

Tadeusz OLKUSKI*

Analiza struktury produkcji energii elektrycznej we Francji i w Polsce

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono strukturę produkcji energii elektrycznej we Francji oraz w Polsce. Dokonano porównania okresów pięcioletnich od 2000 do 2010 roku oraz przeanalizowano zmiany jakie zachodziły w strukturze wytwarzania energii elektrycznej tych państw. Celowo wzięto pod uwagę państwa o zupełnie odmiennej strukturze wytwarzania. W Polsce energia elektryczna wytwarzana jest głównie z węgla, a we Francji z atomu. Pomimo protestów ekologów i wycofywaniu się z energetyki jądrowej Niemiec, Francja nadal inwestuje w reaktory jądrowe. Budowany jest obecnie kolejny reaktor Flamanville-3 o mocy 1600 MW w nowoczesnej technologii EPR. Przesunięto jednak termin oddania go do użytku ze względu na znaczący wzrost kosztów, które oszacowano początkowo na 3,3 mld euro, a obecnie przewiduje się, że zamkną się kwotą 8,5 mld euro. Polska tradycyjnie wytwarza energię elektryczną z węgla. Przez lata energia elektryczna wytwarzana z węgla przekraczała 90%, obecnie wynosi 87%, co nadal jest znaczną wielkością. Z informacji podawanych przez źródła rządowe wynika, że węgiel pozostanie jeszcze przez wiele lat głównym surowcem do wytwarzania energii elektrycznej. Obydwa kraje muszą jednak zgodnie z wymaganiami Unii wprowadzać do swojego miks energetycznego odnawialne źródła energii (OZE). Francja do tej pory nie tak zdecydowanie, jak na przykład Niemcy, wdrażała OZE w swoim kraju. Energetyka wiatrowa na wybrzeżu była wręcz zakazana ze względu na ochronę krajobrazu. Teraz jednak sytuacja się zmieniła i Francja rozbudowuje swój potencjał wiatrowy na północnym wybrzeżu. Budowane są również we Francji elektrownie słoneczne. W Polsce udział OZE w produkcji energii elektrycznej też się zwiększa. Polska musi do 2020 roku osiągnąć 15% udział zielonej energii w całkowitej produkcji energii elektrycznej. Według stanu na 31 grudnia 2012 roku wydano w Polsce 288 koncesji na budowę OZE, w tym 229 na budowę

* Dr inż. – Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków,
e-mail: olkuski@min-pan.krakow.pl

elektrowni wiatrowych (Sprawozdanie... 2013). Udział energii z wiatru zwiększył się z 1,74% w 2011 roku do 2,53% w 2012 roku. Jest to najdynamiczniej rozwijający się segment OZE w Polsce.

SŁOWA KLUCZOWE: energia elektryczna, produkcja, węgiel, gaz ziemny, energetyka jądrowa, OZE

Wprowadzenie

Francja od lat kojarzona jest jako kraj, w którym energetyka jądrowa rozwinięta jest na niespotykaną nigdzie w świecie skalę. Nawet Stany Zjednoczone Ameryki Północnej mające o wiele więcej działających reaktorów jądrowych nie posiadają aż tak dużego udziału energii jądrowej w swoim miksie energetycznym. Francuzi zawsze byli dumni ze swej odrębności i nie planowali większych zmian swojego sektora wytwarzania energii elektrycznej. Na francuskim rynku dominuje państwowa grupa EdF (*Électricité de France*), która również inwestuje w innych krajach zarówno europejskich, jak i na kontynencie amerykańskim. EdF zajmuje się produkcją, przesyłem i dystrybucją energii elektrycznej. Sektor wytwarzania oparty jest głównie na reaktorach jądrowych oraz elektrowniach wodnych. Dlatego nie dziwi fakt, że Francja chętnie promuje wdrażanie pakietu energetyczno-klimatycznego, gdyż 95% sektora wytwarzania energii nie powoduje emisji CO₂ (Global (www)). Grupa dostarcza energię elektryczną do 39,3 mln odbiorców na całym świecie, w tym do ponad 28 mln odbiorców we Francji i dysponuje mocą zainstalowaną 139,5 GW. W 2012 roku wyprodukowała łącznie 642,6 TWh, w tym 75,5% stanowiła energia jądrowa, 8,9% energia z paliw kopalnych, 6,5% energia uzyskiwana w cyklu kombinowanym gazowym z kogeneracją, 7,2% to energetyka wodna i 1,9% to inne odnawialne źródła energii (EdF (www)).

Polska natomiast kojarzona jest z węglem. Miał on od lat ponad 90% udział w strukturze produkcji energii elektrycznej w kraju. Największym przedsiębiorstwem energetycznym w Polsce jest Polska Grupa Energetyczna S.A. (PGE S.A.). Grupa ta posiada 12,9 GW mocy zainstalowanej, posiada 5,1 mln odbiorców, a w 2012 roku wyprodukowała 57,05 TWh energii elektrycznej (PGE (www)). W 2012 r. 52,05% energii elektrycznej w strukturze Grupy pochodziło z węgla kamiennego, 32,52% z węgla brunatnego, 9,12% z gazu, 4,66% z biomasy, 1,30% z dużej energetyki wodnej, 0,03% z energii wiatru i 0,32% z innych rodzajów energii (Informacja... 2012). PGE jest odpowiedzialna za budowę pierwszej w Polsce elektrowni jądrowej. Przy budowie elektrowni jądrowej prawdopodobnie zostaną wykorzystane doświadczenia francuskie, chociaż nadal nie wiadomo, która firma dostarczać będzie kluczowe elementy elektrowni, takie jak reaktory, czy turbozespoły. Oprócz firm francuskich możliwości techniczne i doświadczenie posiadają jeszcze firmy japońskie, koreańskie, amerykańskie, kanadyjskie i rosyjskie. Budowa elektrowni jądrowej wzbudza jednak, po katastrofie w Fukushima, uzasadnione obawy o bezpieczeństwo i jej realizacja jest odsuwana w czasie.

