

Stan bezpieczeństwa jądrowego i ochrony radiologicznej obiektów jądrowych, ich wpływ na zdrowie i środowisko naturalne

a) Reaktor MARIA

W 2016r. reaktor pracował 4862 godzin na mocy od 100 kW do 25 MW. Harmonogram pracy reaktora dostosowany był do zapotrzebowania na napromieniowanie płytek uranowych, do produkcji molibdenu Mo-99, dla firmy Malinckrodt Pharmaceuticals oraz zapotrzebowania Ośrodka Radioizotopów POLATOM na napromieniowanie dwutlenku telluru, chlorku potasu, siarki, lutetu, samaru, kobaltu, żelaza itd. W czasie pracy reaktora nie odnotowano istotnych uwolnień substancji radioaktywnych do środowiska. Zagrożenie radiologiczne personelu jest bardzo małe (zawierające się w granicach 0,1-2,02 mSV za cały rok) ze względu na dobrą jakość eksploatowanego paliwa jądrowego oraz brak stanów awaryjnych.

Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna zapewniona jest poprzez:

- Zastosowanie zachowawczych marginesów bezpieczeństwa, technicznych środków bezpieczeństwa oraz barier zapobiegających uwalnianiu radionuklidów do otoczenia,
- Prowadzenie systematycznych kontroli i ewentualnych remontów elementów bezpieczeństwa,
- Wbudowane cechy bezpieczeństwa reaktora (m.in. ujemne współczynniki reaktywności temperatury paliwa, moderatora oraz próżni),
- Stosowanie pasywnych i aktywnych układów bezpieczeństwa,
- Stosowania zasad redundancji, różnorodności i niezależności w układach bezpieczeństwa oraz zasady bezpiecznego defektu (fail-safe),
- Prowadzenie pomiarów emisji substancji promieniotwórczych do atmosfery oraz do środowiska wodnego,
- Prowadzenie pomiarów poziomu promieniowania na terenie i w otoczeniu Ośrodka Świerk,
- Prowadzenie pomiarów dawek indywidualnych oraz skażeń wewnętrznych pracowników.

Zgodnie z aktualnymi ocenami stanu ochrony radiologicznej zawartości substancji promieniotwórczych w otoczeniu Ośrodka Świerk i Reaktora MARIA nie odbiegają od poziomów rejestrowanych w punktach odniesienia i nie stwierdza się negatywnego wpływu reaktora MARIA na otaczające środowisko.

b) Reaktor EWA

Rozpoczęty w 1997 r. proces likwidacji (ang. decommissioning) tego reaktora osiągnął w 2002 r. stan określany mianem zakończenia fazy drugiej. Oznacza to, że dokonano usunięcia z reaktora paliwa jądrowego i wszystkich substancji promieniotwórczych, których poziom aktywności mógł mieć znaczenie z punktu widzenia ochrony radiologicznej. Budynek reaktora został wyremontowany, a pomieszczenia przystosowano na potrzeby Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP).

c) Przechowalniki wypalonego paliwa (obiekty nr 19 i 19A)

Przechowalnik nr 19 służył do przechowywania zakapsułowanego niskowzbożonego wypalonego paliwa typu EK-10 (LEU), pochodzącego z pierwszego okresu eksploatacji reaktora EWA w latach 1958-1967. Obiekt ten obecnie jest wykorzystywany jako miejsce przechowywania niektórych stałych odpadów promieniotwórczych pochodzących z likwidacji reaktora EWA i z eksploatacji reaktora MARIA oraz zużytych źródeł promieniowania γ o dużej aktywności.

Przechowalnik nr 19A służył do przechowywania wysokowzbogaconego (HEU) paliwa typu WWR-SM i WWR-M2, pochodzącego z eksploatacji reaktora EWA w latach 1967-1995, a także do przechowywania zakapsułowanego paliwa typu MR, pochodzącego z eksploatacji reaktora MARIA. Obecnie w żadnym z dwóch przechowalników nie znajduje się wypalone paliwo jądrowe.

