

# Wpływ programu jądrowego na polską gospodarkę

ZATRUDNIENIE

PROGRAM POLSKIEJ ENERGETYKI JĄDROWEJ

ANALIZY I OPRACOWANIA





## TURBINA PAROWA

Turbina parowa jest wykorzystywana w elektrowniach węglowych i jądrowych. Gorąca para wodna porusza łopatki turbiny. Z kolei jej ruch napędza generator prądu elektrycznego.

# Wprowadzenie

Szeroko pojęty przemysł jądrowy w UE zatrudnia ok. 470 tys. osób. Rozwój energetyki jądrowej w Polsce również spowoduje utworzenie tysięcy miejsc pracy, w tym wielu specjalistycznych i wymagających wysokich kompetencji, ale jednocześnie zapewniających relatywnie wysokie zarobki. Będą to zarówno miejsca pracy w głównych obiektach (elektrownie, zakłady cyklu paliwowego), jak również w zakładach przemysłowych kooperujących (fabryki maszyn i urządzeń, biura projektowe), w instytutach badawczych oraz w administracji rządowej (urzędy dozoru jądrowego i dozoru technicznego, instytucje ochrony środowiska itd.).

Jednak ze względu na tak zwane efekty mnożnikowe całkowita liczba miejsc pracy utworzonych w Polsce dzięki wdrożeniu energetyki jądrowej będzie znacznie większa.

W tabeli A zamieszczono szacowane, spodziewane wielkości zatrudnienia (pełnoetatowe miejsca pracy, ang. Full Time Equivalent), które będą efektem pełnego wdrożenia „Programu polskiej energetyki jądrowej”. Na obecnym etapie realizacji Programu szacunki te mają charakter przybliżony i niepełny (trudności z oszacowaniem dodatkowego zatrudnienia w sektorze B+R oraz w biurach projektowych), jednak dobrze przedstawiają skalę wpływu energetyki

jądrowej na polską gospodarkę pod względem liczby nowych miejsc pracy.

Dane z tabeli A nie uwzględniają tzw. wyindukowanych (ang. induced) miejsc pracy, czyli tych, które powstaną na przykład dzięki zatrzymaniu wzrostu bądź obniżeniu kosztów energii elektrycznej dla odbiorców końcowych – co będzie efektem wprowadzenia zeroemisyjnych źródeł energii jakimi są elektrownie jądrowe. Z dostępnej literatury zagranicznej wynika, że liczba „wyindukowanych” miejsc pracy wynosi w przybliżeniu tyle samo, co liczba miejsc pracy, które można bezpośrednio powiązać z branżą jądrową.

## Tabela A

Liczba bezpośrednich miejsc pracy stworzonych w gospodarce dzięki programowi energetyki jądrowej w Polsce.

Sektor	Zatrudnienie
Ekipa budowlana (dla wszystkich obiektów)	6000 - 8500
Przemysł kooperujący	8220 - 11645*
Załoga stała elektrowni + siedziba operatora	2150 - 3400
Ekipy serwisowo-remontowe	1000**
Administracja publiczna, dozór jądrowy, techniczny itp.	300
Składowisko odpadów LLW/ILW	300
Składowisko odpadów HLW	130 - 200
Biura projektowe	b.d.
Sektor B+R	b.d.
Wszystkie bezpośrednie miejsca pracy	pow. 18 100 - 25 345

Dane w tabeli należy traktować jako szacunkowe.

*\*Wylczenie na podstawie mnożnika zatrudnieniowego z analizy Oxford Economics (dotyczy on pośrednich miejsc pracy, które - zgodnie z opisem autorów - w zasadzie odpowiadają kategorii „przemysł kooperujący”)*

*\*\*stanowiska uznano za stałe przy założeniu praktycznej ciągłości zatrudnienia przy równomiernym rozłożeniu w czasie odstawień remontowo-serwisowych wszystkich bloków jądrowych w Polsce (ze względu na konieczność zapewnienia bezpiecznej pracy KSE operator systemu przesyłowego nie będzie zezwalał na równoczesne odstawianie kilku bloków w tym samym momencie)*

# 1.

## Studium przypadku: Wielka Brytania

W Wielkiej Brytanii w 2009 r. w branży jądrowej zatrudnionych było łącznie 43 722 osoby, z czego 23 987 na etatach w głównych firmach jądrowych, a pozostałe 19 735 to osoby zatrudniane do konkretnych zadań w systemie kontraktów (umów zleceń i podobnych form), głównie do remontów i wymiany paliwa w elektrowniach. W 2016 r. liczba osób zatrudnionych w brytyjskim przemyśle jądrowym wzrosła do 65 000.

W listopadzie 2012 r. firma doradcza PricewaterhouseCoopers opublikowała raport *The fleet effect: The economic benefits of adopting a fleet approach to nuclear new build in the UK*, w którym

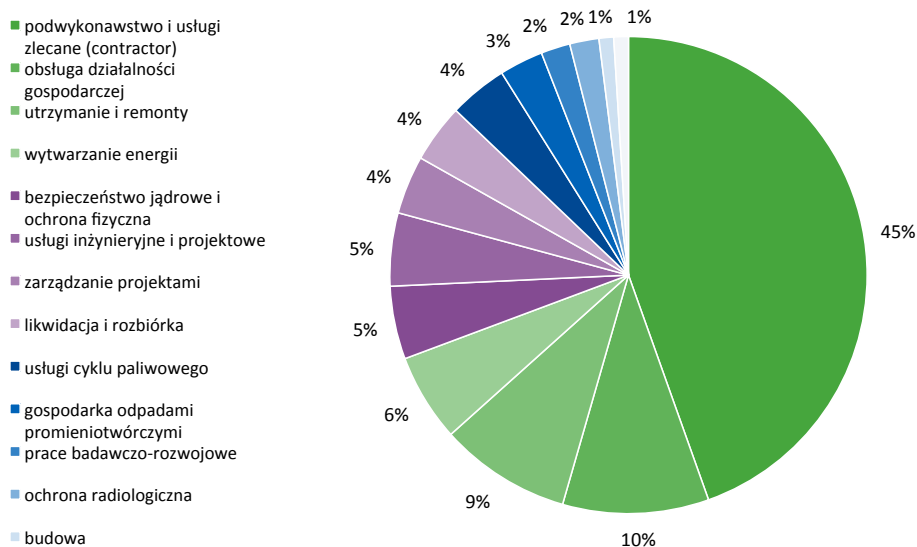
dokonała szacunków wielkości zatrudnienia przy realizacji brytyjskiego programu budowy 8 nowych bloków jądrowych w latach 2013-2030. Zdaniem autorów raportu program budowy nowych bloków jądrowych wygeneruje średnio 4200 nowych bezpośrednich miejsc pracy (FTE), 2800 pośrednich, 2400 wyindukowanych w innych działach gospodarki dzięki wyższym dochodom pracowników i zwiększeniu ich siły nabywczej oraz 1700 miejsc pracy wygenerowanych dzięki niskim cenom energii elektrycznej – łącznie 11 100 miejsc pracy w całej gospodarce. Ponad 9000 będzie powiązanych z fazą budowy, a prawie 2000 z fazą eksploatacji.

W szczytowym momencie w 2022 r. dodatkowe zatrudnienie osiągnie poziom 14 900 osób.

W jednym z rozpatrywanych wariantów w analizie wrażliwości przyjęto większą pracochłonność i uzyskano wynik 24 000 FTE. Jest to szczególnie istotne dla Polski, której gospodarka charakteryzuje się prawie dwukrotnie niższą wydajnością pracy niż gospodarka brytyjska, zatem posiada większy potencjał kreowania miejsc pracy – teoretycznie dwukrotnie większy.

### Wykres 1.

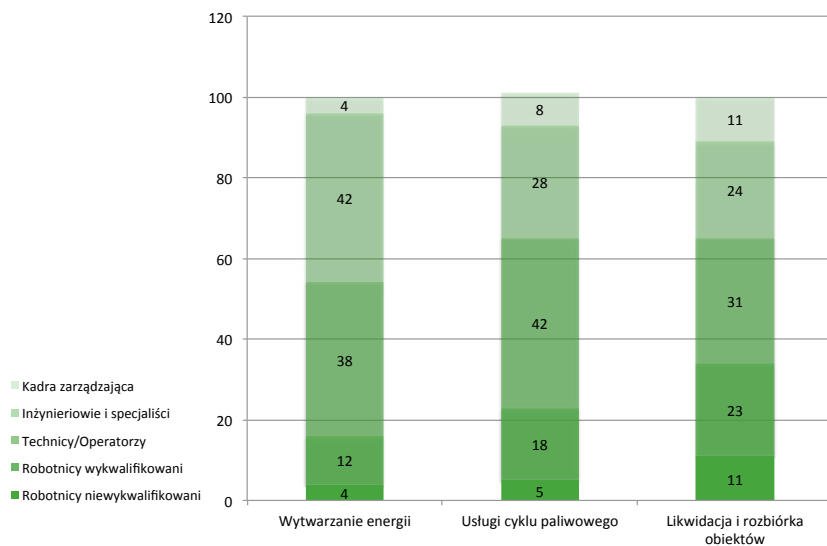
Udział w zatrudnieniu w poszczególnych podsektorach przemysłu jądrowego w Wielkiej Brytanii w 2009 roku (z wyłączeniem firm kooperujących z branżą).



źródło: Nuclear LMI Highlights (draft), The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, June 2009, s. 3.

### Wykres 2.

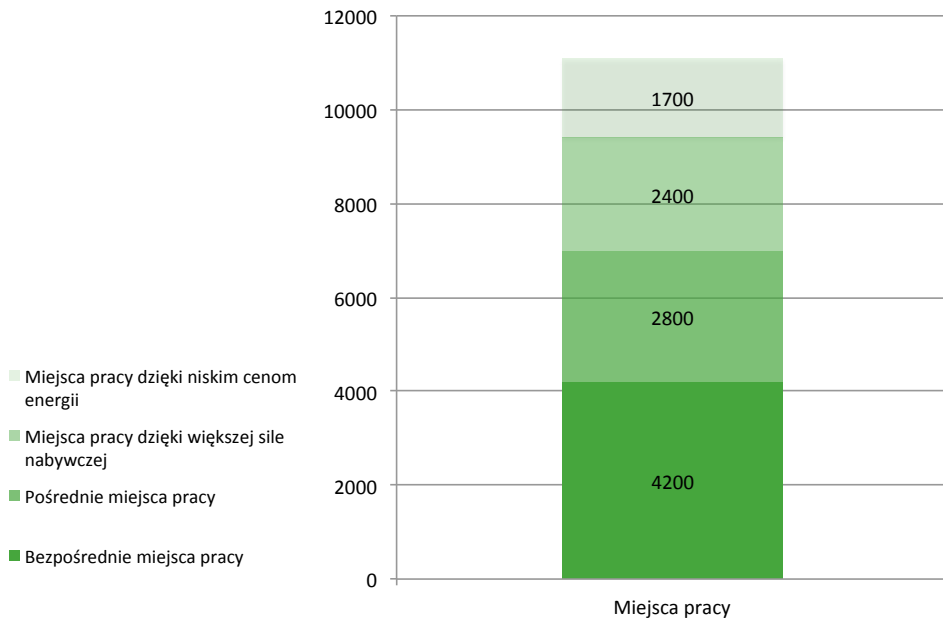
Udział różnych poziomów wykształcenia pracowników w trzech najważniejszych obecnie podsektorach energetyki jądrowej w Wielkiej Brytanii (2009 rok).



