyważenie interwencji państwa przez prowadzenie polityki energetycznej w wymienionych obszarach stanowi wyzwanie, gdyż postęp w jednym obszarze może negatywnie oddziaływać na inny. Na przykład dążenie do zrównoważenia środowiskowego może spowodować wzrost cen energii (przy obecnym poziomie rozwoju technologicznego), a skupienie się na bezpieczeństwie energetycznym może zwiększać zależność od, relatywnie stabilniejszych, nieodnawialnych źródeł energii. Trylemat energetyczny podkreśla więc złożoność tych interakcji i potrzebę przemyślanej polityki energetycznej dla zrównoważonego systemu energetycznego (Marti i Puertas, 2022). Wobec powyższego prowadzenie świadomej i odpowiedzialnej polityki energetycznej w poszczególnych krajach lub ugrupowaniach integracyjnych jest procesem bardzo złożonym i wielowymiarowym. Ponieważ przedmiotem rozważań niniejszego rozdziału jest Unia Europejska, spróbujmy odpowiedzieć na pytanie, jaką politykę energetyczną prowadzi ta organizacja.

4.1. Polityka energetyczna UE

W latach 1990–2021 UE przyjęła szereg aktów prawnych, które określały zmieniające się założenia, cele i instrumenty polityki energetycznej. Jednymi z pierwszych aktów były: *Biała księga: Polityka energetyczna Unii Europejskiej* (Komisja Europejska, 1995) oraz *Strategia lizbońska* przyjęta w ramach konkluzji ze szczytu Rady Europejskiej w 2000 w Lizbonie (Rada Europejska, 2000), które wyznaczały pierwotne ramy wspólnych działań w obrębie transformacji energetycznej. Kolejny krok wykonano w 2012 roku, kiedy to przyjęto ujednolicony akt prawny – *Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej*, w którym szczegółowo uregulowano politykę energetyczną UE i przyznano instytucjom unijnym prerogatywy umożliwiające podejmowanie działań w tym obszarze (Unia Europejska, 2012). Pogłębieniem działań w tym zakresie było zaakceptowanie dokumentu pt. *Strategia ramowa na rzecz stabilnej unii energetycznej opartej na przyszłościowej polityce w dziedzinie klimatu* (2015), w którym doprecyzowano cele unijnej polityki energetycznej, podkreślając znaczenie rozwoju wspólnego rynku energii (Komisja Europejska, 2015).

Współczesna polityka energetyczna UE dąży do realizacji pięciu podstawowych celów, do których należy zaliczyć (Parlament Europejski, 2023):

- 1) dywersyfikację wykorzystania pierwotnych i wtórnych źródeł energii, w tym zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego przez solidarność i współpracę między państwami UE;
- 2) wspieranie funkcjonowania i integrację wewnętrznego rynku energii przez rozwój wymaganej infrastruktury i znoszenie barier technicznych i regulacyjnych;
- 3) poprawę efektywności energetycznej i zmniejszenie zależności od importu nośników energii oraz ograniczenie emisji gazów cieplarnianych;
- 4) dekarbonizację gospodarki i przejście na gospodarkę niskoemisyjną zgodnie z *Porozumieniem Paryskim*;
- 5) wspieranie badań i rozwoju technologii niskoemisyjnych.

