

Tomasz MOTOWIDLAK*

Energetyka jądrowa w Unii Europejskiej

STRESZCZENIE. W artykule przedstawiono stan energetyki jądrowej oraz perspektywę jej rozwoju w krajach członkowskich UE. Za podstawowe kryterium prezentacji przyjęto nastawienie tych krajów do rozwoju energetyki jądrowej, jest ono bowiem bardzo zróżnicowane, co jest efektem oddziaływania czynników ekonomicznych, środowiskowych, społecznych i politycznych. W szczególności bardzo ważną rolę w kształtowaniu tego nastawienia odgrywają kwestie bezpieczeństwa jądrowego i bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej. Wśród krajów europejskich posiadających elektrownie jądrowe do największych zwolenników rozwoju energetyki jądrowej autor zaliczył Francję, Finlandię, Czechy, Słowację, Litwę, Rumunię, Węgry i Bułgarię, a także Rosję i Ukrainę. Dla części krajów europejskich energetyka jądrowa ma duże znaczenie, aczkolwiek budowa nowych elektrowni jądrowych nie jest planowana lub przesądzona. Do grupy tej należą: Holandia, Słowenia, Szwecja, Wielka Brytania oraz Szwajcaria. Z kolei sceptyczne podejście do rozwoju energetyki jądrowej cechuje Niemcy, Belgię i Hiszpanię. W artykule wyszczególniono także grupę krajów, które nie posiadają na swoim terytorium elektrowni jądrowych, jednak dążą do ich wybudowania. Za najbardziej aktywne w realizacji tych dążeń uznano Białoruś, Polskę, Włochy i Turcję.

SŁOWA KLUCZOWE: energetyka jądrowa, determinanty rozwoju energetyki jądrowej w UE, stan energetyki jądrowej w krajach członkowskich UE.

* Dr — Katedra Międzynarodowych Stosunków Gospodarczych, Uniwersytet Łódzki, Łódź.

Wprowadzenie

Rosnące ceny ropy naftowej, gazu i węgla, a szczególnie niebezpieczeństwo przerwania ich dostaw oraz coraz ostrzejsze wymogi dotyczące emisji gazów cieplarnianych powodują, że w ostatnim okresie istotnie zmieniły się warunki rozwoju energetyki bazującej na paliwach kopalnych. Dzieje się tak wobec perspektyw wyczerpania stosunkowo tanich zasobów operatywnych tych surowców i konieczności sięgania po znacznie droższe w eksploatacji. Natomiast zagrożenie polityczne dla bezpieczeństwa energetycznego wielu krajów stwarza geograficzna koncentracja dostaw, w szczególności ropy naftowej i gazu. Ze względów ekologicznych spalanie paliw kopalnych powoduje konieczność montowania coraz kosztowniejszych instalacji redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery i powiększa efekt cieplarniany.

W tym kontekście wiele państw przewartościowuje swoje strategie energetyczne w kierunku rozwoju energetyki jądrowej. Decydująca przy tym jest możliwość zapewnienia stosunkowo stabilnych dostaw uranu po konkurencyjnych cenach oraz jego walory ekologiczne. Istotna jest też niska wrażliwość kosztów wytwarzania energii elektrycznej na ceny paliwa pierwotnego. Te walory energetyki jądrowej przesłaniają bardzo wysokie nakłady inwestycyjne i długi cykl realizacji inwestycji, jak również problemy bezpieczeństwa jądrowego, likwidacji reaktorów jądrowych po zakończeniu ich eksploatacji, gospodarki, transportu i ostatecznego składowania wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych, a także nierozprzestrzeniania materiałów rozszczepialnych.

W 2004 roku w krajach członkowskich Unii Europejskiej (UE) pracowały 152 reaktory jądrowe, z których aż 59 zlokalizowanych było we Francji (tab. 1, rys. 2). Stosunkowo duża liczba reaktorów eksploatowana była w Wielkiej Brytanii, Niemczech i Szwecji. Ponadto 51 reaktorów pracowało w krajach europejskich nie należących do UE, w tym 31 w Rosji. Oznacza to, iż prawie połowa ich światowej ilości funkcjonowała w Europie. Łączna moc reaktorów UE wynosiła 136,6 GW, co oznaczało 18,2% mocy energetycznej zainstalowanej na obszarze UE, przy czym ten ostatni parametr był niższy o 2,0% w porównaniu z 1995 rokiem. Ponad 46,0% mocy wszystkich elektrowni jądrowych UE przypadało na elektrownie francuskie, natomiast ten wskaźnik udziału przekraczał 60,0% w przypadku uwzględnienia siłowni niemieckich. Uwagę zwraca wysoka efektywność wykorzystania elektrowni jądrowych, bowiem w 2004 roku w UE każdy gigawat zainstalowanej mocy „wytwarzał” 7,4 TW·h energii elektrycznej, przy czym najwyższą wydajność charakteryzowała siłownia fińska (8,5) oraz hiszpańska (8,5), a także elektrownię holenderską (8,5). Zależności te powodują, iż udział energii elektrycznej wytworzonej w elektrowniach jądrowych w całości wytworzonej w UE energii elektrycznej był znacznie wyższy niż analogiczny parametr dotyczący zainstalowanej mocy energetycznej. W 2004 roku w UE wytworzono bowiem aż 30,8% energii elektrycznej (rys. 1), której źródłem było paliwo jądrowe, co oznaczało jednak spadek w stosunku do 1995 roku o 1,5%. Jednocześnie ten wskaźnik udziału energii jądrowej był prawie 2-krotnie wyższy od analogicznego wskaźnika charakteryzującego światową strukturę wytwarzania energii elektrycznej. Elektrownie

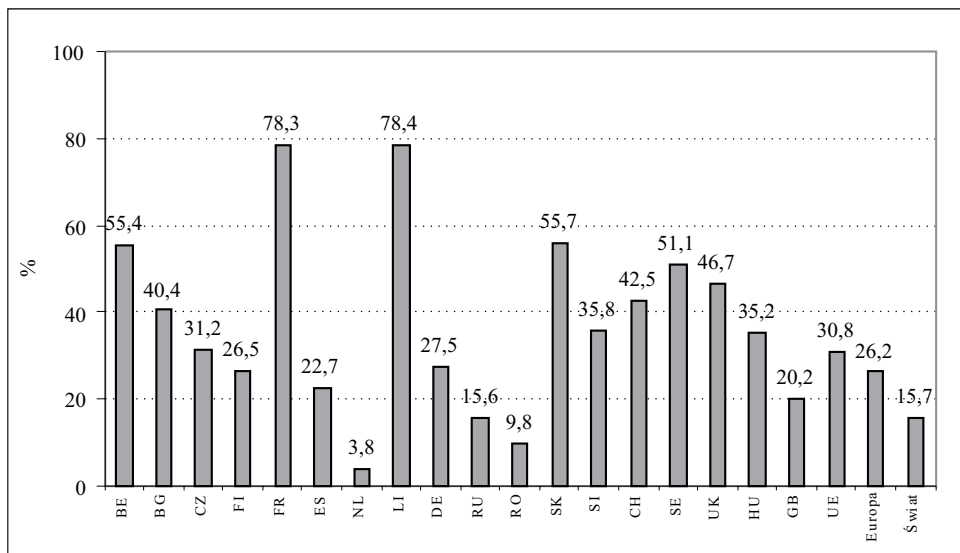
TABELA 1. Podstawowe parametry europejskiej energetyki jądrowej według stanu w 2004 r.

TABLE 1. Basic parameters of European nuclear energy sector in 2004

Lp.	Kraj	Produkcja energii jądrowej TW-h	Reaktory						Typy stosowanych reaktorów	Roczne zapotrzebowanie na uran tony	Perspektywy energetyki jądrowej
			czynne	zamknięte	w budowie		planowane				
			ilość	ilość	ilość	GW	ilość	GW			
1	Belgia	47,3	7	1						1 075	↓
2	Bułgaria	16,8	4	2			2	1,9	WWER	253	↑
3	Czechy	26,3	6				2	1,9	WWER	540	↑
4	Finlandia	22,7	4		1	1,7			BWR, WWER	473	↑
5	Francja	448,2	59	11			2	3,2	PWR	10 146	↑
6	Hiszpania	63,6	8	2					PWR	1 505	↓
7	Holandia	3,8	1	1					PWR	112	↔
8	Litwa	15,1	1	1			1	1,0	RBMK	134	↑
9	Niemcy	167,1	17	19					PWR	3 458	↓/↔
10	Rosja	145,7	31	5	5	4,6	10	11,2	WWER, RBMK	3 439	↑
11	Rumunia	5,6	1		1	0,7	3	2,0	PHWR	176	↑
12	Słowacja	17,0	6	1			2	0,8	WWER	356	↑
13	Słowenia	5,5	1						PWR	144	↔
14	Szwajcaria	27,1	5						PWR, BWR	575	↔
15	Szwecja	77,5	10	3					BWR, PWR	1 435	↔
16	Ukraina	87,7	15	4			22	22,9	WWER	1 988	↑
17	Węgry	11,9	4						WWER	251	↑
18	Wielka B.	80,0	23	22					GCR, PWR	2 158	↔
	UE - 15	910,2	129	63	1	1,6	2	3,2		20 362	
	UE - 12	98,2	23	4	1	0,7	10	7,6		1 854	
	UE - 27	1 008,4	152	67	2	2,3	12	10,8		22 216	
	Europa	1 268,9	203	76	7	6,8	47	49,5		28 218	
	Świat	2 739,7	442	107	28	22,4	256	232,9		65 478	

Oznaczenia: PWR – reaktor ciśnieniowy chłodzony i moderowany za pomocą lekkiej wody (ang. *Pressurized Light-Water Moderated and Cooled Reactor*), BWR – reaktor wrzący chłodzony i moderowany lekką wodą (ang. *Boiling Light-Water Moderated and Cooled Reactor*), WWER – rosyjski reaktor wodno-ciśnieniowy (ros. *Wodno-Wodiannoj Energeticzeskij Reaktor*), RBMK – rosyjski kanałowy reaktor wielkiej mocy (ros. *Reaktor Bolszoi Moszcznosti Kanalnyj*), GCR – reaktor chłodzony gazem z moderatorem grafitowym (ang. *Gas Colled Graphite Moderated Reactor*), ↑ – spodziewana wysoka dynamika energetyki jądrowej, ↔ – do energetyki jądrowej przywiązuje się dużą wagę, ale budowa nowych reaktorów nie jest przesądzona, ↓ – spodziewany spadek znaczenia energetyki jądrowej

Źródło: opracowanie własne na podstawie Eurostat oraz Nuclear Illustrative Programm, COM (2006) 844



Rys. 1. Udział energetyki jądrowej w wytwarzaniu energii elektrycznej w krajach członkowskich UE według stanu z 2004 r.

