

ROZPROSZONA ENERGETYKA JĄDROWA SZANSA DLA POLSKI ?

25 PAŹDZIERNIKA 2013 (PIĄTEK), GODZ. 12:00
MIEJSCE: CENTRUM PRASOWE PAP UL. BRACKA 6/8 WARSZAWA

Raport z debaty

Rozproszona Energetyka Jądrowa.

Szansa dla Polski?

Patronat Honorowy



Partner Debaty



Centrum Prasowe PAP, Warszawa

25 października 2013

Spis treści

Uczestnicy debaty	1
Ogromne wydatki cienkiego portfela	2
Reaktory zamiast starych bloków węglowych	3
Sprawdzona technologia.....	4
Porównywalne koszty	5
Świat pracuje nad małymi reaktorami	6
Realna alternatywa czy najwyżej uzupełnienie polskiego programu?	7
Warto analizować	9

Uczestnicy debaty

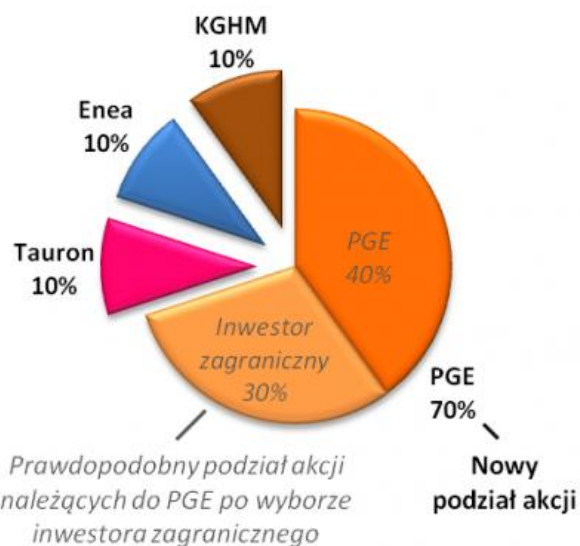
- **J. Darren Gale**, Vice President and Project Director B&W mPower, Inc.;
- Dr **John E. Kelly**, Deputy Assistant Secretary for Nuclear Reactor Technologies, US Department of Energy – Office of Nuclear Energy, SMR Project in the USA (light water reactors);
- **Krzysztof Kilian**, Prezes Zarządu PGE SA – operatora polskiego programu jądrowego;
- **Tomasz Nowacki**, Departament Energii Jądrowej, Ministerstwo Gospodarki;
- **Ludwik Pieńkowski**, Profesor Akademii Górniczo-Hutniczej, Program HTRPL w Polsce;
- **Wojciech Romaniszyn**, **Huang Xiang**, China Huadian Corporation; **Lin Hengxi**, Tianjin Mingxi Science & Technology Co., Ltd
- Prof. **Grzegorz Wrochna**, Dyrektor Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Otwocku-Świerku;
- Prof. **Krzysztof Żmijewski**, Sekretarz Generalny Społecznej Rady ds. Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej;

Ogromne wydatki cienkiego portfela

Nakłady inwestycyjne na pierwszą polską elektrownię jądrową, według oceny ekspertów, wyniosą ok. 4,7 mld euro za 1000 MW mocy. Oznacza to, że budowa całej elektrowni o mocy 3000 MW przy dzisiejszym kursie euro kosztować będzie niemal 60 mld zł, a realizacja całego programu atomowego (6000 MW) aż **120 mld zł**. Do tego niezbędne są nakłady na rozwój sieci, pozwalających na bezpieczne wyprowadzanie mocy z elektrowni jądrowej. Według dotychczasowych szacunków to dodatkowy koszt ok. **10 mld zł**, które będzie musiał ponieść operator sieci przesyłowych.