źródło: Power People. The Civil Nuclear Workforce 2009 - 2025, Renaissance nuclear skills series vol. 1, The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, 2009, (appendix 1).

**Wykres 3.**

Liczba nowych miejsc pracy (FTE) wygenerowanych dzięki realizacji nowego programu budowy elektrowni jądrowych (8 bloków) w Wielkiej Brytanii w latach 2013-2030.



źródło: opracowanie własne na podstawie: *The fleet effect: The economic benefits of adopting a fleet approach to nuclear new build in the UK*, PricewaterhouseCoopers, November 2012, s. 23.

## 2. Faza budowy

### 2.1 Analiza wykonana dla Departamentu Energii USA (US DOE)

Budowa jądrowego bloku energetycznego wymaga zatrudnienia kilku tysięcy osób o różnych specjalnościach i zawodach. Dokładne oszacowanie zapotrzebowania na siłę roboczą wykonano w USA na zlecenie Departamentu Energii (amerykański odpowiednik ministerstwa energii).

Poza ekipą budowlaną na budowie obecne będą inne grupy pracowników (zob. Tabela 2.).

Poza opracowaniami wykonanymi dla US DoE istnieją również inne oszacowania, mniej kompleksowe, ale warte zacytowania. W poniższej tabeli dla porównania zamieszczono także budowę EJ „Żarnowiec” w latach 1982-90 oraz budowę EJ „Warta” w latach 1987-89.

Warto tu odnotować, że w sierpniu 2012 r. dyrektor wykonawczy GE Hitachi Nuclear Energy (GEH) w Polsce poinformował, że na placu budowy pierwszej elektrowni jądrowej w naszym kraju będzie pracowało ok. 4500 osób. Firma oferuje bloki jądrowe z reaktorami ABWR (1350 MW) i ESBWR (1550 MW), zatem dla jednej lokalizacji Żarnowiec lub Lubiatowo-Kopalino mogłyby zostać zbudowane dwa bloki tego typu.

Biorąc pod uwagę, że wydajność pracy w Polsce jest około dwukrotnie niższa niż w Europie Zachodniej

i w USA można spodziewać się większej liczby zatrudnionych na budowie polskiej EJ, niż wynikałoby to z prostego przeniesienia przykładu zagranicznej budowy.

### 2.2 Analiza Oxford Economics

W 2008 roku ośrodek badawczy Oxford Economics wykonał na potrzeby amerykańskiego przemysłu jądrowego analizę efektów ekonomicznych budowy nowych bloków jądrowych i zakładów cyklu paliwowego w USA. Obliczono m.in. wskaźniki zatrudnienia, wartość dodaną produkcji i usług, wydajność (produktywność) pracy, wielkość średniego wynagrodzenia, przy czym wszystkie wartości odniesiono do gospodarki amerykańskiej.

Obliczenia Oxford Economics wskazują, że przemysł jądrowy cechuje się bardzo wysoką wartością dodaną, ze względu na wysokie kwalifikacje pracowników i wyśrubowane standardy jakości. Z tego też powodu jest on zaliczany do grupy sektorów określanych przez OECD jako High-technology industries i Medium-high-technology industries. Wysoka wydajność pracy jest utrzymywana pomimo relatywnie wysokich zarobków - średnie wynagrodzenie roczne na budowie bloku jądrowego w USA oszacowano na poziomie 82 564 USD<sub>2015</sub>, a w zakładach produkcyjnych wytwarzających urządzenia

i maszyny dla EJ1 na poziomie 103 481 USD<sub>2015</sub>.

Zatrudnienie na budowie i w zakładach produkcyjnych jest porównywalne: w raporcie Oxford Economics stwierdzono, że w szczyście robót na budowie jednego bloku będzie obecnych 2350 osób, podczas gdy w fabrykach 2514-3110 osób (w zależności od technologii reaktora i jego mocy).

Oszacowano również pośredni wpływ zatrudnienia (indirect effect) przy budowie EJ i produkcji urządzeń na zatrudnienie w branżach powiązanych, dostarczających surowce, materiały, narzędzia i maszyny, usługi niezbędne do procesów produkcyjnych urządzeń dla EJ oraz wykorzystywanych w budowie EJ, przy użyciu tzw. mnożników zatrudnieniowych.

Mnożniki zatrudnieniowe z tabeli nr 5 wskazują, że na każdych 100 pracowników zatrudnionych przy budowie EJ w USA powstają 33 dodatkowe miejsca pracy w łańcuchu dostaw na potrzeby budowy (z wyłączeniem specjalistycznych urządzeń technologicznych wchodzących w skład bloku energetycznego, które uwzględniono w mnożniku dla zakładów produkcyjnych). Budowa EJ wymaga zwiększenia mocy produkcyjnych i zatrudnienia w takich sektorach jak przemysł stalowy, cementownie, kopalnie kruszyw, fabryki maszyn budowlanych i narzędzi, biura projektowe itp.



**Tabela 1.**

Struktura zawodów/specjalności na budowie EJ – ekipa budowlana.  
 Udział specjalistów w szczycie robót (minimalna załoga, dla bloku referencyjnego 1300 MW, warunki amerykańskie).

Specjaliści	Udział procentowy	Liczba (EJ 1 blok)	Liczba (EJ 2 bloki)
spawacze-ślusarze (boilermakers)	4	60	96
cieśle szalunkowi, stolarze (carpenters)	10	160	256
elektromonterzy (electricians/instrument fitters)	18	290	464
zbrojarze (ironworkers)	18	290	464
izoleryzy (insulators)	2	30	48
robotnicy niewykwalifikowani (laborers)	10	160	256
betoniarze, murarze, tynkarze (masons)	2	30	48
mechanicy (millwrights)	3	50	80
operatorzy maszyn, automatycy (operating engineers)	8	130	208
malarze (painters)	2	30	48
monterzy rurociągów (pipefitters)	17	270	432
blacharze (sheetmetal workers)	3	50	80
kierowcy pojazdów budowlanych (teamsters)	3	50	80
łącznie ekipa budowlana	100	1600	2560

źródło: opracowanie własne na podstawie DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment, US DOE, październik 2005, Waszyngton, s. 3-3, 3-6 - 3-7, 6-4, 6-20 - 6-23.

**Tabela 2.**

Struktura zatrudnienia podczas budowy EJ (1 blok) – pozostałe grupy.

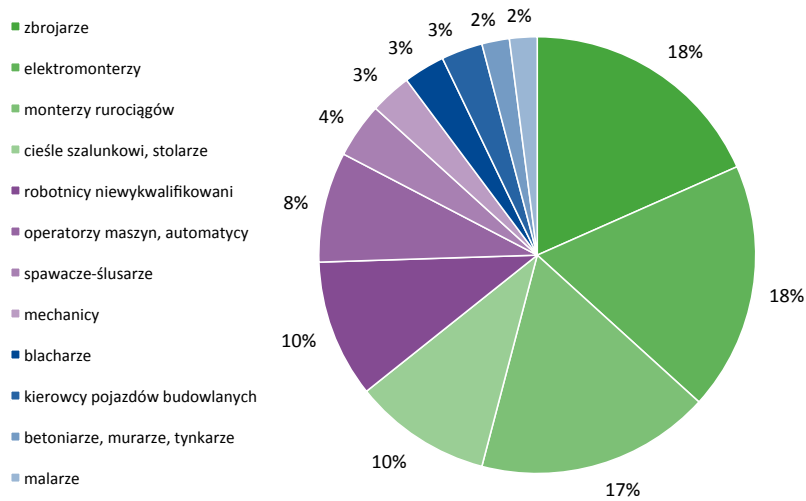
\*szczegółowy podział zawodów w tabeli nr 1

Grupa	Udział procentowy	Liczba osób
ekipa budowlana (craft labor)*	67	1600
nadzór robót - inżynierowie, kierownicy robót, bez brygadzystów (craft supervision)	3,3	80
obsługa zaplecza budowy (site indirect labor)	6,6	160
kontrola jakości (quality control inspectors)	1,7	40
pracownicy dostawcy JUWP i podwykonawców (NSSS vendor and subcontractor staffs)	5,8	140
pracownicy Generalnego Wykonawcy (menedżerowie, projektanci, kosztorysanci i planiści) (EPC contractor's managers, engineers and schedulers)	4,2	100
pracownicy inwestora – załoga ruchowa i remontowa (owner's O&M staff)	8,4	200
załoga rozruchowa (start-up personnel)	2,5	60
rezydenci dozoru jądrowego	0,8	20
łącznie na budowie	100	2400

źródło: opracowanie własne na podstawie DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure

#### Wykres 4.

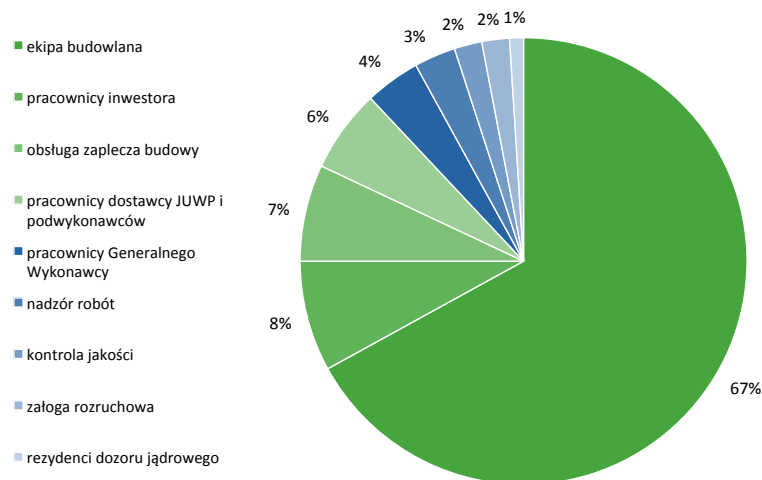
Struktura zawodów/specjalności na budowie EJ – ekipa budowlana.  
Udział specjalistów w szczycie robót (minimalna załoga, dla bloku referencyjnego 1300 MW, warunki amerykańskie)



źródło: opracowanie własne na podstawie tabeli nr 1.

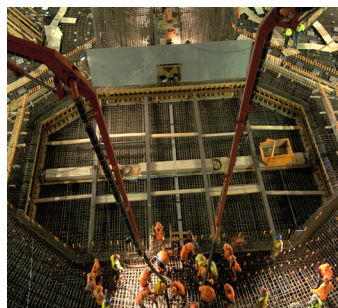
#### Wykres 5.