Bezpieczeństwo jądrowe i ochrona radiologiczna zapewniona jest poprzez:

- kontrolowanie istotnych parametrów chemicznych i radiologicznych oraz poziomu wody w zbiornikach w obiektach 19 oraz 19A,
- prowadzenie kontroli wizualnych stanu zbiorników przechowawczych pod kątem uszkodzeń mechanicznych i korozji w obszarach dostępnych do obserwacji,
- prowadzenie systematycznego monitoringu radiologicznego w obszarach przechowalników, obejmujących cotygodniowe kontrole obiektów, które dotyczą pomiarów mocy równoważnia dawki promieniowania gamma, pomiarów skażeń powierzchni pomieszczeń technologicznych metodą wymazów,
- kontrolowanie uwolnień promieniotwórczych izotopów do atmosfery,
- kontrolowanie narażenia zewnętrznego od promieniowania jonizującego pracowników obsługi.

W czasie eksploatacji przechowalników wypalonego paliwa do 2012 r. następowało uwalnianie do atmosfery niewielkiej ilości gazów i aerozoli promieniotwórczych. Podane wartości uwolnień najważniejszych izotopów promieniotwórczych w tabeli nr 2 szacowane są na podstawie pomiarów stężeń izotopów w wodzie oraz szybkości odparowania wody ze zbiorników. Od września 2012 r. w przechowalnikach nie znajduje się wypalone paliwo i nie są z nich uwalniane do środowiska substancje promieniotwórcze.

2. Wielkości i skład izotopowy uwolnień substancji promieniotwórczych z obiektów jądrowych do środowiska

a) Reaktor MARIA

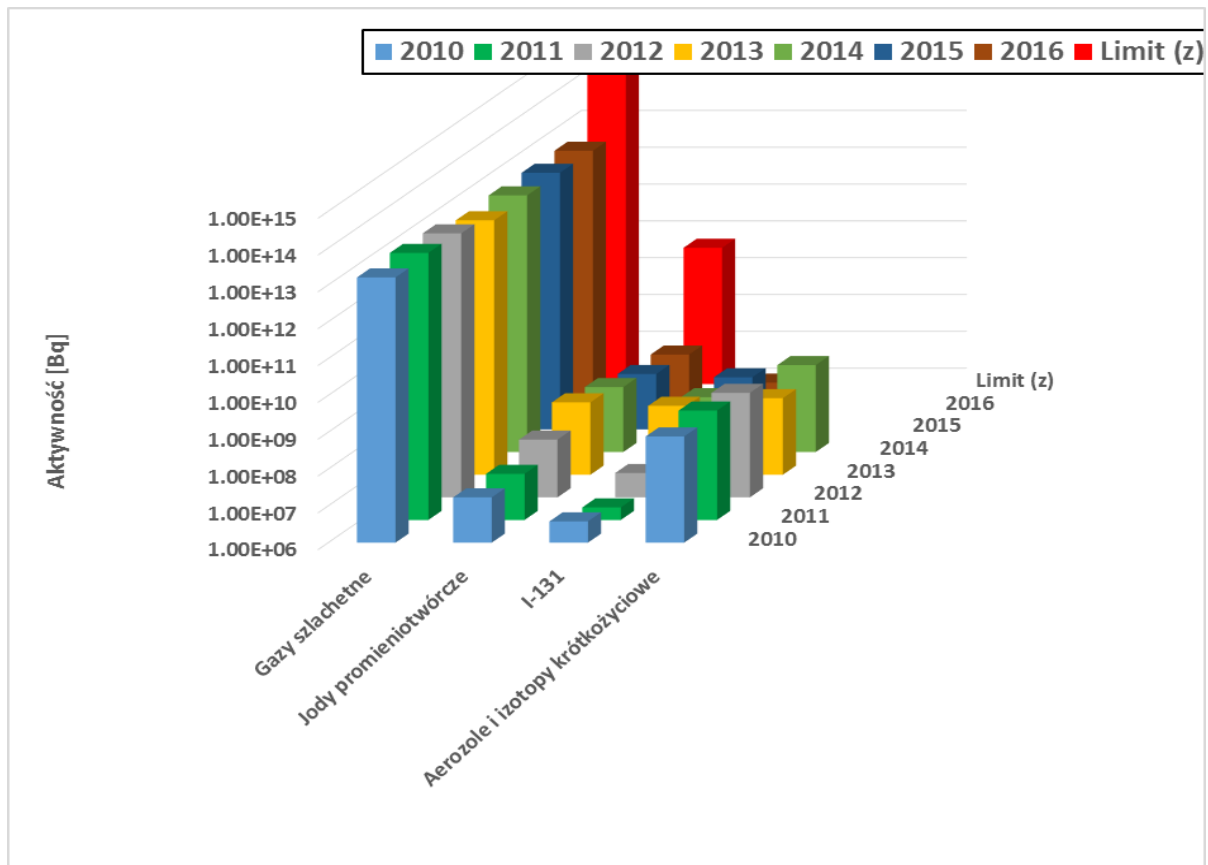
W warunkach normalnej pracy reaktora podstawowe zagrożenie w jego otoczeniu pochodzi od emisji Ar-41 oraz izotopów jodu. Wynika to z wielkości emisji (argon) oraz najniższej wartości limitu (I-131). Podane wartości uwolnień w tabeli 1 porównane są limitów uwolnień przyznanych w zezwoleniu na eksploatację reaktora Maria przez Prezesa PAA (oznaczone w kolumnie jako Limit (z)).