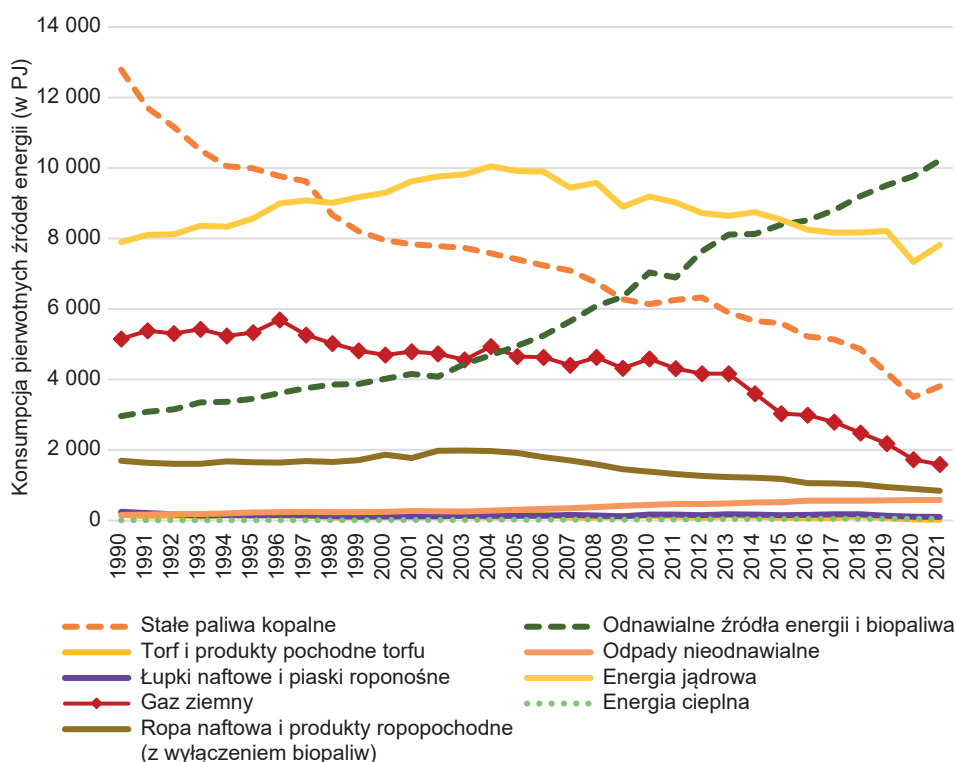
Aby osiągnąć wyznaczone cele, UE wprowadziła szereg strategii sektorowych, a wraz z nimi instrumenty wspierające realizację szczegółowych zadań na rzecz transformacji energetycznej w czterech obszarach, które zdefiniowano w pierwszej części rozdziału. Jedną z najważniejszych strategii obowiązujących od 2019 roku jest Europejski Zielony Ład określający ramowe cele dla współczesnej polityki energetycznej w odniesieniu do działań na rzecz osiągnięcia neutralności klimatycznej do 2050 roku. Przywołana strategia odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu polityki energetycznej UE i przekłada się na działania w obrębie transformacji energetycznej (Komisja Europejska, 2019). Pozostałe strategie sektorowe podejmowane w tym zakresie należy rozpatrywać odrębnie dla każdego obszaru transformacji energetycznej.

4.2. Obszary transformacji energetycznej w UE

Transformacja energetyczna dotycząca zmian w sposobach pozyskiwania energii w UE

W latach 1990–2021 państwa UE dokonały istotnych zmian w strukturze konsumpcji pierwotnych źródeł energii, czyli inaczej w pozyskiwaniu energii. Przegląd danych statystycznych charakteryzujących ten obszar (wykres 4.1) pozwala zidentyfikować kilka kluczowych trendów. Po pierwsze, w badanym okresie nastąpił istotny spadek wykorzystania stałych paliw kopalnych, tj. węgla kamiennego i brunatnego oraz gazu ziemnego i ropy naftowej. Jednocześnie w państwach UE doszło do wzrostu wykorzystania odnawialnych źródeł energii (OZE) i biopaliw. W tym kontekście warto podkreślić, że rok 2010 był pod tym względem wyjątkowy, ponieważ ilość energii pochodzącej z paliw kopalnych oraz OZE i biopaliw zrównała się. Po drugie, od 2010

roku energia pochodząca z OZE i biopaliw zaczęła systematycznie przewyższać ilość energii pozyskiwanej z węgla kamiennego i brunatnego. Ten proces doprowadził do sytuacji, w której w 2021 roku pozyskano z OZE i biopaliw 2,5-krotnie więcej energii niż z węgla brunatnego i kamiennego. Widać więc wyraźnie długofalowy wzrost konsumpcji energii pochodzącej z OZE i biopaliw, podczas gdy konsumpcja paliw kopalnych, w tym ropy naftowej i gazu ziemnego, systematycznie maleje. W latach 2010–2021 szczególnie znaczący był spadek konsumpcji gazu ziemnego (–63,1%), stałych paliw kopalnych (–39,1%) oraz ropy naftowej i produktów ropopochodnych (–36,0%). Z kolei ilość energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych wzrosła w tym okresie o 48,2%, co wskazuje na zmianę kierunku transformacji energetycznej UE na rzecz wykorzystywania bardziej zrównoważonych źródeł energii. W 2021 roku w strukturze konsumpcji pierwotnych źródeł energii w UE dominowały odnawialne źródła energii i biopaliwa (40,8%) oraz energia jądrowa (31,2%), co obrazuje wykres 4.1 (Eurostat, 2023b).



