

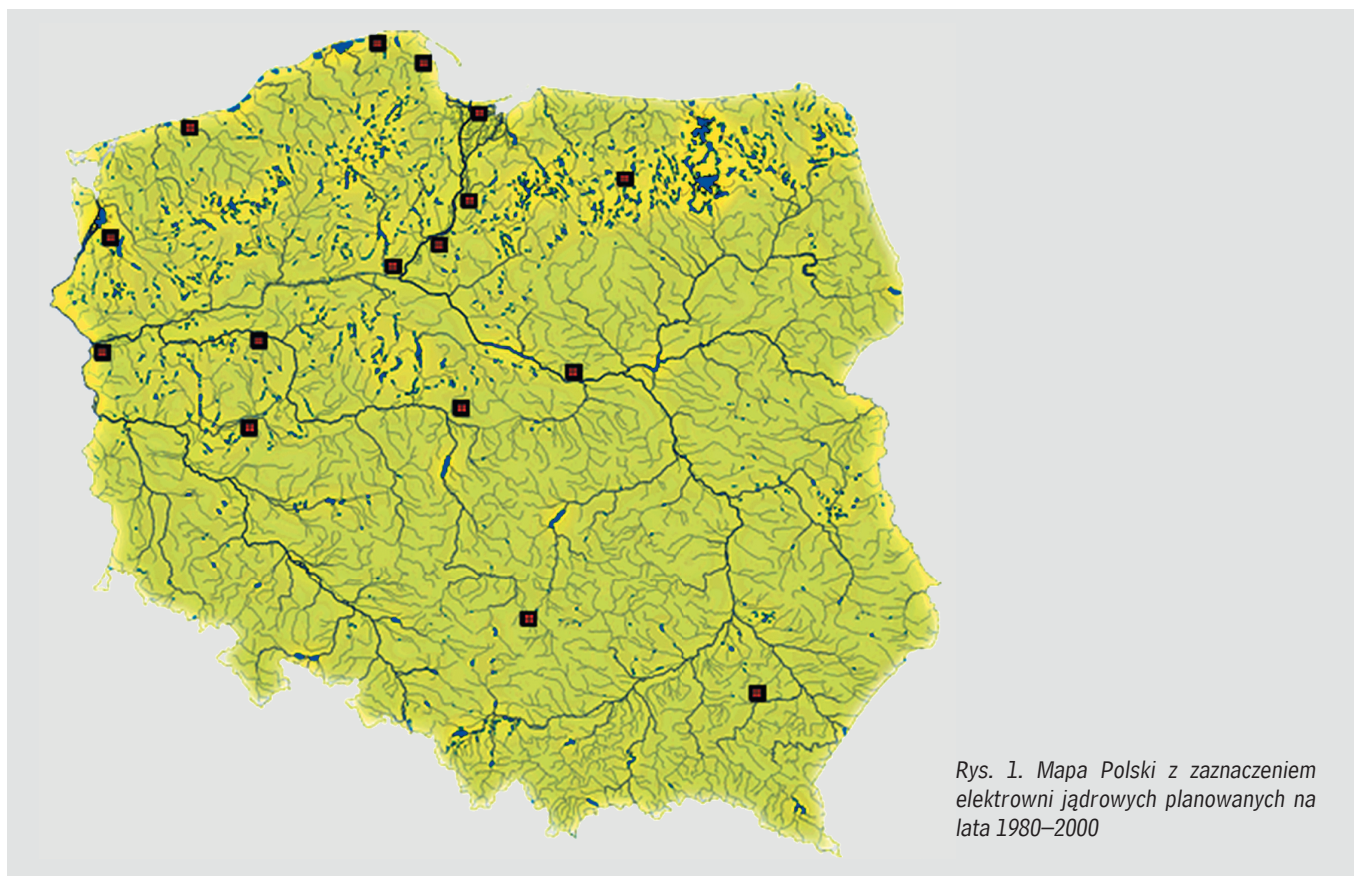
# ZAAWANSOWANIE PRAC ZWIĄZANYCH Z REALIZACJĄ PROGRAMU JĄDROWEGO W POLSCE

mgr inż. Tomasz Minkiewicz / Politechnika Gdańska

## 1. WPROWADZENIE

### 1.1. Pierwsze prace nad programem energetyki jądrowej w Polsce

Pierwsze plany rozwoju energetyki jądrowej w Polsce sięgają połowy XX wieku. Rozwój powstrzymały zmiany społeczno-ekonomiczne Polski, które nastąpiły po roku 1989, oraz protesty społeczne wywołane katastrofą w Czarnobylu. Poniżej zamieszczono na mapie prognozę z roku 1973, ilustrującą planowane na lata 1980–2000 elektrownie jądrowe o mocy powyżej 300 MW (brązowe kwadraty). Zaproponowano wówczas lokalizację 16 elektrowni jądrowych [1].



Główną inwestycją w Polsce, związaną z energetyką jądrową, była budowa elektrowni jądrowej w Żarnowcu. Lokalizacja elektrowni jądrowej we wsi Kartoszyño nad Jeziorem Żarnowieckim została ustalona przez

## Streszczenie

Artykuł przedstawia aktualny (czerwiec 2010) stan zaawansowania prac związanych z realizacją programu jądrowego w Polsce. Uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej planowane jest na 2020 rok. W celu zrealizowania tego projektu konieczne jest przygotowanie odpowiedniego zaplecza zarówno prawnego, jak i technicznego. Obecnie trwają prace związane z nowelizacją ustawy Prawo atomo-

we, wyborem odpowiedniej lokalizacji przyszłej elektrowni jądrowej, nawiązywana jest współpraca z zagranicznymi firmami, a także rozpoczęto program kształcenia polskiej kadry, przyszłych pracowników ośrodków związanych z energią jądrową w Polsce. Bardzo istotny jest również wybór odpowiedniej technologii reaktora jądrowego oraz kwestie związane ze składowaniem odpadów radioaktywnych.

