

# **Perspektywy rozwoju małych modułowych reaktorów SMR dla energetyki w USA i Kanadzie**

**Zalety i wady SMR NuScale w porównaniu  
do mega-reaktorów w kontekście  
bezpieczeństwa, kosztów i high-tech**

**Jan Jekielek**

**[jekielej@aol.com](mailto:jekielej@aol.com)**

**+416-818-3009, Polska +48-693-008-500**

**fb Jan Jekielek**

**Październik 2019**

**W inżynierii - tak jak wszędzie  
wiele rzeczy dzieje się „na niby”**

**Na przykład**

***Wrzesień 2019***

***NuScale podpisuje umowę z CEZ (3/4 energii  
Czech, 6 rosyjskich reaktorów)***

***Październik 2019***

***General Electric-Hitachi podpisuje umowę z  
Synthos (BWRX-300)***

# Zalety mega-reaktorów

∅ Przed Fukushima

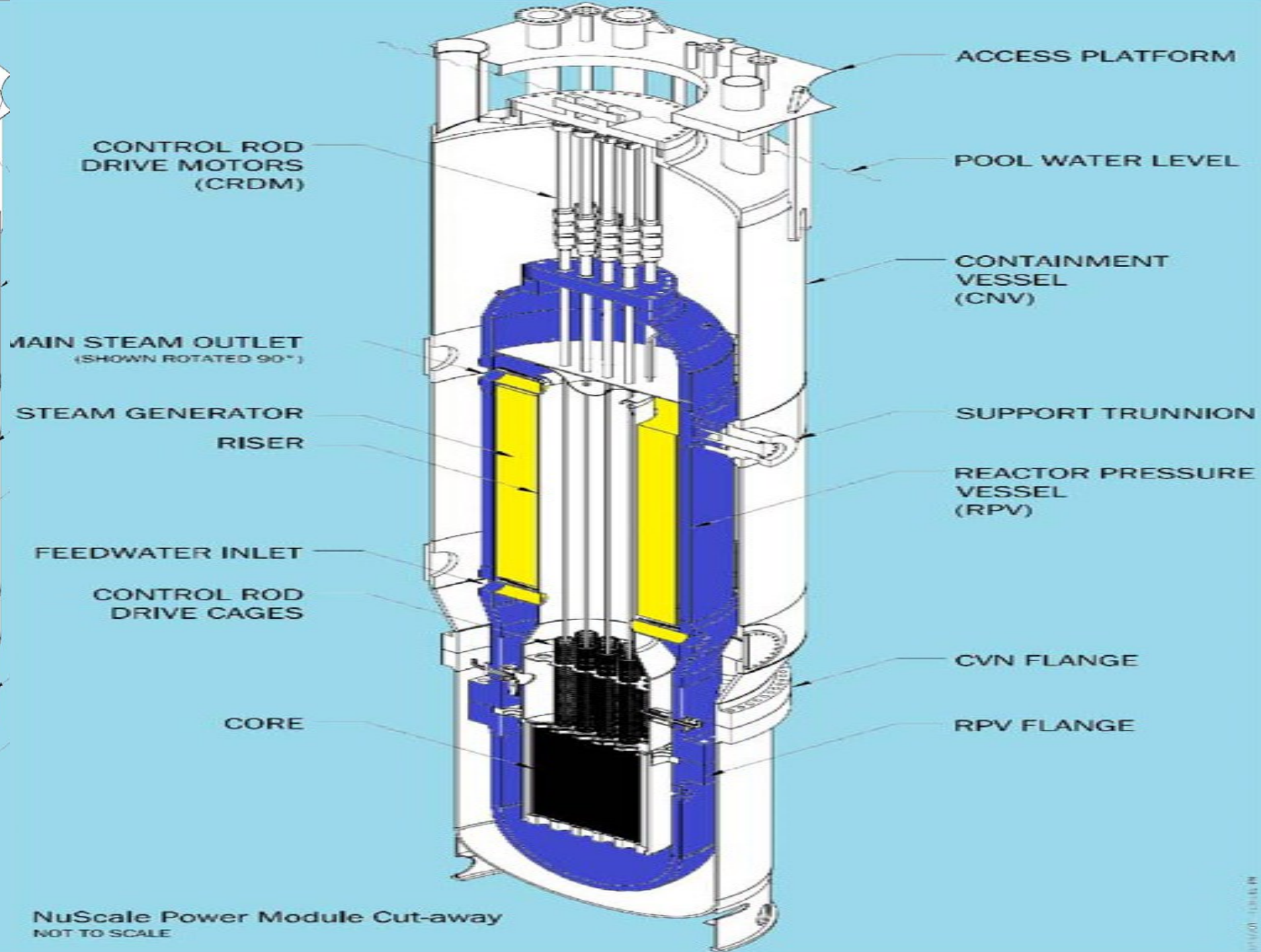
Uznane jako akceptowalne źródło energii

∅ Przeważała krytyka po Fukushima

- Mega-reaktory bezpieczne tylko przy zagrożeniach przewidywalnych
- Mega-reaktory wymagają mega-systemów zabezpieczeń i sieci mega-wysokiego napięcia