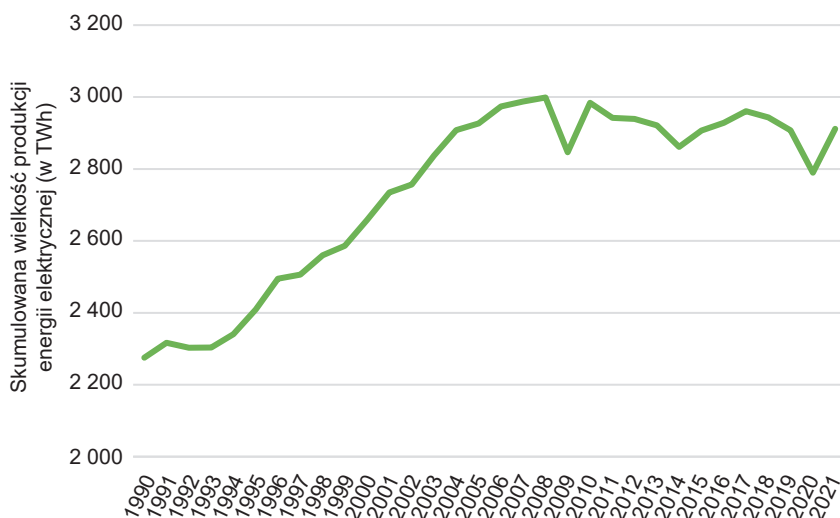
Wykres 4.1. Struktura konsumpcji pierwotnych źródeł energii dla 27 krajów UE w latach 1990–2021 (w PJ)

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Eurostat, 2023b, 2023a).

Unijna polityka energetyczna na rzecz kształtowania transformacji energetycznej w zakresie pozyskiwania energii miała istotny wpływ na opisane przemiany w strukturze konsumpcji energii ze źródeł pierwotnych. Jednym z kluczowych instrumentów wykorzystywanych w tym obszarze jest *Unijny system handlu uprawnieniami do emisji* (European Union Emission Trading System, EU ETS). Powstał w 2005 roku i opiera się na zasadzie *cap and trade*, co oznacza ustalenie limitu (*cap*) całkowitej ilości gazów cieplarnianych, które mogą być emitowane przez przedsiębiorstwa objęte tym systemem, i handel uprawnieniami do emisji (*trade*). W ramach EU ETS każdy podmiot otrzymuje lub kupuje uprawnienia do emisji określonej ilości CO₂. Jeśli dany podmiot emituje mniej niż przewiduje jego limit, może sprzedać nadwyżkę posiadanych uprawnień innym podmiotom. Natomiast w przypadku przekroczenia limitu musi zakupić brakujące uprawnienia lub zapłacić kary. Dzięki przyjętym rozwiązaniom system zachęca do inwestycji w technologie ograniczające emisje i sprzyja efektywności energetycznej. System EU ETS obejmuje różne sektory gospodarki, w tym np. elektrownie i zakłady przemysłowe funkcjonujące w UE. Jego celem jest wspieranie redukcji emisji gazów cieplarnianych w kosztowo efektywny sposób przy jednoczesnym zapewnieniu sprawiedliwej konkurencji i zminimalizowania ryzyka przeniesienia emisji poza UE (*carbon leakage*). Istnieje wiele badań empirycznych, które wskazują na wysoką efektywność tego mechanizmu we wspieraniu transformacji energetycznej (Calel i Dechezleprêtre, 2016; Green, 2021; Pietzcker i in., 2021).

Transformacja energetyczna dotycząca zmian w sposobach dystrybucji energii w UE

Kolejnym obszarem transformacji energetycznej są zmiany w sposobach dystrybucji energii, rozumiane jako rozwój i dostosowanie infrastruktury koniecznej do przesyłu tak pierwotnych, jak i wtórnych źródeł energii. Pierwszym kluczowym elementem jest wzrost znaczenia OZE dla sektora energetycznego UE, które wymagają nowych strategii dystrybucji i magazynowania energii. Drugi istotny aspekt to rozwój inteligentnych sieci energetycznych, które pozwalają na bardziej efektywne zarządzanie przepływem energii między członkami UE, integrację różnorodnych źródeł i lepszą reakcją na zmieniające się zapotrzebowanie w czasie rzeczywistym. Wyzwania te były wyraźnie widoczne w latach 1990–2021 w trakcie analizy zmian ilości energii elektrycznej, która była produkowana i dystrybuowana w UE, bez uwzględnienia jej importu i eksportu (wykres 4.2). Obserwowano systematyczny wzrost produkcji energii elektrycznej do roku 2008, a w kolejnych latach odnotowano wahania, które były spowodowane dwoma kryzysami – kryzysem finansowym (2007–2009) i kryzysem pandemicznym (2020–2021).



Wykres 4.2. Skumulowana wielkość produkcji energii elektrycznej dla 27 krajów UE w latach 1990–2021 (w TWh)

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Eurostat, 2023b, 2023a).