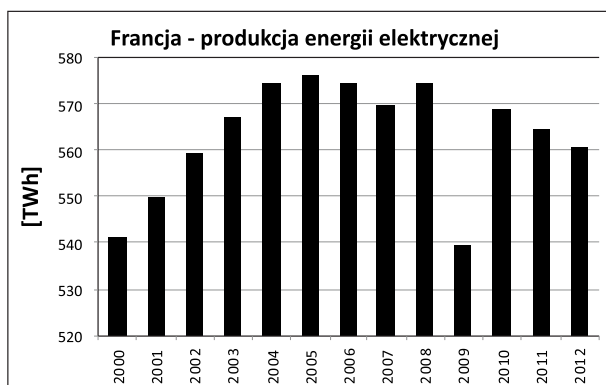
Porównując strukturę produkcji energii elektrycznej we Francji i w Polsce należy zwrócić uwagę na kompletną odmierność. Francja bazuje na energii elektrycznej z atomu,

Polska zaś na energii elektrycznej z węgla. Obydwa kraje mają podobne długoletnie tradycje w wytwarzaniu energii elektrycznej z jednego podstawowego źródła, będą musiały też, zgodnie z wymaganiami Unii Europejskiej, zwiększyć udział odnawialnych źródeł energii w swojej strukturze wytwarzania. W dalszej części artykułu przedstawiono produkcję energii elektrycznej we Francji i w Polsce w latach 2000, 2005 i 2010 oraz podano najnowsze dane z 2012 roku.

1. Produkcja energii elektrycznej we Francji

Produkcja energii elektrycznej zaspokaja w pełni potrzeby kraju, a nadwyżki są eksportowane, głównie do Niemiec.

Wykres na rysunku 1 przedstawia produkcję energii elektrycznej we Francji w latach 2000–2012. W okresie od 2000 roku do roku 2005 produkcja energii zwiększała się systematycznie od około 540 TWh do około 575 TWh. Przez następne kilka lat utrzymywała się na mniej więcej stałym poziomie 570–575 TWh, aby w 2009 roku zmniejszyć się gwałtownie poniżej 540 TWh. Sytuację tę spowodował rozpoczęty w 2008 roku ogólnoświatowy kryzys gospodarczy. W 2010 roku produkcja energii elektrycznej wzrosła o 30 TWh do prawie 570 TWh, po czym w kolejnych dwóch latach zarysowała się ponownie tendencja spadkowa.

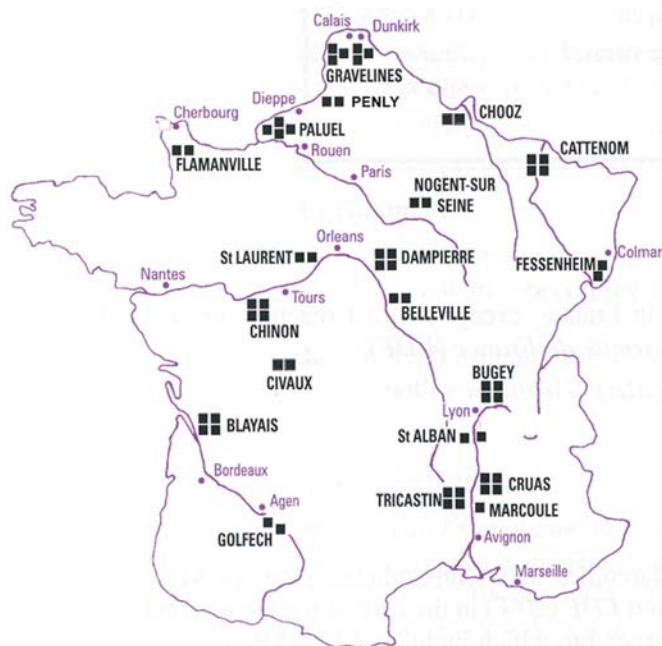


Rys. 1. Produkcja energii elektrycznej we Francji w latach 2000–2012

Źródło: EU Energy in figures 2012; BP Statistical Review 2013

Fig. 1. Electricity production in France between 2000 and 2012

Po zamknięciu 31 grudnia 2009 roku Ignalińskiej elektrowni jądrowej na Litwie, Francja jest państwem o największym procentowym udziale energetyki jądrowej w produkcji energii elektrycznej w świecie wynoszącym według danych z 2010 roku 77%. Kraj ten posiada 58 reaktorów jądrowych o mocy zainstalowanej wynoszącej 63,1 GW_e rozmieszczonych na terenie całego kraju (rys. 2).



