



## Material informacyjny

opracowany przez Departament Energii Jądrowej

Ministerstwa Energii

Marzec 2017

## Energetyka jądrowa na świecie

Na świecie działa obecnie 449 energetycznych reaktorów jądrowych w 30 krajach<sup>1</sup>. W 2016 roku liczba ta wzrosła o 7. W budowie znajduje się kolejnych 60 bloków a ponad 160 jest planowanych. Światowe zdolności do produkcji energii w siłowniach jądrowych wzrosły o ok. 9 GWe. Zwiększyła się też produkcja „atomowego” prądu, która w roku 2015 osiągnęła 2441 TWh. Udział energii jądrowej w całkowitej produkcji elektryczności od czterech lat utrzymuje się na podobnym poziomie - w roku 2015 wyniósł 11,5%.

Siłownie jądrowe działają obecnie w 30 państwach. W marcu 2017 r. **czynnych było 449 bloków jądrowych o całkowitej mocy 392,23 GWe<sup>2</sup>** (na koniec 2015 roku było to odpowiednio 441 reaktorów i 382,86 GWe). Oprócz reaktorów energetycznych na świecie eksploatowanych jest obecnie **228 reaktorów badawczych** przeznaczonych do prowadzenia prac naukowo-badawczych, celów dydaktycznych i szkolenia personelu oraz wytwarzania izotopów promieniotwórczych.

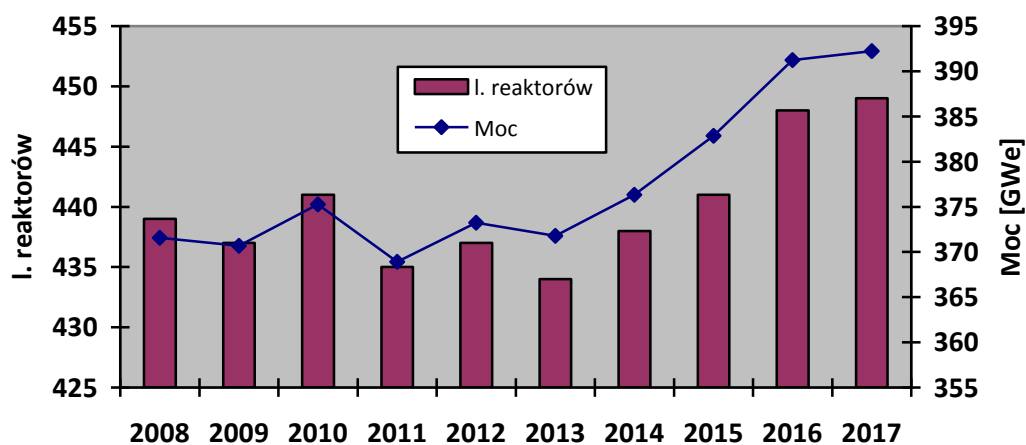
	Liczba reaktorów	Moc zainstalowana netto [GWe]	Produkcja energii [TWh]	Udział [%]
2008	439	371,56	2597	15,0
2009	437	370,70	2558	14,0
2010	441	375,28	2630	13,8
2011	435	368,92	2518	13,5
2012	437	373,26	2346	11,0
2013	434	371,79	2359	11,0
2014	438	376,34	2410	11,0
2015	441	382,86	2441	11,5
2016	448	391,23		
2017	449	392,23		

Tab.1. Reaktory energetyczne i produkcja energii elektrycznej w EJ na świecie

Od 2012 r. co roku wzrasta produkcja energii elektrycznej w siłowniach jądrowych, natomiast liczba reaktorów rośnie systematycznie od 2013 r. Oznacza to **odwrócenie krótkotrwałej tendencji spadkowej i powrót do hossy** w sektorze energetyki jądrowej.

<sup>1</sup> Energetyka jądrowa rozwija się także w Republice Chińskiej (Tajwan) - państwo nieuznawane przez większość społeczności międzynarodowej.

<sup>2</sup> Całkowita liczba czynnych reaktorów uwzględnia również 6 reaktorów eksploatowanych na Tajwanie.



