

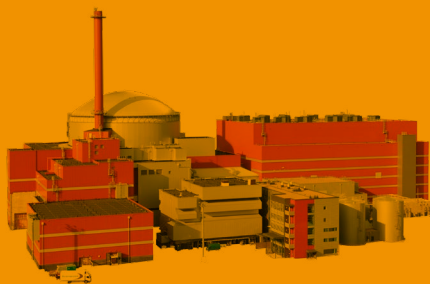
Wpływ programu jądrowego na polską gospodarkę

UDZIAŁ POLSKIEGO PRZEMYSŁU

PROGRAM POLSKIEJ ENERGETYKI JĄDROWEJ

ANALIZY I OPRACOWANIA





ELEKTROWNIA JĄDROWA W OLKILUOTO

Podczas budowy bloku nr 3 elektrowni
jądrowej Olkiluoto w Finlandii
pracowało ok. 25 polskich firm

Wprowadzenie

W debacie publicznej często pojawia się argument o rzekomym braku kompetencji polskiego przemysłu w dziedzinie energetyki jądrowej, co miałyby spowodować konieczność importu praktycznie całych jądrowych bloków energetycznych. Pomijając fakt, że obecnie wszystkie nowo budowane bloki energetyczne na węgiel kamienny, brunatny i gaz ziemny opierają się o import technologii i kluczowych urządzeń z takich państw jak Francja, Niemcy, Japonia, argument o braku kompetencji naszego przemysłu w sektorze jądrowym nie ma odbicia w rzeczywistości.

W niniejszym raporcie zaprezentowano doświadczenia i kompetencje firm krajowych, zarówno historyczne (lata 70-te i 80-te, budowa EJ Żarnowiec i EJ Warta, produkcja urządzeń na eksport do państw RWPG) jak i obecne (budowa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto, uczestnictwo w budowach innych obiektów jądrowych, produkcja komponentów i maszyn na eksport).

W rozdziale nr 1 przedstawiono udział krajowego przemysłu w poprzednim programie energetyki jądrowej, w ramach którego rozpoczęto budowę EJ Żarnowiec i przygotowywano rozpoczęcie budowy EJ Warta. Udział polskich przedsiębiorstw pod względem kapitałowym w kosztach EPC wyniósł 85%, a w kosztach całej inwestycji (4 bloki wraz z infrastrukturą i inwesty-

cjami towarzyszącymi) ponad 90%. Wartość dostaw krajowych w ogólnej wartości urządzeń dla I etapu budowy (bloki nr 1 i 2) osiągnęła ok. 70%. Umożliwił to opracowany w drugiej połowie lat 70-tych program przygotowania krajowego przemysłu do produkcji urządzeń dla energetyki jądrowej. Z budżetu centralnego przeznaczono duże środki na modernizację wielu zakładów przemysłowych, modernizację hal produkcyjnych, zakup nowoczesnych urządzeń i szkolenie pracowników. Program ten umożliwił nie tylko rozpoczęcie budowy pierwszej EJ, ale także produkcję na eksport ważnych urządzeń dla EJ budowanych w państwach RWPG, w tym zwłaszcza do NRD, którego przemysł uważany był za stojący na wyższym poziomie rozwoju niż przemysł Polski. Polskie przedsiębiorstwa delegowały na zagraniczne place budów prawie ok. 5800 wysoko wykwalifikowanych specjalistów, w tym spawaczy, elektryków, mechaników i inżynierów o różnych specjalnościach. Zbudowanie tak licznej kompetentnej kadry nie byłoby możliwe bez aktywnej roli państwa. Nie można również pominąć istotnej roli polskich naukowców skupionych w ośrodkach badawczych w Świerku¹ (IBJ/IEA), Warszawie (IChTJ, Politechnika Warszawska), Gdańsku (Politechnika Gdańska) i Gliwicach (Politechnika Śląska), którzy uruchomili pierwsze

polskie reaktory doświadczalne, będące bazą eksperymentalną i szkoleniową dla programu jądrowego. Tam szkolono przyszłą załogę eksploatacyjną EJ oraz prowadzono prace badawcze w zakresie bezpieczeństwa EJ. Budowa EJ Żarnowiec miała również ogromny wpływ na lokalną gospodarkę, co było szczególnie widoczne w trudnych latach 80-tych. Zrealizowano wiele inwestycji towarzyszących. Pojawiło się zjawisko określane dziś w literaturze światowej jako spill-over-effects, czyli „rozlewanie się” technologii na inne sektory gospodarki. Jednym z przykładów było opracowanie nowych specjalnych gatunków stali na potrzeby EJ Żarnowiec, które później wykorzystano do budowy metra warszawskiego.

W rozdziale 2. opisano zmiany jakie przeszła światowa branża jądrowa w ciągu ostatnich 25 lat, tj. po zamknięciu budowy EJ Żarnowiec. Wbrew utartym poglądom przemysł jądrowy w Wielkiej Brytanii, Francji, Finlandii i Hiszpanii nie jest zdominowany przez międzynarodowe koncerny zatrudniające dziesiątki tysięcy osób, które jako jedyne mogą udźwignąć ciężar finansowy i organizacyjny zadania. Blisko 70% podmiotów to małe i średnie przedsiębiorstwa zatrudniające odpowiednio do 50 i do 250 pracowników. Szczególnie interesująca wydaje się struktura obrotów małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP)

francuskiego przemysłu jądrowego. Znaczącą pozycję w przychodach stanowią działalność eksportowa, która, co warto zaznaczyć, jest wyraźnie wyższa niż przeciętny udział przychodów eksportowych MŚP w całym sektorze przemysłowym. Analiza sytuacji powyższych czterech krajów, funkcjonujących w zbliżonych do polskich - unijnych realiach gospodarczych - pozwala stwierdzić, że z całą pewnością identyczna struktura ukształtuje się w polskim przemyśle. Już teraz znakomita większość zidentyfikowanych polskich przedsiębiorstw, które w ostatnich 10 latach zrealizowały prace/dostawy dla światowego przemysłu jądrowego, to małe i średnie podmioty o znacznym potencjale eksportowym.

Dotychczas przeprowadzono inwentaryzację polskiego przemysłu pod kątem kooperacji ze światową energetyką. Branże, w których polskie przedsiębiorstwa realizują już prace na rzecz zagranicznego przemysłu jądrowego to określone prace budowlane, produkcja i montaż konstrukcji stalowych, określonych wymienników ciepła i rurociągów, pomp, zaworów, urządzeń elek-

trycznych, aparatury dozymetrycznej, również z tzw. wyspy jądrowej (reaktor). W miarę postępu polskiego projektu jądrowego (i przygotowań polskiego przemysłu) branż tych będzie więcej. W ostatnich 10 latach polskie przedsiębiorstwa zrealizowały minimum kilkadziesiąt projektów dla światowej energetyki jądrowej. Większość prac realizowano w obszarze UE (w segmencie inwestycyjnym, remontowym i serwisowania elektrowni jądrowych), zidentyfikowano również pojedyncze polskie przedsiębiorstwa, które zrealizowały prace dla rosyjskich, ukraińskich, japońskich oraz jednej elektrowni jądrowej w Meksyku.

Zaobserwowano także zainteresowanie kolejnych polskich przedsiębiorstw rozpoczęciem kooperacji z energetyką jądrową (uczestniczenie w postępowaniach przetargowych, szkolenie specjalistów, określone inwestycje w zaplecze produkcyjne, itd.). W Polsce funkcjonują również zakłady będące częścią międzynarodowych koncernów przemysłowych, których polscy specjaliści/polskie zakłady uczestniczyły już w kooperacji ze światową energe-

tyką jądrową. Zakłada się ponadto, że duża grupa polskich przedsiębiorstw dysponuje wystarczającym potencjałem kadrowym, organizacyjnym i produkcyjnym, który przy rozsądnych (akceptowalnych) działaniach dostosowawczych może być zaadoptowany w celu rozpoczęcia kooperacji ze światową energetyką jądrową.

W rozdziale 3. zaprezentowano konkretne przykłady zaangażowania krajowych przedsiębiorstw w zagraniczne projekty jądrowe w ciągu ostatnich kilku lat, w szczególności w budowę bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii. Nasze firmy nie tylko realizują prace budowlano-montażowe własną ekipą, ale również produkują ważne komponenty „klasy jądrowej” montowane w budynku reaktora (np. produkcja stalowej okładziny-szalunku tzw. liner'a przez Energo-montaż-Północ Gdynia). Polscy inżynierowie są zatrudniani na najwyższych stanowiskach, włącznie z kierownikiem budowy. Polskie przedsiębiorstwa i specjaliści realizują bądź realizowali w ostatnich latach także inne ważne inwestycje jądrowe za granicą.

1. Obecne kompetencje ośrodka jądrowego w Świerku zostały opisane w raporcie

Narodowego Centrum Badań Jądrowych
pt. Narodowe Centrum Badań Jądrowych:

kompetencje oraz zaangażowanie w programy badawcze w zakresie energetyki jądrowej,

1.

Polskie firmy w poprzednim programie energetyki jądrowej

1.1.

EJ Żarnowiec i EJ Warta

W poprzednim programie energetyki jądrowej w latach 80-tych polskie firmy wykonywały 100% prac budowlano-montażowych oraz produkowały lub przygotowywały się do produkcji niemal wszystkich urządzeń dla EJ. Polskie firmy budowały elektrownie w krajach RWPG (Węgry, ZSRR) a nasi inżynierowie opracowali i zaprojektowali wiele unikatowych urządzeń i systemów podnoszących poziom bezpieczeństwa elektrowni zaprojektowanych w ZSRR. Projekt EJ Żarnowiec zawierał wiele polskich ulepszeń w stosunku do swojego radzieckiego pierwowzoru.

Przygotowywano się także do rozpoczęcia budowy EJ Warta w Klempczu k/Wronek, w której udział krajowego przemysłu miał być jeszcze większy niż w przypadku EJ Żarnowiec, gdyż miał obejmować nie tylko kompletne turbozespoły (w tym nowe turbiny 6K 1000 o mocy 1000 MW, największe w Polsce), ale nawet zbiorniki reaktorów.

Polskie firmy w całości zbudowały również kilka reaktorów badawczych w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku k/Otwocka (obecnie NCBJ). Jedną z tych firm była Elektrobudowa-Katowice, opisana w rozdziale 3.

Investorem obiektu EJ Żarnowiec było przedsiębiorstwo „Północny

Okręg Energetyczny - Elektrownia Jądrowa Żarnowiec w budowie”, utworzone specjalnie do tego celu przez Północny Okręg Energetyczny (ówczesny odpowiednik dzisiejszych grup energetycznych). Tabela nr 1 zawiera wykaz głównych podmiotów realizujących inwestycję.

W budowę zaangażowanych było ok. 70 polskich przedsiębiorstw, część z nich istnieje do dziś.

Udział polskich przedsiębiorstw pod względem kapitałowym w kosztach EPC wynosił 85%, a w kosztach całej inwestycji (4 bloki wraz z infrastrukturą i inwestycjami towarzyszącymi) ponad 90%. Wartość dostaw krajowych w ogólnej wartości urządzeń dla I etapu budowy (bloki nr 1 i 2) osiągnęła ok. 70%. Urządzenia i materiały importowane z państw RWPG były kontrolowane pod kątem spełniania polskich wymogów.

Na potrzeby budowy EJ Żarnowiec oraz produkcji urządzeń do zagranicznych EJ zakłady Rafako zostały wyposażone w nowoczesną halę produkcyjną, zwaną dziś przez pracowników „jądrówką”. W hali tej powstały stabilizatory ciśnienia i wytornice pary wyeksportowane do innych krajów budujących EJ z reaktorami WWER, w tym do EJ Greifswald/Nord w NRD. Planowano rozpoczęcie przez firmę produkcji innych elementów wielkogabarytowych, włącznie ze

zbiornikami ciśnieniowymi reaktorów WWER-1000.

Na budowie w szczycie pracowało ok. 6500 osób, ale w przypadku kontynuacji budowy i rozpoczęcia prac przy blokach nr 3 i 4 przewidywano zwiększenie liczby zatrudnionych do ponad 13 000. Z kolei przy budowie EJ Warta miało być zatrudnionych 2500-4000 osób.

Budowa EJ Żarnowiec była inwestycją niezwykle innowacyjną w realiach gospodarki PRL. Była pierwszą w Polsce inwestycją w sektorze energetyki, dla której wdrożono wielostopniowy kompleksowy system zapewnienia jakości (PZJ) stworzony został na bazie wymagań Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej² oraz zaakceptowany został przez Państwową Agencję Atomistyki (dozór jądrowy). System ten obowiązywał wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego, począwszy od dostawców urządzeń i materiałów, przez wykonawców robót, biura projektowe, a skończywszy na inwestorze. Miało to bardzo duże znaczenie dla dalszego rozwoju przedsiębiorstw uczestniczących w budowie, które po roku 1989 musiały zmierzyć się z realiami nowego modelu gospodarki. Swoistym ewenementem była organizacja inwestycji – w realizowanych w tamtym okresie (lata 70-te i 80-te) w państwach RWPG elektrowniach jądrowych general-

nym dostawcą i jednocześnie komplectorem wyposażenia był zawsze podmiot (przedsiębiorstwo, zrzeszenie itp.) radziecki³. W przypadku EJ Żarnowiec funkcję generalnego dostawcy powierzono polskiej organizacji Megat-Megadex, zaś komplectację dostaw samodzielnie prowadził inwestor.

Budowa elektrowni spowodowała nie tylko wprowadzenie nowych standardów i systemu zapewnienia jakości do polskiego przemysłu. Na potrzeby inwestycji opracowano nowe materiały i uruchomiono ich produkcję, np. stal zbrojoniową $\varnothing 40$ gatunku 20G2VY i 25G2S o podwyższonej wytrzymałości. Stal opracowaną na potrzeby budowy EJ Żarnowiec wykorzystano później do budowy metra warszawskiego – co, patrząc z dzisiejszej perspektywy, należy traktować jako efekt „rozlewania się technologii” (ang. spill over effect). Wiele elementów konstrukcyjnych było prefabrykowanych i składanych na placu budowy, co praktykuje się przy obecnie budowanych elektrowniach jądrowych generacji III+ (np. AP1000, ABWR). Montaż próbnny urządzeń wykonywany był u dostawców.

W trakcie budowy opracowano i rozpoczęto wdrażanie komputerowego systemu zarządzania budową, rozruchem, eksploatacją oraz sprawami organizacyjno-kadrowymi (np. elektroniczne bazy danych, ewidencja pracowników i czasu pracy, wynagrodzeń, świadczeń medycznych itd.). W tym celu zakupiono za granicą nowoczesne komputery IBM oraz inny sprzęt i oprogramowanie, a także wyszko-lono zespół informatyków.

Załoga elektrowni miała mieć zapewnione bardzo dobre, jak na lata 80-te, warunki pracy (BHP), m.in. poprzez wyłumienie akustyczne pomieszczeń stałego przebywania ludzi (np. nastawnia blokowa), instalację urządzeń wentylacyjnych

i klimatyzacji, mechanizację prac uciążliwych i sprzątania oraz organizację stołówki zakładowej i służby lekarsko-ambulatoryjnej.

Większość kompetencji „jądrowych”, jakie nabrały polskie przedsiębiorstwa w latach 80-tych, została utracona wraz z zamknięciem programu jądrowego w 1990 roku. Jedynie nieliczne firmy (np. Elektrobudowa Katowice S.A.) zdołały je utrzymać dzięki zleceniom dla zagranicznych EJ. Dziś polski przemysł musi zdobywać kompetencje w energetyce jądrowej niemal od nowa, za wyjątkiem grupy kilkudziesięciu przedsiębiorstw, które na własną rękę, bez wsparcia państwa polskiego, działały w sektorze jądrowym realizując zlecenia za granicą przez ostatnie 25 lat.

1.2.

Kompetencje i doświadczenia w zakresie inżynierii reaktorowej do końca lat 80-tych

1.2.1.

Reaktory Badawcze

Jeszcze do końca lat 80-tych Polska posiadała istotne kompetencje w zakresie inżynierii reaktorowej i doświadczenia w projektowaniu i eksploatacji reaktorów badawczych. Na terenie ośrodka jądrowego w Świerku k. Otwocka pracowało w różnych okresach w sumie 6 reaktorów (jeden jest nadal wykorzystywany).

Opracowano projekt reaktora uniwersyteckiego przeznaczonego na eksport UR-100. Kilka największych uczelni w kraju miało zostać wyposażonych w reaktory uniwersyteckie na wzór uczelni amerykańskich, w tym AGH w Krakowie, Politechnika Gdańska i Uniwersytet Wrocławski. Instytut Badań Jądrowych w Świerku podążał za trendami światowymi – reaktory uniwersyteckie były w latach 60-tych i 70-tych dość popularne, powstawały w wielu krajach.

Można tu przywołać jako przykład reaktor SUR-100 (Siemens Universität/Untersuchung Reaktor) o mocy 0,1 W, nie wymagający chłodzenia i zbudowany w Niemczech przy sześciu uniwersytetach (Akwizgran, Berlin, Hanower, Kilonia, Stuttgart i Ulm), a nawet wyeksportowany do Argentyny (jako RA-4).

Oczywiście reaktory badawcze trudno porównywać z reaktorami energetycznymi, wykorzystywanymi w elektrowniach jądrowych, jednak wiele elementów ich budowy i obszarów eksploatacji jest podobnych do siebie. Reaktory badawcze stanowią praktyczne uzupełnienie bazy szkoleniowej personelu każdej elektrowni jądrowej. Często są także wykorzystywane do badań materiałowych i testów paliwa jądrowego, których wyniki są bezpośrednio wdrażane w elektrowniach. Prace badawcze tego typu są zlecane przez firmy eksploatujące elektrownie jądrowe.

Reaktory skonstruowane w Świerku, a zwłaszcza reaktor MARIA, były wykorzystywane m.in. do tych celów, ponieważ przygotowywano się w tym okresie do uruchomienia programu energetyki jądrowej opartego o technologię radzieckich reaktorów wodnych VVER – odpowiedników zachodnich reaktorów PWR (innych niż niebezpieczne reaktory grafitowe typu RBMK, które pracowały w Czarnobylu).

1.2.2.

Napęd jądrowy

Idąc za tendencjami światowymi prowadzono prace nad projektem napędu jądrowego dla polskich statków handlowych budowanych w Stoczni Gdańskiej. Na początku lat 60-tych zakładano zwodowanie pierwszego „atomowego” ruderowca w Stoczni Gdańskiej w roku 1970. W tym celu planowano utworzenie trzeciego (pierwszy był w Świerku, a drugi miał powstać w Krakowie)

Tabela 1.

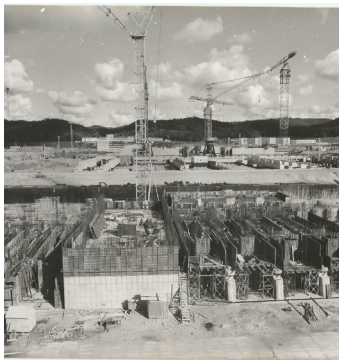
Wykaz głównych podmiotów odpowiedzialnych za realizację inwestycji EJ Żarnowiec.

Podmiot	Nazwa	Kraj
Inwestor	Północny Okręg Energetyczny – EJ Żarnowiec w budowie	Polska
Generalny Projektant - koordynacja całości prac projektowych, projektowanie: maszynowni, układu wody chłodzącej, układów elektrycznych i AKPiA, gospodarek i obiektów pomocniczych, budowli hydrotechnicznych, opracowanie raportu bezpieczeństwa	Generalne Biuro Studiów i Projektów Energetycznych „ENERGOPROJEKT” (obecnie Energoprojekt Warszawa)	Polska
Generalny Wykonawca	Przedsiębiorstwo Realizacji Budownictwa Energetycznego i Eksportu „ENERGOBUD”	Polska
Generalny Dostawca - kompletacja i koordynacja dostaw, prowadzenie gospodarki magazynowej	Przedsiębiorstwo Projektowania i Komplektacji Dostaw Obiektów Energetycznych „MEGADEX”	Polska
Importer urządzeń i wyposażenia z zagranicy	Polskie Towarzystwo Handlu Zagranicznego „ELEKTRIM” (obecnie Elektrim S.A.)	Polska
Projektant części jądrowej – reaktorownie i obiekty gospodarki odpadami promieniotwórczymi	LOATEP Leningrad (obecnie Atomprojekt Sankt Petersburg)	ZSRR
Biuro konstrukcyjne odpowiedzialne za adaptację radzieckiej dokumentacji do warunków polskich	Energoprojekt Gdańsk (dziś nieistniejący)	Polska

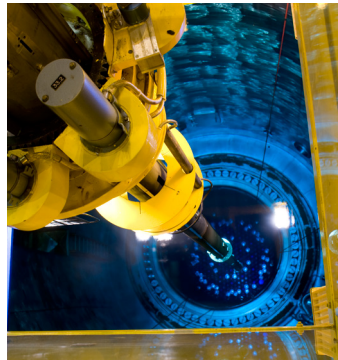
źródło: <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarnowiec.html> (dostęp: 2016-10-02)



Fot. 1.
Budowa EJ Żarnowiec
(fot. Stanisław Wiesiołowski).



