



You have downloaded a document from
RE-BUS
repository of the University of Silesia in Katowice

Title: Stan i perspektywy energetyki jądrowej w Polsce

Author: Włodzimierz Wątor

Citation style: Wątor Włodzimierz. (2020). Stan i perspektywy energetyki jądrowej w Polsce. W: T. Kubin, J. Łapaj-Kucharska, T. Okraska (red.), "Wokół teoretycznych i praktycznych aspektów stosunków międzynarodowych : księga jubileuszowa dedykowana Profesorowi Mieczysławowi Stolarczykowi" (S. 482-496). Katowice : Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego



Uznanie autorstwa - Na tych samych warunkach - Licencja ta pozwala na kopiowanie, zmienianie, rozprowadzanie, przedstawianie i wykonywanie utworu tak długo, jak tylko na utwory zależne będzie udzielana taka sama licencja.



UNIwersYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Stan i perspektywy energetyki jądrowej w Polsce

W ogłoszonym pod koniec 2018 roku projekcie dokumentu Polityka energetyczna Polski do 2040 roku jako jeden z kierunków wyznaczających długofalowe działania polskiego sektora energetycznego wymieniono wdrożenie energetyki jądrowej. Sama idea nie jest nowa – aktualnie na świecie czynnych jest 448 reaktorów jądrowych, a 56 jest budowanych. Szacuje się, że od początku istnienia energetyki jądrowej wszystkie reaktory przepracowały do tej pory ok. 17,4 tys. reaktorolat¹.

Jednak w Polsce dotychczasowe plany budowy elektrowni jądrowej napotykały trudności nie do przeczygnięcia. Czy obecna zapowiedź rozwoju energetyki jądrowej ma szanse powodzenia, a jeśli tak, to jakie czynniki będą determinować realizację tych planów? Pytania te, wyznaczające oś rozważań badawczych, są zarazem zbieżne z celem artykułu, którym jest przedstawienie wybranych uwarunkowań zakładanego rozwoju energetyki jądrowej w Polsce.

Na decyzję dotyczącą wyboru tematu niniejszego opracowania publikowanego w księdze pamiątkowej dedykowanej Panu Profesorowi Mieczysławowi Stolarczykowi wpływ miała niewątpliwa aktualność tego zagadnienia oraz jego interdyscyplinarność łącząca nie tylko różnorodne rodzaje dyscyplin inżynierii, ale także zagadnienia będące domeną nauk o polityce, bezpieczeństwie, ekonomii, zdrowiu i innych.

W tym miejscu pragnę złożyć Panu Profesorowi podziękowanie za życzliwość i serdeczność, a także za przekazanie cennych uwag, które wzbogaciły moje doświadczenie życiowe i zawodowe.

¹ A. MIKUŁSKI: *Energetyka jądrowa na świecie i w Polsce w 2017 roku*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 14.

Trendy w światowej energetyce jądrowej

Elektrownie jądrowe działają obecnie w 31 państwach, z czego 14 to państwa należące do Unii Europejskiej. Wytwarzana w nich energia elektryczna pokrywa ok. 11% światowego zapotrzebowania na elektryczność (w UE wskaźnik ten wynosi 25%). Światowymi potentatami w tej dziedzinie są kraje tzw. wielkiej piątki: Stany Zjednoczone, Francja, Chiny, Rosja i Korea Północna, gdzie wytwarza się ok. 70% światowej energii elektrycznej otrzymywanej w wyniku rozpadu jąder atomów². W bilansie tym największy udział mają Stany Zjednoczone oraz Francja – ok. 48% produkcji (we Francji aż 3/4 zużywanej energii elektrycznej pochodzi z tego źródła). W 15 państwach kontynuowana jest budowa kolejnych 56 reaktorów. Programy rozwoju energetyki jądrowej najintensywniej rozwijane są w Chinach, Rosji, Indiach, Korei Południowej oraz Zjednoczonych Emiratach Arabskich³.

Warto podkreślić, że energetyka jądrowa stanowi jedynie część struktury wytwarzania tzw. *energy-mix* (mieszanki energetycznej). Poszczególne państwa, uwzględniając m.in. dostępność surowców, uwarunkowania ekonomiczne oraz własne doświadczenia, dążą do wypracowania optymalnego modelu sektora energetycznego. Oto przykłady rozwiązań dotyczących energetyki jądrowej oraz aktualny stan realizacji inwestycji z tego obszaru, ograniczone do wybranych państw europejskich:

- Słowacja – realizuje, z opóźnieniem, ukończenie dwóch bloków typu WWER-440 w elektrowni jądrowej w Mochovcach. Pierwsze dwa bloki uruchomiono w roku 1998 i 2000.
- Czechy – rozważają decyzję rozbudowy elektrowni jądrowej w Temelinie.
- Węgry – podjęły decyzję o rozbudowie elektrowni jądrowej Paks o dalsze dwa bloki WWER-1200. Początek budowy planowany jest na 2020 rok. Jej koszt ma zostać sfinansowany poprzez pożyczkę z Rosji.
- Ukraina – posiada nową strategię energetyczną uchwaloną w 2017 roku, zgodnie z którą udział energii jądrowej w produkowanej w kraju energii do roku 2025 ma wynieść ok. 50%.
- Rosja – uruchomiła dwa reaktory typu WWER (1000 i 1200) w elektrowniach Rostów i Leningrad. Kontynuuje prace nad pierwszą pływającą elektrownią jądrową (Akademik Łomonosow). Rosja jest zaangażowana

2 M.P. SIKORA: *Energetyka jądrowa na świecie – stan w końcu 2018 r.* „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” 2018, nr 4, s. 22.

3 *Raport: Na świecie powstaje 56 nowych bloków jądrowych.* 16.03.2018. Biznes Alert. <http://biznesalert.pl/raport-na-swiecie-powstaje-56-nowych-blokow-jadrowych/> [data dostępu: 17.08.2019].

- w budowę i projektowanie elektrowni jądrowych w wielu państwach: w Bangladeszu, Białorusi, Indiach, Iranie, Turcji i na Węgrzech.
- Białoruś – kontynuuje budowę dwóch bloków typu WWER-1200 w elektrowni Ostrowiec (ok. 50 km od Wilna)⁴.
 - Niemcy oraz Hiszpania – deklarują chęć zamknięcia swoich elektrowni jądrowych (odpowiednio do 2022 i 2036 roku)⁵.

