



Mariusz RUSZEL\*

## Rola surowców energetycznych w procesie produkcji energii elektrycznej w UE do 2050 roku

**STRESZCZENIE:** Celem artykułu jest analiza wpływu surowców kopalnych na produkcję energii elektrycznej UE do 2050 r. Autor stawia hipotezę, że surowce energetyczne pozostają istotną składową struktury bilansu elektroenergetycznego w UE w 2015 r. Z tego względu postawione zostały następujące pytania badawcze. Jakie jest współczesne znaczenie surowców energetycznych do produkcji energii elektrycznej i jak będzie się zmieniało do 2050 r.? Jak odnawialne źródła energii będą wpływały na zmianę modelu produkcji energii elektrycznej? Jakie znaczenie dla określenia roli surowców energetycznej ma istniejąca infrastruktura energetyczna? Przyszłość sektora energii bazuje na elektryczności, której zapotrzebowanie zostanie podwojone w nadchodzących dwóch dekadach. Rozwój samochodów elektrycznych będzie miał istotny wpływ na ten proces. Pomimo transformacji energetycznej, znaczenie paliw kopalnych pozostaje wysokie. Wpływa na to istniejąca infrastruktura energetyczna. Spośród różnych źródeł energii energetyka odnawialna będzie rozwijać się w sposób ciągły. Zmiany są nieuniknione, lecz dyskusyjne pozostaje tempo oraz różnorodność transformacji energetycznej w państwach unijnych.

**SŁOWA KLUCZOWE:** surowce energetyczne, energia elektryczna, transformacja energetyczna

---

\* Dr – politolog, adiunkt w Katedrze Ekonomii Wydziału Zarządzania Politechniki Rzeszowskiej im. I. Łukasiewicza, e-mail: mruszel@prz.edu.pl

## Wprowadzenie

Surowce energetyczne mają strategiczne znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego państwa i konkurencyjności gospodarki (Ruszel 2013). Zgodnie z art. 194 Traktatu o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (TFUE) każde z państw członkowskich posiada prawo do „określenia warunków wykorzystania swoich zasobów energetycznych, wyboru między różnymi źródłami energii i ogólnej struktury jego zaopatrzenia w energię” (Traktat... 2012). Różnorodne struktury bilansu energetycznego państw unijnych wynikają ze zróżnicowanych surowców energetycznych wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej. Założenie to zaburza polityka klimatyczna UE, która w sposób pośredni oddziałuje na strukturę bilansu energetycznego dążąc do jej ujednoczenia, gdyż zakłada faworyzowanie określonych form produkcji energii (m.in. odnawialne źródła energii, gaz ziemny) oraz obniża rentowność stosowania surowców wysokoemisyjnych (węgiel brunatny, węgiel kamienny). Mając na uwadze nadchodzącą digitalizację i robotyzację sektora energii polegającą na elektryfikacji kolejnych sektorów gospodarczych, pojawiają się następujące pytania. Po pierwsze, jakie jest współczesne znaczenie surowców energetycznych do produkcji energii elektrycznej i jak będzie się zmieniało do 2050 r.? Po drugie, w jakim zakresie odnawialne źródła energii (OZE) będą wpływały na zmianę modelu produkcji energii elektrycznej? Po trzecie, jakie znaczenie dla określenia roli surowców energetycznej do 2050 r. ma istniejąca oraz budowana infrastruktura energetyczna? W artykule przyjęto wykładnię, że elektryfikacja rozumiana jest jako proces wprowadzenia energii elektrycznej do danej dziedziny gospodarki. Autor przyjmuje hipotezę badawczą, że surowce kopalne pozostaną istotną składową strukturę bilansu elektroenergetycznego w UE w 2050 roku.

### 1. Surowce energetyczne a struktura bilansu elektroenergetycznego UE

W 2015 r. wyprodukowano w UE ponad 3 tys. TWh energii elektrycznej. Analizując strukturę produkcji dostrzega się, że 48,1% udziału miały paliwa kopalne (węgiel, gaz ziemny ropa naftowa); 26,4% energetyka jądrowa; 25,3% odnawialne źródła energii oraz 0,2% inne (Electricity... 2017). Oznacza to, że surowce kopalne odgrywają nadal istotną rolę w produkcji energii elektrycznej, lecz ich znaczenie w ostatnich latach uległo zmianie.