Komisję Planowania przy Radzie Ministrów jeszcze pod koniec 1972 roku. Właściwa decyzja o rozpoczęciu prac budowlanych zapadła na początku 1982 roku. Przez blisko dziewięć lat robót wybudowano ponad 630 różnego rodzaju obiektów. W chwili podjęcia decyzji o likwidacji elektrowni zaawansowanie budowy samej elektrowni wynosiło 36%, a zapleczka 85%. Wstrzymanie budowy w 1990 roku, a następnie postawienie Elektrowni Jądrowej Żarnowiec w stan likwidacji z terminem do końca 1992 roku pociągnęło za sobą olbrzymie straty finansowe, zaprzepaszczenie wiedzy kadry wykształconych specjalistów i na wiele lat wstrzymało program energetyki jądrowej w Polsce.

## 1.2. Wznowienie prac nad programem energetyki jądrowej w Polsce

13 stycznia 2008 roku Rada Ministrów podjęła decyzję o przygotowaniu i wdrożeniu Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Pierwsze wzmianki o powrocie do energetyki jądrowej pojawiły się w roku 2005 podczas uchwalania „Polityki energetycznej Polski do 2025 roku”. Kolejny projekt „Polityka energetyczna Polski do 2030 roku” również podkreślał, iż należy dokonać wszelkich działań w celu rozwinięcia energetyki jądrowej w Polsce.

Powołanie 12 maja 2009 roku pełnomocnika rządu ds. polskiej energetyki jądrowej w osobie Hanny Trojanowskiej przyczyniło się do powstania harmonogramu działań rozwoju energetyki jądrowej w Polsce (tab. 1).

Tab. 1. Plan działań związanych z Programem Polskiej Energetyki Jądrowej [ 2]

Etap	Przedział czasowy	Działania
I	do 31.12.2010	Opracowanie i przyjęcie przez Radę Ministrów Programu Polskiej Energetyki Jądrowej, podjęcie decyzji o wdrożeniu energetyki jądrowej w Polsce
II	1.01.2011 – 31.12.2013	Ustalenie lokalizacji i zawarcie kontraktu na budowę pierwszej elektrowni jądrowej
III	1.01.2014 – 31.12.2015	Wykonanie projektu technicznego i uzyskanie wszystkich wymaganych prawem uzgodnień
IV	1.01.2016 – 31.12.2020	Budowa pierwszej elektrowni jądrowej

28 stycznia 2010 roku w Krajowym Rejestrze Sądowym zarejestrowano spółkę EJ1, której głównym zadaniem będzie przygotowanie inwestycji, przeprowadzenie badań lokalizacji oraz stworzenie konsorcjum do budowy pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce. Spółka ta jest zależna od zarejestrowanej pod koniec 2009 roku spółki Polska Grupa Energetyczna Energia Jądrowa [ 2].

## 2. ZMIANY PRAWNE ZWIĄZANE Z WPROWADZENIEM ENERGETYKI JĄDROWEJ W POLSCE

### 2.1. Prawo atomowe i jego nowelizacja

O prawie atomowym stanowi ustawa z dnia 29 listopada 2000 roku, będąca zbiorem przepisów dotyczących bezpieczeństwa obiektów jądrowych (w tym również ochrony fizycznej) oraz bezpieczeństwa jądrowego i radiacyjnego (nierozprzestrzenianie materiałów i technologii jądrowych oraz odpowiedzialność cywilna za szkody jądrowe) [ 3]. Pomimo spełniania warunków wielu aktów prawa międzynarodowego oraz wspólnotowego, jak również implementacji wielu dyrektyw przyjętych na podstawie traktatu stanowiącego Europejską Wspólnotę Energii Atomowej (Euratom) w połowie 2009 roku Państwowa Agencja Atomistyki (PAA) powołała zespół, którego zadaniem jest nowelizacja ustawy Prawo atomowe i odpowiednich rozporządzeń wykonawczych w celu dostosowania prawa do potrzeb realizacji programu jądrowego w Polsce. Nowelizacje te mają być wzorowane na aktach prawnych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA).

Ustawa Prawo atomowe stanowi ramy prawne służące do regulacji zastosowań promieniowania radioaktywnego, jak i eksploatacji reaktorów badawczych. Niestety, ze względu na to, iż nie zawierała ona szczegółowych wymagań dotyczących bezpieczeństwa dotyczącego lokalizacji, projektu, budowy, uruchomienia i eksploatacji elektrowni jądrowych (obiektów przemysłowych, a nie badawczych), przystąpiono do szkolenia kadry PAA

w celu dostosowania jej wiedzy do wymagań i zadań, które będzie musiał realizować dozór jądrowy, m.in. będzie wydawał w procesie licencjonowania obiektów jądrowych odpowiednie zgody i zezwolenia oraz dokonywał ocen bezpieczeństwa. Dlatego też 23 marca 2010 roku Ministerstwo Gospodarki zawarło porozumienie pomiędzy prezesem Państwowej Agencji Atomistyki a pełnomocnikiem rządu ds. polskiej energetyki jądrowej. Celem porozumienia jest wspólne tworzenie aktów prawnych umożliwiających realizację programu energetyki jądrowej w Polsce [4].

Oprócz wymagań stawianych lokalizacji, projektom, budowie, uruchomieniu i eksploatacji elektrowni jądrowych zaplanowano utworzenie nowego organu nadzoru nad bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną – pięcioosobowej Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej, która zastąpi funkcje prezesa PAA. Państwowa Agencja Atomistyki ma zostać przekształcona w Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej, który wspomagać będzie swoimi działaniami prace komisji. Aktualnie PAA monitoruje stan radiologiczny kraju, nadzoruje bezpieczeństwo transportu izotopów dla szpitali, nadaje uprawnienia inspektorom oraz kontroluje bezpieczną pracę wszystkich trzech obiektów jądrowych w Polsce:

- reaktora badawczego Maria znajdującego się w Instytucie Energii Atomowej POLATOM w Otwocku-Świerku
- likwidowanego już reaktora badawczego Ewa, znajdującego się w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Otwocku-Świerku
- przechowalników wypalonego paliwa jądrowego znajdujących się w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Otwocku-Świerku.

Ważnym celem jest również wdrożenie (do 22 lipca 2011) do Prawa atomowego Dyrektywy Rady 2009/71/Euratom, która ujednocząca będzie ramy bezpieczeństwa jądrowego (zadanie to należeć będzie do prezesa PAA). Jako ostateczny termin wejścia w życie nowelizacji ustalono koniec 2013 roku, aby po 1 stycznia 2014 roku umożliwić Komisji Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Radiologicznej wydawanie zezwoleń na budowę i eksploatację elektrowni jądrowych [4, 5].

