

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

### **a) Reaktor MARIA**

W 2015r. reaktor przepracował 4776 godzin na mocy od 30 kW do 24 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  $\gamma$  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 2012r. 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 2012r. 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

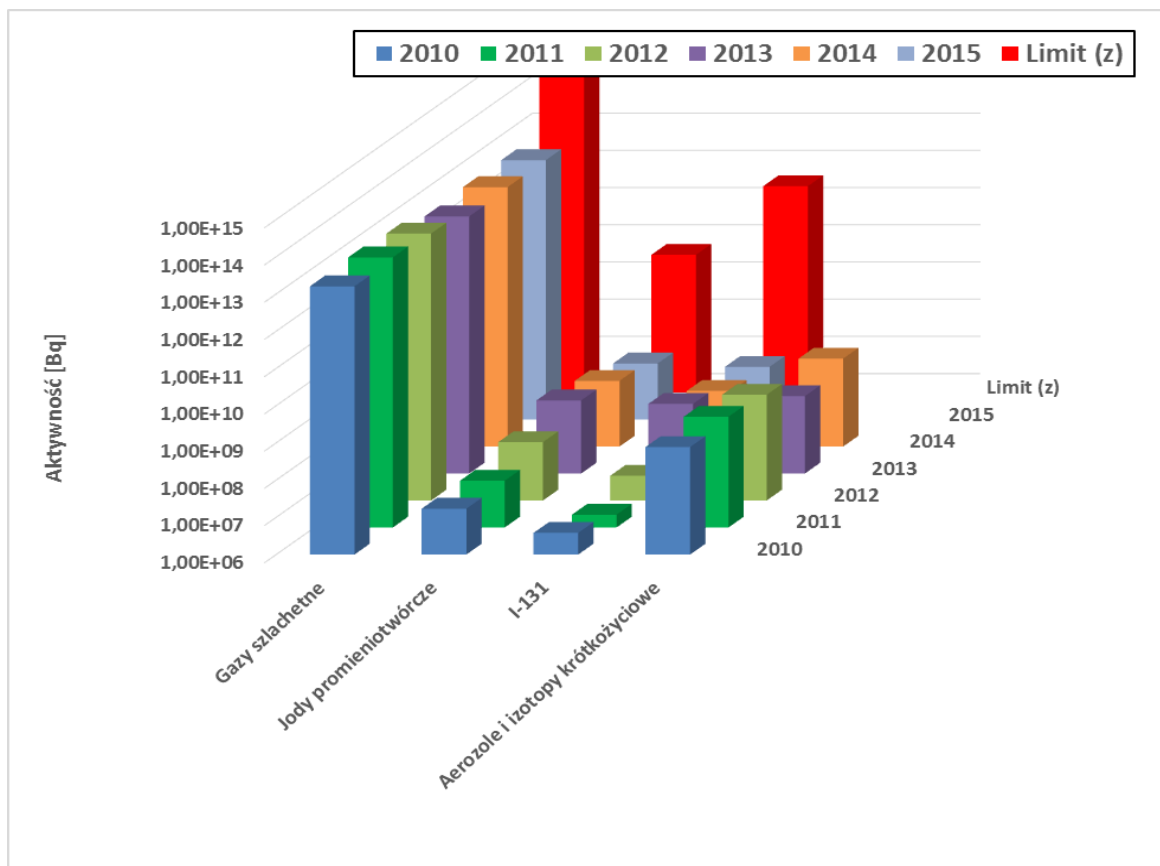
W warunkach normalnej pracy reaktora podstawowe zagrożenie w jego otoczeniu pochodzi od emisji Ar-41 oraz izotopów jodu. Wynika to z wielkości emisji (argon) oraz najniższej wartości limitu (I-131). Podane wartości uwolnień w tabeli 1 porównane są limitów uwolnień przyznanych w zezwoleniu na eksploatację 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	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	3.7x10 <sup>12</sup>	3.8x10 <sup>12</sup>	4.3x10 <sup>12</sup>	4.2x10 <sup>12</sup>	1.6x10 <sup>13</sup>	1x10 <sup>15</sup>
		Bq/h						6.0x10 <sup>9</sup>
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	2.3x10 <sup>6</sup>	5.0x10 <sup>6</sup>	6.2x10 <sup>6</sup>	3.5x10 <sup>6</sup>	1.7x10 <sup>7</sup>	5x10 <sup>9</sup>
		Bq/w						1.3x10 <sup>6</sup>
	<sup>131</sup> I	Bq/a	5.9x10 <sup>5</sup>	1.7x10 <sup>6</sup>	9.0x10 <sup>5</sup>	6.1x10 <sup>5</sup>	3.8x10 <sup>6</sup>	-
		Bq/w						7.3x10 <sup>5</sup>
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> Cs,	Bq/a	2.0x10 <sup>8</sup>	1.2x10 <sup>8</sup>	1.6x10 <sup>8</sup>	2.9x10 <sup>8</sup>	7.7x10 <sup>8</sup>	-
		Bq/w						8.2x10 <sup>7</sup>

