

ENERGETYKA

SMR: bezpieczeństwo i stabilność

Dziś nikt nie ma już większych wątpliwości: energetyka nuklearna, czyli „energia z atomu”, to fundament przyszłej, przyjaznej klimatowi stabilności energetycznej świata, w pierwszej kolejności zachodniego. I nie ma powodu, by się jej bać.

MATERIAŁ POWSTAŁ
WE WSPÓŁPRACY Z DISE

Energetyka nuklearna, czyli „energia z atomu”, może pomóc w uzyskaniu bezpieczeństwa energetycznego w Europie i oferuje środki osiągnięcia unijnych celów energetycznych i klimatycznych – to konkluzje raportu Parlamentu Europejskiego, poświęconego technologii SMR (small modular reactors – małych reaktorów modułowych), jaki trafił pod obrady eurodeputowanych w połowie grudnia. Raport, za którym opowiedziała się olbrzymia, 409-osobowa większość deputowanych PE, wskazuje szereg atutów i korzyści, jakie wiąże się z wykorzystaniem SMR.

Niewielkie rozmiary instalacji umożliwiają szereg rozmaitych, odmiennych zastosowań – na potrzeby przemysłu, miast czy wojska. SMR są też w oczach autorów raportu „konkurencyjnym i stabilnym” narzędziem odsalania wody oraz potencjalnej produkcji niskiemisyjnego wodoru na potrzeby przemysłu czy branży paliwowej. Ich konstrukcja zapewnia większe bezpieczeństwo niż w przypadku dużych, konwencjonalnych instalacji, a ponadto oferuje większą elastyczność operacji – co może mieć duże znaczenie w przypadku współpracy z bardziej kapryśnymi odnawialnymi źródłami energii. Raport PE akcentuje też rolę finansowania tej części branży nuklearnej ze środków europejskich, ze szczególnym uwzględnieniem instalacji opartych na zaawansowanych technologiach tzw. trzeciej i czwartej generacji. „Wszystkie potencjalne opcje finansowania i skalowania produkcji europejskich SMR powinny zostać rozpatrzone” – rekomendują autorzy dokumentu.

Zatem na stole jest zarówno wsparcie ze środków unijnych, jak i publicznych pieniędzy poszczególnych państw, inwestycyjnych środków prywatnych, kredytów Europejskiego Banku Inwestycyjnego czy platform takich jak STEP, Strategic Technologies for Europe. Choć z natury rzeczy PE chciałoby wspierać na tym rynku gracz europejskich, to jednak nie oznacza to braku możliwości współpracy z firmami z innych regionów świata. Wygląda zatem na to, że Europa zaczyna otwierać szeroko drzwi dla tej technologii.

Komfort i stabilność

Nie powinno nas to dziwić, należałoby raczej spytać: dlaczego tak późno. Atom jako jeden ze sposobów wybrnięcia z kryzysu klimatycznego eksperci wskazują coraz częściej, weźmy choćby książki znane z polskich księgarni: „Atom dla klimatu” Urszuli Kuczyńskiej, „Czarny koń. Energetyka jądrowa a zmiany klimatyczne” Rauli Partanena i Janne M.



Według wielu światowych przywódców odpowiedzią na niekorzystne procesy związane z ocieplaniem klimatu powinna być kombinacja OZE ze stabilizującą „zieloną” produkcję **energetyką jądrową**

Korhonen albo „Energia dla klimatu” Joshuy S. Goldsteina i Staffana A. Qvista.

Autorzy podkreślają, że SMR-y nie są technologią zupełnie nową: jest to ulepszona kontynuacja koncepcji i pomysłów opracowanych już w latach 50. i 60. ubiegłego wieku. Rozpatrywano wówczas wiele nowatorskich technologii jak np. budowanie reaktorów z ciekłym paliwem np. stopioną solą, z ciekłometalicznym chłodziwem, np. stopem ołowiu i bizmutu itp. Kilka prototypów wybudowano, ale małe reaktory przegrały rywalizację z dużymi, bo w tamtej epoce stawiano jednak na skalę: dominowały instalacje o mocy bliskiej co najmniej 1 GWe, a kilkadziesiąt czy kilkaset MW wydawało się zbyt skromne jak na atomowe ambicje mocarstw – tym bardziej że energetyka nuklearna była wówczas raczej domeną państw, sferą dla prywatnego biznesu niedostępną.