Marginalne znaczenie w produkcji unijnego prądu ma ropa naftowa (ponad 2%). Geneza tego stanu rzeczy wypływa z kryzysów naftowych z lat siedemdziesiątych XX wieku, kiedy to państwa unijne, dostrzegając skutki uzależnienia od importowanej ropy naftowej, podjęły decyzje o ograniczeniu roli tego surowca w sektorze energetycznym (Krause i in. 1981). W państwach unijnych rozpoczął się wówczas proces transformacji energetycznej, zaś w 1980 r. po raz pierw-

szy użyte zostało pojęcie *Energiewende* przez niemiecki The Oeko-Institut, który został założony w 1977 r. (Krause i in. 1981). Niezależnie od procesu modernizacji sektora energii ropa naftowa nadal pozostaje jeszcze surowcem o znaczeniu strategicznym dla sektora transportu, zaś produkty rafineryjne mają szerokie zastosowanie w przemyśle, a cena ropy naftowej oddziałuje na globalną gospodarkę (Hahn 2011), w tym również na kursy walutowe (Gędek 2015).

Silną pozycję utrzymuje również węgiel kamienny i brunatny, pomimo rosnącej presji politycznej mającej na celu jego eliminację z unijnego bilansu energetycznego. Większość państw unijnych nie posiada tego surowca i nie jest zainteresowana jego udziałem do produkcji energii finalnej. Spośród państw unijnych w największym stopniu procentowym uzależniona od węgla jest Polska, a jeszcze większe ilości tego surowca są spalane w elektrowniach niemieckich. W 2016 r. udział węgla w procesie produkcji energii elektrycznej wyniósł w Polsce około 85% (53,6% z węgla kamiennego oraz 31,6% z węgla brunatnego), zaś stosownie do założeń strategii polityki energetycznej Polski ma on się zmniejszyć do 60% w 2030 r. Natomiast w Republice Federalnej Niemiec (RFN) w tym samym roku udział węgla brunatnego w strukturze bilansu elektroenergetycznego wyniósł 23,1%; a węgla kamiennego 18,2%; czyli sumarycznie udział węgla wyniósł 41,3% (Graichen i in. 2017). Wychodząc poza unijne ramy dostrzega się, że w 2016 r. w skali światowej blisko 40% energii elektrycznej zostało wyprodukowane wskutek spalania węgla (Medium-Term... 2016). Międzynarodowa Agencja Energii (IEA) szacuje, że w 2021 r. udział węgla w światowej produkcji elektryczności wyniesie 36%, a jego znaczenie pozostanie fundamentalne w zakresie produkcji stali (Medium-Term... 2016). W UE energia elektryczna jest produkowana w 26% z węgla (2013), a precyzyjnie w 16% z węgla kamiennego oraz 10% z węgla brunatnego (Euracoal... 2014).

Należy również podkreślić, że istotną rolę w produkcji energii elektrycznej zachowuje energetyka jądrowa, której udział wynosi 26,4% (Electricity... 2017). Podejmowane decyzje polityczne w państwach unijnych wskazują, że wiele reaktorów jądrowych w nadchodzących latach zostanie wyłączonych, zaś w ich miejsce nie pojawią się nowe inwestycje. RFN zdecydowała się na rezygnację do 2022 r. z energetyki jądrowej, którą mają zrekompensować w systemie elektroenergetycznym OZE oraz elektrownie gazowe i węglowe (Hirschhausen i in. 2015). Podobnie sytuacja wygląda we Francji, dla której energetyka jądrowa była dotychczas narodową dumą. Podjęta w 2015 r. decyzja polityczna skutująca przyjęciem ustawy energetycznej przewiduje zmniejszenie udziału energetyki jądrowej w strukturze bilansu elektroenergetycznego z 75 do 50% w 2025 r., a to oznaczać może konieczność wyłączenia 17 spośród 58 reaktorów jądrowych (Francja... 2017). Wynika z tego, że Francja zdecydowała się na zmianę paradygmatu swojej polityki energetycznej przechodząc z energetyki jądrowej w stronę energetyki odnawialnej. Działania te będą miały ogromne implikacje międzynarodowe dla przyszłości technologii energetyki jądrowej i spowodują stopniowy spadek znaczenia tej formy produkcji energii elektrycznej w unijnej strukturze bilansu energetycznego.