Struktura zatrudnienia podczas budowy EJ – pozostałe grupy.  
Wizualizacja danych z tabeli nr 2.



**Fot. 1-2.**

Budowa bloku nr 3  
w EJ Olkiluoto w Finlandii  
(fot. TVO/Hannu Huovila)

**Tabela 3.**

Liczba pracowników w szczycie robót wg różnych źródeł.

Źródło danych lub elektrownia (moc netto)	Liczba bloków		
	1	2	3
Oxford Economics <sup>[A]</sup>	2350	-	-
US DOE <sup>[B]</sup>	2400	3360	-
Cogent UK <sup>[C]</sup>	2500	-	-
Hinkley Point C (2x 1600 MW)	-	5600	-
Flamanville-3 (1650 MW)	3400	-	-
Olkiluoto-3 (1600 MW)	4500	-	-
Hanhikivi-1 (1150 MW)	3500	-	-
Loviisa-3	3000	-	-
Wisaginia (1350 MW)	6000	-	-
Vogtle 3-4 (2x 1117 MW)	-	5000	-
Idaho Energy Complex (2x 1350 MW)	-	5000	-
Victoria County (2x 1550 MW)	-	6632	-
Fermi-3 (1550 MW)	2900	-	-
Wylfa 3-4 (2x 1330 MW)	-	8500	-
Oldbury B-1, B-2 (2x 1330 MW)	-	8500	-
Moorside 1-3 (3x 1150 MW)	-	-	6000
Belene 1-2	-	5000-6000	-
Bałycka 1-2 (2x 1108 MW)	-	8500-9000	-
Angra-3 (1270 MW)	9000	-	-
Atucha-2 (692 MW)	7000	-	-
Kozłoduj-7 (1150 MW)	3500	-	-
EJ Żarnowiec (4x 427 MW)	-	(6514) <sup>[D]</sup>	-
EJ Warta (4x 950 MW)	-	(4000) <sup>[E]</sup>	-

[A] Oxford Economics – dane z opracowania: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008

[B] US DOE – dane z opracowania: DOE

NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment, US DoE, 2005  
[C] Cogent UK PWR – dane (dla bloków PWR budowanych w Wielkiej Brytanii) z opracowania: *Power People. The Civil Nuclear Workforce 2009 - 2025*, Renaissance nuclear skills series

vol 1, The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, 2009

[D] dla 4 bloków przewidywano 13027 osób w szczycie robót

[E] dla 4 bloków przewidywano do 8000 osób w szczycie robót

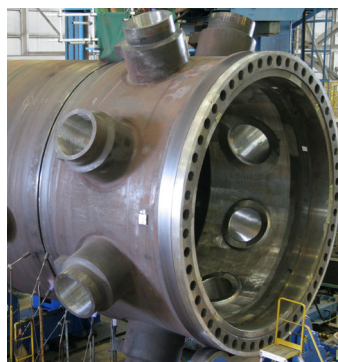
**Fot. 3.**

Montaż turbin w bloku nr 3 elektrowni Olkiluoto. W przyszłości tego typu urządzenia mogą być znowu produkowane w Polsce. (fot.TVO/Hannu Huovila)



**Fot. 4-5.**

Produkcja urządzeń wielkogabarytowych dla bloku EPR w Olkiluoto. Po lewej odkrywka zbiornika ciśnieniowego reaktora, po prawej zbiornik ciśnieniowy po wykuciu. (fot. Areva)



**Tabela 4.**

Zatrudnienie, wydajność pracy i wartość dodana dzięki budowie jednego bloku jądrowego o mocy 1400 MW netto i nakładach w wysokości 4,9 mld USD<sub>2008</sub> (5,39 mld USD<sub>2015</sub>).

Obszar inwestycji	Liczba zatrudnionych (osobo-lata)	Wydajność pracy (wartość produkcji brutto)		Wartość dodana średnio na pracownika	Udział wartości dodanej w wartości produkcji brutto
		Średnio na pracownika	Łączna		
Budowa	7344	153 507 USD <sub>2015</sub>	766 mln USD <sub>2015</sub>	86 290 USD <sub>2015</sub>	56%
Produkcja głównych urządzeń	9071	470 371 USD <sub>2015</sub>	2 900 mln USD <sub>2015</sub>	175 787 USD <sub>2015</sub>	37%
Łącznie/średnio	16 415	328 612 USD <sub>2015</sub>	3 666 mln USD <sub>2015</sub>	128 469 USD <sub>2015</sub>	41%

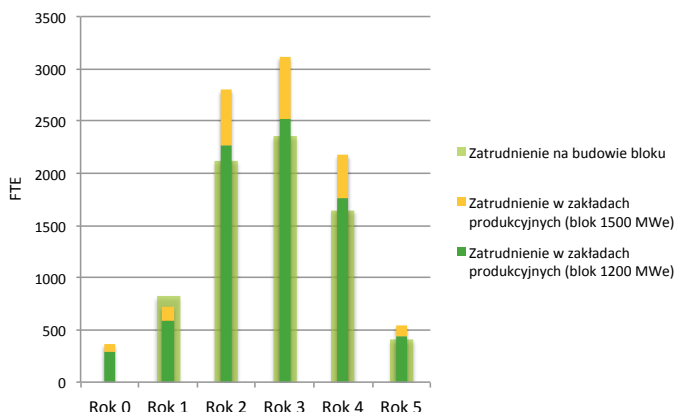
źródło: opracowanie własne na podstawie: Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis,

Oxford Economics, 2008, s. 28.  
Uwaga: oryginalne wartości w USD<sub>2008</sub> przeliczono na USD<sub>2015</sub>.

### Wykres 6.

Przewidywana wielkość zatrudnienia na budowie jednego jądrowego bloku energetycznego w USA oraz w zakładach produkcyjnych wytwarzających urządzenia i maszyny wchodzące w skład technologii bloku – wg opracowania Oxford Economics.

Uwaga: Rok 0 ... Rok 5 – lata budowy bloku



źródło: opracowanie własne na podstawie: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008, s. 25, 27.

### Tabela 5.

Wpływ inwestycji EJ w USA na tworzenie miejsc pracy poprzez łańcuch dostaw w czasie budowy elektrowni (wpływ pośredni - indirect impact).

Obszar inwestycji	Mnożnik
Budowa EJ	0,33
Produkcja głównych urządzeń	1,37

źródło: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008, s. 30.

### Tabela 6.

Efekty mnożnikowe przy zatrudnieniu na budowie jednego bloku jądrowego oraz w zakładach produkcyjnych, a także dla wartości dodanej – indukowane oraz łączne.

Obszar inwestycji	Mnożnik dla wpływu indukowanego		Mnożnik dla całkowitego wpływu (indukowany + pośredni)	
	Zatrudnienie	Wartość dodana	Zatrudnienie	Wartość dodana
Budowa	0,84	1,17	2,17	2,70
Produkcja materiałów i urządzeń	1,79	1,23	4,15	3,45
Ogółem (średnio)	1,36	1,20	3,27	3,11

źródło: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008, s. 32.

W przypadku fabryk produkujących kluczowe urządzenia dla EJ na każdym 100 pracowników zatrudnionych w tych zakładach powstaje kolejne 137 miejsc pracy w łańcuchu dostaw, na przykład do wyprodukowania zbiornika ciśnieniowego reaktora potrzebny jest wkład pracy od etapu wydobycia rudy żelaza, poprzez hutnictwo, odlewnictwo, produkcję pras hydraulicznych, obrabiarek itd.).

Trzecim rodzajem wpływu inwestycji na zatrudnienie jest wpływ indukowany (induced effect), zwany też „dalszym wpływem”, który polega na zwiększeniu dochodów pracowników biorących udział w procesie inwestycyjnym (np. robotników budowlanych, pracowników fabryk) bezpośrednio lub pośrednio, co przekłada się na zwiększenie przez nich wydatków konsumpcyjnych. Powodowany przez nich wzrost popytu w takich branżach jak FMCG (przemysł spożywczy, kosmetyki itp.), przemysł motoryzacyjny czy branża usług turystycznych powoduje konieczność zwiększenia w tych sektorach zatrudnienia. Mnożniki zatrudnienia dla wpływu indukowanego oraz łączne mnożniki dla wszystkich trzech kategorii oddziaływania na rynek pracy i wartość dodaną produkcji prezentuje tabela nr 6.

Dla przykładu: Każdych 100 pracowników zatrudnionych przy budowie elektrowni, poprzez swoje zwiększone wydatki i konsumpcję przyczyni się do utworzenia 84 nowych miejsc pracy w branżach obsługowych takich jak zakłady usługowo-handlowe (sklepy), lokale gastronomiczne itd. Większość tych miejsc pracy powstaje na poziomie lokalnym, blisko placu budowy.

Obliczenia Oxford Economics odnoszą się do warunków ame-

rykańskich, gdzie założono duży udział firm rodzimych w produkcji urządzeń technologicznych dla EJ i świadczenie specjalistycznych usług (biura projektowe). W przypadku Polski udział firm krajowych w budowie pierwszej EJ będzie mniejszy, ale w miarę budowy kolejnych bloków powinien się zwiększać. Istnieje też możliwość ulokowania produkcji kluczowych komponentów części jądrowej elektrowni w naszym kraju już na etapie budowy pierwszej elektrowni (co najmniej 500 miejsc pracy) – zagadnienie zostanie szerzej opisane w kolejnym raporcie Ministerstwa Energii.

Posługując się wskaźnikami z cytowanej publikacji można spróbować oszacować przewidywane zatrudnienie przy budowie dwóch elektrowni jądrowych w Polsce. Co prawda udział polskiego przemysłu w budowie pierwszej EJ będzie mniejszy niż w przypadku USA, ale z drugiej strony polska gospodarka charakteryzuje się ponad dwukrotnie mniejszą wydajnością pracy niż gospodarka amerykańska, co prawdopodobnie spowoduje większe zapotrzebowanie na siłę roboczą niż w przypadku inwestycji realizowanych w USA. Zgodnie z danymi Oxford Economics, produkcja urządzeń i materiałów dla jednego bloku 1500 MW<sup>2</sup> daje w szczycie 3110 etatów, ale budowa jednej dwublokowej EJ z dwuletnim przesunięciem między blokiem pierwszym i drugim daje w sumie 4976 etatów. Zatem można byłoby oczekiwać:

- 6 618 etatów związanych z budową (miejsca pracy bezpośrednie i pośrednie, bez wpływu indukowanego)

- 7 371 etatów związanych z przemysłem kooperującym (miejsca pracy bezpośrednie i pośrednie,

bez wpływu indukowanego)

- łącznie prawie 14 000 etatów. Z pewnością wpływ indukowany zwiększyby tę liczbę, być może 2-krotnie (jak wynika ze wskaźników zawartych w publikacji Oxford Economics).