# Wady mega-reaktorów

- ∅ Duże zaangażowanie finansowe - zwykle > 6 mld USD (6000 USD/kW)
- ∅ Duża moc – typowo  $\geq 1000$  MW
- ∅ Długi czas realizacji - conajmniej 6 lat
- ∅ Przekroczenia kosztów - zwykle 100% (12 000 USD/kW)
- ∅ Czas realizacji zwykle 10-12 lat zamiast 5-6 lat
- ∅ Obawy związane z proliferacją - szczególnie przy wzbogaceniu U235
- ∅ Obawy związane z wypadkami - szczególnie w przypadku reaktorów wysokociśnieniowych



# **Zalety SMR (NuScale) - 1**

- ∅ First and only SMR undergoing the US regulatory process.**
- ∅ Flexible operation; automated or operated by 6 operators for 12 reactors**
- ∅ Multiple applications in one plant eg. for power, heat, water desalination and hydrogen production**
- ∅ Fabryczna produkcja, naprawy i testy; transport ciężarówką, barką lub pociągiem**

## **Zalety SMR (NuScale) - 2**

- ∅ Pasywnie bezpieczny (niektóre typy są bezpieczne).**
- ∅ Może wytwarzać zarówno energię elektryczną, ciepło i wodór - czysty nośnik energii.**
- ∅ Dużo mniejsze zaangażowanie finansowe**
- ∅ Szybka dostawa po zakończeniu licencjonowania**
- ∅ Moduły można magazynować na miejscu**
- ∅ Może kosztować w masowej produkcji seryjnej mniej niż elektrownia węglowa (ok. 3.500 USD/kW).**

# Wady SMR (NuScale)

∅ Niezawodność, bezpieczeństwo, koszty i dotrzymanie harmonogramów pozostają do udowodnienia w fazie komercjalizacji

**Komentarz – plusy i minusy**

**Plus** WSPARCIE: NuScale koszt do teraz  
~ USD 900mln (1/3 DOE, 2/3 Fluor)

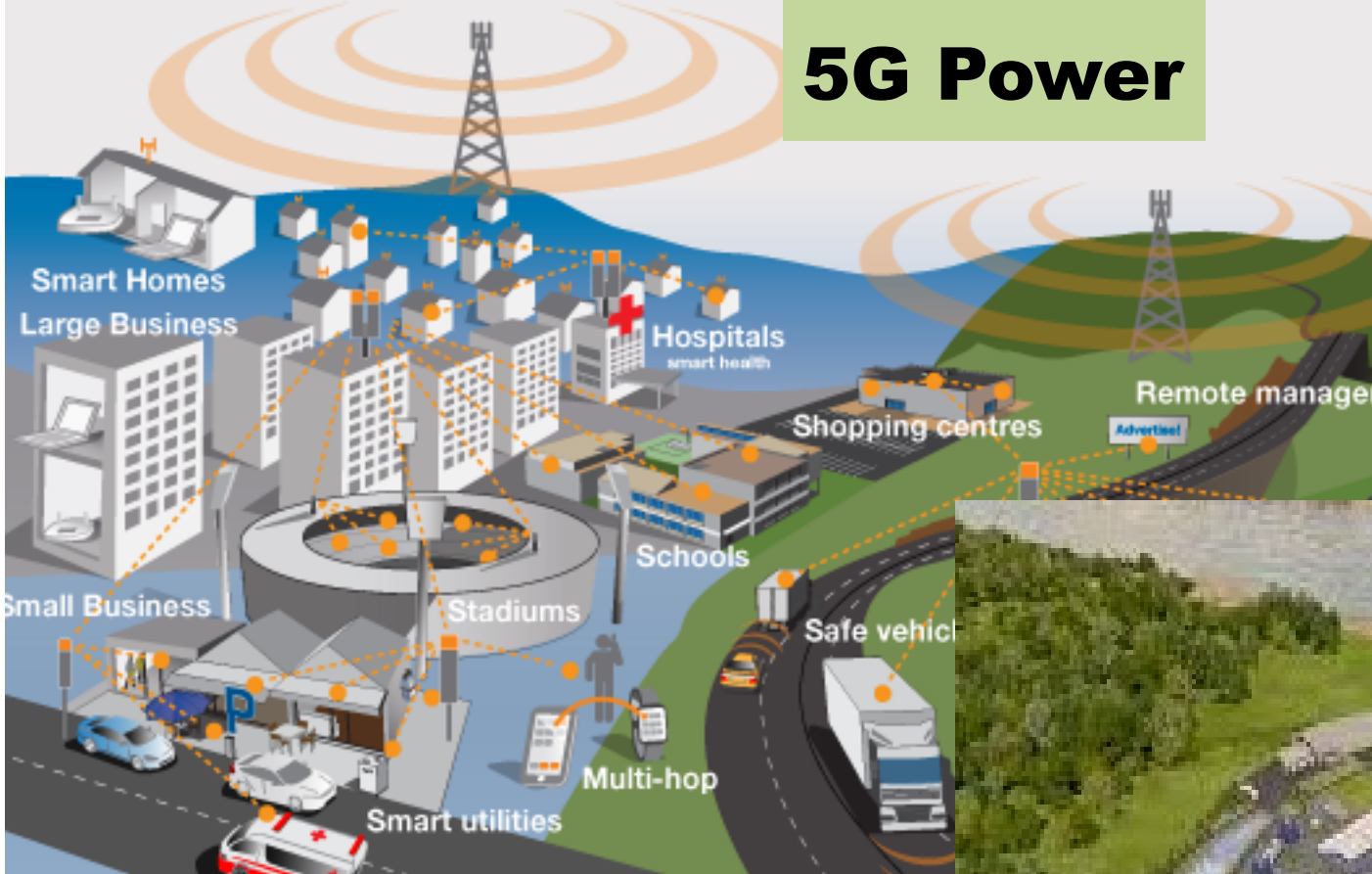
**Minus** DUŻO NOWOŚCI: od 3 to 458 patentów