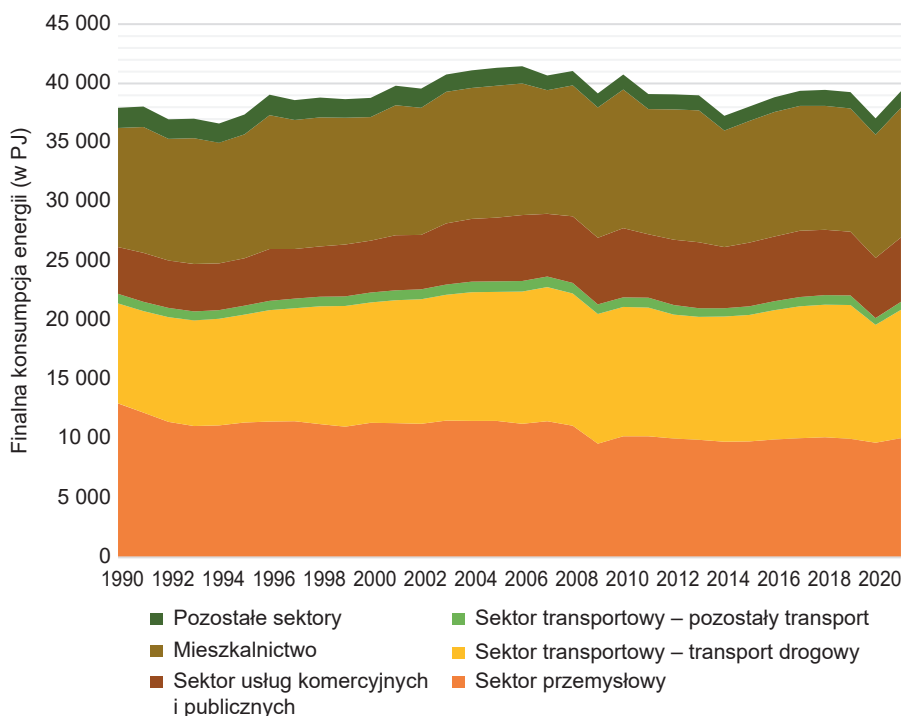
W tym obszarze transformacji energetycznej UE koncentruje się na zwiększeniu efektywności energetycznej oraz redukcji strat energii w całym łańcuchu dostaw, od produkcji po konsumpcję energii z różnych źródeł. Jest to realizowane przez modernizację infrastruktury oraz wprowadzanie nowych technologii, takich jak cyfryzacja systemów elektroenergetycznych. Wreszcie, co godne podkreślenia, UE dąży do zwiększenia integracji rynków energetycznych między państwami członkowskimi, co pozwala na lepsze zarządzanie zasobami i reagowanie na lokalne potrzeby, a jednocześnie zwiększa bezpieczeństwo energetyczne. W tym miejscu warto podkreślić znaczenie pakietu rozporządzeń i dyrektyw *Gotowi na 55 (Fit for 55)*: „osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 roku w drodze do neutralności klimatycznej”, który przewiduje ograniczenie emisji w UE o co najmniej 55% do 2030 roku względem 1990 roku (Komisja Europejska, 2021b). Przykładem aktu prawnego, który wykracza poza działania w obszarze infrastruktury elektroenergetycznej, jest *Rozporządzenie w sprawie infrastruktury paliw alternatywnych* (Parlament Europejski, 2021), które ma umożliwić szeroki dostęp do stacji tankowania wodoru dla pojazdów zasilanych ogniwami paliwowymi i ładowania pojazdów elektrycznych. Równolegle UE planuje realizację wielu projektów, które mają dostosować już istniejące sieci przesyłowe i rozbudować cały system elektroenergetyczny, tak aby był w stanie odebrać planowany wzrost energii elektrycznej pochodzącej z OZE.

Transformacja energetyczna dotycząca zmian w sposobach magazynowania energii w UE