## 2.2. Prace nad dyrektywą składowania odpadów wypalonego paliwa jądrowego

W Komisji Europejskiej trwają prace nad projektem nowej dyrektywy dotyczącej gospodarki odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym. Efektem prac nad nową dyrektywą będzie nałożenie na poszczególne kraje obowiązku budowy własnych składowisk dla wypalonego paliwa jądrowego i pozostałości po jego przerobieniu lub też budowy wspólnych składowisk przez grupy krajów. Powołano zespół, którego celem będzie stworzenie Organizacji Rozwoju Europejskiego Składowiska (ERDO) [6].

Nawiązując do raportu SAPIERR II przygotowanego przez unijnych ekspertów, wspólne składowanie jest dużo tańsze od magazynowania odpadów indywidualnie przez każde państwo z osobna. Jeśli kraje grupy roboczej ERDO (w tym Polska) zdecydują się na stworzenie jednego bardzo dużego składowiska (wschodnia część Europy), będzie można uzyskać oszczędności na poziomie 15–25 mld euro. Budowa mniejszych ośrodków dla dwóch, trzech państw również obniży koszty składowania odpadów radioaktywnych o kilka miliardów euro [7].

## 2.3. Decyzja rządu dotycząca przyjęcia założeń do projektu o zmianie ustawy Prawo atomowe

22 czerwca 2010 roku Rada Ministrów przyjęła założenia do projektu ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz o zmianie niektórych innych ustaw, stanowiące transpozycję Dyrektywy Rady 2009/71/Euratom z 25 czerwca 2009. Nowe przepisy w Prawie atomowym mają wejść w życie 1 lipca 2011 roku. Pozwolą one na podniesienie poziomu bezpieczeństwa w elektrowniach atomowych, zwiększenie nadzoru Państwowej Agencji Atomistyki nad obiektami jądrowymi i wzmocnienie jej niezależności w procesie decyzyjnym oraz od innych organizacji zaangażowanych w promowanie energii jądrowej. Społeczeństwo informowane będzie o decyzjach dozoru jądrowego, stanie obiektów jądrowych, ich eksploatacji, w tym o wszelkich czynnikach i zdarzeniach mających wpływ na bezpieczeństwo jądrowe i ochronę radiologiczną.

Zgodnie z nowymi przepisami, aby spełnić najwyższe standardy bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, konieczne będzie uzyskiwanie zezwoleń na budowę, rozruch, eksploatację i likwidację obiektu jądrowego. Zezwolenia te będą wydawane przez prezesa PAA. Jednocześnie inwestor będzie zobowiązany do wyboru najnowocześniejszych technologii, spełniających najwyższe normy bezpieczeństwa i o jak najmniej szkodliwym oddziaływaniu na środowisko. W znowelizowanej ustawie ujęte będą wszelkie przepisy określające wymogi bezpieczeństwa dotyczące lokalizacji, projektowania, budowy, rozruchu i eksploatacji oraz likwidacji obiektów jądrowych. Każda osoba będzie miała prawo do otrzymania pisemnej informacji o stanie bezpieczeń-



stwa jądrowego i ochrony radiologicznej obiektu jądrowego, jego wpływie na zdrowie ludzi i środowisko naturalne. Taką informację kierownik jednostki organizacyjnej (m.in. podmiot eksploatujący obiekt) ma umieszczać na stronie internetowej jednostki co najmniej raz na rok. Prezes PAA będzie miał również obowiązek przekazywać społeczeństwu informację o złożonych wnioskach o wydanie zezwoleń dotyczących obiektów jądrowych oraz o wydanych zezwoleniach. Wszystkie te zmiany zapewniają społeczeństwu udział w postępowaniach dotyczących wydawania zezwoleń na budowę obiektów jądrowych.

Zwiększono również wysokość administracyjnych kar pieniężnych, jakie dozór jądrowy będzie miał prawo nakładać za naruszenie wymagań bezpieczeństwa jądrowego na jednostki organizacyjne prowadzące działalność związaną z obiektami jądrowymi. Postanowiono, że nie prezes PAA (jak dotychczas), ale minister gospodarki będzie udzielał dotacji celowej z budżetu państwa na zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej przy stosowaniu promieniowania jonizującego (PAA nie powinna dofinansowywać działalności związanej z wykorzystaniem promieniowania jonizującego, ponieważ może to rzutować na jej niezależność w procesie decyzyjnym). Ustalono również stopień kwalifikacji i umiejętności pracowników odpowiedzialnych za bezpieczeństwo jądrowe obiektów jądrowych [8].

### 3. POSZUKIWANIE LOKALIZACJI ELEKTROWNI JĄDROWYCH W POLSCE

#### 3.1. Ekspertyza dotycząca lokalizacji elektrowni jądrowych w Polsce

Ministerstwo Gospodarki opublikowało 16 marca 2010 ranking 28 proponowanych lokalizacji elektrowni jądrowych w Polsce. Ranking ten powstał dzięki ekspertyzie wykonanej przez Energoprojekt-Warszawa S.A. w współpracy z Instytutem Energii Atomowej, Centralnym Laboratorium Ochrony Radiologicznej, Państwowym Instytutem Geologicznym, Instytutem Meteorologii i Gospodarki Wodnej, EPC Consulting, Hogan and Hardson oraz PSE Operator. Dokument ten pod nazwą „Ekspertyza na temat kryteriów lokalizacji elektrowni jądrowych oraz dokonania oceny proponowanych do tej pory lokalizacji”, opiera się na zaleceniach przedstawionych w wytycznych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej TECDOC-1513 „Podstawowa infrastruktura dla budowy elektrowni jądrowych” (czerwiec 2006).

