

## Budowa EJ – dźwignią rozwoju polskiego przemysłu

Zorganizowana przez Ministerstwo Energii konferencja „Promieniujemy na całą gospodarkę – Polski przemysł dla elektrowni jądrowej” wykazała, że polski przemysł jest dobrze przygotowany do udziału w budowie polskich elektrowni jądrowych, a nakłady finansowe na budowę w większości pozostaną w kraju, przyczyniając się do rozwoju technologicznego i podniesienia konkurencyjności międzynarodowej polskich firm pracujących dla energetyki.

Już przy budowie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej polskie zakłady dostarczały niemal wszystkie komponenty elektrowni poza zbiornikiem ciśnieniowym, pompami obiegu pierwotnego reaktora i samym paliwem. I tak stabilizator ciśnienia dla obiegu pierwotnego wyprodukowały zakłady RAFAKO w Raciborzu, wymienniki ciepła, kotły i zbiorniki ciśnieniowe FAKOP w Sosnowcu, zawory, rurociągi i armaturę CHEMAR Kielce, turbiny – Zamech Elbląg, generatory zasilania awaryjnego Dolmel Wrocław, KFAP–Kraków, aparaturę elektryczną, elektronika, układy sterowania – MERA Ostrów Wielkopolski, prace budowlane wraz z obudową bezpieczeństwa wykonywał Betonstal, prace montażowe ENERGOMONTAŻ, przepusty dla kabli elektrycznych Fabryka Kabli w Ożarowie itd. itd. Do uzyskania kwalifikacji do produkcji urządzeń i montażu układów elektrowni jądrowej każdy z tych zakładów musiał spełnić bardzo wysokie wymagania w zakresie technologii i zapewnienia jakości, porównywalne z wymaganiami stosowanymi w przemyśle kosmicznym. Szkolenie pracowników mających produkować elementy elektrowni jądrowej obejmowało wielomiesięczne kursy przygotowawcze, prowadzone między innymi przez ekspertów z Instytutu Energii Atomowej w Świerku, dzisiaj NCBJ.

NCBJ ma doświadczenie nie tylko z budowy i eksploatacji 6 reaktorów i zestawów krytycznych, ale i z budowy Stanowiska Badawczo Modelowego Elektrowni Jądrowych, które powstało w reaktorze MARIA dzięki współpracy międzynarodowej trzech państw – Polski, Finlandii i ZSRS. Projekt tego stanowiska opracowało GBSiP Energoprojekt Warszawa, całe wyposażenie obiegu pierwotnego dostarczyły firmy polskie przygotowujące produkcję dla elektrowni jądrowych, a budowę i montaż wykonały tak jak dla elektrowni jądrowej Betonstal i Energomontaż. Było to dobrym potwierdzeniem umiejętności polskich inżynierów i naukowców.

Od tamtych lat wiele nowych firm zdobyło kwalifikacje i doświadczenie w pracy dla energetyki jądrowej, na przykład Energomontaż Północ wykonał, dostarczył drogą morską na miejsce budowy i zamontował stalową wykładzinę wewnętrzną obudowy bezpieczeństwa reaktora EPR w Olkiluoto, a w pracach dla tej elektrowni uczestniczył szereg polskich firm, w tym Format-Lambda, Warszawa (*izolacje termiczne i przeciwoogniowe, zabezpieczenia antykorozyjne, montaż stali zbrojeniowej oraz roboty szalunkowe i betoniarskie*), POLBAU Opole (budownictwo ogólne), Elektrobudowa SA, Katowice, (montaż instalacji elektrycznych, w tym kabli i urządzeń rozdzielczych, aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki oraz udział w rozruchu dla części reaktorowej) i wiele innych. Areva i EDF opracowały w 2015 roku listę ponad 160 polskich firm, które mogłyby wziąć udział w budowie elektrowni

jądrowej. Firmy takie, jak Areva, EdF czy General Electric-Hitachi współpracują z firmami polskimi, i stwierdzają, że chociaż spełnienie rygorystycznych wymagań stawianych przez przemysł jądrowy jest zarówno złożone jak i czasochłonne, to polskie firmy wykazały swą kompetencję na szeregu budów instalacji jądrowych i są dobrze przygotowane do prac dla pierwszej elektrowni jądrowej.

Doświadczenie Narodowego Centrum Badań Jądrowych z 60 letniej dobrej pracy z reaktorami jądrowymi i ze skutecznej współpracy z polskim przemysłem energetycznym, a jednocześnie osiągnięcia w zakresie analiz i potencjału komputerowego stanowią bazę do pracy NCBJ jako Towarzystwa Wsparcia Technicznego dla energetyki jądrowej. NCBJ może wykonywać analizy neutronowe, analizy deterministyczne dla warunków normalnej eksploatacji i podczas zdarzeń awaryjnych, analiz ciężkich awarii, analiz probabilistyczne, analizy rozprzestrzeniania się produktów promieniotwórczych w powietrzu, wodzie i gruncie, ochrony radiologicznej, i zdarzeń zewnętrznych. Jako organizacja niezależna od dostawcy NCBJ może wykonywać analizę raportu bezpieczeństwa in innych dokumentów, wymaganych przez polskie Prawo Atomowe. Może też prowadzić szkolenia dla przemysłu opierając się na wieloletnim doświadczeniu takich szkoleń zapoczątkowanych w 1978 roku przez miesięczny kurs w Ustce i kontynuowanych w zakładach i organizacjach przygotowujących się do pracy dla energetyki jądrowej oraz organizowanych przez Dział Szkolenia w Świerku.