Transformacja energetyczna w UE, w szczególności w zakresie magazynowania energii, jest kolejnym istotnym elementem dążenia do realizacji celów polityki energetycznej i przeciwdziałania negatywnym zmianom klimatu. W latach 1990–2021, dzięki rozwojowi nowoczesnych technologii, możliwości skutecznego gromadzenia energii znacznie się rozszerzyły. Dzięki temu już w 2018 roku ustanowiono *Europejski sojusz na rzecz baterii*, który stanowi platformę współpracy między decydentami unijnymi i krajowymi, Europejskim Bankiem Inwestycyjnym (EBI) oraz przedstawicielami różnych branż w celu integracji i koordynacji działań dotyczących produkcji ogniw baterii. Kontynuacją tych dążeń było przyjęcie *Strategicznego planu działania na rzecz baterii* (2018) oraz *Rozporządzenia w sprawie baterii oraz zużytych baterii* (2020), które wzmocniły dotychczas obowiązujące regulacje w tym obszarze (Komisja Europejska, 2018; Parlament Europejski, 2020). Jednocześnie UE poszukiwała innych sposobów magazynowania energii niż tylko metody elektryczne i elektrochemiczne. Odzwierciedleniem dążenia do kształtowania przemian w tej dziedzinie jest *Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu* przyjęta w 2021 roku (Komisja Europejska, 2021a). Celem zaproponowanych w niej rozwiązań jest dążenie do rozwoju niskoemisyjnej gospodarki wodorowej opartej na zrównoważonym i efektywnym energetycznie łańcuchu wartości, w którym głównym nośnikiem energii stanie się wodór wytwarzany z wykorzystaniem niskoemisyjnych technologii wodorowych (tj. elektroliza wody). W strategii podkreślono także znaczenie tworzenia lokalnych inicjatyw i rynków tego nośnika energii, których wiodącym podmiotem są innowacyjne klastry technologii wodorowych i ogniw paliwowych, czyli doliny wodorowe. Rozwój gospodarki wodorowej w UE umożliwi dalszy wzrost udziału OZE w strukturze pierwotnych źródeł energii (przez ich stabilizowanie), a jako niskoemisyjne wtórne źródło energii może posłużyć do dekarbonizacji gałęzi przemysłu, takich jak budownictwo, transport i ciepłownictwa, w których ten proces byłby trudny do przeprowadzenia z wykorzystaniem innych nośników, np. energii elektrycznej (Dudek, 2023; Król i in., 2022; Sekściński, 2021).

Transformacja energetyczna dotycząca końcowego wykorzystywania energii w UE

W latach 1990–2021 nie nastąpiła istotna zmiana w ilości energii wykorzystywanej w 27 państwach członkowskich UE, chociaż są zauważalne pewne wahania wynikające z okresowych szoków popytowych i podaźowych w unijnej gospodarce, które były spowodowane kryzysami finansowymi i pandemicznym (wykres 4.3). W celu zobrazowania tego obszaru transformacji energetycznej UE należy jednak odnieść się do zmian zachodzących w poszczególnych sektorach.



Wykres 4.3. Struktura finalnej konsumpcji energii dla 27 krajów UE w latach 1990–2021 z podziałem na sektory (w PJ)

Źródło: (Eurostat, 2023b, 2023a).

Po pierwsze, w latach 1990–2007 następował wzrost ogólnego wykorzystywania energii we wszystkich sektorach, ze szczególnym uwzględnieniem **sektora transportu drogowego** obejmującego pojazdy osobowe i ciężarowe. W latach 2008–2021 sektor zanotował nieznaczny spadek (o 5,8%), co było związane z upowszechnieniem bardziej efektywnych pojazdów osobowych i ciężarowych oraz działań promujących zrównoważony transport (np. kolejowy). Należy też wspomnieć, że sektor transportu drogowego przechodzi istotną transformację energetyczną w kierunku elektryfikacji i wzrostu wykorzystania paliw alternatywnych, takich jak wodór i e-paliwa. W innych formach transportu natomiast obserwowano duże różnice w zużyciu energii. W **transporcie lotniczym** odnotowano znaczny wzrost zużycia energii: o 90,9% między 1990 a 2008 rokiem, z wyraźnym spadkiem w 2009 roku (–8,4%). W latach 2010–2019 zauważono ponowny wzrost zużycia energii. W 2021 roku, w wyniku ograniczeń związanych z pandemią COVID-19, zużycie energii w transporcie lotniczym zmniejszyło się prawie o połowę w porównaniu z rokiem 2019.

Po drugie, warto zauważyć, że w latach 2007–2021 zużycie końcowej energii w **sektorze przemyśle** UE zmniejszyło się o 12,4%, co wskazuje na zwiększoną efektywność energetyczną i zmiany w strukturze przemysłowej.

Po trzecie, zużycie energii w usługach i gospodarstwach domowych zwiększyło się odpowiednio o 2,4% i 5,0%, co było wynikiem wzrostu dochodów, urbanizacji oraz rosnącego zapotrzebowania na energię w codziennym życiu. Większe zużycie energii nastąpiło, mimo że **sektor mieszkalnictwa**, wykorzystujący energię związaną z ogrzewaniem, chłodzeniem i zasilaniem urządzeń w gospodarstwach domowych, coraz częściej korzysta z odnawialnych źródeł energii pierwotnej (np. przez instalację domowych instalacji fotowoltaicznych), przy jednoczesnym wzroście efektywności energetycznej w wyniku docieplania budynków i wdrażania coraz bardziej restrykcyjnych norm technicznych dla materiałów budowlanych.