Fot. 2.
Budowa EJ Żarnowiec
– widok na centralną pompownię
wody chłodzącej (fot. Stanisław
Wiesiołowski)



Fot. 3.
Budowa EJ Żarnowiec – bloki nr 1 i 2
(I etap inwestycji), zdjęcie zrobione
w chwili zatrzymania prac decyzją
rządową, czerwiec 1989 r.
(fot. Stanisław Wiesiołowski)



Fot. 4.
Makieta EJ Żarnowiec, etap I (bloki
nr 1 i 2), znajdująca się w NCBJ. (fot.
Łukasz Sawicki)



Fot. 5.
Model EJ Żarnowiec znajdujący się na
wystawie edukacyjnej w NCBJ
(fot. Łukasz Sawicki)

Tabela 2.

Wykaz producentów najważniejszych urządzeń, maszyn, wyposażenia oraz wykonawców robót dla EJ Żarnowiec.

Zakres prac lub produkcji	Nazwa przedsiębiorstwa	Państwo
Reaktory*	Skoda-Vitkovice	Czechosłowacja
Paliwo jądrowe**	TVEL	ZSRR
Główne rurociągi cyrkulacyjne	Skoda-Vitkovice / CHEMAR Kielce / (b.d.)	Czechosłowacja / Polska / ZSRR
Główne pompy cyrkulacyjne obiegu pierwotnego	(b.d.)	ZSRR
Główne zasuwy odcinające obiegu pierwotnego	(b.d.)	ZSRR
Pompy awaryjnego uzupełniania obiegu pierwotnego – wysokiego ciśnienia	(b.d.)	ZSRR
Pompy awaryjnego uzupełniania chłodzenia obiegu pierwotnego - niskociśnieniowe	(b.d.)	ZSRR
Pompy układu zraszania	(b.d.)	ZSRR
Maszyna przeładowcza	(b.d.)	Węgry
Suwnice mostowe (250 t)	(b.d.)	NRD
Suwnice mostowe (125 t)	FAMAK Kluczbork	Polska
Turbiny	ZAMECH Elbląg	Polska
Generatory	DOLMEL Wrocław	Polska
Wytwornice pary	Škoda-Vitkovice / RAFAKO Racibórz***	Czechosłowacja / Polska
Stabilizatory ciśnienia	RAFAKO Racibórz	Polska
Montaż mechaniczny	ENERGOMONTAŻ-Północ	Polska
	ENERGOBLOK-Wybrzeże	Polska
	Pomorskie Przedsiębiorstwo Budowy Elektrycznej i Przemysłu	Polska
	Szczecińskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego	Polska
Roboty budowlane	Toruńskie Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego	Polska
	Zakład Robót Hydrotechnicznych i Budowlanych Energetyki w Straszynie	Polska
	PIECOBUDOWA-Bydgoszcz	Polska

	ENERGOPOL Szczecin	Polska
Roboty hydrotechniczne	Przedsiębiorstwo Budownictwa Wodnego Bydgoszcz	Polska
	Rejonowe Przedsiębiorstwo Melioracyjne w Wejherowie	Polska
	Przedsiębiorstwo Robót Wiertniczych	Polska
	ELEKTROBUDOWA Katowice	Polska
Montaż elektryczny	Gdańskie Przedsiębiorstwo Instalacji Elektrycznych	Polska
	ELEKTROBUDOWA Konin	Polska
Aparatura kontrolno-pomiarowa i armatura (AKPiA)	Centrum Naukowo-Produkcyjne Automatyki Energetycznej, Instytut Automatyki Systemów Energetycznych Wrocław	Polska
	MERA PNEFAL	Polska
	MERA ELWRO Wrocław	Polska
	MERA LUMEL	Polska
	MERA-ZAP	Polska
	MERA-KFM	Polska
	MANO	NRD
	TETLOW	NRD
	MERA POLNA	Polska
	MERA-REFA	Polska
	Fabryka Armatury Głucholazy	Polska
Odlewnia Żeliwa Węgierska Górka	Polska	
Montaż AKPiA	ENERGOAPARATURA Katowice	Polska
Montaż urządzeń świeżego i wypalonego paliwa, urządzeń kontrolnych i maszyny przetłoczeniowej	Zjednoczone Zakłady Urządzeń Jądrowych – Zakład Doświadczalny Warszawa, Ekspozytura w Gdańsku	Polska
Skraplacze	ZUP Nysa	Polska
Wymienniki ciepła	FAKOP Sosnowiec	Polska
Rurociągi i armatura do rurociągów (głównie do układów gospodarki wodno-chemicznej)	CHEMAR Kielce	Polska

Pompy wody zasilającej i pompy kondensatu	Warszawska Fabryka Pomp	Polska
	Krakowska Fabryka Pomp	Polska
Pompy układu zraszania	(b.d.)	ZSRR
Pompy, filtry oleju, chłodnice, podgrzewacze, wirówki oleju, sprężarki, zbiorniki paliwa dla DASZA (Dieslowska Automatemyczna Siłownia Zasilania Awaryjnego)	POWEN Zabrze	Polska
	ZUT „Zgoda” Świętochłowice	Polska
	ZPM „Cegielski” Poznań	Polska
	HYDROSTER Gdańsk	Polska
	HYDRAL Wrocław	Polska
	WARMA Grudziądz	Polska
	FUO Rumia	Polska
	WSK Kraków	Polska
	METALCHEM Toruń	Polska
METALCHEM Kościan	Polska	
Mniejsze urządzenia dźwigowe, wciągarki	GZUT Gliwice	Polska
	ZUO SEZAMOR Słupsk	Polska
Podgrzewacze regeneracyjne	FAKOP Sosnowiec	Polska
Zbiornik wody zasilającej z odgazowywaczem	CHEMAR Kielce	Polska
Wentylatory	MAWENT Malbork	Polska
	OWENT Olkusz	Polska
	KONWEKTOR Lipno	Polska
Zbiorniki awaryjnego chłodzenia reaktora,	METALCHEM Opole	Polska
Zbiorniki awaryjnego zapasu roztworu kwasu borowego	METALCHEM Opole	Polska
Zabezpieczenia antykorozyjne, roboty termoizolacyjne	TERMOKOR Warszawa	Polska
Wewnętrzne instalacje wod.-kan., c.o. i c.w.	INSTAL Gdańsk	Polska
Wewnętrzne instalacje sanitarne	Gdańskie Przedsiębiorstwo Instalacji Sanitarnych	Polska
Montaż laboratoriów i innych urządzeń specjalistycznych	(b.d.)	Polska
Transformatory blokowe	ELTA Łódź	Polska
Transformatory potrzeb ogólnych	ELTA Łódź	Polska
Transformatory potrzeb własnych	ELTA Łódź	Polska

Kable	Przedsiębiorstwo Budowy Linii Kablowych - Warszawa	Polska
	CENTROKABEL	Polska
	CENTROSTAL	Polska
Wyprowadzenie mocy	ELBUD	Polska
Zewnętrzne sieci elektryczne	PRIMEX	Polska
Awaryjne siłownie dieslowskie (3 x 2,8 MW na każdy blok)	ZUT „Zgoda” Świętochłowice	Polska
	DOLMEL Wrocław	Polska
Urządzenia stacji demineralizacji wody	ELWO Pszczyna	Polska
Instalacje telekomunikacyjne	Gdańskie Przedsiębiorstwo Robót Telekomunikacyjnych	Polska
Instalacje dozymetryczne	ZZUJ POLON	Polska
Laboratorium betonów	OBREL	Polska
Roboty drogowe	Gdańskie Przedsiębiorstwo Robót Drogowych	Polska
	Rejon Dróg Publicznych w Płocku i Łęborku	Polska
Roboty kolejowe	Zakłady Budownictwa Kolejowego (Przedsiębiorstwo Robót Kolejowych nr 12)	Polska
	Kolejowe Zakłady Zabezpieczenia Ruchu i Łączności	Polska
Transport reaktora i wytwornic pary na teren budowy	ENERGOMONT	Polska
Rozruch EJ	ZRUE ENERGOROZRUCH	Polska
Mikroniwelacja, zieleni	Przedsiębiorstwo Robót Zieleni	Polska
Pozostałe urządzenia i wyposażenie, prace budowlano-montażowe i projektowo-inżynierskie	kilkanaście innych firm	Polska
Niektóre urządzenia takie jak zawory, filtry, pompy, regulatory temperatury itp.	kilkanaście firm z krajów zachodnich	Austria RFN Szwajcaria Szwecja Wlk. Brytania

* kompletny zestaw: zbiorniki ciśnieniowe, napędy kaset regulacyjnych, bloki górne itd.
 ** paliwo nie było jeszcze zamówione, ale podpisana w latach 70-tych umowa między PRL a ZSRR zobowiązywała zakłady radzieckie do zarezerwowania mocy produkcyjnych dla polskich EJ

*** RAFAKO rozpoczęło produkcję wytwornic pary dla bloków nr 2, 3 i 4 oraz dla kolejnych EJ
 źródło: opracowanie własne na podstawie: Skrócony harmonogram dyrektywny realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych EJ Żarnowiec - I i II etap 4x 465 MW, Gorczycka M., Pytkowski A., Rochalska M., Kozera R.,

Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu ELPRO, Warszawa, marzec 1987 (kserokopia); Raport z przebiegu budowy EJŻ w roku 1989, BSIPE Energoprojekt w Warszawie, s. 70; <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarnowiec.html>

Fot. 6-7.

Pierwsze wytwornice pary dla EJ Żarnowiec wyprodukowała czeska Skoda. Kolejne miały produkować polskie zakłady RAFAKO Racibórz. Na zdjęciu: rozładunek wytwornic pary z transportu kolejowego na placu budowy EJ Żarnowiec (fot. Stanisław Wiesiołowski)



Fot. 8.

Stabilizator ciśnienia dla EJ Żarnowiec wyprodukowany przez RAFAKO Racibórz. Dziś stoi przed bramą fabryki jako eksponat (fot. Rafako S.A.).



Elektrownie tego samego typu co EJ Żarnowiec pracują obecnie w Czechach, na Słowacji, na Węgrzech, w Finlandii, na Ukrainie i w Rosji. Elektrownie pracujące w państwach UE spełniają unijne wymagania bezpieczeństwa. Budowa bloków nr 3 i 4 w EJ Mochovce na Słowacji, tego samego typu co bloki nr 1-4 w EJ Żarnowiec, rozpoczęła się w 2009 roku, 5 lat po wstąpieniu tego kraju do Unii

Europejskiej. 13 kwietnia 2012 r., ponad 20 lat po likwidacji budowy EJ Żarnowiec, Minister Skarbu Państwa publicznie przyznał, że decyzja o likwidacji budowy była fundamentalnym błędem, a samą inwestycję określił jako kluczową z punktu widzenia bezpieczeństwa energetycznego Polski.

Na potrzeby budowy EJ Żarnowiec opracowano nowe materiały i uruchomiono ich produkcję, np. stal zbrojeniową $\varnothing 40$ gatunku 20G2VY i 25G2S o podwyższonej wytrzymałości. Stal opracowaną na potrzeby budowy EJ Żarnowiec wykorzystano później do budowy metra warszawskiego.

Tabela 3.

Polskie reaktory badawcze.

Reaktor	Moc cieplna (MW)	Okres eksploatacji	Pochodzenie projektu	Przeznaczenie
EWA	10	1958 - 1995	ZSRR	Do celów naukowo-badawczych
MARYLA (0/1/2)	0,0001	1963 - poł. lat 70-tych	Polska	Do celów szkoleniowych, naukowo-badawczych i testów paliwa
ANNA	0,01	1963 - (b.d.)	Polska	Do celów naukowo-badawczych, zmodyfikowany później do wersji P-ANNA H-ANNA
HELENA	(b.d.)	1963 - ok. 1980	Polska	Do celów naukowo-badawczych i szkoleniowych
AGATA	0,0001	1973 - poł. lat 80-tych	Polska	Do celów szkoleniowych i testowania paliwa
MARIA	30	1974 do dziś	Polska	Reaktor wielofunkcyjny: do celów naukowo-badawczych, szkoleniowych, testowania paliwa, badań materiałowych, produkcji radioizotopów, terapii nowotworów (BNCT)
UR-100 (prototyp)	0,1	(b.d.)	Polska	Prototyp seryjnych reaktorów przeznaczonych dla uczelni wyższych, w tym również na eksport

źródła: Reaktory jądrowe w Polsce, K.W. Formalski, „Energia dla Przemysłu” (nr 9/12); „Zestawy Krytyczne (reaktory mocy zerowej) w Instytucie Badań Jądrowych, Mikulski A., „Postępy Techniki Jądrowej”, nr 4/2015, Warszawa 2015, s. 2-8 [<http://www.ichtj.waw.pl/ptj/Pliki/ptj2015no4.pdf>]

ośrodka badań jądrowych w Gdańsku, gdzie planowano uruchomić reaktor basenowy o mocy 1 MW do badań materiałowych i testowania osłon biologicznych reaktorów okrętowych.

W latach 60-tych powstały dwa projekty studialne napędu jądrowego. Pierwszy w roku 1963 z reaktorem PWR opracowany przez Instytut Badań Jądrowych w Świerku (obecnie NCBJ), a kolejny w roku 1965 z reaktorem SCHWR opracowany w Instytucie Okrętowym Politechniki Gdańskiej.

Prace nad napędem jądrowym w latach 60-tych prowadziły wspólnie 4 instytucje:

- Centralne Biuro Konstrukcji Okrętowych nr 1 w Gdańsku
- Politechnika Gdańska, Instytut Okrętowy
- Instytut Badań Jądrowych w Świerku, Zakład Inżynierii Reaktorowej (obecnie NCBJ)
- Stocznia Gdańska

Prace zostały wstrzymane na początku lat 70-tych ze względu na ówczesną niekonkurencyjność napędu jądrowego w stosunku do konwencjonalnego opartego na silnikach wysokoprężnych, czego powodem była niska cena ropy naftowej i praktycznie brak wymagań środowiskowych w emisji zanieczyszczeń w transporcie morskim. Wcześniej udało się jednak wykształcić kilkudziesięciu inżynierów do projektowania tego typu napędów. Odbywali oni praktyki i staże zagraniczne w ośrodkach konstrukcji reaktorów okrętowych oraz na samych okrętach. Praktyki krajowe odbywały się w Stoczni Gdańskiej.

Obecnie sprawa napędu jądrowego dla okrętów handlowych zaczyna po 40 latach powracać, ze względu na zaostrzające się wymogi ochrony środowiska oraz przewidywany w długiej perspektywie wzrost cen ropy naftowej. Nie można jeszcze mówić o renesansie

tej technologii, ale kilka państw wznowiło prace badawcze (nie licząc Rosji, która od lat 50-tych ma flotę atomowych lodołamaczy i frachtowiec).

1.2.3.

(Elektro)ciepłownie jądrowe

Drugim ambitnym projektem była ciepłownia jądrowa, zaprojektowana w 1978 roku, mająca zasilać miejską sieć ciepowniczą Warszawy. Ówczesny Instytut Badań Jądrowych (dziś NCBJ) wspólnie z Biurem Studiów i Projektów Energetycznych ENERGOPROJEKT w Warszawie opracował projekt koncepcyjny prototypowej ciepłowni z reaktorem o mocy cieplnej 500 MW. Studium obejmowało reaktor i układy technologiczne, budynki oraz lokalizację. Po wielomiesięcznych badaniach wybrano dwie podwarszawskie miejscowości: Pruszków i Marki (jako lokalizacje alternatywne wobec siebie). Sformułowano zapytanie ofertowe do firm z Francji i ZSRR.

Na tym etapie projekt zawieszono, jednak 2 lata później uruchomiono inny projekt. W latach 1980-1990 prowadzone były prace studialne i przedprojektowe wykorzystania energetyki jądrowej w sposób skojarzony do zasilania w energię elektryczną i ciepło mieszkańców Warszawy. Analizy przeprowadzone około 1985 r. wykazały, że gdyby 4 bloki jądrowe o mocy 1000 MW umieścić w układzie po dwa na Wiśle 20-30 km przed Warszawą i 20-30 km za Warszawą i dodatkowym obiegiem gorącej wody zasilać EC Żerań i EC Sekierki (w których ciepło z obiegu EC przejmowałyby na potrzeby miasta stacje wymienników), to przy założeniu wykorzystania 3000 MW ciepła z elektrociepłowni jądrowych (ECJ) przez 4000 do 5000 godzin w roku zaoszczędziłoby się w ciągu życia tych ECJ (60 lat) 120 do 160 mln ton energetycznego węgla ka-

mienno, tj. tyle, ile spalamy przez dwa lata w polskich elektrowniach. Konstruktorzy w elbląskim ZAMECH-u wyliczyli, że z jednej „atomowej” turbiny o mocy elektrycznej 1000 MW można odebrać 1000 MW ciepła, przy utracie jedynie 150 MW mocy elektrycznej (moc elektryczna bloku obniży się do 850 MW).

Analizy ekonomiczne, wykonane przez Energoprojekt Warszawa wykazały, że ciepło z ECJ w lokalizacji Głusk byłoby o 37% tańsze, z lokalizacji Kamion o 17,5% tańsze, a z ECJ w lokalizacji Zaręby o 27% tańsze niż z elektrociepłowni konwencjonalnych.

W ostatnich latach sprawa (elektro)ciepłowni jądrowych dla Warszawy powraca w dyskusjach eksperckich. Powodem jest konieczność wymiany przestarzałych jednostek wytwórczych w obu warszawskich elektrociepłowniach przy jednoczesnym spełnieniu wymogów środowiskowych. Ciepłownia lub elektrociepłownia jądrowa może być rozważana jako jedno z rozwiązań tego problemu, jednak wymagałaby akceptacji społecznej.

Projektem, który był najbliższy realizacji, była budowa EJ Żarnowiec, której bloki nr 3 i 4 miały być wyposażone w turbiny upustowo-kondensacyjne. Ciepło wytwarzane w tych blokach (łączna moc cieplna 960 MW) miało być przesyłane rurociągami o długości 40 km do sieci ciepowniczej Trójmiasta. Projektu nie zrealizowano ze względu na przerwanie budowy całej elektrowni decyzją rządu z września 1990 roku.

Również EJ Warta miała produkować ciepło użytkowe na potrzeby aglomeracji poznańskiej.

1.3.

Analizy bezpieczeństwa dla energetyki jądrowej

W ośrodku jądrowym w Świerku prowadzono prace badawcze w za-



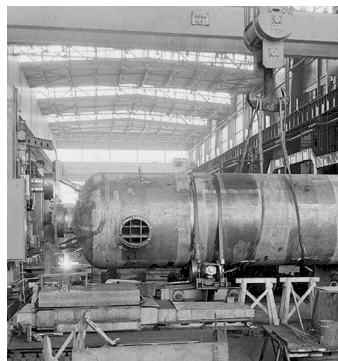
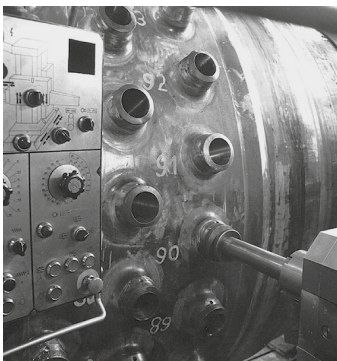
Fot. 9.
Elektrociepłownia Żerań w Warszawie ze składowiskiem węgla
(fot. Łukasz Sawicki)



Fot. 10.
Sterownia SBM EJ
(fot. Łukasz Sawicki)



Fot. 11.
Budowa instalacji zrzutu wody chłodzącej w EJ Kursk w ZSRR (obecnie Rosja) w latach 80-tych. Prace budowlane realizowało polskie przedsiębiorstwo Energopol (fot. Energopol-Warszawa).