**5G Power**

**SMR+5G  
high-  
tech**

**KONTEKST**



**SMR Power**

**Big Brother(s) obserwuje  
czy bezpieczna odległa  
społeczność... i co z tym  
promieniowaniem?**

**“Zwinne działanie” dla własnego  
dobra i tym samym dobra otoczenia**  
**Stosuj “oddolne usprawnianie”: kultywuj  
zwinne zasady: upraszczaj, porzucaj  
działania bezużyteczne i kontrproduktywne,  
„baw się w działaniu”, używaj „krytyczną  
refleksyjność” i „minimalizowaną  
zgodność”**

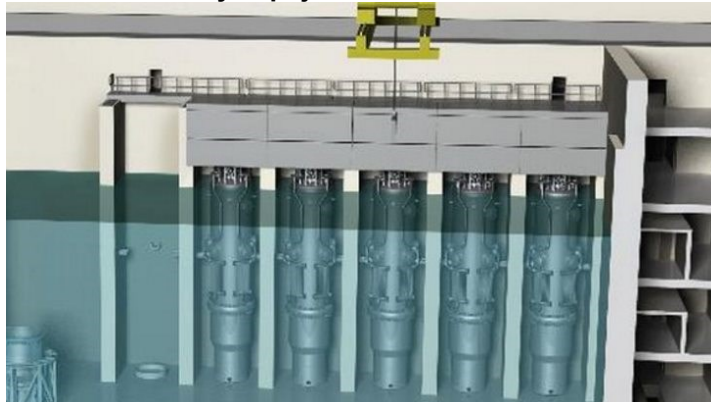
**Wspieraj nawet najniedoleźniejsze „odgórne  
usprawnianie”: bądź „zwinny(a)”, stwórz  
„zwinną grupę” w pracy i poza pracą.  
Wyjątkowo dobre wyniki i „poświęcenie”  
przykryją pozory buntu i niepoważnego  
podejścia do świata...**

## NuScale podkreśla możliwości wielu aplikacji SMR - 10.11.19

(na międzynarodowej konferencji ds. zmiany klimatu i roli energii jądrowej)

Energia jądrowa może odegrać ważną rolę w zmniejszeniu emisji dwutlenku węgla poza dostawą energii elektrycznej, obejmując sektory przemysłowe i transportowe, co prowadzi do zainteresowania zintegrowanymi systemami energetycznymi (IES), powiedział wczoraj José Reyes, dyrektor ds. Technologii w NuScale Power. Reyes, który jest współtwórcą biernie chłodzonego małego reaktora modułowego NuScale (SMR), przemawiał na międzynarodowej konferencji w sprawie zmian klimatu i roli energii jądrowej, która odbyła się w tym tygodniu w siedzibie Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej w Wiedniu.

Reaktory NuScale są umieszczone w stalowych pojemnikach i zanurzone w basenie wodnym:



NuScale przeprowadził badania nad wykorzystaniem swojej konstrukcji SMR do elastycznych operacji, produkcji wodoru, ciepła i energii procesowej dla rafinerii ropy naftowej oraz odsalania wody. Technologia NuScale to jak dotąd pierwsze i jedyne SMR podlegające amerykańskiemu procesowi regulacyjnemu.