Znaczący udział w produkcji unijnej energii elektrycznej ma również gaz ziemny – ponad 17%. Dostrzega się, że w latach 2008–2013 nastąpiło zmniejszenie udziału tego surowca w strukturze bilansu elektroenergetycznego o 7,8%, a wpływ na ten stan rzeczy miały rosnące ceny gazu ziemnego wskutek indeksacji cen tego surowca do ceny ropy naftowej, a także niska cena

jednostek uprawniających do emisji CO<sub>2</sub> (EUA), które powodują, że opłacalne jest wówczas spalania węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach. W ostatnich latach dostrzega się w RFN, że wiele elektrowni gazowych jest nieużywanych wskutek większej opłacalności spalania węgla do produkcji prądu. W sytuacji, kiedy wzrosną ceny EUA, zwiększy się wówczas opłacalność wykorzystania gazu ziemnego do produkcji energii elektrycznej, a także coraz powszechniejsze wykorzystanie tego surowca jako paliwa w sektorze transportowym (Łaciak i in. 2017).

Spośród wszystkich form produkcji energii elektrycznej najbardziej wzrostowy trend odnotowuje energetyka odnawialna, której udział w produkcji elektrycznej w latach 1990–2013 powiększył się o 171%, zaś średnioroczny przyrost wyniósł 4,4% (Overview ... 2017). W 2015 r. ponad 27% energii elektrycznej w UE wyprodukowano z OZE, zaś największy udział ma ona w Austrii – 70% oraz Szwecji – 65% (Renewable... 2017). Istnieje wiele form energetyki odnawialnej, zaś w UE najbardziej wykorzystywana jest do produkcji prądu energia wodna – 38% (Renewable... 2017). IEA szacuje, że udział OZE w globalnej produkcji energii elektrycznej w 2021 r. wyniesie 28%, a udział w transporcie osiągnie poziom 4% (Renewable... 2017). Restrykcyjne założenia polityki klimatycznej UE powodują, że wiele państw unijnych w swoich strategiach energetycznych zakłada wzrost udziału energetyki odnawialnej w strukturze bilansu elektroenergetycznego. Szersze wykorzystanie OZE będzie się wiązać z rozwojem technologii w zakresie magazynowania energii (Blacharski i in. 2017). Należy zauważyć, że OZE mają również wpływ na zmianę relacji pomiędzy producentem a konsumentem energii elektrycznej, gdyż posiadanie mikro-instalacji powoduje, że to obywatel może produkować energię na własne potrzeby. Może być również producentem, który sprzedaje nadwyżki wyprodukowanej energii elektrycznej do sieci, a więc staje się prosumentem. Energetyka odnawialna umożliwia również rozwój generacji rozproszonej, która jest cechą charakterystyczną systemu elektroenergetycznego Danii, gdzie gęstość występowania instalacji wytwórczych zwiększa bezpieczeństwo dostaw w sytuacjach kryzysowych oraz zmniejsza straty przesyłowe energii elektrycznej ze względu na mniejsze odległości, na jakie trzeba przesyłać energię.

## 2. Polityka klimatyczna UE

Polityka klimatyczna UE jest katalizatorem rozwoju technologicznego, a także wpływa na modyfikację struktury bilansu energetycznego w państwach unijnych. Zmiana w sposobie wykorzystania surowców energetycznych wynika wprost z polityki klimatycznej UE. Jej motorem napędowym było powstanie środowisk związanych z ochroną klimatu na przełomie lat siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku, gdy rozpoczął się proces transformacji energetycznej w Niemczech. W kolejnych kilkudziesięciu latach określano cele polityki klimatycznej na poziomie unijnym (Ruszel 2015), aż wskazano, że w 2020 r. dąży się do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 20% w stosunku do 1990 r., zwiększenia udziału OZE o 20% oraz popra-

wy efektywności energetycznej również o 20% (Działania... 2017). W kontekście 2030 r. planuje się zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych o 40%, udział OZE na poziomie 27%, poprawę efektywności energetycznej o 27–30% oraz umożliwienie przesyłu do 15% energii elektrycznej wytwarzanej w UE do innego państwa członkowskiego (Działania... 2017). Z kolei w perspektywie 2050 r. UE dąży do redukcji gazów cieplarnianych o 80% w porównaniu z 1990 r. Mając na uwadze mapę drogową prowadzącą do celu wyznaczonego na 2050 r. dostrzega się dążenie do rozwoju gospodarki niskoemisyjnej (European... 2017).