Tabela 1

2010	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
			I kw	II kw	III kw	IV kw	Suma:	
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	3.7x10 ¹²	3.8x10 ¹²	4.3x10 ¹²	4.2x10 ¹²	1.6x10 ¹³	1x10 ¹⁵
		Bq/h						6.0x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	2.3x10 ⁶	5.0x10 ⁶	6.2x10 ⁶	3.5x10 ⁶	1.7x10 ⁷	5x10 ⁹
		Bq/w						1.3x10 ⁶
	¹³¹ I	Bq/a	5.9x10 ⁵	1.7x10 ⁶	9.0x10 ⁵	6.1x10 ⁵	3.8x10 ⁶	-
		Bq/w						7.3x10 ⁵
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	2.0x10 ⁸	1.2x10 ⁸	1.6x10 ⁸	2.9x10 ⁸	7.7x10 ⁸	-
		Bq/w						8.2x10 ⁷

2011	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
			I kw	II kw	III kw	IV kw	Suma:	
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	4.9x10 ¹²	4.4x10 ¹²	4.5x10 ¹²	3.7x10 ¹²	1.8x10 ¹³	1x10¹⁵
		Bq/h						8.2x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	4.1x10 ⁶	6.7x10 ⁶	5x10 ⁶	2.8x10 ⁶	1.8x10 ⁷	5x10⁹
		Bq/w						6.7x10 ⁵
	¹³¹ I	Bq/a	4.8x10 ⁵	7.9x10 ⁵	5.9x10 ⁵	3.3x10 ⁵	2.2x10 ⁶	-
		Bq/w						4.8x10 ⁵
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	3.5x10 ⁸	1.8x10 ⁸	1.8x10 ⁸	2.2x10 ⁸	9.4x10 ⁸	-
		Bq/w						4.9x10 ⁷
2012	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	5.2x10 ¹²	3.5x10 ¹²	3.0x10 ¹²	3.1x10 ¹²	1.5x10 ¹³	1x10¹⁵
		Bq/h						4.8x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	3.2x10 ⁶	7.8x10 ⁶	1.1x10 ⁷	1.5x10 ⁷	3.7x10 ⁷	5x10⁹
		Bq/w						1.1x10 ⁷
	¹³¹ I	Bq/a	3.7x10 ⁵	9.3x10 ⁵	1.3x10 ⁶	2.0x10 ⁶	4.6x10 ⁶	-
		Bq/w						1.5x10 ⁶
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	3.0x10 ⁸	1.4x10 ⁸	8.0x10 ⁷	1.7x10 ⁸	6.9x10 ⁸	-
		Bq/w						4.1x10 ⁷
2013	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	3.8x10 ¹²	1.5x10 ¹²	6.3x10 ¹¹	2.2x10 ¹²	8.1x10 ¹²	1x10¹⁵
		Bq/h						4.0x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	7.1x10 ⁶	8.2x10 ⁷	4.8x10 ⁵	1.8x10 ⁶	9.2x10 ⁷	5x10⁹
		Bq/w						5.3x10 ⁷
	¹³¹ I	Bq/a	2.2x10 ⁶	7.1x10 ⁷	1.8x10 ⁵	2.3x10 ⁵	7.4x10 ⁷	-
		Bq/w						5.2x10 ⁷
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	1.4x10 ⁸	4.3x10 ⁷	1.3x10 ⁷	5.4x10 ⁷	1.2x10 ⁸	-
		Bq/w						1.1x10 ⁷
2014	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	2.5x10 ¹²	2.5x10 ¹²	2.2x10 ¹²	2.2x10 ¹²	9.3x10 ¹²	1x10¹⁵
		Bq/h						4.4x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	4.8x10 ⁶	3.8x10 ⁶	3.5x10 ⁷	1.5x10 ⁷	5.8x10 ⁷	5x10⁹
		Bq/w						1.0x10 ⁷
	¹³¹ I	Bq/a	1.9x10 ⁶	4.5x10 ⁵	1.9x10 ⁷	9.7x10 ⁶	3.1x10 ⁷	-
		Bq/w						9.1x10 ⁶
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	7.8x10 ⁷	5.2x10 ⁷	4.0x10 ⁷	5.8x10 ⁷	2.3x10 ⁸	-
		Bq/w						1.3x10 ⁷