Opierając się na dokumencie „Polityka energetyczna państwa do 2030 r”, przyjętym przez Radę Ministrów 10 listopada 2009 roku, oraz zaleceniach IAEA, dokonano oceny lokalizacji elektrowni jądrowych według siedemnastu kryteriów: 1. integracja z systemem elektroenergetycznym; 2. geologia, trzęsienia ziemi; 3. sejsmologia i inżynieria sejsmiczna; 4. hydrologia (wraz z wodą gruntową, powodzią i tsunami); 5. dostępność wody chłodzącej (ujęcie, zrzut); 6. demografia i użytkowanie ziemi; 7. meteorologia i warunki atmosferyczne (włączając kierunki wiatru, tornada i huragany); 8. studia flory i fauny; 9. bezpieczeństwo jądrowe i aspekty ochrony radiologicznej; 10. ogólne skutki środowiskowe; 11. ryzyka od działalności człowieka; 12. miejscowa infrastruktura; 13. miejsca kulturowe i historyczne; 14. dostępność i drogi ewakuacyjne; 15. charakterystyka transportu powietrznego, lądowego i morskiego; 16. aspekty prawne; 17. konsultacje społeczne.

Po przeprowadzeniu analizy otrzymano wyniki (tab. 2), które na lokalizację pierwszych elektrowni jądrowych wskazują takie miejsca, jak: Żarnowiec, Warta-Klempicz lub Kopań. Ostateczną decyzję w tej sprawie podejmować będzie główny inwestor – PGE Polska Grupa Energetyczna S.A., biorąc pod uwagę 3–5 najlepszych lokalizacji [9].

#### 3.2. Żarnowiec jako lider wśród lokalizacji pierwszej elektrowni jądrowej w Polsce

Żarnowiec już w 1990 roku uzyskał aprobatę IAEA w dokumencie „Site Safety Review Mission” (26–30.03.1990). Zawarto w nim podsumowanie: „Lokalizacja Żarnowiec ma wiele pozytywnych charakterystyk dla budowy EJ. Do charakterystyk tych należą: niska sejsmiczność terenu oraz brak w sąsiedztwie elektrowni jakichkolwiek źródeł zdarzeń powodowanych działalnością ludzką. Do wyboru lokalizacji o tych zaletach w znacznym stopniu przyczyniły się kryteria wyboru lokalizacji ustanowione przez polskie władze. Generalnie mówiąc, charakterystyki lokalizacji Żarnowiec są porównywalne do lokalizacji wielu EJ w Europie”.

Jak poinformowali wójtowie gmin Gniewino i Krokowa, na których terenie miałyby powstać elektrownia jądrowa Żarnowiec, zdecydowana większość mieszkańców popiera budowę elektrowni jądrowej w Żarnowcu (za budowę opowiada się ok. 70%, ok. 12% jest jej przeciwna, a pozostali nie mają zdania), a kolejne konsultacje społeczne mogą jedynie utwierdzić ludzi w ich przekonaniach. W opinii wójta gminy Gniewino powstanie elektrowni byłoby szansą dla regionu i mieszkańców, a także dla nauki.

Tab. 2. Ranking lokalizacji elektrowni jądrowych w Polsce [9]

Lokalizacja	Kryterium oceny																	SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Bełchatów	0,3	2,0	3,0	4,5	1,0	3,0	3,0	5,0	2,8	5,0	3,0	4,5	5,0	5,0	3,0	b.d.	3,0	53,1
Chełmno	2,0	3,0	5,0	5,0	4,0	2,0	3,0	2,0	2,0	3,0	1,0	4,7	0,0	3,0	2,5	b.d.	0,0	42,2
Choczewo	2,3	4,0	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0	2,0	3,2	0,0	3,0	4,5	5,0	2,0	1,5	b.d.	0,0	51,0
Chotcza	2,0	3,0	5,0	4,5	1,0	5,0	3,0	5,0	2,2	5,0	3,0	4,4	5,0	0,0	1,5	b.d.	0,0	49,6
Dębogóra	1,3	4,0	5,0	4,0	1,0	5,0	3,0	2,0	2,6	0,0	3,0	4,8	0,0	3,0	4,5	b.d.	3,0	46,2
Gościeradów	2,7	3,0	5,0	4,5	1,0	5,0	3,0	1,0	3,0	0,0	3,0	4,4	0,0	3,0	2,0	b.d.	3,0	43,6
Karolewo	1,7	4,0	5,0	5,0	4,0	5,0	4,0	3,0	1,6	0,0	3,0	4,5	0,0	2,0	2,0	b.d.	0,0	44,8
Kopań	2,0	3,0	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0	2,0	2,6	0,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	55,8
Kozienice	1,7	4,0	5,0	5,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,7	5,0	5,0	3,0	b.d.	0,0	48,2
Krzymów	1,3	4,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,7	5,0	5,0	4,0	b.d.	3,0	48,8
Krzywiec	1,3	5,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,2	3,0	3,0	4,5	0,0	5,0	4,0	b.d.	3,0	49,0
Lisowo	1,3	3,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	4,5	0,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	44,8
Lubiatowo-Kopalino	2,0	3,0	5,0	3,5	5,0	5,0	5,0	1,0	3,0	0,0	3,0	4,7	0,0	2,0	2,0	b.d.	3,0	47,2
Małkinia	3,3	5,0	5,0	5,0	1,0	5,0	3,0	0,0	3,4	0,0	3,0	4,4	5,0	5,0	1,0	b.d.	0,0	49,1
Nieszawa	1,7	3,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,6	3,0	1,0	4,7	5,0	3,0	3,0	b.d.	3,0	52,0
Nowe Miasto	2,7	4,0	5,0	4,5	1,0	5,0	4,0	5,0	3,2	5,0	3,0	1,9	5,0	3,0	3,0	b.d.	0,0	55,3
Pątnów	1,3	3,0	5,0	5,0	0,0	3,0	4,0	0,0	2,6	0,0	3,0	4,7	0,0	5,0	3,0	b.d.	0,0	39,6
Pniewo	1,3	5,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	47,9
Pniewo-Krajnik	1,3	5,0	5,0	2,0	1,0	5,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	47,9
Podlasie (brak wskazania)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	b.d.	0,0	0,0
Połaniec	2,0	3,0	4,0	3,0	1,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	4,7	5,0	3,0	3,0	b.d.	3,0	49,7
Stepnica-1	1,0	3,0	4,0	2,5	1,0	5,0	4,0	0,0	3,0	0,0	2,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	45,3
Stepnica-2	1,0	3,0	4,0	2,5	1,0	5,0	4,0	0,0	3,0	0,0	2,0	4,8	5,0	3,0	4,0	b.d.	3,0	45,3
Tczew	4,0	4,0	5,0	1,5	4,0	3,0	3,0	1,0	2,0	3,0	3,0	4,8	5,0	5,0	3,5	b.d.	0,0	51,8
Warta-Klempicz	4,3	4,0	5,0	4,5	1,0	5,0	3,0	2,0	3,4	3,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,0	b.d.	5,0	59,9
Wiechowo	1,3	4,0	4,0	4,0	0,0	5,0	3,0	1,0	3,0	3,0	3,0	4,4	0,0	3,0	3,5	b.d.	3,0	45,2
Wyszków	3,0	5,0	5,0	5,0	1,0	3,0	3,0	0,0	2,8	0,0	3,0	4,7	5,0	5,0	2,5	b.d.	0,0	48,0
Żarnowiec	4,7	4,0	5,0	3,5	0,0	5,0	5,0	5,0	3,2	5,0	3,0	4,7	5,0	3,0	4,5	b.d.	5,0	65,6