Zważywszy na przeprowadzone badania scenariuszowe dotyczące wykorzystania paliw kopalnych, wskazuje się, że najważniejszym czynnikiem oddziałującym na wykorzystanie np. węgla w sektorze elektroenergetycznym będzie cena EUA (Gawlik 2013). Aspekt ten będzie w sposób najdotkliwszy wpływał na konkurencyjność określonych surowców energetycznych. W lipcu 2017 r. cena za jednostkę uprawnień do emisji CO<sub>2</sub> wynosiła około 5 euro za jednostkę. Taka cena powoduje, że produkcja energii elektrycznej z węgla jest opłacalna, ale wzrost ceny uprawnień do emisji do poziomu przykładowo 15 euro spowodowałby, że opłacalne będzie wykorzystanie gazu ziemnego, zaś dalszy wzrost do poziomu około 40 euro faworyzował będzie energetykę odnawialną (Mielczarski... 2017). Z tego względu wydaje się, że głównym obszarem reformy związanym z polityką klimatyczną UE w nadchodzących latach będzie unijny system handlu uprawnieniami do emisji (EU ETS). Biorąc pod uwagę funkcjonalność instrumentów wpływających z ETS wydaje się, że najbardziej prawdopodobna jest projekcja, w której będzie dochodziło do systematycznego wycofywania ilości uprawnień do emisji w ramach tzw. rezerwy stabilności rynku. W ten sposób będzie można wpływać na wzrost ceny EUA, która nałoży na energetykę węglową kolejne koszty związane z produkcją. Analizując unijne plany dostrzega się, że przyspieszenie w tym zakresie nastąpi po 2024 r.

### 3. Infrastruktura energetyczna

Istotnym czynnikiem wpływającym na wykorzystanie surowców energetycznych jest rozbudowana infrastruktura energetyczna, a w szczególności moce wytwórcze. Poszczególne elektrownie są projektowane oraz budowane zazwyczaj na okres 30 lat (Mielczarski... 2017). Oznacza to, że państwa, które mają rozbudowaną architekturę instalacji wytwórczych na paliwa kopalne lub realizują aktualnie następne inwestycje, nie zrezygnują z wykorzystania surowców kopalnych w szybkim tempie. Według IEA w 2016 r. w skali światowej podjęto decyzje o inwestycjach w bloki węglowe na poziomie 40 GW, a więc oznacza to spadek względem lat poprzednich, lecz jednocześnie sygnalizuje wykorzystanie węgla w wielu instalacjach do 2050 r. (IEA 2017). Jednakże należy zwrócić uwagę, że w latach 2010–2017 w UE podjęto decyzje inwestycyjne w nowe moce węglowe, a to powoduje, że ich wykorzystanie w wielu państwach będzie kontynuowane. Ponadto unijne firmy energetyczne podpisały porozumienie (z wyjątkiem Polski i Grecji), że po 2020 r. nie będą budowały kolejnych instalacji na węgiel. Oznacza to,