Źródło: opracowanie własne na podstawie Eurostat

Fig. 1. Share of nuclear energy in electricity generation in EU countries in 2004

jądrowe UE wytworzyły w 2004 roku 1008,4 TW·h energii elektrycznej. Miały one największe znaczenie dla bilansu energetycznego Litwy (z uwzględnieniem wszystkich bloków elektrowni w Ignalinie) i Francji, w których dostarczyły odpowiednio 78,4 i 78,3% krajowej produkcji energii elektrycznej. Wysoki był udział energetyki jądrowej w Słowacji, Belgii i w Szwecji. W krajach europejskich nie uwzględnionych w tabeli 1 elektrownie jądrowe nie istniały.

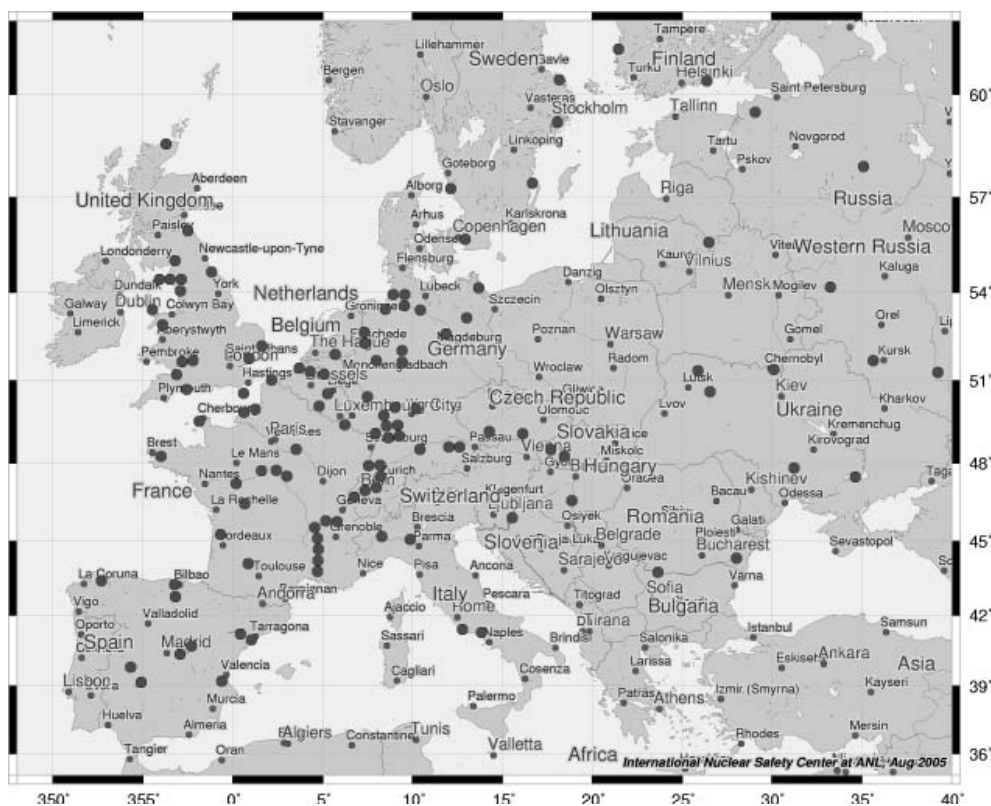
Na pozycję energetyki jądrowej w krajach członkowskich UE negatywnie wpływa stosunkowo zaawansowany wiek większości europejskich elektrowni jądrowych i perspektywa ich wyłączenia. Typowy, pierwotnie zakładany konstrukcyjnie okres eksploatacji elektrowni jądrowych wynosi 40 lat, a w UE od czasu awarii w Czarnobylu nie wybudowano żadnej nowej siłowni nuklearnej. We Francji, która dysponuje największą w Europie liczbą reaktorów, średni ich wiek wynosi około 20 lat. W Niemczech i Słowenii wiek ten sięga 25 lat, zaś w Wielkiej Brytanii zbliża się do 30 lat. Zatem tylko dla utrzymania dotychczasowego udziału energii jądrowej w wytwarzaniu energii elektrycznej w UE w ciągu najbliższych 20 lat konieczne będzie podjęcie decyzji o wydłużeniu eksploatacji niektórych elektrowni jądrowych (jeśli pozwolą na to względy bezpieczeństwa) lub dokonaniu nowych inwestycji w celu zaspokojenia przyszłego zapotrzebowania na energię elektryczną. Jeśli zostanie podtrzymana polityka stopniowego odchodzenia od energetyki jądrowej w niektórych państwach członkowskich UE i powyższe działania nie zostaną przeprowadzone, to udział energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej znacznie się obniży, a ubytek ten będzie trudno zrekompensować ze źródeł konwencjonalnych i odnawialnych. Z kolei mając na uwadze fakt, iż w typowych warunkach budowa nowej elektrowni jądrowej trwa około

10 lat, decyzje o budowie nowych obiektów jądrowych powinny być podejmowane niezwłocznie, nawet jeśli chodzi tylko o utrzymanie obecnego statusu energetyki jądrowej.

1. Energetyka jądrowa w krajach europejskich najbardziej przychylnie nastawionych do jej rozwoju

Obecnie największym producentem i zwolennikiem rozwoju energetyki jądrowej w Europie jest Francja. W 2004 roku kraj ten zużywał prawie połowę paliwa jądrowego konsumowanego w UE, a ilość ta była prawie 3-krotnie większa niż w Niemczech lub Rosji, tj. krajach zajmujących kolejne miejsca pod tym względem. Na szczycie UE w marcu 2007 roku Francja, wspólnie ze Słowacją, Bułgarią i Czechami, zdecydowanie poparły opcję jądrową jako sposób odejścia od paliw kopalnych.

We **Francji** w wyniku ogólnonarodowej debaty w 2003 roku stwierdzono, iż energia jądrowa powinna pozostać jednym z podstawowych źródeł energii. Po przyjęciu ustawy pozostawiającej możliwość rozwoju energetyki jądrowej rząd wydał koncernowi EdF (fr. *Électricité de France*) zgodę na budowę w Flamanville (budowa ruszyła w grudniu 2007 r.) drugiego w UE europejskiego reaktora ciśnieniowego (ang. *European Power Reactor* – EPR) o mocy 1,6 GW, który ma wejść do eksploatacji w 2012 roku (Nuclear Illustrative Programme 2007). Łączne planowane zwiększenie zdolności wytwórczych elektrowni jądrowych Francji ma wynieść 3,2 GW. Warto zaznaczyć, iż Francja nie poszła śladem wielu krajów europejskich, które wyhamowały swoje programy nuklearne po awarii w Czarnobylu w 1986 roku. Dzięki temu ceny energii elektrycznej są tam najniższe w Europie Zachodniej. Tylko w latach 1977–1990 Francja wybudowała i uruchomiła 34 bloki o mocy 900 MW i 20 bloków po 1300 MW, co daje średnio 4 duże bloki rocznie przez kolejnych 13 lat. Między innymi dlatego we Francji nakłady inwestycyjne na budowę bloku jądrowego wynoszą około 1200 USD/kW i należą do najniższych na świecie. Kraj ten chcąc uniezależnić się od importu paliwa, w tym również paliwa jądrowego, uruchomił u siebie proces wzbogacania uranu, jak i produkcji gotowego paliwa (pokłady rudy uranowej znajdują się w obszarze Vendee, Haute-Vienne oraz w Masywie Centralnym). Francja jako jeden z nielicznych krajów na świecie zajmuje się przeróbką paliwa wypalonego. Dwa duże zakłady tego typu w Marcoule oraz w La Hague świadczą również usługi dla elektrowni z Niemiec, Szwajcarii i Japonii. Wyrazem akceptacji energetyki jądrowej przez społeczeństwo Francji mogą być duże skupiska ludności wokół elektrowni jądrowych. Na przykład w promieniu 10 km od elektrowni Cattenom i Marcoule mieszka odpowiednio około 80 tys. i 60 tys. mieszkańców. Po wybudowaniu elektrowni w Gravelines o mocy 540 MW liczba mieszkańców tej miejscowości zwiększyła się z 0,6 do 14 tys. Ponadto przemysł jądrowy we Francji daje zatrudnienie ponad 100 tys. pracownikom przy budowie, eksploatacji, utrzymaniu elektrowni jądrowych, produkcji paliwa i jego przeróbce oraz składowaniu odpadów (Energetyka jądrowa... 2003). Reaktory jądrowe są ważnym produktem eksportowym Francji.



Rys. 2. Rozmieszczenie elektrowni jądrowych w Europie
 Źródło: International Nuclear Safety Center, <http://www.insc.anl.gov>

Fig. 2. Location of nuclear power plants in Europe

W styczniu 2008 dwa reaktory zakupiły Chiny, dwa kolejne zamierza nabyć Libia, jeden Algieria, a w kolejce czekają już Egipt, Arabia Saudyjska, Katar, Tunezja, Maroko i Jordania. Tylko w ciągu pierwszego kwartału 2008 roku Francja sprzedała w Azji i na Bliskim Wschodzie 7 reaktorów jądrowych. Wszystkie zbudowała firma Areva, która w 79% należy do państwowego Komisariatu ds. Energii Atomowej. Areva dostarczy także urządzenia do elektrowni we Flamanville i Olkiluoto.