2015	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
			I kw	II kw	III kw	IV kw	Suma:	
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	2.6x10 ¹²	1.9x10 ¹²	2.5x10 ¹²	2.3x10 ¹²	9.3x10 ¹²	1x10 ¹⁵
		Bq/h						
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	9.3x10 ⁶	6,3x10 ⁶	1.1x10 ⁷	5.4x10 ⁶	3.2x10 ⁷	5x10 ⁹
		Bq/w						
	¹³¹ I	Bq/a	5.2x10 ⁶	8.6x10 ⁵	1.2x10 ⁷	1.0x10 ⁶	2.6x10 ⁷	1x10 ⁸
		Bq/w						
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	-	-	-	-	-	-
		Bq/w						
2016	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	⁴¹ Ar, Xe, Kr,	Bq/a	2.3x10 ¹²	1.8x10 ¹²	2.5x10 ¹²	2.3x10 ¹²	8.9x10 ¹²	1x10 ¹⁵
		Bq/h						3.6x10 ⁹
Jody promieniotwórcze	¹³¹ I, ¹³² I, ¹³³ I, ¹³⁴ I, ¹³⁵ I,	Bq/a	2.7x10 ⁶	9.9x10 ⁶	9.4x10 ⁶	3.8x10 ⁶	2.6x10 ⁷	5x10 ⁹
		Bq/w						1.9x10 ⁶
	¹³¹ I	Bq/a	3.2x10 ⁵	1.3x10 ⁶	2.4x10 ⁶	4.5x10 ⁵	4.5x10 ⁶	1x10 ⁸
		Bq/w						1.3x10 ⁶
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	⁸⁸ Rb, ¹³⁸ Cs,	Bq/a	-	-	-	-	-	-
		Bq/w						



Rysunek 1. Porównanie uwolnień z ostatnich pięciu lat reaktora MARIA.

b) Reaktor EWA

Ze względu na usunięcie paliwa jądrowego z rdzenia reaktora oraz wszystkich substancji promieniotwórczych reaktor EWA nie potrzebuje ustalania limitów uwolnień.

c) Przechowalniki wypalonego paliwa (obiekty nr 19 i 19A)

Tabela 2

2010	Izotopy:	Jednostka	Uwolnienia	Limit (LU)
Gaz plus para wodna	HTO	Bq/m ³	0.46	8x10 ⁴
Aerozole	¹³⁷ Cs	Bq/m ³	1.06x10 ⁻³	250
	⁹⁰ Sr	Bq/m ³	3.15x10 ⁻⁵	4.2x10 ³
Gaz szlachetny	⁸⁵ Kr	Bq/m ³	1.5x10 ³	5x10 ⁵
2011	Izotopy:	Jednostka	Uwolnienia	Limit (LU)
Gaz plus para wodna	HTO	Bq/m ³	0.46	8x10 ⁴
Aerozole	¹³⁷ Cs	Bq/m ³	1.72x10 ⁻⁴	250
	⁹⁰ Sr	Bq/m ³	1.14x10 ⁻⁵	4.2x10 ³
Gaz szlachetny	⁸⁵ Kr	Bq/m ³	1.5x10 ³	5x10 ⁵
2012	Izotopy:	Jednostka	Uwolnienia	Limit (LU)
Gaz plus para wodna	HTO	Bq/m ³	0.46	8x10 ⁴
Aerozole	¹³⁷ Cs	Bq/m ³	1.72x10 ⁻⁴	250
	⁹⁰ Sr	Bq/m ³	1.14x10 ⁻⁵	4.2x10 ³
Gaz szlachetny	⁸⁵ Kr	Bq/m ³	1.5x10 ³	5x10 ⁵

Znajdujące się w przechowalnikach wypalonego paliwa jądrowego układ wentylacji wyciągowej, wymuszający cyrkulację powietrza w obiekcie pracuje w trybie ciągłym. Wydajność tego układu wynosi 500m³/h. W chwili obecnej w przechowalnikach wypalonego paliwa jądrowego **nie znajdują się elementy z wypalonym paliwem jądrowym**. Wszystkie elementy paliwowe zostały wysłane do Federacji Rosyjskiej w ramach programu GTRI (Global Threat Reduction Initiative) w związku z powyższym **nie było potrzeby** wykonywania pomiarów stężenia trytu (HTO) wody w zbiornikach przechowalników wypalonego paliwa jądrowego 19 i 19A oraz szacowania jego uwolnień do atmosfery.