Fot. 12-13.
Produkcja stabilizatora ciśnienia w zakładach Rafako na eksport do EJ Greifswald w NRD (1982 r.)
(fot. Rafako S.A.)

kresie bezpieczeństwa elektrowni jądrowych.

1.3.1.

Stanowisko Badawczo-Modelowe Elektrowni Jądrowej

W latach 80-tych przygotowywano uruchomienie unikalnej pętli w reaktorze „Maria” zwanej SBM-EJ (Stanowisko Badawczo-Modelowe Elektrowni Jądrowej). Było to wspólne przedsięwzięcie Polski, ZSRR i Finlandii. Stanowisko to miało być przeznaczone do badań związanych z reaktorami WWER, dotyczących:

- Procesów cieplnych, hydrodynamicznych i fizycznych zachodzących w stanach awaryjnych
- Charakterystyk cieplnych i mechanicznych paliwa jądrowego
- Skuteczności układów awaryjnego chłodzenia rdzenia.

SBM-EJ miało odwzorować w małej skali rdzeń reaktora WWER-440 i WWER-1000, które miały być zainstalowane w polskich elektrowniach. Stanowisko miało pomóc w szkoleniu operatorów polskich elektrowni jądrowych, którzy mieliby unikatową możliwość obserwowania na żywo przebiegów najważniejszych możliwych awarii w EJ (włącznie z topieniem elementów paliwowych) i nauczania się prawidłowego reagowania na nie. Z kolei mechanicy mieliby możliwość nauczania się montażu i demontażu połączeń różnych układów w warunkach skażeń i promieniowania.

Stanowisko miało być również wykorzystywane do testowania urządzeń produkowanych przez polskie firmy dla budowanych w tym czasie EJ Żarnowiec i EJ Warta.

Na skutek decyzji rządowej o likwidacji programu energetyki jądrowej w Polsce oraz problemów finansowych rozpadającego się ZSRR, SBM nigdy nie zostało uruchomione. W 1993 r. przeprowadzono w ograniczonym zakresie końcowe prace montażowe oraz odbiory układów

Stanowiska. W tym momencie było ono prawie gotowe do uruchomienia.

1.3.2.

Cyfronet

Analizy bezpieczeństwa z użyciem metod numerycznych (modelowanie procesów ciepło-przepływowych, fizyki reaktora i emisji radioizotopów do środowiska w stanach awaryjnych) prowadzono w ośrodku Cyfronet, którego następcą jest obecne CIŚ – Centrum Informatyczne Świerk.

1.4.

Chemia jądrowa (prace w IChTJ)

Powstały w 1983 roku ICHTJ był w latach 1955 - 1982 oddziałem IBJ. W latach przygotowań i budowy EJ w Żarnowcu rozwijał technologie pełnego cyklu paliwowego (bateria ekstraktorów wirówkowych została sprzedana do ośrodka ENEA w Casaccia, Włochy), przygotował techniki analityczne dla laboratoriów elektrowni jądrowej i technologie dla działów odpowiedzialnych za chemię wody obiegowej oraz zagospodarowanie odpadów (założenia dla instalacji oczyszczania ścieków z pralni odzieży skażonej, spalania odpadów palnych i nityfikacji odpadów stałych). Zbudowana wtedy instalacja RO/UF do zatężania odpadów ciekłych jest eksploatowana w ZUOP od wielu lat. Razem z tą jednostką opracowano technologie zastosowane przy dekontaminacji likwidowanego reaktora EWA. Opracowane wtedy przez działający w Instytucie ZDAJ (Zakład Aparatury Jądrowej) układy sterowania CAMAC do dziś pracują w reaktorze badawczym w ośrodku badań jądrowych w Řež w Czechach.

1.5.

Górnictwo uranowe

W latach 1948-73 funkcjonowały w Polsce kopalnie uranu i zakład

produkcji koncentratu uranowego. Były one częścią przedsiębiorstwa Zakłady Przemysłowe R-1. Ze względu na niewielką skalę działalności Zakłady nie odegrały większej roli w gospodarce narodowej, jednak ich funkcjonowanie miało pośrednie pozytywne oddziaływanie na polski przemysł wydobywczy, metalurgiczny i chemiczny:

- zbudowano i wyeksploatowano 11 kopalń, odkryto i rozpoznano 135 punktów okruszczenia uranowego, wiele punktów wód radoczynnych, złoża glinki ogniotrwałej, skaleni, wapieni krystalicznych,
- zebrano ogromny materiał geologiczny, dzięki czemu powstała pierwsza w Polsce mapa geologiczno-złożowa Sudetów w skali 1:50 000,
- po raz pierwszy w kraju w zakładach uzyskano czyste pierwiastki: gadolin, samar, erb, itr oraz uzyskano inne związki ziem rzadkich,
- przeszkolono dużą grupę pracowników państwowej służby geologicznej (obecnie PIG-PIB) z zakresu geologii uranowej,
- był to pierwszy zakład w kraju, który w skali przemysłowej opracował technologię przerobu hydrometalurgicznego ubogich rud z odzyskiem metalu na jonitach,
- był to również pierwszy zakład, który wykorzystał technologię chromatografii dla odzysku rozproszonych pierwiastków. Wykorzystanie doświadczeń uzyskanych na tych instalacjach miało duże znaczenie dla rozwiązania problemu odzysku cennych pierwiastków rozproszonych w półproduktach i produktach odpadowych z przerobu różnych surowców mineralnych.

1.6.

Działalność eksportowa polskich firm przemysłu jądrowego w latach 80-tych

Oprócz EJ Żarnowiec polskie firmy były obecne na placach budowy zagranicznych elektrowni i produkowały urządzenia do nich. Szczegóły

prezentuje tabela nr 4.

Działalność eksportową prowadziły też inne firmy o profilu budowlano-montażowym i instalacyjnym. W 1986 r. na budowach elektrowni jądrowych w ZSRR zatrudnionych było 5800 polskich pracowników. Kadra inżynierska z tamtych lat jest jeszcze w niewielkim stopniu dostępna na rynku krajowym.

1.7.

Wpływ budowy EJ Żarnowiec na lokalną gospodarkę i infrastrukturę w latach 80-tych

Elektrownia Jądrowa Żarnowiec bardzo silnie oddziaływała na gospodarkę ówczesnego woj. gdańskiego. Na budowie pracowało w szczytowym okresie ponad 6500 osób, jednak gdyby prace były kontynuowane (dokończenie bloków nr 1 i 2, a następnie rozpoczęcie budowy bloków nr 3 i 4) to zatrudnienie docelowe miało wynosić ponad 13000 osób. Większość zatrudnionych pochodziła z województwa i mieszkała w miejscowościach położonych blisko elektrowni (Wejherowo, Reda, Gniewino, Krokowa, Lębork, Puck, Trójmiasto).

Przy budowie infrastruktury (obwałowanie jeziora) i inwestycji towarzyszących (przebudowa dróg, linia kolejowa, osiedla mieszkaniowe itd.) zatrudnionych było kolejne ok. 2000 osób.

Po uruchomieniu elektrownia miała zatrudniać 1880/2119 osób załogi stałej, 400-450 osób w zewnętrznych brygadach remontowych, ok. 150 osób w Ośrodku Szkoleniowym przy EJŻ oraz personel ochrony fizycznej i zakładową straż pożarną. Łącznie 2700-2800 osób.

W sumie wybudowano 630 obiektów, m.in.:

- nowoczesny ośrodek radiometeorologiczny,
- hotel pracowniczy,

- hale do produkcji prefabrykatów betonowych,
- obiekty infrastruktury transportowej: ekspedycję i dworzec kolejowy, bocznice kolejową, drogi, a także zelektryfikowano i zmodernizowano linię kolejową z Wejherowa
- obiekty budownictwa mieszkaniowego, w tym całe osiedla w Wejherowie, Lęborku i Redzie
- obiekty zaplecza budowy, w tym: obiekty biurowe i socjalne, ciepłownia grzewczo-rozruchowa, ujęcie wody i stacja uzdatniania wody, sieci elektroenergetyczne, ciepłownice, wodociągowe, teletechniczne, magazyny i wiaty, warsztaty, węzły betoniarskie, stołówkę i szatniowce

Planowano budowę Ośrodka Rybackiego przy Jeziorze Żarnowieckim, którego rolą miało być prowadzenie gospodarki rybackiej jeziora i utrzymanie równowagi ekologicznej poprzez kontrolę stanu zarybienia (gatunki i ilość osobników). Ośrodek miał wykorzystywać energię elektryczną, wodę podgrzaną, parę technologiczną i tlen z EJ Żarnowiec do hodowli ryb. Zatrudnienie miało w nim znaleźć 10-12 osób.

Jednym z najważniejszych oddziaływań inwestycji EJ Żarnowiec była budowa osiedli mieszkaniowych w większych miastach województwa. Było to szczególnie istotne w okresie kryzysu gospodarczego lat 80-tych i deficytu mieszkań w całym kraju.

Nakłady na inwestycje towarzyszące dla I etapu budowy wyniosły ok. 8% całkowitych nakładów przedsięwzięcia „Budowa EJ Żarnowiec”, natomiast udział inwestycji towarzyszących w nakładach całkowitych na budowę I i II etapu budowy elektrowni miał wynieść łącznie prawie 17%.

Innym rodzajem oddziaływania inwestycji EJ Żarnowiec na lokalną

gospodarkę była poprawa zaopatrzenia ludności. Podczas gdy w całym kraju większość artykułów pierwszej potrzeby, w tym żywność (mięso, cukier) oraz paliwa, podlegała reglamentacji (system kartkowy) i była trudna do zdobycia, sklepy znajdujące się w promieniu 30 km od inwestycji nie miały większych problemów z dostawami. Inwestycja miała wysoki priorytet jeśli chodzi o zaopatrzenie robotników, a korzystała z tego również ta część miejscowej ludności, która nie była bezpośrednio zaangażowana w budowę. Pamięć o okresie dobrobytu w latach kryzysu gospodarczego jest do dziś żywa na terenie woj. pomorskiego.

Ciepło odpadowe z bloków nr 3 i 4 miało zostać wykorzystane do zasilania magistrali ciepłowniczej Trójmiasta – nie mniej niż 960 MW mocy cieplnej.

Mieszkańcom wysiedlonej wsi Kartoszyń (17 gospodarstw) wypłacono odszkodowania, przekazano mieszkania w nowo postawionym budynku mieszkalnym w Krokowej lub wybudowano nowe gospodarstwa w Odargowie.

W ramach budowy EJ Żarnowiec zrealizowano również szereg inwestycji w tzw. zapleczach dalekich, w tym m.in. w Wytwórni Konstrukcji Stalowych w Kozienicach.

Budowa drugiego tego typu obiektu w Polsce – EJ Warta – nie rozpoczęła się. Do decyzji o zaniechaniu inwestycji zdążono jedynie zbudować część infrastruktury i zaplecza. Szacowano, że przy budowie tej elektrowni (4x 1000 MW brutto) zostanie zatrudnionych 5000-8000 osób, a później będzie tam pracowało ponad 1000 osób.

2. Wymogi MAEA były w dużym stopniu oparte na przepisach amerykańskich.

3. Wyjątkiem była budowa EJ Cernavoda w Rumunii, która opierała się na kanadyjskich reaktorach CANDU-6.

Tabela 4.

Polskie firmy prowadzące działalność eksportową w sektorze energetyki jądowej w latach 70-tych i 80-tych XX w.

Firma	Okres	Zakres działalności
Elektrobudowa-Katowice	1985-88	EJ Kozłoduj (Bułgaria) - roboty montażowe instalacji elektrycznych bloku nr 5, w szczycie ponad 100 pracowników
	1982-87	EJ Paks (Węgry) - roboty montażowe instalacji elektrycznych reaktora i maszynowni bloków nr 2, 3 i 4, pomiary i rozruch, w szczycie 250 pracowników
	1981-89	EJ Chmielnicka (Ukraina, ówczesnie ZSRR) – montaż instalacji słabo-prądowych i teletechnicznych, węzeł zasilania potrzeb własnych ogólnych bloku nr 2, w szczycie ok. 80 pracowników
RAFAKO-Racibórz	1974-90	Produkcja na eksport stabilizatorów ciśnienia i wytwornic pary do EJ z reaktorami WWER-440, kilkanaście z nich sprzedano do EJ Nord/Greifswald w NRD oraz do EJ na terenie Czechosłowacji, ponadto rurociągi i zawory
FAKOP-Sosnowiec	1979-89	Produkcja na eksport wymienników ciepła do bloków z reaktorami WWER-440
CHEMAR Kielce	Lata 80-te	Produkcja armatury specjalnej do EJ z reaktorami WWER
Energomontaż-Północ Gdynia	1985-88	EJ Kozłoduj (Bułgaria) - montaż mechaniczny, ponad 100 pracowników
	1981-89	EJ Chmielnicka (Ukraina, ówczesnie ZSRR) – prace realizowane wspólnie z ELEKTROBUDOWĄ-Katowice
INSTAL-Rzeszów	1981-85	EJ Paks (Węgry) - wykonawstwo instalacji technologicznych obiegu wtórnego i wody chłodzącej, firma dysponowała na obiekcie liczną grupą własnych spawaczy, specjalistycznym laboratorium spawalniczym, komórką projektową do bieżących uzgodnień dokumentacyjnych i dokumentacji powykonawczej z izometrią, oznaczeniami spawów, protokołami badań nieniszczących (RTG) itd. Firma realizowała także inne instalacje nie tylko w bloku reaktora i turbin, ale także w pozostałych obiektach i instalacjach sanitarnych
Budimex	Lata 80-te	EJ Paks (Węgry) - wykonawstwo dużego zakresu robót budowlanych, instalacji pierwotnego i wtórnego obiegu wody oraz instalacji aparatury kontrolno - pomiarowej
Dolmel Wrocław	Lata 80-te	EJ Kursk (ZSRR) – produkcja generatorów
Energopol	Lata 80-te	EJ Kursk - wykonawstwo robót budowlanych wtórnego obiegu wody

źródło: opracowanie własne na podstawie: „Możliwości uczestnictwa przemysłu polskiego w budowie elektrowni jądowych w kraju”, J. R. Kurylczyk, prezentacja na seminarium klastra Europolbudatom,

Targi ExpoPower 2010, październik 2010; „Postępy Techniki Jądowej”, nr 5-6 (1980), s. 407-418; Budowa Elektrowni Jądowej Żarnowiec. Monografia. Zeszyt 2, Przedsiębiorstwo Usług Technicznych

Budowy Elektrowni OBREL, Warszawa 1988, s. 7; informacje zebrane od polskich firm przez klastr Europolbudatom; informacje przekazane przez pana Stanisława Puzio, byłego pracownika Instal-Rzeszów

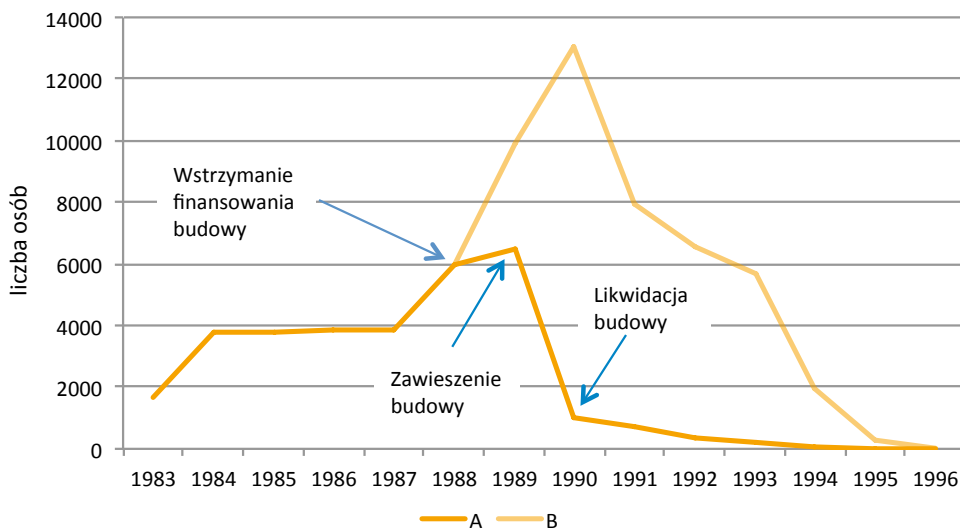
Fot. 14.

EJ Dukovany w Czechach, elektrownia tego samego typu co EJ Żarnowiec (4x WWER-440/213). Pracują tu niektóre urządzenia z Żarnowca. (fot. CEZ)



Wykres 1.

Stan zatrudnienia na budowie EJ Żarnowiec w latach 1983-1996 – faktyczny i planowany.



Legenda: A – zatrudnienie faktyczne (na podstawie dokumentacji organizacji budowy); B – zatrudnienie planowane, lecz nie zrealizowane ze względu na decyzję rządu o przerwaniu, a następnie likwidacji inwestycji

źródła: opracowanie własne na podstawie: Uzasadnienie planowanego taktu przekazywania bloków EJ Żarnowiec 4x 440 MW, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, styczeń 1984 (kserokopia); EJ Żarnowiec – I etap

– 2x 465 MW, Wytyczne Realizacji Przedsięwzięcia Inwestycyjnego, M. Gorczycka, J. Swinarska, A. Pytkowski, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, czerwiec 1986 (kserokopia); EJ Żarnowiec – II etap – 2x 465 MW, Wytyczne Realizacji Inwestycji. Skrócony harmonogram dyrektyny realizacji przedsięwzięcia / aktualizacja II/, I. Swinarska-Lisiewicz, M. Gorczycka, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, listopad

1987 (kserokopia); EJ Żarnowiec – II etap – 2x 465 MW, WRI Przedsięwzięcia – Opracowanie zbiorcze – Aktualizacja 2, M. Gorczycka, I. Swinarska, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, sierpień 1988 (kserokopia); Sprawozdanie z likwidacji przedsiębiorstwa państwowego Elektrowni Jądrowej Żarnowiec w budowie w likwidacji, tab. nr 3.

Tabela 5.

Liczba mieszkań zbudowanych i planowanych do budowy jako inwestycja towarzysząca dla EJ Żarnowiec (I i II etap).

Lokalizacja	Liczba mieszkań	Lata realizacji
Reda, os. Przy Stadionie	1 204	1984-1989
Wejherowo-Śmiechowo I Wsch.	310	1988-1990
Wejherowo, ul. Rybacka	70	1987-1989
Wejherowo, oś. Chopina II/IIB	76	1985-1987
Gniewino, osiedle	402	1988-1991
Gniewino (Słuszewo)	84	1986-1988
Lębork	254	1986-1990
Lębork, osiedle	850	1989-1991
Reda, osiedle	300	1990-1992
Wejherowo, osiedle	60	1989-1991
RAZEM	3610	1984-1992

źródło: Elektrownia Jądrowa Żarnowiec, Etap II 2x 465 MW, Zakożenia Techniczno-Ekoniczne, Charakterystyka techniczna, Zagadnienia ogólne /Aktualizacja IV/, Kowalski J., Walkowiak C., Plewiński J., BSIPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, maj 1988, załącznik nr 6 (kserokopia)

Tabela 6.

Budownictwo tymczasowe w rejonie placu budowy EJ Żarnowiec.

Lokalizacja	Liczba miejsc hotelowych	Lata realizacji
Osiedle kontenerowe „Nadole”	1213	1984-1987
Baraki „Stary hotel”	264	1984-1985
Hotel „NOWY” w Nadolu	680	1984-1985
Osiedle kontenerowe „Czymanowo”	2500	1987-1992
RAZEM	4657	1984-1992

źródło: Elektrownia Jądrowa Żarnowiec, Etap II 2x 465 MW, Zakożenia Techniczno-Ekoniczne, Charakterystyka techniczna, Zagadnienia ogólne /Aktualizacja IV/, Kowalski J., Walkowiak C., Plewiński J., BSIPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, maj 1988, załącznik nr 6 (kserokopia)

Tabela 7.

Skrócony wykaz pozostałych inwestycji towarzyszących dla budowy EJ Żarnowiec, planowanych do realizacji w II etapie budowy (niektóre zrealizowano).