Reyes dostarczył konferencji podsumowanie wyników tych badań.

„Aby mieć elastyczne urządzenia, musisz mieć elastyczną sterownię, a małe reaktory modułowe pozwalają na wiele zastosowań w jednej instalacji, co byłoby znacznie trudniejsze do osiągnięcia w przypadku dużego reaktora”, powiedział Reyes. „Sześciu operatorów może bardzo bezpiecznie i skutecznie kontrolować wszystkie 12 reaktorów, ale mamy również wbudowaną automatyzację zapewniającą elastyczne działanie”.

Powiedział, że wraz ze wzrostem penetracji energii odnawialnej zapotrzebowanie na systemy, które mogą bilansować i stabilizować sieć pozbawioną energii węglowej, będą coraz ważniejsze, co znajduje odzwierciedlenie na rynkach nierównowagi energetycznej (EIM) pojawiających się w USA.

NuScale badał również potencjał produkcji wodoru w pojazdach napędzanych ogniwami paliwowymi i innych zastosowaniach przemysłowych. Powiedział, że jeden moduł NuScale o mocy 60 MWe (NPM) może zasilać około 70 000 pojazdów z ogniwami paliwowymi. Dodał, że podobnie połączenie zakładu NuScale z rafinerią ropy o wydajności 250 000 baryłek dziennie może przynieść 40% redukcję emisji CO<sub>2</sub>.

### Rynki nierównowagi energii (EIM)

EIM jest dobrowolnym rynkiem, który zapewnia rozdział – co pięć minut - zasobów uczestniczących w celu zrównoważenia podaży i popytu. Reyes powiedział, że zoptymalizowany energetycznie system IES, który obejmuje elastyczny SMR, może zapewnić pełne wykorzystanie SMR, zapewniając jednocześnie ekonomiczną, pozbawioną węgla energię elektryczną i ciepłą w procesach przemysłowych. Pracując w EIM, może również służyć do równoważenia i stabilizacji sieci. Wartość ekonomiczna elastycznej eksploatacji energii jądrowej prawdopodobnie wzrośnie wraz ze wzrostem penetracji odnawialnych źródeł energii.

„EIM powstają obecnie w Stanach Zjednoczonych w celu zrównoważenia podaży i popytu w sieciach o znacznie zmiennym wytwarzaniu energii... EIM, które obejmują energię jądrową mogą oferować premię za energię bezemisyjną, gdy wiatr i słońce nie są dostępne, lub stabilizować sieć - powiedział.

„Ze względu na swój charakter rynki nierównowagi energetycznej EIM pośrednio wspierają rozwój IES zasilanych energią jądrową. Jeśli SMR o elastycznej mocy dostarczają energię do EIM przede wszystkim wtedy, gdy źródła odnawialne nie są dostępne, lub do utrzymania stabilności sieci, jaka powinna być ich rola w czasie ich „zmniejszonej liczby godzin pracy”? Zoptymalizowany pod kątem zużycia energii IES, który zawiera elastyczny SMR, oferuje interesujące rozwiązanie, które może zapewnić ekonomiczne i pełne wykorzystanie SMR, zapewniając jednocześnie bezemisyjną energię elektryczną i ciepłą dla procesów przemysłowych. Może też potencjalnie zaspokoić potrzeby humanitarne, takie jak zwiększenie dostępności czystej wody i ograniczenie emisji dwutlenku węgla w sektorach transportu i przemysłu” - powiedział.

### Elastyczność operacyjna

Efektywne wykorzystanie IES opartych na SMR będzie wymagało pewnego poziomu elastyczności operacyjnej, szczególnie w odległych lokalizacjach, w których SMR jest jedynym źródłem wytwarzania energii zarówno dla klientów przemysłowych, jak i prywatnych. Dodał, że projekt instalacji NuScale, która obejmuje do 12 NPM, oferuje „znaczną elastyczność operacyjną” dla aplikacji IES.

Każdy NPM może kierować 100% wytwarzanej pary do skraplacza lub do procesu przemysłowego, takiego jak produkcja wodoru lub ciepło przemysłowe. Poprzez regulację położenia zaworu w turbinie parowej moc wyjściowa NPM może wzrosnąć z 12 MWe (20%) do 60 MWe (100%) w 27 minut lub zmniejszyć moc ze 100% do 20% w 10 minut. W tym trybie moc cieplna NPM - 200 MWt - pozostaje stała, co pozwala na np. łatwe przejście od produkcji energii elektrycznej do produkcji energii cieplnej w procesach przemysłowych.