Tereny przeznaczone pod budowę elektrowni jądrowej jeszcze do niedawna należały do Pomorskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej (PSSE). W lutym 2010 roku spółka Energa Invest, należąca do gdańskiej grupy energetycznej Energa S.A. (Skarb Państwa jest w posiadaniu prawie 88% akcji tej spółki), zakupiła ten teren z przeznaczeniem pod budowę elektrowni gazowej. Zarówno władze PSSE, jak i Energi S.A. twierdzą, iż w przypadku wskazania Żarnowca jako lokalizacji elektrowni jądrowej grunt będący przedmiotem transakcji zostanie bez przeszkód udostępniony na ten cel. W związku z tym, że do końca roku 2010 Ministerstwo Skarbu Państwa chce sprzedać ok. 83% akcji Energi S.A., jeden z pięciu inwestorów zainteresowanych przejęciem gdańskiego koncernu i jednocześnie główny inwestor budowy pierwszych elektrowni jądrowych w Polsce, Polska Grupa

Energetyczna S.A., podał informację, iż jest w stanie kupić ww. akcje za gotówkę (ok. 6–8 mld zł). Będąc w posiadaniu większości akcji obecnego właściciela gruntów przeznaczonych pod elektrownię jądrową w Żarnowcu, PGE znacząco przyspieszy proces rozpoczęcia budowy elektrowni jądrowej.

Dostępny teren powinien wystarczyć do wybudowania dwóch bloków energetycznych. Wyposażenie w infrastrukturę techniczną (ujęcia wody głębinowej, sieć wodno-kanalizacyjna, sieć energetyczna, sieć drogowa przystosowana do transportu ładunków ponadnormatywnych), jak również znajdująca się niedaleko stacja elektroenergetyczna 400/110 kV Żarnowiec są dodatkowymi atutami przemawiającymi za tym, aby pierwsza elektrownia jądrowa powstała w Żarnowcu. Uruchomienie tak dużego źródła energii elektrycznej w północnej części Polski zdecydowanie poprawiłoby warunki pracy sieci przesyłowej, zmniejszyło straty przesyłowe oraz polepszyło niezawodność zasilania odbiorców.

Obecnie największym problemem dotyczącym wspomnianej lokalizacji jest kwestia chłodzenia bloków jądrowych. Analizy wskazują, iż woda z Jeziora Żarnowieckiego wystarczy na chłodzenie tylko jednego dużego bloku energetycznego. Dla porównania, druga w rankingu lokalizacja Warta-Klempicz charakteryzuje się możliwością chłodzenia ponad trzech bloków z reaktorami klasy EPR (ponad 8000 MJ/s). Zastosowanie hybrydowych układów chłodzenia z wykorzystaniem chłodni wentylatorowych wiązać się będzie ze zwiększonym zużyciem energii na potrzeby własne, a gabaryty tych chłodni znacząco zwiększą powierzchnię zajmowaną przez elektrownię. Rozważane jest również wybudowanie kanału lub rurociągów, które umożliwiłyby chłodzenie z wykorzystaniem wody morskiej, jednak pomysł ten wymaga wielkich nakładów finansowych [10].

Ranking rozważanych lokalizacji elektrowni jądrowych z uwzględnieniem wcześniej opisanych kryteriów przedstawiono w tab. 2.

## 4. MEMORANDA DOTYCZĄCE WSPÓŁPRACY W ZAKRESIE ENERGETYKI JĄDROWEJ

### 4.1. Reaktory jądrowe proponowane do zastosowania w Polsce

Planowane przez PGE wybudowanie w 2020 roku pierwszej elektrowni jądrowej, a po dwóch, trzech latach kolejnej, wiązać się będzie z koniecznością wyboru nie tylko odpowiedniej lokalizacji, ale również odpowiedniej technologii. Zgodnie z wymogami Unii Europejskiej, które kładą największy nacisk na bezpieczeństwo, Polska może wybrać reaktory wyłącznie III lub III+ generacji, a więc o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa. Proponowane rozwiązania spełniają z dużym zapasem stawiane obecnie wymogi bezpieczeństwa. Zestawiono je w tab. 3.

Obecnie największe szanse na realizację mają technologie firmy Areva, Westinghouse oraz GE Hitachi. PGE utworzyła trzy zespoły, z których każdy analizuje jedno ze wspomnianych rozwiązań pod kątem technicznych, ekonomicznych i prawnych możliwości budowy elektrowni jądrowej w Polsce. Wyniki analiz mają pojawić się w lipcu 2010 roku [11].

Tab. 3. Reaktory jądrowe III i III+ generacji możliwe do wybudowania w Polsce [11]

Miejsce produkcji	Nazwa reaktora	Firma produkująca reaktor
Francja	EPR-1650 (European Pressurized Reactor)	Areva
USA	AP-1000 (Advanced Pressurized)	Westinghouse Electric Company LLC
USA	ESBWR-1550 (European Simplified Boiling Water Reactor)	General Electric – Hitachi
Rosja	WWER-1200/1500 (Wodiano-Wodianyj Energeticzeskij Reaktor)	Gidropress
Japonia – USA	APWR-1500 (Advanced Pressurized Water Reactor)	Westinghouse Electric Company LLC – Mitsubishi
Korea Płd.	APR-1400 (Advanced Pressurized Reactor)	Korea Electric Power Corp.