Rys. 1. Liczba i moc czynnych reaktorów energetycznych na świecie

Decyzje o budowie nowych jednostek w elektrowniach jądrowych zapadają głównie w szybko rozwijających się państwach Azji Południowo-Wschodniej (Chiny, Indie, Korea Płd). **W 2016 roku uruchomiono 10 nowych jednostek wytwórczych** w 6 krajach (Chiny – 5, Pakistan, Indie, Rosja, Korea Płd. i USA – po 1) o **sumarycznej mocy 9479 MWe**.

Po raz pierwszy na świecie włączono do sieci reaktor jądrowy zaliczany do najnowszej generacji III+ typu WWER-1200/AES-2006 (EJ NOVOVORONEZH 2-1 w Rosji). Reaktor ten następnie w lutym 2017 r. rozpoczął pracę komercyjną.

Lp.	Kraj	Elektrownia	Reaktor		Data	
			Typ/Model	Moc [MWe]	Rozpoczęcia budowy	Włączenia do sieci
1.	Chiny	CHANGJIANG-2	PWR/CNP-600	610	21/11/2010	20/06
2.		FANGCHENGANG-2	PWR/CPR-1000	1000	23/12/2010	15/07
3.		FUQING-3	PWR/CNP-1000	1000	31/12/2010	7/09
4.		HONGYANHE-4	PWR/CPR-1000	1000	15/08/2009	1/04
5.		NINGDE-4	PWR/CPR-1000	1018	29/09/2010	29/03
6.	Pakistan	CHASNUPP-3	PWR/CNP-300	315	28/05/2011	15/10
7.	Indie	KUDANKULAM-2	WWER/V-412	917	4/07/2002	29/08
8.	Rosja	NOVOVORONEZH 2-1	WWER/V-392M (AES-2006)	1114	24/06/2008	5/08
9.	Korea Płd.	SHIN-KORI-3	PWR/APR-1400	1340	16/10/2008	15/01
10.	USA	WATTS BAR-2	PWR/W (4-loop) (ICECND)	1165	1/09/1973 15/10/2007	3/06
<b>Razem 10 bloków</b>				<b>9479 MWe</b>		

Tab.2. Reaktory energetyczne uruchomione w roku 2016

Czas budowy reaktorów chińskich wynosił średnio 5,5-6,5 roku, natomiast pozostałych mieścił się w przedziale 5,5-12 lat.



W 2016 r. uzyskano dodatkowy przyrost mocy elektrowni jądrowych o 92 MWe, dzięki modernizacji i zwiększeniu mocy działających reaktorów w USA:

- EJ Peach Bottom-3 o 72 MWe,
- EJ Catawba-1 o 20 MWe.

W minionym roku na stałe wyłączono 3 reaktory:

- IKATA-1 w Japonii,
- FORT CALHOUN-1 w USA,
- NOVOVORONEZH-3 w Rosji.

Lp.	Kraj	Elektrownia	Reaktor		Data wyłączenia
			Typ/Model	Moc [MWe]	
1.	Japonia	IKATA-1	PWR/M (2-loop)	538	10/5
2.	USA	FORT CALHOUN-1	PWR/CE (2-loop)	478	24/10
3.	Rosja	NOVOVORONEZH-3	WWER/V-179	385	25/12
<b>Razem 3 bloki</b>				<b>1401 MWe</b>	

**Tab.3. Reaktory energetyczne wyłączone w roku 2016**

oraz rozpoczęto budowę 3 nowych bloków:

- KANUPP-3 w Pakistanie,
- TIANWAN-6 oraz FANGCHENGGANG-4 w Chinach.

Lp.	Kraj	Elektrownia	Reaktor		Data rozpoczęcia budowy
			Typ/Model	Moc [MWe]	
1.	Pakistan	KANUPP-3	PWR/ACP-1000	1014	31/05
2.	Chiny	TIANWAN-6	PWR/CPR-1000	1000	7/09
3.		FANGCHENGGANG-4	PWR/HPR-1000	1000	23/12
<b>Razem 3 bloki</b>				<b>3014 MWe</b>	

**Tab.4. Reaktory energetyczne, których budowę rozpoczęto w roku 2016**

Na początku bieżącego roku **uruchomiono w Chinach** kolejny 37 reaktor:

- EJ YANGJIANG-4 typu PWR/CPR-1000 o mocy 1000 MWe

oraz planuje się zakończenie budowy następnych 5 bloków, w tym **po raz pierwszy na świecie reaktorów typu AP-1000 i EPR**.