Energetyka jądrowa podobnie postrzegana jest w **Finlandii**, Czechach, na Słowacji, na Litwie, na Węgrzech, w Rumunii oraz Bułgarii. Ten pierwszy kraj ma długą linię brzegową, silne wiatry i ciepłe źródła, a mimo to rząd podjął w 2002 roku decyzję o budowie nowej elektrowni jądrowej. W lutym 2005 roku spółka Teollisuuden Voima Oy (TVO) uzyskała licencję na realizację jej projektu, tj. reaktora EPR o mocy 1,7 GW w miejscowości Olkiluoto. Jest to w zasadzie jeszcze trzecia generacja reaktora, ale na tyle ulepszona, że można ją potocznie nazwać 3+. Dyskusja na ten temat trwała od prawie 20 lat, a podjęcie ostatecznej decyzji przyspieszyła konferencja w Kioto. Decyzja ta oznaczała w praktyce odchodzenie Finlandii od energetyki konwencjonalnej. Był też powód polityczny, tj. chęć uniezależnienia się od dostaw gazu z Rosji. Budowa elektrowni już się rozpoczęła, a jej

rozruch planuje się na lata 2010–2011. Okres eksploatacji elektrowni ma wynieść 60 lat. Pozwoli ona na zwiększenie udziału energii nuklearnej w bilansie energetycznym Finlandii do 35%. Projekt ten był przykładem dobrze przeprowadzonej (z punktu widzenia zwolenników energii jądrowej) kampanii informacyjnej. W rezultacie tej kampanii uzyskano akceptację energetyki jądrowej nie tylko rządu i parlamentu, ale całego społeczeństwa, które w formie referendum opowiedziało się za inwestycją (Ciepiela 2005). W Finlandii koszty składowisk i innych działań związanych z gospodarką odpadami uwzględniane są w cenie energii elektrycznej pochodzącej z elektrowni jądrowych i pobierane od operatorów, a następnie wpłacane do Państwowego Funduszu Gospodarki Odpadami Jądrowymi (ang. *State Nuclear Waste Management Fund*).

Elektrownie jądrowe **Czech** w Dukovanach i Temelinie dostarczają ponad 31% krajowej produkcji energii elektrycznej. Dzięki energetyce jądrowej Czesi są drugim w Europie (po Francji) eksporterem energii elektrycznej. Elektrownia jądrowa Dukovany z czterema blokami typu WWER w swoim już ponad 15-letnim funkcjonowaniu osiągała bardzo dobre wyniki eksploatacyjne oraz w zakresie bezpieczeństwa jądrowego, co pozwoliło m.in. na przedłużenie okresu jej eksploatacji z 30 do 40 lat (Jezierski 2004a). W ciągu 15 lat eksploatacji Dukovany wyprodukowały 180 TW·h energii elektrycznej, oszczędzając tym samym 180 mln ton węgla brunatnego oraz unikając przez to wytworzenia 52 mln ton popiołu oraz emisji 1400 km³ gazów cieplarnianych. Mimo eksploatacji reaktorów typu WWER elektrownia Temelin została wybudowana według standardów zachodnioeuropejskich. Warto podkreślić, iż rząd czeski nie ugiął się przed protestami ze strony Austrii (Temelin leży 40–50 km od granicy z Austrią) i zdecydowanie doprowadził do końca budowę i uruchomienie tej elektrowni. Późniejsze kontrole Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (ang. *International Atomic Energy Agency* – IAEA), konsultantów Colenco (Szwajcaria) oraz inspektorów TÜV SÜD (Niemcy) potwierdziły właściwe wykonawstwo oraz montaż całej elektrowni. W 2003 roku koncern ČEZ (cz. *České Energetické Závody*) – właściciel obu jednostek produkcyjnych – wdrożył programy modernizacji obu elektrowni w celu zwiększenia ich konkurencyjności i bezpieczeństwa. Koncern ČEZ planuje budowę dwóch kolejnych bloków atomowych w Temelinie o mocy 1 tys. MW każdy. Jest to element strategii energetycznej Czech zakładającej, iż w 2030 roku źródłem energii elektrycznej w 42% będzie energetyka jądrowa. Czechy posiadają stosunkowo dobrze rozwinięty przemysł wytwórczy materiałów i urządzeń dla energetyki jądrowej (m.in. Zakłady Škoda w Pilźnie) oraz własne zasoby uranu. Ze względu na wzrost cen uranu władze rozważają przedłużenie eksploatacji kopalni w Dolni Rozinka, której zamknięcie pierwotnie planowano na 2005 rok. Wytwarzane odpady promieniotwórcze nisko- i średnioaktywne są składowane w trzech miejscach, tj. nieczynnych kopalniach w Richard II i Bratrstvi koło Litomeric i Jechymova oraz magazynie naziemnym na terenie elektrowni Dukovany.

Na energetykę jądrową stawia **Słowacja**. Wobec 90% zależności od importu paliw pierwotnych oraz wyczerpanych możliwości budowy elektrowni wodnych jest to jedyna droga spełnienia wymogów Protokołu z Kioto oraz ograniczenia importu paliw węglowodorowych (Duda 2007). Preferując energetykę jądrową Słowacja w najbliższej przyszłości zamierza wstrzymać się ze wzmocnionym inwestowaniem w biomasę, energię słoneczną i inne alternatywne źródła energii do czasu, gdy odpowiednie technologie zostaną dopracowane.

Zamierza za to rozwijać współpracę z Francją w zakresie wykorzystania energetyki jądrowej, ponieważ do tej pory zorientowana była na rosyjską technologię jądrową. W 2004 roku dwie elektrownie jądrowe funkcjonujące w tym kraju w Bohunicach i Mohovcach, i eksploatujące reaktory typu WWER, dostarczały ponad 55% produkcji energii elektrycznej. W listopadzie 2008 roku w trakcie Europejskiego Forum Energii Jądrowej Słowacja poinformowała o podjęciu decyzji o budowie dwóch nowych bloków w Mohovcach o łącznej mocy 1760 MW w miejsce odłączonego (zgodnie z Traktatem Akcesyjnym) reaktora w Bohunicach. Zamiar dobudowania tych bloków zgłosił włoski koncern Enel, właściciel 66% pakietu akcji w Slovenskích Elektrarniach, a do przetargu wystartuje także niemiecki E.ON AG oraz czeski ČEZ. Inwestycja ma być zrealizowana bez konieczności udzielania inwestorom gwarancji rządowych. Budowa zapewni pracę 5 tys. fachowcom, a po jej zakończeniu elektrownia zatrudni tysiąc osób. Oba bloki zostaną przyłączone do sieci najpóźniej w 2013 roku. Słowacja chce także postawić całkiem nową elektrownię atomową między 2020 a 2025 rokiem. Miejscem tej inwestycji mają być Bohunice, ponieważ będzie można częściowo wykorzystać tamtejszą infrastrukturę. W grudniu 2008 roku zdecydowano, że strategicznym partnerem do budowy nowej elektrowni, której koszt szacuje się na 5–6 mld euro, będzie czeski ČEZ. Inwestycje w Mohovcach i Bohunicach mają zapobiec importowi energii elektrycznej. W grudniu 2006 roku, po 28 latach eksploatacji, kraj ten zamknął bowiem pierwszy blok elektrowni w Bohunicach, wyposażony w przestarzały reaktor produkcji radzieckiej. W rezultacie produkcja energii elektrycznej na Słowacji spadła o 20%. Drugi blok tej elektrowni miał „zgasnąć” pod koniec 2008 roku.

Litwa godząc się w Traktacie Akcesyjnym na zamknięcie w Ignalinie dwóch reaktorów jądrowych konstrukcji radzieckiej typu RBMK zdecydowała jednocześnie, że nadal będzie wykorzystywać energetykę jądrową. Zgoda ta była jednak jednym z warunków członkostwa Litwy w UE. Pierwszy blok siłowni w Ignalinie został wyłączony w 2005 roku, a zamknięcie drugiego planowane jest na rok 2009 (odpowiednio po 21 i 22 latach eksploatacji). Aby wykorzystać istniejącą na terenie elektrowni infrastrukturę, której wartość może stanowić około 25% nakładów na budowę nowej elektrowni, podjęto studia (wspólnie z Łotwą i Estonią) nad możliwością uruchomienia w Ignalinie siłowni o mocy 1000–1600 MW (Celiński 2004). W ich efekcie w marcu 2006 roku Litwa podpisała z Estonią i Łotwą protokół ustaleń w sprawie przygotowań do budowy nowego reaktora jądrowego Ignalina II. Rok później premierzy Litwy i Polski podpisali dokument dotyczący udziału Polski w tym przedsięwzięciu, dzięki czemu będzie możliwe podwojenie mocy elektrowni. Na Litwie podpisano już umowę o powołaniu narodowej spółki inwestycyjnej, której zadaniem będzie m.in. sfinansowanie litewskiej części budowy elektrowni. Leo LT (ang. *Lithuanian Electricity Organisation*) to największe na Litwie przedsiębiorstwo z udziałem kapitału państwowego i prywatnego. Kapitał zakładowy tego przedsiębiorstwa wyniesie 0,5 mln litów (ok. 0,6 mln zł), państwo będzie dysponowało 61,7% akcji, a NDX Energia Ignas Staszkeviczius – 38,3%. Realizacja tej inwestycji (elektrownia Ignalina II ma ruszyć w 2015 roku) zapewni krajom nadbałtyckim i Polsce bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej przy jednoczesnym spełnieniu norm ekologicznych UE. Przyczyni się ona także do poprawy bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w całej Europie. Inwestycja ta powinna bowiem przyspieszyć planowaną już od 10 lat budowę mostu elektroenergetycznego Ełk–Alytus,

który połączy Polskę i Litwę. Dzięki niemu nadwyżki energii elektrycznej wyprodukowanej w Ignalinie można będzie eksportować do Europy.

Jednak po 2009 roku, tj. po zamknięciu drugiego bloku elektrowni w Ignalinie, na Litwie spodziewany jest deficyt energii elektrycznej, który może spowodować nawet dwukrotny wzrost jej cen (Ciepiela 2006). Na razie zatem, wobec stosunkowo odległego terminu uruchomienia Ignalina II (elektrownia ma ruszyć w 2015 roku), most energetyczny będzie raczej potrzebny Litwie do importu energii elektrycznej. Jest mało prawdopodobne, że problem rozwiąże kabel stałoprądowy Estlink łączący Espoo w Finlandii i Harku w Estonii. Powagi sytuacji dodaje fakt, iż w myśl podpisanej w Wilnie 8 grudnia 2006 roku umowy połączenie Elk–Alytus ma być zrealizowane najwcześniej w 2012 roku (Balcewicz 2007a). Stąd też, aby uniknąć kryzysu ekonomicznego, Litwa rozpoczęła starania o zgodę Komisji Europejskiej (KE) na przedłużenie funkcjonowania ignalińskiej elektrowni. Litwa obawia się, iż po jej zamknięciu będzie w dużym stopniu zależna od rosyjskich nośników energetycznych. Próbą funkcjonowania w takich warunkach był dwumiesięczny okres planowanego wyłączenia i remontu elektrowni w Ignalinie latem 2008 roku. Krajowe elektrownie ciepłe i wodne były w stanie wytworzyć tylko 43% potrzebnej energii elektrycznej. Poważnym argumentem w negocjacjach rządu litewskiego z KE miały być wyniki październikowego referendum w sprawie dalszej pracy siłowni, jednak ze względu na niską frekwencję referendum to było nieważne. UE zamierza wesprzeć Litwę w zmniejszeniu zależności energetycznej od Rosji „jedynie” poprzez pomoc w rozwoju energetyki odnawialnej i poprawie efektywności wykorzystania energii. UE jest także gotowa wspomóc finansowo rozwój połączeń energetycznych i gazowych między Litwą i jej sąsiadami i nadać temu rozwojowi priorytet.