Rys. 2. Rozmieszczenie elektrowni jądrowych we Francji

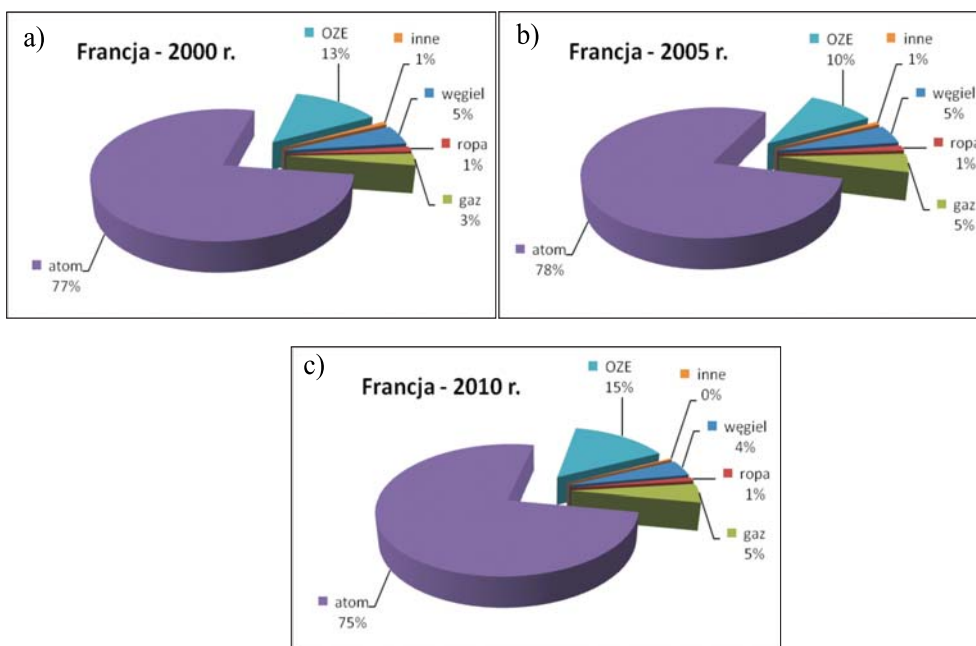
Źródło: [www.google.pl/imgres?imgurl=http://www.world-nuclear.org](http://www.world-nuclear.org)

Fig. 2. Location of nuclear power plants in France

W 2012 roku francuskie elektrownie jądrowe wyprodukowały 404,9 TWh energii elektrycznej. Największymi reaktorami jądrowymi są reaktory Chooz-B-1 i Chooz-B-2 w Charleville o mocy zainstalowanej 1500 MW każdy. Są to nowe reaktory przyłączone do sieci w 1996 i 1997 roku. Kolejne reaktory to Civaux-1 i Civaux-2 o mocach 1495 MW każdy, pracujące w miejscowości o tej samej nazwie, a uruchomione w latach 1997 i 1999. Następnymi pod względem mocy zainstalowanej reaktorami we Francji są reaktory St. Alban-1 i St. Alban-2 pracujące w miejscowości Saint-Maurice-L'exil. Ich moc wynosi 1335 MW każdy. Tylko nieznacznie mniejszą moc posiadają reaktory Flamanville-1 i Flamanville-2 – 1330 MW oraz reaktory Paluel-1, Paluel- 2, Paluel-3 i Paluel-4, a także reaktory Penly-1 i Penly-2 funkcjonujące w miejscowościach o tych samych nazwach (IAEA ([http](http://www.iaea.org))). Zostały one zbudowane w latach osiemdziesiątych i na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Łącznie we Francji 26 reaktorów jądrowych ma moc przekraczającą 1000 MW. Obecnie budowany jest kolejny reaktor Flamanville-3 o mocy 1600 MW. Początkowo miał rozpocząć produkcję energii elektrycznej w 2012 roku, ale prace konstrukcyjne opóźniają się i najprawdopodobniej blok zacznie działać w 2016 roku. Nakłady inwestycyjne związane z budową wyceniono w 2005 roku na 3,3 mld euro, później zwiększono je do 6 mld euro. Obecnie całkowite nakłady inwestycyjne szacowane są na 8,5 mld euro z uwzględnieniem inflacji (Lemonde ([http](http://www.lemonde.fr))). Większość reaktorów jądrowych we Francji to reaktory wodne ciśnieniowe PWR (*Pressurized Water Reactor*), co zresztą zgodne jest z trendem światowym, gdzie reaktory tego typu stanowiły w 2009 roku 65% mocy zainstalowanej (Gisplay

(http)). Po katastrofie w Fukushima, we Francji również rozpoczęto dyskusję na temat przyszłości energetyki jądrowej. Z danych statystycznych wynika, że 22 reaktory jądrowe mają już po 30 lat, czyli do 2022 roku powinny zostać zamknięte. Najstarszy z nich w Fessenheim, oddano do użytku w 1977 roku. Powinny być one zastąpione 11 nowymi reaktorami EPR (*European Pressurized Reactor*), czyli Europejskimi Reaktorami Ciśnieniowymi, albo reaktorami wodno-ciśnieniowymi (PWR) trzeciej generacji. Niestety, koszty generowane przez energetykę jądrową są duże. Według raportu francuskiej państwowej Izby Obrachunkowej pełne koszty inwestycji Francji w energetykę jądrową od lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku aż do dzisiaj wynoszą w sumie 228 miliardów euro, łącznie z planowanymi środkami przeznaczonymi na rozmontowanie istniejących już 58 siłowni. Aby utrzymać we właściwym stanie istniejące elektrownie jądrowe koszty mogą wzrosnąć do 2025 roku ponad dwukrotnie – z obecnych 1,75 mld euro do 3,7 mld euro rocznie (Newsweek (http)).