że w 2050 r. wiele istniejących dzisiaj mocy wytwórczych na węgiel kamienny zostanie wyłączonych, zaś w niektórych państwach nadal będą działać instalacje eksploatowane na węgiel brunatny. Natomiast w odniesieniu do ropy naftowej brakuje nowych inwestycji mających na celu produkcję energii elektrycznej z tego surowca. Państwa unijne odchodzą również od energetyki jądrowej, gdyż aktualnie w procesie budowy są jedynie 5 elektrowni jądrowych – po jednej w Finlandii, Wielkiej Brytanii i Francji oraz dwie na Słowacji (Nuclear... 2017). Zupełnie inaczej przedstawiają się perspektywy dla instalacji opartych na gazie ziemnym, który będzie paliwem przejściowym w wielu państwach pomiędzy surowcami kopalnymi a energetyką odnawialną, której rozwój w większości państw unijnych jest ostatecznym celem transformacji energetycznej. Dynamiczny postęp technologiczny powoduje, że powstają coraz to nowe materiały w budownictwie oraz doskonalone są technologie wytwarzania energii elektrycznej. Przewagi konkurencyjne zyskują przede wszystkim te państwa, które posiadają największy udział w technologiach, podlegających procesowi globalizacji. Rozwijający się rynek „zielonych technologii OZE” jest zdominowany przez trzy państwa: Republikę Federalną Niemiec – 15,2% udziałów; Chińską Republikę Ludową – 15% oraz USA – 10% (Bajczuk 2014). Spośród nich jest tylko jedno państwo unijne, czyli RFN, dla którego unijna polityka klimatyczna stanowi dźwignię napędową rozwoju przewag konkurencyjnych opartych na technologii OZE. Z tego względu istotne jest dążenia do własnych rozwiązań technologicznych, które na podstawie praw patentowych przyczyniają się do niskoemisyjnej produkcji energii elektrycznej. Wyzwaniem dla polskich naukowców oraz badaczy jest stworzenie takich produktów lub rozwiązań, które pozwolą na realizację własnej koncepcji procesu transformacji energetycznej, zapewniającej podobną skalę korzyści z perspektywy bezpieczeństwa energetycznego i konkurencyjności gospodarki, jaką zapewnia aktualnie spalanie węgla w elektrowniach i elektrociepłowniach. Proces związany z modernizacją instalacji energetycznych wydaje się nieunikniony. Dążenie do poprawy efektywności energetycznej oraz rozbudowa instalacji niskoemisyjnych będzie wzmacniana poprzez odpowiednie programowanie funduszy unijnych, które obecnie już odchodzą od finansowania badań związanych z technologiami węglowymi. Pojawiają się również zapisy w dokumentach unijnych, że do rynku mocy mogą być zaliczane instalacje, których limity graniczne emisji wynoszą 550 g CO<sub>2</sub>/kWh. Mogłoby to oznaczać wyłączenie z rynku mocy instalacji węglowych.

#### 4. Energia elektryczna w nowych segmentach sektora energii

Wraz z rozwojem technologicznym zwiększa się ilość urządzeń teleinformatycznych, których działanie uzależnione jest od energii elektrycznej. Powoduje to stały wzrost zapotrzebowania na energię. Biorąc pod uwagę cele poszczególnych państw związane z rozwojem elektromobilności, zauważa się, że energia elektryczna w nadchodzących latach stanie się paliwem do pojazdów. Tym samym zacznie ona wypierać benzyny oraz olej napędowy, a więc paliwa produkowane z ropy naftowej. Podobnie sytuacja kształtuje się w sektorze ciepłownictwa, gdzie

podkreśla się coraz większą liczbę instalacji grzewczych oraz chłodzących na prąd. Inteligentne budownictwo będzie oparte również na nowych materiałach budowlanych, które w coraz większym stopniu zwiększają efektywność energetyczną oraz opierają się na komponentach energetyki odnawialnej. W ten sposób energia elektryczna ogrzewając mieszkania wypychać będzie stopniowo gaz ziemny, który jest głównym paliwem wykorzystywanym w tym sektorze gospodarki w niektórych państwach (w Polsce jest nim węgiel). Wynika z tego, że proces elektryfikacji transportu oraz ciepłownictwa doprowadzi do stopniowego zmniejszania znaczenia ropy naftowej oraz gazu ziemnego, zwiększając tym samym ilość potrzebnej energii elektrycznej.

Postępująca w skali światowej transformacja energetyczna, a wraz z nią coraz bardziej restrykcyjna polityka klimatyczna stwarzają coraz większą przestrzeń dla alternatywnych form produkcji energii elektrycznej (m.in. energetyki odnawialnej). Wydaje się, że w sposób systematyczny zwiększać się będzie znaczenie odnawialnych źródeł energii, lecz trudno jednoznacznie wskazać tempo tego procesu dla poszczególnych państw. Współcześnie dostrzega się modele polityki energetycznej, w której struktura bilansu elektroenergetycznego oparta jest niemalże całkowicie na odnawialnych źródłach energii. Norwegia jest przykładem państwa zasobnego w paliwa kopalne, lecz produkującego energię elektryczną z odnawialnych źródeł energii w blisko 98%. Z perspektywy politycznej produkcja energii elektrycznej z OZE jest niezależna od importu, a tym samym niezależna od decyzji politycznych. Pojawia się zatem pytanie – gdzie jest miejsce dla paliw kopalnych?

