

■ Dr inż. Jerzy Niagaj, prof. dr hab. inż. Adam Zieliński, dr inż. Hanna Purzyńska,
Sieć Badawcza Łukasiewicz - Górnośląski Instytut Technologiczny

ŚBŁ - GIT wspiera polski przemysł

w tworzeniu łańcucha dostawców podczas budowy i przyszłej eksploatacji krajowych elektrowni jądrowych

Łukasiewicz-GIT od lat wspomaga polskie firmy poprzez prowadzenie szkoleń dotyczących przepisów technicznych i jakościowych w energetyce nuklearnej oraz oferując współpracę w zakresie badań materiałowych w swoich akredytowanych laboratoriach.

W obecnym wydaniu ciągle czekającego na nowelizację Programu Polskiej Energetyki Jądrowej (PPEJ) zakłada się budowę w Polsce kilku bloków energetycznych o łącznej mocy od 6 do 9 GWe w okresie do 2043 r. [1]. Jak wiadomo, pierwsza polska wielkoskalowa elektrownia jądrowa powstanie na Pomorzu w pobliżu miejscowości Kopalino w gminie Choczewo, a dostawcą technologii jądrowej AP1000 będzie amerykańska firma Westinghouse.

Budowa elektrowni jądrowej nie będzie jednak realizowana wyłącznie przez Westinghouse, lecz przez konsorcjum firm amerykańskich Westinghouse-Bechtel. W związku z powyższym, w ciągu ostatnich kilku lat w Polsce trwają intensywne prace przygotowawcze związane z budową tej elektrowni jądrowej, w ramach których firmy Westinghouse i Bechtel niestrudzenie poszukują lokalnych partnerów, m.in. do wytwarzania urządzeń ciśnie-

niowych, rurociągów oraz konstrukcji stalowych. Wiele komponentów i instalacji elektrowni jądrowej będą wykonywane w oparciu o specyficzne wymagania przepisów „jądrowych” - zarówno w aspekcie technicznym, jak i jakościowym. Oprócz już wspomnianej elektrowni na Pomorzu, są opracowywane plany budowy kolejnej elektrowni jądrowej w środkowej części kraju. Jako możliwe lokalizacje wymienia się m.in. Bęchtów, Konin, Koźlenice i Połaniec. Wy-

konawca będzie wyłoniony w ramach przetargu, więc może nim zostać zarówno ww. Westinghouse, jak również francuski koncern energetyczny EDF ze swoim reaktorem EPR. Nie należy ponadto zapominać o projekcie małych reaktorów jądrowych (SMR) realizowanym przez konsorcjum Orlen Synthos Green Energy. Co ważne, budowa SMR-ów przez OSGE jest planowana nie tylko w Polsce, lecz na terenie innych krajów europejskich.



Niezależnie od projektu, gotowość firm krajowych do realizacji zamówień „jądrowych” i uzyskanie statusu „kwalifikowany dostawca” w obszarze wyrobów „safety-related” lub ITNS (*Important to Nuclear Safety*) będzie uzależniona m.in. od znajomości i stosowania amerykańskich lub francuskich „jądrowych” przepisów technicznych, w tym ASME Section III lub AFCEN, jak również przygotowania i wdrożenia systemu zapewnienia jakości w przemyśle jądrowym, którego nieodzownym elementem jest kultura bezpieczeństwa jądrowego (Nuclear Safety Culture). W odpowiedzi na powyższe wyzwania Łukasiewicz-GIT od ponad 10 lat nie tylko nieprzerwanie monitoruje zapotrzebowanie rynku krajowego w zakresie „jądrowej” wiedzy technicznej i jakościowej, lecz także oferuje i na bieżąco prowadzi szkolenia w firmach krajowych w ww. obszarach. Kolejnym obszarem aktywności Ł-GIT jest dostarczanie procedur laboratoriów badaw-

czych do wymagań norm „jądrowych”, w tym amerykańskich - w celu prowadzenia badań materiałowych oraz NDT zarówno podczas budowy, jak i eksploatacji elektrowni jądrowych.