W świetle aktualnych dyskusji o finansowaniu budowy elektrowni jądrowej warto podkreślić, że około 2/3 kosztów pozostaje w kraju, dla firm polskich pracujących przy budowie elektrowni. Oto dane historyczne zebrane przez OECD dla bloków elektrowni jądrowych, budowanych jako pierwsze danego typu w różnych krajach:

***Nakłady bezpośrednie na budowę elektrowni jądrowej, bez uwzględnienia kosztów oprocentowania kapitału, wg danych historycznych <sup>1</sup>***

Element kosztów	Czechy, Temelin (VVER, 1 000 MWe)	Meksyk, Laguna Verde (BWR, 650 MWe)	W. Brytania, Sizewell-B (PWR, 1 200 MWe)	Francja, N4 (PWR, 1 450 MWe)	Niemcy, Konvoi 1990 (PWR, 1 380 MWe)
<b>Koszty bezpośrednie</b>					
Teren lokalizacji	0.3	0.1	0.2	0.2	
Wyposażenie reaktora	21.9	27.6	23.2	29.0	32.0
Wyposażenie hali turbin	7.2	14.7	5.9	16.0	22.8
Urządzenia elektryczne	20.0	13.2	13.5	10.0	5.9
Układy usuwania ciepła	2.0	2.2	2.5	7.0	3.1
Różne inne urządzenia	6.3	15.2	7.1	8.0	-
Budowa i montaż	19.4	10.1	23.4	10.0	17.8
<b>Suma kosztów bezpośrednich</b>	<b>77.1</b>	<b>83.1</b>	<b>75.8</b>	<b>80.0</b>	<b>83.4</b>
<b>Koszty pośrednie</b>					
Projekt i prace inżynierskie	6.7	3.7	11.7	-	12.9
Zarządzanie projektem	4.0	5.9	0.9	-	0.9
Odbiory i rozruch	0.9	1.7	3.8	-	-
<b>Suma kosztów pośrednich</b>	<b>11.6</b>	<b>11.3</b>	<b>16.4</b>	<b>-</b>	<b>13.8</b>

<sup>1</sup> Reduction of Capital Costs of Nuclear Power Plants, NEA OECD, Paris, 2000, p.29

<b>Inne koszty</b>					
Szkolenie	0.3	0.9	2.9	6.0	0.4
Podatki i ubezpieczenia	-	0.5	0.4		
Transport	-	0.1	0.1	-	0.6
Koszty inwestora	10.4	1.6	2.4	14.0	1.8
Części zapasowe	0.3	2.5	-	-	
Nieprzewidziane	0.3	-	2.0	-	
<b>Suma innych kosztów</b>	<b>11.3</b>	<b>5.6</b>	<b>7.8</b>	<b>20.0</b>	<b>2.8</b>
<b>Razem, %</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
<b>Całkowite nakłady inwestycyjne</b> (miliony, w walucie krajowej 1997)	<b>73 400</b>	<b>16 131</b>	<b>3 168</b>	<b>13 050</b>	<b>4 255</b>

Udział kosztów części reaktorowej wahał się od 21.9% (Temelin, Czechy) do 32% (Konvoi, Niemcy 1990 r.), a średnio dla już zbudowanych EJ wynosi 26.7%. Udział kosztów maszynowni w już zbudowanych EJ wahał się od 5,9% (Sizewell B) do 22,8% (Konvoi), średnio 13,3%, kosztów wyposażenia elektrycznego od 5.9% (Konvoi) do 20% (Temelin), średnio 12,5%, a kosztów budowy od 10% (PWR 1450 MWe, N4 Francja) do 23,4% (Sizewell B) średnio 16.1%. W sumie nakłady bezpośrednie stanowiły od 75.8% (Sizewell B) do 83.4% (Konvoi), średnio 80% całkowitych kosztów bezpośrednich elektrowni.