Powyższe wyliczenia mogą być jednak zaniżone, gdyż ostatnie dane dla Hinkley Point C wskazują na wielkość szczytowego zatrudnienia na placu budowy na poziomie 5600 osób.

## 2.3

### **Analiza wykonana dla rządu brytyjskiego**

Podobną analizę wykonano na zlecenie rządu brytyjskiego. Obliczono, że budowa jednej dwublokowej elektrowni wymaga 21 200 osobo-lat zatrudnienia w okresie 6 lat, czyli w każdym kolejnym roku budowy potrzebnych będzie ponad 3 500 osób, z czego 60% przypadnie na fizyczną budowę, 15% na produkcję urządzeń, wyposażenia i materiałów, a 25% będzie stanowiło załogę rozruchową i późniejszą eksploatacyjną (obliczone dla pierwszego roku po zakończeniu budowy).

Brytyjski program budowy nowych elektrowni jest większy od polskiego, gdyż obejmuje 12 bloków o łącznej mocy 16 GWe, jednak wyliczenia jednostkowe dla elektrowni mogą mieć zastosowanie do każdego programu jądrowego o zakresie minimum 4 bloków (polski program przewiduje 4-6 bloków do 2035 roku i nie wyklucza kolejnych).

Więcej o udziale polskiego przemysłu w budowie EJ w kolejnym raporcie Ministerstwa Energii.

1. Chodzi przede wszystkim o takie urządzenia i maszyny jak reaktor, wytwornice pary, stabilizator ciśnienia, główne pompy cyrkulacyjne, turbina, generator, ale także

i mniejsze urządzenia, z których wiele może być produkowanych w Polsce.

2. Autor pracy nie wskazuje tu żadnej konkretnej technologii reaktorowej. Równie dobrze

można przyjąć jako referencyjny blok o mocy 1200 MW.



**Fot. 6.** Dno stalowej okładziny-szalunku obudowy bezpieczeństwa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii – cała okładzina wyprodukowana przez polską firmę Energomontaż-Północ Gdynia. (fot. TVO/Hannu Huovila)

**Tabela 7.**

Przewidywane miejsca pracy w nowym programie jądrowym w Wielkiej Brytanii w przeliczeniu na jedną dwublokową elektrownię.

Wskaźnik	Cała elektrownia (dwublokowa)	Budowa	Produkcja urządzeń	Rozruch i eksploatacja (I rok)
Osobo-lata	21 200	13 000	3 200	5 000
Okres budowy	6 lat			
Zatrudnienie – osobo-lata na 1 GWe	7 571	4 643	1 143	1 786
Zatrudnienie – etaty na rok	3 533	2 167	533	833
Podział funkcjonalny pracowników		Prace budowlane: 40%	Materiały budowlane: 10%	Załoga ruchowa: 60%
		Prace montażowe: 45%	Główne urządzenia reaktorowni: 30%	Łańcuch dostaw: 30%
		Zarządzanie i nadzór: 15%	Pomocnicze urządzenia reaktorowni: 40%	Pracownicy centrali operatora: 10%
			Maszynownia: 20%	

źródło: Next Generation. Skills for New Build Nuclear, Renaissance nuclear skills series, vol. 2, The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, March 2010, s. 13.

Zdecydowaną większość ekip budowlanych polskich elektrowni jądrowych stanowić będą Polacy, których udział będzie się stopniowo zwiększał w miarę budowy kolejnych bloków – co jest zgodne z doświadczeniami

innych państw, w tym opisanej w poprzednim raporcie Korei Południowej. Zagraniczni wykonawcy inwestycji preferują zatrudnianie lokalnych robotników i inżynierów, a także dobór lokalnych firm do podwykonawstwa

ze względu na niższe koszty pracy i koszty logistyki. Szerzej na temat możliwości i doświadczenia polskich firm i ich udziale w budowie EJ w kolejnym raporcie Ministerstwa Energii.

## 3.

# Faza eksploatacji

### 3.1

#### Elektrownie

Eksploatacja dwóch elektrowni jądrowych będzie wymagała zatrudnienia bezpośrednio kilku tysięcy osób. Chętnych do pracy nie będzie brakowało między innymi z powodu generalnie wysokich zarobków w sektorze energetycznym w Polsce. Według danych Agencji Rynku Energii S.A. przeciętne wynagrodzenie miesięczne brutto w elektrowniach zawodowych w Polsce w 2013 roku wynosiło 7815 PLN. Po zestawieniu tej kwoty z danymi GUS okazuje się, że praca w elektrowni jest lepiej płatna niż praca w rafinerii, kopalni węgla kamiennego, branży IT, banku, fabryce samochodów czy w budownictwie. Z kolei zarobki w sektorze usług turystycznych (dział Zakwaterowanie i gastronomia) są prawie 3-krotnie niższe od zarobków w elektrowniach.

Wielkość zatrudnienia przy eksploatacji EJ różni się w zależności od kraju, typu elektrowni i liczby bloków energetycznych.

#### 3.1.1

##### Analiza Oxford Economics

Przywołana w podrozdziale 2.2. analiza Oxford Economics opisuje również etap eksploatacji bloków jądrowych. Autorzy obliczyli, że wydajność pracy w tym sektorze w USA wynosi 155 000 USD<sub>2008</sub>

(ponad 170 000 USD<sub>2015</sub>), co znaczy że statystyczny pracownik EJ wytwarza roczny produkt o takiej wartości (wartość dodana produkcji czystej na pracownika).

Obliczono, że w warunkach amerykańskich każdego 100 pracowników zatrudnionych przy eksploatacji bloku jądrowego generuje 17 dodatkowych miejsc pracy w branżach bezpośrednio powiązanych z EJ poprzez generowanie przez elektrownię popytu na takie towary i usługi jak: paliwo jądrowe, naprawy i remonty, usługi doradztwa, dostawy maszyn, armatura, zlecone badania, usługi inżynierskie, gospodarka wodno-sanitarna, przetwarzanie danych, ubezpieczenia itp. Ponadto, owych 100 pracowników dzięki wysokim zarobkom i zwiększonej sile nabywczej generuje zwiększony popyt, zwłaszcza na poziomie lokalnym, na towary i usługi związane z typowymi wydatkami konsumpcyjnymi. Powoduje to powstanie 62 miejsc pracy w takich działach jak przemysł spożywczy, gastronomia i zakwaterowanie, produkcja mebli, produkcja tekstyliów, leki i wyroby farmaceutyczne, przemysł motoryzacyjny, sprzęt elektroniczny i AGD oraz w wielu innych. Łącznie w całej gospodarce na 100 zatrudnionych w EJ powstaje 179 miejsc pracy, nie uwzględniając efektów fiskalnych oraz wpływu niższych cen energii na gospodarkę.

#### 3.1.2

##### Analiza Nuclear Energy Institute (NEI)

W grudniu 2011 r. amerykański Nuclear Energy Institute opublikował fragment analizy wykonanej przez Oxford Economics w 2011 roku (analiza nowsza w stosunku do cytowanej w poprzednim podrozdziale) na temat zatrudnienia, jakie będzie efektem renesansu energetyki jądrowej w USA. Ekonomści Oxford Economics wyliczyli, że jeden statystyczny jądrowy blok energetyczny o mocy 1000 MW generuje w sumie 4372 etaty w skali całego kraju, zarówno bezpośrednio, jak i poprzez wpływ pośredni i indukowany.

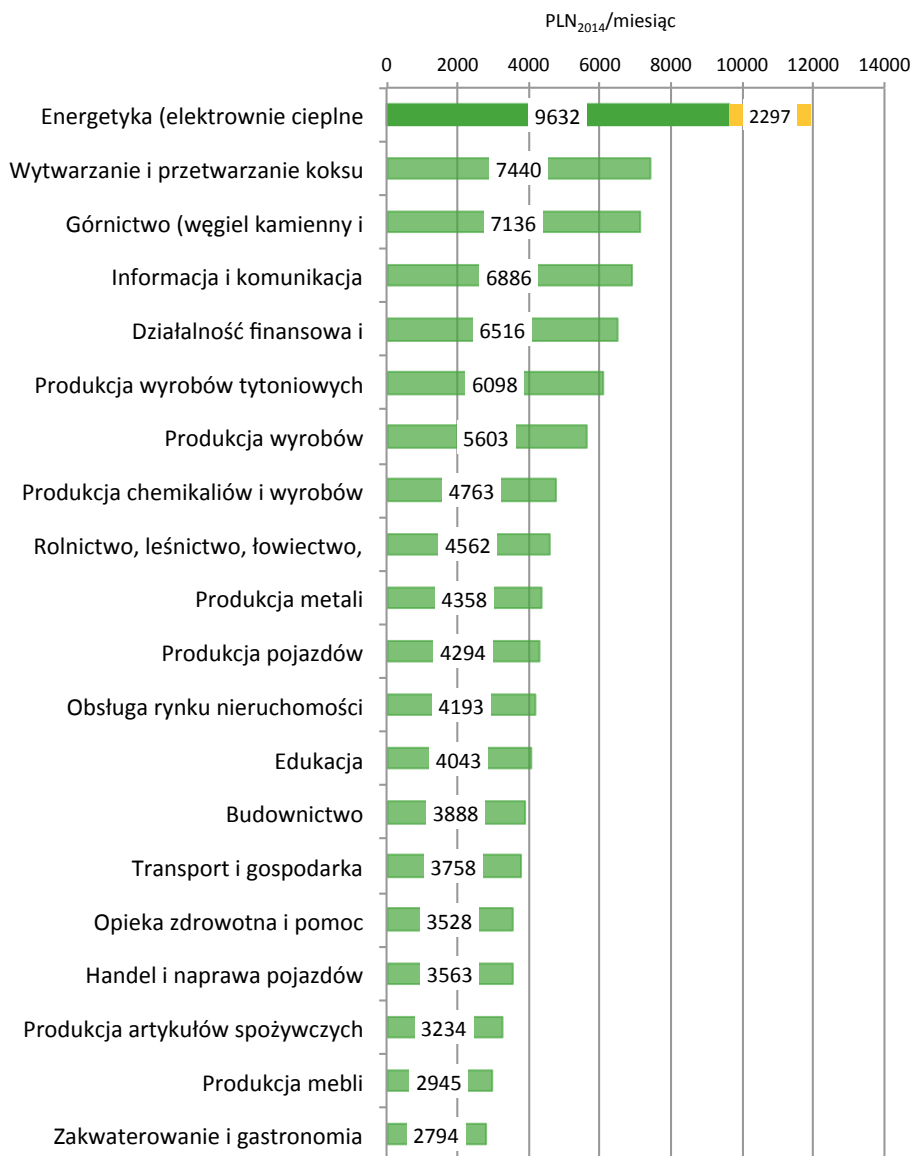
Przyjmując wskaźniki z publikacji Oxford Economics z 2011 roku (cyt. za NEI) można obliczyć, że eksploatacja sześciu bloków jądrowych o łącznej mocy 6000 MW, przewidzianej w „Programie polskiej energetyki jądrowej”, może wygenerować 3180 bezpośrednich miejsc pracy w samych elektrowniach oraz 23 087 dalszych miejsc pracy w gospodarce – łącznie 26 267. Podobnie jak w przypadku fazy budowy, liczba ta oparta jest na wskaźnikach gospodarki amerykańskiej, więc będzie wymagała weryfikacji za pomocą modelu opartego na danych polskiego GUS.