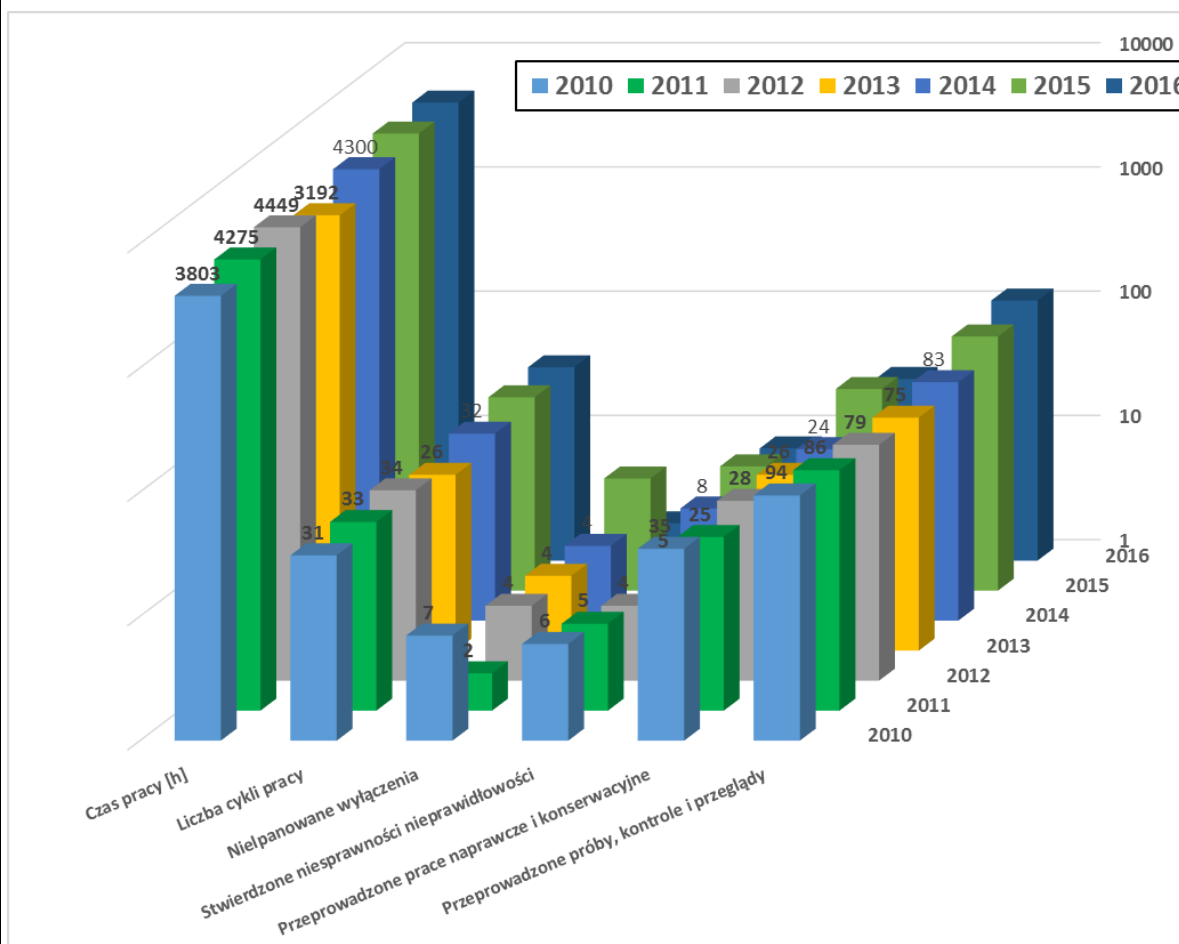
3. Informacje o zdarzeniach w obiekcie jądrowym powodujących powstanie zagrożenia,

a) Reaktor MARIA

Tabela 3

2016		I	II	III	IV	Razem
Liczba cykli pracy		10	7	10	9	36
Czas pracy na mocy nominalnej [h]		1360	1033	1347	1122	4861
Moc reaktora [MWt]		0.3-23	0.3-23	0.3-23	0.3-23	0.3-23
Liczba elementów paliwowych w rdzeniu		26	26	26	26	26
Wyłączenia nieplanowane		1	0	1	0	2
Przyczyny	Błąd operatora/obsługi	0	0	0	0	0
	Nieszczelność	0	0	0	0	0
	Błąd aparatury	0	0	1	0	1

