

BEZPIECZEŃSTWO JĄDROWE I OCHRONA RADIOLOGICZNA W SPÓŁKACH JĄDROWYCH PGE

Krzysztof Wojciech Fornalski

Streszczenie

Aspekty związane z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną są jednym z priorytetów działań podjętych przez spółki PGE Energia Jądrowa S.A. oraz PGE EJ 1 Sp. z o.o. Na tym etapie prac skupiono się przede wszystkim na kwestii szkoleń pracowników w zakresie bjiór oraz wymagań dla wykonawcy badań lokalizacyjnych. W przypadku wymagań dla dostawców technologii brane będą pod uwagę zalecenia EUR (European Utility Requirements).

Wstęp

Elektrownia jądrowa co do zasady działa podobnie do innych elektrowni, nazywanych potocznie konwencjonalnymi. Do ich grona należą m.in. elektrownie węglowe, czy gazowe. Sercem każdej elektrowni jest źródło ciepła, a w dalszej kolejności ciepło to jest przejmowane przez czynnik roboczy (najczęściej wodę) zamieniając go w parę, a ta napędza zespół turbogenerатора produkując energię elektryczną. To, co różni elektrownię jądrową od konwencjonalnej, to wspomniane już źródło ciepła. O ile w elektrowniach zasilanych paliwami kopalnymi źródłem ciepła jest kocioł w którym spalane jest paliwo, o tyle w elektrowni jądrowej rolę tę pełni reaktor. Patrząc na to rozróżnienie nieco ogólniej można stwierdzić, iż tym, co wyróżnia elektrownię jądrową na tle pozostałych jest magiczne słowo „promieniowanie”.

Promieniowanie

Definicji promieniowania jest wiele, tak jak wiele jest jego typów. Zagadnienia związane z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną skupiają się na promieniowaniu jonizującym, czyli zdolnym do jonizowania materii przez którą przechodzi. Od momentu odkrycia promieniotwórczości przez H. Becquerel'a w 1896 r., wokół promieniowania narosło szereg mitów. Początkowo panowała powszechna opinia, iż substancje promieniotwórcze oraz wysyłane przez nie niewidzialne promienie stanowią remedium na wszystkie nękające ludzkość choroby. Po tragedii II wojny światowej oraz eksplozjach jądrowych w Hiroszimie i Nagasaki zaczęły przeważać opinie przeciwnie, aż do histerii z okresu zimnej wojny i powszechnej radiofobii. Niestety wszechobecny strach przed promieniowa-

niem w połączeniu z generalną niewiedzą w tym temacie są obecne także dzisiaj.

Ogólnie rzecz ujmując promieniowanie jonizujące występuje wszędzie wokół nas. Promieniowanie wytwarzają także elektrownie konwencjonalne. Można się o tym przekonać mierząc licznikiem Geigera-Muellera hałdy zawierające odpady z elektrowni węglowej. Relatywnie duże stężenie izotopu węgla ^{14}C powoduje, iż poziom promieniowania może być mierzalnie wyższy niż naturalne tło promieniowania.

Promieniowanie pochodzące od elektrowni jądrowej jest dużo niższe niż mogłoby się to powszechnie uważać. W trakcie normalnej pracy, tuż przy jej płocie, moc dawki nie przekracza 0,01 mSv/rok [1]. To znacznie mniej niż wynosi wspomniane naturalne tło promieniowania (w Polsce ok. 2,4 mSv/rok [2]). Dzieje się tak dlatego, iż wszelkie substancje promieniotwórcze, z samym rdzeniem reaktora jądrowego włącznie, są bardzo dobrze zabezpieczone. Podlegają one bowiem surowym przepisom bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej.

Bezpieczeństwo jądrowe a ochrona radiologiczna

W ustawie Prawo atomowe [3] zdefiniowano pojęcie ochrony radiologicznej jako *zapobieganie narażeniu ludzi i skażeniu środowiska, a w przypadku braku możliwości zapobieżenia takim sytuacjom – ograniczenie ich skutków do poziomu tak niskiego, jak tylko jest to rozsądnie osiągalne, przy uwzględnieniu czynników ekonomicznych, społecznych i zdrowotnych*. Definicja ta odwołuje się do tzw. zasady ALARA (ang. *As Low as Reasonably Achievable*), która stanowi fundament ochrony radiologicznej na całym świecie. Nowszą wersją

zasady ALARA jest ALARP (ang. *As Low as Reasonably Practicable*), gdzie narażenie należy redukować do poziomu tak niskiego, jak to jest rozsądnie praktyczne (gdyż nie wszystko, co możliwe jest praktyczne). Z kolei bezpieczeństwo jądrowe jest zdefiniowane jako *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* [3]. Według tej definicji bezpieczeństwo jądrowe jest niczym innym jak ochroną radiologiczną obiektów jądrowych. Jednakże w praktyce te dwa pojęcia różnią się i stosuje w zasadzie niezależnie. Jeśli zaś mówimy o obiektach jądrowych, to używa się obu pojęć jednocześnie, jako tzw. bjjor, czyli bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna.