Rysunek 1: Podział akcji pierwszej polskiej elektrowni jądrowej

To właśnie finanse są największym problemem polskiego programu jądrowego. Odpowiedzialna za inwestycję Polska Grupa Energetyczna zdywersyfikowała portfel udziałowców „atomowej” spółki, dopraszając do niej trzech nowych akcjonariuszy: Taurona, Eneę i KGHM. Każda z kontrolowanych przez Skarb Państwa firm obejmie po 10 proc. akcji, pod warunkiem przyjęcia przez rząd do końca roku Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Takie rozłożenie kosztów inwestycji nadal jednak niewiele zmienia, bo oznaczałoby konieczność zainwestowania przez PGE 40 mld zł do 2024 roku. Dlatego do spółki potrzebny będzie jeszcze jeden partner, który objąłby ok. 30 proc. akcji (zob. graf). Tu znowu pojawia się jednak problem, bo dostawcy technologii nie chcą się angażować w projekt powyżej 10-20 proc.



wysokieNapiecie.pl

Jeżeli nawet PGE uda się znaleźć partnera, który obejmie 30 proc. projektu, to nadal możliwości inwestycyjne firmy będą „napięte”. Z rynkowej praktyki wynika, że granicą możliwości zadłużania się firm energetycznych jest 2,5-3-krotność EBITDA, czyli zysku powiększonego o amortyzację. W ubiegłym roku ten wskaźnik w PGE wyniósł 8 mld zł, a do 2020 roku ma wzrosnąć do 12 mld zł. Oznacza to maksymalne możliwości zadłużenia się spółki na poziomie 36 mld zł. Sam 40 proc. udział firmy w inwestycji atomowej może pochłonąć 24 mld zł, jednak PGE ma przed sobą także inne ważne inwestycje: dwa nowe bloki w Opolu o wartości 11,6 mld zł, jednego w Turowie (ok. 2,5 mld zł) oraz aż czterech elektrociepłowni gazowych, na które PGE będzie potrzebowała ok. 5 mld zł.

Kolejne kilka-kilkanaście miliardów złotych pochłoną do 2024 roku inwestycje w sieci. Tylko w latach 2011-2015 grupa chce na nie przeznaczyć 5,3 mld zł. Do tego należałoby doliczyć inwestycje w energetyce odnawialnej. Największa z nich to planowana budowa 1000 MW farmy wiatrowej na Bałtyku, która kosztowałaby przynajmniej 15 mld zł. Trudno nawet szacować ile miałyby wynieść zaangażowanie PGE w wydobycie gazu łupkowego.

Skumulowanie wysokich nakładów na budowę elektrowni jądrowej z jednej strony oznacza większe ryzyko dla spółki w sytuacji, gdy projekt nie byłby realizowany zgodnie z założeniami, a z drugiej ogranicza elastyczność firmy. PGE nie będzie mogła szybko dostosowywać się do zmieniającego się otoczenia konkurencyjnego, a przykład boomu łupkowego w Stanach Zjednoczonych pokazuje, że nagle zmiany sytuacji rynkowej nie są niczym niezwykłym.

Obok bardzo wysokich nakładów na rozwój sieci energetycznych, są to kluczowe powody zainteresowania firm energetycznych małymi reaktorami jądrowymi.