## 4.2. Badanie infrastruktury jądrowej w Polsce przez IAEA

W dniach 27–29 kwietnia 2010 roku do Polski przybyła delegacja ekspertów z Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w celu przeprowadzenia Zintegrowanej Misji Przeglądu Infrastruktury (Integrated Nuclear Infrastructure Review – INIR). Eksperci spotkali się z pełnomocnikiem rządu ds. polskiej energetyki jądrowej oraz z przedstawicielami dwudziestu trzech instytucji reprezentujących administrację rządową, instytuty badawcze, firmy energetyczne oraz uczelnie wyższe.

Delegacja IAEA, mająca w swoim składzie m.in. eksperta bezpieczeństwa jądrowego oraz eksperta prawnego, pozytywnie oceniła wszelkie prace związane z wdrożeniem energetyki jądrowej w Polsce. Podkreślono, iż Polska powinna wzmocnić kadre Państwowej Agencji Atomistyki oraz zwiększyć zakres działań i odpowiedzialności Polskiej Grupy Energetycznej.

Celem wizyty była wstępna ocena prac dotyczących wdrożenia Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Miała ona charakter przeglądowo-informacyjny, natomiast ostateczna dokładna ocena i weryfikacja wszelkich działań odbędzie się na początku 2011 roku [12].

## 4.3. Reaktor EPR

Memorandum w sprawie współpracy z francuskimi firmami Areva oraz EdF podpisano już 17 listopada 2009 roku. Było to pierwsze tego typu porozumienie zawarte przez PGE. Zadeklarowano wówczas chęć długoterminowej współpracy z Polską, zaproponowano zbadanie możliwości wybudowania w Polsce reaktora wodno-ciśnieniowego w wersji udoskonalonej – EPR oraz potwierdzono informację o uruchomieniu programu certyfikacji polskich wykonawców i dostawców związanych z energetyką [17].

Prace nad reaktorem EPR rozpoczęły w 1992 roku firmy Areva, Framatome ANP Inc. oraz Siemens. Następnie do projektu dołączyło francuskie przedsiębiorstwo zajmujące się dostarczaniem energii elektrycznej EdF (Électricité de France) oraz grupa najważniejszych niemieckich operatorów energetycznych. Projekt ten opierał się głównie na doświadczeniu uzyskanym podczas pracy reaktorów francuskich N4 oraz niemieckich serii KONVOI. Proponowane przez firmę Areva reaktory EPR jako jedyne spełniają wszelkie wymagania dotyczące bezpieczeństwa elektrowni jądrowej w Europie (European Utility Requirements).

Moc elektryczna (brutto) bloku jądrowego z reaktorem EPR może dochodzić do 1600 MW. Wydłużając czas eksploatacji (ponad 60 lat) i zwiększając dyspozycyjność bloku (do 92%), uzyskano jednostki wytwórcze o jednym z najniższych kosztów wytwarzania energii elektrycznej. W porównaniu ze starszymi typami reaktorów skrócił się czas budowy bloku, przez co zmniejszył się okres zwrotu nakładów na elektrownię.

Dzięki zwiększeniu stopnia wypalenia paliwa i zmniejszeniu wielkości dawek promieniowania przyjmowanych przez personel oraz emitowanych na zewnątrz elektrowni reaktor EPR wytwarza mniej wysokoaktywnych odpadów promieniotwórczych i jest dużo bardziej przyjazny środowisku. Po wprowadzeniu pasywnych układów bezpieczeństwa i ograniczeniu liczby możliwych awarii w znacznym stopniu zwiększono stopień bezpieczeństwa elektrowni [13].

## 4.4. Reaktor ESBWR

Memorandum w sprawie współpracy z amerykańsko-japońskim koncernem GE Hitachi Nuclear Energy Americas (GEH) podpisano 1 marca 2010 roku. Porozumienie ma na celu stworzenie studium wykonalności proponowanych przez GEH reaktorów: ABWR oraz ESBWR. GEH nawiązał również współpracę z Politechniką Warszawską (PW) i innymi ośrodkami akademickimi w Polsce. PW otrzymała pięć licencji na oprogramowanie GateCycle, które pozwala na modelowanie bilansu cieplnego w turbinach parowych instalowanych w elektrowniach jądrowych z reaktorami ESBWR, co z kolei przełoży się na wykształcenie młodych inżynierów, którzy będą potrafili doskonale obsługiwać oraz szybko identyfikować i usuwać problemy energetyczne elektrowni jądrowej. 27 maja 2010 roku GEH podpisał również umowę ze spółką SNGLavalin Polska (dostawca usług inżynierskich), aby jeszcze lepiej rozwijać współpracę w dziedzinie energetyki jądrowej.

Reaktor typu ESBWR zbudowany został przez General Electric i zarejestrowany w grudniu 2005 roku przez amerykański Urząd Dozoru Jądrowego (United States Nuclear Regulatory Commission – NRC). Powstał on na podstawie uproszczonego wodnego reaktora wrzącego SBWR. Obecnie reaktory typu BWR (reaktory wodne wrzące) zajmują drugie miejsce wśród technologii jądrowych na świecie.

Uproszczono układy bloku elektrowni, zmniejszono liczbę osób koniecznych do obsługi oraz utrzymania ruchu, zredukowano dawki promieniowania i ilość niskoaktywnych odpadów. Zmniejszono również wielkość budynków i uproszczono konstrukcję całego bloku, a co za tym idzie, skrócono czas budowy elektrowni jądrowej



(42 miesiące od rozpoczęcia prac betonowych dla konstrukcji zbiornika bezpieczeństwa do pierwszego załadunku paliwa), czyli zmniejszono koszty i poprawiono warunki zwrotu kapitału dla inwestorów. Zwiększając wysokość zbiornika reaktora i zmniejszając wysokość elementów paliwowych, zrealizowano naturalną cyrkulację, dzięki czemu uniknięto stosowania pomp recyrkulacyjnych. Poprzez wprowadzenie układów pasywnych usunięto pompy układów bezpieczeństwa (wyeliminowano kolejne czynniki mogące przyczynić się do awarii). Zmniejszono prawdopodobieństwo uszkodzenia rdzenia do  $3 \times 10^{-8}$ . Moc reaktorów ESBWR (4500 MW mocy cieplnej, 1550 MW mocy elektrycznej) wzrosła w stosunku do reaktorów ABWR o ok. 15% (zwiększono rdzeń i liczbę elementów paliwowych) [15].