Wykresy na rysunku 3 przedstawiają strukturę produkcji energii elektrycznej we Francji kolejno w latach 2000, 2005 i 2010. Należy zauważyć, że struktura ta jest bardzo podobna. We wszystkich analizowanych latach ponad trzy czwarte energii pochodziło z elektrowni jądrowych. Ich udział w produkcji zmieniał się nieznacznie, nie więcej niż o 3%. Również udział energii elektrycznej z węgla utrzymuje się na prawie stałym poziomie. W latach 2000 i 2005 wynosił on 5%, aby w 2010 roku zmniejszyć się do 4%. Zwiększył się nieznacznie udział gazu z 3% w 2000 roku do 5% w 2005 roku. W 2010 roku udział gazu pozostał na tym



Rys. 3. Struktura produkcji energii elektrycznej we Francji w latach 2000–2010
Źródło: EU Energy in figures 2012

Fig. 3. Structure of electricity production in France in the years 2000–2010

samym poziomie 5%. Zmniejszyło się znaczenie ropy naftowej. Udział ropy w produkcji energii elektrycznej spadł z 3% w 2000 roku do 1% w 2005 roku i pozostał na takim poziomie również w roku 2010. Najbardziej zmieniał się udział odnawialnych źródeł energii (OZE) w strukturze wytwarzania energii elektrycznej. W 2000 roku wynosił 13%, aby w przeciwieństwie do trendu panującego w Unii Europejskiej, zmniejszył się do poziomu 10% w 2005 roku. W kolejnej pięcioletniej udziale OZE zwiększył się jednak gwałtownie do 15%.

Francja jako członek UE jest zmuszona osiągnąć 23% udział OZE w całkowitym zużyciu energii do 2020 roku (cel ten dla Polski wynosi 15%). Przeciwnicy konwencjonalnych źródeł energii przekonują, że warto inwestować w OZE. Według Jean-Louis Bal'a, przewodniczącego francuskiego związku producentów energii odnawialnej, koszt energii wiatrowej wynosi tylko 70 euro za 1 MWh, a nawet najdroższa energia z OZE, uzyskiwana z baterii słonecznych, która kosztuje obecnie od 100 do 120 euro za 1 MWh, niedługo powinna potanieć wskutek rozwoju tej technologii. Bal uważa, że energia nowego reaktora w Flamanville kosztować będzie znacznie ponad 100 euro za 1 MWh (Atom... (www)).

W ramach rozwoju OZE Francuzi oddali w ostatnim czasie do użytku kolejny, ogromny jak na warunki europejskie, park solarny – Solar Park Mees Les. Elektrownia, zlokalizowana na płaskowyżu La Mees Colle w pobliżu francuskich Alp, posiada 112 tys. paneli PV rozłożonych na powierzchni blisko 70 ha. Wykonawcą obiektu jest spółka z grupy Siemens. Zebrane w 6 zespołów panele słoneczne posiadają moc około 31 MW. Elektrownia jest w stanie zasilić prawie 12 tys. gospodarstw domowych. Docelowo będzie dysponować mocą 100 MW, a panele słoneczne przykryją powierzchnię około 200 ha, co uczyni z tego obiektu największą pod względem powierzchni i mocy elektrownię słoneczną we Francji (Powstaje... (www)). W 2010 roku moc zainstalowana we Francji w tego typu źródłach wynosiła 719 MW, co stanowiło 5% mocy zainstalowanych w Europie. Należy wspomnieć, że Europa jest światowym liderem w dziedzinie wdrażania fotowoltaiki. Aż 81% paneli zainstalowanych jest właśnie tutaj (Pietruszko 2012). W 2011 roku Francja wytworzyła dzięki fotowoltaice ponad 2 TWh energii elektrycznej (Eurostat 2013). Obecny rząd planuje zintensyfikować inwestycje fotowoltaiczne. Początkowo planowano w 2013 roku inwestycje o mocy 0,5 GW, lecz z ostatnich informacji rządu francuskiego wynika, że planowane jest oddanie do użytku 1 GW nowych mocy. Planowane nakłady inwestycyjne szacowane są na 90 do 170 mln euro rocznie (Francuski ... (http)). Należy podkreślić, że zgodnie z nowymi regulacjami prawnymi, budowa naziemnych farm fotowoltaicznych we Francji możliwa będzie jedynie na terenach uznanych za zdegradowane, na przykład na byłych wysypiskach śmieci, czy działkach nienadających się do wykorzystania w rolnictwie. Jest to bardzo słusze rozwiązanie, uwzględniające ochronę środowiska w inwestycjach energetycznych. Jednocześnie rząd francuski promuje europejskie produkty. W ramach francuskiego systemu taryf gwarantowanych (*feed-in tariffs*) utrzymana zostanie zasada premiująca inwestorów montujących mniejsze systemy fotowoltaiczne „made in EU”, którzy do dopłat za produkowaną w nich energię będą mogli otrzymywać dodatkowy, 10% bonus (Francuski... (http)). Niemniej jednak Francja dopiero rozpoczyna inwestowanie w fotowoltaikę i nieprędko osiągnie poziom liderów europejskich w tej dziedzinie, czyli Niemiec, Włoch i Czech.

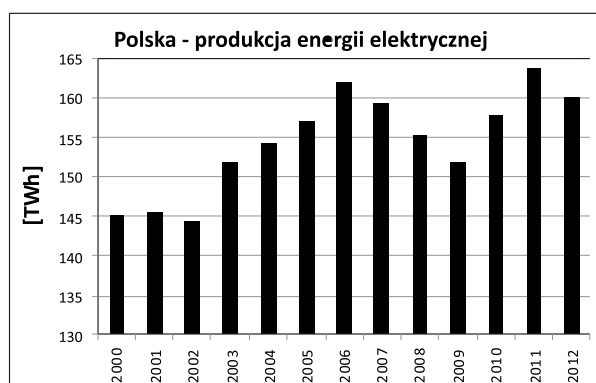
Z innych odnawialnych źródeł energii należy wymienić największą na świecie pływającą elektrownię wodną. Elektrownia ta ma 24 turbiny wodne rewersyjne o mocy po 10 MW każda (ACCE ([http](http://))). Łączna moc wynosi więc 240 MW. Elektrownia ta zbudowana jest u ujścia rzeki La Rance uchodzącej do kanału La Manche.