Podstawowe techniczne i jakościowe przepisy „jądrowe”

W związku z brakiem własnej technologii jądrowej lub działającej elektrowni

urządzeń, komponentów i systemów. Skutkuje to tym, że podczas budowy w Polsce pierwszej i kolejnych elektrowni jądrowych będą stosowane uznane techniczne przepisy „jądrowe”, które dostawca technologii stosował podczas procesu jej projektowania i licencjonowania, jak również przepisy i normy krajowe, unijne i międzynarodowe tam, gdzie przepisy „jądrowe” nie będą miały zastosowania [2]. A zatem w części jądrowej elektrowni AP-1000 na Pomorzu będą

„ (...) Łukasiewicz-GIT od ponad 10 lat nie tylko nieprzerwanie monitoruje zapotrzebowanie rynku krajowego w zakresie „jądrowej” wiedzy technicznej i jakościowej, lecz także oferuje i na bieżąco prowadzi szkolenia w firmach krajowych w ww. obszarach

jądrowej, Polska nie posiada krajowych przepisów dotyczących projektowania, wytwarzania i eksploatacji jądrowych

stosowane amerykańskie przepisy techniczne i jakościowe. W USA podczas projektowania, wytwarzania i eksploata-

cji urządzeń ciśnieniowych i mechanicznych oraz konstrukcji stalowych instalacji jądrowych stosuje się odpowiednie sekcje i normy amerykańskich przepisów ASME (*American Society of Mechanical Engineers*) wraz z normami z nimi związanymi, m.in. typu ASTM, AWS, ACI, ASNT. Podstawową sekcją „jądrową” jest ASME B&PVC Section III [3].

W związku z tym, że zawory i pompy są zaliczane do aktywnych komponentów ciśnieniowych, oprócz wymagań przepisów ASME Section III dla komponentów Class 1, 2 i 3 powinny spełniać wymagania i przejść przez procedurę kwalifikowania według wymagań QME-1 [4], a napędy elektryczne (*actuators*) spełniać wymagania przepisów IEEE 382 [5].

W przypadku konstrukcji stalowych, w zależności od ich rodzaju wymagania do projektowania i wykonania są zawarte zarówno w ASME Section III, jak i w innych normach amerykańskich. Tak, ASME Sect. III, Subsection NE [6] zawiera zasady i wymagania dotyczące materiałów, projektowania, produkcji, badań nieniszczących, kontroli, prób odbiorowych i przygotowywania raportów w odniesieniu do metalicznego płaszcza obudowy bezpieczeństwa. Ale z kolei wymagania do wykonania innych niż obudowa bezpieczeństwa konstrukcji żelbetowych obiektów jądrowych opisano w normie ACI 349 [7]. Wymagania kolejnej normy ANSI/AISC N690 [8] dotyczą materiałów konstrukcyjnych, projektowania konstrukcji stalowych i ich stalowych elementów, jak również wytwarzania, w tym materiałów (NA3.), cięcia i spawania (rozdział NM.), jak również systemu zapewnienia jakości (rozdział NN.) w obszarze energetyki jądrowej i innych tego typu zastosowań. W zakresie wytwarzania w normie ANSI/AISC N690 wskazano, że wykonywanie konstrukcji spawanych powinno zasadniczo odbywać się zgodnie z wymaganiami norm AWS D1.1 [9] oraz AWS D1.6 [10].

Ostatnią grupą norm „jądrowych” są normy jakościowe. Energetyka jądrowa

jest szczególnym działem energetyki, gdyż na skalę przemysłową energia pozyskiwana jest z rozszczepienia ciężkich jąder pierwiastków (głównie uranu 235). Podstawowe zagrożenie związane z użytkowaniem elektrowni jądrowej wynika z faktu, że w reaktorze jądrowym znajdują się produkty rozszczepienia, gromadzące się tam podczas jego pracy. Grożą one napromieniowaniem człowieka, czy innych organizmów żywych, gdy wydostaną się poza elektrownię lub jej układy „jądrowe”. Istotą bezpieczeństwa jądrowego jest dążenie do osiągnięcia takiego stanu technologii i zarządzania procesami, w którym w normalnych warunkach eksploatacyjnych, przy wszelkich odchyleniach od tych warunków włącznie z sytuacją awaryjną, a także podczas likwidacji skutków awarii, zapewniona zostanie - w stopniu rozsądnie możliwym do osiągnięcia - maksymalna ochrona pracowników, ludności i środowiska przed nadmiernym narażeniem na

budowie i eksploatacji instalacji jądrowych. Normy te są również stosowane w krajach, do których dostarczana jest technologia jądrowa. W Polsce będzie więc stosowana norma amerykańska NQA-1 [12], ale także międzynarodowa ISO 19443 [13].