Żarnowiec – niedokończona inwestycja

Wykorzystanie energii jądrowej w produkcji elektryczności rozpoczęło się w latach 50. XX wieku. W 1949 roku w Idaho Falls w Stanach Zjednoczonych skonstruowano w tym celu pierwszy reaktor. Pierwszą doświadczalną elektrownię jądrową uruchomiono w 1954 roku w Obnińsku niedaleko Moskwy, a dwa lata później w Calder Hall w Wielkiej Brytanii powstała siłownia przemysłowa⁶. Rozwój sektora jądrowego przyniósł lata 70. ubiegłego stulecia, do czego przyczynił się kryzys naftowy zapoczątkowany w 1973 roku.

W Polsce pierwsze plany budowy elektrowni jądrowej powstały na przełomie lat 50. i 60. XX wieku. Badania prowadzone w następnych latach, w kilkunastu branych pod uwagę miejscach, miały na celu wybór jak najkorzystniejszej lokalizacji obiektu, przy czym duże znaczenie przykładano do zaludnienia okolicznych terenów, a także do warunków geologicznych, sejsmicznych, hydrologicznych i meteorologicznych. Czynniki te również obecnie uważane są za decydujące przy wyborze miejsca budowy elektrowni⁷. Ostatecznie Komisja Planowania przy Radzie Ministrów jako miejsce budowy pierwszej polskiej elektrowni jądrowej zatwierdziła nieistniejącą już wówczas wieś Kartoszyno nad Jeziorem Żarnowieckim (Pomorze), które dało nazwę przyszłej elektrowni. Już wtedy zakładano, że w Polsce docelowo powinny funkcjonować

4 A. MIKULSKI: *Energetyka jądrowa na świecie i w Polsce...*, s. 10–12.

5 M.P. SIKORA: *Energetyka jądrowa na świecie...*, s. 27.

6 M. HOŁDYŃSKA, T. OLKUSKI: *Obecny stan energetyki jądrowej w Unii Europejskiej oraz źródła zaopatrzenia w uran*. „Polityka Energetyczna” 2009, z. 2/2, s. 195.

7 Badania lokalizacyjne i środowiskowe dotyczące lokalizacji elektrowni jądrowej na terenie gmin Choczewo, Gniewno i Krokowa obejmowały następujące główne obszary: hydrogeologiczny, geologiczny, monitoringu hydrologicznego wód śródlądowych i morskich, dna morskiego, chemizmu środowiska lądowego, inwentaryzacji przyrodniczej na lądzie, monitoringu radiacyjnego, zanieczyszczeń powietrza. Odpowiedź Ministra Energii na oświadczenie senatora Kazimierza Klejny z 20 lipca 2018 r., nr BPS/043-63-1816/18. Nr DEJ.II.058.10.2018. IK: 252011, s. 4.

dwie elektrownie. Drugi obiekt, o nazwie Warta, planowano zbudować w Klempiczu w Wielkopolsce⁸.

18 stycznia 1982 roku Rada Ministrów podjęła uchwałę o rozpoczęciu budowy dwóch pierwszych bloków energetycznych elektrowni w Żarnowcu, których uruchomienie miało nastąpić w 1989 i 1990 roku. Wybór tej daty (miesiąc po wprowadzeniu stanu wojennego) pośrednio zaważył na dalszych losach budowy. W Polsce pogłębiał się rozdźwięk pomiędzy społeczeństwem a ówczesnymi władzami, brakowało rzetelnej informacji, konsultacje społeczne były utopią. Sprzeciw wobec budowy elektrowni Żarnowiec dodatkowo został spotęgowany przez kryzys wywołany tragedią w Czarnobylu w kwietniu 1986 roku, a szczególnie ukrywanie prawdy o tym zdarzeniu, spóźnione reakcje władz, manipulowanie informacją.

We wrześniu 1990 roku, już po przemianach ustrojowych w kraju, podjęto uchwałę o postawieniu inwestycji w stan likwidacji⁹. W elektrowni Żarnowiec miały docelowo pracować cztery bloki wyposażone w ciśnieniowe reaktory wodne WWER-440 (*wodno-wodjanoj energiticeskij reaktor*). Na ówczesne czasy były to nowoczesne konstrukcje, całkowicie odmienne od reaktora typu czarnobylskiego¹⁰. Stanowiły połączenie rozwiązań rosyjskich, jak m.in. jądrowy układ wytwarzania pary, układy awaryjnego chłodzenia rdzenia, z technologiami zachodnimi. Przykładowo, obudowa bezpieczeństwa reaktora została zaprojektowana i realizowana przez amerykańską firmę Westinghouse, systemy pomiarów i sterowania wykonała firma Siemens¹¹. Zgodnie z zasadami obowiązującymi w ramach RWPG (Rada Wzajemnej Pomocy Gospodarczej) reaktory były produkowane w zakładach Škoda, a wytwornice pary i elementy obiegu chłodzenia w zakładach Vítkovice w Czechosłowacji. Z perspektywy czasu

8 Wybór tego miejsca nastąpił 5 czerwca 1987 roku, a decyzja o rezygnacji z budowy została podjęta 22 kwietnia 1989 roku.

9 Uchwała nr 204 Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 1990 r. w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji. M.P. z 1990 r., nr 49, poz. 373. W grudniu 1990 roku wydano Zarządzenie nr 74/Org/91 Ministra Przemysłu w sprawie likwidacji przedsiębiorstwa państwowego Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie, będące aktem wykonawczym do wspomnianej uchwały.

10 Reaktor RBMK (*reaktor bolszoj mosznosti kanalnyj*) – kanałowy z moderatorem grafitytowym, chłodzony lekką wodą, bez obudowy bezpieczeństwa. Zabezpieczenie w reaktorach tego typu stanowił zbiornik wodny oraz betonowa ściana zbiornika – studnia. Wadą była także duża liczba skomplikowanych kanałów parowo-wodnych oraz konieczność stosowania osłon i pomieszczeń szczelnych wokół elementów obiegu parowo-wodnego. Reaktor tego typu, bardzo nieekonomiczny, umożliwiał wytwarzanie plutonu do celów militarnych. Z tego powodu technologia ta nie została udostępniona przez ZSRR żadnemu państwu. *Informator o wybranych zagadnieniach z energetyki jądrowej*. Warszawa 1996, s. 21–22.