### Wykres 7.

Zarobki w wybranych działach polskiej gospodarki na tle zarobków w elektrowniach ciepłych zawodowych w 2014 roku.

\*wynagrodzenie brutto + wartość pozostałych świadczeń przypadająca na zatrudnionego



źródło: opracowanie własne na podstawie: Statystyka elektroenergetyki polskiej 2014, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa, wrzesień 2015, s. 184; Zatrudnienie i wynagrodzenia w gospodarce narodowej w 2014 r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015, s. 27, 47-50

**Tabela 8.**

Zatrudnienie w eksploatacji EJ. Liczby obejmują załogę elektrowni oraz ekipy serwisowo-remontowe zatrudniane czasowo.

Źródło danych lub elektrownia (moc netto)	Liczba bloków		
	1	2	3
Oxford Economics (1150-1500 MW) <sup>[A]</sup>	780-980 +200	1560-1960 +400	2340-2940 +600
US DOE (1300 MW) <sup>[B]</sup>	650	1300	1950
Dominion (AP1000) <sup>[C]</sup>	647/698	1050/1139	1453/1580
Dominion (ABWR i ESBWR) <sup>[C]</sup>	649/701	1055/1145	1461/1589
Cogent UK PWR <sup>[D]</sup>	500-650	850-1105	-
Hinkley Point C (2x 1650 MW)	-	900 +1000	-
Flamanville-3 (1630 MW)	300 +100	-	-
Olkiluoto-3 (1600 MW)	300 +100	-	-
Hanhikivi-1 (1150 MW)	400 +500	-	-
Wisaginia (1350 MW)	300-500 +1000-1500	-	-
Idaho Energy Complex (2x 1350 MW)	-	1000	-
Victoria County (2x 1550 MW)	-	700	-
Fermi-3 (1550 MW)	900	-	-
Wylfa-3, -4 (2x 1320 MW)	-	1000 +1000	-
HNP Oldbury B-1 B-2 (2x 1330 MW)	-	1000 +1000	-
Moorside 1-3 (3x 1150 MW)	-	-	1000
Bałtycka (2x 1108 MW)	564-600 +500	1127-1200 +1000	-
Ostrowiec (2x 1108 MW)	-	1000	-
Angra-3 (1270 MW)	500	-	-
Kozłoduj-7 (1150 MW)	500-800	-	-
EJ Palo Verde (3x 1300 MW)	-	-	2386
Koeberg (2x 900 MW)	-	1200	-
Loviisa (2x 496 MW)	-	503+100 +640-1000	-
EJ Żarnowiec (4x 427 MW) <sup>[E]</sup>	940 + 225		
EJ Warta (4x 950 MW) <sup>[F]</sup>	1000		

[A] dane z opracowania: Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis, Oxford Economics, 2008;  
 [B] dane z opracowania: DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment, US DoE, 2005  
 [C] dane z opracowania: Study of Construction Technologies and

Schedules, O&M Staffing and Cost, Decommissioning Costs and Funding Requirements for Advanced Reactor Designs, Dominion Energy Inc., prepared for US DOE, 2004  
 [D] Cogent UK PWR – dane (dla bloków PWR budowanych w Wielkiej Brytanii) z opracowania: Power People. The Civil Nuclear Workforce 2009 - 2025, Renaissance nuclear skills series vol 1, The Nuclear Energy

Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, 2009  
 [E] dla 4 bloków zatrudnienie miało wynieść 1880 osób załogi stałej + 450 osób na czas remontów (pracownicy ZRE Gdańsk, przedsiębiorstw specjalistycznych i nadzoru serwisowego producentów urządzeń)  
 [F] dla 4 bloków zatrudnienie miało wynieść 1000 osób załogi stałej

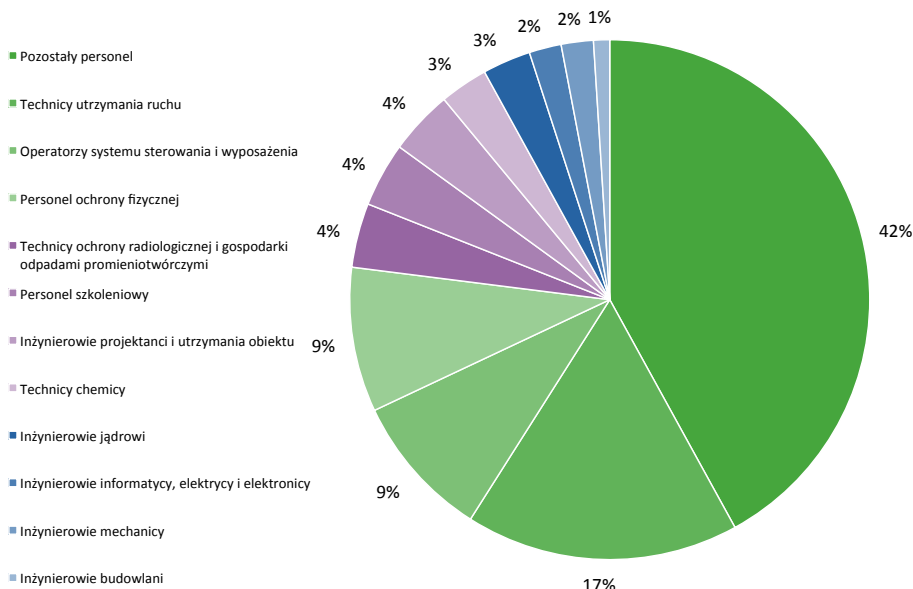
**Fot. 7.**

Młodzi inżynierowie w nastawni bloku nr 1 w EJ Olkiluoto. Elektrownie jądrowe to szansa dla młodych osób na znalezienie atrakcyjnej i dobrze płatnej pracy w kraju. (fot. TVO/Markku Korpi-Hallila)



**Wykres 8.**

Podział załogi EJ wg zadań.



**Tabela 9.**

Podział załogi EJ wg zadań.

Grupa	Procent zatrudnionych
Inżynierowie budowlani	0,6
Inżynierowie informatycy, elektrycy i elektronicy	2,5
Inżynierowie mechanicy	1,9
Inżynierowie jądrowi	3,1
Inżynierowie projektanci i utrzymania obiektu	3,8
Operatorzy systemu sterowania i wyposażenia	9,4
Technicy chemicy	2,5
Technicy utrzymania ruchu	16,9
Technicy ochrony radiologicznej i gospodarki odpadami promieniotwórczymi (w tym Inspektorzy Ochrony Radiologicznej)	4,4
Personel ochrony fizycznej	8,8
Personel szkoleniowy	4,4
Pozostały personel	41,9
Ogółem	100

źródło: <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce.html>**Tabela 10.**

Wielkość załogi jądrowego bloku energetycznego w zależności od mocy (typu) reaktora wg Bechtel\* i Oxford Economics.

Moc bloku netto	Wielkość załogi	FTE/MW
1150 MW	790	0,69
1200 MW	780	0,65
1400 MW	900	0,64
1500 MW	980	0,65

źródło: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008, s. 33.  
FTE – Full Time Equivalent, odpowiednik

pełnego etatu  
\*: *US Job Creation Due to Nuclear Power Resurgence in the United States*, Bechtel Power Corporation & Idaho National Engineering Laboratory – jest to raport wykonany

na zlecenie US DoE, na który kilkakrotnie powołano się w publikacji Oxford Economics.

**Tabela 11.**

Efekty mnożnikowe eksploatacji jednego jądrowego bloku energetycznego wg Oxford Economics (warunki amerykańskie).

	Pośredni ( <i>indirect</i> )	Indukowany ( <i>induced</i> )	Łączny
Miejsca pracy	0,17	0,62	1,79
Wartość dodana	0,13	0,30	1,42

źródło: *Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis*, Oxford Economics, 2008, s. 37, 39.

**Tabela 12.**

Wpływ jednego jądrowego bloku o mocy 1000 MW na gospodarkę USA.

Obszar terytorialny	Rodzaj wpływu	Produkcja	Łączny dochód pracowników mnożniki	Wielkość zatrudnienia
Teren EJ	Bezpośredni	1,00	1,00	1,00
Lokalnie		1,04	1,22	1,66
Stan	Bezpośredni + pośredni/indukowany	1,18	1,49	2,36
Państwo		1,87	3,75	8,26
		mln USD <sub>2015</sub> (rocznie)		Etaty
	Bezpośredni	492,39	39,13	319
Lokalnie	Bezpośredni + pośredni/indukowany	511,96	47,83	528
	Bezpośredni	492,39	66,31	505
Stan	Bezpośredni + pośredni/indukowany	579,34	98,91	1192
	Bezpośredni	492,39	70,65	530
Państwo	Bezpośredni + pośredni/indukowany	919,56	265,21	4372

źródło: *Nuclear Energy's Economic Benefits – Current and Future*, Nuclear Energy Institute, December 2011, s. 3.

Wszystkie stanowiska pracy w polskich elektrowniach jądrowych będą docelowo obsadzone przez polską kadrę. Przez pierwszych kilka lat eksploatacji część załogi ruchowej może być zdublowana pracownikami zagranicznego dostawcy technologii, których zadaniem będzie wdrożenie polskiej załogi do pracy w nowym

środowisku i zapoznanie ze specyfiką wszystkich urządzeń i obiektów (przyuczenie). Jest to powszechna praktyka w energetyce jądrowej i konwencjonalnej na świecie. O tym, że Polacy mogą pracować w EJ świadczą przykłady naszych rodaków zatrudnionych w elektrowniach jądrowych w Niemczech, Belgii,

Francji, Kanadzie, Szwecji, Wielkiej Brytanii, USA, RPA i w innych krajach. Pracują oni na prawie wszystkich możliwych stanowiskach, począwszy od wykwalifikowanych robotników, a skończywszy na kierownikach zmian nastawni blokowej i DIRE (Dyżurny Inżynier Ruchu Elektrowni).

Do zatrudnionych bezpośrednio w elektrowni należy też dodać specjalistów, których operator będzie musiał zatrudnić w centrali firmy. Niestety PGE EJ nie podaje oficjalnych szacunków, ale jeden z potencjalnych dostawców technologii, firma Westinghouse, określił zapotrzebowanie na kadrę tego typu na 150-400 osób. Należy również pamiętać o rezydentach dozoru jądrowego, pracujących stale na terenie każdej elektrowni (byli oni obecni również na budowie EJ Żarnowiec w latach 80-tych). Praktyka światowa wskazuje na 1-2 osoby na jeden blok, co daje 4-12 osób w przypadku Polski (4 lub 6 bloków jądrowych).