Nowym pomysłem na rozwój OZE jest budowa farm wiatrowych. W perspektywie najbliższych lat mają powstać farmy o łącznej mocy 3 tys. MW. Koszt ich budowy szacowany jest na około 10 mld euro. Natomiast do 2020 roku Francuzi chcą zbudować morskie farmy wiatrowe o łącznej mocy 6 tys. MW (Globenergia ([http](http://))). Do tej pory nie inwestowano w energetykę wiatrową na wybrzeżu Francji ze względu na dbałość o rozwój turystyki.

2. Produkcja energii elektrycznej w Polsce

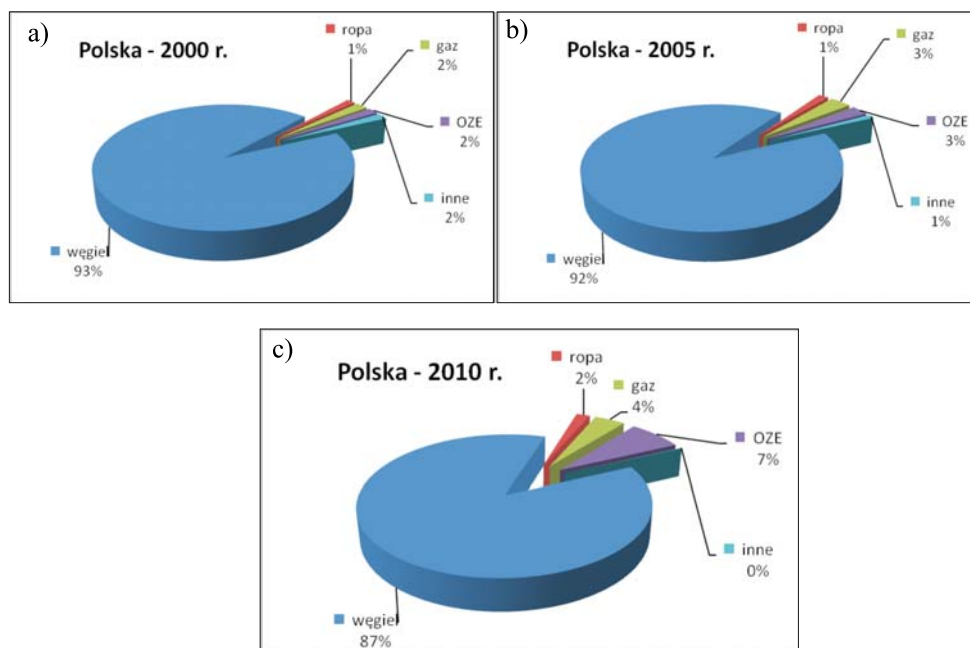
W latach 2000–2003 produkcja energii elektrycznej utrzymywała się mniej więcej na stałym poziomie około 145 TWh. Od 2003 roku produkcja ta zaczęła jednak gwałtownie wzrastać aż do roku 2006, gdy osiągnęła lokalne maksimum wynoszące 156,94 TWh. W kolejnych latach wytwarzanie energii elektrycznej zmniejszało się, głównie ze względu na malejące zapotrzebowanie, i w 2009 roku osiągnęło wielkość 151,7 TWh. Lata 2010 i 2011 charakteryzują się znacznym wzrostem produkcji. W 2011 roku osiągnięto niespotykaną dotąd wielkość 163,5 TWh. W ubiegłym roku produkcja ponownie spadła poniżej 160 TWh (rys. 4).

Analizując strukturę wytwarzania energii elektrycznej w Polsce widać wyraźnie dominującą rolę węgla. Niemniej jednak sytuacja powoli zaczyna się zmieniać. W 2000 roku udział węgla w produkcji energii elektrycznej wynosił 93%. W 2005 roku zmniejszył się nieznacznie o 1%, ale już w 2010 roku, po raz pierwszy od kilkudziesięciu lat, udział ten spadł poniżej 90% i wyniósł 87% (rys. 5). Spowodowane to zostało wzrastającą rolą



Rys. 4. Produkcja energii elektrycznej w Polsce w latach 2000–2012
Źródło: EU Energy in figures 2012

Fig. 4. Electricity production in Poland between 2000 and 2012



Rys. 5. Struktura produkcji energii elektrycznej w Polsce w latach 2000–2010
 Źródło: EU Energy in figures 2012

Fig. 5. Structure of electricity production in Poland in the years 2000–2010

odnawialnych źródeł energii (OZE) wymuszoną unijnymi dyrektywami. W 2000 roku udział OZE wynosił jedynie 2%, w 2005 roku wzrósł do 3%, a w 2010 roku osiągnął wielkość 7%.