W ostatnich latach utrzymuje się wysoka dynamika inwestycji w energetyce jądrowej. Obecnie na świecie w budowie znajduje się **60 bloków jądrowych o całkowitej projektowanej mocy 60,26 GWe**.<sup>3</sup> Inwestycje te realizowane są głównie w Chinach (20), Rosji (7) i Indiach (5). Reaktory w większości należą do typu PWR (50). Budowane są także reaktory typu PHWR (4), BWR (4), HTGR (1) i FBR (1). Wśród tych bloków znajdują się 34 reaktory

<sup>3</sup> Liczby te uwzględniają również 2 reaktory budowane obecnie na Tajwanie.

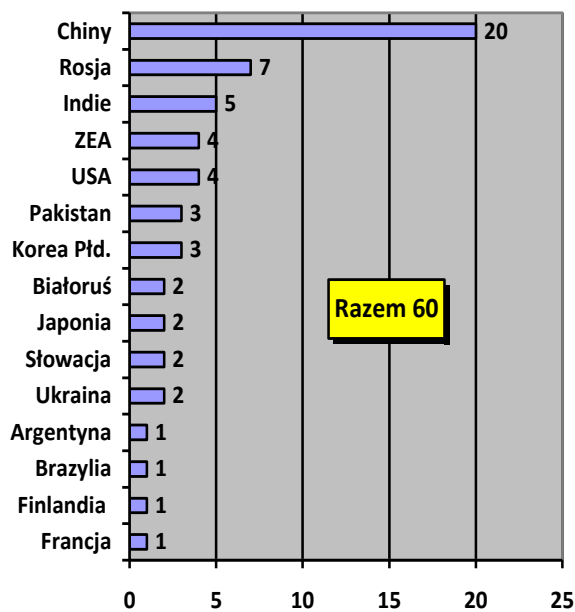


<http://www.me.gov.pl/Energetyka+jadrowa>

<https://www.facebook.com/poznaj.atom/>

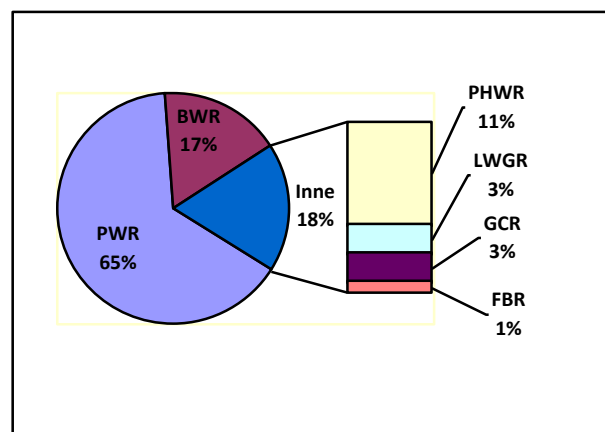
o najnowocześniejszej, zaawansowanej konstrukcji z pasywnymi systemami bezpieczeństwa, zaliczane do generacji III/III+:

- AP-1000 (Westinghouse/Toshiba) – 9,
- APR-1400 (KHNP) – 7,
- AES-2006 (Rosatom) – 6
- EPR (Areva) – 4,
- ABWR (GE Hitachi, Toshiba) – 4,
- HPR-1000 (CGN, CNNC) – 4.



Rys.2. Reaktory energetyczne w budowie

Wśród eksploatowanych obecnie reaktorów energetycznych zdecydowanie dominują **reaktory lekkowodne**, które stanowią **82%** światowej floty. Są to w większości reaktory ciśnieniowe typu **PWR** (65%) lub z wodą wrzącą typu **BWR** (17%). Pozostałe 18% stanowią reaktory ciężkowodne (PHWR), grafitowe (LWGR), gazowe (GCR) oraz prędkie (FBR).