11 W. KIELBASA: *Jak to z Żarnowcem było – refleksja 30 lat po wstrzymaniu budowy*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2019, nr 62, s. 3.

można stwierdzić, że reaktory WWER sprawdziły się. Pracują do tej pory bezawaryjnie w wielu elektrowniach na świecie, m.in. w Finlandii (pierwszy reaktor przekazano do eksploatacji w elektrowni Loviisa w maju 1977 roku), na Ukrainie, Węgrzech, Słowacji, w Czechach oraz Rosji.

O rozmachu inwestycji w Żarnowcu świadczy fakt, że w budowie uczestniczyło ok. 2,6 tys. osób z 70 przedsiębiorstw krajowych¹² i 9 zagranicznych. Oprócz elektrowni budowano infrastrukturę towarzyszącą, m.in. 1,7 tys. mieszkań w Żarnowcu i pobliskich miastach, hotele (ponad 2 tys. miejsc), drogi, bocznice kolejowe, sieci energetyczne i ciepłownicze.

W momencie podjęcia decyzji o likwidacji zaawansowanie budowy w przypadku elektrowni wynosiło 35%, a w przypadku zaplecza (drogi, linie kolejowe, budynki, w tym mieszkalne) – 85%. Bilans strat materialnych szacuje się na ok. 1 mld USD¹³. Należy podkreślić, że zamknięcia budowy dokonano pomimo zainteresowania i deklaracji wsparcia ze strony wielu firm i instytucji europejskich (Siemens, EDF, IVO, Engineering, Komisja Wspólnot Europejskich) i amerykańskich (Westinghouse, rząd Stanów Zjednoczonych)¹⁴. Wysiłku ludzkiego włożonego w niedokończoną inwestycję, a przede wszystkim utraty specjalistów, już przygotowanych do pracy w elektrowni jądrowej¹⁵, nie da się wycenić żadną miarą.

Opóźnienia realizacji Programu polskiej energetyki jądrowej

Do idei wykorzystania energii jądrowej powrócono ponownie po upływie dekady. Możliwość taką zasygnalizował w grudniu 2004 roku ówczesny sekretarz stanu w Ministerstwie Gospodarki i Pracy Jacek Piechota, przy

¹² Wiele elementów zostało wykonanych w przedsiębiorstwach krajowych, np.: turbozespoły w Zamechu w Elblągu, generatory w Domelu we Wrocławiu, wytwornice pary w Rafko w Raciborzu, rurociągi i armatura do nich w Chemarze w Kielcach, zbiorniki awaryjnego chłodzenia reaktora w Metalchemie w Opolu, wymienniki ciepła w Fakopie w Sosnowcu.

¹³ A.Z. HRYNKIEWICZ: *Skąd brać energię?* „Wiedza i Życie” 2000, nr 11. Autor nie podaje źródeł lub sposobu wykonania wyliczeń, jednocześnie twierdzi, że jeden z reaktorów będących na ukończeniu w chwili zaprzestania budowy oddano za symboliczną kwotę Finlandii. W artykule *Jak to z Żarnowcem było...* Władysław Kielbasa wartość poniesionych nakładów (sierpień 1990 rok) szacuje na ok. 500 mln USD, wartość zakończenia I etapu budowy – na 300 mln USD i 400 mln RUB.

¹⁴ W. KIELBASA: *Jak to z Żarnowcem było...*, s. 5.

¹⁵ W Otwocku w latach 1963–1998 istniało jedyne w Polsce Technikum Nukleoniczne przygotowujące kadry średniego szczebla dla atomistyki (Instytutu Badań Jądrowych).

czym wskazał lata 2018–2020 jako przedział czasowy, w którym Polska będzie zmuszona sięgnąć po to rozwiązanie, m.in. dlatego, aby spełnić normy wynikające z konieczności ograniczenia emisji gazów cieplarnianych. W dniu 4 stycznia 2005 roku Rada Ministrów przyjęła dokument Polityka energetyczna dla Polski do 2025 roku, w którym m.in. założono budowę elektrowni jądowej. Uzasadnieniem dla tej koncepcji była przede wszystkim „potrzeba dywersyfikacji nośników energii pierwotnej oraz konieczność ograniczenia emisji gazów cieplarnianych i dwutlenku siarki do atmosfery”¹⁶.

13 stycznia 2009 roku Rząd Rzeczypospolitej Polskiej przyjął uchwałę nr 4/2009 w sprawie działań podejmowanych w zakresie rozwoju energetyki jądowej. W tym czasie zakładano uruchomienie pierwszego bloku elektrowni jądowej w 2020 roku. Jako wstępne lokalizacje przyszłej siłowni jądowej wskazano 9 miejsc, w tym Żarnowiec i Klempicz w Wielkopolsce. Przedsięwzięcie miał koordynować powołany w maju 2009 roku pełnomocnik rządu ds. polskiej energetyki jądowej¹⁷. Rok później w opracowanej przez pełnomocnika aktualizacji harmonogramu Programu rozwoju polskiej energetyki jądowej wprowadzono korektę, zgodnie z którą pierwszy blok energetyczny miał zostać uruchomiony w roku 2022, czyli z dwuletnim opóźnieniem.

18 stycznia 2014 roku Rada Ministrów przyjęła opracowany przez ówczesnego ministra gospodarki (trzy lata po terminie) Program polskiej energetyki jądowej (PPEJ) na lata 2014–2030. Jako argumenty uzasadniające przyjęcie Programu, zakładającego budowę dwóch elektrowni jądowych, wymieniono: zapewnienie długoterminowego bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, utrzymanie cen energii na poziomie akceptowalnym, obniżenie emisji CO₂ oraz innych zanieczyszczeń i pyłów.

Zgodnie z ustawą Prawo atomowe Program jest planem kompleksowych działań związanych z informacją społeczną, naukowo-techniczną i prawną w zakresie energetyki jądowej oraz edukacją¹⁸. PPEJ jest programem wieloletnim¹⁹, zawiera *ex lege*: część prognostyczną obejmującą

¹⁶ Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2005 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2025 r. M.P. z 2005 r., nr 42, poz. 562, s. 1465 (Załącznik 2).