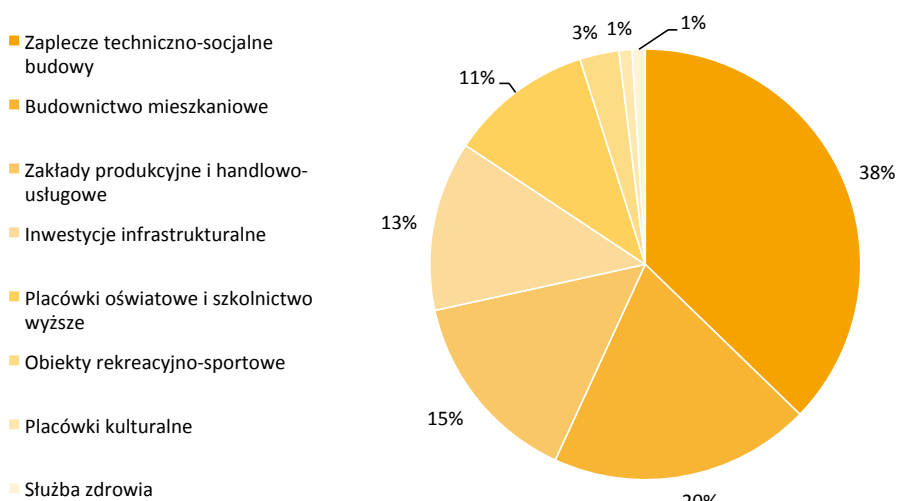
Nazwa inwestycji	Okres budowy
Placówki oświatowe i szkolnictwo wyższe	
Przedszkole w Wierchucinie – rozbudowa	b.d.
Żłobek w Gniewinie – budowa	b.d.
Żłobek i przedszkole w Wejherowie – budowa	b.d.
Zwrot nakładów na ośrodek głuchych	b.d.
Liceum Ogólnokształcące w Wejherowie – rozbudowa	1988-89
Przedszkole z internatem dla dzieci głuchych – budowa	1988-91
Szkoła podstawowa z salą gimnastyczną i basenem w Łękowej – budowa	1985-88
Ośrodek szkoleniowo-treningowy energetyki jądrowej – budowa	b.d.
Politechnika Gdańska – rozbudowa laboratoriów	b.d.
Technikum Elektryczne w Wejherowie – rozbudowa warsztatów	b.d.
Przedszkole w Gniewinie – budowa poprzez adaptację pawilonu handlowego	b.d.
Szkoła podstawowa w Redzie – budowa	1988-90
Przedszkole w Redzie – budowa	1988-90
Międzyzakładowa Szkoła Energetyczna przy Zakł. Energetycznym w Gdańsku	1991-93
Służba zdrowia	
Szpital w Gdyni – rozbudowa oddziału chirurgii (do przeszczepów szpiku)	b.d.
Przychodnia lekarska z apteką w Redzie - budowa	1989-90
Ośrodek zdrowia w Gniewinie	1991-1993
Przychodnia Ginekologiczna	1991
Klinika Hematologiczna	1991
Placówki kulturalne	
Zakładowy Dom Kultury (II etap) – budowa	1989-92
Adaptacja pomieszczeń na bibliotekę na osiedlu Chopina w Wejherowie	1987
Świetlice wiejskie w Odargowie i Lubkowie – budowa	b.d.

Ośrodek kultury w Gniewinie – budowa	b.d.
Obiekty sportowo-rekreacyjne	
Ośrodek wypoczynkowy w Białogórze – budowa	1987-90
Zespół sportowy (hala, basen, boiska) – budowa	1989-93
Modernizacja stadionu sportowego – budowa	1987-89
Ośrodek wypoczynkowy w Lubkowie – wykup i modernizacja	b.d.
Ośrodek sportowy w Gniewinie – budowa	b.d.
Budownictwo mieszkaniowe	
Niektóre pozycje z tabel 5-6 (osiedla w Lęborku, Redzie i Wejherowie na 1210 mieszkań oraz osiedle kontenerowe w Czymanowie na 2500 miejsc hotelowych) + 2 bloki mieszkalne w Warszawie	1987-92
Inwestycje infrastrukturalne	
Budowa i modernizacja kilkuset kilometrów ulic i dróg wiejskich, obwodnic, wiaduktów, tuneli, sieci wodociagowych i kanalizacyjnych, gazociągów, magistral ciepowniczych, budowa ujęć wody podziemnej i wodociągów na wsiach, uzbrojenie terenu, wysypisko śmieci, przejścia tunelowe, centrale telefoniczne, magistrale wodociagowe – wszystkie inwestycje w ówczesnym województwie gdańskim	1986-92
Zakłady produkcyjne i handlowo-usługowe	
Budowa pawilonów handlowych, magazynów, piekarni, masarni, bazy kruszyw, urzędów pocztowo-telekomunikacyjnych, zakup specjalistycznych urządzeń i aparatury na potrzeby różnych przedsiębiorstw i urzędów	1986-93
Rozbudowa laboratoriów w Instytucie Energii Atomowej w Świerku	1988-90
Modernizacja wyposażenia zakładów ZAMECH w Elblągu	b.d.

źródło: opracowanie własne na podstawie: Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia techniczno-ekonomiczne. Opis techniczny przedsięwzięcia. Dane ogólne – wyciąg, Myślicki Z., Hałas J., Kiljańczyk S., Walkowiak C., BSIPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, listopad 1986, s. 10-12 (kserokopia); Uchwała nr 204 Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 1990 r. w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji (Monitor Polski nr 49, 29 grudnia 1990 r.); Uchwała nr 48 Rady Ministrów z dnia 6 maja 1992 r. zmieniająca uchwałę w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji (Monitor Polski nr 14, 2 czerwca 1992 r.).

Wykres 2.

Udział poszczególnych grup inwestycji obiektów towarzyszących w całkowitych nakładach na inwestycje towarzyszące dla EJ Żarnowiec (I i II etap łącznie).



źródło: opracowanie własne na podstawie: Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia techniczno-ekonomiczne. Opis techniczny przedsięwzięcia. Dane ogólne – wyciąg. Myślicki Z., Hałas J., Kijańczyk S., Walkowiak C., BSİPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, listopad 1986, s. 10-12 (kserokopia); Skrócony harmonogram dyrektywny realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych EJ Żarnowiec - I i II etap 4x 465 MW, Górczycka M., Pytkowski A., Rochalska M., Kozera R., Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu ELPRO, Warszawa, marzec 1987 (kserokopia)

Fot. 15-16.

Zabudowania gospodarstw rolnych w Odargowie, które otrzymali mieszkańcy wysiedlonej wsi Kartoszyno. Domy wybudowane na początku lat 80-tych, zdjęcia wykonane w maju 2013 r. (fot. Łukasz Sawicki)



2. Specyfika przemysłu jądrowego z dzisiejszej perspektywy polskich przedsiębiorstw

Energetyka jądrowa jest sektorem przemysłu o wysokich standardach bezpieczeństwa, wymaganiach technicznych i organizacyjnych porównywalnych a niekiedy nawet przekraczających wymagania obowiązujące w przemyśle chemicznym, lotniczym lub kosmicznym.

W związku z tym sektor ten należy postrzegać przez pryzmat postępu technicznego, naukowego, cywilizacyjnego. Energetyka jądrowa oznacza dla polskiego przemysłu możliwość realizacji zaawansowanych technologicznie projektów przy znacznym poziomie rentowności, które w skali całej gospodarki mogą utworzyć stabilne i wysokopłatne miejsca pracy.

Wdrożenie energetyki jądrowej w Polsce może również przyczynić się do przyśpieszenia rozwoju branż, w których wykorzystuje się te same lub pokrewne technologie co w energetyce jądrowej, jak np. produkcja bramek dozymetrycznych, urządzeń medycznych lub aparatury do badań nieniszczących wykorzystujących promieniowanie jonizujące w przemyśle itd.

Program polskiej energetyki jądrowej (PPEJ) przyjęty uchwałą Rady Ministrów w dniu 28 stycznia 2014 r. przewiduje podjęcie działań celem zapewnienia możliwie największego udziału krajowego przemysłu (rozdział XV PPEJ):

„Polski przemysł powinien w jak największym stopniu uczestniczyć

w pracach związanych z budową polskich elektrowni jądrowych. Jego zaangażowanie w ten proces oznacza nie tylko utrzymanie już istniejących i stworzenie nowych miejsc pracy, ale także możliwość istotnego skoku technologicznego. Takie podejście w pełni wpisuje się w długoterminową strategię rozwoju gospodarczego kraju.”

W zakresie aktywizacji polskiego przemysłu Program PEJ przewiduje podjęcie działań przez dwóch głównych interesariuszy wyznaczonych przez stronę rządową: inwestora oraz Ministerstwo Energii. Inwestor, konsorcjum czterech spółek kontrolowanych przez Skarb Państwa: PGE, Tauron, Enea, KGHM, wraz z wyłonionym w przyszłości dostawcą technologii reaktorowej powinien sporządzić listę produktów i usług, które będą mogły być zlecone polskiemu przedsiębiorstwu. W etapie późniejszym inwestor przeprowadzi klasyczny proces pozyskania podwykonawców – ogłosi publicznie powyższą listę, dokona swojej kwalifikacji zgłoszonych polskich podmiotów oraz przystąpi do kontraktowania poszczególnych usług. Z drugiej strony Ministerstwo Energii opracuje efektywny system wsparcia polskiego przemysłu. W pierwszym etapie przewiduje się stopniowe przygotowywanie polskiego przemysłu do realizacji projektu w Polsce, następnie będą podejmowane działania wspierające

polskie przedsiębiorstwa w ekspansji zagranicznej.

Rządowy program zakłada podzelenie polskiemu przemysłowi co najmniej 10% łącznej wartości projektu w pierwszym roku budowy, 30% w momencie podłączenia pierwszego reaktora do sieci oraz – docelowo – 60% przy przewidywanej budowie 4-6 bloków energetycznych. Dla porównania brytyjski przemysł jądrowy zakłada, że w ramach realizacji nowego programu budowy 9-10 nowych reaktorów, będzie w stanie zaabsorbować 57% wartości całego projektu. Uwzględniając fakt, że Wielka Brytania dysponuje znaczną flotą cywilnych reaktorów jądrowych, dla której duża część prac wykonywana jest przez lokalne przedsiębiorstwa można stwierdzić, że poziom docelowy w Polsce – 60% – jest wysoki. Jego osiągnięcie będzie wymagało znacznych przygotowań ze strony samych przedsiębiorstw wspieranych przez instytucje otoczenia przemysłu (głównie izby gospodarcze, parki naukowo-technologiczne itp.) oraz administrację państwową.

Niezależnie od konstruowanego modelu ekonomiczno-finansowego dla realizacji projektu jądrowego w Polsce krajowe przedsiębiorstwa będą uczestniczyły w projekcie jako podwykonawcy i/lub poddostawcy w stosunku do wyłonionego w przyszłości EPC wykonawcy inwestycji. Należy więc mieć na

uwadze odwieczny problem realizacji projektów w segmencie podwykonawczym różnego szczebla jakim jest niska rentowność tego typu zleceń, która dodatkowo obniża się w miarę schodzenia na kolejne poziomy podwykonawstwa⁴. Polskie przedsiębiorstwa będą więc musiały zadbać o realizację możliwie dużej ilości kontraktów bezpośrednio dla głównego dostawcy technologii. Zlecenia takie będą również najbardziej zaawansowane technicznie i technologicznie.

2.1.

Potencjalne korzyści dla polskich przedsiębiorstw i polskiej gospodarki

Najnowsze analizy wskazują, że zrealizowane przez wykonawcę w przeszłości projekty budów, remontów i modernizacji elektrowni jądrowych mogą zaangażować dużą ilość krajowych przedsiębiorstw dając zatrudnienie setkom, a niekiedy nawet tysiącom wysokowykwalifikowanych specjalistów. Określone zestawienia, np. dla projektów inwestycyjnych, wskazują na możliwość zatrudnienia przeciętnie 1500 specjalistów w okresie do 6 lat, a w szczycie natężenia prac nawet do 4500, z czego określony udział może przypaść krajowym przedsiębiorstwom. Należy jednak mieć na uwadze, że historycznie zrealizowane projekty w innych krajach nie są automatycznie gwarancją powstania takiego samego wyniku w Polsce. W przypadku niepodjęcia faktycznych przygotowań przez krajowe przedsiębiorstwa oraz administrację rządową liczba prac zlecona polskim podmiotom będzie niewielka, a zrealizowany wynik finansowy może być mało satysfakcjonujący.

Natomiast w przypadku podjęcia w Polsce realnych przygotowań, osiągnie się określone korzyści, przede wszystkim w postaci dużej

ilości nowych kontraktów. Będą one realizowane najczęściej przez istniejące krajowe przedsiębiorstwa w ramach dywersyfikacji działalności.

Kolejną korzyścią, jaką osiągną już polskie przedsiębiorstwa angażując się w sektor jądrowy, jest możliwość pozyskania i realizacji długoterminowych kontraktów. Spośród projektów energetycznych, przemysłowych i infrastrukturalnych sektor energetyki jądrowej cechuje się praktycznie najdłuższym horyzontem czasowym wykonywanych prac. Częściej niż gdziekolwiek występują kontrakty wieloletnie, np. prace realizowane są w perspektywie do 3-5, a nawet do 7 lat. Pozyskanie wieloletnich zamówień pozwoli polskim podmiotom skoncentrować się na ich podstawowej działalności. Długofalowe planowanie, poprzedzające samą realizację konkretnego projektu daje możliwość zoptymalizowania posiadanych zasobów, co przejawia się np. poprawą jakości realizowanych prac, lepszą alokacją zasobów, obniżką kosztów, itd.

Ponadto, w stosunku do innych branż przemysłu - w sektorze jądrowym częściej zatrudnia się specjalistów o wysokich kompetencjach oraz rzadziej występują miejsca pracy o tymczasowym charakterze.

Ogólnie można stwierdzić, że zaangażowanie polskich przedsiębiorstw w światowy przemysł jądrowy przyniesie dodatkowo inne korzyści:

- tworzenie nowych, stabilnych miejsc pracy o wysokiej wartości dodanej,
- przyspieszenie transferu technologii,
- pozyskiwanie bezpośrednich inwestycji zagranicznych, również w innych sektorach.

2.2.

Struktura przemysłu jądrowego krajów UE

W 2011 r. francuski oddział firmy

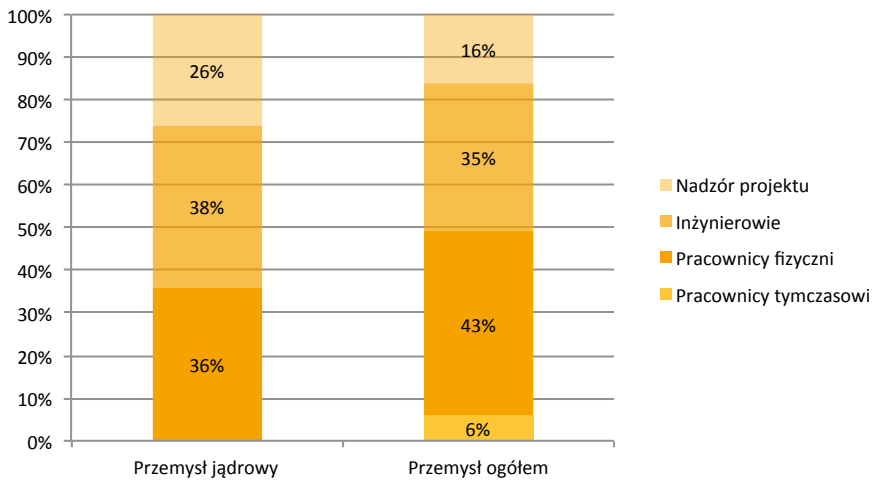
PwC opublikował raport dotyczący wpływu sektora jądrowego na gospodarkę krajową. Jego konkluzje wydają się interesujące między innymi w kontekście tworzącego się polskiego przemysłu jądrowego. Jedną z przeprowadzonych analiz obrazuje strukturę przemysłu jądrowego pod kątem udziału dużych, średnich oraz małych przedsiębiorstw. Wbrew utartym poglądom przemysł jądrowy nie jest zdominowany przez międzynarodowe koncerny zatrudniające dziesiątki tysięcy osób, które jako jedyne mogą udźwignąć ciężar finansowy i organizacyjny zadania. Blisko 70% podmiotów to małe i średnie przedsiębiorstwa zatrudniające odpowiednio do 50 i do 250 pracowników.

Sytuacja przedstawia się podobnie w innych krajach o dojrzałej strukturze rynku np. Wielkiej Brytanii, Finlandii, czy Hiszpanii. Kraje te rozwijają lub posiadają już dobrze rozwiniętą cywilną energię jądrową oraz cywilny przemysł jądrowy (głównie podwykonawczy) wykonujący prace na rzecz krajowych i zagranicznych rynków. Przypadek brytyjskiego przemysłu jądrowego został przedstawiony na wykresie nr 6.

Szczególnie interesująca wydaje się struktura obrotów małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP) francuskiego przemysłu jądrowego. Znaczącą pozycję w przychodach stanowi działalność eksportowa, która, co warto zaznaczyć, jest wyraźnie wyższa niż przeciętny udział przychodów eksportowych MŚP w całym francuskim sektorze przemysłowym. Analiza sytuacji powyższych czterech krajów, funkcjonujących w zbliżonych do polskich - unijnych realiach gospodarczych - pozwala stwierdzić, że z całą pewnością identyczna struktura ukształtuje się w polskim przemyśle. Już teraz znakomita większość zidentyfikowanych polskich przed-

Wykres 3.

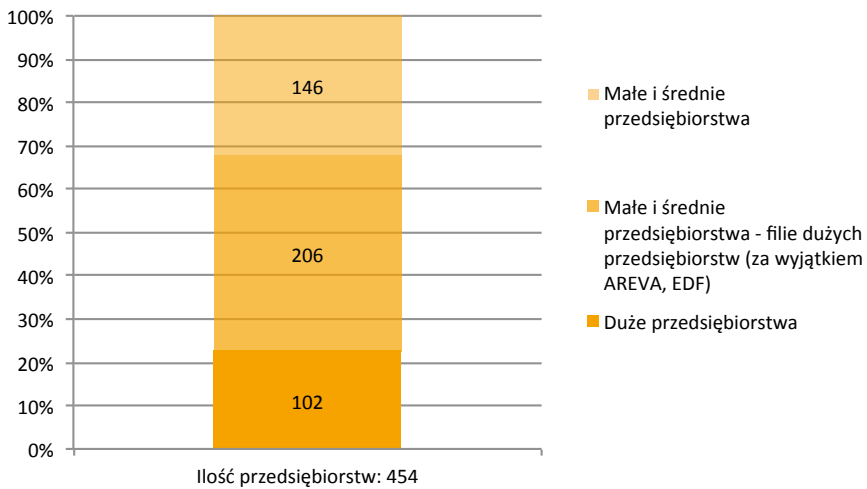
Struktura zatrudnienia we francuskim przemyśle jądrowym.



źródło: www.redressement-productif.gouv.fr

Wykres 4.

Udział MŚP we francuskim przemyśle jądrowym.



źródło: *Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France*, PwC, mai 2011, s. 15

siębiorstw, które w ostatnich 10 latach zrealizowały prace/dostawy dla światowego przemysłu jądrowego, to małe i średnie podmioty o znacznym potencjale eksportowym.

2.3.

Strategia włączania się polskich przedsiębiorstw w kooperację ze światowym przemysłem jądrowym

Obecnie przedsiębiorstwa polskie, realnie oceniając własne możliwości, stopniowo angażują się w realizację projektów na rzecz energetyki jądrowej. Zarysowuje się podobna do innych branż przemysłu tendencja, wedle której polskie podmioty podejmują się wykonania projektów o niskim stopniu zaawansowania, a w miarę ich pomyślnej realizacji przesuwać się w kierunku bardziej złożonych zadań.

Analogicznie pod koniec lat 90-tych panujący w Polsce zastój w segmencie zleceń przemysłowych zmusił krajowe przedsiębiorstwa do pozyskiwania kontraktów zagranicznych m.in. w krajach skandynawskich, które jako pierwsze na świecie budowały ultranowoczesne instalacje termicznego przekształcania odpadów. Technologie te, w tamtym okresie, były rozwijane przez niewielką liczbę wykonawców na świecie i były praktycznie nieznaną w Polsce. Krajowe przedsiębiorstwa podejmowały się wówczas jedynie najprostszyc zleceń. Jednakże stopniowo, w miarę pozyskiwania doświadczeń, przesuwało się w kierunku realizacji coraz bardziej zaawansowanych technicznie i technologicznie projektów. Zdobyte zagraniczne doświadczenia sprzed kilku / kilkunastu lat zostały z sukcesem przeniesione do Polski. Na chwilę obecną polskie przedsiębiorstwa realizują istotną część prac w ramach programu budowy spalarni odpadów w Polsce. Podobne zjawisko zdobywania doświadczeń zagranicznych zauwa-

ża się także w innych segmentach przemysłowych, jak np. budowa instalacji HRSG, kotłów na parametry nadkrytyczne oraz fluidalne CFB itd.