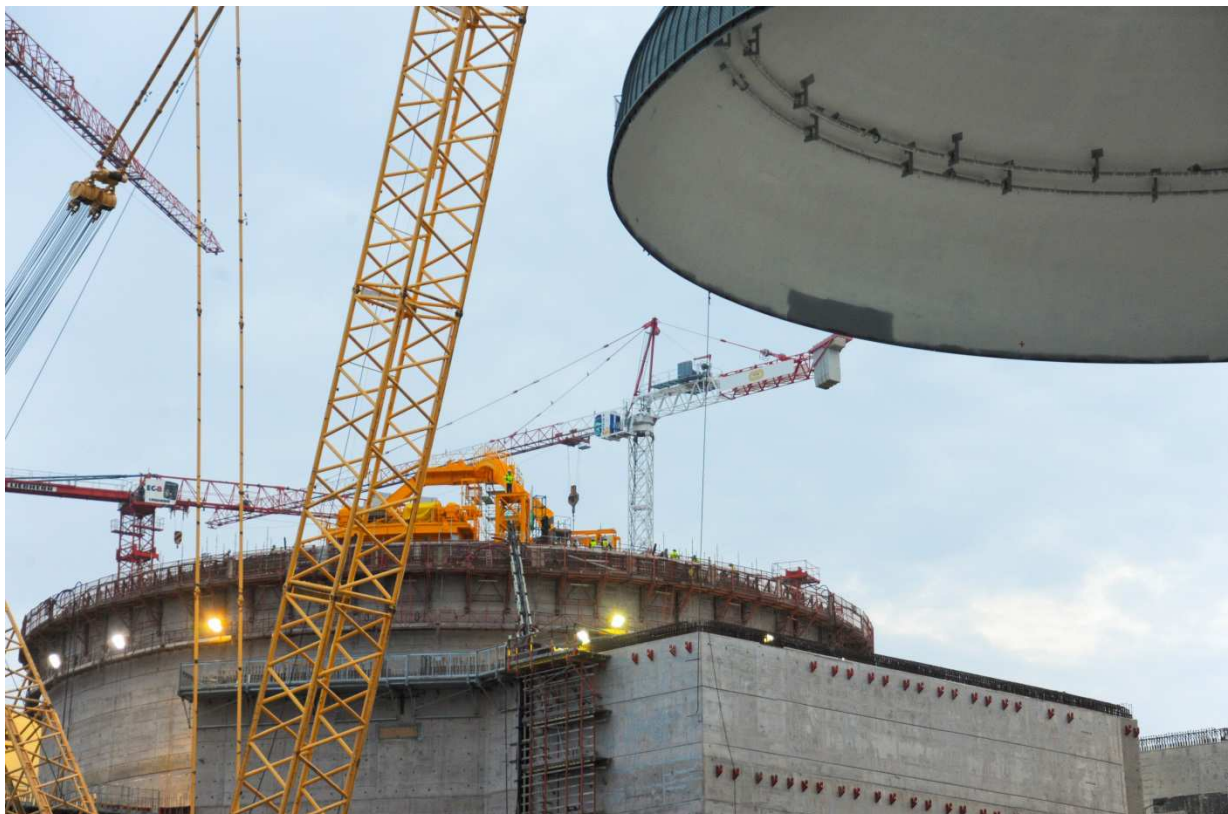
Udział kosztów projektowania i prac inżynierskich wynosił od 3,7% (reaktor BWR, Laguna Verde) do 12,9% (Konvoi), średnio 8,7%.

Przyjmując, że dla pierwszego bloku EJ zakupimy za granicą całość urządzeń wyspy reaktorowej i pokryjemy wszystkie koszty projektowania i prac inżynierskich, przy bezpośrednich nakładach inwestycyjnych wynoszących 4 mld euro/1000 MWe będzie to oznaczało, że dostawcy reaktora zapłacimy  $(26.7\% + 8,7\%) \times 4 \text{ mld euro} = 1,4 \text{ mld euro}$ , a 2,6 mld euro/1000 MWe pozostanie w kraju dla firm dostarczających resztę urządzeń EJ i wykonujących prace budowlano-montażowe.

Jest to 65% wartości elektrowni. Stawka jest więc duża i warto starać się by udział przedsiębiorstw polskich był jak największy. W przypadku bloku nr. 2 można oczekiwać, że część urządzeń wyspy reaktorowej dostarczą firmy polskie, tak jak dzieje się dla Olkiluoto 3, i udział Polski będzie jeszcze większy.



***Stabilizator ciśnienia dla elektrowni jądrowej wyprodukowany w RAFAKO***



***Kopuła obudowy bezpieczeństwa wykonana przez Energomontaż Północ, montowana w Olkiluoto 3***

## **Korzyści dla gminy – i dla Kraju**

Zatrudnienie przy budowie: 1500 firm, 4000 osób przy budowie 1-go bloku EPR

Podczas eksploatacji – 20 mln euro/rok dla gminy, wszystkie zamówienia dla EJ (średnio 37 mln euro/rok) poprzez firmy miejscowe. Zatrudnienie bezpośrednie dla 700 osób personelu EJ i około 2000 osób z zewnątrz, zatrudnianych przy okazji planowych remontów i konserwacji elektrowni. Ponadto: dozór jądrowy, organizacje wsparcia technicznego dla dozoru, biura projektowe (Energoprojekt), itd.

EJ z dwoma reaktorami PWR o mocy 1600 MWe każdy dostarczy łącznie do sieci energetycznej 24 TWh rocznie. Doświadczenie ze wszystkich krajów mających elektrownie jądrowe pokazuje, że energia elektryczna z tych elektrowni jest tańsza niż z innych źródeł.