Ta funkcja pozwala również na szybkie stabilizowanie obciążenia, powiedział, co może być wymagane na przykład w celu zrównoważenia zmienności produkcji z farm wiatrowych.

„NPM posiada znaczną manewrowość mocy cieplnej poprzez przemieszczanie prętów sterujących. Moc cieplna NPM może wzrosnąć od 20% do 100% w ciągu 96 minut dzięki ruchowi prętów sterujących. Pozwala to na stabilizację obciążenia farm słonecznych i procesów przemysłowych, które zmieniają się wolniej” - powiedział.

## **Produkcja wodoru**

Biorąc pod uwagę obecnie niski koszt gazu ziemnego w USA, reformowanie parowo-metanowe jest najczęstszą metodą produkcji wodoru. „Wymaga spalania około 10–15% metanu w strumieniu zasilającym w celu wytworzenia ciepła i pary niezbędnej do rozdzielenia pozostałej części metanu; w konsekwencji powstająca emisja CO<sub>2</sub> stanowi problem”, powiedział. „Alternatywnie, elektroliza może prowadzić do dysocjacji wody lub pary w czyste źródło wodoru i tlenu”. Elektroliza wysokotemperaturowa (HTSE) to nowa technologia, która jest o około 40% bardziej wydajna niż konwencjonalna elektroliza wodna. NuScale współpracował z badaczami z Narodowego Laboratorium Idaho (INL) w celu zbadania technicznej i ekonomicznej wykonalności wytwarzania wodoru za pomocą procesu HTSE w połączeniu z sześciomodułową instalacją NuScale.

„Na podstawie analizy przeprowadzonej przez INL ustalono, że sześciomodułowa instalacja NuScale wdrażająca moduły o mocy 50 MW wytwarzałyby około 190 ton metrycznych wodoru i 1500 ton metrycznych tlenu dziennie”, „Interesujący był wynik, że tylko 1,15 MW, czyli tylko 2,4% całkowitej mocy wyjściowej, było potrzebne do podniesienia temperatury wylotowej pary z 300 stopni Celsjusza do 800 stopni przy masowych natężeniach przepływu wymaganych w procesie HTSE. Pojedynczy moduł o mocy 60 MW - zaktualizowana moc znamionowa NPM - może wytworzyć wystarczającą ilość wodoru, aby zasilic około 70 000 pojazdów z ogniwami paliwowymi”.

## **Rafinerie ropy naftowej**

NuScale Power i Fluor Corporation przeprowadziły wstępną ocenę techniczną i ekonomiczną, aby ocenić wykonalność zastosowania NPM do wspierania procesów odzyskiwania i rafinacji ropy naftowej, zmniejszając ogólny ślad węglowy tych kompleksów przemysłowych i zachowując zasoby kopalne jako surowce dla produktów o wyższej wartości. W ich ocenie uznano reprezentatywną rafinerię przystosowaną do przerobu 250 000 baryłek ropy naftowej dziennie.

„Różnicę kosztów między wykorzystaniem energii elektrycznej i ciepła wytwarzanej z energii jądrowej w porównaniu ze scenariuszem odniesienia dotyczącym wykorzystania gazu ziemnego obliczono dla różnych cen gazu ziemnego i potencjalnych kar podatkowych związanych z emisjami CO<sub>2</sub>” - powiedział Reyes. Opierając się wyłącznie na kosztach operacyjnych, 10-modułowy zakład NuScale jest konkurencyjny w przypadku ceny gazu ziemnego tak niskiej jak 5 USD / MBtu, powiedział „nawet bez podatku od CO<sub>2</sub>”.

Powiedział, że inwestycja kapitałowa dla fabryki NuScale może zostać odzyskana w ciągu 25 lat, jeśli koszt gazu ziemnego przekroczy 9,5 USD / MBtu bez podatku od emisji dwutlenku węgla lub 7,5 USD / MBtu z karą pieniężną w wysokości 40 USD / Mt CO<sub>2</sub>.

„Podczas gdy takie ceny gazu przewyższają obecne ceny w USA, są znacznie niższe niż ceny w wielu innych krajach” - powiedział. Dodał, że dostarczając zarówno ciepło pary technologicznej, jak i energię elektryczną, 10-modułowy zakład NuScale zmniejszyłby emisję CO<sub>2</sub> z rafinerii o około 40% lub około 200 Mt / h.

## **Postęp**

Reyes powiedział delegatom, że NuScale Power pierwszym klientem jest Utah Associated Municipal Power Systems, który obsługuje sześć zachodnich stanów USA.