Silne jest poparcie rządu dla energetyki jądrowej na **Węgrzech**. Akceptowana ona jest także przez 75% społeczeństwa. Cztery bloki jądrowe typu WWER elektrowni Paks uruchomione w 1980 roku pokrywały w roku 2004 ponad 35% popytu na energię elektryczną. Program modernizacji tych bloków pozwolił na zwiększenie ich mocy znamionowej. Wykonano także rozległe prace mające na celu wydłużenie okresu eksploatacji tych bloków o kolejne 20 lat (Gawlikowska 2007). W listopadzie 2005 roku parlament węgierski zaakceptował plan przedłużenia żywotności jednostki do 2030 roku. W związku z tą decyzją jeszcze w 2006 roku rozpoczęto program modernizacji elektrowni, który pozwoli na wzrost jej mocy o 8%. Ponadto umowa podpisana z rosyjską firmą AtomStroyExport (ASE) przewiduje możliwość budowy większej liczby reaktorów. Pierwszy blok powinien osiągnąć moc 500 MW w 2008 roku, a kolejne trzy rok później. Wzrost produkcji energii elektrycznej pozwoli na zwrot kosztów modernizacji tych bloków w ciągu trzech lat. Budowa nowej elektrowni jądrowej na Węgrzech nie jest wykluczona w obliczu faktu, iż w 2030 roku zapotrzebowanie na moc elektryczną wyniesie 6 GW (Róžański 2007). Na cele finansowania gospodarki odpadami oraz likwidacji siłowni Paks ustanowiono Centralny Fundusz Jądrowy. Poszukiwanie odpowiedniej lokalizacji dla nowego składowiska odpadów zakończyło się wskazaniem miejsca w Bátaapáti, a projekt tego składowiska poparła miejscowa społeczność (Nuclear Illustrative Programme 2007).

Rumunia od 1996 roku eksploatuje jedną elektrownię jądrową Cernovoda, która w 2004 roku dostarczała niespełna 10% krajowej produkcji energii elektrycznej. Jednak przed-

siębiorstwo Nuclearelectrica utworzone z udziałem firm AECI z Kanady oraz Ansaldo z Włoch planowało zakończenie w 2007 roku budowy drugiego bloku w tej elektrowni (Duda 2007). Blok z reaktorem PHWR (CANDU) o mocy 700 MW zwiększy do 18% udział energii nuklearnej w krajowym wytwarzaniu energii elektrycznej. Rumunia planuje w tej samej miejscowości budowę dwóch kolejnych reaktorów o mocy 750 MW każdy. Zakończenie projektu, którego koszt szacowany jest na 2,2 mld euro zaplanowano na 2015 rok. W przedsięwzięciu wezmą udział koncerny: ČEZ, RWE, Iberdrola, Electrabel, Enel, Arcelor Mittal i Nuclearelectrica, którym rząd rumuński zaoferował aż 51% udziałów. Uruchomienie nowych mocy jądrowych spowoduje, że produkcja energii elektrycznej ze źródeł jądrowych w Rumunii potroi się. Oznacza to, iż kraj ten będzie produkował ponad 60% czystej energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, wodnych i wiatrowych.

W **Bułgarii**, w elektrowni jądrowej w Kozloduju do końca 2006 roku funkcjonowały cztery reaktory jądrowe typu WWER. Aby zrównoważyć skutki zamknięcia dwóch z nich (jeden z warunków członkostwa Bułgarii w UE) i zaspokoić zapotrzebowanie energetyczne regionu, kosztem 4 mld euro planuje się uruchomienie w naddunajskim mieście Belene dwóch dodatkowych bloków o łącznej mocy 1,9 GW, których budowa ruszyła we wrześniu 2008 roku. Pierwszy z tych bloków powinien zacząć działać w 2013 roku, zaś drugi w 2014 roku. Inwestorem strategicznym elektrowni został niemiecki koncern RWE, który wygrał rywalizację z belgijskim koncernem Electrabel. Na mocy umowy podpisanej z w grudniu 2009 roku z bułgarskim operatorem systemu przesyłowego NEK EAD koncern RWE otrzyma 49% udziałów w elektrowni Belene. Przetarg na budowę elektrowni wygrała rosyjska firma Atomstrojeksport. Jej partnerami ma być niemiecki Siemens i francuska Areva. Rosja zobowiązała się do sfinansowania budowy i przyjmowania zużytego paliwa jądrowego (Rosja sfinansuje... 2008). Projekt elektrowni powstał w latach osiemdziesiątych ubiegłego wieku, a przy jego realizacji pracowali m.in. polscy specjaliści i pracownicy z wstrzymanej inwestycji w Żarnowcu. Rząd bułgarski zainwestował wówczas w budowę elektrowni ponad miliard dolarów, ale w 1990 roku zamroził projekt po tym, jak ekolodzy oświadczyli, że może on stwarzać zagrożenie. Nowa elektrownia w Belene powinna zapewnić Bułgarii niezależność w zakresie zaopatrzenia w energię elektryczną, a także przywrócić wiodącą rolę w jej eksporcie na Bałkanach.

Do państw europejskich, w których spodziewany jest dynamiczny rozwój energetyki jądrowej zaliczyć należy **Rosję** i Ukrainę. Ten pierwszy kraj posiada 31 czynnych reaktorów (w Europie ustępuje on pod tym względem tylko Francji), które dostarczały ponad 15% krajowej produkcji energii elektrycznej, a w europejskiej części Federacji 21,5%. Jednak znaczna część tych reaktorów nie spełnia europejskich standardów bezpieczeństwa (reaktory typu RBMK). Obecnie w budowie znajduje się 5 reaktorów o łącznej mocy 4,6 GW, z których najważniejsze zlokalizowane są w Balakowie, Kalininie i Kursku. Ponadto planuje się budowę 10 kolejnych reaktorów o łącznej mocy 11,2 GW, m.in. w Sosnowym Borze pod Petersburgiem, w Rostowie, Kalininie i Nowoworoneżu oraz na Uralu (Celiński 2004). Ostatnio szef Agencji Energii Atomowej Rosji (Rosatom) zapowiedział budowę elektrowni jądrowej w obwodzie kaliningradzkim, jest to bowiem jedyna droga zapewnienia bezpieczeństwa energetycznego enklawie (ok. 30% energii elektrycznej otrzymuje ona z litewskiej elektrowni w Ignalinie, która ma być zamknięta). Inwestycja ma kosztować 5 mld

euro i zostać ukończona w 2015 roku. Działania te mają doprowadzić do podwojenia produkcji energii elektrycznej w Rosji przez elektrownie jądrowe w perspektywie do 2030 roku, co powinno zwiększyć udział energii jądrowej w wytwarzaniu energii elektrycznej ogółem w tym kraju do 25%. Jednym z podstawowych motywów tej strategii jest dążenie do zmniejszenia udziału gazu ziemnego do produkcji energii elektrycznej. Gaz ma być bowiem przeznaczany przede wszystkim na eksport, aby w ten sposób urzeczywistnić ideę mocarstwa energetycznego. Ta zmiana strategii energetycznej podyktowana jest także faktem, iż ceny gazu na rynku wewnętrznym są znacznie niższe od cen światowych. Elektrownie jądrowe Rosji pracują ze stosunkowo niskim współczynnikiem obciążenia, czego głównym powodem są trudności finansowe (odbiorcy zalegają z opłatami za energię elektryczną, elektrownia za dostarczone paliwo, pracownicy otrzymują wynagrodzenia z opóźnieniem). W byłym ZSRR na przełomie lat pięćdziesiątych i sześćdziesiątych uruchomiono mobilne reaktory jądrowe małej mocy, służące do zasilania miejsc znacznie oddalonych od sieci. Ich przeznaczeniem było dostarczanie energii elektrycznej oraz ciepła w rzadko zaludnionych obszarach dalekiej północy (Jeziński 2005b). Przemysł jądrowy Rosji jest dostawcą reaktorów i paliwa reaktorowego dla wielu krajów, przy czym paliwo to pozyskiwane jest także z likwidowanych głowic jądrowych (paliwo MOX). Rosja deklaruje także przyjmowanie paliwa wypalonego z reaktorów pracujących na neutronach bądź na przerwób lub długotrwałe przechowywanie w suchych przechowalnikach. Jest to bardzo atrakcyjna oferta dla zagranicznych operatorów elektrowni jądrowych (Celiński 2004).

Zdecydowanie na utrzymanie wysokiego udziału (prawie 47%) energetyki jądrowej w produkcji energii elektrycznej stawia **Ukraina**. Głównym motywem tej strategii jest niska jakość rodzimego węgla i wysokie koszty jego wydobycia. Na Ukrainie pracuje 15 reaktorów o łącznej mocy prawie 12 GW. Trwa także budowa (elektrownie Chmielnicki i Rowno) 5 następnych reaktorów o łącznej mocy 4,6 GW. W bliższej lub dalszej perspektywie są kolejne 22 reaktory, które dostarczą prawie 23 GW mocy. W elektrowni w Czarnobylu, w której w 1986 roku wydarzyła się największa w dziejach energetyki jądrowej awaria, ostatni z reaktorów typu RBMK został definitywnie wyłączony w 2000 roku. W 1997 roku został uruchomiony międzynarodowy plan wdrożenia budowy osłony sarkofagu (ang. *Shelter Implementation Plan – SIP*), którego realizacja miała trwać do 2008 roku. Plan ten obejmuje m.in. wykonanie nowej osłony zwanej „bezpiecznym zamknięciem” (ang. *New Safe Confinement – NSC*), która ma zabezpieczyć szczątki reaktora na dalsze 100 lat (Jeziński 2006a). W marcu 2004 roku projekt NSC zaakceptował rząd ukraiński. Budowę tej konstrukcji (jej koszt szacowany jest na 768 mln USD) podjęło się konsorcjum Bechtel, EDF i Battele. W realizacji programu SIP bierze udział wiele państw z całego niemal świata. Oprócz potęg jądrowych takich jak USA, Francja, Japonia, Wielka Brytania i Kanada zaangażowane są także kraje nie posiadające u siebie energetyki jądrowej (m.in. Austria, Dania, Grecja, Irlandia, Kuwejt, Norwegia, Portugalia i Włochy).