Chwilowy zanik napięcia	1	0	1	0	1
Stwierdzone niesprawności i nieprawidłowości	3	2	3	0	8
Przeprowadzone prace naprawcze i konserwacyjne	5	7	7	10	29
Przeprowadzone próby, kontrole i przeglądy	21	36	22	45	124



Rysunek 2. Porównanie informacji o eksploatacji reaktora MARIA z ostatnich pięciu lat.

W roku 2016 w reaktorze MARIA nie odnotowano zdarzeń powodujących powstanie zagrożenia.

b) Reaktor EWA

W roku 2016 nie stwierdzono zdarzeń w reaktorze EWA powodujących powstanie zagrożenia.

c) Przechowalniki wypalonego paliwa (obiekty nr 19 i 19A)

W roku 2016 nie stwierdzono zdarzeń w przechowalnikach paliwa powodujących powstanie zagrożenia.

4. Informacje o wydanych zezwoleniach dotyczących, obiektów jądrowych,

a) Reaktor MARIA

W 2016 r. reaktor MARIA pracował na podstawie zezwolenia Prezesa PAA Nr 1/2015/Maria z dnia 31 marca 2015 r. Zezwolenie to w 2016 roku zostało uzupełnione dwoma Aneksami dopuszczającymi

naświetlanie w reaktorze Maria płytek uranowych LEU oraz stosowanie pochew kanałów paliwowych wykonanych ze stopu cyrkonu.

b) i c) Reaktor EWA oraz przechowalniki wypalonego paliwa

Reaktor EWA będący w stanie likwidacji i przechowalniki wypalonego paliwa jądrowego są eksploatowane przez ZUOP na podstawie zezwolenia Nr 1/2002/EWA z dnia 15 stycznia 2002 r. uzupełnionego w 2010 r. aneksem Nr 1/2010/ZUOP z dnia 12 lutego 2010 r. dotyczącym wywozu wypalonego paliwa do Federacji Rosyjskiej. Zezwolenie to jest ważne bezterminowo i wymaga składania sprawozdań kwartalnych do PAA.

5. Coroczne oceny stanu bezpieczeństwa nadzorowanych obiektów jądrowych.

a) Reaktor MARIA

Maksymalne, zarejestrowane wartości aktywności substancji promieniotwórczych uwolnionych do otoczenia nie przekraczają rocznych, roboczych limitów uwolnień określonych dla reaktora MARIA. W przypadku gazów szlachetnych efektywny równoważnik dawki w odległości 1 km od Ośrodka Świerk nie przekracza 0.5% dawki granicznej, natomiast w przypadku izotopów jodu – 0.3% dawki granicznej. Zgodnie z aktualnymi ocenami stanu ochrony radiologicznej zawartości substancji promieniotwórczych w otoczeniu Ośrodka Świerk nie odbiegają od poziomów rejestrowanych w punktach odniesienia i nie stwierdza się negatywnego wpływu reaktora MARIA na otaczające środowisko. Poprzez szereg zabezpieczeń i regularne kontrole tych układów zapewniona jest bezpieczna praca reaktora MARIA.

b) i c) Reaktor EWA oraz przechowalniki wypalonego paliwa

Stan zbiorników w przechowalnikach nie budzi zastrzeżeń. Przy wykorzystaniu monitoringu radiologicznego w obszarach przechowalników wypalonego paliwa nie stwierdzono żadnych anomalii ani przekroczeń dozwolonych limitów uwolnień. Przeprowadzane regularnie kontrolne wizualne stanu zbiorników przechowawczych pod kątem uszkodzeń mechanicznych i korozji wykluczyły możliwość ich rozszczelnienia i uwolnienia do środowiska nieznacznych ilości izotopów promieniotwórczych znajdujących się w wodzie.