Regulacje dotyczące bezpieczeństwa jądrowego w Polsce

Podstawowym zbiorem polskich regulacji dotyczących bezpieczeństwa jądrowego jest wspomniana już ustawa Prawo atomowe [3]. Do ustawy tej istnieje także szereg rozporządzeń precyzujących, jak choćby:

- rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 10 VIII 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu przeprowadzania oceny terenu przeznaczonego pod lokalizację obiektu jądrowego, (...) oraz w sprawie wymagań dotyczących raportu lokalizacyjnego dla obiektu jądrowego,
- rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 31 VIII 2012 r. w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględniać projekt obiektu jądrowego,
- rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 10 VIII 2012 r. w sprawie czynności mających istotne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w jednostce organizacyjnej wykonującej działalność polegającą na rozruchu, eksploatacji lub likwidacji elektrowni jądrowej,
- rozporządzenie Rady Ministrów z dn. 27 XII 2011 r. w sprawie oceny okresowej bezpieczeństwa jądrowego obiektu jądrowego.

Duża część z istniejących w Polsce regulacji została wprowadzona całkiem niedawno, chociaż nasz kraj, z uwagi na istniejący pod Warszawą ośrodek jądrowy w Świerku, posiada długoletnie doświadczenie w eksploatacji reaktorów jądrowych [4]. W komentarzach Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) [5] przeczytać można, iż regulacje dotyczące bezpieczeństwa jądrowego elektrowni jądrowych oparte są przede wszystkim na standardach bezpieczeństwa MAEA (*NS-R-1, DS414/SSR 2.1*), uzupełnionych o wytyczne WENRA (*„WENRA Reactor Safety Reference Levels. January 2008”*

i *„Safety Objectives for New Power Reactors. Study by WENRA Reactor Harmonization Working Group. December 2009”*) oraz wybrane wymagania dokumentu EUR, amerykańskich przepisów 10CFR50 i przepisów niektórych krajów UE (Finlandia, Niemcy, Czechy, Słowacja i Bułgaria). Państwowa Agencja Atomistyki planuje również opublikowanie bardziej szczegółowych wytycznych do poszczególnych zagadnień [5].

Dodatkowe wymagania odnośnie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej ma prawo sformułować inwestor, czyli PGE EJ 1 Sp. z o.o. Będą one zasadniczo oparte o dokument EUR (ang. *European Utility Requirements*) [6].

Podstawowy wymóg: III generacja

Na dzień dzisiejszy jedyne co można powiedzieć na temat technologii w pierwszej polskiej elektrowni jądrowej jest to, iż będzie ona tzw. III generacji. Nie istnieje jej ścisła definicja, niemniej jednak powszechnie przytaczanymi wyróżnikami technologii III generacji nad II generacją są m.in. znacznie zmniejszone ryzyko poważnej awarii, zwielokrotnione systemy bezpieczeństwa, pasywne systemy bezpieczeństwa, zasada ochrony w głąb, zminimalizowane ryzyko błędu ludzkiego etc. W zasadzie obowiązujące w Polsce Prawo atomowe [3] wyklucza możliwość wybudowania w naszym kraju elektrowni zawierającej reaktor starszy niż wspomniana III generacja.

Niedawna, wywołana katastrofalnym trzęsieniem ziemi i tsunami awaria w elektrowni jądrowej Fukusizima w Japonii, nałożyła na dostawców technologii dodatkowe wymagania. Uwypukliła ona również, jak bardzo istotne są pasywne systemy bezpieczeństwa, które są wspomnianym już wyróżnikiem reaktorów III generacji. Elementem tych systemów jest możliwość pasywnego odprowadzania ciepła powyłaczeniowego. To właśnie brak tej możliwości doprowadził do stopienia rdzenia w części fukuszimskich reaktorów.

Otoczenie przyszłej elektrowni

Chociaż w miejscu potencjalnej lokalizacji pierwszej polskiej elektrowni jądrowej rośnie trawa, niemniej jednak pewne działania związane z ochroną radiologiczną muszą zostać podjęte zanim zostanie wbita w ziemię pierwsza łopata. Mowa tutaj oczywiście o pomiarach naturalnego tła promieniowania, które powinno być wykonane przed wybudowaniem na danym terenie elektrowni jądrowej. Nietrudno bowiem sobie wyobrazić sytuację, iż w miejscu posadowienia przyszłej siłowni istnieje niewykryte, lokalne podwyższenie poziomu promieniowania, na przykład z powodów geologicznych. Jeśli to podwyższenie zostanie wykryte już po uruchomieniu elektrowni, wówczas operator może

zostać oskarżony o spowodowanie skażenia terenu [7]. W związku z tym we wspomnianym już rozporządzeniu dotyczącym lokalizacji obiektu jądrowego zapisano obowiązek pomiaru rozkładów stężeń izotopów promieniotwórczych w gruncie, wodach powierzchniowych, wodach podziemnych i w atmosferze oraz analizę rozkładu mocy dawek promieniowania jonizującego przed posadowieniem na tym terenie elektrowni jądrowej.