Plany w zakresie rozwoju energetyki odnawialnej są duże. W przypadku małej energetyki wiatrowej prognozuje się wzrost liczby tego typu instalacji do około 600 MW w 2020 roku, czyli prawie dziesięciokrotnie (Wiśniewski i in. 2012). W przypadku fotowoltaiki nie przewiduje się znacznego zwiększenia mocy do 2020 roku, natomiast po 2020 roku moc zainstalowana w tego typu źródłach powinna znacznie wzrosnąć do 33 MW w 2030 roku (Pietruszko 2012). Inne źródła podają całkiem odmienne dane. Według Instytutu Energetyki Odnawialnej w elektrowniach fotowoltaicznych w Polsce zainstalowanych jest 3,6 MW, jednak na koniec 2013 roku moc zainstalowana w PV może wzrosnąć nawet do 24 MW (IEO (www)). Są to jednak chyba zbyt optymistyczne przewidywania. Na rozwój fotowoltaiki negatywny wpływ może mieć karne cło nałożone na Chiny przez Unię Europejską, a Polska fotowoltaika w 90% opiera się na panelach chińskich (Solary (www)). Energetyka słoneczna, czysta technologicznie, nie wywołuje protestów społecznych takich jakie mają miejsce przy energetyce węglowej, jądrowej, wiatrowej, czy wodnej, więc ma duże szanse na rozwój w przyszłości.

Według obowiązującej nadal polityki energetycznej Polski do 2030 roku (Polityka... 2009) oraz Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (Program... 2010) w 2020 roku powinna powstać pierwsza w Polsce elektrownia jądrowa, a do 2030 r. powinny pracować trzy bloki

jądrowe o łącznej mocy netto 4,5 GW. Według ostatnich informacji PGE realny termin uruchomienia pierwszego bloku jądrowego w Polsce to 2024 r. Wytypowano już miejsca ewentualnych inwestycji oraz miejsca składowania odpadów radioaktywnych, ale konkretnych decyzji nie podjęto. Obecna nadprodukcja energii elektrycznej może dawać wrażenie bezpieczeństwa energetycznego. Należy jednak pamiętać o znacznej dekapitalizacji polskiego sektora wytwarzania tejże energii (Maciejewski 2005, 2011). Bez nowych inwestycji za kilka lat zabraknie energii elektrycznej, a inwestycje w tym sektorze trwają długo. Polska w przyszłości, tak jak większość państw unijnych, będzie musiała uruchomić elektrownie jądrowe, aby zaspokoić potrzeby gospodarki krajowej. Pomimo braku rudy uranowej w kraju nie powinno być problemu z jej nabyciem, gdyż można ją kupić od wielu producentów rozlokowanych w różnych częściach świata (Hołdyńska, Olkusi 2009).

Podsumowanie

Zarówno Francja jak i Polska mają nietypową, w stosunku do innych państw, strukturę wytwarzania energii elektrycznej. Francja opiera swój sektor elektroenergetyczny na energii jądrowej, natomiast Polska na węglu. Zarówno jeden jak i drugi kraj stara się utrzymać tę strukturę pomimo protestów ekologów. O ile produkcja energii elektrycznej z węgla wyzwala duże ilości CO₂, obwiniane za tzw. efekt cieplarniany, o tyle energia jądrowa nie powoduje tego efektu. Niemniej jednak ekolodzy we Francji również protestują przeciwko energetyce jądrowej stanowiącej, ich zdaniem, ogromne zagrożenie dla otoczenia. Różnice pomiędzy naszymi krajami polegają też na tym, że Francja jeszcze do końca XX wieku wydobywała węgiel w swoim kraju, ale obecnie korzysta tylko z węgla importowanego i to w niewielkich ilościach. Od lat stara się też minimalizować rolę węgla w produkcji energii i rozwijać swój sektor jądrowy. Polska natomiast dąży do budowy elektrowni jądrowej lub kilku tego typu obiektów, pozostawiając na obecnym poziomie produkcję energii elektrycznej z węgla.

Pochodną tak odmiennych struktur produkcji energii elektrycznej Polski i Francji są różnice w emisji CO₂ zarówno na mieszkańca jak i na jednostkę wytwarzanej energii elektrycznej. Z danych statystycznych GUS (GUS... 2013) wynika, że obecnie w Polsce mieszka 38,5 mln osób, natomiast z danych *Institut'u national de la statistique et des études économique* (INSEE 2013) liczba ludności na dzień 1 stycznia 2013 roku wynosiła we Francji 63,7 mln. Sektor energetyczny Francji emituje rocznie 357,8 mln ton CO₂, natomiast Polski 305,1 mln ton CO₂, według danych za 2012 rok (IEA Key... 2013). Dokonując stosownych obliczeń otrzymujemy emisję CO₂ wynoszącą w Polsce 7,9 ton na mieszkańca, a we Francji 5,6 ton na mieszkańca. Wyliczając emisję CO₂ na TWh otrzymujemy jeszcze większą różnicę. Polska w 2012 roku wytworzyła 159,9 TWh energii elektrycznej, a Francja 560,5 TWh (BP ... 2013). Wyliczając więc jednostkową emisję w mln ton CO₂ na 1 TWh otrzymujemy dla Polski wartość 1,9, a dla Francji 0,6, czyli trzykrotnie mniej. Jest to efekt 75% udziału energetyki jądrowej w produkcji energii elektrycznej we Francji. Polska

rozwijając energetykę jądrową może znacząco zmniejszyć jednostkową emisję CO₂ zarówno na mieszkańca jak i na jednostkę energii elektrycznej.

Zaletą energetyki jądrowej są koszty eksploatacyjne. Koszt energii z budowanego we Flamanville reaktora najnowszego typu EPR oszacowano na około 75 euro za MWh, natomiast w przypadku budowy serii 10 EPR-ów energia z nich kosztowałaby w granicach 50-55 euro za MWh (Francuzi... (www)).