2011	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
			I kw	II kw	III kw	IV kw	Suma:	
Gazy szlachetne	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	4.9x10 <sup>12</sup>	4.4x10 <sup>12</sup>	4.5x10 <sup>12</sup>	3.7x10 <sup>12</sup>	1.8x10 <sup>13</sup>	<b>1x10<sup>15</sup></b>
		Bq/h						8.2x10 <sup>9</sup>
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	4.1x10 <sup>6</sup>	6.7x10 <sup>6</sup>	5x10 <sup>6</sup>	2.8x10 <sup>6</sup>	1.8x10 <sup>7</sup>	<b>5x10<sup>9</sup></b>
		Bq/w						6.7x10 <sup>5</sup>
	<sup>131</sup> I	Bq/a	4.8x10 <sup>5</sup>	7.9x10 <sup>5</sup>	5.9x10 <sup>5</sup>	3.3x10 <sup>5</sup>	2.2x10 <sup>6</sup>	-
		Bq/w						4.8x10 <sup>5</sup>
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> Cs,	Bq/a	3.5x10 <sup>8</sup>	1.8x10 <sup>8</sup>	1.8x10 <sup>8</sup>	2.2x10 <sup>8</sup>	9.4x10 <sup>8</sup>	-
		Bq/w						4.9x10 <sup>7</sup>
2012	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	5.2x10 <sup>12</sup>	3.5x10 <sup>12</sup>	3.0x10 <sup>12</sup>	3.1x10 <sup>12</sup>	1.5x10 <sup>13</sup>	<b>1x10<sup>15</sup></b>
		Bq/h						4.8x10 <sup>9</sup>
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	3.2x10 <sup>6</sup>	7.8x10 <sup>6</sup>	1.1x10 <sup>7</sup>	1.5x10 <sup>7</sup>	3.7x10 <sup>7</sup>	<b>5x10<sup>9</sup></b>
		Bq/w						1.1x10 <sup>7</sup>
	<sup>131</sup> I	Bq/a	3.7x10 <sup>5</sup>	9.3x10 <sup>5</sup>	1.3x10 <sup>6</sup>	2.0x10 <sup>6</sup>	4.6x10 <sup>6</sup>	-
		Bq/w						1.5x10 <sup>6</sup>
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> Cs,	Bq/a	3.0x10 <sup>8</sup>	1.4x10 <sup>8</sup>	8.0x10 <sup>7</sup>	1.7x10 <sup>8</sup>	6.9x10 <sup>8</sup>	-
		Bq/w						4.1x10 <sup>7</sup>
2013	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	3.8x10 <sup>12</sup>	1.5x10 <sup>12</sup>	6.3x10 <sup>11</sup>	2.2x10 <sup>12</sup>	8.1x10 <sup>12</sup>	<b>1x10<sup>15</sup></b>
		Bq/h						4.0x10 <sup>9</sup>
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	7.1x10 <sup>6</sup>	8.2x10 <sup>7</sup>	4.8x10 <sup>5</sup>	1.8x10 <sup>6</sup>	9.2x10 <sup>7</sup>	<b>5x10<sup>9</sup></b>
		Bq/w						5.3x10 <sup>7</sup>
	<sup>131</sup> I	Bq/a	2.2x10 <sup>6</sup>	7.1x10 <sup>7</sup>	1.8x10 <sup>5</sup>	2.3x10 <sup>5</sup>	7.4x10 <sup>7</sup>	-
		Bq/w						5.2x10 <sup>7</sup>
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> Cs,	Bq/a	1.4x10 <sup>8</sup>	4.3x10 <sup>7</sup>	1.3x10 <sup>7</sup>	5.4x10 <sup>7</sup>	1.2x10 <sup>8</sup>	-
		Bq/w						1.1x10 <sup>7</sup>
2014	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
Gazy szlachetne	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	2.5x10 <sup>12</sup>	2.5x10 <sup>12</sup>	2.2x10 <sup>12</sup>	2.2x10 <sup>12</sup>	9.3x10 <sup>12</sup>	<b>1x10<sup>15</sup></b>
		Bq/h						4.4x10 <sup>9</sup>
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	4.8x10 <sup>6</sup>	3.8x10 <sup>6</sup>	3.5x10 <sup>7</sup>	1.5x10 <sup>7</sup>	5.8x10 <sup>7</sup>	<b>5x10<sup>9</sup></b>
		Bq/w						1.0x10 <sup>7</sup>
	<sup>131</sup> I	Bq/a	1.9x10 <sup>6</sup>	4.5x10 <sup>5</sup>	1.9x10 <sup>7</sup>	9.7x10 <sup>6</sup>	3.1x10 <sup>7</sup>	-
		Bq/w						9.1x10 <sup>6</sup>
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> Cs,	Bq/a	7.8x10 <sup>7</sup>	5.2x10 <sup>7</sup>	4.0x10 <sup>7</sup>	5.8x10 <sup>7</sup>	2.3x10 <sup>8</sup>	-
		Bq/w						1.3x10 <sup>7</sup>