Co niegdyś zniechęcało planistów, dziś jest atutem, w tym niższy próg inwestycyjny i licencyjny. – Istotnym elementem SMR są niewielkie wymiary reaktora, dzięki czemu będzie na tyle kompaktowy, by móc umieścić go blisko obszaru, w którym potrzebna jest energia elektryczna – piszą Goldstein i Qvist. – Można też zgrupować kilka modułów, aby osiągnąć wymagany poziom mocy na danym terenie. Dzięki niewielkim rozmiarom oraz ustandaryzowanym rozwiązaniom konstrukcyjnym reaktor można zbudować w jednej lokalizacji, minimalizując tym samym koszty na miejscu przeznaczenia – uzupełniają. Atutem jest komfort. Reaktor modułowy to projekt, który mógłby powstawać wręcz w fabrycznych warunkach, „na taśmie” – a nie za

każdym razem indywidualnie, w wybranej dla budowy lokalizacji. Oznaczałoby to – przynajmniej teoretycznie i w dłuższej perspektywie – niższy koszt produkcji, krótki termin budowy oraz oszczędności wynikające z bliskości źródła energii do jej konsumentów (np. energochłonnych zakładów przemysłowych), co pozwalałoby na cięcie kosztów związanych z przesyłem i dystrybucją.

Wachlarz możliwości

SMR nie oznacza jakiegos jednego standardu czy jednej technologii jądrowej. W grę wchodzi rozmaite rozwiązania: reaktory wodne zwane „lekkowodnymi”, chłodzone ciekłym metalem czy korzystające ze stopionych soli. Reaktory lekkowodne są dzisiaj najbardziej zaawansowaną i gotową do wdrożenia technologią jądrową. Właśnie o tych reaktorach słyszy się w Polsce najczęściej – dwie dysponujące największą jak na SMR-y mocą konstrukcje tego typu to RR SMR (Rolls-Royce SMR Ltd) i BWRX-300 (GE Hitachi), o mocy – odpowiednio – 470 MWe i 300 MWe. Konstrukcje te reprezentują dwa różne typy reaktorów lekkowodnych: reaktory ciśnieniowe, zwane z angielskiego PWR (Pressurised Water Reactor) i reaktory z wrzącą wodą – BWR (Boiling Water Reactor). Reaktory te różnią się od siebie tym, co w danej konstrukcji dzieje się z wodą, liczbą obiegu wody, grubością ścian zbiornika, sposobem wsuwania prętów sterujących, czasem przeładunku paliwa i wieloma innymi parametrami. Technologicznych odmienności jest radykalnie więcej w przypadku rozmaitych bar-

dziej przyszłościowych projektów reaktorów wysokotemperaturowych, operujących na stopionych solach, ciekłometalicznych czy chłodzonych gazem, np. gazem szlachetnym helem. Odmiennosć koncepcji oznacza jednak, że cechy ważne dla laika – jak efektywność, bezpieczeństwo, koszty inwestycji, dostępność paliwa – w ich przypadku mogą się bardzo znacząco różnić.

Ponadto wieloletnie doświadczenia z konwencjonalną energetyką jądrową sprawiły, że modułowy reaktor jest dziś wielopoziomową kapsułą bezpieczeństwa. Jego pierwszym poziomem jest zatrzymywanie produktów rozszczepienia w pastylkach (tabletkach) paliwowych, będących utwardzonym tlenkiem uranu. Pastylki znajdują się z kolei w zamkniętych, wytrzymałych tubach cyrkulacyjnych, więc cokolwiek się z nich wydostanie, pozostanie w takiej „koszulce”, stanowiącej drugi poziom zabezpieczeń. „Koszulki” są z kolei usytuowane w zbiorniku reaktora, który ma stanowić trzecią barierę bezpieczeństwa i definitywnie zatrzymywać materiały radioaktywne – jest zbudowany ze stali o grubości 16–20 cm. Wokół niego konstruuje się jeszcze obudowę ze zbrojonego betonu, która z kolei definitywnie zatrzymuje jakąkolwiek radioaktywność. Do tego wszystkiego jest jeszcze dodatkowa, finałna bariera bezpieczeństwa – budynek reaktora, który jest właściwie jego dodatkową kapsułą, utrzymywaną w podciśnieniu, z filtracją powietrza. Środki bezpieczeństwa „zaszyte” w samej konstrukcji reaktora i obsługującej go instalacji są uzupełnione także rozwiązaniami takimi jak zintegrowany zawór odcinający czy system pasywnego bezpie-