Trudno dokładnie przewidzieć jak będzie wyglądał mix energetyczny w Polsce lub we Francji za dziesięć lub za dwadzieścia lat. Zespoły opracowujące politykę energetyczną kraju muszą brać pod uwagę różne czynniki polityczne, gospodarcze, społeczne itp. Prognozowanie przyszłości jest zadaniem trudnym. Jak zauważa prof. T. Popławski (Popławski 2012) błędy dodatkowo powodują zbędną budowę bloków energetycznych, błędy ujemne zmuszają do importu energii „gorącej”, sprzedawanej zazwyczaj po wyższych cenach niż ceny zakupów dokonywanych z wyprzedzeniem czasowym. Zawsze należy jednak uwzględnić uwarunkowania ekonomiczne i ekologiczne wytwarzania energii (Olkuski 2010). Wydaje się jednak, że zarówno Francja jak i Polska utrzymają swoje tradycyjne źródła energii, zwiększając tylko nieznacznie inne jej rodzaje. W przypadku Polski jest to o tyle istotne, że coraz więcej państw Unii Europejskiej zaczyna dostrzegać zalety węgla, zwłaszcza niższe koszty produkcji energii elektrycznej. We Włoszech trwa dyskusja nad zwiększeniem udziału węgla w miksie energetycznym. Miałoby to doprowadzić do obniżki cen energii o 10–15% i zwiększenie międzynarodowej konkurencyjności włoskiej gospodarki (Ciepiela 2012). Inne państwa – takie jak na przykład Niemcy i Holandia – planują budowę nowych, bądź zamianę starych bloków spalających paliwo ropopochodne, na bloki węglowe. Łączna moc elektrowni na węglu kamiennym ma wzrosnąć w tych trzech krajach o 17,2 GW (Stala-Szlugaj 2013). W związku z tym, pojawia się perspektywa dalszego funkcjonowania górnictwa węgla kamiennego i dalsze wykorzystywanie naszego podstawowego surowca energetycznego nie tylko na potrzeby krajowego rynku, ale także na potrzeby odbiorców zagranicznych.

W świetle powyższych informacji, uwzględniając zalety zarówno energetyki jądrowej jak i węglowej, można mieć nadzieję, że Polska nie pozostanie jedynym krajem wykorzystującym węgiel do produkcji energii elektrycznej. Dekarbonizacja unijnej gospodarki wpływa niekorzystnie na bezpieczeństwo energetyczne Wspólnoty (Bednorz 2012). Gwałtowna zmiana struktury wytwarzania energii elektrycznej w Europie, bez znalezienia taniego, łatwo dostępnego i bezpiecznego paliwa spowoduje poczucie zagrożenia, a na pewno też przełoży się na wzrost cen energii.

Inwestowanie w drogie, przynajmniej w chwili obecnej, źródła energii kosztem tanich, sprawdzonych, spowoduje coraz trudniejszy dostęp do energii elektrycznej, a w konsekwencji powiększy ubóstwo energetyczne społeczeństwa, czyli spowoduje brak możliwości zaspokojenia podstawowych potrzeb gospodarstw domowych w zakresie niezbędnym do normalnego funkcjonowania (Jurdziak 2012).

Literatura

- ACCE (<http://www.acce.apsl.edu.pl/>) dostęp 18.07.2013 r.
- Atom we Francji też droższy niż OZE (<http://www.energiawiatru.eu>).
- BEDNORZ J., 2012 – Dekarbonizacja Unii Europejskiej zagrożeniem dla jej bezpieczeństwa energetycznego i zrównoważonego rozwoju. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 3. s. 181–195.
- BP Statistical Review 2013.
- CIEPIELA D., 2012 – Włosi chcą zwiększyć zużycie węgla w energetyce. *Wirtualny Nowy Przemysł* (<http://energetyka.wnp.pl>).
- EdF, Électricité de France. Chiffres clés 2012. (<http://presentation.edf.com>) dostęp 21.07.2013 r.
- EU Energy in figures 2012.
- Eurostat (<http://epp.eurostat.ec.europa.eu>) dostęp 18.07.2013 r.
- Francuski rząd zmienia politykę w zakresie fotowoltaiki (<http://gramwzielone.pl>).
- Francuzi: tylko atom daje przewidywalność cen energii (<http://www.wnp.pl>) dostęp 17.07.2013 r.
- Gisplay (<http://gisplay.pl/google-maps>) dostęp 15.07.2013 r.
- Global Sustainable Electricity Partnership. Électricité de France. (<http://www.globalelectricity.org>) dostęp 21.07.2013 r.
- Globenergia (<http://www.globenergia.pl>) dostęp 18.07.2013 r.
- Google (<http://www.world-nuclear.org/>) dostęp 17.07.2013 r.
- GUS. Główny Urząd Statystyczny. Polska w liczbach 2013. (<http://www.stat.gov.pl>).
- HOLDYŃSKA M., OLKUSKI T., 2009 – Obecny stan energetyki jądrowej w Unii Europejskiej oraz źródła zaopatrzenia w uran. *Polityka Energetyczna* t. 12, z. 2/2, s. 193–204.
- IEA Key World Energy Statistics. 2012.
- IAEA (<http://www.iaea.org/pris/CountryStatistics/CountryDetails.aspx?current=FR>) dostęp 18.07.2013 r.
- IEO: Do końca 2013 r. moc zainstalowana w PV może wzrosnąć do 24 MW (<http://www.reo.pl/ieo-do-konca-2013-r-moc-zainstalowana-w-pv-moze-wzrosnac-do-24-mw>) dostęp 18.07.2013 r.
- Informacja statystyczna o energii elektrycznej – Agencja Rynku Energii S.A., Biuletyn Miesięczny Nr 12/2012.
- INSEE 2013 – Institut'u national de la statistique et des études économique. (<http://www.insee.fr/>) dostęp 15.07.2013 r.
- JURDZIAK L., 2012 – Czy grozi nam ubóstwo? Analiza potencjalnych skutków unijnej polityki walki z globalnym ociepleniem dla gospodarstw domowych w Polsce. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 3, s. 23–50.
- Lemonde (http://www.lemonde.fr/planete/article/2012/12/03/le-cout-de-l-epr-de-flamanville-encore-revu-a-la-hausse_1799417_3244.html) dostęp 15.07.2013 r.
- MACIEJEWSKI Z., 2005 – Prognozy a możliwości krajowego systemu elektroenergetycznego. *Polityka Energetyczna* t. 8, z. spec., s. 205–215.
- MACIEJEWSKI Z., 2011 – Stan krajowego systemu elektroenergetycznego. *Polityka Energetyczna* t. 14, z. 2, s. 249–259.
- Newsweek (<http://swiat.newsweek.pl/raport-o-francuskich-elektrowniach-jadrowych,87887,1,1.html>) dostęp 15.07.2013 r.
- OLKUSKI T., 2010 – Uwarunkowania ekonomiczne i ekologiczne wytwarzania energii elektrycznej w kraju i na świecie. *Przegląd Górniczy* nr 7, s. 39–45.