2. Energetyka jądrowa w krajach europejskich przywiązujących dużą wagę do jej rozwoju

W szeregu państw europejskich wytwarzających energię elektryczną z reaktorów jądrowych budowa kolejnych reaktorów nie jest planowana lub przesądzona, chociaż energetyka jądrowa ma pozostać dla nich istotnym źródłem energii elektrycznej. Grupa tych państw obejmuje Szwecję, Wielką Brytanię, Słowenię, Holandię, a także Szwajcarię. W Szwecji jeszcze w 1970 roku około 75% energii pochodziło z ropy naftowej. Rosnące ceny tego surowca oraz aspekty bezpieczeństwa energetycznego zdecydowały o rozwoju energetyki jądrowej. W 2004 roku 10 czynnych reaktorów w czterech elektrowniach (Barsebeck, Forsmark, Oskarhamn, Ringhals) wytwarzało ponad 51% energii elektrycznej produkowanej w tym kraju. Sytuacja ta zapewniała bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej, mimo że Szwecja z uwagi na swoje położenie geograficzne i związany z tym surowy klimat należy do krajów o największym zużyciu energii elektrycznej w przeliczeniu na jednego mieszkańca. Tak wysokie zużycie wynikało także z tego, że ceny energii elektrycznej w tym kraju należały do najniższych w UE. Stąd też energia ta była dość powszechnie wykorzystywana do ogrzewania mieszkań (ok. 750 tys. domów korzystało z ogrzewania elektrycznego) (Jeziński 2004b). W 1980 roku, po ogólnonarodowym referendum na temat przyszłości energetyki jądrowej, rząd szwedzki podjął decyzję o zamknięciu do roku 2010 wszystkich 13 (czynnych wówczas) bloków jądrowych i wprowadził moratorium na rozwój energetyki jądrowej. Jednak kolejny parlament uznał decyzję dotyczącą zamknięcia elektrowni za nierealną i unieważnił ją w 1997 roku. Nie udało się jednak uniknąć postanowienia o bezwarunkowym wyłączeniu w 1998 roku (po 25-letniej eksploatacji) pierwszego bloku w elektrowni Barsebeck (położonej naprzeciw Kopenhagi po drugiej stronie cieśniny Oresund) o mocy 600 MW oraz drugiego, bliźniaczego bloku w 2001 roku, przy czym warunkiem realizacji tego postanowienia było zrekompensowanie zredukowanej mocy oszczędnościami w zużyciu energii oraz uruchomienie nowych mocy, głównie z odnawialnych źródeł energii (OZE). Okazało się jednak, iż ubytek mocy spowodowany wyłączeniem pierwszego bloku musiał zostać zrekompensowany głównie importem z duńskich elektrowni konwencjonalnych. Zastępowanie czystych ekologicznie źródeł energii źródłami zanieczyszczającymi atmosferę i emitującymi CO₂ naraziło Szwecję na krytykę ze strony krajów OECD (ang. *Organisation for Economic Cooperation and Development*), w wyniku której premier tego kraju bezterminowo odłożył decyzję o zamknięciu drugiego bloku (Celiński 2004). Zmianie uległo też nastawienie społeczeństwa szwedzkiego do energetyki jądrowej. W referendum z września 2000 roku ponad 86,0% uprawnionych opowiedziało się za utrzymaniem elektrowni jądrowych w ruchu dopóki są opłacalne i pracują bezpiecznie. Stąd też wszyscy operatorzy 10 energetycznych reaktorów jądrowych w Szwecji ogłosili programy modernizacji, obejmujące także znaczne podwyższenie mocy. W odpowiedzi na te plany organy odpowiedzialne za bezpieczeństwo jądrowe wydały nowe rozporządzenia w sprawie dostosowania przestarzałych reaktorów do aktual-

nych norm bezpieczeństwa. Jednocześnie Szwedzkie Przedsiębiorstwo Gospodarki Paliwem Jądrowym i Odpadami (szw. *Svensk Karnbranslehanternig* – SKB) podjęło działania na rzecz rozbudowy zdolności do hermetyzacji odpadów (Nuclear Illustrative Programme, 2007). W lutym 2009 roku rząd szwedzki poinformował, że zamierza znieść obowiązujące od prawie 30 lat moratorium na rozwój energetyki jądrowej. Centroprawicowy gabinet chce się zgodzić na budowę nowych reaktorów, które zastąpiłyby 10 obecnie pracujących. Należy zaznaczyć, iż Szwecja ma bardzo mocno rozwinięty przemysł wytwórczy urządzeń dla energetyki, a w szczególności dla energetyki jądrowej. Koncern ABB zaangażowany jest w przemysł jądrowy w skali całego świata, a jego specjalnością są reaktory typu BWR.

W **Wielkiej Brytanii** jedna piąta energii elektrycznej w 2004 roku wytwarzana była w elektrowniach jądrowych. Większość z brytyjskich elektrowni jądrowych wyposażona jest w reaktory typu GCR (Magnox), stosunkowo tanio wytwarzające energię elektryczną. Tylko jeden reaktor typu PWR o mocy 1200,0 MW uruchomiono w Sizewell w 1995 roku. Reaktory typu GCR stosowała z powodzeniem m.in. pierwsza na świecie zawodowa elektrownia jądrowa w Calder Hall. Po upływie 40 lat eksploatacji elektrownia ta uzyskała zgodę na dalsze funkcjonowanie przez 10 lat. Jednak ze względu na zaawansowany wiek większości brytyjskich elektrowni jądrowych trwa proces ich stopniowego zamykania, który ma się zakończyć w 2012 roku. W jego wyniku w Wielkiej Brytanii wycofano dotychczas z użytkowania 22 reaktory, tj. najwięcej w Europie. Biorąc pod uwagę perspektywę wycofania z eksploatacji do 2020 roku także reaktorów GCR, kraj ten zostanie z jednym czynnym reaktorem. Z dniem 1 kwietnia 2006 roku Agencja ds. Likwidacji Instalacji Jądrowych (ang. *Nuclear Decommissioning Authority* – NDA) przejęła większość cywilnych instalacji jądrowych oraz odpowiedzialność za gospodarkę odpadami promieniotwórczymi. Agencja ta organizuje przetargi na umowy zarządzania obiektami nuklearnymi, a Agencja Energii Atomowej (ang. *UK Atomic Energy Authority* – UKAEA) oraz BNFL (ang. *British Nuclear Fuels*), w których gestii znajduje się część instalacji jądrowych sektora publicznego, są zmuszone do konkurowania z innymi spółkami. Z początkiem 2008 roku rząd Gordona Browna ogłosił plany budowy nowych elektrowni nuklearnych w miejsce starych, które będą wygaszane, ale nie zdecydował jeszcze kto je wybuduje. Działania w kierunku ich budowy podjął już niemiecki koncern energetyczny E.ON, który porozumiał się już w tej kwestii z Siemensem i Arewą. Podpisany list intencyjny obejmuje m.in. wykorzystanie w brytyjskiej elektrowni francuskiego reaktora wodno-ciśnieniowego (PWR) o mocy 1,6 tys. MW. W 180-stronicowej publikacji „Meeting the Energy Challenge, A White Paper on Nuclear Power” wydanej w styczniu 2008 rok rząd brytyjski uznał energetykę jądrową za niskoemisyjną (pod względem ilości wydzielanego CO₂ do atmosfery zalicza się do technologii przeciwdziałających zmianom klimatu), przystępną (jest jedną z najtańszych technologii niskowęgłowych), pewną (jest technologią sprawdzoną, a nowoczesne reaktory są w stanie dostarczać energię niezawodnie), bezpieczną (jest regulowana przez spójne prawo) oraz zdolną do zwiększania dywersyfikacji nośników energii oraz zmniejszenia zależności od krajów, z których nośniki te są pozyskiwane (Stanowisko rządu brytyjskiego... 2008).

W **Słowenii** jedyna elektrownia jądrowa Krško zaspakajała prawie 36% krajowego zapotrzebowania na energię elektryczną. Od 2004 roku elektrownia ta wytwarza także 2500 TW·h energii elektrycznej rocznie dla chorwackiego systemu energetycznego. Elek-

trownia Krško powstała w 1981 roku jako efekt wspólnego przedsięwzięcia Słowenii i Chorwacji, którego motywem było zwiększenie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej byłej Jugosławii. Obecnie traktowana jest ona przez władze słoweńskie jako źródło kosztów osieroconych. Koszty te wyniknęły z konieczności zagospodarowania odpadów promieniotwórczych oraz likwidacji elektrowni. Pod wpływem presji władz lokalnych obszarów zlokalizowanych wokół elektrowni, władze centralne Słowenii zobowiązały się do 2008 roku wskazać miejsce ich składowania, natomiast do 2013 roku przystosować je do ich przyjęcia. Już teraz władze centralne wnoszą na rzecz władz lokalnych opłaty kompensacyjne z tytułu tymczasowego przechowywania zużytego paliwa jądrowego w wysokości 4 mln USD rocznie. Likwidacja elektrowni Krško, według planu z 1996 roku, miałaby się rozpocząć w 2024 roku. Dla realizacji tego celu utworzono specjalny fundusz (ang. *Financial Fund for Decommissioning of Nuclear Power Plant Krško*), który zasilany jest opłatami w wysokości 0,2 euro/kW·h, wnoszonymi przez odbiorców energii elektrycznej wytwarzanej przez tą elektrownię. W ten sposób zamierza się uzyskać do 2023 roku 175 mln euro, tj. połowę wymaganej kwoty (Financial Fund...).

Krajem atomowym, który w UE w najmniejszym stopniu wykorzystuje energetykę jądrową jest **Holandia**. W kraju tym eksploatowany jest tylko jeden reaktor w Borssele, który w 2004 roku produkował niespełna 4% ogółu krajowej energii elektrycznej. Zarówno rząd, jak i opinia publiczna popierają program jądrowy, choć w przeszłości podjęta była nawet decyzja o odchodzeniu od energetyki jądrowej, a jedyny reaktor miał być zamknięty do 2003 roku. Aktualnie przedłużono jego eksploatację do 2033 roku. Holandia wycofała się z ogłoszonego moratorium na dalszy rozwój energetyki jądrowej. Zdaniem ministra środowiska Holandii Pietera van Geela „nie można porzucić opcji nuklearnej, jeśli się poważnie myśli o redukcji emisji CO₂ o 15–30%” Rząd Holandii zamierza dokonać przeglądu uregulowań ustawowych oraz innych przepisów pod kątem możliwości budowy nowych instalacji jądrowych. Szczególne znaczenie ma kwestia odpadów promieniotwórczych oraz środków zapobiegania aktom terroru. Znane są już potencjalne lokalizacje ewentualnej nowej elektrowni jądrowej, która jest rozważana jako zamiennik wycofywanych źródeł na paliwa kopalne (Skonieczny 2007).