Reaktory zamiast starych bloków węglowych

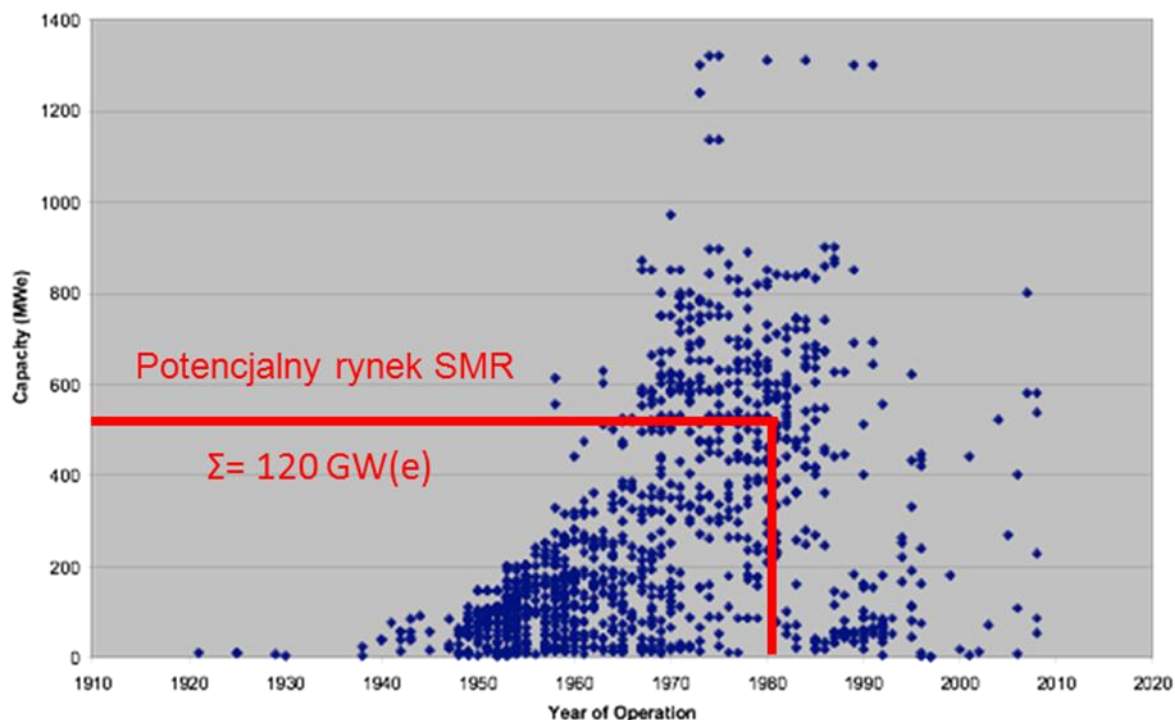
*Nasz rząd zdecydował, że do 2035 roku 80 proc. energii pochodzić będzie z czystych źródeł. To wymaga od nas zmiany struktury wytwarzania energii i ograniczania produkcji energii z węgla. Jednocześnie w ciągu najbliższych 20 lat musimy wyłączyć 120 GW mocy starych bloków węglowych. To jednostki o mocach rzędu 500 MW budowane głównie w latach 80. Dlatego z nadzieją patrzymy na małe modułowe reaktory jądrowe (ang. SMR), które mogą zastąpić wycofywane bloki węglowe – przekonywał w trakcie konferencji „Rozproszona Energetyka Jądrowa. Szansa dla Polski?” dr **John E. Kelly**, zastępca sekretarza ds. technologii reaktorów jądrowych w amerykańskim Departamencie Energii. Z tego powodu rząd USA wspiera rozwój technologii SMR – kontynuował **Kelly** – W 2012 roku rozpoczęliśmy sześciolletni program, w którym zainwestujemy 452 mln dol., a kolejny 1 mld dol. dołoży sektor prywatny. Pierwszym beneficjentem tego programu jest amerykańska firma mPower, należąca do koncernu Babcock & Wilcox. Spółka jest już na etapie testowania poszczególnych podzespołów przyszłego reaktora w skali 1:1. Na razie są jeszcze porzucane po centrach badawczych na wschodzie USA, ale jak zapewnia **J. Darren Gale**, współkierowana przez niego firma chce pod koniec 2017 lub na początku 2018 roku uzyskać pierwszą licencję i niewiele później zacząć budowę. Na początek chcemy wybudować 20 takich reaktorów, aby następnie rozpocząć ich seryjną produkcję 20-40 rocznie. Chcemy być światowym liderem technologii SMR – zapowiedział **Kelly**.*

Zarówno **Gale**, jak i **Kelly** podkreślali, że małe reaktory projektowane są do łącznej produkcji energii elektrycznej i cieplnej. Z tego powodu w trakcie warszawskiej konferencji uczestnicy pytali o lokowanie reaktorów w pobliżu odbiorców ciepła – przemysłowych lub komunalnych. Jak zapewnił

podsekretarz **Kelly** w USA trwają już rozmowy na temat zmiany przepisów tak, aby umożliwić lokowanie SMR-ów bliżej miast.

Odpowiadając na pytanie z Sali, **Kelly** ocenił, że projektowana żywotność małych reaktorów to 60 lat, a więc odpowiada żywotności dużych instalacji tego rodzaju.