Wśród części krajowych przedsiębiorstw jeszcze do niedawna występowała niechęć do podejmowania projektów w energetyce jądrowej wynikająca z obawy o brak kwalifikacji, doświadczenia i wymaganych certyfikatów⁵. Często postawa taka opierała się na nieuzasadnionym, subiektywnym przeświadczeniu kadry menadżerskiej przedsiębiorstw. Powyższe podejście zdaje się stopniowo zanikać, a przedsiębiorstwa polskie stają się coraz bardziej otwarte na projekty przemysłu jądrowego. Należy zaznaczyć, że fakt ten wynika obecnie w większej mierze z realnej oceny własnych możliwości niż z konieczności zapełnienia portfela zamówień.

Aktualnie polskie przedsiębiorstwa obierają następujące strategie włączania się w kooperację ze światowym przemysłem jądrowym:

- Budowa i rozwijanie własnych kompetencji poprzez inwestowanie w organiczny rozwój (szkolenie pracowników, zatrudnianie specjalistów, rozbudowa własnego zaplecza produkcyjnego). W tym przypadku realizacja pozyskanych kontraktów winna iść w parze z ciągłym procesem samouczenia (analiza ex-post wszelkich działań pod kątem niepowtarzania błędów, silny nacisk na dokumentację ex-post projektów, zapewnienie przepływu wiedzy w ramach przedsiębiorstwa, audyty wewnętrzne/zewnętrzne). Strategia ta dominuje wśród krajowych przedsiębiorstw świadczących usługi na rzecz polskiego rynku (np. aparatura dozymetryczna stosowana w przemyśle, medycynie oraz określone prace na rzecz reaktora badawczego Maria w ośrodku Narodowego Centrum Badań Jądrowych w Świerku).
- Partnerstwo strategiczne/joint

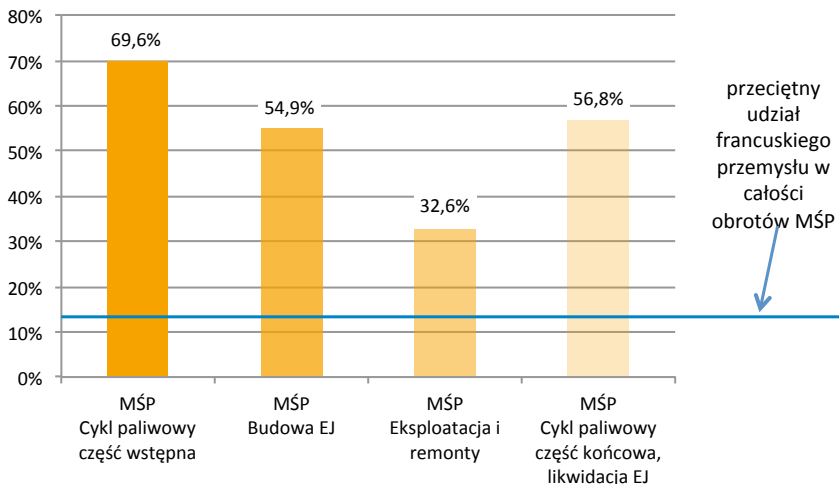
venture. W sektorze jądrowym taka strategia występuje szczególnie często. Przedsiębiorstwa o znacznych kompetencjach (np. z obszaru zarządzania samym projektem) współpracują z podmiotami, które nie posiadają doświadczenia jądrowego (np. z sektora energetyki konwencjonalnej). Przepływ wiedzy, pod warunkiem umiętnego przeprowadzenia tego procesu, przyczynia się do podwyższenia standardów jądrowych tego ostatniego podmiotu. Do zalet strategii partnerstwa należy zaliczyć ponadto zwiększenie wiarygodności przedsiębiorstwa (poprzez fakt bycia certyfikowanym poddostawcą np. światowego dostawcy technologii). Natomiast możliwość długoterminowego uzależnienia się od jednego zleceńodawcy jest najważniejszym zagrożeniem związanym z omawianą ścieżką pozyskiwania zleceń. Strategia ta dominuje wśród polskich przedsiębiorstw realizujących projekty na rzecz zagranicznych elektrowni jądrowych.

- Fuzje i przejęcia. W przemyśle jądrowym procesy te (na poziomie przedsiębiorstw podwykonawczych) występują z podobną częstością jak w pozostałych branżach przemysłu. W kontekście analizowanej tematyki strategia ta ma określone zalety, jak np. natychmiastowe pozyskanie rynku zleceń jądrowych (poprzez fakt przejęcia podmiotu z segmentu jądrowego). Dodatkowo, jeżeli podmiot przejmujący zamierza włączyć do własnych struktur organizacyjnych struktury podmiotu przejmowanego pojawia się również możliwość relatywnie szybkiego i taniego pozyskania kompetencji jądrowych. Jednakże w przypadku niewłaściwego przeprowadzenia operacji integracji dwóch struktur (w następstwie fuzji) efekty tego działania mogą przynieść niewielką korzyść lub nawet wyrządzić szkodę dla nowopowstałej struktury.

Wykres 5.

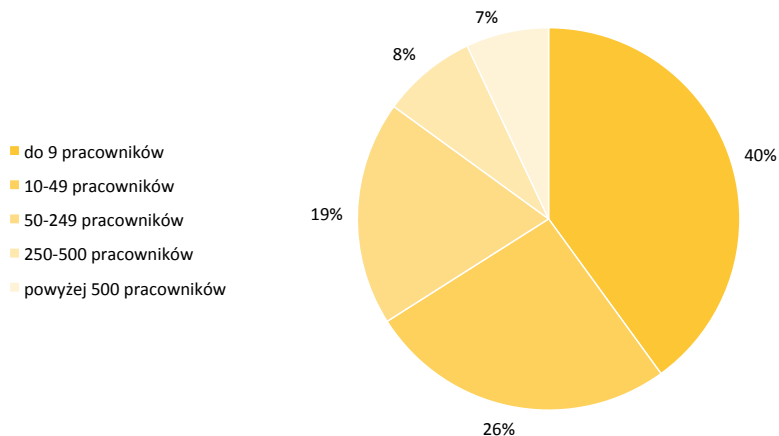
Przeciętny udział eksportu francuskiego przemysłu jądowego w całości obrotów Małych i Średnich Przedsiębiorstw. Czerwoną linią zaznaczono Przeciętny udział eksportu francuskiego przemysłu w całości obrotów MŚP (%).

źródło: Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France, PwC, mai 2011, s. 15



Wykres 6.

Brytyjski cywilny przemysł jądowy – struktura rynku (ilość przedsiębiorstw wedle wielkości zatrudnienia, 100% = 781 przedsiębiorstw).



źródło: NIA, www.niauk.org, NIA Jobs Map 2013

W sytuacji, gdy przedsiębiorstwo z segmentu energetyki konwencjonalnej przejmuje, a następnie włącza do swych struktur przedsiębiorstwo z kompetencjami jądrowymi, istnieje zagrożenie ich rozmycia, odejścia określonych specjalistów w następstwie degradacji funkcjonalnej, utrata certyfikacji itd. Do powyższego może nałożyć się ogólne zderzenie dwóch różnych kultur organizacyjnych, kultury pracy, rozumienia standardów jakości, konflikty interesów kadry managerskiej dwóch podmiotów itd.

Znakomita większość polskich przedsiębiorstw zdecydowała się na realizację w układzie mieszanym pierwszych dwóch strategii. Obecnie zidentyfikowano również jeden przypadek przejęcia i pomyślnego zintegrowania przez polski podmiot struktur zagranicznego przedsiębiorstwa wykonującego prace na rzecz energetyki jądrowej.

Niezależnie od wybranej strategii włączania się polskich przedsiębiorstw w kooperację z przemysłem jądrowym należy stwierdzić, że trwa i będzie intensyfikował się proces transferu technologii i wiedzy. Obecnie wiele polskich przedsiębiorstw, poprzez realizację zagranicznych projektów, zdobywa cenne doświadczenie, które wkrótce zostanie wykorzystane w Polsce.

2.4. Zachodzące zmiany i aktualna sytuacja światowego przemysłu jądrowego

Realizacja projektów w sektorze jądrowym, podobnie jak i w całym przemyśle, podlega ciągłym zmianom. W ostatnich dekadach zarysowały się widoczne zmiany strukturalne, o których polskie przedsiębiorstwa winny być świadome przed podjęciem decyzji o włączeniu się w światowe łańcuchy kooperacji.

Na wstępie należy zaznaczyć, że w stosunku do lat siedemdziesią-

tych XX wieku, obecna sytuacja w europejskim i amerykańskim przemyśle jądrowym cechuje się znacznie mniejszą ilością projektów inwestycyjnych. Sytuacja taka wynika głównie z nasycenia rynku oraz zmian poszczególnych państw w podejściu do energetyki jądrowej. Dla przedsiębiorstw realizujących prace w tej branży skutkowało to:

- koniecznością częściowego lub całkowitego wycofania się z rynku,
- przeniesieniem punktu ciężkości z projektów inwestycyjnych w obszar projektów remontowych i modernizacyjnych,
- koniecznością zaangażowania się w pokrewne branże, gdzie można chociaż częściowo wykorzystać potencjał i doświadczenia z branży jądrowej⁶.

W kontekście zaobserwowanego w ostatnim dziesięcioleciu renesansu energetyki jądrowej na świecie (na koniec 2012 r. budowanych jest 67 bloków jądrowych, liczba planowanych nowych bloków wynosi 102), przemysł jądrowy musi odbudować własne kompetencje poprzez rozwój nowych zasobów kadrowych, inwestycje w nowe moce produkcyjne, ponowne akredytowanie systemów zarządzania jakością, itd. Na tym tle pozycja polskich przedsiębiorstw, które planują włączyć się w kooperację ze światowym przemysłem jądrowym, różni się tylko w niewielkim stopniu od sytuacji podmiotów zagranicznych. Przedsiębiorstwa amerykańskie, brytyjskie, szwedzkie, czy hiszpańskie muszą w podobnym stopniu jak polskie (praktycznie od nowa) przyswoić sobie proces budowy nowych EJ. Doświadczenia zrealizowanych projektów z lat 70, czy 80. XX wieku nie są możliwe do wykorzystania z powodu odmiennych warunków prowadzenia działalności oraz odejścia na emeryturę większości specjalistów.

Drugą istotną cechą obecnego przemysłu jądrowego jest jego duży

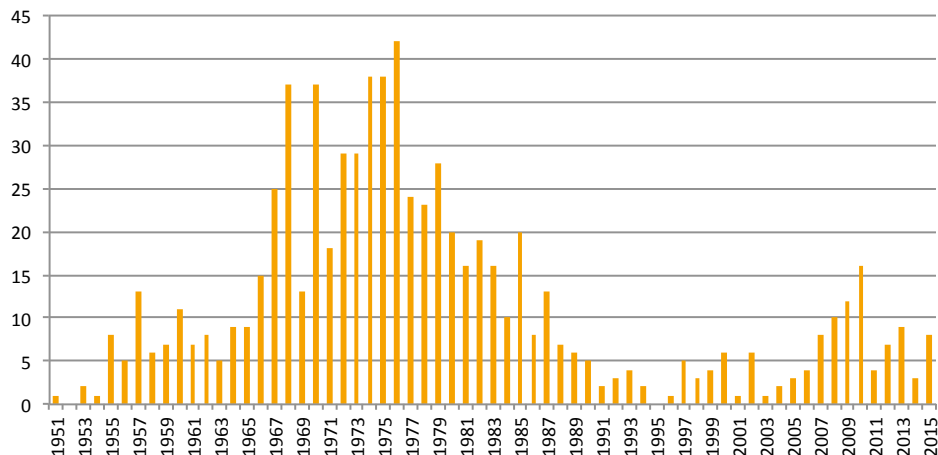
stopień powiązania i kooperacji międzynarodowej. Procesy globalizacji gospodarki nie ominęły i tej branży. Reaktory I i II generacji z lat 60 i 70 XX wieku były w znacznej części budowane przez przedsiębiorstwa krajowe, a tylko niewielka ilość prac była zapewniona przez zagraniczne podmioty. Dla przykładu w USA w latach siedemdziesiątych takie przedsiębiorstwa jak Westinghouse czy General Electric były w stanie zapewnić własnymi siłami budowę i dostawę praktycznie 100% komponentów EJ (łącznie z projektem, technologią, itd.).

Obecnie główni dostawcy technologii zmienili swoją filozofię funkcjonowania skupiając się na kluczowych elementach projektu jądrowego jak np.: samym projekcie reaktora, najważniejszych elementach wyspy jądrowej, cyklu paliwowym, czy zarządzaniem całościowym projektem. Natomiast duża część prac, zwłaszcza niezaklasyfikowanych jako istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa jest podzlecana.

Rysujący się od lat osiemdziesiątych proces znacznej rozbudowy łańcuchów dostaw przyniósł głównym podmiotom przemysłu jądrowego znaczne korzyści ekonomiczne (realizacja określonych prac przez podwykonawców okazała się w wielu przypadkach tańsza niż własnymi siłami). Natomiast przedsiębiorstwa podwykonawcze, poprzez włączenie się w łańcuchy dostaw, uzyskują praktycznie nieograniczony dostęp do światowego rynku uniezależniając się przez to od wahań koniunktury krajowej a nawet regionalnej. Dodatkowo, udział w łańcuchu kooperacji zwiększa ilość pozyskiwanych, powtarzalnych projektów, co daje przedsiębiorcom możliwość skoncentrowania się na głównej działalności, bez konieczności poszukiwania zleceń z innych branż. Wreszcie, z perspektywy makroekonomicznej,

Wykres 7.

Liczba rozpoczętych budów jądrowych bloków energetycznych na świecie.



źródło: IAEA PRIS (stan na dzień: 02.10.2016)

Tabela 8.

Problemy światowego przemysłu jądrowego i wynikające z nich szanse dla polskich firm.

Sygnalizowane problemy światowego przemysłu*	Szanse dla polskiego przemysłu**
Zmniejszenie ilości krajowych poddostawców	Rozpoczęcie kooperacji w miejsce likwidowanych zagranicznych poddostawców
Konieczność przebudowy modelu łańcucha dostaw poprzez jego znaczną internacjonalizację	Polskie przedsiębiorstwa coraz aktywniej podejmują działalność eksportową
Nacisk na zaangażowanie lokalnych przedsiębiorstw w krajach rozwijających energetykę jądrową	Polskie przedsiębiorstwa realizują coraz odważniej liczne projekty eksportowe wedle wszelkich możliwych modeli biznesowych – podwykonawstwo, konsorcjum, joint-venture
Brak dopływu młodych inżynierów i innych specjalistów do przemysłu jądrowego	Problem podobny w polskim przemyśle, jednakże zjawisko jest na chwilę obecną mniej wyraźne
Krótkie i nietypowe serie realizowanych zleceń	Większość polskich przedsiębiorstw przemysłowych to MŚP, które operują już w wielu niszowych obszarach

*Kolumna A – zdiagnozowane w badaniu Nuclear Energy Insider problemy przemysłu jądrowego

**Kolumna B – potencjalne szanse dla polskiego przemysłu (wnioski autora)

fakt włączenia się krajowych przedsiębiorstw w międzynarodową kooperację przynosi liczne korzyści gospodarcze, takie jak utworzenie określonej ilości wysoko wykwalifikowanych i stabilnych miejsc pracy o dużej wartości dodanej oraz dodatkowe wpływy podatkowe.

Główni dostawcy technologii jądrowych oraz generalni wykonawcy zlecają polskim podmiotom realizację określonych prac lub produkcję urządzeń/komponentów dla zagranicznych EJ. Dotyczy to np.: konstrukcji stalowych, rurociągów (w tym również rurociągów układu pierwotnego reaktora), elementów AKPiA (Aparatura Kontrolno-Pomiarowa i Automatyka), pomp i zaworów, elementów poszczególnych układów elektronicznych, oprogramowania sterującego, itd. Należy zaznaczyć, że podzlecenie prac lub produkcji podlega takim samym rygorom jakościowym, projektowym czy produkcyjnym jak realizacja projektu bezpośrednio dla głównego wykonawcy. Dotychczas zidentyfikowano kilkadziesiąt polskich przedsiębiorstw, które z powodzeniem przeszły proces kwalifikacji pod kątem realizacji projektów jądrowych. Czynnikiem ułatwiającym proces pre-kwalifikacji polskich przedsiębiorstw jest fakt, że w wielu przypadkach współpraca na linii polski - zagraniczny podmiot odbywa się już w innych niż jądrowy obszarach (np. energetyka konwencjonalna).⁷

W kontekście globalizacji i włączania się polskich przedsiębiorstw w kooperację światową należy zwrócić uwagę na regułę, która została zaobserwowana w innych krajach wdrażających energetykę jądrową. Przedsiębiorstwa krajowe, które uprzednio podjęły się realizacji zagranicznych projektów zapewniły sobie przewagę konkurencyjną i to właśnie one jako pierwsze zdobywały późniejsze zlecenia w trakcie realizacji własnego

programu jądrowego. Prawidłowość taka za kilka lat z całą pewnością wystąpi i w Polsce.

Kolejnym zjawiskiem zaobserwowanym w światowym przemyśle jądrowym już w latach siedemdziesiątych XX wieku jest tendencja do standaryzacji projektów. Doskonałym przykładem w tym kontekście jest Francja, która poza początkowym okresem lat 60-tych oparła swoją energetykę jądrową wyłącznie na reaktorach lekkowodnych ciśnieniowych PWR (a dodatkowo - wśród 58 pracujących obecnie we Francji najczęściej wstępujące przedziały zainstalowanej mocy to 900, 1300, 1500 MW). Pozwoliło to osiągnąć znaczne korzyści skali z punktu widzenia całej gospodarki, jak np. możliwość utrzymywania mniejszej ilości laboratoriów badawczych, obniżenie kosztów licencjonowania reaktorów oraz możliwość skoncentrowania się na konkretnej technologii w ramach wykonywanych obowiązków przez urząd dozoru jakim jest ASN⁸. Standaryzacja przyczyniła się również do zniwelowania określonych barier wejścia na rynek zleceń dla przedsiębiorstw podwykonawczych, co skutkowało zwiększeniem konkurencji i obniżką cen.

Przedsiębiorstwa podwykonawcze świadczące prace dla francuskiej energetyki odnoszą w związku z tym szereg korzyści. Poprzez powtarzalność wykonywanych projektów zwiększono produktywność i skrócono czas realizacji, pozwoliło to także skoncentrować się w większym stopniu na jakości i bezpieczeństwie. Inną korzyścią zapewnioną w drodze standaryzacji, zarówno dla inwestora, głównego wykonawcy jak i przedsiębiorstw podwykonawczych, jest możliwość kontroli realizacji projektu - zarówno od strony kosztowej jak i harmonogramu. W przypadku pojawienia się niezgodności można na każdym etapie wdrożyć działania

korygujące, bazując na doświadczeniach podobnych, do uprzednio zrealizowanych projektów.

Możliwość pozyskania wystandaryzowanych lub wręcz identycznych zleceń dla wielu elektrowni jądrowych skutkuje ponadto dużą ilością umów długoterminowych (okresy obowiązywania nawet do 7 lat), wiążących zleceniodawcę-zleceniobiorcę. Przedsiębiorstwa francuskie zapewniły sobie dzięki temu trwałą rozwój poprzez możliwość długoterminowego planowania, właściwej alokacji inwestycji oraz zasobów (głównie kadrowych). W związku z dużym zainteresowaniem na świecie technologią lekkowodną ciśnieniową PWR, przedsiębiorstwa francuskie uzyskały także dodatkową ilość zleceń poza granicami kraju. W przeciwieństwie do Francji występuje przykład USA i Japonii, gdzie pomimo znacznej floty cywilnych reaktorów (104 w USA, 50 w Japonii) nie osiągnięto ogólnych korzyści skali (69 reaktorów lekkowodnych PWR i 35 BWR w USA oraz odpowiednio 24 i 26 reaktorów różnych mocy w Japonii).