Postępujący proces transformacji oraz uzależnienia od systemów teleinformatycznych powoduje zwiększenie zapotrzebowania na określone produkty przemysłowe. Dostrzega się zwiększające zapotrzebowanie świata na stal, która jest wykorzystywana do komponentów energetyki odnawialnej, a także produkcji samochodu. Analizując proces produkcji stali zauważa się, że strategicznym surowcem pozostaje węgiel koksujący, który jest głównym surowcem wykorzystywanym do jej produkcji. Przy obróbce metali, w tym w szczególności stali i żelaza wykorzystuje się gaz ziemny, który jest istotny również dla branży chemicznej, tekstylnej i farmaceutycznej. Natomiast ropa naftowa jest produktem, bez którego nie powstałyby m.in. oleje, smary, asfalt, produkty petrochemiczne, włókna syntetyczne, a także tworzywa sztuczne. Surowce kopalne będą nadal wykorzystywane podczas wielu procesów przemysłowych, które wpisują się w globalną elektryfikację oraz modernizację przemysłową i gospodarczą. Trzeba uwzględnić jeszcze dwa aspekty. Po pierwsze, pojawiają się nowe technologie umożliwiające produkcji substytutów surowców kopalnych z energetyki odnawialnej. Taką technologią jest *Power-to-Gas* (P2G), który umożliwia w procesie elektrolizy wytworzenie wodoru i wody, zaś wodór może stanowić w kilku procentach domieszkę do gazu ziemnego. Po drugie, podkreśla się znaczenie nowych pokładów energii na Księżycu, która może być pozyskana poprzez syntezę pierwiastka helium-3 (Gryz 2015). Oznacza to, że w perspektywie 2050 r. mogą pojawić się nowe formy produkcji energii elektrycznej, których aktualnie nie uwzględnia się w polityce unijnej. Historia sektora energii pokazuje, że co kilkadziesiąt lat pojawia się nowy *game changer*.



## Podsumowanie

Przyszłość sektora energii będzie oparta na energii elektrycznej, której zapotrzebowanie w skali świata może się podwoić w ciągu najbliższych dwóch dekad. Czynnikiem, które wpłyną na wzrost jej znaczenia, będą: elektryfikacja transportu i budownictwa, rozwój technologii magazynowania energii elektrycznej, digitalizacja, robotyka, sztuczna inteligencja, inteligentne zarządzanie popytem i podażą energii, a także internet rzeczy. O ile nie ulega wątpliwości, że procesy te będą się dokonywać, to zasadne jest pytanie o ich tempo. Obecnie w strukturze bilansu elektroenergetycznego UE istotną rolę odgrywają surowce kopalne, tj.: węgiel kamienny, węgiel brunatny, gaz ziemny, a także energetyka jądrowa. Znaczący udział posiadają OZE, które z każdym rokiem będą zwiększać swoje znaczenie. UE potrzebać będzie coraz więcej prądu, a to oznacza, że trudne będzie jednoczesne zrezygnowanie z energetyki jądrowej oraz węglowej i przeprowadzenie transformacji energetycznej we wszystkich państwach unijnych w podobny sposób. Każda z gospodarek będzie dążyć do maksymalizacji samowystarczalności w zakresie produkcji energii elektrycznej, a tym samym wykorzystywać będzie ten surowiec, który produkuje lub stwarza największą skalę korzyści gospodarczych. Daniel Yergin podkreśla, że transformacja sektora energii wymaga długiego czasu, zaś dostrzega się, że zastąpienie węgla – jako głównego surowca na świecie – ropą naftową trwało blisko wiek. Wskazuje on, że oprócz postępu technologicznego istotne są regulacje prawne oraz długość funkcjonowania instalacji energetycznych, które sięgają czasami ponad 60 lat (Yergin 2012). Z tego względu wydaje się, że to właśnie istniejąca infrastruktura energetyczna będzie tym czynnikiem, który przyczyni się do dalszego wykorzystywania surowców kopalnych w 2050 r. Jednocześnie transformacji ulegnie sposób produkcji energii elektrycznej, a także relacja pomiędzy producentem a konsumentem, gdyż dotychczasowy odbiorca energii będzie w coraz większym stopniu zdolny do jej produkcji na własne potrzeby (prosument). Z tego względu pozytywnie została zweryfikowana hipoteza badawcza wskazująca, że istotną składową unijnej struktury bilansu elektroenergetycznego w 2015 r. pozostaną paliwa kopalne. Rozważając projekcje zmian w sektorze energetycznym oraz strukturę bilansu elektroenergetycznego w 2050 r. trzeba pamiętać jeszcze o jednej kwestii. Już w 1900 r. Ferdinand Porsche zaprezentował na światowej wystawie w Paryżu prototyp elektrycznego pojazdu napędowego, a nadal poruszamy się przede wszystkim za pomocą samochodów spalających paliwa kopalne (Electromobility 2015). Różne grupy interesów w państwach unijnych zainwestowały środki finansowe w określone technologie i oczekując stopy zwrotu i zysku, nie będą akceptowały dynamicznych zmian. Zmiany są nieuniknione, lecz dyskusyjne pozostaje tempo oraz różnorodność transformacji energetycznej w państwach unijnych.