W **Szwajcarii** wysoki udział energetyki jądrowej (w 2004 roku ponad 42%) oraz niski paliw stałych (niespełna 4%) leży u podstaw sukcesów tego kraju w zakresie ochrony środowiska (Jeziński 2005a). Rozwój energetyki jądrowej związany jest z brakiem kopalnych surowców energetycznych, ograniczonymi możliwościami dalszego wykorzystania hydroenergetyki (kilkaset hydroelektrowni w tym kraju dostarcza ok. 54% energii elektrycznej). Dzięki eksploatacji pięciu elektrowni jądrowych (Bezenau 1, Bezenau 2, Mühleberg, Gosgen, Leibstadt) Szwajcaria jest znacznym eksporterem energii elektrycznej. Propozycje budowy kolejnych dwóch siłowni jądrowych (Kaiseragust, Graben) zostały zablokowane pod koniec lat osiemdziesiątych wskutek silnie narastających ruchów antynuklearnych. 21 marca 2003 roku parlament szwajcarski uchwalił nowe prawo atomowe. Prawo to zawierało kontrpropozycję rządową wobec popularnych inicjatyw społecznych z 1998 roku „Elektryczność bez Energii Jądrowej” oraz „Memorandum Plus”, które dotyczyły wycofywania starych i budowy nowych elektrowni jądrowych. Nowe prawo atomowe dopuszcza wykorzystywanie energii jądrowej, a w sprawie budowy nowych elektrowni jądrowych prze-

widuje referendum fakultatywne. Należy podkreślić, iż Szwajcaria część swojego wypalonego paliwa jądrowego poddaje procesowi przerobu w La Hague i w Sellafield. Dzięki temu przerobowi mniejsza jest ilość odpadów wysokoaktywnych, jak również pojawia się możliwość wykorzystania plutonu jako paliwa jądrowego (elektrownie Bezenau i Gosgen używają paliwa jądrowego mieszanego, tzw. MOX). Przykład Szwajcarii może świadczyć o tym, iż obecnie trudno się obejść bez energetyki jądrowej jako ekologicznego, ekonomicznego i stabilnego źródła energii elektrycznej. Wskazuje się na rok 2010 jako datę podjęcia decyzji (w trybie referendum) w sprawie budowy kolejnej elektrowni jądrowej.

3. Energetyka jądrowa w krajach europejskich sceptycznie nastawionych do jej rozwoju

Do krajów najbardziej sceptycznie w Europie nastawionych do rozwoju energetyki jądrowej należą Niemcy, Belgia oraz Hiszpania. Do kręgu tego należały także Szwecja i Holandia, jednak ich stanowisko uległo zmianie. Od katastrofalnej awarii reaktora jądrowego w Czarnobylu minęło już ponad 20 lat, jednak szczególnie w społeczeństwach tych państw pozostaje wciąż dużo uprzedzeń w stosunku do energetyki nuklearnej.

W Niemczech energetyka jądrowa stała się obiektem kontrowersji politycznych w latach dziewięćdziesiątych. W efekcie tych kontrowersji rozwój energetyki jądrowej został zahamowany. W konsekwencji ostatnia siłownia nuklearna w tym kraju została uruchomiona w 1989 roku. Rządząca do 1998 roku koalicja chadecko-liberalna była pozytywnie nastawiona do energetyki jądrowej, partia socjaldemokratyczna – niechętnie, zaś Zieloni – wrogo (Celiński 2004). Gdy w 1998 roku do władzy doszła koalicja socjaldemokratów i Zielonych, jednym z pierwszych jej postulatów było jak najszybsze zamknięcie elektrowni jądrowych. Po długich pertraktacjach rząd federalny i producenci energii jądrowej w 2001 roku doszli do porozumienia w sprawie górnego limitu energii nuklearnej do wytworzenia, który określono na 2623 TW.h. Odpowiadało to 32 latom eksploatacji 19 czynnych wówczas elektrowni jądrowych (Gawlikowska 2007). Porozumienie to oznaczało zupełną rezygnację Niemiec z energetyki atomowej. Polityka odchodzenia od energetyki jądrowej (niem. *Atomusstieggesetz*) przewiduje, iż ostatni z niemieckich reaktorów zostanie zamknięty w 2021 roku. Od tej pory w Niemczech zamknięto dwie elektrownie: w Stade w 2003 roku oraz w Obrigheim w 2005 roku, a w lipcu 2004 wydano zezwolenie na rozpoczęcie likwidacji elektrowni Mülheim-Kärlich. Ponadto od 2005 roku niemieccy operatorzy instalacji jądrowych zgodzili się na zaprzestanie transportu zużytego paliwa do przeróbki, a w celu uniknięcia przewozu odpadów do tymczasowego składowiska w Gorleben wprowadzono wymóg budowy miejsc składowania przy niektórych elektrowniach. Spowodowało to spadek udziału sektora energii jądrowej w produkcji energii elektrycznej do niespełna 30%, tj. poniżej poziomu z 1995 roku. Jednak obecny gabinet kanclerz Angeli Merkel jest zdania, iż decyzja o rezygnacji z energii atomowej była „absolutnie błędna” i będzie dążył do rewizji

ustawy z 2002 roku. Kanclerz Niemiec stwierdziła, iż nie ma sensu wyłączenie wszystkich elektrowni atomowych, by potem kupować prąd z takich samych elektrowni w Czechach, we Francji czy Finlandii. Niemcy są coraz bardziej świadomi, iż dzięki energetyce jądrowej unikają emisji do atmosfery blisko 150 mln ton CO₂ rocznie. W Niemczech po latach sporych inwestycji w elektrownie wiatrowe, panele słoneczne, elektrownie geotermalne czy kompostownie coraz wyraźniej widać, iż nie wszędzie można oprzeć energetykę w skali kraju na OZE, chociaż nie brakuje bardzo optymistycznych opinii (wypowiedź ministra środowiska Niemiec Sigmara Gabriela z 5 lipca 2007 r.) na temat możliwości produkcji aż 45% energii elektrycznej z OZE w 2030 roku (Germany to source ... 2008). Według opinii ministra budownictwa Wolfganga Tiefensee rosnące zainteresowanie inwestorów potwierdza słusność decyzji niemieckiego rządu stawiającego na energię odnawialną, a nie atomową (Niemcy stawiają... 2008). Za wprowadzeniem do konstytucji zakazu budowy elektrowni jądrowych opowiedziało się kierownictwo SPD (SPD za konstytucyjnym zakazem... 2008).

Do rozważenia zalet energetyki jądrowej polityków niemieckich wezwał przewodniczący KE Jose Manuel Barroso. Według niego coraz więcej krajów widzi w energetyce jądrowej przynajmniej czasowe rozwiązanie, które zmniejszyłoby ich uzależnienie od ropy i gazu oraz wstrzymałoby zmiany klimatyczne. Dlatego też polityka energetyczna UE nie może pominąć opcji jądrowej i otwarta debata na temat jej zalet i wad jest nieunikniona. Fakt zainteresowania UE rozwojem energetyki jądrowej potwierdza wcześniejsza wypowiedź komisarza do spraw gospodarczych i monetarnych, który zaproponował otwartą dyskusję na ten temat, ponieważ „rezygnacja z energii jądrowej to dla Europy samobójstwo” (Niebezpieczna czy obiecująca... 2006).

Mimo to, tak wyraźne oznaki zmiany niekorzystnego dla energetyki jądrowej klimatu nie występują jednak w Belgii i Hiszpanii. Państwa te ustaliły harmonogramy stopniowego zamykania elektrowni jądrowych oraz ogłosiły moratorium na budowę nowych elektrowni. Jest to zastanawiające wobec około 80% zależności Belgii od importu surowców energetycznych oraz około 75% w przypadku Hiszpanii. Bez elektrowni jądrowych państwa te nie mają szans na energetyczną niezależność. Staje się to oczywiste w obliczu stosunkowo dużego udziału energii elektrycznej wytworzonej w siłowniach nuklearnych obu krajów w ich bilansach elektroenergetycznych. Bowiem w 2004 roku w Belgii ponad 55%, a w Hiszpanii prawie 23% energii elektrycznej pochodziło ze źródeł jądrowych.

Belgia ogłosiła swoje studium narodowej polityki energetycznej w połowie 2004 roku, które zakładało odejście od energetyki jądrowej do 2030 roku. Zgodnie z tym studium pierwszy z reaktorów miałby zostać zamknięty około 2015 roku, jednak pojawiają się informacje świadczące o tym, że władze Belgii zastanawiają się nad przesunięciem tego terminu (Bojanowicz 2006). Obecne ustawodawstwo tego kraju wymaga likwidacji elektrowni jądrowych po 40 latach pracy, jednak przewiduje wyjątki uwarunkowane bezpieczeństwem dostaw elektrycznej. Rysą na strategii energetycznej tego kraju, zakładającej odejście od energetyki jądrowej, było powołanie w 2005 roku specjalnej komisji ekspertów, której zadaniem było m.in. przygotowanie i ocena wpływu, jaki na redukcję emisji CO₂ i na zależność od importowanych surowców będzie miała całkowita rezygnacja z nuklearnych źródeł energii. W opublikowanym przez tą komisję w listopadzie 2006 roku raporcie

(Belgium's Energy Challenges Towards 2030) pojawiła się wyraźna rekomendacja, że powinno się pozostawić otwartą opcję nuklearną i jeszcze raz przemyśleć rezygnację z energetyki jądrowej (Gawlikowska 2007). W czerwcu 2006 roku rząd federalny podjął decyzję o lokalizacji w Dessel powierzchniowego składowiska odpadów o krótkim okresie półtrwania i niskim oraz średnim poziomie radioaktywności. Zakład ma wejść do eksploatacji w latach 2015–2020 (Ramowy program... 2006).