¹⁷ Do zadań pełnomocnika określonych w Uchwale nr 4/2009 Rady Ministrów z dnia 13 stycznia 2009 r. w sprawie działań podejmowanych w zakresie rozwoju energetyki jądowej należało przygotowanie projektu Programu polskiej energetyki jądowej oraz współpraca z Polską Grupą Energetyczną SA przy opracowywaniu i wdrażaniu Programu. W kwietniu 2014 roku ówczesna pełnomocniczka została odwołana, a dwa lata później stanowisko uległo likwidacji.

¹⁸ Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe tj. Dz.U. z 2019 r. poz. 1792 oraz z 2020 r. poz. 284, art. 108.b.

¹⁹ Zgodnie z art. 136 Ustawy z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych (Dz.U. z 2019 r., poz. 869, t.j.): „[...] programy wieloletnie ustanawiane są w celu realizacji

okres nie krótszy niż 20 lat oraz plan działań wykonawczych na okres co najmniej 12 lat. Jednocześnie ustawodawca określił konieczność okresowej (co 4 lata) aktualizacji Programu²⁰.

Długa perspektywa czasowa PPEJ wynika z rzeczywistych uwarunkowań związanych z wdrażaniem energetyki jądrowej na świecie. Według dokumentów Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej średni czas niezbędny na wprowadzenie energetyki jądrowej, który jest uzależniony od poziomu rozwoju danego kraju, wynosi od 10 do 15 lat prac przygotowawczych, włączając w to budowę elektrowni. Budowa samego reaktora zajmuje średnio 58 miesięcy²¹.

O zakresie działań w fazie przygotowawczej Programu może świadczyć to, że tylko w ramach prac legislacyjnych dotychczas wydano ponad 50 rozporządzeń wykonawczych do ustawy Prawo atomowe, które regulują zasady lokalizacji, budowy, eksploatacji, a także likwidacji obiektów jądrowych. Zmiany dotyczą również innych ustaw (i przepisów wykonawczych do nich) w obszarach związanych z energetyką jądrową pośrednio, w tym prawa: energetycznego, budowlanego, ochrony środowiska, zagospodarowania przestrzennego, zamówień publicznych. Całość dopełnia zbiór wytycznych dozoru jądrowego oraz szczegółowych przepisów i norm technicznych, np. dotyczących projektowania i budowy urządzeń, stosowanych materiałów, badań, odbioru technicznego.

Integralną częścią PPEJ jest harmonogram, który początkowo obejmował następujące etapy: etap I (lata 2014–2016) – ustalenie lokalizacji i zwanie kontraktu na dostarczenie wybranej technologii dla pierwszej elektrowni jądrowej; etap II (lata 2017–2018) – wykonanie projektu technicznego i uzyskanie wymaganych decyzji i opinii; etap III (2019–2024) – pozwolenie na budowę i budowa pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej, rozpoczęcie budowy kolejnych bloków, rozruch pierwszego bloku; etap IV (2025–2030) – kontynuacja i rozpoczęcie budowy kolejnych bloków, zakończenie budowy pierwszej elektrowni. Zakończenie budowy drugiej elektrowni planowane było na 2035 rok²².

Jak wynika z prezentowanego zestawienia, poszczególne terminy, w tym jeden z kluczowych, który dotyczy lokalizacji pierwszej elektrowni jądrowej, okazały się nierealne. Według Najwyższej Izby Kontroli

strategii przyjętej przez Radę Ministrów, w tym w zakresie obronności i bezpieczeństwa państwa. [...] Ich realizacja może być podzielona na etapy”.

²⁰ Ibidem, art. 108c.

²¹ Dane z 2017 roku. M.P. SIKORA: *Energetyka jądrowa na świecie...*, s. 22.

²² Załącznik do Uchwały nr 15/2014 Rady Ministrów z dnia 28 stycznia 2014 r. w sprawie programu wieloletniego pod nazwą „Program polskiej energetyki jądrowej”, M.P. z 2014 r., poz. 502, s. 34.

opóźnienia dotyczące realizacji Programu wynoszą przeszło pięć lat²³. Do głównych przyczyn wskazanych w raporcie NIK z marca 2018 roku zaliczono m.in. brak decyzji dotyczących wyboru technologii elektrowni jądrowej, wykonawcy inwestycji oraz modelu finansowania. Podkreślono także, że żaden z kolejnych ministrów właściwych ds. gospodarki, a następnie energii nie skierował do Rady Ministrów wniosku o podjęcie decyzji dotyczących budowy elektrowni jądrowej²⁴. Wydaje się, że to brak decyzji – „jej brak jest najgorszą decyzją”²⁵ – stanowi największą bolączkę polskiej energetyki jądrowej. Prawdopodobnie duży stopień skomplikowania procesu decyzyjnego oraz towarzyszący mu stan niepewności sprawiły, że temat energetyki jądrowej tak rzadko pojawia się w debacie publicznej i jest pomijany w kampaniach wyborczych.

Niezwykłość sytuacji wynika z faktu, że pomimo braku oficjalnej decyzji niektóre zadania I etapu, szczególnie przypisane administracji rządowej, zostały wykonane lub są kontynuowane. Natomiast PGE EJ1 (spółka zarejestrowana w 2010 roku, odpowiedzialna za przygotowanie i prowadzenie budowy elektrowni jądrowej) nie wykonała żadnego z działań przewidzianych dla niej w I etapie.

Dane dotyczące dotychczas poniesionych kosztów związanych z realizacją wybranych zadań związanych z Programem są rozbieżne. Według danych NIK było to 776 mln PLN (lata 2014–2017) oraz 133 mln PLN²⁶ zadeklarowanych przez spółkę PGE EJ1 w latach 2010–2013. Natomiast poseł Tomasz Jaskóła szacuje, że do stycznia 2017 roku dotychczasowe wydatki na realizację PPEJ wyniosły 182 mln PLN²⁷.

Pomimo zapowiedzi aktualizacji Programu polskiej energetyki jądrowej do końca 2018 roku, do tej pory nie zdołano opracować jego nowej wersji wraz z harmonogramem realizacji, uwzględniającym nowe okoliczności. W tej sytuacji źródłem informacji na ten temat pozostaje dokument *Polityka energetyczna Polski do 2040 roku* oraz pojawiające się w debacie publicznej (niezwykle rzadko) wypowiedzi polityków. Wynika z nich, że uruchomienie pierwszego bloku pierwszej elektrowni jądrowej przewidziano na 2033 rok, a do roku 2043 planowane jest oddanie do użytku kolejnych pięć bloków energetycznych²⁸. Do końca roku 2020

23 Dane z marca 2018 roku. Informacja o wynikach kontroli „Realizacja programu Polskiej energetyki jądrowej”. KGP.410.005.00.2017. Nr ewid. 169/2017/P/17/018/KGP, s. 10.