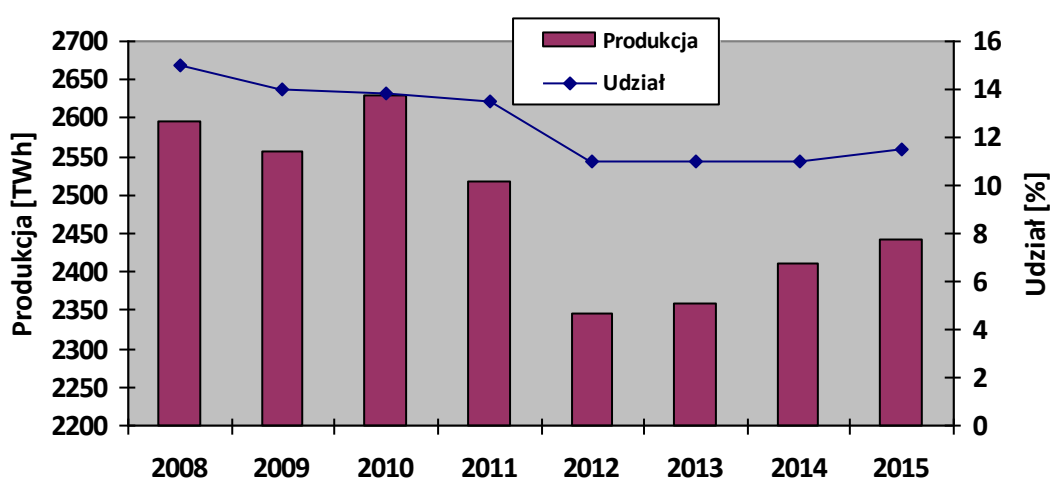


Rys.3. Udział różnych typów reaktorów energetycznych eksploatowanych na świecie



Od roku 2012, po okresie spadku związanym z awarią w EJ Fukushima i zmianą polityki energetycznej Niemiec, stale rośnie produkcja energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych. W roku 2015 osiągnęła poziom **2441 TWh**, co stanowi przyrost o 31 TWh w stosunku do roku 2014. Jest to **spowodowane głównie 30% wzrostem produkcji w Chinach** (37 TWh w roku 2015).

Udział energii jądrowej w całkowitej produkcji elektryczności zmniejszył się o ok. 6% w ciągu ostatnich 15 lat (maksimum 17,6% w 1996 r.), ale od czterech lat utrzymuje się na niezmiennym poziomie. W roku 2015 wyniósł **11,5%**, w porównaniu do 11% w 2014 r.



Rys.4. Produkcja energii elektrycznej w EJ na świecie

Większość reaktorów pracujących obecnie oddawano do użytku w latach 1975-1990. Należą one do II i III generacji i projektowane były na 40 lat pracy. Dziś ponad połowa z nich (248) przekroczyła okres 30 lat eksploatacji. Państwa posiadające przemysł jądrowy prowadzą politykę przedłużania dopuszczalnego okresu eksploatacji reaktorów o 10-20 lat (do 50-60 lat). Pozwoli im to odsunąć w czasie decyzję o budowie nowych reaktorów, które powinny zastąpić starzejącą się flotę. Niektóre kraje wyłączają reaktory przed upływem planowanego terminu ich eksploatacji, z uwagi na wysokie koszty modernizacji i brak ekonomicznego uzasadnienia dalszej pracy przestarzałych bloków (np. USA – EJ Palisades, EJ Indian Point, EJ Clinton, EJ Quad Cities i EJ Diablo Canyon; Szwecja – EJ Oskarshamn-2; Japonia – Ikata-1). Współcześnie budowane reaktory generacji III+ mają pracować przez 60 lat.

Fala koniecznych włączeń ze względu na wiek reaktorów - spodziewana ok. 2030 r. - zmniejszy w zasadniczy sposób (o ok. 150 GWe) potencjał państw w zakresie bezemisyjnych źródeł energii elektrycznej. **Może to w efekcie skutecznie zagrozić wysiłkom podejmowanym na rzecz ograniczenia zmian klimatycznych.** Wyłączenie reaktora jądrowego o mocy 1000 MWe może spowodować wzrost emisji CO<sub>2</sub> od 4,1 do 6,7 mln ton rocznie lub 0,52-0,84 tony CO<sub>2</sub>/MWh.