### 3.2 Składowiska odpadów promieniotwórczych

Nie tylko elektrownie generują dużą liczbę miejsc pracy. Innym obiektem jądrowego cyklu paliwowego zatrudniającym pewną liczbę pracowników jest składowisko odpadów promieniotwórczych, zwłaszcza jeśli obsługuje ono elektrownie jądrowe. W Stanach Zjednoczonych funkcjonuje kilka tego typu obiektów, w tym jeden całkowicie prywatny.

W Polsce od 1961 r. działa Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie (KSOP), które przeznaczone jest do składowania odpadów nisko- i średnioaktywnych powstałych na skutek działalności przemysłu, służby zdrowia, nauki, a także instytucji publicznych i firm prywatnych (np. izotopowe czujki dymu ze źródłem Am-241). Składowisko jest częścią Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) zlokalizowanego na terenie Świerku k. Otwocka. Oba zakłady łącznie zatrudniają 45 osób. Jednak składowisko w Różanie do 2025 roku zapelni się i konieczna jest budowa nowego, niezależnie od

tego czy w Polsce będą elektrownie jądrowe, czy też nie. W obu wariantach nowe składowisko będzie większe, nowocześniejsze, a jego załoga liczniejsza niż w przypadku KSOP Różan.

Projektowane obecnie nowe składowisko mające zastąpić KSOP Różan wzorowane jest na hiszpańskim składowisku El Cabril. Można zatem przyjąć podobną wielkość zatrudnienia – ok. 300 osób.

Jeśli zostaną w naszym kraju uruchomione elektrownie jądrowe, nowe składowisko będzie bardziej rozbudowane – ze względu na konieczność przyjmowania transportów odpadów z elektrowni. Ponadto około 2060 roku w Polsce konieczna będzie budowa głębokiego składowiska geologicznego, które będzie przeznaczone na odpady wysokoaktywne, powstałe podczas pracy elektrowni jądrowych, oraz na odpady średnioaktywne długozyciowe, które powstają w przemyśle i medycynie.

### 3.3 Dozór jądrowy i techniczny

Budowa i eksploatacja obiektów jądrowych jest uregulowana w prawie krajowym i międzynarodowym. Operatorzy obiektów muszą każdorazowo uzyskiwać zezwolenia odpowiednich organów państwowych dla wszystkich działań mających wpływ na bezpieczeństwo. Stan bezpieczeństwa jądrowego obiektu kontrolowany jest przez urząd dozoru jądrowego, który może być wspomagany przez urząd dozoru technicznego i inne instytucje kompetentne w dziedzinach związanych z bezpieczeństwem przemysłowym. Tabela 14 przedstawia stan zatrudnienia w urzędach dozoru jądrowego w wybranych krajach.

Pomiędzy poszczególnymi państwami występują znaczne różnice w wielkości zatrudnienia w dozorsze ze względu na różnice w modelach funkcjonowania tych

instytucji. W niektórych państwach urzędy zatrudniają bezpośrednio specjalistów do oceny dokumentacji, a nawet do prowadzenia badań na potrzeby dozoru, natomiast w innych państwach urzędy dozoru jądrowego zlecają większość prac analitycznych i badań instytucjom zewnętrznym, w tym tak zwanym TSO (ang. Technical Support Organization – Organizacja Wspierania Technicznego). Ponadto, różnice wynikają także z rozpoczętych procesów inwestycyjnych dla budowy nowych obiektów jądrowych, demontażu starych (zwłaszcza jeśli jest ich znacząca liczba, jak w przypadku Wielkiej Brytanii), a także różnej liczby użytkowników (posiadaczy zezwoleń) źródeł promieniowania jonizującego do zastosowań w medycynie i przemyśle. Dlatego powyższy wskaźnik (liczba osób/blok) nie jest wystarczająco miarodajny i nie da się na jego podstawie porównywać urzędów dozorowych z różnych państw. Daje on jednak wyobrażenie o skali zapotrzebowania na pracowników dozoru i z punktu widzenia niniejszej publikacji jest wystarczająco obiektywny, aby móc wykorzystać go w obliczeniach wpływu przemysłu jądrowego na zatrudnienie w gospodarce narodowej.

W Polsce urzędem właściwym do spraw bezpieczeństwa jądrowego jest Państwowa Agencja Atomistyki (PAA), natomiast instytucją właściwą w sprawach bezpieczeństwa technicznego jest Urząd Dozoru Technicznego (UDT). Obie instytucje będą współpracowały ze sobą w zakresie wydawania zezwoleń i kontroli elektrowni jądrowych. Od momentu rozpoczęcia prac nad „Programem polskiej energetyki jądrowej” w 2009 r. w ciągu 6 lat (do 2015 r. włącznie) PAA zwiększyła swoje zatrudnienie z 86 do 120 etatów. Tylko na potrzeby budowy i uruchomienia pierwszego bloku jądrowego w Polsce zatrudniono



**Fot. 8-9.**

Składowisko odpadów nisko- i średnioaktywnych SNF w Szwecji – po lewej jazd do podziemnych tuneli, po prawej fragment wydrążonego tunelu. (fot. po lewej: Allan Borg Rotate AB, SKB; fot. po prawej: Bengt O Nordin, SKB)

**Tabela 13.**

Wybrane składowiska odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego na świecie.

Nazwa obiektu	Typ	Kraj	Rok uruchomienia	Liczba zatrudnionych
Nuclear Waste Management Facility (NWMF)	Komercyjne składowisko odpadów niskoaktywnych	USA	1971	300
Waste Isolation Pilot Plant (WIPP)	Składowisko transuranowych odpadów wysokoaktywnych z przemysłu zbrojeniowego i badań naukowych	USA	1988	1000*
Envirocare Mixed Waste Disposal Facility (Envirocare)	Składowisko odpadów niskoaktywnych i mieszanych	USA	1988	400
Texas Compact Facility	Komercyjne składowisko odpadów niskoaktywnych	USA	2012	182
KSOP (+ siedziba ZUOP w Świerku)	Składowisko odpadów nisko- i średnioaktywnych	Polska	1961	45
Onkalo	Składowisko wypalonego paliwa jądrowego	Finlandia	(w budowie)	325 (budowa) 130 (eksploat.)
Osthammar	Składowisko wypalonego paliwa jądrowego	Szwecja	(w budowie)	200 (w fazie eksploatacji)
SNF	Składowisko odpadów nisko- i średnioaktywnych	Szwecja	1988	30
El Cabril	Składowisko odpadów nisko- i średnioaktywnych	Hiszpania	1992	123 (na miejscu) +182 (centrala) +20 (przy EJ)

\*liczba całkowita również z pośrednimi źródło: opracowanie własne na podstawie: Bezdek, R.H. and Wendling, R.M. (2006) 'The impacts of nuclear facilities on property values and other factors in the surrounding communities', Int. J. Nuclear Governance, Economy and Ecology, Vol. 1, No. 1, pp.122-144; Expansion of the Repository for Spent Nuclear Fuel - Environmental Impact Assessment Report 2008, Posiva Oy, 2008;

Plan 2013. Costs from and including 2015 for the radioactive residual products from nuclear power. Basis for fees and guarantees for the period 2015-2017 (Technical Report TR-14-16), Svensk Kärnbränslehantering AB, May 2014, s. 40; Draft Environmental and Safety Analysis of a Proposed Low-Level Radioactive Waste Disposal Facility in Andrews County, Texas Commission on Environmental Quality, Texas, August 2008, s. 156; Informe

Anual 2015, ENRESA, Madryt 2016, s. 148; Partnering for Long-term Management of Radioactive Waste. Evolution and Current Practice in Thirteen Countries, NEA-OECD, Paryż 2010, s. 121; <http://www.skb.com/our-operations/sfr/> (dostęp: 2016-07-29); <http://nadzor.msp.gov.pl/portal/nad/import/11/> (dostęp: 2015-01-10)

**Tabela 14.**

Wielkość zatrudnienia w urzędach/instytucjach dozoru jądrowego w wybranych państwach eksploatujących elektrownie jądrowe.

Państwo	Skróć nazwy urzędu/ instytucji	Zatrudnienie (rok)	Liczba bloków jądrowych (w danym roku)	Osób/blok
Belgia	FANC	150 (2013)	7	21,43
Bułgaria	BNSA	99 (2014)	2	49,50
Czechy	SUJB	203 (2013)	6	33,83
Finlandia	STUK	324 (2014)	4	81,00
Francja	ASN	483 + 15 958 (2015)	58	8,33 + 275,14*
Hiszpania	CSN	446 (2014)	7	63,71
Japonia	NRA	1025 (2014)	42	24,40
Kanada	CNSC	850 (2013)	19	44,74
Korea Południowa	NSSC	422 (2012)	23	18,35
Słowacja	UJD	108 (2014)	4	27,00
Stany Zjednoczone	NRC	3815 (2014)	100	38,15
Szwajcaria	ENSI	138 (2016)	5	27,60
Szwecja	SSM	300 (2013)	10	30,00
Ukraina	SNRC	229 (2010)	15	15,27
Wielka Brytania	ONR	500 (2014)	16	31,25

\*ASN + CEA

źródło: opracowanie własne na podstawie: Annual Report 2014. Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic, Bratislava 2015, s. 73; The Czech Republic National Report under the Convention on Nuclear Safety 2013, SUJB, Praga 2014, s. 34; Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, CNSC, sierpień 2013, s. 67; IRRS Follow-up report to the Government of Ukraine, State Nuclear Regulatory Committee of Ukraine (SNRCU), Kijów, listopad 2010, s. 17; Nuclear Regulatory Agency, Republic of Bulgaria, Report 2014, BNSA, Sofia, 2015, s. 3; Nuclear Safety Council report to the Parliament. Summary of 2014, CSN, Madryt, 2015, s. 18; „Overview of NRA Human Resource Development Center and NRA

Cooperation and Support for IAEA/ANSN”, Shohei SATO, International Conference on Human Resource Development for Nuclear Power Programmes: Building and Sustaining Capacity, 12 – 16 May 2014 Vienna, Austria (<http://www-pub.iaea.org/iaea/meetings/cn215p/Wednesday/Plenary/Session%203A/Sato.pdf>); ASN Report on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2015, ASN, Paryż 2016, s. 11 (<http://www.french-nuclear-safety.fr/Information/Publications/ASN-s-annual-reports/ASN-Report-on-the-state-of-nuclear-safety-and-radiation-protection-in-France-in-2015>); <http://www.cea.fr/english/Pages/cea/the-cea-a-key-player-in-technological-research.aspx> (dostęp 2016-08-09); Sixth meeting of the Contracting Parties to the Convention on