Innym aspektem związanym z bezpieczeństwem jądrowym i ochroną radiologiczną w bezpośrednim sąsiedztwie elektrowni jądrowej jest jej oddziaływanie radiacyjne na człowieka i środowisko. Chociaż niskie dawki promieniowania nie niosą ze sobą praktycznie żadnego ryzyka dla ludzkiego zdrowia, to jednak stosując obowiązującą prawnie zasadę ALARA, wprowadzono pojęcie tzw. obszaru ograniczonego użytkowania [3]. Obszar ten definiuje się jako strefę, na zewnątrz której roczna dawka efektywna, przy prawidłowej pracy elektrowni, nie przekracza 0,3 mSv/rok. Ponadto definicja obszaru ograniczonego użytkowania zawiera drugi warunek, w myśl którego w przypadku awarii bez stopienia rdzenia reaktora, roczna dawka efektywna na zewnątrz strefy nie przekracza 10 mSv/rok [3]. W praktyce obszar ten dla elektrowni III generacji nie powinien przekraczać 1000 metrów od budynku reaktora. Ma to istotne znaczenie z uwagi na gęstość zabudowy jaka występuje na polskim wybrzeżu.

Szkolenia

Chociaż obowiązek szkolenia pracowników w zakresie bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej pojawia się dopiero w trakcie samej budowy elektrowni, niemniej jednak wszyscy pracownicy spółek jądrowych PGE przeszli specjalistyczne kursy w Narodowym Centrum Badań Jądrowych w Świerku. Kursy te kończyły się odpowiednim egzaminem oraz wręczeniem certyfikatu ukończenia szkolenia. Ponadto w zeszłym roku odbyło się szereg wewnętrznych wykładów specjalistycznych dla pracowników PGE Energia Jądrowa S.A. oraz PGE EJ 1 Sp. z o.o., a wśród pracowników znajduje się również inspektor ochrony radiologicznej. W kontekście szkoleń, seminariów specjalistycznych, czy staży, spółki jądrowe PGE współpracują

także z Politechniką Warszawską, Politechniką Gdańską, Polskim Towarzystwem Nukleonicznym, a także Międzynarodową Agencją Energii Atomowej.

Podsumowanie

Temat bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej jest jednym z priorytetów działań podjętych przez spółki PGE Energia Jądrowa S.A. oraz PGE EJ 1 Sp. z o.o. W chwili obecnej działania te skupiają się przede wszystkim na kwestii szkoleń pracowników w zakresie bjiór oraz wymagań dla wykonawcy badań lokalizacyjnych dotyczących pomiarów naturalnego tła promieniowania. Jeśli zaś chodzi o wymagania dla dostawców technologii reaktorowych, to podstawowym wykładnikiem jest tutaj ustawa Prawo atomowe (wraz z rozporządzeniami), jak również zalecenia EUR (*European Utility Requirements*).

dr inż. Krzysztof Wojciech Fornalski,
PGE EJ 1 Sp. z o.o.,
Warszawa

Literatura

- [1] Strupczewski A., *Nie bójmy się energetyki jądrowej!*, Warszawa 2010.
- [2] Fornalski K.W., Dobrzyński L., *The cancer mortality in high natural radiation areas in Poland. Dose-Response*, vol. 10, no. 4, 2012, pp. 541-561.
- [3] Ustawa *Prawo atomowe* z dnia 29 listopada 2000 r., z późniejszymi zmianami (tekst jednolity: www.dziennikustaw.gov.pl/DU/2012/264/1).
- [4] Fornalski K.W., *Reaktory jądrowe w Polsce*, Energia dla Przemysłu, nr 3-4, 2011, pp. 16-19.
- [5] *Zestawienie uwag o charakterze ogólnym, zgłoszonych przez PGE EJ1 Sp. z o.o. w toku uzgodnień międzyresortowych do Projektu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie wymagań bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej, jakie ma uwzględnić projekt obiektu jądrowego*, <http://legislacja.rcl.gov.pl/dokument/29526>.
- [6] *European Utility Requirements for LWR Nuclear power plants*, Revision D, 2012, www.europeanutilityrequirements.org.
- [7] Fornalski K.W., *Wybrane zagadnienia związane z narażeniem pracowników elektrowni jądrowej na promieniowanie jonizujące*. Monografia „Energetyka jądrowa w Polsce” (red. nac. Z. Rau, K. Jeleń), wyd. Wolters Kluwer, Warszawa, 2012, pp. 666-682.