24 Ibidem.

25 Sentencja pochodzi z książki Carlosa G. Vallesa *Sztuka wyboru*.

26 Informacja o wynikach kontroli..., s. 11.

27 Interpelacja poselska nr 9802 w sprawie „Polskiego programu energetyki jądrowej” z dnia 31 stycznia 2017 r.

28 *Polityka energetyczna Polski do 2040 roku*. Projekt. Warszawa 2018, s. 38. Wymienione daty pojawiły się także w wypowiedziach ministra energii Krzysztofa Tchórzew-

ma zapaść ostateczna decyzja (istotna chociażby z uwagi na warunek jej akceptacji przez lokalną społeczność) dotycząca lokalizacji elektrowni jądrowych. Oprócz Żarnowca i Kopalina na Pomorzu, które były już brane pod uwagę, po raz pierwszy wskazano okolice Bełchatowa.

Według planów Ministerstwa Energii w dalszej perspektywie czasowej, oprócz reaktorów w elektrowniach jądrowych, możliwe będzie wykorzystywanie w przemyśle małych reaktorów wysokotemperaturowych (*high temperature reactor* – HTR). Resort energii szacuje, że koszt realizacji programu jądrowego wyniesie 100–135 mld PLN rozłożonych na okres 20–25 lat²⁹.

Postęp, jaki dokonał się w sektorze jądrowym, powoduje, że przy wyborze przyszłej technologii pod uwagę będą brane reaktory tzw. generacji III lub III+. Ich budowę zapoczątkowano w połowie lat 90. ubiegłego wieku. Zastosowane rozwiązania techniczne zapewniają zwiększone bezpieczeństwo eksploatacji oraz konkurencyjność ekonomiczną. Do tej grupy zalicza się reaktory lekkowodne (*advanced light water reactors* – ALWR), reaktory wodne wrzące (*advanced boiling water reactors* – ABWR) oraz europejski reaktor energetyczny (*European pressurized reactor* – EPR). Dalsze modyfikacje doprowadziły do stworzenia rodziny reaktorów III+, reprezentowanej m.in. przez konstrukcje wodne ciśnieniowe AP600 i AP1000 (*advanced pressurized water reactors* – AP), które cechuje wyższy poziom bezpieczeństwa biernego³⁰ oraz zwiększona efektywność ekonomiczna. Przyszłe generacje reaktorów klasy IV, a nawet V znajdują się obecnie w fazie projektowej³¹ i z tego powodu nie mogą być rozpatrywane przy planowaniu Programu.

Państwami, które mają największe doświadczenie w budowie reaktorów i kompletnych elektrowni jądrowych, są: Francja, Stany Zjednoczone, Kanada, Korea Południowa, Chiny, Japonia i Rosja. To spośród nich prawdopodobnie zostanie wyłoniony dostawca przyszłej polskiej siłowni. Zawarte 12 czerwca 2019 roku w Waszyngtonie memorandum o współpracy polsko-amerykańskiej w dziedzinie cywilnego wykorzystania energii jądrowej nie upoważnia do założenia, że w przyszłej polskiej elektrowni jądrowej zainstalowane zostaną reaktory AP1000, będące specjalnością

skiego oraz pełnomocnika rządu ds. strategicznej infrastruktury energetycznej Piotra Naimskiego.

29 Odpowiedź Ministra Energii na interpelację posła Pawła Pudłowskiego z dnia 21 lutego 2019 r., nr K8 INT29493. DEJ.II.058.2.2019. IK:326482, s. 4.

30 Układy bierne nie wymagają zastosowania żadnych elementów ruchomych, a zatem nie wymagają zasilania energią z zewnątrz. W układach tych wykorzystuje się naturalne siły w postaci np. siły grawitacji lub siły wyporu hydrostatycznego.

31 M. KLISIŃSKA, Ł. KOSZUK: *Charakterystyka wybranych typów elektrowni jądrowych generacji III/III+*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 38.

amerykańskiej firmy Westinghouse Electric Company. Negocjacje w sprawie budowy elektrowni jądrowej będą z pewnością długotrwałe i złożone. Dziś wiemy jedynie, że rząd Polski stawia warunek, by wykonawca uczestniczył nie tylko w budowie jednego bloku, ale w całym programie jądrowym (6–9 bloków, których realizacja planowana jest na ok. 20 lat)³².

Przy okazji rozważań o przyszłości energetyki jądrowej nie sposób pominąć kwestii poparcia społecznego dla tego programu. W kwietniu 2018 roku ok. 50% ankietowanych przez CBOS opowiedziało się przeciwko budowie siłowni jądrowej w Polsce. Poparcie wyraziło 34% respondentów, a 16% nie miało zdania. Należy podkreślić, że od 2011 roku wyniki te utrzymują się na podobnym poziomie (odsetek zwolenników energii jądrowej w Polsce w 2011 roku wynosił 40%, w 2013 roku – 35%, w 2016 roku – 38%)³³.

Odmiennie dane przedstawia PGE EJ1 oraz Ministerstwo Energetyki (marzec 2019 roku). Uzyskano je na podstawie badań przeprowadzonych wśród mieszkańców terenów, na których dotychczas planowano budowę elektrowni (pomorskie gminy: Choczewo, Gniewino, Krokowa). Badania te dowodzą, że poparcie dla inwestycji wynosi w tych gminach 66%³⁴.

Ogólne wymogi bezpieczeństwa jądrowego

Zasada działania elektrowni jądrowej jest zbliżona do zasady działania elektrowni opalanej węglem. Główna różnica polega na sposobie wytwarzania ciepła. W elektrowni klasycznej powstaje ono w procesie spalania węgla, natomiast w elektrowni jądrowej jest efektem reakcji rozszczepienia zachodzącej w reaktorze³⁵. Pozostałe instalacje, zwłaszcza obiegi parowo-wodny, są podobne.