Nuclear Safety, Kingdom of Belgium National Report, sierpień 2013, s. 41; Switzerland’s Seventh National Report to the Convention on Nuclear Safety, ENSI, Brugg, lipiec 2016, s. 47; Republic of Korea Sixth National Report for the Convention on Nuclear Safety, NSSC, sierpień 2013, s. 71; Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, Sixth Report, CNSC, Ottawa 2013, s. 67; <http://www.stuk.fi/web/en/about-us/organization>; <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/In-English/Facts-about-us/>; <http://www.onr.org.uk/organisational-structure.htm> (dostęp: 2016-08-08); <http://www.nrc.gov/images/about-nrc/nrc-budget-authority-and-personal-ceiling.jpg> (dostęp: 2016-08-08)



w latach 2012-2013 dodatkowych 39 specjalistów (17 inspektorów dozoru jądrowego, 13 pracowników dokonujących analiz bezpieczeństwa i 9 specjalistów z zakresu prawa administracyjnego.)<sup>3</sup>. Liczba ta ma swoje uzasadnienie w danych przytoczonych przytoczonej tabeli nr 14 oraz w wytycznych Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej. W sprawozdaniu rocznym za 2011 rok, gdzie określono potrzeby kadrowe PAA w związku z budową pierwszej EJ, stwierdzono, że powyższe wyliczenia nie wyczerpują wszystkich potrzeb kadrowych warunkujących efektywne wykonywanie zadań PAA przewidzianych w Programie Polskiej Energetyki Jądrowej. Niemniej, realizacja ww. wzmocnienia kadrowego jest minimalnym warunkiem (...) wypełnienia funkcji dozorowych dla uruchomienia pierwszego bloku jądrowego. Aby osiągnąć wskaźnik zbliżony do dozoru czeskiego (który można potraktować jako punkt odniesienia) urząd dozoru jądrowego będzie musiał zatrudnić do 2035 roku kolejnych ok. 70 osób (przy założeniu budowy 6 bloków jądrowych).

**Zatem można przyjąć, że program energetyki jądrowej tej skali po-**

**woduje konieczność zatrudnienia dodatkowo ok. 100 osób w samym tylko dozorcze jądrowym.**

Brak danych na temat zapotrzebowania kadrowego UDT. Biorąc pod uwagę, że zakres kompetencji UDT w energetyce jądrowej będzie równie szeroki jak w przypadku PAA (choć będzie dotyczył jedynie części konwencjonalnej), można wstępnie przyjąć, że Urząd będzie musiał dysponować zbliżonym stanem kadrowym.

Należy doliczyć ponadto osoby zatrudnione w innych instytucjach państwowych takich jak Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Państwowa Inspekcja Sanitarna, Ministerstwo Energii (jako instytucja koordynująca program jądrowy) itd. Trudno obecnie oszacować zapotrzebowanie kadrowe w tych instytucjach związane z energetyką jądrową, ale można przyjąć, że nie przekroczy ono łącznie 100 osób.

### **3.4 Instytuty badawcze i ośrodki produkcji radioizotopów użytkowych**

W raporcie pt. „Wpływ przemysłu jądrowego na polską gospodarkę - korzyści na poziomie gospodarki

narodowej” krótko opisano działalność instytutów badawczych oraz przedsiębiorstw produkujących radioizotopy dla medycyny i przemysłu. W Polsce już działają tego typu podmioty, obecnie zatrudniają one (bez uczelni wyższych) ok. 1500 osób, w tym 240 osób w Ośrodku Radioizotopów POLATOM w Świerku (część NCBJ). Budowa i eksploatacja jądrowych bloków energetycznych spowoduje konieczność zwiększenia zatrudnienia na potrzeby realizacji zleceń ze strony dozoru jądrowego i operatora EJ (analizy bezpieczeństwa, badania materiałowe itp.) oraz ze względu na zwiększenie krajowej produkcji radioizotopów (dodatkowa produkcja w reaktorach energetycznych). Dokładne oszacowanie liczby nowych miejsc pracy w tych instytucjach będzie możliwe na kolejnych etapach realizacji PPEJ.

#### **Fot. 10.**

Laboratorium pojemników do przechowywania wypalonego paliwa jądrowego w zakładach SKB w Oskarshamn w Szwecji, na terenie byłej stoczni. (fot. Curt-Robert Lindqvist, SKB)



3. Liczba ta jest większa niż wzrost liczby etatów w latach 2009-2015 ze względu na zmiany organizacyjne w PAA i zwolnienia z powodu osiągnięcia wieku emerytalnego.

# Spis tabel, grafik, wykresów oraz literatura

## Spis tabel

- Tabela 1. Struktura zawodów/ specjalności na budowie EJ – ekipa budowlana. Udział specjalistów w szczycie robót (minimalna załoga, dla bloku referencyjnego 1300 MW, warunki amerykańskie).
- Tabela 2. Struktura zatrudnienia podczas budowy EJ (1 blok) – pozostałe grupy.
- Tabela 3. Liczba pracowników w szczycie robót wg różnych źródeł.
- Tabela 4. Zatrudnienie, wydajność pracy i wartość dodana dzięki budowie jednego bloku jądrowego o mocy 1400 MW netto i nakładach w wysokości 4,9 mld USD2008 (5,39 mld USD2015).
- Tabela 5. Wpływ inwestycji EJ w USA na tworzenie miejsc pracy poprzez łańcuch dostaw w czasie budowy elektrowni (wpływ pośredni - indirect impact).
- Tabela 6. Efekty mnożnikowe przy zatrudnieniu na budowie jednego bloku jądrowego oraz w zakładach produkcyjnych, a także dla wartości dodanej – indukowane oraz łączne.
- Tabela 7. Przewidywane miejsca pracy w nowym programie jądrowym w Wielkiej Brytanii w przeliczeniu na jedną dwublokową elektrownię.
- Tabela 8. Zatrudnienie w eksploatacji EJ. Liczby obejmują załogę elektrowni oraz ekipy serwisowo-rentowe zatrudniane czasowo.
- Tabela 9. Podział załogi EJ wg zadań.

- Tabela 10. Wielkość załogi jądrowego bloku energetycznego w zależności od mocy (typu) reaktora wg Bechtel i Oxford Economics.
- Tabela 11. Efekty mnożnikowe eksploatacji jednego jądrowego bloku energetycznego wg Oxford Economics (warunki amerykańskie).
- Tabela 12. Wpływ jednego jądrowego bloku o mocy 1000 MW na gospodarkę USA.
- Tabela 13. Wybrane składowiska odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego na świecie.
- Tabela 14. Wielkość zatrudnienia w urzędach/instytucjach dozoru jądrowego w wybranych państwach eksploatujących elektrownie jądrowe.

## Spis wykresów

- Wykres 1. Udział w zatrudnieniu w poszczególnych podsektorach przemysłu jądrowego w Wielkiej Brytanii w 2009 roku (z wyłączeniem firm kooperujących z branżą).
- Wykres 2. Udział różnych poziomów wykształcenia pracowników w trzech najważniejszych obecnie podsektorach energetyki jądrowej w Wielkiej Brytanii (2009 rok).
- Wykres 3. Liczba nowych miejsc pracy (FTE) wygenerowanych dzięki realizacji nowego programu budowy elektrowni jądrowych (8 bloków) w Wielkiej Brytanii w latach 2013-2030.
- Wykres 4. Struktura zawodów/

specjalności na budowie EJ – ekipa budowlana. Udział specjalistów w szczycie robót (minimalna załoga, dla bloku referencyjnego 1300 MW, warunki amerykańskie).

- Wykres 5. Struktura zatrudnienia podczas budowy EJ – pozostałe grupy. Wizualizacja danych z tabeli nr 2.
- Wykres 6. Przewidywana wielkość zatrudnienia na budowie jednego jądrowego bloku energetycznego w USA oraz w zakładach produkcyjnych wytwarzających urządzenia i maszyny wchodzące w skład technologii bloku – wg opracowania Oxford Economics.
- Wykres 7. Zarobki w wybranych działach polskiej gospodarki na tle zarobków w elektrowniach ciepłych zawodowych w 2014 roku.
- Wykres 8. Podział załogi EJ wg zadań.

## Spis fotografii

- Fot. 1-2. Budowa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 3. Montaż turbiny w bloku nr 3 elektrowni Olkiluoto. W przyszłości tego typu urządzenia mogą być znowu produkowane w Polsce. (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 4-5. Produkcja urządzeń wielkogabarytowych dla bloku EPR w Olkiluoto. Po lewej odkuwka zbiornika ciśnieniowego reaktora, po prawej zbiornik ciśnieniowy po wykuciu. (fot. Areva)

- Fot. 6. Dno stalowej okładziny-szalunku obudowy bezpieczeństwa bloku nr 3 w EJ Olkiluoto w Finlandii – cała okładzina wyprodukowana przez polską firmę Energomontaż-Północ Gdynia. (fot. TVO/Hannu Huovila)
- Fot. 7. Młodzi inżynierowie w nastawni bloku nr 1 w EJ Olkiluoto. Elektrownie jądrowe to szansa dla młodych osób na znalezienie atrakcyjnej i dobrze płatnej pracy w kraju. (fot. TVO/Markku Korpi-Hallila)
- Fot. 8-9. Składowisko odpadów nisko- i średnioaktywnych SNF w Szwecji – po lewej wjazd do podziemnych tuneli, po prawej fragment wydrążonego tunelu. (fot. po lewej: Allan Borg Rotate AB, SKB; fot. po prawej: Bengt O Nordin, SKB)
- Fot. 10. Laboratorium pojemników do przechowywania wypalonego paliwa jądrowego w zakładach SKB w Oskarshamn w Szwecji, na terenie byłej stoczni. (fot. Curt-Robert Lindqvist, SKB)

## Wykaz skrótów

EJ – elektrownia jądrowa  
 FMCG – ang. Fast Moving Consumer Goods, produkty szybkozbywalne  
 FTE – ang. Full Time Equivalent, odpowiednik pełnego etatu  
 GWe – gigawat mocy elektrycznej  
 JUWP – jądrowy układ wytwarzania pary  
 KSOP – Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych  
 MW, MWe – megawat, megawat mocy elektrycznej  
 NCBJ – Narodowe Centrum Badań Jądrowych  
 OECD – ang. Organization of Economic Cooperation and Development, pol. Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju  
 PAA – Państwowa Agencja Atomistyki  
 PPEJ – „Program polskiej energetyki jądrowej”

UDT – Urząd Dozoru Technicznego  
 ZUOP – Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