#### 4.5. Reaktor AP-1000

Memorandum w sprawie współpracy z amerykańską firmą Westinghouse Electric Company LLC podpisano 27 kwietnia 2010 roku. Nawiązano porozumienie, którego głównym założeniem jest zbadanie możliwości zastosowania w Polsce reaktorów jądrowych AP-1000. Zaznaczono, iż oferowany przez amerykańską firmę produkt jest jedynym reaktorem generacji III+, którego projekt uzyskał certyfikat amerykańskiej Komisji Dozoru Jądrowego (NRC), a organizacja European Utility Requirements (EUR) potwierdziła zgodność reaktora AP-1000 ze swoimi wytycznymi, co pozwala na wdrażanie tej technologii w Europie.

Projektowanie reaktora AP-1000 rozpoczęto pod koniec lat 80. w momencie, gdy zaczął powstawać w USA bardzo istotny dla energetyki jądrowej dokument URD (Advanced Light Water Reactor Utility Requirements Document – dokument wymagań stawianych zaawansowanym reaktorom lekkowodnym przez towarzystwa energetyczne). Zostały tam zapisane wymagania projektowe oraz zasady polityki amerykańskich towarzystw elektroenergetycznych wobec następnej generacji elektrowni jądrowych w USA, które później przyjęte zostały przez NRC. W marcu 2002 roku Westinghouse złożył wniosek do NRC o zatwierdzenie projektu AP-1000, natomiast w grudniu 2005 roku został on zatwierdzony i uzyskał licencję na okres 15 lat.

Wzorując się na reaktorze AP600 oraz korzystając ze sprawdzonych rozwiązań, położono nacisk na zapewnienie wysokiego stopnia niezawodności i bezpieczeństwa. Zmniejszono gęstość mocy w rdzeniu i zwiększono ilość wody w zbiorniku reaktora. Skupiono się na maksymalnym uproszczeniu konstrukcji, wprowadzeniu modularnej budowy i zastosowaniu pasywnych układów bezpieczeństwa. Systemy bezpieczeństwa nie korzystają z aktywnych elementów (np. pompy, wentylatory, generatory Diesla), które wymagane są wyłącznie do zmniejszenia skutków awarii projektowej, lecz zastąpiono je układami pasywnymi, których działanie polega na wykorzystaniu naturalnych sił grawitacji, ciśnienia sprężonych gazów lub naturalnej cyrkulacji. Modularna budowa pozwala na wytworzenie wszystkich 350 modułów w stoczniach czy fabrykach, a wysłane na plac budowy pozwalają na zbudowanie całej konstrukcji nawet w ciągu 45 miesięcy. Bloki jądrowe z tymi reaktorami charakteryzują się mocą elektryczną (brutto) na poziomie 1100 MW [14].

## 5. PODSUMOWANIE

Z obwieszczenia ministra gospodarki i pracy w sprawie polityki energetycznej państwa do 2030 roku wynika, że do 2030 roku roczne zapotrzebowanie na energię elektryczną brutto w Polsce przekroczy 200 TWh, natomiast zainstalowana moc elektryczna w krajowym systemie elektroenergetycznym powinna osiągnąć poziom 52 GW. W związku ze zużyciem technicznym najstarszych bloków energetycznych (prawie 60% mocy wytwórczych w Polsce pochodzi sprzed co najmniej 30 lat) oraz w wyniku nieopłacalności ekonomicznej zmodernizowania pozostałych (w celu ograniczenia emisji substancji szkodliwych), niezbędne będzie wyłączenie z eksploatacji ponad 13 GW eksploatowanej obecnie mocy. Wynika z tego, że do 2030 roku konieczne będzie uruchomienie nowych jednostek wytwórczych o mocy ponad 30 GW, czyli na przestrzeni ok. 20 lat Polska powinna teoretycznie podwoić zainstalowaną obecnie moc wytwórczą [18].

Zgodnie z ekspertyzą Europejskiego Centrum Energii Odnawialnej pt. „Ekonomiczne i prawne aspekty wykorzystania odnawialnych źródeł energii w Polsce” (ECBREC, 2000) potencjał techniczny odnawialnych źródeł energii w Polsce szacuje się na ok. 2500 PJ/a, ale aby móc go w pełni wykorzystać, należałoby „stworzyć odpowiednie warunki sprzyjające ich rozwojowi, zwiększyć nakłady finansowe na badania i rozwój technologii oraz stworzyć system dofinansowania przedsięwzięć z zakresu odnawialnych źródeł energii” [16]. Wszystko to sprawia, że energia ze źródeł odnawialnych staje się dużo droższa od energii jądrowej oraz konwencjonalnej (opartej na węglu), a jej wytwarzanie spotyka się często z wieloma trudnościami.



Uruchomienie elektrowni jądrowych i zmniejszenie udziału elektrowni węglowych w całkowitym bilansie energetycznym znacznie zredukuje ilość uwalnianych do środowiska szkodliwych zanieczyszczeń i zmniejszy koszty wytwarzania energii. Przewidywany udział poszczególnych źródeł energii elektrycznej w Polsce do roku 2030 przedstawiony został w tab. 4. Prognozuje się wzrost udziału energii odnawialnej, ale tylko do 2025 roku. Następnie udział energetyki jądrowej (najtańszego źródła energii elektrycznej) oraz gazowej ma być na tyle wysoki, że wykorzystanie źródeł energii odnawialnej spadnie [18, 19, 20].