„Założyłem firmę z trzema patentami. Mamy obecnie 485 patentów udzielonych lub oczekujących na rozpatrzenie oraz w 20 krajach. Jesteśmy firmą o niskich dochodach, działającą dla ludzi, planety i dobrobytu, co odbija się echem na wszystkich naszych pracownikach. Naszą misją jest zapewnić zaawansowaną skalowalną energię jądrową do produkcji energii elektrycznej, ale także zapewnić czystą wodę i ciepło w celu poprawy jakości życia ludzi na całym świecie”.

W przeciwieństwie do konwencjonalnej wielkoskalowej jednostki jądrowej, konstrukcja SMR obejmuje zarówno budowę reaktora, jak i jego obudowy w fabryce, a następnie w trzech częściach na miejsce, transportem ciężarówką, koleją lub barką. Następnie jest instalowany we wspólnym basenie wodnym, pod ziemią w budynku sejsmicznym kategorii 1.

„Postęp polega na tym, że podczas robót budowlanych w terenie, równolegle robi się część nuklearną w fabryce. W rezultacie czas budowy spada z około pięciu lat do około trzech lat”..Oczekuje się, że amerykańska komisja ds. regulacji jądrowych (NRC) zakończy przegląd certyfikacji projektu SMR NuScale do września przyszłego roku.

## **NUSCALE PRZEDSTAWIA NOWE STANDARDY BEZPIECZEŃSTWA**

NUSCALE POWER MODULE I KONSTRUKCJA ELEKTROWNI ZAWIERA KILKA PROSTYCH, REDUNDANTNYCH I NIEZALEŻNYCH FUNKCJI BEZPIECZEŃSTWA - USTANAWIAJĄC NOWY STANDARD W ZAKRESIE BEZPIECZEŃSTWA JĄDROWEGO.

### **1. ZBIORNIK PRZECHOWUJĄCY ( CONTAINMENT VESSEL)**

GŁÓWNYMI FUNKCJAMI ZBIORNIKA PRZECHOWUJĄCEGO JEST POWSTRZYMANIE UWALNIANIA RADIOAKTYWNOŚCI PO WYPADKACH LOCA, OCHRONA ZBIORNIKA CIŚNIENIOWEGO REAKTORA I JEGO ZAWARTOŚCI PRZED ZAGROŻENIAMI ZEWNĘTRZNYMI ORAZ ZAPEWNIENIE CZYNNIKA POŚREDNICZĄCEGO (ZBIORNIK CIŚNIENIOWY REAKTORA, ZBIORNIK PRZECHOWUJĄCY, BASEN REAKTORA) DO USUWANIA CIEPŁA PO WYPADKU LUB NORMALNYM WYŁĄCZENIU REAKTORA.

ZBIORNIK PRZECHOWUJĄCY ZANURZONY JEST W BASENIE REAKTORA, KTÓRY ZAPEWNIĄ PASYWNE ŹRÓDŁO USUWANIA CIEPŁA W WARUNKACH LOCA.

W NORMALNYCH WARUNKACH PRACY CIŚNIENIE W ZBIORNIKU PRZECHOWUJĄCYM UTRZYMYWANE JEST NA POZIOMIE PRÓŻNI, ABY WYELIMINOWAĆ KONWEKCYJNE PRZENOSZENIE CIEPŁA I BEZPOŚREDNI KONTAKT REAKTORA Z IZOLACJĄ W ZBIORNIKU CIŚNIENIOWYM. PRÓŻNIA POPRAWIA RÓWNIEŻ POCZĄTKOWE SZYBKOŚCI KONDENSACJI PARY, KTÓRE WYSTĄPIŁYBY PODCZAS URUCHAMIANIA ECCS I ZAPOBIEGA TWORZENIU SIĘ PALNEJ MIESZANINY WODORU W RAZIE MAŁO PRAWDOPODOBNEGO POWAŻNEGO WYPADKU.

PO URUCHOMIENIU ECCS ODPROWADZANIE CIEPŁA PRZEZ ZBIORNIK PRZECHOWUJĄCY GWAŁTOWNIE OBNIŻA CIŚNIENIE I TEMPERATURĘ ORAZ UTRZYMUJE JE W WARUNKACH KRÓTSZYCH NIŻ WARUNKI PROJEKTOWE PRZEZ DŁUŻSZY CZAS. PARA WODNA SKRAPLA SIĘ NA WEWNĘTRZNEJ POWIERZCHNI ZBIORNIKA PRZECHOWUJĄCEGO, KTÓRY JEST PASYWNIEM CHŁODZONY PRZEZ PRZEWODZENIE I KONWEKCYJĘ CIEPŁA DO WODY BASENOWEJ REAKTORA.

### **2. SYSTEM ZASILANIA PARĄ (NSSS)**

NSSS SKŁADA SIĘ Z RDZENIA REAKTORA, SPRĘŻARKI I DWÓCH GENERATORÓW PARY ZINTEGROWANYCH W ZBIORNIKU CIŚNIENIOWYM REAKTORA I UMIESZCZONYCH W STALOWYM ZBIORNIKU PRZECHOWUJĄCYM.