## Literatura

- BAJCZUK, R. 2014. *Odnawialne źródła energii w Niemczech. Obecny stan rozwoju, grupy interesu i wyzwania*, Raport OSW, Warszawa.
- BLACHARSKI i in. 2017 – BLACHARSKI, T., KOGUT, K. i SZURLEJ, A. 2017. *The perspectives for the use of hydrogen for electricity storage considering the foreign experience*. E3S Web of Conferences, vol. 14 art. no. 01045, s. 1–10 [Online] Dostępne w: [http://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2017/02/e3sconf\\_ef2017\\_01045.pdf](http://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2017/02/e3sconf_ef2017_01045.pdf) [Dostęp: 8.07.2017].
- Działania... 2017 – *Działania w dziedzinie klimatu* [Online] Dostępne w: [https://europa.eu/european-union/topics/climate-action\\_pl](https://europa.eu/european-union/topics/climate-action_pl) [Dostęp: 8.07.2017].
- Electricity... 2017 – *Electricity production, consumption and market overview* [Online] Dostępne w: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_production,\\_consumption\\_and\\_market\\_overview](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_production,_consumption_and_market_overview) [Dostęp: 21.07.2017].
- Electromobility... 2015 – *Electromobility in Germany: Vision 2020 and Beyond*, Germany Trade & Invest, Berlin 2015, p. 3.
- Euracoal... 2017 – *Euracoal statistics* [Online] Dostępne w: <https://euracoal.eu/info/euracoal-eu-statistics/> [Dostęp: 21.07.2017].
- European... 2011 – *European Commission 2011. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. Communication From The Commission To The European Parliament, The Council, The European Economic And Social Committee And The Committee Of The Regions*. COM(2011) 112 final, European Commission, Brussels, 8.3.2011.
- Francja... 2017 – *Francja zamierza zamknąć 17 reaktorów atomowych* [Online] Dostępne w: <http://www.energetyka24.com/626323,francja-zamierza-zamknac-17-reaktorow-atomowych> [Dostęp: 22.07.2017].
- Gawlik L. 2013. *Węgiel dla polskiej energetyki w perspektywie 2050 roku – analizy scenariuszowe*, red. L. Gawlik, [Online] Dostępne w: [http://www.giph.com.pl/giph/attachments/article/278/Wegiel\\_dla\\_polskiej\\_energetyki\\_2050\\_GIPH\\_MINPAN.pdf](http://www.giph.com.pl/giph/attachments/article/278/Wegiel_dla_polskiej_energetyki_2050_GIPH_MINPAN.pdf) [Dostęp: 20.07.2017].
- GĘDEK, S. 2015. Wpływ cen ropy naftowej na kurs korony norweskiej. *Przegląd Politologiczny* nr 4, s. 145–157.
- GRAICHEN i in. 2017 – GRAICHEN, P, KLEINER, M.M. i PODEWILS, Ch. 2017. *The energy transition in the power sector: State of affairs 2016. A review of the major developments in Germany and an outlook for 2017*. Agora Energiewende Berlin, s. 4.
- GRYZ, J. 2015. Bezpieczeństwo energetyczne, elementy koncepcji działań [W:] *Bezpieczeństwo energetyczne na wspólnym rynku energii UE*, red. S. Gędek, M. Ruszel, Warszawa: Wydawnictwo Rambler, s. 19–34.
- HAHN, E. 2011. *The Role of Oil Prices in the Euro Area Economy Since the 1970s*, European Central Bank.
- HIRSCHHAUSEN i in. 2015 – HIRSCHHAUSEN, Ch., GERBAULET C., KEMFERT, C., REITZ, F. i ZIEHM, C. 2015. *German Nuclear Phase-Out Enters the Next Stage: Electricity Supply Remains Secure — Major Challenges and High Costs for Dismantling and Final Waste Disposal*, [Online] Dostępne w [https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw\\_01.c.506838.de/diw\\_econ\\_bull\\_2015-22.pdf](https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.506838.de/diw_econ_bull_2015-22.pdf) [Dostęp: 19.07.2017].
- IEA 2017 – *World Energy Investment 2017* [Online] Dostępne w <http://www.iea.org/publications/wei2017/> [Dostęp: 19.07.2017].
- KRAUSE i in. 1981 – KRAUSE, F., BOSSEL, H. i MÜLLER-REISSMANN, K.-F. 1981. *Energie-Wende Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl and Uran*, S. Fischer, Frankfurt.