Przepisy związane z zapewnieniem jakości podczas budowy i użytkowania elektrowni jądrowej, a także przy wytwarzaniu energii jądrowej w USA znajdują się przede wszystkim w amerykańskim Kodeksie Przepisów Federalnych (CFR), w 10 księdze tych przepisów zatytułowanej „Energy”, a szczególnie w załączniku B do części nr 50 tej księgi pt.: „Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants” [14]. Przepisy te zostały opracowane przez Nuclear Regulatory Commission (NRC - Komisja Regulacji Nuklearnej), a zatem mają zastosowanie tylko na terenie USA. Kryteria, które wyszczególnione zostały w załączniku

”

Już od pierwszych lat rozwoju energetyki jądrowej wymagania bezpieczeństwa uznawano za nadrzędne

promieniowanie jonizujące. Już od pierwszych lat rozwoju energetyki jądrowej wymagania bezpieczeństwa uznawano za nadrzędne.

Podstawowe zalecenia w zakresie wymagań, dotyczących systemu zapewnienia jakości w energetyce jądrowej, opracowane zostały przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA - *International Atomic Energy Agency*). Jest to dokument No. GSR Part 2 „Leadership and Management for Safety - General Safety requirements” [11]. W oparciu o ww. wytyczne IAEA, w krajach będących potentatami w zakresie wytwarzania, stosowania i dostarczania technologii jądrowych, tj.: USA, Francja, Kanada, Japonia, Korea Południowa, Rosja i Chiny, opracowano własne przepisy i normy, które są stosowane przy

B to: organizacja, program zapewnienia jakości, nadzór nad projektowaniem, nadzór nad dokumentacją związaną z zakupami, instrukcje, procedury i rysunki, nadzór nad dokumentami, kontrola zakupionych materiałów, urządzeń i usług, identyfikacja i kontrola materiałów, części i podzespołów, nadzór nad procesami specjalnymi, inspekcje, badania kontrolne, nadzorowanie wyposażenia do badań i pomiarów, postępowanie, przechowywanie i wysyłka wyrobów, status inspekcji i badań, postępowanie z wyrobem niezgodnym, działania korygujące, zapisy jakości i audyty. Na podstawie powyższych kryteriów z 10 CRF Appendix B to Part 50 stowarzyszenie ASME opracowało normę ASME NQA-1 [12], która ma zastosowanie również poza terenem

USA i ustala wymagania związane bezpośrednio z opracowaniem i realizacją programu zapewnienia jakości, stosowanego podczas wyboru lokalizacji, projektowania, budowy, użytkowania i zamykania elektrowni jądrowej. Wymagania te muszą być bezwzględnie spełnione, gdyż dotyczą przede wszystkim wszelkich działań, mających wpływ na jakość i bezpieczeństwo funkcjonowania wszystkich podzespołów i urządzeń w elektrowni jądrowej. Zgodnie z zapisami tej normy, na każdym etapie jest

cały tekst tej normy został zamieszczony w ramach, a dodatkowo wymagania dotyczące bezpieczeństwa jądrowego zostały umieszczone pod ramkami, często z uwagami dotyczącymi stosowania. Podstawowe zasady zarządzania jakością to: orientacja na klienta, przywództwo, zaangażowanie ludzi, podejście procesowe, doskonalenie, podejmowanie decyzji na podstawie dowodów oraz zarządzanie relacjami. W niniejszej normie dodano trzy następujące zasady zarządzania: kultura bezpieczeństwa ją-

planowania i wdrażania działań, które uwzględniają zarówno ryzyko, jak i szanse. Ryzyko jest efektem niepewności, a każda taka niepewność może mieć skutek pozytywny lub negatywny. Skutek pozytywny może być szansą dla organizacji, natomiast skutek negatywny może stanowić zagrożenie. Podejście procesowe oraz zarządzanie ryzykiem zwiększa świadomość organizacji, powinno przyczynić się również do zwiększenia bezpieczeństwa jądrowego.