Kolejną tendencją która zarysowała się w przemyśle jądrowym, jest zjawisko modularyzacji projektów. Koncepcja ta pojawiła się w latach 80. w Japonii oraz USA, choć była wcześniej już stosowana w innych branżach⁹. Filozofia modularnej realizacji polega na wyodrębnieniu poszczególnych elementów funkcjonalnych danej instalacji na możliwie wczesnym etapie projektowym lub wykonawczym i zgrupowaniu ich w jeden obiekt fizyczny. Projekt staje się przez to bardziej skomplikowany i kosztowny na etapie planowania i wykonywanych prac inżynierskich, natomiast znacznie prostszy i tańszy w fazie budowlanej co w wielu przypadkach może przynieść łączne korzyści. Poprzez przeniesienie punktu ciężkości realizacji wielu prac z miejsca montażu (budowa) głów-

nie do fabryk (lub innych miejsc poza budową jak np.: tymczasowo zaadoptowane nabrzeża portowe), osiągnięto wiele korzyści jak np.:

- skrócenie łącznego czasu realizacji projektu poprzez realizację równoległych zadań¹⁰,
- zmniejszenie poszczególnych kategorii kosztowych projektu (mniejsza ilość prac ziemnych, betonowych, ilości połączeń kablowych, estakad rurociągów i izolacji¹¹),
- przeniesienie wielu czynności ze ścieżki krytycznej wykonywanych najczęściej na budowie (a więc w trudniejszych warunkach) do fabryk i warsztatów, co przekłada się na poprawienie praktycznie wszystkich parametrów projektu – głównie jakości i bezpieczeństwa,
- załagodzenie odwiecznego problemu dużych budów tj. szczytów natężenia prac,
- powtarzalność operacji, przez co można zwiększyć produktywność wielu elementów projektu,
- możliwość realizacji projektów w miejscach o mniejszej dostępności specjalistów i niewystarczającej infrastruktury socjalnej (wiele elementów wyprodukowanych w fabrykach zostaje na budowie wyłącznie złożona, bez konieczności angażowania na miejscu wysoko wykwalifikowanej kadry inżynierskiej),
- niższe koszty rozbiórki elektrowni jądrowej po zakończeniu okresu eksploatacji.

Należy zaznaczyć, że technologia modułowa w sektorze jądrowym może mieć również słabe strony, w zależności od specyfiki projektu lub zmieniających się uwarunkowań, jak np.:

- konieczność szczegółowych ustaleń technicznych i logistycznych pomiędzy wykonawcą, zleceniodawcą i inżynierem projektu (jeżeli taki występuje) na bardzo wczesnym etapie planowania prac, np. na etapie projektowym¹²,

- zwiększenie rozmiarów i ciężarów elementów (gabaryty do kilkuset metrów i o wadze do kilkuset ton). Transport do miejsca budowy oraz podnoszenie modułów na określone wysokości został już technologicznie opanowany, jednakże w przypadku nawet niewielkich niedogodności terenu czy infrastruktury transportowej rachunek ekonomiczny projektu może zostać poważnie nadszarpięty. Określone uwarunkowania transportowe winno się uwzględnić już na etapie projektowym i produkcyjnym. Zwiększone wymiary modułów mogą ponadto wymagać dodatkowej, tymczasowej infrastruktury lokalnej,

- zwiększona ilość operacji transportowych i podnoszenia zwiększa ryzyko uszkodzenia danych elementów (szczególnie istotne w obszarach o zwiększonej wietrzności),
- projekt/wykonanie danego modułu może być samo w sobie poprawne, lecz niekompatybilne z innymi modułami¹³,
- modułowość przejawia się koniecznością wykonania większej ilości cięć określonych nośników mediów (kable, rurociągi), co obniża parametry instalacji (w szczególności ich żywotność).

Realizacja modułowa w porównaniu do standardowego podejścia, wedle teoretycznych oraz empirycznych badań, może przynieść ok. 15-20% redukcji kosztów i czasu realizacji projektu. Obecnie projekty budowy elektrowni jądrowych, gdzie zdecydowano się na taką technologię, obejmują od 110 do 370 modułów wyprodukowanych, oddzielnie transportowanych i montowanych w miejscu docelowym.

Główni dostawcy technologii, którzy zdecydowali się na maksymalną, możliwą modularyzację projektów jądrowych to Hitachi, Westinghouse, Toshiba, Mitsubishi, AECL oraz częściowo AREVA. Należy zaznaczyć, że przedsiębiorstwa

polskie, poprzez realizację licznych projektów, dobrze opanowały opisywaną technikę, a doświadczenia te będzie można wykorzystywać również przy budowie krajowych elektrowni jądrowych.

Środowiska przemysłowe postępują dalszą modularyzacją projektów co może skrócić czas budowy elektrowni jądrowych (do ok. 36 miesięcy) poprzez przeniesienie znacznie większej ilości operacji inspekcyjnych/odbiorowych z miejsca budowy do fabryk¹⁴. Jednakże w świetle zwiększających się wymogów bezpieczeństwa kwestie jakości stawiane są bezwzględnie wyżej niż możliwości skracania harmonogramów projektu.¹⁵

2.5. Aktualne trendy światowego przemysłu jądrowego

W lipcu 2014 r. brytyjski ośrodek Nuclear Energy Insider, analizujący określone trendy, zjawiska i problemy światowego przemysłu jądrowego przeprowadził w formie ankietyzacji badania na próbie ponad 13 000 interesariuszy przemysłu jądrowego z USA oraz UE (dostawcy technologii, przedsiębiorstwa podwykonawcze, operatorzy elektrowni jądrowych, niezależni eksperci, członkowie administracji rządowych, itd.). Oprócz ogólnych problemów wskazywanych przez ankietowanych związanych z niepewnością polityczną, zwiększającymi się wymaganiami urzędów dozoru jądrowego czy spadającymi cenami, w obszarze samego przemysłu wskazano określone problemy wymienione poniżej (kolumna A). Należy stwierdzić, że wiele z powyższych problemów i tendencji zdiagnozowanych w światowym przemyśle jądrowym stwarza w rzeczywistości niebywałą szansę dla polskich przedsiębiorstw zdobycia określonej części rynku w segmencie podwykonawczym.

2.6

Oczekiwane działania polskiego przemysłu w kontekście realizacji projektu jądrowego

Wzorem innych państw, również i w Polsce powinny zachodzić określone procesy, które w efekcie mogą złożyć się na ogólny sukces programu jądrowego.

Głównym, pożądanym działaniem w kontekście aktywizacji polskiego przemysłu powinna być konsolidacja pozioma w postaci utworzenia platformy organizacji zrzeszających podmioty przemysłowe, a docelowo jednej izby gospodarczej lub stowarzyszenia przemysłu jądrowego. Pozwoliłoby to skonkretyzować podejmowane działania i usprawnić dialog z innymi podmiotami (stroną rządową, dostawcami technologii reaktorowych, sektorem B+R, uniwersytetami, izbami gospodarczymi innych krajów, itd.).

Kolejnym procesem, sugerowanym np. przez wszystkich potencjalnych dostawców technologii jądrowych, jest konsolidacja pionowa polskiego przemysłu. Z wielu powodów dostawcy technologii preferują podzlecanie dużych i kompleksowych części zadań krajowym podmiotom niż samodzielnie rozdzielać, a następnie kontrolować z osobna dziesiątki, a nawet setki poszczególnych prac. Oczekiwane jest najczęściej zintegrowanie w ramach jednego pakietu oferowanych prac możliwie dużego zakresu, jak np. projektowanie połączone z produkcją, produkcja z montażem na budowie lub wszystkie trzy łącznie. Jest to układ oczekiwany w stosunku do polskiego przemysłu, zarówno przez dostawców technologii reaktorowych preferujących koncept modularyzacji projektów lub tzw. klasyczny model budowy.

W kontekście aktywizacji polskiego przemysłu istotne jest również usprawnienie współpracy na linii polski przemysł-polska nauka oraz ośrodki naukowo-badawcze, przy

możliwie szybkim wdrażaniu i komercjalizacji wypracowanych efektów wspólnych prac.

2.7

Aktualny stan przygotowań polskich przedsiębiorstw

Dotychczas przeprowadzono inwentaryzację polskiego przemysłu pod kątem kooperacji ze światową energetyką. Branże, w których polskie przedsiębiorstwa realizują już prace na rzecz zagranicznego przemysłu jądrowego to określone prace budowlane, produkcja i montaż konstrukcji stalowych, określonych wymienników ciepła i rurociągów, pomp, zaworów, urządzeń elektrycznych, aparatury dozymetrycznej, również z tzw. wyspy jądrowej (reaktor). W miarę postępu polskiego projektu jądrowego (i przygotowań polskiego przemysłu) branż tych będzie więcej. W ostatnich 10 latach polskie przedsiębiorstwa zrealizowały minimum kilkadziesiąt projektów dla światowej energetyki jądrowej. Większość prac realizowano w obszarze UE (w segmencie inwestycyjnym, remontowym i serwisowania elektrowni jądrowych), zidentyfikowano również pojedyncze polskie przedsiębiorstwa, które zrealizowały prace dla rosyjskich, ukraińskich, japońskich oraz jednej elektrowni jądrowej w Meksyku.

Zaobserwowano także zainteresowanie kolejnych polskich przedsiębiorstw rozpoczęciem kooperacji z energetyką jądrową (uczestniczenie w postępowaniach przetargowych, szkolenie specjalistów, określone inwestycje w zaplecze produkcyjne, itd.). W Polsce funkcjonują również zakłady będące częścią międzynarodowych koncernów przemysłowych, których polscy specjaliści/ polskie zakłady uczestniczyły już w kooperacji ze światową energetyką jądrową. Zakłada się ponadto, że duża grupa polskich przedsiębiorstw dysponuje wystarczającym potencjałem

kadrowym, organizacyjnym i produkcyjnym, który przy rozsądnych (akceptowalnych) działaniach dostosowawczych może być zaadoptowany w celu rozpoczęcia kooperacji ze światową energetyką jądrową.

Bilans otwarcia zrealizowany przez administrację rządową przybrał obecnie postać bieżącego monitorowania kompetencji i doświadczeń w polskich przedsiębiorstwach. Od 2015 r. realizowane są również działania stymulujące polskie przedsiębiorstwa, poprzez:

- bieżącą działalność szkoleniową koncentrującą się głównie na przybliżeniu specyfiki funkcjonowania jądrowych standardów przemysłowych o charakterze technicznym i organizacyjnym (amerykańskie ASME, francuskie RCC, kanadyjskie CSA, NSQ-1 i NQS-100),
- organizację profilowanych misji polskich podmiotów przemysłowych do krajów posiadających energetykę jądrową (Wielka Brytania, Finlandia, Kanada, Hiszpania, Francja).

4. Zjawisko takie jest charakterystyczne w wielu innych branżach: budowlanej, projektów budownictwa drogowego, energetycznego, projektów infrastrukturalnych, itd. Jest to obserwowane szczególnie wyraźnie w Polsce w związku z dużym udziałem podmiotów zagranicznych realizujących jako główni wykonawcy np. projekty drogowe.

5. Zjawisko takie występowało już na etapie wstępnych zapytań ofertowych

6. Jak np. energetyka konwencjonalna, przemysł lotniczy, kosmiczny, petrochemiczny, rafineryjny. Obecnie w Polsce obserwuje się odwrotne zjawisko, tj. polskie przedsiębiorstwa realizują głównie prace dla sektora energetyki konwencjonalnej, tzw. energetyki odnawialnej, przemysłu hutniczego, petrochemicznego, stoczniowego, górniczego, itd. oraz okazjonalnie dla sektora jądrowego.

7. Procedura pre-kwalifikacji w obszarach energetyki jądrowej w pewnej części jest taka sama jak dla energetyki konwencjonalnej.

8. Dla przykładu – określone zadania kon-

trolne ASN oraz EDF wykonywane są przez znacznie mniejszą ilość komórek inspekcyjnych, niektóre operacje wykonywane są na zasadzie telekonferencji. Obniża to znacznie koszty funkcjonowania całego systemu.

9. Jedną z pierwszych branż, gdzie rozpowszechniło się podejście modularyzacji projektów i w której do dziś z powodzeniem się ją stosuje jest przemysł chemiczny, petrochemiczny oraz stoczniowy - również w Polsce. W latach 70 rozpowszechnił się także koncept prefabrykacji/przed-montażu stosowany w budownictwie mieszkaniowym i przemysłowym, który jest pewną odmianą modularyzacji.

10. W przeciwieństwie do „klasycznych projektów”, gdzie zadania najczęściej wykonuje się jedno po drugim.

11. Jediną kategorią, która zwiększa się wyraźnie w realizacji projektów modułowych to ilość konstrukcji stalowych, zwłaszcza pomocniczych (ok. 40-50%).

12. Ma to też swoje dobre strony, gdyż ko-

nieczność uzgodnień nawet na kilka lat przez rozpoczęciem fizycznych prac daje podwykonawcy gwarancję pozyskania zlecenia.

13. W odróżnieniu od „klasycznego projektu”, gdzie wiele błędów i niekompatybilności interfejsów projektowych można skorygować na etapie budowy bez ryzyka obniżenia parametrów instalacji.

14. Na wzór rozwiązań z energetyki konwencjonalnej, sektora petrochemicznego i innych gdzie określone przepisy dozoru dopuszczają możliwość przeprowadzania prób odbiorowych przez uprawnione jednostki w miejscu produkcji, np. zgodnie z postanowieniami tzw. Dyrektywy Ciśnieniowej 97/23/UE

15. W kontekście operacji kontrolnych, dla dozoru jądrowego, kwestionowalna jest nadal sprawa transportu danego elementu wielkogabarytowego z fabryki na plac budowy, np. możliwości jego uszkodzenia czy zdeformowania

3.

Możliwości udziału polskich firm w obecnym programie jądrowym

3.1.

Działalność polskich firm w branży jądrowej za granicą oraz potencjał do uczestnictwa w budowie polskich EJ

W obecnym programie udział polskich firm będzie znacznie mniejszy niż w latach 80-tych. Przyczyniła się do tego decyzja rządu z 1990 r. o likwidacji programu jądrowego, która spowodowała utratę większości kompetencji naszych przedsiębiorstw w dziedzinie energetyki jądrowej w ostatnich 20 latach oraz likwidację wielu z nich po 1990 r. Jednak niektórym polskim firmom udało się utrzymać lub pozyskać ponownie przynajmniej część kompetencji, poprzez uczestnictwo w budowach obiektów energetyki jądrowej za granicą. Na budowie bloku nr 3 w Elektrowni Jądrowej Olkiluoto w Finlandii jest obecnych 25 naszych firm, w tym m.in.:

ELEKTROBUDOWA Katowice

S.A. - montaż instalacji elektrycznej, w tym kabli i urządzeń rozdzielczych, aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki. Firma uczestniczy też w rozruchu części reaktorowej. Grupa Elektrobudowa rozpoczęła realizację kontraktu w Olkiluoto w 2008 roku. Jego wartość wynosi 33,6 mln euro, a okres realizacji 4 lata. Na budowie Olkiluoto-3 pracuje 250 pracowników firmy. Spółka negocjuje kolejne kontrakty montażu części elektrycznej

przy budowie elektrowni jądrowych w kilku krajach europejskich.

ZT-B POLBAU sp. z o.o. - początkowo firmie zlecono wykonanie stanu surowego budynków maszynowni oraz pompowni, a następnie - doceniając solidność oraz najwyższą jakość robót - w 2008 r. zlecono kolejne prace budowlane - realizację całego pakietu tzw. obiektów towarzyszących wokół reaktora. Na skutek takiego rozszerzenia przyjętych zleceń, a także dużego zakresu robót dodatkowych, początkowa wartość zlecenia została przekroczona ponad dziesięciokrotnie. Polbau zatrudnia przy budowie ok. 450 pracowników. W Olkiluoto firma jest podwykonawcą koncernu HEITKAMP.

ENERGOMONTAŻ-Północ

(obecnie wchodzi w skład grupy **Polimex-Mostostal**) - wyprodukował elementy stalowej wykładziny (pełniącej też rolę szalunku) obudowy bezpieczeństwa reaktora EPR o specjalnej jądrowej jakości połączeń spawanych. **ENERGOMONTAŻ-Północ** był podwykonawcą niemieckiej firmy Babcock Noell Nuclear GmbH.

Format Lambda - firma wykonała montaż stali zbrojeniowej w budynku maszynowni. Łącznie 22 000 ton stali.

KMW Engineering - na budowie Olkiluoto KMW Engineering

wykonała systemy wentylacji, w tym dostawy i montaż przewodów wentylacyjnych specjalnych (certyfikaty: TUV, Polartest), klap przeciwpożarowych oraz central wentylacyjnych dla reaktorowni. Prawie cała instalacja jest w wykonaniu sejsmicznym, pozwalającym na przetrwanie nawet przy obciążeniach dochodzących do 7G. Bezpośredni podwykonawca firmy Areva NP, Głównego Wykonawcy budowy. W tej chwili firma wykonuje tam rozruch instalacji i przekazanie jej do odbioru. KMW wykonywała zlecenia również w innych obiektach jądrowych:

- EJ Ignalina (Litwa) (2003) – system wentylacji magazynu paliwa jądrowego: centrala wyciągowa z magazynu paliwa jądrowego o wydajności 176 000 m³/h (podwójny układ pracy), system przewodów panelowych spawanych o najwyższej szczelności (klasa szczelności D wg EN 1507:2000), podwykonawca firmy Framatome ANP GmbH. Było to już drugie zlecenie dla KMW w tym obiekcie (wcześniej w 1999 r.)
- EJ Philippsburg (Niemcy)
- EJ Oskarshamn (Szwecja)
- Georges Besse II, Tricastin (Francja) (2011) – budowa nowego zakładu wzbogacania uranu metodą wirówkową. Zakres prac wykonywanych przez KMW: dostawa i montaż 2 000 m² przewodów prostokątnych i 2 000 m okrągłych.

Montaż wsporników sejsmicznych, pozostałych komponentów wentylacji oraz central wentylacyjnych.

Przy budowie nowego bloku w EJ Olkiluoto pracowało w szczytowym okresie ok. 4500 osób - aż 40% z nich stanowili Polacy, którzy byli jednocześnie najliczniejszą grupą narodowościową, dopiero na drugim miejscu byli Finowie. Obecnie pracuje tam 2300 osób (stan na grudzień 2015 r.). Polacy zatrudnieni są na wszystkich szczeblach, począwszy od wykwalifikowanych robotników, przez techników, inżynierów/projektantów, a skończywszy na kierowniku budowy (od października 2007 r. do marca 2010 r., tj. do zakończenia etapu prac budowlanych). Nasi pracownicy są wysoko oceniani za fachowość i umiejętność rozwiązywania trudnych i problemów.

Nieszablone podejście Polaków do trudnych spraw pozwoliło uniknąć wielu potencjalnych opóźnień w pracach budowlanych, a w przypadku kierownika budowy nawet nadrobić stracony czas (budowa niemal od początku miała znaczne opóźnienie). Dzięki uczestnictwu naszych firm w budowach obiektów jądrowych za granicą, polskie elektrownie jądrowe będą budowane już przez doświadczonych specjalistów.

Na budowie jest lub było obecnych łącznie 25 polskich firm, ale nasi rodacy na Olkiluoto są zatrudnieni także w firmach zagranicznych (np. francuskiej Bouygues), gdzie stanowili główną siłę wykonawczą, osiągając liczebność ponad 1000 zatrudnionych, w tym inżynierowie budowlani na stanowiskach Kierowników Obiektów oraz tzw. First Class Concrete Supervisor (inżynierowie odpowiedzialni za kontrolę jakości betonu). Zarówno oni, jak i ci pracujący w polskich przedsiębiorstwach, deklarują, że woleliby budować elektrownię jądrową w naszym kraju.