Rysunek 2: Potencjał rynkowy rozwoju technologii SMR na amerykańskim rynku energii elektrycznej [J. E. Kelly]



Sprawdzona technologia

Mimo trwających jeszcze prac nad SMR-ami mPower, jeden z najbardziej zaawansowanych dostawców, przekonuje, że to sprawdzona technologia reaktorów wodnych ciśnieniowych. Tyle, że w wersji małej, o 180 MW mocy elektrycznej i 530 MW mocy cieplnej, zamiast 1000 MWe, są one jeszcze bezpieczniejsze.

Reaktory SMR są 100 razy bezpieczniejsze od dużych PWR-ów. Konstrukcja jest maksymalnie uproszczona, co eliminuje ryzyko, a do tego zamknięta w obudowie z pasywnym systemem chłodzenia [niedopuszczającym do przegrzania paliwa i stopienia rdzenia reaktora nawet w sytuacji, gdy nie zadziałają wszystkie systemy bezpieczeństwa sterowane przez ludzi – red.] – przekonywał w Warszawie J. Darren Gale.

Porównywalne koszty

W trakcie konferencji amerykańscy goście odpowiadali także na pytania uczestników o koszty technologii. Jak obaj zapewniali, mają być w przeliczeniu na jednostkę mocy porównywalne z dużymi reaktorami.

Przedstawiciele mPower przekonują, że w Stanach Zjednoczonych koszt produkcji energii z nowobudowanej dużej elektrowni jądrowej III generacji wahać będzie się w przedziale 65-85 USD/MWh. W takim samym przedziale ma się zmieścić koszt produkcji energii z małego reaktora.

W trakcie konferencji prof. **Krzysztof Żmijewski**, sekretarz generalny Społecznej Rady ds. Rozwoju Gospodarki Niskoemisyjnej, przedstawił syntetyczne zestawienie porównujące koszty SMR-ów, nad którymi prace są najbardziej zaawansowane. Według ich producentów wahają się od 1,5 mln dol. za 1 MW w chińskim HTR-PM, rozwijanym przez Tsinghua INET i Huaneng (moc jednostkowa reaktora to 210 MWe) do 5 mln dol. za amerykańskie i południowokoreańskie bloki lekkowodne (LWR) od mPower, Holtec i KAERI. Mediana cen w tej grupie to 4 mln dol./MW, czyli tyle, ile kosztować będą Turcję duże bloki jądrowe dostarczane przez rosyjski Atomstroieksport.

Kłopoty z inwestycjami w nowe bloki energetyczne, a zwłaszcza kapitałochłonną energetykę jądrową, to nie tylko problem Polski. Nawet w USA oceniono, że budowa dużych elektrowni jądrowych jest wyzwaniem nawet dla największych grup energetycznych – mówił podczas konferencji prof. Ludwik Pieńkowski z Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, który uczestniczy w polskim programie badań nad małymi wysokotemperaturowymi reaktorami jądrowymi – HTRPL. Jak przekonywał nawet jeżeli koszt inwestycji małych reaktorów w przeliczeniu na jeden megawat mocy będą nieco wyższe niż wielkoskalowych, to i tak będą łatwiejsze do udźwignięcia przez pojedynczych inwestorów. Mogą realizować duże inwestycje zgodnie ze strategią sukcesywnego dostawiania kolejnych modułów i dzięki temu rozkładając ryzyko. Prof. Pieńkowski podkreślał, że nie do przecenienia jest także druga strategia, polegająca na budowie rozproszonej energetyki jądrowej, a więc lokalizowaniu pojedynczych modułów w różnych częściach kraju, dzięki czemu możliwa będzie maksymalizacja wykorzystania ciepła na potrzeby lokalnych odbiorców.