Przemiany strukturalne w zakresie ilościowych i jakościowych zmian końcowego wykorzystania energii w tych sektorach również są przedmiotem unijnej polityki energetycznej. Przykładem działań podjętych w sektorze przemysłu i wzrostu efektywności energetycznej jest *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady Unii Europejskiej 2018/2022* z 2018 roku sprawie efektywności energetycznej (Parlament Europejski, 2018). Ten akt prawny stał się podstawą wprowadzenia przez UE m.in. normy efektywności energetycznej dla urządzeń energochłonnych, które wymagają od przemysłu zastosowania bardziej energooszczędnych technologii i procesów. Szczególny przykład stanowi wprowadzenie zunifikowanego systemu etykietowania energetycznego (Parlament Europejski, 2017), w którym ustanowiono wymogi dotyczące systemu etykietowania energetycznego dla dużej liczby grup produktów. Przykładem działań Wspólnoty podejmowanych na rzecz transformacji energetycznej w sektorze mieszkalnictwa jest strategia pt. *Fala renowacji na potrzeby Europy – ekologizacja budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa jakości życia*, opublikowana w październiku 2020 roku (Komisja Europejska, 2020). Jej celem jest modernizacja i poprawa efektywności energetycznej budynków oraz skuteczniejszego wykorzystania zasobów w państwach członkowskich UE. Tu również wprowadzono system etykietowania energetycznego, który pozwala na przyjęcie standardów określających efektywność energetyczną budynków na podstawie przyjętych norm. W działaniach na rzecz transformacji energetycznej w transporcie drogowym UE istotnie przyczynia się do redukcji emisyjności silników spalinowych przy jednoczesnym wymaganiu ich zwiększonej efektywności energetycznej, np. przez wprowadzenie kolejnych, coraz bardziej restrykcyjnych norm *EURO* (od normy *EURO 1* z 1992 roku (Rada Europejska, 2021) po normę *EURO 6d* obowiązującą od 2021 roku (Komisja Europejska, 2012)). Nadrzędnym celem tych działań jest zmniejszenie ogólnego zużycia energii w całej Wspólnocie przy jednoczesnej poprawie efektywności energetycznej, co przekłada się na przebieg transformacji energetycznej w UE.

Podsumowanie

Przegląd wybranych wskaźników opisujących transformację energetyczną w Unii Europejskiej w latach 1990–2021 ukazuje dynamikę tego procesu obejmującego ilościowe i jakościowe przemiany w sposobie pozyskiwania, magazynowania, dystrybucji oraz konsumpcji energii. Zmiany strukturalne zaprezentowane w niniejszym rozdziale są wynikiem unijnej polityki energetycznej, której celem było przełamanie trylematu energetycznego i tym samym umożliwienie zrównoważenia środowiskowego, przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa energetycznego i sprawiedliwości w dostępie do systemu energetycznego. Wśród działań podejmowanych w tym obszarze należy podkreślić znaczenie pogłębienia procesu integracji europejskiej, który doprowadził do przyjęcia w 2012 roku *Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej*. Znalazły się w nim zapisy, w wyniku których odpowiednie instytucje unijne otrzymały prerogatywy w obszarze kształtowania i egzekwowania unijnej polityki energetycznej. Do strategii sektorowych, wpisujących się w działania UE na rzecz transformacji energetycznej, należy zaliczyć *Europejski Zielony Ład*, pakiet dyrektyw i rozporządzeń *Gotowi na 55* oraz *Strategię w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu*. Przeprowadzone w niniejszym rozdziale rozważania wskazują, że w latach 1990–2021 zaobserwowano znaczny wzrost znaczenia OZE oraz zmiany w strukturze wykorzystywania energii w różnych sektorach. W analizowanym okresie UE przyjęła ambitne cele dotyczące redukcji emisji gazów cieplarnianych, w tym CO₂, co przełożyło się na wymierne działania, których przykładem jest *Unijny system handlu emisjami* oraz zwiększenie efektywności energetycznej przez złożony system instrumentów fiskalnych, regulacji i dotacji. Działania te przyczyniły się do znaczących przemian strukturalnych w sposobach pozyskiwania, magazynowania, dystrybucji i wykorzystania energii.