czeństwa oparty na integracji naturalnej cyrkulacji połączonej z systemem skraplacza izolacyjnego, awaryjnym zasilaniu itp. O bezpieczeństwie instalacji jądrowych mogą zresztą świadczyć statystyki ofiar śmiertelnych na miliard kilowatogodzin, czyli na TWh wygenerowanej energii. W energetyce opartej na węglu brunatnym liczba ofiar przekracza 30, w tej opartej na węglu kamiennym – dobiega 25, w branży naftowej to niemal 20. W energetyce jądrowej to 0,07. Sytuacja zatem przypomina trochę samolot: wiele osób odczuwa lęk przed lataniem, co nie zmienia faktu, że lotnictwo jest najbezpieczniejszą formą komunikacji.

Bezpieczeństwo szeroko rozumianej branży energetyki nuklearnej będzie też rosła wraz z rozwojem nowych technologii, m.in. pozwalających ponownie wzbogacać i wykorzystywać zużyte uprzednio paliwo jądrowe. Póki co pozostaje nam korzystać z doświadczenia państw skandynawskich w zakresie odpadów nuklearnych w położonych głęboko pod ziemią sztolniach, specjalnie przystosowanych do tego celu.

Wielkie perspektywy

Ale warto jeszcze spojrzeć na bezpieczeństwo w nieco szerszym kontekście. W 2023 roku zmiany klimatyczne zaszyły już niemal na próg wyznaczony przed laty przez naukowców z Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatycznych (IPCC), czyli globalna temperatura jest już niemal o 1,5 stopnia Celsjusza wyższa niż w epoce przedprzemysłowej. Generalnie światowi

przywódcy są zgodni co do tego, że odpowiedzią na te niekorzystne procesy powinna być kombinacja OZE ze stabilizującą „zieloną” produkcję energetyką jądrową.

Tu otwiera się idealna przestrzeń dla technologii SMR: instalacje tego typu wymagają obszaru zaledwie 10 hektarów, zatem mniej więcej 10 proc. powierzchni, jaką zajmie konwencjonalny reaktor (a pamiętajmy też, że moc np. BWRX-300 to 300 MWe, jedna trzecia lub jedna czwarta mocy tradycyjnego reaktora). Ponadto we współpracy z odnawialnymi źródłami energii – uzależnionymi przecież od kaprysów pogody i wrażliwych na jej nagłe załamania – np. BWRX-300 może zmieniać moc o 0,5 proc. na minutę, do poziomu 50 proc. mocy, jeśli takie będą wymagania sieci energetycznej. Czyli w ciągu zaledwie półtorej godziny może zacząć pracować pełną – nomen omen – parą lub zredukować obroty o połowę. I taką operację jest w stanie przeprowadzić dwa razy dziennie. Oznacza to wyeliminowanie ryzyka blackoutu, nie wspominając już o niestabilności systemu na mniejszą skalę.

Trudno się zatem dziwić, że analitycy rynku energetycznego wieszczą modułowym reaktorom wielką przyszłość, liczoną w wartościach rynku rzędu miliardów dolarów oraz corocznych kilkuprocentowych wzrostach. Oczywiście, prognozy mogą znacznie się między sobą różnić – mówimy przecież o technologii w procesie licencjonowania oraz testowania. Jednak mówimy zarazem o technologii, która jest ludzkości potrzebna i gwarantuje jej wymienione wyżej korzyści, których inne sektory rynku energetycznego nie są w stanie w pełni zapewnić. Zatem trendy wskazywane we wspomnianych rynkowych analizach i prognozach są nieodwracalne – i kwestia pozostaje tylko, kiedy nastąpi impuls do wspomnianego rozwoju rynku. Ale gdy to nastąpi, zmiany nadejdą błyskawicznie – jak stało się, skądinąd, z lotnictwem i to pomimo naszych obaw przed „sięgnięciem chmur”. I jak w tym przypadku – nie ma się czego obawiać. /©©



NINIEJSZY MATERIAŁ ZOSTAŁ OPUBLIKOWANY DZIĘKI DOFINANSOWANIU NARODOWEGO FUNDUSZU OCHRONY ŚRODOWISKA I GOSPODARKI WODNEJ. ZA JEGO TREŚĆ ODPOWIADA WYŁĄCZNIE DOLNOŚLĄSKI INSTYTUT STUDIÓW ENERGETYCZNYCH