32 Zob. wypowiedź ministra energii Krzysztofa Tchórzewskiego z czerwca 2019 roku w: *Polsko-amerykańskie memorandum jądrowe*. 12.06.2019. Niezależna. <https://niezalezna.pl/275521-polsko-amerykanske-memorandum-jadrowe> [data dostępu: 27.08.2019].

33 A. MIKULSKI: *Pierwsza połowa 2018 roku w światowej i polskiej energetyce jądrowej*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 13.

34 Odpowiedź Ministra Energii na interpelację posła Pawła Pudłowskiego..., s. 3; *Wyniki poparcia dla budowy elektrowni jądrowej w gminach lokalizacyjnych – edycja 2018 rok*. 8.03.2019. PGE. <https://pgeej1.pl/Aktualnosci/wyniki-poparcia-dla-budowy-elektrowni-jadrowej-w-gminach-lokalizacyjnych-edycja-2018-rok> [data dostępu: 27.08.2019].

35 Przyjmuje się, że elektrownia węglowa zużywa rocznie ok. 2,5 mln ton węgla kamiennego, elektrownia jądrowa o porównywalnej mocy – ok. 40 ton paliwa jądrowego. Szerzej: G. JEZERSKI: *Elektrownia jądrowa a konwencjonalna*. „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2009, nr 10, s. 5.

Reaktor jądrowy, w dużym uproszczeniu, jest konstrukcją złożoną ze zbiornika, z systemu rurociągów wodnych i powietrznych, mechanizmów napędowych, osłony, układów sterowania, pomiaru i zabezpieczeń. W procesie wytwarzania energii wykorzystuje się paliwo jądrowe oraz chłodziwo i tzw. spowalniacz, których funkcję najczęściej pełni woda. Paliwem jądrowym są substancje zawierające izotopy rozszczepialne. Substancje te, w postaci pastylek, są zamknięte w walcowych osłonach (koszulkach) wykonanych ze stopu cyrkonu i stali nierdzewnej. Zestawy takich elementów tworzą kasety paliwowe, stanowiące główną część rdzenia reaktora. Sterowanie pracą reaktora umożliwiają pręty regulacyjne, które w zależności od ustawienia osłabiają lub wygaszają reakcję rozszczepienia (zawarty w nich kadm pochłania nadmiar neutronów powstających podczas rozszczepienia).

W wyniku reakcji rozszczepienia jądra uranu powstaje energia (ok. 200 mln eV), a więc ciepło, które z rdzenia reaktora obierane jest przez wodę z obiegu pierwotnego znajdującą się pod ciśnieniem ok. 15 MPa i osiągającą temperaturę rzędu 330°C³⁶. Gorąca woda z obiegu pierwotnego przepływa do wytwornic pary, gdzie oddaje ciepło wodzie z obiegu wtórnego. Powstająca para wodna uruchamia turbinę napędzającą wał alternatora, generując tym samym energię elektryczną.

Wytwarzanie energii elektrycznej w procesie kontrolowanej reakcji jądrowej, jak każdy złożony proces technologiczny, wiąże się z ryzykiem awarii. Ze względu na ich skutki, które w skrajnych przypadkach mogą dotyczyć nawet obszarów znacznie oddalonych od miejsca zdarzenia, kwestie bezpieczeństwa w coraz większym stopniu determinują rozwój sektora jądrowego. Wymóg kompleksowego podejścia do bezpieczeństwa jądrowego³⁷, uwzględnienia m.in. jakości i niezawodności konstrukcji, a także możliwych błędów człowieka sprawia, że zagadnienia te są brane pod uwagę na etapie zarówno projektowania elektrowni, jak i jej budowy, użytkowania oraz likwidacji. Najważniejsze działania obejmują: określenie kryteriów technicznych dla poszczególnych elementów reaktora i pozostałych instalacji, doskonalenie układów awaryjnych i procedur bezpieczeństwa dla różnych, nawet mało prawdopodobnych, scenariuszy awarii, opracowanie raportów bezpieczeństwa, a także kwestie prawne i organizacyjne.

36 Dane techniczne za: A.S. STRUPCZEWSKI: *Ochrona przed zagrożeniami po awariach w elektrowniach jądrowych*. „Biuletyn Miesięczny PSE” 2005, nr 9.

37 Bezpieczeństwo jądrowe – osiągnięcie odpowiednich warunków eksploatacji, zapobieganie awariom i łagodzenie ich skutków, czego wynikiem jest ochrona pracowników i ludności przed zagrożeniami wynikającymi z promieniowania jonizującego z obiektów jądrowych. Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe..., art. 3 ust. 2.

O znaczeniu, jakie przywiązuje się do zminimalizowania ryzyka związanego z pracą elektrowni jądrowych, szczególnie reaktorów, świadczą m.in. wysokie standardy projektowe, zgodnie z którymi przyjmowane do kalkulacji, akceptowalne prawdopodobieństwo wystąpienia tzw. ciężkiej awarii³⁸ wynosi 10^{-5} (jedno zdarzenie na 100 tys. lat eksploatacji). W przypadku nowoczesnych reaktorów generacji III i III+ kryteria te zostały znacznie zwiększone i wynoszą od 3×10^{-7} do 4×10^{-7} .

Niezależnie od założeń probabilistycznych, w konstruowaniu reaktorów stosuje się cztery główne poziomy zabezpieczeń fizycznych (barier), przeznaczonych do oddzielenia, w przypadku ewentualnej awarii, substancji promieniotwórczych od otoczenia zewnętrznego. Pierwsza wynika z budowy paliwa jądrowego, mającego postać pastylek, w których zatrzymywane jest ok. 99% aktywności radioaktywnych produktów rozszczepienia, drugą barierę stanowią koszulki, w których znajdują się pastylki paliwowe, trzecia bariera to ciśnieniowy układ chłodzenia reaktora, a czwarta – obudowa bezpieczeństwa. Ta ostatnia jest wykonana ze zbrojonego betonu o grubości kilku metrów, tak aby nie zniszczyło jej wysokie ciśnienie i by zmniejszyła do minimum przedostawanie się radioaktywnych gazów na zewnątrz konstrukcji. Dodatkowo ma zniwelować skutki zdarzeń zewnętrznych, np. oddziaływania sił przyrody, ataku powietrznego, upadku samolotu.