Olkiluoto nie jest jedynym przykładem – Polacy kierowali budowami również innych elektrowni jądrowych na świecie np. Sizewell B w Wielkiej Brytanii. Firma **Erbud International sp. z o. o.** w latach 2006-2007 brała udział w budowie zakładu wzbogacania uranu w Tricastin we Francji (zakład Georges Besse II), a obecnie uczestniczy jako podwykonawca w modernizacji/budowie trzech elektrowni jądrowych w tym kraju. Zakres prac: roboty zbrojarsko-betonarskie. Inne polskie firmy produkują urządzenia dla przemysłu jądrowego. Firma **Rafamet S.A.** produkuje wysokiej jakości obrabiarki wykorzystywane do produkcji zbiorników ciśnieniowych reaktora (tokarka pionowa karuzelowa typu KDC 700/800 N, obciążenie stołu do 250 t, wysokość toczenia 10 000 mm). Zleceniodawcami są m.in. Areva, GE-Hitachi, Siemens, Kanematsu KGK (podwykonawca Japan Steel Works).

Zagraniczne firmy reaktorowe, które zapowiedziały udział w przetargu na dostawę technologii dla pierwszej polskiej EJ, starają się o pozyskanie polskich podwykonawców. Firma Westinghouse (producent reaktora AP1000) podpisała we wrześniu 2011 r. z Pomorską Specjalną Strefą Ekonomiczną umowę przewidującą m.in. rozpoczęcie prac nad szczegółową analizą ulokowanych w Gdańsku i Gdyni zasobów produkcyjnych, które mogą zostać wykorzystane do produkcji modułów EJ. U uruchomienie takiej produkcji oznaczałoby utworzenie ok. 500 nowych miejsc pracy. Według koncernu, zakłady na Pomorzu mogłyby wytwarzać wielkogabarytowe komponenty elektrowni opartej na reaktorze AP1000, ponadto moduły mogłyby trafiać na ważne rynki europejskie, w tym do Wielkiej Brytanii i Czech. Skala i harmonogram tych projektów zapewniłyby zlecenia oraz zatrudnienie w polskiej branży

stoczniowej przez kolejne dziesięciolecie. W czerwcu 2012 r. firma Westinghouse zainicjowała również współpracę z Energomontażem - Północ Gdynia. Na marginesie warto dodać, że blok jądrowy z reaktorem AP1000 został zaprojektowany przy udziale 15 polskich inżynierów, którzy po zlikwidowaniu budowy EJ Żarnowiec w 1990 roku wyemigrowali z Polski do USA, gdzie firma Westinghouse zatrudniła ich do projektowania bloku AP600, pierwowzoru AP1000. Ponadto, Polscy inżynierowie w Kanadzie brali udział w projektowaniu reaktorów CANDU-EC6 i ACR-1000 firmy AECL (obecnie CANDU Energy).

W marcu 2012 r. koncern GE-Hitachi rozpoczął rozmowy z władzami województwa zachodniopomorskiego w sprawie uruchomienia w Szczecinie produkcji elementów do budowy elektrowni jądrowych. Firma planuje utworzenie wspólnego przedsięwzięcia zlożonego z podmiotów pracujących w polskich stoczniach, które będą występować jako jeden dostawca dla budowy elektrowni. GE-Hitachi produkuje wielkogabarytowe stałowe moduły najczęściej na terenach stoczniowych, skąd są one później transportowane na miejsce budowy elektrowni i tam montowane. Firma, niezależnie od ewentualnego udziału w budowie EJ w Polsce, jest zainteresowana inwestowaniem w naszym kraju, ponieważ liczy na kontrakty w rejonie Morza Bałtyckiego. Szacuje się, że ulokowanie produkcji tych elementów na terenie Polski stworzyłoby 1500-2000 nowych miejsc pracy. GE-Hitachi podpisał również umowę o współpracę z Energoprojektem-Warszawa, która daje możliwość wciągnięcia firmy do prac projektowych przy budowie EJ.

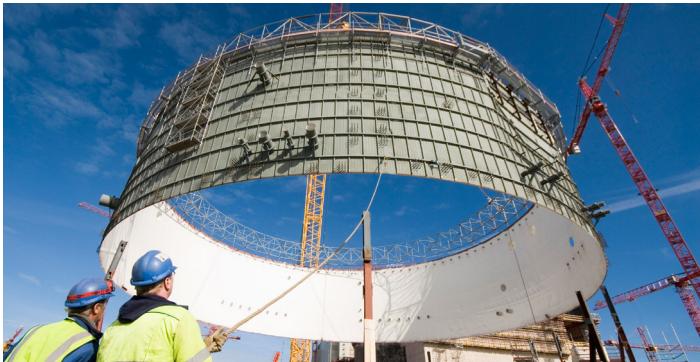
Podobne umowy z krajowymi przedsiębiorstwami i uczelniami podpisały również firmy Areva



Fot. 17.
Dolna część stalowej okładziny (tzw. liner) do budynku reaktora EPR w Olkiluoto – wykonana przez Energomontaż-Północ Gdynia.



Fot. 18.
Zdjęcie przedstawiające transport okładziny z portu w Gdyni do Olkiluoto w Finlandii (na plac budowy) (fot. TVO/Hannu Huovila)



Fot. 19-20.
Montaż jednego ze środkowych pierścieni stalowej okładziny budynku reaktora EPR w Olkiluoto. Wszystkie elementy wykonał Energomontaż-Północ Gdynia (fot. TVO/Hannu Huovila)



Fot. 21-22.

Pracownicy polskiej firmy KMW Engineering montują systemy wentylacji na budowie Olkiluoto (fot. KMW Engineering)



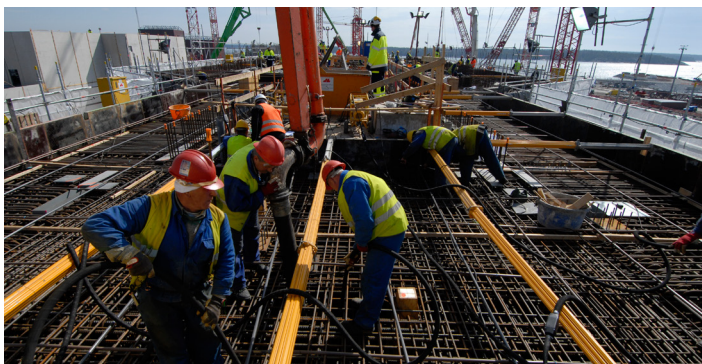
Fot. 23-24.

Betonowanie budynku reaktora w Olkiluoto. Na zdjęciach widać dzieło w większości polskich robotników zatrudnionych przez francuską firmę budowlaną Bouygues. (fot. ZT-B Polbau)



Fot. 25.

Wylewanie betonu w budynku maszynowni na budowie Olkiluoto-3 (fot. TVO/Hannu Huovila)



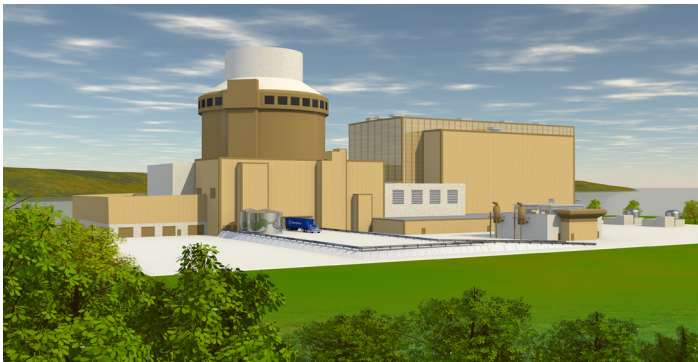
Fot. 26-27.

Polacy posiadają kompetencje i doświadczenie nawet na najwyższych szczeblach budowy elektrowni jądrowych. Na zdjęciach: po lewej prawie ukończona budowa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii (kierownikiem budowy/site managerem był inż. Zbigniew Wiegner) oraz po prawej EJ Sizewell blok B w Wielkiej Brytanii (zastępca kierownika budowy był inż. Adam Ostrowski). (fot. po lewej: TVO/Hannu Huovila; po prawej: John Fielding CC BY 2.0, flickr.com)





Fot. 28.
Zabetonowano ostatni fragment wewnętrznej kopuły: na zdjęciu robotnicy Bouygues i Freyssinet oraz nadzór Areva. Toast wznoszony wodą sodową (fot. Zbigniew Wiegner)



Rysunek 1.
Reaktory AP1000 z pasywnymi układami bezpieczeństwa (generacja III+) zostały zaprojektowane m.in. przez 15 polskich inżynierów (rys. Westinghouse)

Tabela 9.
Ogólny zakres udziału polskich przedsiębiorstw w realizacji inwestycji pierwszej elektrowni jądrowej.

	Jądrowy Układ Wytwarzania Pary	Maszynownia	Prace inżyniersko-budowlane
Generalny Realizator	X		
Partner – polscy Podwykonawcy		X	X

źródło: szacunki klastra Europolbudatom

i EDF. Umowa z Energoprojektem-Warszawa obejmuje dostarczenie i wymianę doświadczonych, wiedzcy z zakresu inżynierii i budownictwa oraz zaangażowanie polskich dostawców na rzecz budowy pierwszej EJ w Polsce.

Zarówno Areva, jak i GE-Hitachi i Westinghouse współpracują z polskimi uczelniami technicznymi w zakresie przygotowania kadry do budowy i eksploatacji EJ. Uczelnie otrzymały od wyżej wymienionych firm specjalistyczne oprogramowanie służące do modelowania zjawisk fizycznych i procesów zachodzących w elektrowniach jądrowych, w tym szczególnie w obiegu pierwotnym. Amerykański urząd dozoru jądrowego NRC (Nuclear Regulatory Commission) przekazał za pośrednictwem PAA oprogramowanie umożliwiające przeprowadzanie analiz bezpieczeństwa. Studenci polskich uczelni odbywają staże w ośrodkach projektowych producentów reaktorów.

Według informacji uzyskanych od potencjalnych dostawców technologii (Areva, Westinghouse, GE-Hitachi) zainteresowanie udziałem w budowie EJ wyraziło ok. 100 firm. W 2011 r. powstał klaster EuroPolbudatom, który zrzesza polskie firmy budowlane, zainteresowane budową elektrowni jądrowych na całym świecie oraz polskich specjalistów posiadających doświadczenie w kierowaniu budowami obiektów jądrowych za granicą.

W tabeli nr 9 przedstawiono najbardziej prawdopodobny, zdaniem ekspertów klastra, wariant realizacji inwestycji jeśli chodzi o dobór wykonawców i podwykonawców.

Szczegółowe szacunki możliwości zaangażowania krajowego przemysłu przedstawili inżynierowie klastra EuroPolbudatom oraz inż. Jan R. Kurylczyk, były zastępca dyrektora EJ Żarnowiec ds. przygotowania budowy, specjalista w zakresie procesów inwestycyjnych w ener-

getyce jądrowej, który brał również udział w budowie bloku EPR w EJ Olkiluoto z ramienia katowickiej Elektrobudowy S.A. Według tych autorów nasze firmy dysponują potencjałem wykonywania zleceń w następujących obszarach:

- przygotowanie danych związanych z lokalizacją,
- plan (generalny) zagospodarowania elektrowni,
- układ i urządzenia wody chłodzącej,
- wyprowadzenie mocy i rezerwowe zasilanie potrzeb własnych,
- obiekty hydrotechniczne, budynki administracyjne, magazynowo-warsztatowe itp.,
- obiekty gospodarki wodno-ściekowej (w tym uzdatniania wody, potrzeb technologicznych i bytowych),
- inne obiekty pomocnicze.

Zdaniem cytowanych wyżej ekspertów możliwości produkcji urządzeń dla przemysłu jądrowego przez polskie firmy wyglądają następująco:

- wymienniki ciepła, zbiorniki, rurociągi i armatura do układów pomocniczych i układów bezpieczeństwa reaktora (w tym awaryjnego chłodzenia),
- niektóre urządzenia obiegu chłodzenia reaktora, jak stabilizator ciśnienia lub elementy rurociągów,
- urządzenia gospodarki odpadami promieniotwórczymi,
- wymienniki ciepła, zbiorniki, rurociągi i armatura układów pomocniczych turbozespołu,
- wyroby hutnicze i materiały budowlane,
- pompy różnego rodzaju, wielkości i przeznaczenia (w tym: wody zasilającej, skroplin, wody chłodzącej),
- wentylatory, dmuchawy oraz pozostałe urządzenia układów wentylacji, ogrzewania i klimatyzacji,
- awaryjne agregaty dieslowskie,
- transformatory różnej mocy i przeznaczenia,
- wyposażenie elektryczne,
- niektóre dźwignice,

- urządzenia gospodarki: wodno-chemicznej i wodno-ściekowej, w tym uzdatniania wody dla potrzeb technologicznych (demineralizacja, dekarbonizacja),
- konstrukcje stalowe i prefabrykate budowlane,
- kable.

Nasze firmy są w stanie również wykonać 100% robót budowlano-montażowych, w tym:

- roboty ziemne oraz zbrojarsko-betonierskie, w tym na głównych obiektach jak: obudowa bezpieczeństwa i budynki pomocnicze reaktora, maszynownia, ewentualne chłodnie kominowe, pompownia wody chłodzącej,
- konstrukcje żelbetowe,
- techniki sprężania betonu,
- roboty malarskie,
- montaż mechaniczny, także urządzeń, konstrukcji i układów w części jądrowej, oraz próby rozruchowe,
- montaż urządzeń elektrycznych i AKPiA, także w części jądrowej, oraz próby rozruchowe,
- roboty konstrukcji stalowych pierwszo- i drugorzędowych, realizacja obiektów budownictwa ogólnego,
- fasady,
- prace wykończeniowe,
- badania i ekspertyzy jakości robót,

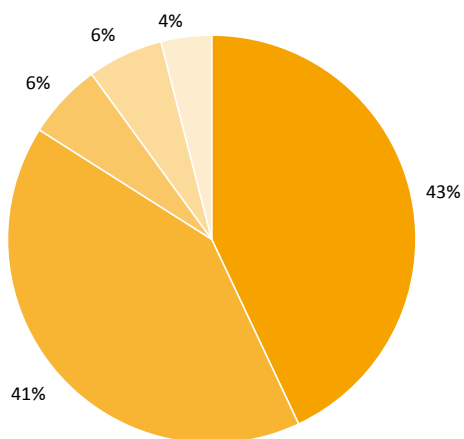
przygotowanie zaplecza budowy. Polskie firmy i/lub polskie oddziały firm zagranicznych mogą bez trudu zrealizować dostawy cementu, kruszywa, stali zbrojeniowej, wyrobów ogólnobudowlanych, farb, lakierów, wyrobów elewacyjnych, konstrukcji stalowych, prefabrykacji betonowych, armatury przemysłowej, armatury sanitarnej itp. Budowa zaplecza socjalnego również może być powierzona naszym przedsiębiorstwom.

Polscy inżynierowie-projektanci mogą stanowić znaczącą część kadry biura projektowego założonego przez dostawcę technologii.

Wykres 8.

Udział procentowy kosztów poszczególnych rodzajów prac w skali całego projektu.

- Wyposażenie w urządzenia i systemy
- Prace inżynieryjno-budowlane
- Zarządzanie projektem i usługi inżynierskie
- Koordynacja budowy
- Koszty transportu

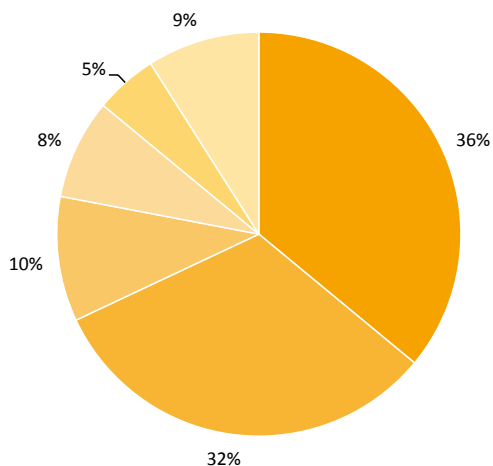


źródło: szacunki klastra Europolbudatom

Wykres 9.

Udział kosztowy poszczególnych kategorii wyposażenia (średnio).

- Urządzenia mechaniczne (wymenniki ciepła, kondensatory, pompy, filtry, itp..)
- Główne urządzenia (reaktor, turbina parowa, generatory)
- Urządzenia pomiarowe i kontrolne
- Orurowanie i zawory
- Instalacje elektryczne
- Pozostałe



źródło: szacunki klastra Europolbudatom

Fot. 29-30.

Pracownicy polskiej firmy KMW Engineering montują systemy wentylacji na budowie Olkiluoto (fot. KMW Engineering)



Fot. 31-32.

Konstrukcja nośna turbogeneratora bloku nr 3 w Olkiluoto, wykonana przez polskich zbrojarzy i betoniarzy z firmy ZT-B POLBAU. Firma ostatecznie wykonała większość prac budowlanych przy budynku maszynowni (fot. TVO/Hannu Huovila)



Fot. 33.

Kierownik budowy bloku nr 3 w EJ Olkiluoto, inż. Zbigniew Wiegner. Betonowanie ostatniej partii górnej osłony betonowego budynku reaktora (tzw. reactor containment building). (fot. Zbigniew Wiegner)



Polskie firmy mogą wykonać fazę przedprojektową (roboty geodezyjno-kartograficzne). W fazie projektowej oprócz projektu technologii i budynku samego reaktora, który będzie dostarczony przez generalnego realizatora, wszystkie pozostałe obiekty i instalacje budynkowe będą projektowane przez polskie biura specjalistyczne koordynowane i nadzorowane przez generalnego realizatora. W fazie wykonawstwa udział polskich geodetów, inżynierów Nadzoru Inwestorskiego, kierowników budów, inżynierów budowy, inspektorów nadzoru BHP, planistów, handlowców, kosztorysantów i technologów betonów będzie niezbędny. W tym miejscu warto dodać, że nadal można sięgnąć po wielu inżynierów i specjalistów z doświadczeniem z lat 80-tych, gdyż część z nich jest wciąż aktywna zawodowo, włącznie z zastępcą głównego projektanta i dwóch zastępców dyrektora EJ Żarnowiec.

Zdaniem ekspertów z klastra Europolbudatom udział polskich firm pod względem wartości zamówień dla pierwszej elektrowni jądrowej powinien przekroczyć 50%, a dla kolejnych będzie on stopniowo rósł. Na taki trend wskazuje doświadczenie wielu państw, w tym m.in. Korei Płd. i Japonii, które w latach 70-tych były importerami technologii jądrowych z niewielkim udziałem przemysłu krajowego, a już w latach 90-tych stały się eksporterami tych technologii. Proces stopniowego zwiększania zaangażowania przemysłu Korei Płd. w budowie elektrowni jądrowych został opisany w Raporcie nr 1 („Wpływ przemysłu jądrowego na polską gospodarkę. Część I: Korzyści na poziomie gospodarki narodowej”).

Według firmy Westinghouse udział polskich firm w budowie EJ pod względem wartości zamówień będzie mieścił się w granicach 50-70%.

Producenci reaktorów prowadzą obecnie proces certyfikacji polskich

firm. Do kwietnia 2012 r. Areva przyznała certyfikaty 25 polskim firmom – od tej pory mogą się one ubiegać o zamówienia w przemyśle jądrowym jako potencjalni dostawcy/wykonawcy.

Według Ministerstwa Energii około 330 polskich firm posiada wystarczający potencjał, który przy akceptowalnych działaniach dostosowawczych może zostać wykorzystany do realizacji prac na rzecz energetyki jądrowej (stan na październik 2014 r.), z czego 58 firm posiada doświadczenie w realizacji zamówień dla przemysłu jądrowego za granicą (w tym firmy obecne na budowie bloku z reaktorem EPR w EJ Olkiluoto w Finlandii), a kolejnych 25 firm przygotowuje się do udziału w budowie polskich EJ poprzez szkolenia i zakup specjalistycznego sprzętu. Do tego dochodzi jeszcze 21 firm będących filiami działających w Polsce koncernów zagranicznych, których polscy specjaliści/polskie fabryki uczestniczyli już w realizacji projektów z obszaru energetyki jądrowej.

Rządowy dokument strategiczny Program polskiej energetyki jądrowej, przyjęty przez Radę Ministrów 28 stycznia 2014 r., stwierdza że Polski przemysł może, a wręcz powinien w jak największym stopniu uczestniczyć w pracach związanych z budową polskich elektrowni jądrowych. Jego zaangażowanie w ten proces oznacza nie tylko utrzymanie już istniejących i stworzenie nowych miejsc pracy, ale także możliwość istotnego skoku technologicznego. Takie podejście w pełni wpisuje się w długoterminową strategię rozwoju gospodarczego kraju.

3.2.