## Literatura

- A new nuclear power station at Wylfa. Statement of Community Consultation (SOCC), Horizon Nuclear Power
- Annual Report 2014. Nuclear Regulatory Authority of the Slovak Republic, Bratysława 2015
- ASN Report on the state of nuclear safety and radiation protection in France in 2015, ASN, Paryż 2016 (<http://www.french-nuclear-safety.fr/Information/Publications/ASN-s-annual-reports/ASN-Report-on-the-state-of-nuclear-safety-and-radiation-protection-in-France-in-2015>)
- Baltic NPP project in the Kalinin-grad region, broszura informacyjna, Atomenergoprojekt, Sankt Petersburg 2011 (<http://balticnpp.com/wps/wcm/connect/baltaes/siteeng/resources/905fda0047d5d749ae84bedadfdf304b/baltaesEng1.pdf>)
- Canadian National Report for the Convention on Nuclear Safety, Sixth Report, CNSC, Ottawa 2013
- DOE NP2010 Nuclear Power Plant Construction Infrastructure Assessment, US DoE, 2005
- Draft Environmental and Safety Analysis of a Proposed Low-Level Radioactive Waste Disposal Facility in Andrews County, Texas Commission on Environmental Quality, Texas, August 2008
- Draft Environmental Impact Statement for Combined License (COL) for Enrico Fermi Unit 3. Draft Report for Comment, NUREG-2105, Vol. 1, Office of New Reactors U.S. Nuclear Regulatory Commission Washington, DC 20555-0001, October 2011
- Draft Workforce Profile Report [Hinkley Point C], EDF Energy, February 2011
- Działalność Prezesa Państwowej

Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2008 roku, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa 2009

- Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2013 roku, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa 2014
- Działalność Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki oraz ocena stanu bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej w Polsce w 2015 roku, Państwowa Agencja Atomistyki, Warszawa 2016
- Economic Benefits of Palo Verde Nuclear Generation Station. An
- Economic Impact Study by the Nuclear Energy Institute, NEI, 2004
- Economic Benefits of the Duke Power-Operated Nuclear Power Plants. An Economic Impact Study by the Nuclear Energy Institute, NEI, 2004
- Economic, Employment and Environmental Benefits of Renewed U.S. Investment in Nuclear Energy. National and State Analysis, Oxford Economics, 2008
- Economic, tax revenue, and public service impact study of a nuclear energy facility in Payette county, Idaho, Johnson Reid LLC, Portland, February 2010
- 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 budowy 2x 465 MW. Gospodarka remontowa i transportowa, Jaworek J., Kędzióra A., Missol W., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, czerwiec 1987 (kserokopia)
- Elektrownia Jądrowa Żarnowiec. Etap II 2x 465 MW. Założenia Techniczno-Ekonomiczne. Charak-

terystyka techniczna. Zagadnienia ogólne /Aktualizacja V/, Kowalski J., Walkowiak C., Plewiński J., BSiPE ENERGOPROJEKT, Warszawa, sierpień 1988, załącznik nr 6 (kserokopia)

- Environmental Impact Assessment Report for a Nuclear Power Plant, Fennovoima Oy, Helsinki, październik 2008
- Expansion of the Repository for Spent Nuclear Fuel - Environmental Impact Assessment Report 2008, Posiva Oy, 2008
- Fortum Sustainability Report 2010, Fortum Corporation, 2011
- Hinkley Point C Environmental Statement Non-Technical Summary, EDF Energy, October 2011
- Impact of nuclear power in Korea, Hyo Sun Chung, prezentacja KHNP, 31 maja 2011 (<http://www.iaea.org/NuclearPower/Downloads/Infrastructure/meetings/2011-May-Africa/ImpactofNuclearPowerin-Korea-HyoS.Chung-KHNP.pdf>)
- Informe Anual 2015, ENRESA, Madryt 2016
- IRRS Follow-up report to the Government of Ukraine, State Nuclear Regulatory Committee of Ukraine (SNRCU), Kijów, listopad 2010
- Next Generation. Skills for New Build Nuclear, Renaissance nuclear skills series vol. 2, The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, March 2010
- Nuclear Energy's Economic Benefits – Current and Future, Nuclear Energy Institute, December 2011
- Nuclear Industry's Comprehensive Approach Develops Skilled Work Force for the Future, Nuclear Energy Institute Fact Sheet, NEI, Washington D.C., September 2010
- Nuclear LMI Highlights (draft), The Nuclear Energy Skills Alliance, Cogent SSC Ltd., Warrington, June 2009
- Nuclear Regulatory Agency. Republic of Bulgaria. Report 2014, BNSA, Sofia, 2015
- Nuclear Safety Council report to

the Parliament. Summary of 2014, CSN, Madryt, 2015

- Ocena Oddziaływania na Środowisko EJ Bałtycka, dokumentacja udostępniona w ramach konsultacji transgranicznych w siedzibie Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Białymstoku
- „Overview of NRA Human Resource Development Center and NRA Cooperation and Support for IAEA/ANSN”, Shohei SATO, International Conference on Human Resource Development for Nuclear Power Programmes: Building and Sustaining Capacity, 12 – 16 May 2014 Vienna, Austria (<http://www.pub.iaea.org/iaeameetings/cn215p/Wednesday/Plenary/Session%203A/Sato.pdf>)
- Partnering for Long-term Management of Radioactive Waste. Evolution and Current Practice in Thirteen Countries, NEA-OECD, Paryż 2010
- Plan 2013. Costs from and including 2015 for the radioactive residual products from nuclear power. Basis for fees and guarantees for the period 2015–2017 (Technical Report TR-14-16), Svensk Kärnbränslehantering AB, May 2014
- Realizing the Value of Nuclear Power in Poland, Bob Pearce, III Szkoła Energetyki Jądrowej, Gdańsk, październik 2010
- Republic of Korea Sixth National Report for the Convention on Nuclear Safety, NSCC, Seul, sierpień 2013
- Sixth meeting of the Contracting Parties to the Convention on Nuclear Safety. Kingdom of Belgium National Report, FANC, Bruksela, sierpień 2013
- Socio-economic Environment Assessment of Environmental Effects. Technical Support Document. New Nuclear – Darlington Environmental Assessment (NK-054-REP-07730-00019 Rev 000), AECOM Canada Ltd., September 2009

- Statystyka elektroenergetyki polskiej 2014, Agencja Rynku Energii S.A., Warszawa, wrzesień 2015
- Study of Construction Technologies and Schedules, O&M Staffing and Cost, Decommissioning Costs and Funding Requirements for Advanced Reactor Designs, Dominion Energy Inc., prepared for US DOE, 2004
- Supplementing the Loviisa Nuclear Power Plant with a Third Plant Unit. Environmental Impact Assessment Report, Fortum Power and Heat Oy, Helsinki 2008
- Switzerland's Seventh National Report to the Convention on Nuclear Safety, ENSI, Brugg, lipiec 2016
- The Czech Republic National Report under the Convention on Nuclear Safety 2013, SUJB, Praga 2014
- The fleet effect: The economic benefits of adopting a fleet approach to nuclear new build in the UK, PricewaterhouseCoopers, November 2012
- The impact of Exelon's proposed construction and operation of a nuclear power facility on business activity in Victoria county and Texas, The Perryman Group, Waco, Texas, July 2008
- The impacts of nuclear facilities on property values and other factors in the surrounding communities, Bezdek R.H., Wendling R.M., Int. J. Nuclear Governance, Economy and Ecology, Vol. 1, No. 1 (2006), pp. 122–144
- Training of Contractors at Loviisa NPP, K. Holmberg, M. Halin, [w:] Nestet 2011. Nuclear Education and Training, European Nuclear Society, Praga, 2011
- U.S. Job Creation Due to Nuclear Power Resurgence in The United States, US DoE, 2004
- Zatrudnienie i wynagrodzenia w gospodarce narodowej w 2014 r., Główny Urząd Statystyczny, Warszawa 2015
- <http://www.atom.edu.pl/index>

- php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-zarno-wiec.html (dostęp: 2015-01-10)
- <http://atom.edu.pl/index.php/ej-w-polsce/wczoraj/ej-warta-w-klempiczu.html> (dostęp: 2015-01-10)
  - [http://energetyka.wnp.pl/6-5-tys-osob-zbuduje-polska-elektrownie-jadrowa,176171\\_1\\_0\\_0.html](http://energetyka.wnp.pl/6-5-tys-osob-zbuduje-polska-elektrownie-jadrowa,176171_1_0_0.html) (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://energie.edf.com/nucleaire/carte-des-centrales-nucleaires/flamanville-3-epr-project/the-flamanville-3-project-2461.html> (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://foratom.org/public/topical-publications/8649-europe-wide-jobs-map/file.html> (dostęp: 2016-08-10)
  - <http://nadzor.msp.gov.pl/portal/nad/import/11/> (dostęp: 2015-01-10)
  - [http://wyborcza.biz/biznes/1,101562,11395110,Japon-czycy-stworza-tysiace-miejsc-pracy\\_w\\_Polsce.html](http://wyborcza.biz/biznes/1,101562,11395110,Japon-czycy-stworza-tysiace-miejsc-pracy_w_Polsce.html) (dostęp: 2015-01-10)
  - [http://www.belene-npp.com/uploads/file/12/belene\\_mayor\\_interview\\_en.pdf](http://www.belene-npp.com/uploads/file/12/belene_mayor_interview_en.pdf) (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://www.cea.fr/english/Pages/cea/the-cea-a-key-player-in-technological-research.aspx> (dostęp: 2016-08-09)
  - <http://www.dailymail.co.uk/news/article-2477202/Deaths-chilling-safety-lapses-lawsuits-huge-cost-runs-delays-Why-trust-French-Britains-nuclear-future.html> (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://www.fennovoima.fi/en/site/public-reception> (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://www.fortum.com/en/mediaroom/pages/safe-and-good-production-year-at-fortums-loviisa-nuclear-power-plant.aspx> (dostęp: 2015-01-10)
  - [http://www.horizonnuclearpower.com/files/downloads/SOCC/SOCC%202104%20\(English\)%20\(FINAL-LR\).pdf](http://www.horizonnuclearpower.com/files/downloads/SOCC/SOCC%202104%20(English)%20(FINAL-LR).pdf) (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://www.ncbj.gov.pl/yp/index.php?mod=dep&q=OR> (dostęp: 2016-08-15)
  - <http://www.niauk.org/promos/2409-65-000-good-reasons-for-civil-nuclear> (dostęp: 2016-09-25)
  - <http://www.nrc.gov/images/about-nrc/nrc-budget-authority-and-personal-ceiling.jpg> (dostęp: 2016-08-08)
  - <http://www.onr.org.uk/organizational-structure.htm> (dostęp: 2016-08-08)
  - <http://www.skb.com/our-operations/sfr/> (dostęp: 2016-07-29)
  - <http://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/In-English/Facts-about-us/> (dostęp: 2016-08-08)
  - <http://www.stuk.fi/web/en/about-us/organization> (dostęp: 2016-08-08)
  - <http://www.vae.lt/files/Vi-sagino%20AE%20leidinys%20A4+3mm%20ENG.pdf> (dostęp: 2015-01-10)
  - [http://www.world-nuclear-news.org/NN\\_Contract\\_complete\\_for\\_nuclear\\_power\\_in\\_Belarus\\_1907121.html](http://www.world-nuclear-news.org/NN_Contract_complete_for_nuclear_power_in_Belarus_1907121.html) (dostęp: 2015-01-10)
  - <http://www.world-nuclear-news.org/NN-Westinghouse-moves-forward-with-Kozloduy-7-01081401.html> (dostęp: 2015-01-10)







MINISTERSTWO ENERGII