PONIEWAŻ NSSS ZNAJDUJE SIĘ CAŁKOWICIE W ZBIORNIKU PRZECHOWAWCZYM (ZANURZONYM W WODZIE POD ZIEMIĄ), ISTNIEJE WIĘKSZA ELASTYCZNOŚĆ W PROJEKTOWANIU SIŁ SEJSMICZNYCH.

WAŻNE FUNKCJE BEZPIECZEŃSTWA NSSS OBEJMUJĄ:

- KONSTRUKCJA NSSS, W PRZECIWIENSTWIE DO KONWENCJONALNEJ KONSTRUKCJI PWR, ELIMINUJE ZEWNĘTRZNE RUROCIĄGI NIEZBĘDNE DO PODŁĄCZENIA GENERATORÓW PARY I SPRĘŻARKI DO ZBIORNIKA CIŚNIENIOWEGO REAKTORA. DUŻA STRATA W WYNIKU WYPADKÓW SPOWODOWANA PRZEZ CHŁODZIWO ZOSTAŁA WYELIMINOWANA.
- NSSS JEST ZAPROJEKTOWANY DO WYDAJNEJ PRACY W WARUNKACH PEŁNEJ MOCY PRZY UŻYCIU NATURALNEGO OBIEGU JAKO ŚRODKA ZAPEWNIĄJĄCEGO PRZEPŁYW RDZENIA CHŁODZIWA, ELIMINUJĄC POMPY CHŁODZĄCE REAKTOR.
- WSZYSTKIE PRZEJŚCIA DO REAKTORA NSSS ZNAJDUJĄ SIĘ POWYŻEJ SZCZYTU RDZENIA REAKTORA.

### **3. SYSTEM USUWANIA CIEPŁA ROZPADU (DHRS)B – PO WYŁĄCZENIU REAKTORA**

DHRS ZAPEWNIĄ CHŁODZENIE REAKTORA PO STRONIE WTÓRNEJ NA WYPADEK UTRATY CHŁODZENIA (LOCA), GDY NORMALNA WODA ZASILAJĄCA NIE JEST DOSTĘPNA. SYSTEM JEST DWUFAZOWYM, CHŁODZONYM NATURALNYM OBIEGIEM ZAMKNIĘTYM. ZAPEWNIŁO NADMIAROWE CIĄGI URZĄDZEŃ DO USUWANIA CIEPŁA, PO JEDNYM DO KAŻDEJ PĘTLI GENERATORA PARY.

### **4. AWARYJNY UKŁAD CHŁODZENIA (ECCS)**

ECCS SKŁADA SIĘ Z TRZECH NIEZALEŻNYCH ZAWORÓW ODPOWIETRZAJĄCYCH REAKTOR I DWÓCH NIEZALEŻNYCH ZAWORÓW RECYRKULACYJNYCH W REAKTORZE. UDANE URUCHOMIENIE ECCS WYMAGA OTWARCIA DWÓCH Z TRZECH ZAWORÓW ODPOWIETRZAJĄCYCH REAKTORA I JEDNEGO Z DWÓCH ZAWORÓW RECYRKULACJI REAKTORA.

PO WYSTĄPIENIU LOCA LUB INNYCH WARUNKÓW SKUTKUJĄCYCH URUCHOMIENIEM ECCS, USUWANIE CIEPŁA PRZEZ ZBIORNIK PRZECHOWUJĄCY GWAŁTOWNIE ZMNIĘDZA CIŚNIENIE I TEMPERATURĘ.

PARA WODNA SKRAPLA SIĘ NA WEWNĘTRZNEJ POWIERZCHNI ZBIORNIKA PRZECHOWAWCZEGO, KTÓRY JEST PASYWNIEM CHŁODZONY PRZEZ PRZEWODZENIE I KONWEKCYJĘ CIEPŁA DO WODY BASENOWEJ REAKTORA.

## **NUSCALE DESIGNED TO SET NEW STANDARDS FOR SAFETY**

The NuScale Power Module™ and power plant design incorporates several simple, redundant, and independent safety features — setting a new standard for nuclear safety performance.

## **1. CONTAINMENT VESSEL**

The major safety functions of the containment vessel are to contain the release of radioactivity following postulated accidents, protect the reactor pressure vessel and its contents from external hazards, and to provide an interfacing medium (reactor vessel to water, to containment vessel, to the pool) for decay heat removal following an accident or normal reactor shutdown.

The containment vessel is submerged in the reactor pool, which provides a passive heat sink for the containment heat removal under LOCA conditions.