Tab. 4. Struktura mocy energii elektrycznej do 2030 roku [9]

Rok	Węgiel	Gaz ziemny	Energia jądrowa	Elektrownie wodne pompowe	Odnawialne
2006	90,5%	2,2%	0,0%	4,0%	3,3%
2010	88,4%	2,1%	0,0%	3,9%	5,7%
2015	80,8%	3,2%	0,0%	3,5%	12,4%
2020	70,1%	3,7%	3,6%	3,2%	19,5%
2025	62,7%	4,7%	6,7%	2,9%	23,0%
2030	58,1%	7,2%	9,3%	2,7%	22,7%

Na najbliższe dziesięciolecie planowane jest uruchomienie we wschodniej części Europy pięciu bloków jądrowych. Pierwszy w 2016 roku w Niemanie (obwód kaliningradzki), następnie na Litwie, Białorusi, a dopiero później w Polsce. Należy zatem liczyć się z ofertą udziału w budowie tych elektrowni oraz ofertą sprzedaży energii elektrycznej z tych elektrowni na nasz rynek. Stanowiąc to będzie konkurencją dla krajowej energetyki jądrowej. W celu sprostania tym wyzwaniom i jednocześnie uniezależnienia się od importu energii elektrycznej z zagranicy wydaje się ze wszech miar uzasadnione konsekwentne wdrażanie zaproponowanego w 2009 roku programu rozwoju polskiej energetyki jądrowej i uruchomienie pierwszej elektrowni jądrowej w 2020 roku [21].

## BIBLIOGRAFIA

1. Energetyka jądrowa w PRL – plany, <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/plany-ej-do-1990.html>.
2. Energetyka jądrowa w Polsce, [http://atom.edu.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=73&Itemid=73#plany](http://atom.edu.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=73&Itemid=73#plany).
3. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 roku, Prawo atomowe (Tekst jednolity: Dz. U. z 2004, nr 161, poz. 1689), Departament Prawny Państwowej Agencji Atomistyki.
4. Ciepela D., Trwają zmiany prawne umożliwiające rozwój energetyki jądrowej, [http://energetykawnp.pl/trwaja-zmiany-prawne-umozliwiajace-rozwoj-energetyki-jadrowej,100700\\_1\\_0\\_0.html](http://energetykawnp.pl/trwaja-zmiany-prawne-umozliwiajace-rozwoj-energetyki-jadrowej,100700_1_0_0.html).
5. Założenia do projektu ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz o zmianie niektórych innych ustaw, wersja z 4 maja 2010, <http://www.paa.gov.pl/dokumenty/legislacja/zalozenia2.pdf>.
6. Stefaniak P., Będzie nowa dyrektywa składowania odpadów wypalonego paliwa jądrowego, [http://energetykawnp.pl/bedzie-nowa-dyrektywa-skladowania-odpadow-wypalonego-paliwa-jadrowego,105056\\_1\\_0\\_0.html](http://energetykawnp.pl/bedzie-nowa-dyrektywa-skladowania-odpadow-wypalonego-paliwa-jadrowego,105056_1_0_0.html).
7. IECM 2009, Shared, regional repositories: developing a practical implementation strategy, [http://www.arius-world.org/pages/pdf\\_2009/02\\_ICEM\\_2009\\_SAPIERR.pdf](http://www.arius-world.org/pages/pdf_2009/02_ICEM_2009_SAPIERR.pdf).
8. Decyzja rządu w sprawie założeń do projektu ustawy o zmianie ustawy Prawo atomowe oraz o zmianie niektórych innych ustaw, stanowiących transpozycję Dyrektywy Rady 2009/71/Euratom z 25 czerwca 2009, ustanawiającej wspólnotowe ramy bezpieczeństwa jądrowego obiektów jądrowych, przedłożone przez ministra środowiska, [http://www.premier.gov.pl/rzad/decyzje\\_rzadu/id:4972/](http://www.premier.gov.pl/rzad/decyzje_rzadu/id:4972/).
9. Ekspertyza na temat kryteriów lokalizacji elektrowni jądrowych oraz wstępna ocena uzgodnionych lokalizacji, [http://www.ptf.ps.pl/pliki/Prezentacja\\_Lok\\_EJ\\_1.pdf](http://www.ptf.ps.pl/pliki/Prezentacja_Lok_EJ_1.pdf).
10. Kiełbasa W., Lokalizacja elektrowni jądrowych w Polsce, II Szkoła Energetyki Jądrowej, 3–5 listopada 2009, Warszawa.
11. PGE wybierze technologię i partnera do budowy elektrowni jądrowej do końca 2013 roku, <http://www.cire.pl/item47026,1.html>.
12. MAEA bada infrastrukturę jądrową w Polsce, <http://beta.mg.gov.pl/node/10351>.
13. Debontride B., Design of EPR, Areva Framatome ANP Inc., France 2006.
14. Doehnert B., Design of the AP 1000 Power Reactor, Westinghouse Electric, Belgium 2006.
15. Hinds D., Maslak C., Next-generation nuclear energy: The ESBWR, *Nuclear News*, January 2006.
16. Ministerstwo Środowiska, Strategia rozwoju energetyki odnawialnej, Warszawa, Wrzesień 2000.
17. Raport bieżący nr 13/2009, Podpisanie Memorandum w sprawie rozpoczęcia współpracy w zakresie energii jądrowej z EDF, [http://www.pgesa.pl/pl/relacjeinwestorskie/raportybiezace/2009/strony/rbnr13\\_2009.aspx](http://www.pgesa.pl/pl/relacjeinwestorskie/raportybiezace/2009/strony/rbnr13_2009.aspx).
18. Marecki J., Perspektywy rozwoju energetyki jądrowej w Polsce, Warszawa 23.01.2007.
19. Marecki J., Duda M., Dlaczego istnieje w Polsce konieczność budowy elektrowni jądrowych, Materiały konferencyjne. Elektrownie jądrowe dla Polski, Warszawa, czerwiec 2006.
20. Strupczewski A., Jaworska K., Patrycy A., Saniewski G., Czemu potrzebujemy energetyki jądrowej w Polsce, *Biuletyn Miesięczny PSE*, 04/07, s. 4–15, 2007.
21. Po wyborach Rosja zaproponuje Polsce udział w budowie bałtyckiej elektrowni jądrowej, <http://www.cire.pl/item,47210,1,0,0,0,0,0,po-wyborach-rosja-zaproponuje-polsce-udzial-w-budowie-baltyckiej-elektrowni-jadrowej.html>.