Rysunek 3: Porównanie kosztów 1 MW mocy małych reaktorów jądrowych

model	firma	kraj	typ	modułów w elektrowni	MW	mln \$	mln\$ /MW
mPower	Babcock&Wilcox	U.S.	LWR	2	360	1800	5,00
SMR-160	Holtec	U.S.	LWR	1	160	800	5,00
SMART	KAERI	S. Korea	LWR	1	100	500	5,00
NuScale	NuScale Power Inc.	U.S.	LWR	12	540	2500	4,63
W-SMR	Westinghouse	U.S.	LWR	1	225	1013	4,50
SVBR-100	AKME Engineering	Russia	LMR	1	101	430	4,26
CAREM	CNEA	Argentina	LWR	1	25	100	4,00
ACP-100	Chinergy Company (CNNC)	China	LWR	2	200	800	4,00
HPM	Hyperion/Gen4	U.S.	LMR	1	25	100	4,00
KLT-40S	OKBM Afrikantov	Russia	LWR	2	70	263	3,76
VBER-300	OKBM Afrikantov	Russia	LWR	1	295	1033	3,50
4S	Toshiba	Japan	LMR	1	10	30	3,00
PRISM	GE-Hitachi	U.S.	LMR	4	1244	3200	2,57
PBMR	PBMR (Pty) Ltd.	S. Africa	HTR	1	165	350	2,12
HTR-PM	Tsinghua INET & Huaneng	China	HTR	2	210	315	1,50

Świat pracuje nad małymi reaktorami

Rozwój małych modułowych reaktorów jądrowych prowadzony jest nie tylko w Stanach Zjednoczonych. Swoje projekty mają właściwie wszystkie kraje rozwijające technologie atomowe: Rosja, Chiny, Japonia, Korea Południowa, Republika Południowej Afryki.

Reprezentujący China Huadian Corporation **Wojciech Romaniszyn** przekonywał w trakcie debaty, że małe reaktory jądrowe odegrają istotną rolę w największym na świecie chińskim programie energetyki atomowej. *Chińczycy realizują go konsekwentnie od 1970 roku. Pierwsze*

instalacje powstały na przełomie lat 80. i 90., a już niedługo łączna moc reaktorów jądrowych przekroczy 20 GW, przy czym do 2030 roku ma to być już 200 GW. Chiny mają jednak jeszcze odleglejsze plany. Do 2050 roku chcą zbudować elektrownie atomowe o łącznej mocy 400 GW, a na koniec XXI wieku chcą mieć 1400 GW mocy w tej technologii. Sądząc po tym, co Chińczycy dokonali do tej pory w innych obszarach gospodarki można przewidywać, że rzeczywiście zrealizują ten plan – mówił Romaniszyn.

Na razie w Państwie Środka działa jeden mały reaktor o mocy 300 MW. W tym roku miał ruszyć drugi, chińskiego autorstwa, chociaż oparty o technologie francuskie i amerykańskie, o mocy 210 MW. Jednak katastrofa w Fukushima przesunęła termin jego realizacji. W grudniu ubiegłego roku wylano już jednak fundamenty pod reaktor i jego budowa ma się zakończyć w 2015 roku. Chińska technologia ma być najtańsza. Według informacji przedstawionych przez Wojciecha Romaniszyna wynika, że kosztować będzie ok. 1,2 mln euro/MW. Tego typu instalacje mają być w Chinach lokowane w obrębie niedużych sieci i posłużą przede wszystkim do produkcji ciepła w kogeneracji i odsalania wody.

Profesor **Krzysztof Żmijewski** wyliczył w trakcie swojej prezentacji, że na świecie można znaleźć przynajmniej 59 projektów małych reaktorów jądrowych. Spośród nich trzy są już funkcjonujące, kolejny uzyskał już licencję. O jej otrzymanie starają się właściciele trzech kolejnych technologii.

Realna alternatywa czy najwyżej uzupełnienie polskiego programu?