2015	Izotopy		Uwolnienia					Limit (z)
			I kw	II kw	III kw	IV kw	Suma:	
Gazy szlachetne	<sup>41</sup> Ar, Xe, Kr,	Bq/a	2.6x10 <sup>12</sup>	1.9x10 <sup>12</sup>	2.5x10 <sup>12</sup>	2.3x10 <sup>12</sup>	9.3x10 <sup>12</sup>	1x10 <sup>15</sup>
		Bq/h						
Jody promieniotwórcze	<sup>131</sup> I, <sup>132</sup> I, <sup>133</sup> I, <sup>134</sup> I, <sup>135</sup> I,	Bq/a	9.3x10 <sup>6</sup>	6,3x10 <sup>6</sup>	1.1x10 <sup>7</sup>	5.4x10 <sup>6</sup>	3.2x10 <sup>7</sup>	5x10 <sup>9</sup>
		Bq/w						
	<sup>131</sup> I	Bq/a	5.2x10 <sup>6</sup>	8.6x10 <sup>5</sup>	1.2x10 <sup>7</sup>	1.0x10 <sup>6</sup>	2.6x10 <sup>7</sup>	1x10 <sup>8</sup>
		Bq/w						
Aerozole i izotopy krótkożyciowe	<sup>88</sup> Rb, <sup>138</sup> 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 <sup>3</sup>	0.46	8x10 <sup>4</sup>
Aerozole	<sup>137</sup> Cs	Bq/m <sup>3</sup>	1.06x10 <sup>-3</sup>	250
	<sup>90</sup> Sr	Bq/m <sup>3</sup>	3.15x10 <sup>-5</sup>	4.2x10 <sup>3</sup>