Istotnym czynnikiem kształtującym bezpieczeństwo jądrowe jest międzynarodowa wymiana informacji na temat zdarzeń radiacyjnych w obiektach jądrowych, w tym w elektrowniach. Szczegółowe regulacje dotyczące zasad przekazywania danych określają traktaty i konwencje poświęcone bezpieczeństwu jądrowemu oraz umowy bilateralne o wzajemnej pomocy w przypadku awarii jądrowych. Głównym celem wymiany informacji jest ocena aktualnej i prognozowanej sytuacji radiacyjnej w kraju oraz przekazanie społeczeństwu precyzyjnego komunikatu³⁹. W zależności od sytuacji komunikaty mogą zawierać ostrzeżenia dla ludności, wskazówki postępowania uwzględniające specyfikę zagrożeń radiologicznych, a niekiedy dementi nieautoryzowanych wiadomości⁴⁰.

³⁸ Ciężka awaria – warunki awaryjne obiektu jądrowego, poważniejsze niż awarie projektowe, prowadzące do znaczącej degradacji rdzenia reaktora i mogące prowadzić do znaczących uwolnień substancji promieniotwórczych. Awaria projektowa – warunki awaryjne obiektu jądrowego uwzględnione w projekcie obiektu jądrowego zgodnie z ustalonymi wymaganiami projektowania, w których uszkodzenie paliwa oraz uwolnienia substancji promieniotwórczych są utrzymywane w ustalonych granicach. Ibidem. Art. 3, ust. 1a), 2a).

³⁹ W Polsce zadania związane z oceną sytuacji radiacyjnej wykonuje Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych Państwowej Agencji Atomistyki. Centrum pełni także rolę punktu kontaktowego w ramach systemu wymiany informacji.

⁴⁰ Przykładem jest komunikat Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych z 22 sierpnia 2019 r. w sprawie uwolnienia radioaktywnego selenu w Belgii: „Belgijskie Centrum Badań

Zarchiwizowane dane mogą także posłużyć do dokonania ogólnych ocen – szczegółowe analizy należą do kompetencji Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej oraz wyspecjalizowanych instytucji krajowych – poziomu bezpieczeństwa jądrowego na świecie lub w poszczególnych państwach (tabela 1).

TABELA 1. Zdarzenia radiacyjne na świecie w latach 2009–2018 według skali INES⁴¹

Skala	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Ogółem
0	0	0	0	30	39	75	40	33	58	19	294
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
Razem	0	0	2	30	39	75	40	33	58	19	296

ŹRÓDŁO: Opracowanie własne na podstawie raportów rocznych Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z lat 2009–2018.

W dziesięcioleciu 2009–2018 Krajowy Punkt Kontaktowy, zlokalizowany w Centrum ds. Zdarzeń Radiacyjnych, został powiadomiony o 296 zdarzeniach radiacyjnych na świecie, z których tylko 2 zostały uznane za awarie. Była to awaria w elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi w 2011 roku (7. stopień w skali INES) oraz niekontrolowane narażenie kilku pracowników od wysokoaktywnego źródła promieniotwórczego, do którego doszło w Bułgarii w tym samym roku (4. stopień).

Jądrowych podało, że w poniedziałek 19 sierpnia br. między godziną 13:36 a 13:51 nastąpiło niewielkie uwolnienie radioaktywnego Selenu-75 o aktywności 0,26 GBq, nie mające wpływu na zdrowie ludzi i środowisko naturalne”. *Niewielkie uwolnienie radioaktywnego selenu w Belgii. Brak wpływu na zdrowie ludzi oraz środowisko naturalne.* 22.08.2019. Państwowa Agencja Atomistyki. http://www.paa.gov.pl/aktualnosc-481-niewielkie_uwolnienie_radioaktywnego.html [data dostępu: 28.08.2019].

⁴¹ Międzynarodowa Skala Zdarzeń Jądrowych (*International Nuclear Event Scale – INES*) służy do określania kategorii zdarzeń jądrowych. Zakres skali obejmuje poziomy: od 0 – w przypadku zdarzeń nie mających znaczenia dla bezpieczeństwa do poziomu 7, określającego poważną awarię z daleko idącymi konsekwencjami dla zdrowia człowieka i środowiska. Za incydenty uznaje się zdarzenia poziomu od 0 do 3, a jako awarie klasyfikowane są wypadki powyżej poziomu 3.

Zakończenie

W Polsce plany wdrożenia energetyki jądrowej oraz podejmowane na ich podstawie działania mają już przeszło trzydziestoletnią historię. Jako uzasadnienie dla tych planów nieodmiennie podaje się zapewnienie bezpieczeństwa dostaw energii elektrycznej, utrzymanie cen energii na poziomie akceptowalnym, obniżenie emisji CO₂ oraz innych zanieczyszczeń. Energetyka jądrowa nie rozwiąże jednak wszystkich aktualnych i perspektywicznych problemów energetycznych Polski. Wzorem innych państw konieczne jest rozpatrywanie energii pochodzącej z atomu wyłącznie w ramach tzw. miksu energetycznego. Określenie jego modelu wymaga szczegółowych analiz, m.in. ekonomicznych, ekologicznych, i wiąże się z dużym ryzykiem. Na podstawie dociekań przedstawionych w niniejszym artykule, zogniskowanych wokół pytania o możliwość rozpoczęcia, w dającym się określić terminie, budowy elektrowni jądrowej w Polsce należy jednoznacznie stwierdzić, że przedsięwzięcie to nadal pozostaje w fazie planów. Co więcej, rosną opóźnienia w stosunku do przyjętego harmonogramu⁴². Podstawową przyczyną zdaje się utrzymująca się od lat niemożność podjęcia decyzji przez kolejne rządy w sytuacji niepewności, na którą wpływ ma brak jednoznacznej akceptacji społecznej i konsensusu politycznego wokół programu. Nie bez znaczenia jest także konieczność podjęcia wielu złożonych, wzajemnie powiązanych działań dotyczących wyboru inwestora, kwestii prawnych, technicznych, organizacyjnych i ekonomicznych, a także stworzenia zaplecza naukowo-badawczego i systemu szkolenia kadr.