Trzecia dekada XXI wieku rozpoczęła się od szoków podaźowych i popytowych na rynkach energii wywołanych pandemią COVID-19 oraz agresją Rosji na Ukrainę, co spowodowało konieczność poszukiwania nowych rynków dostaw surowców energetycznych oraz szybkiego dostosowywania polityki energetycznej do zmiennych warunków geopolitycznych. W październiku 2022 roku Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny (EKES, 2022) sporządził opinię *Strategiczna wizja transformacji energetycznej umożliwiająca strategiczną autonomię UE*, w której wskazał, że transformacja energetyczna powinna być traktowana jako nadrzędna strategia w UE i na arenie międzynarodowej. Podkreślono w niej, że aby sprostać rosnącemu zapotrzebowaniu na energię elektryczną i osiągnąć cele klimatyczne, należy kreować korzystne warunki ramowe dla transformacji energetycznej w obszarze inwestycji publicznych, stworzyć fundusz dostosowania do zmian klimatu, wspierać rozwój technologii w obszarze OZE, oddziaływać na mikro-, małe

i średnie przedsiębiorstwa (MMŚP) w obszarze zielonej transformacji i zarządzania nią. I wreszcie należy wspierać sprawiedliwą i sprzyjającą włączeniu społecznemu transformację. Wskazane czynniki będą zapewne miały wpływ na przebieg transformacji energetycznej w UE w kolejnych dekadach, a priorytetowym celem jest zapewnienie rozwoju przyjaznego dla środowiska przez zastępowanie paliw kopalnych w energetyce i przemyśle.

Bibliografia

- Calel, R. i Dechezleprêtre, A. (2016). Environmental policy and directed technological change: Evidence from the European Carbon Market. *The Review of Economics and Statistics*, 98(1), 173–191. https://doi.org/10.1162/REST_A_00470
- Drelich-Skulska, B., Brusilo, P. i Jankowiak, A. H. (2024). Rozwój gospodarki wodorowej w Polsce jako kierunek transformacji energetycznej. W: E. Przeździecka i A. A. Ambroziak (red.), *Polska gospodarka wobec nowych wyzwań w trzeciej dekadzie XXI wieku* (s. 107–129). Oficyna Wydawnicza SGH.
- Dudek, M. (2023). Czy wodór może być magazynem i nośnikiem energii w budownictwie? *Energetyka Rozproszona*, 9, 45–49. <https://doi.org/10.7494/ER.2023.9.45>
- EKES (Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny). (2022). *Strategiczna wizja transformacji energetycznej umożliwiająca strategiczną autonomię UE*. Europejski Komitet Ekonomiczno-Społeczny (2023/C 75/15). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=PI_EESC:EESC-2022-03403-AS
- Eurostat. (2023a). *Energy statistics – an overview*. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Energy_statistics_-_an_overview#Final_energy_consumption
- Eurostat. (2023b). *Eurostat statistics. Complete energy balances*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_c/default/table?lang=en
- Green, J. F. (2021). Does carbon pricing reduce emissions? A review of ex-post analyses. *Environmental Research Letters*, 16(4), 043004. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABDAE9>
- Gupta, S., Tirpak, D. A., Burger, N., Gupta, J., Höhne, N., Boncheva, A. I., Kanoan, G. M., Kolstad, C., Kruger, J. A., Michaelowa, A., Murase, S., Pershing, J., Saijo, T. i Sari, A. (2007). Policies, instruments and co-operative arrangements. W: B. Metz, O. R. Davidson, P. R. Bosch, R. Dave i L. A. Meyer (red.), *Climate change 2007: Mitigation. contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (s. 747–798). Cambridge University Press.
- Jamrozik, A., Głuszek, A. i Olejnik, A. (2014). Nowoczesne metody magazynowania energii. *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury / Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*, 61(3/II/14), 227–236. <https://doi.org/10.7862/RB.2014.90>
- Jędral, W. (2022). Magazynowanie energii i energetyka wodorowa jako wynik transformacji energetycznej. *Rynek Energii*, 4, 8–15.