Zdaniem części ekspertów technologia małych reaktorów nie pasuje jednak do polskich planów. W ocenie prof. **Grzegorza Wrochny**, dyrektora Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku, które przewodzi projektowi Euratom dotyczącemu kogeneracji jądrowej, małe reaktory modułowe, zwłaszcza kogeneracyjne, są obiecującą technologią i mają przed sobą przyszłość. Nie nadają się jednak do realizacji celów zawartych w polskim programie energetyki jądrowej w takiej formie, w jakiej przyjęło Ministerstwo Gospodarki i nad jakim pracuje rząd. *SMR-y nie będą substytutem dla polskiego programu, w którym chcemy zbudować 6000 MW mocy pracującej w podstawie. Taka wielkość oznacza budowę czterech lub sześciu dużych reaktorów albo aż 33 małych, takich jak mPower. Trudno sobie wyobrazić postawienie do 2030 roku takiej liczby reaktorów. Samochody osobowe też są tańsze i mniej skomplikowane w budowie od dużych ciężarówek, ale to nie znaczy, że mamy cały towar wozić samochodami osobowymi – obrazowo wyjaśnił swoje stanowisko.*

Sceptycznie o zastąpieniu technologii dużych reaktorów jądrowych małymi wypowiedział się w debacie także **Tomasz Nowacki**, odpowiedzialny za strategię w Departamencie Energetyki Jądrowej Ministerstwa Gospodarki. *Małe reaktory mogą być szansą dla Polski w kontekście ich zastosowania w przemyśle. Jednak ich wykorzystanie jako alternatywa dla Programu Polskiej Energetyki Jądrowej w obecnym brzmieniu nie jest rozważana przez rząd, który w wielu dokumentach programowych podtrzymywał swoje stanowisko w tej sprawie. Jest to jednak problem na szczeblu politycznym, a nie urzędniczym – przekonywał.* Nowacki zaznaczył jednak, że gdyby małe reaktory jądrowe rzeczywiście miały kosztować tyle, ile nieoficjalnie planują zaoferować za ich budowę Chińczycy – 1,1-1,3 mln euro/MW – wówczas nad koniecznością zmiany PPEJ nie zastanawiałby się ani chwili.

Do przeanalizowania technologii SMR-ów przekonywał z kolei szef PGE. *Energetyka przebudowuje się w tej chwili zarówno w USA, w Polsce, jak i w reszcie świata. Wymusza tę przebudowę walka ze zmianami klimatycznymi i dążenie do ograniczania emisji, jednak sama energetyka odnawialna nie rozwiąże wszystkich problemów. Do tej pory jej dotowanie zdewastowało cały rynek energetyczny i w trudnej sytuacji postawiło także energetykę jądrową – mówił w trakcie debaty **Krzysztof Kilian**, prezes Polskiej Grupy Energetycznej. Zwrócił on jednocześnie uwagę, że Polska także musi zmniejszać swoją ekspozycję na ryzyko związane z unijnym systemem handlu uprawnieniami do emisji dwutlenku węgla (ETS). Krajowa energetyka stoi jednak przed dylematem, czy rezygnować z rozwoju energetyki opartej o węgiel, który jest paliwem kontrolowanym przez krajowe firmy. Jego zdaniem energetyka jądrowa jest tu o tyle dobrą alternatywą, że umożliwia zabezpieczenie dostaw surowca, przy ograniczeniu emisji gazów cieplarnianych.*

W tym kontekście, w ocenie prezesa Kiliana, małe modułowe reaktory jądrowe mogą być dobrym rozwiązaniem dla Polski ze względu na mniejsze ryzyko inwestycyjne oraz ograniczenie nakładów na rozwój sieci najwyższych napięć i zmniejszenie strat przesyłowych.

PGE została wyznaczona przez państwo do budowy wielkiej elektrowni atomowej, chociaż trudno nie brać na serio technologii SMR, która – jeżeli będzie już komercyjnie dostępna – będzie mogła rozwiązać część naszych problemów – przekonywał.

Zarówno prezes **Kilian**, jak i prof. **Żmijewski** zwrócili uwagę, że już samo pojawienie się alternatywnej technologii jest dobre, bo zwiększa konkurencję na rynku i pozwala na wybór tej najlepiej dopasowanej do potrzeb.