42 Już po opracowaniu niniejszego artykułu, w miejsce dotychczasowego Ministerstwa Energii zostało utworzone Ministerstwo Aktywów Państwowych. W jego strukturze utworzono Departament Energii Jądrowej, który odpowiada m.in. za wdrożenie Programu polskiej energetyki jądrowej. W zaktualizowanej Polityce energetycznej Polski do 2040 roku określono m.in., że wybór technologii oraz generalnego wykonawcy elektrowni jądrowej nastąpi w bieżącym, 2020 roku, a budowa i uruchomienie pierwszego bloku jądrowego – do roku 2033 (w dotychczasowym harmonogramie, przywołanym w opracowaniu, przewidywano lata, odpowiednio, 2019 i 2024). Stanowi to potwierdzenie wniosków zawartych w rozdziale.

Bibliografia

Akty prawne i dokumenty

- Informacja o wynikach kontroli „Realizacja programu Polskiej energetyki jądrowej”. KGP.410.005.00.2017. Nr ewid. 169/2017/P/17/018/KGP.
- Interpelacja poselska nr 9802 w sprawie „Polskiego programu energetyki jądrowej” z dnia 31 stycznia 2017 r.
- Uchwała nr 15/2014 Rady Ministrów z dnia 28 stycznia 2014 r. w sprawie programu wieloletniego pod nazwą „Program polskiej energetyki jądrowej”. M.P. z 2014 r., poz. 502.
- Uchwała nr 204 Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 1990 r. w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji. M.P. z 1990 r., nr 49 poz. 373.
- Uchwała nr 4/2009 Rady Ministrów z dnia 13 stycznia 2009 r. w sprawie działań podejmowanych w zakresie rozwoju energetyki jądrowej [niepubl.].
- Ustawa z dnia 27 sierpnia 2009 r. o finansach publicznych. Dz.U. z 2019 r., poz. 869, t.j.
- Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe. Dz.U. z 2018 r. poz. 792, 1669, 2227, t.j. Dz.U. z 2019 r., poz. 1792, t.j.
- Obwieszczenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 1 lipca 2005 r. w sprawie polityki energetycznej państwa do 2025 r. M.P. z 2005 r., nr 42, poz. 562.
- Odpowiedź Ministra Energii na interpelację posła Pawła Pudłowskiego z dnia 21 lutego 2019 r., nr K8 INT29493. Nr DEJ.II.058.2.2019. IK: 326482.
- Odpowiedź Ministra Energii na oświadczenie senatora Kazimierza Klejny z dnia 20 lipca 2018 r., nr BPS/043-63-1816/18. Nr DEJ.II.058.10.2018. IK: 252011.
- Polityka energetyczna Polski do 2040 roku. Projekt. Warszawa 2018.
- Raporty roczne Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki z lat 2009–2018.
- Zarządzenie nr 74/Org/91 Ministra Przemysłu w sprawie likwidacji przedsiębiorstwa państwowego Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie.

Wydawnictwa zwarte i ciągłe

- HOŁDYŃSKA M., OLKUSKI T.: *Obecny stan energetyki jądrowej w Unii Europejskiej oraz źródła zaopatrzenia w uran*. „Polityka Energetyczna” 2009, z. 2/2, s. 193–204.
- HRYNKIEWICZ A.Z.: *Skąd brać energię?* „Wiedza i Życie” 2000, nr 11.
- Informator o wybranych zagadnieniach z energetyki jądrowej*. Warszawa 1996.
- JEZERSKI G.: *Elektrownia jądrowa a konwencjonalna*. „Energetyka Ciepła i Zawodowa” 2009, nr 10.
- KIEŁBASA W.: *Jak to z Żarnowcem było – refleksja 30 lat po wstrzymaniu budowy*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2019, nr 62, s. 2–13.
- KLISIŃSKA M., KOSZUK Ł.: *Charakterystyka wybranych typów elektrowni jądrowych generacji III/III+*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 38–41.

- MIKULSKI A.: *Energetyka jądrowa na świecie i w Polsce w 2017 roku*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 14–20.
- MIKULSKI A.: *Pierwsza połowa 2018 roku w światowej i polskiej energetyce jądrowej*. „Postępy Techniki Jądrowej” 2018, nr 61, s. 8–17.
- SIKORA M.P.: *Energetyka jądrowa na świecie – stan w końcu 2018 r.* „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna” 2018, nr 4, s. 20–28.
- STRUPCZEWSKI A.S.: *Ochrona przed zagrożeniami po awariach w elektrowniach jądrowych*. „Biuletyn Miesięczny PSE” 2005, nr 8, s. 10–27.

Źródła internetowe

- Niewielkie uwolnienie radioaktywnego selenu w Belgii. Brak wpływu na zdrowie ludzi oraz środowisko naturalne*. 22.08.2019. Państwowa Agencja Atomistyki. http://www.paa.gov.pl/aktualnosc-481-niewielkie_uwolnienie_radioaktywnego.html [data dostępu: 28.08.2019].
- Polsko-amerykańskie memorandum jądrowe*. 12.06.2019. Niezależna. <https://niezalezna.pl/275521-polsko-amerykanskie-memorandum-jadrowe> [data dostępu: 27.08.2019].
- Raport: Na świecie powstaje 56 nowych bloków jądrowych*. 16.03.2018. Biznes Alert. <http://biznesalert.pl/raport-na-swiecie-powstaje-56-nowych-blokow-jadrowych/> [data dostępu: 28.08.2019].
- Wyniki poparcia dla budowy elektrowni jądrowej w gminach lokalizacyjnych – edycja 2018 rok*. 8.03.2019. PGE. <https://pgeej1.pl/Aktualnosci/wyniki-poparcia-dla-budowy-elektrowni-jadrowej-w-gminach-lokalizacyjnych-edycja-2018-rok> [data dostępu: 28.08.2019].
- Zbiornik reaktora PWR*. 28.05.2013. Narodowe Centrum Badań Jądrowych. <http://ncbj.edu.pl/pwr-wodny-cisnieniowy/zbiornik-reaktora-pwr> [data dostępu: 20.06.2019].

Włodzimierz Wątor

The Current State and Prospects for the Future of the Nuclear Power in Poland

SUMMARY: The study outlines the genesis, main assumptions and the status of implementation of the Polish Nuclear Power Programme, with regard to the reasons for delays and the lack of the official decision to build the first Polish nuclear power plant. The study points out the trends in worldwide nuclear power, including developments in particular countries and the directions of development and technical modernisation of nuclear reactors. Moreover, the study presents general requirements regarding nuclear safety.

KEY WORDS: nuclear power, nuclear reactor, nuclear safety