- PGE, Polska Grupa Energetyczna S.A. (<http://www.gkpge.pl>) dostęp 21.07.2013 r.
- Program Polskiej Energetyki Jądrowej. Ministerstwo Gospodarki. Warszawa, grudzień 2010 r.
- PIETRUSZKO S., 2012 – Perspektywy i bariery rozwoju fotowoltaiki w Polsce. *Czysta Energia* nr 1(125).
- Polityka energetyczna Polski do 2030 roku. Ministerstwo Gospodarki. Listopad 2009 r.
- POPLAWSKI T., 2012 – Problematyka budowy modelu długoterminowej prognozy zapotrzebowania na energię elektryczną dla Polski. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 3, s. 293–304.
- Powstaje potężny park solarny we Francji
(<http://energetycznie.com.pl/141,powstaje-poteczny-park-solarny-we-francji/>)
- Rocznik Statystyki Międzynarodowej 2012. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa.
- Solary: unijne cło podcina skrzydła polskim firmom
(<http://www.nettg.pl/news/112269/solary-unijne-clo-podcina-skrzydla-polskim-firmom>) dostęp 18.07.2013 r.
- Sprawozdanie z działalności Prezesa URE w 2012 r. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki. Nr 2.
- STALA-SZLUGAJ K., 2013 – Nowe elektrownie na węgiel kamienny w wybranych krajach Unii Europejskiej. *Przegląd Górniczy* nr 3, s. 149–155.
- WIŚNIEWSKI i in. 2009 – WIŚNIEWSKI G., MICHAŁOWSKA-KNAP K., DZIAMSKI P., INISZK-POPLAWSKA A., REGULSKI P., 2009 – Wizja rozwoju energetyki wiatrowej w Polsce do 2020 r. Raport wykonany na zlecenie Polskiego Stowarzyszenia Energetyki Wiatrowej, Warszawa [W:]
- Szczerbowski R., Chomicz W., 2012 – Generacja rozproszona oraz Smart Grid w budownictwie przemysłowym niskoemisyjnym. *Polityka Energetyczna* t. 15, z. 4, s. 97–110.

Tadeusz OLKUSKI

Analysis of electricity production in France and Poland

Abstract

This paper describes the structure of electricity production in France and Poland. It includes a comparison of five-year periods from 2000 until 2010, and analysis of changes which occurred in electricity generation in both countries. These countries have been chosen intentionally to contrast their widely differing generation structures. In Poland electricity is generated mainly from coal, whereas France relies primarily on nuclear power. In spite of the protests of environmentalists or Germany's gradual withdrawal of nuclear energy, France continues to invest in nuclear reactors. A new reactor, Flamanville 3, is being constructed as an EPR unit with 1,600 MW of installed capacity. The start of its commercial operations has been delayed due to hugely increasing costs initially estimated at EUR 3.3 billion and currently projected to amount to EUR 8.5 billion. For years, coal accounted for a more than 90% share of Poland's electricity production. It currently accounts for 87%, which is still a significant figure. According to government sources, coal will remain an essential commodity in Polish electricity production for many years to come. Both Poland and France have, however, to introduce renewable energy sources (RES) into their energy mix, as required by EU

regulations. France so far has been less decisive than, for example, Germany in implementing RES into its energy mix. Wind power was even banned from French coastal areas for purposes of landscape conservation. This situation has changed, and France continues to develop its wind potential on the north coast. There are also solar power stations under construction in France. In Poland, renewable energy sources account for an increasing share of electricity production as well. By 2020, green energy in Poland will have to achieve a share of fifteen percent of total electricity production. As of 31 December 2012, 288 concessions have been granted to build RES in Poland, including 229 to build wind power stations (Report ... 2013). The share of wind energy grew from 1.74% in 2011 to 2.53% in 2012. This is the most dynamically growing segment of renewables in Poland.

KEY WORDS: electricity, production, coal, natural gas, nuclear energy, RES