W trakcie konferencji prof. **Żmijewski** zaprezentował bardzo wstępne porównanie technologii wielkich (generacji III+) i małych reaktorów jądrowych (generacji IV+). W jego ocenie sama dostępność technologii jest zaletą generacji III/III+, bo chociaż nadal nie działa jeszcze żaden

reaktor o takich parametrach bezpieczeństwa, to kilka jest już budowanych. W jego ocenie małe reaktory wygrywają jednak w szeregu innych porównań w zakresie:

- finansowym (łatwiejszy model finansowania),
- użyteczności (małe reaktory mogą dostarczać także ciepło w ilości potrzebnej odbiorcom i nie muszą być lokowane tam, gdzie będą miały dostęp do ogromnych ilości wody chłodzącej),
- sieci (SMR-y mogą wykorzystywać nawet istniejącą infrastrukturę, bez konieczności jej rozbudowy),
- środowiska (małe reaktory wymagają mniej wody do chłodzenia, a przy obiegach zamkniętych efektywność jej wykorzystania znacznie rośnie),
- bezpieczeństwa (małe reaktory są mniej skomplikowane, co ogranicza ryzyko awarii, a jednocześnie posiadają wbudowane pasywne systemy bezpieczeństwa).

Z kolei parametrem, pod względem którego obie generacje reaktorów są podobne, jest opinia publiczna i nastawienie społeczne. Chociaż małe reaktory, częściowo zbudowane pod ziemią, są mniej widoczne i bezpieczniejsze, to jednak w przypadku przyjęcia modelu rozproszonego skutkuje koniecznością pozyskiwania przychylności mieszkańców wielu regionów kraju, gdzie byłyby lokowane.

Rysunek 4: Porównanie przewag konkurencyjnych technologii dużych (III+) i małych (IV+) reaktorów jądrowych

		GENERACJA III+	GENERACJA IV+
1	CZAS	6	4
2	FINANSE	4	6
3	UŻYTKOWOŚĆ	4	6
4	SIEĆ	4	6
5	ŚRODOWISKO	4	6
6	BEZPIECZEŃSTWO	4	6
7	SPOŁECZEŃSTWO	3	3
		4 1/7	5 2/7
		4,143	5,286

Warto analizować

Konferencja wzbudziła duże zainteresowanie uczestników, co samo w sobie pokazuje, że technologia małych reaktorów jest postrzegana w branży za interesującą. Wszyscy uczestnicy debaty zgodzili się także co do potrzeby jej dalszego badania. O ile w przypadku dużych elektrowni jądrowych koszty inwestycji są jej największym problemem, o tyle niskie ceny małych reaktorów projektowanych w Chinach mogą się okazać ich największą zaletą. Aby się o tym przekonać potrzebne są jednak dalsze analizy.

Suplement

Rysunek 5: Stan prac nad różnymi technologiami SMR na świecie

	SMR Name	Company	MWe net		Type	Status
			min	max		
1	RAPID	Central Research Institute of Electric Power Industry (CRIEPI)	0,1	0,1	LMR	Conceptual Design
2	SAKHA-92	OKBM Afrikantov	1	1	PWR	Conceptual Design
3	MTSPNR (GREM)	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	1	1	HTR	Conceptual Design
4	ANGSTREM	OKB Hidropress	1	100	LMR	Conceptual Design
5	MARS	Kurchatov Institute	1,5	1,5	LMR	Conceptual Design
6	4S	Toshiba	2	2	LMR	Under Development
7	EGP-6	Teploelectroproekt	3	10	LGR	Operating
8	VKT-12	OKB Hidropress	6	6	BWR	Shelved
9	NIKA-70	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	6	6	PWR	Conceptual Design
10	ALLEGRO	European Partners	10	10	GCFR	Conceptual Design
11	CAREM	Comision Nacional de Energia Atomica	10	50	PWR	Licensing Stage
12	G4M (HPM)	Gen4 Energy, Inc. (Hyperion Power Generation)	10	178	LMR	Under Development
13	MRX	Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI) - Mitsubishi Heavy Industries (MHI)	11	11	PWR	Conceptual Design
14	KLT-40S	OKBM Afrikantov	12	12	PWR	Under Construction
15	FBNR	Federal University of Rio Grande do Sul	15	15	Fixed Bed	Conceptual Design
16	NuScale	NuScale Power Inc.	16,4	16,4	PWR	Under Development
17	ENHS	University of California, Berkeley	25	25	LMR	Conceptual Design
18	RADIX	Radix Power and Energy Corporation	25	25	PWR	Under Development
19	SmAHTR	Oak Ridge National Laboratory (ORNL)	25	25	FHR	Conceptual Design
20	LSPR	Tokyo Institute of Technology	30	30	LMR	Conceptual Design
21	RITM-200	OKBM Afrikantov	35	35	PWR	Under Development
22	NHR-200	Institute of Nuclear Energy and New Technology (INET) at Tsinghua University	40	40	PWR	Under Development
23	Adams Engine	Adams Atomic Engines	45	45	HTR	Shelved
24	ARC-100	Advanced Reactor Concepts, LLC	50	50	LMR	Under Development
25	General Fusion	General Fusion	50	50	Fusion Reactor	Conceptual Design
26	SMART	Korea Atomic Energy Research Institute (KAERI)	50	250	PWR	Licensed
27	ACP100	China National Nuclear Corporation (CNNC)	53	53	PWR	Under Development
28	SMR-160 (HI-SMUR)	Holtec	55	55	PWR	Under Development
29	PBMR	PBMR (Pty) Ltd.	65	65	HTR	Shelved
30	STAR	Argonne National Laboratory	100	100	LMR	Conceptual Design
31	mPower	B&W Company and Bechtel Power Corporation	100	100	PWR	Under Development
32	Fuji MSR	International Thorium Energy & Molten Salt Technology Inc. Company (IThEMS)	100	100	LMR	Conceptual Design