Porównanie z sytuacją na Litwie

Dobrym punktem odniesienia dla polskiego programu jądrowego mogą być inne kraje europejskie, które również przygotowują się do budowy pierwszej EJ, na przykład

Litwa. Litwa dysponuje bardzo niewielkim, w porównaniu do Polski, potencjałem przemysłu i usług inżynierskich. Posiada co prawda doświadczenie i kompetencje w eksploatacji elektrowni jądrowej (EJ Ignalina „odziedziczona” po Związku Radzieckim), ale większość usług serwisowania, napraw, modernizacji i rozbudowy zlecała firmom zewnętrznym, głównie rosyjskim, niemieckim, szwedzkim, fińskim, a nawet polskim. Mając to na uwadze, szacunki klastra Europolbudatom o co najmniej 50-procentowym udziale polskiego przemysłu w budowie pierwszej EJ wydają się wiarygodne.

3.3.

Udział firm krajowych w eksploatacji i remontach – przykład fiński

Krajowe przedsiębiorstwa będą uczestniczyć nie tylko w budowie, ale również w eksploatacji i remontach EJ. Dobrym przykładem mogą być fińskie firmy, które obsługują Elektrownię Jądrową Olkiluoto. W 2013 roku elektrownia miała 1000 kontrahentów, spośród których 300 ma swoje główne siedziby w regionie Satakunta, w którym zlokalizowana jest EJ Olkiluoto. W pracach remontowych bloków nr 1 i 2 brało udział bezpośrednio 113 przedsiębiorstw, z których 61 (czyli 54%) pochodzi z regionu Satakunta. W pracach na obiekcie brało udział bezpośrednio 1000 osób, przy czym w 90% byli to Finowie.

Tabela 10.

Przewidywana wielkość udziału przemysłu litewskiego w budowie nowej EJ Wisaginia.

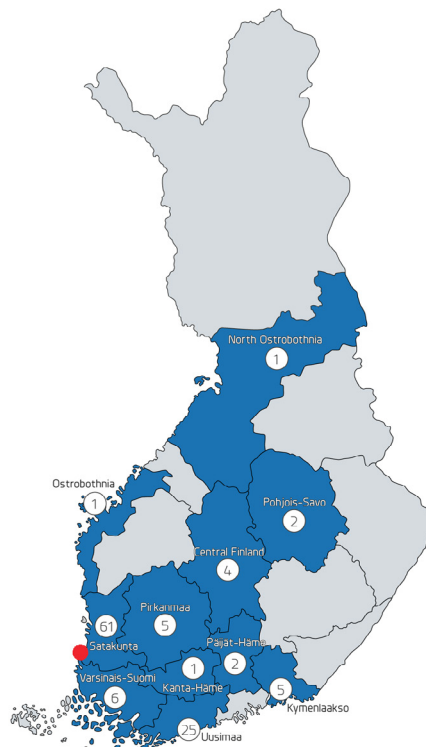
Zakres robót	Udział w kosztach budowy	Wartość pieniężna przy maksymalnych kosztach budowy EJ Visaginas (mln EUR ₂₀₀₉)	Udział przemysłu litewskiego	Wartość prac zleconych przemysłowi litewskiemu (mln EUR ₂₀₀₉)
Projektowanie i uzyskiwanie zezwoleń	22%	1 100	25%	275
JUWP	28%	1 400	0%	0
Roboty budowlano-montażowe	20%	1 000	70%	700
Maszynownia	13%	650	35%	227
Układy kontrolno-pomiarowe	6%	300	35%	105
Pozostałe	11%	550	35%	193
Łącznie	100%	5 000	30%	1 500

źródło: Company Manual. Preparation for Visaginas NPP Project, UAB „Visagino atominė elektrinė”, (http://www.vae.lt/files/VAE_information_publication.pdf) (dostęp: 2014-02-01)

Rysunek 2.

Liczba i lokalizacja przedsiębiorstw uczestniczących w pracach remontowych w EJ Olkiluoto w 2013 r. Czerwonym punktem zaznaczono lokalizację EJ Olkiluoto.

źródło: Teollisuuden Voima Oyj



Literatura, spis tabel, wykresów, zdjęć i rysunków

Literatura

- „Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna”, nr 20 (1994)
- Budowa Elektrowni Jądrowej Żarnowiec. Monografia. Zeszyt 2, Przedsiębiorstwo Usług Technicznych Budowy Elektrowni OBREL, Warszawa 1988
- Company Manual. Preparation for Visaginas NPP Project, UAB „Visagino atominė elektrinė”, (http://www.vae.lt/files/VAE_information_publication.pdf) (dostęp: 2014-02-01)
- EJ Żarnowiec – I etap – 2x 465 MW. Wytyczne Realizacji Przedsięwzięcia Inwestycyjnego, M. Gorczycka, J. Swinarska, A. Pytkowski, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, czerwiec 1986 (kserokopia)
- EJ Żarnowiec – II etap – 2x 465 MW. Wytyczne Realizacji Inwestycji. Skrócony harmonogram dyrektywny realizacji przedsięwzięcia / aktualizacja II/, I. Swinarska-Lisiewicz, M. Gorczycka, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, listopad 1987 (kserokopia)
- EJ Żarnowiec – II etap – 2x 465 MW. WRI Przedsięwzięcia – Opracowanie zbiorcze – Aktualizacja 2, M. Gorczycka, I. Swinarska, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, sierpień 1988 (kserokopia)
- EJ Żarnowiec – II etap – 2x 465 MW. WRI Przedsięwzięcia – Opracowanie zbiorcze – Aktualizacja 2, M. Gorczycka, I. Swinarska, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, czerwiec 1986 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia Techniczno-Ekonomiczne. Charakterystyka techniczna. Zagadnienia ogólne /Aktualizacja IV/, Kowalski J., Walkowiak C., Plewiński J., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, maj 1988, załącznik nr 6 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II 2x 465 MW. Założenia Techniczno-Ekonomiczne. Charakterystyka techniczna. Zagadnienia ogólne /Aktualizacja V/, Kowalski J., Walkowiak C., Plewiński J., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, sierpień 1988, załącznik nr 6 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia techniczno-ekonomiczne. Opis techniczny przedsięwzięcia. Dane ogólne – wyciąg, Myślicki Z., Hałas J., Kiljańczyk S., Walkowiak C., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, listopad 1986 (kserokopia)
- EJ Żarnowiec – I etap – 2x 465 MW. Wytyczne Realizacji Przedsięwzięcia Inwestycyjnego, M. Gorczycka, J. Swinarska, A. Pytkowski, M. Rochalska, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, sierpień 1988 (kserokopia)
- Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, czerwiec 1986 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia techniczno-ekonomiczne. Gospodarka remontowa i transportowa, Jaworek J., Kędziora A., Missol W., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, czerwiec 1987 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II – 2x 465 MW. Założenia techniczno-ekonomiczne. Tom I – Opis techniczny przedsięwzięcia. Zeszyt 3 – Klauzula nowoczesności, Bijak J., Wiśniewski T., Rokoszewski H., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, wrzesień 1978 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Raport z przebiegu budowy EJŻ w 1989 roku, BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa 1990
- Le poids socio-économique de l'électronucléaire en France, PwC, mai 2011
- „Możliwości uczestnictwa przemysłu polskiego w budowie elektrowni jądrowych w kraju”, J. R. Kurylczyk, prezentacja na seminarium klastra Europolbudatom, Targi ExpoPower 2010, październik 2010
- „Postępy Techniki Jądrowej”, nr 5-6 (1980)
- „Postępy Techniki Jądrowej”, nr 25 (1981)
- „Postępy Techniki Jądrowej”, nr 7-9 (1989)
- Raport z przebiegu budowy EJŻ w roku 1989, BSiPE Energoprojekt

w Warszawie

• Reaktory jądrowe w Polsce, K.W. Fornalski, „Energia dla Przemysłu” (nr 9/12)

• Skrócony harmonogram dyrektywny realizacji przedsięwzięć inwestycyjnych EJ Żarnowiec - I i II etap 4x 465 MW, Gorczycka M., Pytkowski A., Rochalska M., Kozera R., Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu ELPRO, Warszawa, marzec 1987 (kserokopia)

• Sprawozdanie z likwidacji przedsiębiorstwa państwowego Elektrowni Jądrowej Żarnowiec w budowie w likwidacji

• Studium rybackiego zagospodarowania Jeziora Żarnowieckiego i wód podgrzanych wraz z koncepcją rozwiązań technicznych, Zdanowski B., Bogdan E., Wilkońska H., Szczerbowski J., Bartel R., Stańczykowska A., Ozimek T., Krüger A., Lewandowski A., Surma J., Tunowski J., Hutorowicz A., Szczerbowski A., Zdanowska J., Pec C., Czarnocka S., Ociepa K., Prusik G., Prejs E., Jabłońska W., Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn 1988 (kserokopia)

• Uchwała nr 204 Rady Ministrów z dnia 17 grudnia 1990 r. w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji (Monitor Polski nr 49, 29 grudnia 1990 r.)

• Uchwała nr 48 Rady Ministrów z dnia 6 maja 1992 r. zmieniająca uchwałę w sprawie postawienia inwestycji Elektrownia Jądrowa „Żarnowiec” w budowie w stan likwidacji (Monitor Polski nr 14, 2 czerwca 1992 r.)

• Uzasadnienie planowanego taktu przekazywania bloków EJ Żarnowiec 4x 440 MW, Biuro Projektów Budownictwa Elektrowni i Przemysłu „ELPRO”, Warszawa, styczeń 1984 (kserokopia)

• Zestawy Krytyczne (reaktory mocy zerowej) w Instytucie Badań Jądrowych, Mikulski A., „Postępy

Techniki Jądrowej”, nr 4/2015, Warszawa

2015 [http://www.ichtj.waw.pl/ptj/Pliki/ptj2015no4.pdf]

• <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarnowiec.html> (dostęp: 2016-10-02)

• <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarnowiec.html> (dostęp: 2016-10-02)

• www.redressement-productif.gouv.fr

• www.niauk.org (NIA Jobs Map 2013)

• <https://www.iaea.org/pris/> (IAEA PRIS)

• <http://www.tvo.fi/Well-being-employment> (dostęp: 2015-03-15)

• <http://annualreport2015.tvo.fi/o13> (dostęp: 2016-10-02)

• http://energetyka.wnp.pl/westinghouse-liczy-ze-zbuduje-nowe-reaktory-dla-szwecji-i-polski,149959_1_0_1.html (dostęp: 2016-10-02)

• <http://www.rynekinfrastruktury.pl/artypk/75/1/rozwadowski-2023-r-lepiej-oddaje-stopien-skomplikowania-projektu.html> (dostęp: 2016-10-02)

• <http://cire.pl/item,61607,1,0,0,0,0,0,ge-hitachi-nuclear-energy-zainteresowana-inwestowaniem-w-szczecinie.html> (dostęp: 2016-10-02)

• <http://www.cire.pl/item,60718,1,2,3,0,194438,1,westinghouse-50-70-proc-wartosci-elektrowni-jadrowej-od-lokalnych-dostawcow.html> (dostęp: 2013-09-23)

• http://energetyka.wnp.pl/westinghouse-porozumienie-z-energmontazem-polnoc-gdynia,172578_1_0_0.html (dostęp: 2016-10-02)

• <http://biznes.interia.pl/szukaj/news/litwinom-ryba-a-polakom-wedka,1775666> (dostęp: 2016-10-02)

• http://wyborcza.biz/biznes/1,101562,11395110,Japon-czycy-stworza-tysiace-miejsc_

pracy_w_Polsce.html (dostęp: 2016-10-02)

• http://energetyka.wnp.pl/6-5-tys-osob-zbuduje-polska-elektrownie-jadrowa,176171_1_0_0.html (dostęp: 2016-10-02)

• http://energetyka.wnp.pl/umowa-ge-hitachi-nuclear-energy-z-poliitechnika-warszawska,180424_1_0_0.html (dostęp: 2016-10-02)

• http://energetyka.wnp.pl/edf-i-areva-beda-wspolpracowac-z-energoprojektem,180540_1_0_0.html (dostęp: 2016-10-02)

• informacje zebrane od polskich firm przez klaster Europolbudatom;

• informacje przekazane przez pana Stanisława Puzio, byłego pracownika Instal-Rzeszów i ówczesnego Pełnomocnika Dyr. Nacz. d/s rynku RFN

• informacje przekazane przez firmę Energopol-Warszawa

• szacunki klastra Europolbudatom

Tabele

• Tabela 1. Wykaz głównych podmiotów odpowiedzialnych za realizację inwestycji EJ Żarnowiec.

• Tabela 2. Wykaz producentów najważniejszych urządzeń, maszyn, wyposażenia oraz wykonawców robót dla EJ Żarnowiec.

• Tabela 3. Polskie reaktory badawcze.

• Tabela 4. Polskie firmy prowadzące działalność eksportową w sektorze energetyki jądrowej w latach 70-tych i 80-tych XX w.

• Tabela 5. Liczba mieszkań zbudowanych i planowanych do budowy jako inwestycja towarzysząca dla EJ Żarnowiec (I i II etap).

• Tabela 6. Budownictwo tymczasowe w rejonie placu budowy EJ Żarnowiec.

• Tabela 7. Skrócony wykaz pozostałych inwestycji towarzyszących dla budowy EJ Żarnowiec, planowanych do realizacji w II etapie budowy (niektóre zrealizowano).

- Tabela 8. Problemy światowego przemysłu jądowego i wynikające z nich szanse dla polskich firm.
- Tabela 9. Ogólny zakres udziału polskich przedsiębiorstw w realizacji inwestycji pierwszej elektrowni jądowej.
- Tabela 10. Przewidywana wielkość udziału przemysłu litewskiego w budowie nowej EJ Wisaginia.

Wykresy

- Wykres 1. Stan zatrudnienia na budowie EJ Żarnowiec w latach 1983-1996 – faktyczny i planowany.
- Wykres 2. Udział poszczególnych grup inwestycji obiektów towarzyszących w całkowitych nakładach na inwestycje towarzyszące dla EJ Żarnowiec (I i II etap łącznie).
- Wykres 3. Struktura zatrudnienia we francuskim przemyśle jądowym.
- Wykres 4. Udział MŚP we francuskim przemyśle jądowym.
- Wykres 5. Przeciętny udział eksportu francuskiego przemysłu jądowego w całości obrotów Małych i Średnich Przedsiębiorstw. Czerwoną linią zaznaczono Przeciętny udział eksportu francuskiego przemysłu w całości obrotów MŚP (%).
- Wykres 6. Brytyjski cywilny przemysł jądowy – struktura rynku (ilość przedsiębiorstw wedle wielkości zatrudnienia, 100% = 781 przedsiębiorstw).
- Wykres 7. Liczba rozpoczętych budów jądowych bloków energetycznych na świecie.
- Wykres 8. Udział procentowy kosztów poszczególnych rodzajów prac w skali całego projektu.
- Wykres 9. Udział kosztowy poszczególnych kategorii wyposażenia (średnio).

Zdjęcia

- Fot. 1. Budowa EJ Żarnowiec (fot. Stanisław Wiesiołowski).
- Fot. 2. Budowa EJ Żarnowiec – widok na centralną pompownię wody chłodzącej (fot. Stanisław Wiesiołowski)

- Fot. 3. Budowa EJ Żarnowiec – bloki nr 1 i 2 (I etap inwestycji), zdjęcie zrobione w chwili zatrzymania prac decyzją rządową, czerwiec 1989 r. (fot. Stanisław Wiesiołowski)
- Fot. 4. Makieta EJ Żarnowiec, etap I (bloki nr 1 i 2), znajdująca się w NCBJ. (fot. Łukasz Sawicki)
- Fot. 5. Model EJ Żarnowiec znajdujący się na wystawie edukacyjnej w NCBJ (fot. Łukasz Sawicki)
- Fot. 6-7. Pierwsze wytwornice pary dla EJ Żarnowiec wyprodukowała czeska Skoda. Kolejne miały produkować polskie zakłady RAFAKO Racibórz. Na zdjęciu: rozładunek wytwornic pary z transportu kolejowego na placu budowy EJ Żarnowiec (fot. Stanisław Wiesiołowski)
- Fot. 8. Stabilizator ciśnienia dla EJ Żarnowiec wyprodukowany przez RAFAKO Racibórz. Dziś stoi przed bramą fabryki jako eksponat (fot. Rafako S.A.).
- Fot. 9. Elektrociepłownia Żerań w Warszawie ze składowiskiem węgla (fot. Łukasz Sawicki)
- Fot. 10. Sterownia SBM EJ (fot. Łukasz Sawicki)
- Fot. 11. Budowa instalacji zrzutu wody chłodzącej w EJ Kursk w ZSRR (obecnie Rosja) w latach 80-tych. Prace budowlane realizowało polskie przedsiębiorstwo Energopol (fot. Energopol-Warszawa).
- Fot. 12-13. Produkcja stabilizatora ciśnienia w zakładach Rafako na eksport do EJ Greifswald w NRD (1982 r.) (fot. Rafako S.A.)
- Fot. 14. EJ Dukovany w Czechach, elektrownia tego samego typu co EJ Żarnowiec (4x WWER-440/213). Pracują tu niektóre urządzenia z Żarnowca. (fot. CEZ)
- Fot. 15-16. Zabudowania gospodarstw rolnych w Odargowie, które otrzymali mieszkańcy wysiedlonej wsi Kartoszyño. Domy wybudowane na początku lat 80-tych, zdjęcia wykonano w maju 2013 r. (fot. Łukasz Sawicki)
- Fot. 17. Dolna część stalowej okładziny (tzw. liner) do budynku reaktora EPR

w Olkiluoto – wykonana przez Energomontaż-Północ Gdynia.

- Fot. 18. Zdjęcie przedstawiające transport okładziny z portu w Gdyni do Olkiluoto w Finlandii (na plac budowy) (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 19-20. Montaż jednego ze środkowych pierścieni stalowej okładziny budynku reaktora EPR w Olkiluoto. Wszystkie elementy wykonał Energomontaż-Północ Gdynia (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 21-22. Pracownicy polskiej firmy KMW Engineering montują systemy wentylacji na budowie Olkiluoto (fot. KMW Engineering)
- Fot. 23-24. Betonowanie budynku reaktora w Olkiluoto. Na zdjęciach widać dzieło w większości polskich robotników zatrudnionych przez francuską firmę budowlaną Bouygues. (fot. ZT-B Polbau)
- Fot. 25. Wylewanie betonu w budynku maszynowni na budowie Olkiluoto-3 (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 26-27. Polacy posiadają kompetencje i doświadczenie nawet na najwyższych szczeblach budowy elektrowni jądowych. Na zdjęciach: po lewej prawie ukończona budowa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii (kierownikiem budowy/site managerem był inż. Zbigniew Wiegner) oraz po prawej EJ Sizewell blok B w Wielkiej Brytanii (zastępcą kierownika budowy był inż. Adam Ostrowski). (fot. po lewej: TVO/Hannu Huovila; po prawej: John Fielding CC BY 2.0, flickr.com)
- Fot. 28. Zabetonowano ostatni fragment wewnętrznej kopuły: na zdjęciu robotnicy Bouygues i Freyssinet oraz nadzór Areva. Toast wznoszony wodą sodową (fot. Zbigniew Wiegner)
- Fot. 29-30. Pracownicy polskiej firmy KMW Engineering montują systemy wentylacji na budowie Olkiluoto (fot. KMW Engineering)
- Fot. 31-32. Konstrukcja nośna turbogeneratorskiego bloku nr 3 w Olkiluoto, wykonana przez polskich zbrojarzy i betoniarzy z firmy ZT-B POLBAU. Firma ostatecznie wykonała większość prac budowlanych przy

budynku maszynowni (fot. TVO/Hanu Huovila)

- Fot. 33. Kierownik budowy bloku nr 3 w EJ Olkiluoto, inż. Zbigniew Wiegner. Betonowanie ostatniej partii górnej osłony betonowego budynku reaktora (tzw. reactor containment building). (fot. Zbigniew Wiegner)

Rysunki

- Rysunek 1. Reaktory AP1000 z pasywnymi układami bezpieczeństwa (generacja III+) zostały zaprojektowane m.in. przez 15 polskich inżynierów (rys. Westinghouse)
- Rysunek 2. Liczba i lokalizacja przedsiębiorstw uczestniczących

w pracach remontowych w EJ Olkiluoto w 2013 r. Czerwonym punktem zaznaczono lokalizację EJ Olkiluoto



MINISTERSTWO ENERGII