” Podejście procesowe oraz zarządzanie ryzykiem zwiększa świadomość organizacji, powinno przyczynić się również do zwiększenia bezpieczeństwa jądrowego

wymagane przedstawienie obiektywnego dowodu, że wyrób końcowy spełnia wymagania odpowiednich specyfikacji technicznych i innych obowiązujących przepisów.

Norma międzynarodowa ISO 19443:2018 [13] bazuje w całości na wymaganiach dotyczących systemów zarządzania jakością zawartych w ISO 9001:2015 [15], rozszerzając je jednocześnie o wymagania związane z bezpieczeństwem jądrowym, przywództwem i kulturą bezpieczeństwa. Praktycznie

drowego, określenie elementów i działań istotnych dla bezpieczeństwa jądrowego (ITNS - *Important to Nuclear Safety*), a także podejście stopniowe do stosowania wymagań jakościowych (graded approach). Zarządzanie procesami jako całością może być osiągnięte poprzez zastosowanie cyklu PDCA (*Plan-Do-Check-Act*, co oznacza Planuj - Wykonaj - Sprawdź - Działaj).

Oprócz podejścia procesowego norma ISO 19443 wymaga również podejścia opartego na ryzyku, czyli takiego

Podsumowanie

Udział firm krajowych w łańcuchu dostaw dla branży jądrowej wiąże się z realizacją szeregu działań, które powinny zapewnić posiadanie przez te firmy specyficznej wiedzy technicznej, odpowiednio opracowanego i wdrożonego systemu jakości oraz determinacji całej załogi w dążeniu do celu i stosowaniu zasad kultury bezpieczeństwa (Nuclear Safety Culture). Pomóc w tym może Łukasiewicz-GIT, który od wielu lat wspomaga polskie firmy poprzez prowadzenie szkoleń dotyczących przepisów technicznych i jakościowych w energetyce nuklearnej oraz oferując współpracę w zakresie badań materiałowych w swoich akredytowanych laboratoriach. □

Literatura:

1. Uchwała Nr 141 Rady Ministrów z dnia 2 października 2020 r. w sprawie aktualizacji programu wieloletniego pod nazwą „Program polskiej energetyki jądrowej”. Monitor Polski z dnia 16 października 2020 r., poz. 946.
2. Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 20 maja 2016 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego dla urządzeń technicznych lub urządzeń podlegających dozoru technicznemu w elektrowni jądrowej. Dz. U. z dnia 24 czerwca 2016 r., poz. 909.
3. ASME B&PV, Section III „Rules for construction of nuclear facility components”. American Society of Mechanical Engineers, New York.
4. QME-1 „Qualification of Active Mechanical Equipment used in Nuclear Power Plants”.
5. IEEE 382 „IEEE Standard for Qualification of Safety-Related Actuators for Nuclear Power Generating Stations”.
6. ASME B&PVC, Section III, Division 1 - Subsection NE „Class MC Components”.
7. ACI 349 Code Requirements for Nuclear Safety-Related Concrete Structures and Commentary.
8. ANSI/AISC N690 „Specification for Safety-Related Steel Structures for Nuclear Facilities”.
9. AWS D1.1 „Structural Welding Code - Steel”.
10. AWS D1.6 „Structural Welding Code - Stainless Steel”.
11. Leadership and Management for Safety. IAEA Safety Standards. General Safety Requirements No. GSR Part 2. IAEA, Vienna, 2016.
12. NQA-1 „Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications”.
13. PN-EN ISO 19443:2023-01 „Systemy zarządzania jakością - Szczególne wymagania dotyczące stosowania ISO 9001:2015 przez organizacje w łańcuchu dostaw sektora energii jądrowej dostarczającego produkty i usługi ważne dla bezpieczeństwa jądrowego (ITNS)”.
14. 10 CFR Appendix B to Part 50 - Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants.
15. PN-EN ISO 9001:2015-10 Systemy zarządzania jakością - Wymagania.