- ŁACIAK i in. 2017 – ŁACIAK, M., OLKUSKI, T., ŚWIDRAK, M., SZURLEJ, A. i WYRWA, A. 2017. Rola i znaczenie gazu ziemnego w strukturze wytwarzania energii elektrycznej Polski w perspektywie długoterminowej. *Rynek Energii* nr 2, s. 60–67.
- Medium-Term ... 2016 – *Medium-Term Coal Market Report 2016* [Online] Dostępne w: <https://www.iaea.org/newsroom/news/2016/december/medium-term-coal-market-report-2016.html> [Dostęp: 24.07.2017].
- MIELCZARSKI, W. 2017. *Mielczarski: Polska energetyka musi być elastyczna* [Online] Dostępne w: <http://cire.pl/item,148694,13,0,0,0,0,0,mielczarski-polska-energetyka-musi-byc-elastyczna.html> [Dostęp: 19.07.2017].
- Nuclear... 2017 – *Nuclear Power in the European Union* [Online] Dostępne w: <http://www.world-nuclear.org/information-library/country-profiles/others/european-union.aspx> [Dostęp: 22.07.2017].
- Overview... 2017 – *Overview of electricity production and use in Europe* [Online] Dostępne w: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-1/assessment> [Dostęp: 21.07.2017].
- Renewable... 2017 – *Renewable energy statistics* [Online] Dostępne w: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable\\_energy\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Renewable_energy_statistics) [Dostęp: 21.07.2017].
- RUSZEL, M. 2013. Surowce energetyczne jako atrybuty państwa w stosunkach międzynarodowych. [W:] *Poziomy analizy stosunków międzynarodowych*, red. E. Halizak, M. Pietraś, tom II, Polskie Towarzystwo Stosunków Międzynarodowych, Wydawnictwo Rambler, Warszawa, s. 93–104.
- RUSZEL, M. 2015. Polityka energetyczna. [W:] *Unia Europejska 2014+*, red. E. Małuszyńska, G. Mazur, Difin, Warszawa.
- Traktat... 2012 – *Traktat o funkcjonowaniu: Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej (wersja skonsolidowana)*, Dz. Urz. UE C 326/47. 2012.
- YERGIN, D. 2012. *The Quest*. Penguin Books, s. 721–722.

Mariusz RUSZEL

## The role of energy resources in electricity production in the EU up to 2050

### Abstract

The aim of this article is to analyze the impact of the energy resources on the electrification of the EU up to 2050. The author hypothesizes that energy resources remain an important share of the electricity balance in the EU. Therefore, the following research questions are considered: What is the meaning of the energy resources to produce electricity today and in 2050? How will the renewable energy sources influence to change the electricity production model? What is the importance of energy infrastructure in determining the role of renewable energy sources? The future of the energy sector will be based on electricity, the demand of which will double in the next two decades. The development of electric vehicle networks will have a big influence on that process. Despite the processes of energy transition, the significance of fossil fuels is still

high. The existing energy infrastructure has an influence on this. Among other energy sources, renewable energy resources will develop in a permanent manner. The changes are inevitable but there is discussion about the speed and diversity of energy transitions in various EU states.

**KEYWORDS:** energy resources, electrification, electricity, energy transition