33	HTR-PM	Institute of Nuclear Energy and New Technology (INET) at Tsinghua University & Huaneng Shandong Shidaowan Nuclear Power Company (HSSNPC)	100	150	HTR	Under Construction
34	Indian 220 MWe PHWR	Babha Atomic Research Center (BARC)	100	300	PHWR	Operating
35	GEMSTAR	Virginia Tech and Accelerator Driven Neutron Application (ADNA) Corporation	101,5	101,5	LMR	Conceptual Design
36	Westinghouse SMR	Westinghouse	150	250	PWR	Under Development
37	EM2	General Atomics	160	160	HTR	Conceptual Design
38	Flexblue	Direction des Constructions Navales Services (DCNS)	165	165	PWR	Conceptual Design
39	VK-300	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	180	180	BWR	Shelved
40	GTHTR	Japan Atomic Energy Agency (JAEA)	200	200	HTR	Under Development
41	AHWR	Babha Atomic Research Center (BARC)	200	200	PHWR	Under Development
42	ANTARES	AREVA	202	202	HTR	Conceptual Design
43	GT-MHR	General Atomics	220	220	HTR	Under Development
44	VBER-300	OKBM Afrikantov	225	225	PWR	Licensing Stage
45	BREST-OD-300	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	240	240	LMR	Under Development
46	CNP-300	Shanghai Nuclear Engineering Research and Design Institute (SNERDI)	275	275	PWR	Operating
47	NP-300	Technicatome (AREVA)	284	284	PWR	Conceptual Design
48	VVER-300	OKB Gidopress	285	285	PWR	Conceptual Design
49	PRISM	General Electric-Hitachi	286	286	LMR	Under Development
50	IRIS	Westinghouse	295	295	PWR	Shelved
51	PEACER	Nuclear Transmutation Energy Research Centre of Korea (NUTRECK)	300	300	LMR	Conceptual Design
52	TWR	TerraPower	300	300	TWR	Conceptual Design
53	ELENA	Kurchatov Institute	300	300	PWR	Conceptual Design
54	UNITERM	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	300	550	PWR	Conceptual Design
55	ABV	OKBM Afrikantov	311	311	PWR	Under Development
56	SVBR-100	OKB Gidropress/Eastern-European chief research and project institute of energy technologies (VNIPIET)	335	335	LMR	Licensing Stage
57	TPS	General Atomics	500	1 150	PWR	Conceptual Design
58	LFTR	Flibe Energy	n/a	n/a	LMR	Conceptual Design
59	RUTA-70	N.A. Dollezhal Research and Development Institute of Power Engineering (NIKIET)	n/a	n/a	PWR	Conceptual Design