Hiszpania wprowadziła memorandum na budowę nowych elektrowni jądrowych w 1983 roku. Obecna polityka rządu zakłada stopniowe zmniejszanie udziału energetyki jądrowej w wytwarzaniu energii elektrycznej. Jednak polityka ta nie jest jeszcze ostatecznie określona. W kwietniu 2006 roku po 38 latach eksploatacji zamknięta została najstarsza i najmniejsza elektrownia jądrowa Jose Cabrera (Zorita). Jej rozbiórka rozpocznie się w 2009 roku. Jednak jednocześnie przyjęty przez rząd w dniu 23 czerwca 2006 roku program dla energetyki jądrowej zakłada budowę tymczasowego centralnego składowiska odpadów promieniotwórczych oraz zwiększenie o 11% mocy istniejących reaktorów (przez ich modernizację).

4. Perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w pozostałych krajach europejskich

Pozostałe państwa członkowskie UE nie wykorzystują energetyki jądrowej do produkcji energii elektrycznej. Austria, Dania, Grecja, Irlandia, Norwegia i Włochy podjęły decyzje polityczne o rezygnacji z energetyki jądrowej, a obywateli nie dotyczy także Portugalia (Legutko 2003). Dwa pierwsze z wymienionych krajów oraz Irlandia zajęły podczas Szczytu UE w marcu 2007 roku negatywne stanowisko odnośnie do propozycji sankcjonowania przez Wspólnotę energetyki jądrowej (za przyjęciem tego wniosku optowały wówczas Francja, Słowacja, Bułgaria i Czechy). O negatywnym nastawieniu do energetyki jądrowej tej grupy państw dobitnie świadczy przykład **Włoch i Austrii**. Ten pierwszy kraj wygasił (w ogłoszonym w 1987 roku referendum przeciw rozwojowi energetyki jądrowej wypowiedziało się 80% Włochów) cztery czynne reaktory, a budowa pięciu została wstrzymana, natomiast Austriacy nie zgodzili się na uruchomienie gotowej już siłowni. Siłownię tę rozebrano, a do konstytucji wprowadzono zakaz budowania nowych. Trzeba zaznaczyć, iż decyzje o zaniechaniu bądź o stopniowym odchodzeniu od wykorzystania energii jądrowej często nie są pochodną analiz technicznych czy ekonomicznych, a mają podtekst polityczny (świadczą o tym chociażby przykłady wcześniej omówionych Niemiec i Szwecji). W wyniku tych decyzji Włochy importują rocznie około 50 TW·h energii elektrycznej i są największym jej importerem w Europie, Austria zaś około 20 TW·h, przy czym źródłem tego importu jest energia elektryczna wytwarzana w elektrowniach jądrowych innych państw. Włosi sprowadzają energię elektryczną głównie z Francji i Szwajcarii, natomiast Austria z Czech, przy czym w przypadku Austrii dzieje się to przy protestach przeciw eksploatacji

elektrowni jądrowej w Temelinie. Ponadto przesył znacznych ilości energii elektrycznej na duże odległości rodzi dodatkowe problemy z niezawodnością jej dostaw. Doświadczyli tego Włosi podczas blackoutu w 2003 roku (Chwaszczewski 2007). W tej sytuacji Włochy znalazły się z powodu opóźnień i nieskuteczności, jakie zanotowano w wyniku ogłoszonego w 1988 roku narodowego planu energetycznego, wykluczającego rozwój energetyki jądrowej. W efekcie ceny energii elektrycznej są aż o 30% wyższe od średniej ceny unijnej i kraj zmuszony jest do sprowadzania coraz droższych ropy naftowej i gazu. Stąd też we Włoszech coraz mocniejsze jest przekonanie o konieczności powrotu do opcji atomowej. Bowiem tylko dzięki rozwojowi energetyki jądrowej będzie można produkować energię elektryczną na dużą skalę, po konkurencyjnych cenach i szanując środowisko naturalne. O ile w 2003 roku tylko 22% Włochów chciało siłowni nuklearnych, to w 2008 roku już 38%, tj. tyle samo co tych, którzy są im przeciwni. Rząd planuje zatem budowę 10–20 obiektów nuklearnych, które będą kosztować 20–40 mld euro. Budowa ma ruszyć w 2014 roku, a nuklearny prąd popłynie najpóźniej w 2019 roku. Z nieoczekiwaną propozycją lokalizacji jednego z tych obiektów na terytorium Albanii wystąpił prezydent tego kraju Sali Berisha.

Dużą bezatomową enklawę na terenie Europy stanowi **Polska** (rys. 2). W bezpośrednim sąsiedztwie Polski (okrąg o promieniu 300,0 km) znajduje się 11 elektrowni atomowych o łącznej mocy 20,7 GW, która odpowiada mocy wszystkich polskich elektrowni i elektrociepłowni opalanych węglem. Rozszerzenie obszaru sąsiedztwa o dalsze 250,0 km powoduje, że wyżej wymienione liczby podwajają się. Wtedy moc elektrowni jądrowych znacznie przewyższa moc zainstalowaną w systemie elektroenergetycznym Polski (Skonieczny 2005). Tymczasem z prognoz wynika, iż moc obecnych elektrowni konwencjonalnych kraju (przy założeniu obecnego tempa rozwoju) powinna wystarczyć jedynie do 2015 roku. Węgla kamiennego z obecnie eksploatowanych złóż wystarczy jeszcze na 30–35 lat, a sięgnięcie po inne złoża łączy się ze znacznym wzrostem kosztów wydobycia. Zasoby węgla brunatnego skończą się jeszcze wcześniej, tj. za około 20 lat. Ponadto w związku ze starzejącym się majątkiem wytwórczym oraz wymaganiami dotyczącymi ochrony środowiska, polska elektroenergetyka stoi przed koniecznością odtworzenia i modernizacji znacznej części mocy wytwórczych w ciągu najbliższych lat (Kwinta 2007). Nawet w przypadku maksymalnego wykorzystania węgla będzie można wytworzyć nie więcej niż 200 TW·h energii elektrycznej rocznie. Raczej nierealne jest pokrycie rosnącego zapotrzebowania na energię elektryczną ze źródeł odnawialnych. Stąd też coraz powszechniejsza jest opinia, iż węgiel i atom są dla Polski sensownymi źródłami energii, a alternatywą dla rozwoju energetyki jądrowej jest uzależnienie się od dostaw energii elektrycznej spoza UE. Aby zaspokoić przewidywane na 2025 rok zapotrzebowanie Polski na energię elektryczną rzędu 270 TW·h należałoby zbudować 2 tys. km² ogniw fotowoltaicznych albo postawić 7 tys. elektrowni wiatrowych, które zajęłyby obszar 10 tys. km², psując przy tym krajobraz (Balcewicz 2007b). Nie wystarczy także łączne wykorzystanie źródeł konwencjonalnych i odnawialnych, ze źródeł odnawialnych można bowiem uzyskać najwyżej 20 TW·h rocznie. Import energii elektrycznej oznaczałby wzrost bezrobocia oraz konieczność poniesienia wysokich nakładów na rozbudowę połączeń międzynarodowych. Polska jest jednym z państw członkowskich UE najbardziej narażonym na mniejsze lub większe konflikty

związane z dostawami ropy naftowej i gazu ziemnego z Rosji. Nie można wykluczyć podobnych działań krajów, przez których tereny przebiegają magistrale przesyłowe (Kołodziejski 2007). Stąd też w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2025 roku”, przyjętym przez rząd 4 stycznia 2005 roku, zakłada się budowę elektrowni jądrowej o mocy przynajmniej 3,2 GW, która według szacunków mogłaby powstać nie wcześniej niż około 2021–2022 roku. Projekt budowy elektrowni jądrowej znalazł się także w dokumencie „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku”. Wydaje się, że przełomowe znaczenie miała decyzja rządu polskiego ze stycznia 2009 roku o budowie dwóch elektrowni jądrowych o łącznej mocy 6000 MW. Koszt tych inwestycji PGE S.A. ocenia na 15–18 mld euro. Gotowość wybudowania w Polsce elektrowni jądrowej wyraził też szwedzki koncern Vattenfall. Jako miejsca lokalizacji jednej z tych elektrowni wymienia się Żarnowiec, Klempicz, Kopań, Korolewo, Nieszawę, Chełmno i Tczew (Balcewicz 2005). Badania potwierdziły, iż ta pierwsza lokalizacja jest najrozsądniejszym rozwiązaniem. Warto wspomnieć, że w Żarnowcu rozpoczęto już w latach osiemdziesiątych budowę pierwszej polskiej elektrowni jądrowej. Budowę tę jednak przerwano ze względu na ogromne protesty społeczne, które nasiliły się zwłaszcza po awarii elektrowni w Czarnobylu. W chwili likwidacji tej elektrowni było w niej zatrudnionych 2,6 tys. pracowników, zaawansowanie budowy wynosiło 36%, a obiekty zaplecza wykonano w 85%. W budowę było zaangażowanych 70 przedsiębiorstw krajowych, a z 9 przedsiębiorstwami zagranicznymi zawarte były kontrakty. Szacuje się, iż straty z powodu wstrzymania budowy elektrowni mogły wynieść nawet 2 mld USD (Jeziński 2006b). Wraz z upływem czasu rośnie poparcie Polaków dla budowy elektrowni atomowej. Z sondażu przeprowadzonego w marcu 2009 roku wynika, iż tylko 42% Polaków było jej przeciwnych (w styczniu 2008 r. odsetek ten wynosił 56%). Jednocześnie zgodę na budowę elektrowni jądrowej w bezpośrednim sąsiedztwie swojej miejscowości zgodziłoby się 65% jej zwolenników.

Jedynym krajem sąsiadującym z Polską, który nie posiada elektrowni jądrowej jest **Białoruś**. Kraj ten ma jednak zamiar ją wybudować. Decyzja w sprawie budowy elektrowni zapadła już na początku 2008, natomiast za jej lokalizacją w rejonie ostrowieckim na Grodzieńszczyźnie opowiedziano się ostatecznie w grudniu 2008 roku. Z pierwotnej lokalizacji w okolicach Mohylewa zrezygnowano z powodu protestów mieszkańców. Prace przygotowawcze na placu budowy mają się rozpocząć do końca 2009 roku. Elektrownia ma mieć dwa bloki o mocy 1000 MW każdy i kosztować około 4 mld USD. Pierwszy z bloków ma ruszyć w 2016, a drugi w 2018 roku. Rząd w Mińsku zaprosił do przetargu na budowę elektrowni rosyjski Atomstrojeksport, a także japońsko-amerykański koncern Toshiba & Westinghouse oraz francuską firmę Areva. Jednak zachodnie korporacje tłumaczą brak zainteresowania projektem m.in. niedoskonałością białoruskiego prawa oraz stawianymi wymogami technicznymi. W tej sytuacji w styczniu 2009 roku podjęto decyzje o powierzeniu budowy elektrowni jądrowej rosyjskiej firmie Atomstrojeksport, która jako jedyny uczestnik przetargu jest gotowa zapewnić finansowanie projektu. Podstawowym motywem budowy elektrowni jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej w sytuacji, gdy na wyczerpaniu są światowe złoża ropy naftowej i gazu. Elektrownia jądrowa ma także zabezpieczyć Białoruś przed groźbą deficytu energetycznego, gdy na międzynarodowych rynkach wciąż wzrastają ceny energii (Skonieczny 2005).