Under normal operating conditions, the containment vessel pressure is maintained at a vacuum to eliminate convection heat transfer and the need for direct-contact reactor pressure vessel insulation. The vacuum also enhances initial steam condensation rates that would occur during ECCS actuation and prevents the formation of a combustible mixture of hydrogen in the unlikely event of a severe accident.

Following an actuation of the ECCS, heat removal through the containment vessel rapidly reduces the containment pressure and temperature and maintains them at less than design conditions for extended periods of time. Steam is condensed on the inside surface of the containment vessel, which is passively cooled by conduction and convection of heat to the reactor pool water.

## **2. NUCLEAR STEAM SUPPLY SYSTEM (NSSS)**

The NSSS is composed of a reactor core, a pressurizer, and two steam generators integrated within the reactor pressure vessel and housed in the steel containment vessel.

Since the NSSS is located entirely inside the containment vessel (which is immersed in water below ground), there is greater flexibility to design for seismic forces.

Important safety features of the NSSS include:

- The NSSS design, unlike a conventional PWR design, eliminates the external piping necessary to connect the steam generators and pressurizer to the reactor pressure vessel. Large break loss of coolants accidents are eliminated by design.
- The NSSS is designed to operate efficiently at full power conditions using natural circulation as the means of providing core coolant flow, eliminating reactor coolant pumps.
- All NSSS reactor vessel penetrations are above the top of the reactor core.

## **3. DECAY HEAT REMOVAL SYSTEM (DHRS)**

The DHRS provides secondary side reactor cooling for non-Loss of Coolant Accident (LOCA) events when normal feed water is not available. The system is a closed loop, two-phase natural circulation cooling system. Redundant trains of decay heat removal equipment are provided, one attached to each steam generator loop.

## **4. EMERGENCY CORE COOLING SYSTEM (ECCS)**

The ECCS consists of three independent reactor vent valves and two independent reactor recirculation valves. Successful actuation of the ECCS requires two of the three reactor vent valves and one of the two reactor recirculation valves to open.

Following a LOCA or other condition resulting in an actuation of the ECCS, heat removal through the containment vessel rapidly reduces the containment pressure and temperature. Steam is condensed on the inside surface of the containment vessel, which is passively cooled by conduction and convection of heat to the reactor pool water.

# Tesla bez kierowcy – nowa rzeczywistość na drogach Kanady

Goniec Toronto/Mississauga - Andrzej Kumor - 6.11.19



*Tesla jedzie zdalnie przez parking w Richmond, BC*

„Bezzałogowa” Tesla poruszająca się dość niepewnie po parkingu w centrum handlowym w Kolumbii Brytyjskiej wywołała konsternację, zdziwienie i obawy.

Samochód został prawdopodobnie uruchomiony przez nową funkcję w aplikacji o nazwie Smart Summon, która pozwala na samodzielne podjechanie auta po kierowcę, na przykład gdy ten stoi w drzwiach, a pada deszcz.

Problem w tym, czy funkcja dostępna dla posiadaczy Tesli w Kanadzie od 11 października jest legalna. Funkcja aplikacji mobilnej Tesli pozwala właścicielowi na uruchomienie pojazdu w celu autonomicznej jazdy do niego w promieniu 60 metrów.

Prawnik z Vancouver, Paul Doroshenko, twierdzi że nie ma żadnych przepisów, które w Kanadzie tego zabraniają, ale nie wie, kto by został oskarżony, gdyby taki samochód bez kierowcy kogoś przejechał.

Czy odpowiada za to właściciel, czy firma, czy osoba, która jest autorem oprogramowania.

Tymczasem Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Kolumbii Brytyjskiej twierdzi, że pojazdy bez kierowcy są zakazane na drogach w prowincjach, mimo rosnącej liczby autonomicznych Tesli.

„Autonomiczne i pozbawione kierowcy pojazdy nie są obecnie dozwolone na autostradach BC, co odzwierciedlają przepisy federalne. Te samochody obecnie nie kwalifikują się do ubezpieczenia, a prowadzenie nieubezpieczonego pojazdu na drodze jest jednym z powodów, dla których pojazdy te nie są dozwolone na drogach BC, głosi oświadczenie.

W oświadczeniu Towarzystwa Ubezpieczeniowego Kolumbii Brytyjskiej (ICBC) stwierdzono, że samochód bez kierowcy na parkingu w Richmond jest „nielegalny”, mimo że analiza przepisów ICBC nie mówi nic na temat obsługi lub rejestracji pojazdów zdolnych do autonomicznego działania.

Ministerstwo Transportu oświadczyło, że powołało grupę roboczą, której zadaniem jest zbadanie skutków ubezpieczeniowych i regulacyjnych związanych z eksploatacją pojazdów autonomicznych w Kolumbii Brytyjskiej