- Komisja Europejska. (1995). *Biała księga: Polityka energetyczna Unii Europejskiej*. (COM/95/0682). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:51995DC0682>
- Komisja Europejska. (2012). Rozporządzenie Komisji (UE) nr 459/2012 z dnia 29 maja 2012 r. zmieniające rozporządzenie (WE) nr 715/2007 Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 692/2008 w odniesieniu do emisji zanieczyszczeń pochodzących z lekkich pojazdów pasażerskich i użytkowych (Euro 6) (Tekst mający znaczenie dla EOG). (OJ L 142). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32012R0459>
- Komisja Europejska. (2015). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego, Komitetu Regionów i Europejskiego Banku Inwestycyjnego. Strategia ramowa na rzecz stabilnej unii energetycznej opartej na przyszłościowej polityce w dziedzinie klimatu* (COM/2015/080). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=COM:2015:80:FIN>
- Komisja Europejska. (2018). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europa w Ruchu. Zrównowazona mobilność dla Europy: bezpieczna, połączona i ekologiczna* (COM/2018/293). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:52018DC0293&qid=1637074741800>
- Komisja Europejska. (2019). *Komunikat Komisji Europejskiej. Europejski Zielony Ład* (COM/2019/640). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52019DC0640&from=DE>
- Komisja Europejska. (2020). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Fala renowacji na potrzeby Europy – ekologizacja budynków, tworzenie miejsc pracy, poprawa jakości życia* (COM/2020/662). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662>
- Komisja Europejska. (2021a). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Strategia w zakresie wodoru na rzecz Europy neutralnej dla klimatu* (COM/2020/301). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0301&from=IT>
- Komisja Europejska. (2021b). *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. „Gotowi na 55”: osiągnięcie unijnego celu klimatycznego na 2030 r. w drodze do neutralności klimatycznej* (COM/2021/550). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>
- Król, A., Kukulka-Zajac, E., Holewa-Rataj, J. i Gajec, M. (2022). Wodór jako element transformacji energetycznej. *Nafta-Gaz*, 78(7), 524–534. <https://doi.org/10.18668/NG.2022.07.04>
- Łucki, Z. (2010). Instrumenty polityki energetycznej. *Polityka Energetyczna*, 13(1), 5–21.
- Marti, L. i Puertas, R. (2022). Sustainable energy development analysis: Energy trilemma. *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 1(1), 100007. <https://doi.org/10.1016/J.STAE.2022.100007>
- Parlament Europejski. (2017). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2017/1369 z dnia 4 lipca 2017 r. ustanawiające ramy etykietowania energetycznego

- i uchylające dyrektywę 2010/30/UE (Tekst mający znaczenie dla EOG) (OJ L 198). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32017R1369>
- Parlament Europejski. (2018). Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/2002 z dnia 11 grudnia 2018 r. zmieniająca dyrektywę 2012/27/UE w sprawie efektywności energetycznej (Tekst mający znaczenie dla EOG) (PE/54/2018/REV/1). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.328.01.0210.01.POL&to-c=OJ:L:2018:328:TOC
- Parlament Europejski. (2020). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1542 z dnia 12 lipca 2023 r. w sprawie baterii i zużytych baterii, zmieniające dyrektywę 2008/98/WE i rozporządzenie (UE) 2019/1020 oraz uchylające dyrektywę 2006/66/WE (Tekst mający znaczenie dla EOG) (PE/2/2023/REV/1). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1542>
- Parlament Europejski. (2021). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2023/1804 z dnia 13 września 2023 r. w sprawie rozwoju infrastruktury paliw alternatywnych i uchylenia dyrektywy 2014/94/UE (Tekst mający znaczenie dla EOG) (PE/25/2023/INIT). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX%3A32023R1804>
- Parlament Europejski. (2023). *Polityka energetyczna: zasady ogólne. Noty tematyczne o Unii Europejskiej Parlamentu Europejskiego*. <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pl/sheet/68/polityka-energetyczna-zasady-ogolne>
- Pietzcker, R. C., Osorio, S. i Rodrigues, R. (2021). Tightening EU ETS targets in line with the European Green Deal: Impacts on the decarbonization of the EU power sector. *Applied Energy*, 293, 116914. <https://doi.org/10.1016/J.APENERGY.2021.116914>
- Rada Europejska. (2000). *Szczyt Rady Europejskiej w Lizbonie w dniach 23–24 marca 2000 roku. Konkluzje prezydencji*. https://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm
- Rada Europejska. (2021). Dyrektywa Rady z dnia 26 czerwca 1991 r. zmieniająca dyrektywę 70/220/EWG w sprawie zbliżenia ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do działań, jakie mają być podjęte w celu ograniczenia zanieczyszczenia powietrza przez emisje z pojazdów silnikowych (91/441/EWG). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/HTML/?uri=CELEX:31991L0441&from=en>
- Rembeza, J. i Przekota, G. (2021). *Międzynarodowe rynki energii*. Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej. <https://politechnik.poznan.pl/ksiegarnia/miedzynarodowe-rynki-energii/>
- Sekściński, A. (2021). Synergia między paliwem wodorowym oraz odnawialnymi źródłami energii. W: A. Z. Nowak, M. Kurtyka i G. Tchorek (red.), *Transformacja energetyczna i klimatyczna wybrane dylematy i rekomendacje*. Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego.
- Unia Europejska. (2012). *Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej* (2012/C 326/01). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT>
- Winzer, C. (2012). Conceptualizing energy security. *Energy Policy*, 46, 36–48. <https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2012.02.067>