Z podobnych powodów plany budowy trzech reaktorów o łącznej mocy 4,5 GW ogłosiła też **Turecja**. Pierwszy z nich ma powstać w miejscowości Sinop nad Morzem Czarnym do 2015 roku. Prowadzone były rozmowy z firmami z USA, Wielkiej Brytanii, Chin i Japonii na temat transferu technologii i finansów, jednak do przetargu na budowę pierwszej tureckiej elektrowni jądrowej stanęło tylko konsorcjum tworzone przez rosyjskie Atomstroyexport i Inter Rao oraz turecki Turkish Park Teknik Group.

Zakończenie

W UE elektrownie jądrowe działają w 15 z 27 państw członkowskich. UE zależy dziś energetycznie od importu surowców energetycznych, szczególnie z Rosji. Jeśli obecne trendy w produkcji i konsumpcji energii się utrzymają i nie zmieni się ostrożne podejście UE do elektrowni jądrowych, to energetyczna przyszłość UE jawi się niepewnie. Zdając sobie z tego sprawę, UE w najnowszej strategii energetycznej, mimo iż nie wypracowała spójnej strategii wobec energetyki jądrowej, daje jej delikatne przyzwolenie. Latem 2008 roku w oficjalnej uchwale rozwój energetyki jądrowej wsparł Parlament Europejski. Porzucenie energetyki nuklearnej oznaczałoby nie tylko zachwianie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej UE, lecz także problemy ze zmniejszeniem emisji gazów cieplarnianych i utratę konkurencyjności (Balcewicz 2007b).

Energia jądrowa ma znaczny udział w bilansie energetycznym UE, przyczyniając się do zmniejszenia obaw o bezpieczeństwo dostaw energii elektrycznej. Decyzja o wykorzystywaniu energii jądrowej należy do poszczególnych państw członkowskich UE. W UE, oprócz Francji, Finlandii, energii tej wyraźnie przychylnie są tylko nowe kraje członkowskie UE. Agencja ratingowa Fitch ocenia, iż w ciągu najbliższych 5–10 lat realizacja projektów energii nuklearnej w krajach Europy Centralnej i Wschodniej może pochłonąć 20 mld euro, a łączna moc elektrowni jądrowych wyniesie 10 GW (Fitch: Ponad 20 mld euro... 2008). Ostatnie deklaracje przywódców państw członkowskich UE, dotychczas sceptycznie nastawionych do rozwoju energetyki jądrowej, wskazują na zmianę ich stanowiska. Dotyczy to w szczególności Niemiec, Holandii, Wielkiej Brytanii i Włoch. W niezręcznej sytuacji znalazły się zwłaszcza Włochy, które wyrzekając się energii jądrowej skazały się na import energii elektrycznej z elektrowni jądrowych we Francji i muszą ponosić tego koszty (Włochy mają dużo wyższe ceny energii elektrycznej niż sąsiednie kraje, korzystające z własnych elektrowni jądrowych). Na drugim biegunie znajduje się Francja, która jest największym eksporterem energii elektrycznej w Europie. Ceny energii elektrycznej w tym kraju należą do najniższych w Europie, a jej eksport przynosi ogromne korzyści. Konkurencyjność francuskich elektrowni jądrowych jest tak duża, że we Francji energię elektryczną kupują nie tylko Włosi, Szwajcarzy, Hiszpanie, Holendrzy i Niemcy, ale nawet Austriacy, choć powoduje to gwałtowne polemiki w prasie, oskarżającej władzę o kupowanie „złej” energii elektrycznej pochodzenia nuklearnego (Strupczewski 2006).

Literatura

- BALCEWICZ J., 2005 – Żarnowiec, Klempicz, Kopań, Korolewo, Nieszawa, Chełmno, Tczew. Gdzie powstanie pierwsza polska elektrownia jądrowa?, Energia Gigawat nr 2, Kraków.
- BALCEWICZ J., 2007a – Czym będzie świecić Litwa przez 3 lata? Energia Gigawat nr 2, Kraków.
- BALCEWICZ J., 2007b – Już 61% Polaków popiera ideę budowy elektrowni jądrowej. Chcemy wreszcie atomu, Energia Gigawat nr 2, Kraków.
- BOJANOWICZ J., 2006 – Atomowa konieczność. Fakty nr 1–2, Warszawa.
- CELIŃSKI Z., 2004 – Energetyka jądrowa na świecie (stan obecny i perspektywy). Część I, Energetyka nr 2, Katowice.
- CHWASZCZEWSKI S., 2007 – Dlaczego energetyka jądrowa w Polsce?, Instytut Energii Atomowej, <http://www.ica.gov.pl>, Warszawa.
- CIEPIELA D., 2005 – Energetyka jądrowa: powołutku... Nowy Przemysł nr 7–8, Katowice.
- CIEPIELA D., 2006 – Atomowa unia polsko-litewska? Nowy Przemysł nr 9, Katowice.
- DUDA M., 2007 – Renesans energetyki jądrowej – świat, Europa, Polska, Spektrum. Biuletyn Organizacyjny i Naukowo-Techniczny Stowarzyszenia Elektryków Polskich nr 1–2, Katowice.
- Energetyka jądrowa we Francji, 2003 – Energia Gigawat nr 11, Kraków.
- Fitch: Ponad 20 mld euro na energetykę nuklearną w regionie, 17 lipca 2008 – Puls Biznesu, Warszawa.
- GAWLIKOWSKA A., 2007 – Energia nuklearna w Unii Europejskiej. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki nr 4, Warszawa.
- Germany to source 45 per cent of electricity from renewable sources by 2030, Point Carbon.
- Financial Fund for Decommissioning of the Nuclear Power Plant Krsko, <http://www.sklad-nek.si>.
- JEZIEFSKI G., 2004a – Energetyka jądrowa w Czechach. Eksperti nie mają zastrzeżeń, Energia Gigawat nr 7–8, Warszawa.
- JEZIEFSKI G., 2004b – Energetyka jądrowa w Szwecji. Najlepsza w surowym klimacie. Energia Gigawat nr 5, Kraków.
- JEZIEFSKI G., 2005a – Szwajcaria: rozwinięta demokracja i ... zgoda na energetykę jądrową. Energia Gigawat nr 4, Kraków.
- JEZIEFSKI G., 2005b – Wzrost zainteresowania małymi elektrowniami jądrowymi. Energia Gigawat nr 12, Kraków.
- JEZIEFSKI G., 2006a – 20 lat po Czarnobylu. Energia Gigawat nr 5, Kraków.
- JEZIEFSKI G., 2006b – Kalendarium budowy elektrowni jądrowej w Żarnowcu, czyli ... jak straciliśmy swoją szansę? Energia Gigawat nr 1, Kraków.
- KOŁODZIEJSKI J., 2007 – Szansa na reaktywację polskiej atomistyki. Energia i Przemysł nr 2, Warszawa.
- KWINTA W., 2007 – Węgiel i atom filarami energetycznego bezpieczeństwa. Energia i Przemysł nr 5, Warszawa.
- LEGUTKO Ł., 2003 – Światowa energetyka jądrowa – bezpieczeństwo, czystość, niska cena i dostępność paliwa. Energia Gigawat nr 1, Kraków.
- LESZCZYŃSKI T., 2008 – Energetyka jądrowa w państwach Unii Europejskiej. Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki nr 5, Warszawa.
- Niebezpieczna czy obiecująca – energetyka jądrowa, 2006 – <http://www.termomodernizacja.com.pl>, przedruk z La Vanguardia Digital z 22 lutego 2006 roku.
- Niemcy stawiają na elektrownie wiatrowe, 7 lipca 2008 –Gazeta Prawna, Warszawa.

Nuclear Illustrative Programme, 10 January 2007 – COM (2006) 844, Brussels.
Ramowy program energetyki jądrowej, 2007 – COM (2006) 844, Bruksela.
Rosja sfinansuje bułgarską elektrownię, 8 czerwca 2008 – Rzeczpospolita, Warszawa.
RÓŻAŃSKI T., 2007 – Rozbudowa elektrowni jądrowej Paks. Wydział Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH, 25 maja, <http://samorzad.ftj.agh.edu/energetyka/node/28>, Kraków.
SKONIECZNY O., 2005 – Elektrownie jądrowe wokół nas. Biuletyn Miesięczny PSE SA nr 3, Warszawa.
SKONIECZNY O., 2007 – Nie ma czasu do stracenia. Biuletyn Miesięczny PSE SA nr 1, Warszawa.
SPD za konstytucyjnym zakazem budowy elektrowni atomowych, 7 lipca 2008 – Rzeczpospolita, Warszawa.
Stanowisko rządu brytyjskiego w sprawie rozwoju energetyki jądrowej – streszczenie, maj 2008 – Departament Spraw Międzynarodowych i Nowych Technologii, Warszawa.
STRUPCZEWSKI A., 2006 – Aspekty ekonomiczne energetyki jądrowej. Biuletyn Miesięczny PSE SA nr 7–8, Warszawa.

Tomasz MOTOWIDŁAK

Nuclear energy sector in European Union

Abstract

In the article the state and the prospects of development of nuclear energy sector in EU member countries have been presented. The main criterion of presentation is the approach of those countries to the development of nuclear energy sector. This approach is very different, what is caused by influence of economical, environmental, social and political factors. Especially the problems of nuclear safety and of security of electricity supply play the very important part in forming this approach. Among European countries which have nuclear energy the group of greatest followers of nuclear energy includes France, Finland, Czech, Slovak, Lithuania, Romania, Hungary, Bulgaria and Russia and Ukraine. For a part of European countries nuclear energy has a great importance, although they didn't plant the building of new nuclear plants. To this group of countries belong: Holland, Slovenia, Sweden, Great Britain and Swiss. Then Germany, Belgian and Spain have a most sceptical approach to the nuclear energy. In the article the European countries have been also detailed which haven't on their territories any nuclear plants, however they plant to build them. The most active in this area are Belorussia, Poland, Italy and Turkey.

KEY WORDS: nuclear energy, determinants of development of nuclear energy, state of nuclear energy in EU countries