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

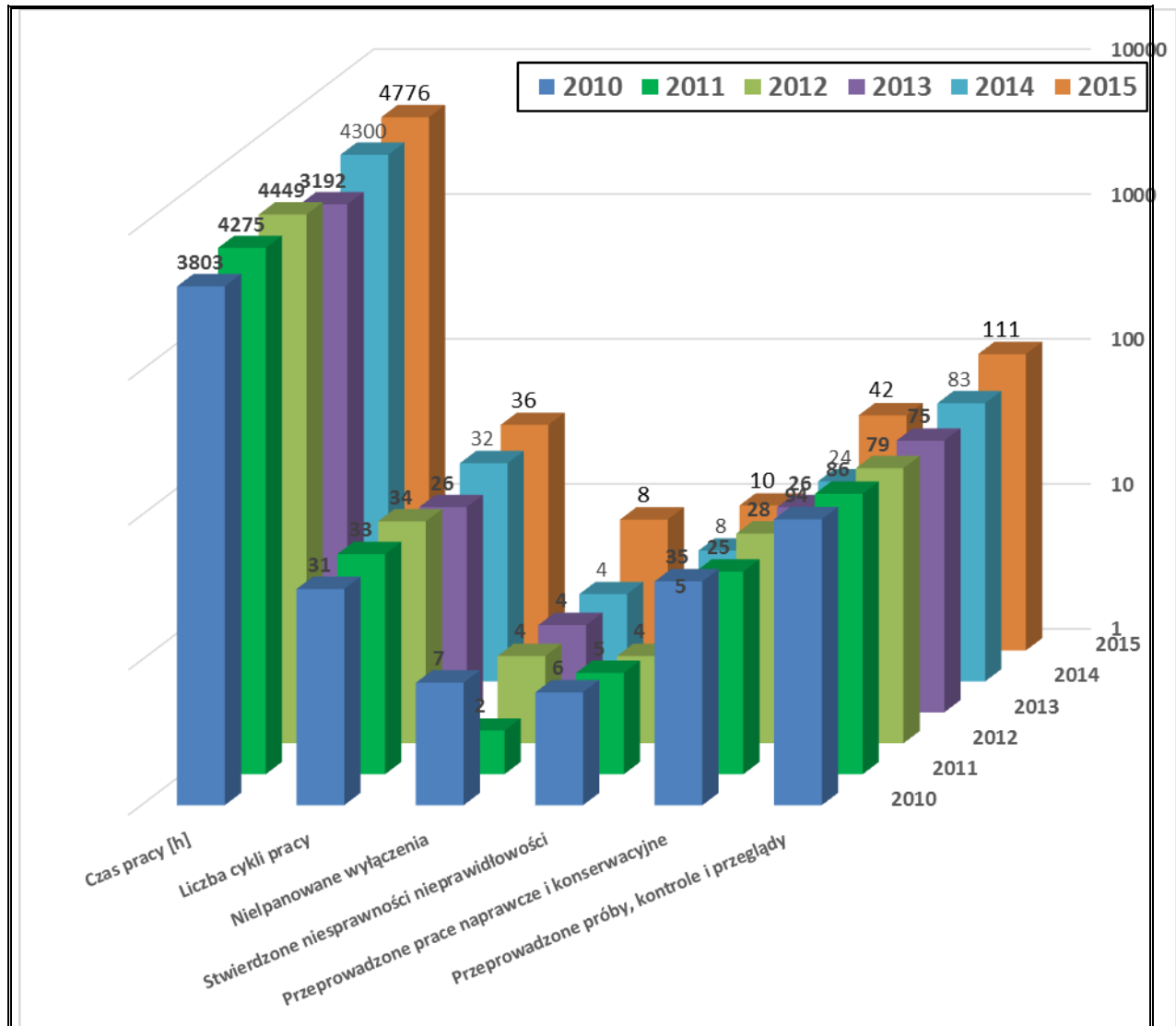
Znajdujące się w przechowalnikach wypalonego paliwa jądrowego układ wentylacji wyciągowej, wymuszający cyrkulację powietrza w obiekcie pracuje w trybie ciągłym. Wydajność tego układu wynosi 500m<sup>3</sup>/h. W chwili obecnej w przechowalnikach wypalonego paliwa jądrowego **nie znajdują się elementy 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

2015		I	II	III	IV	Razem
Liczba cykli pracy		9	8	10	9	36
Czas pracy na mocy nominalnej [h]		1290	996	1357	1133	4776
Moc reaktora [MWt]		0.3-23	0.3-22,5	0.3-24	0.3-23	0.3-24
Liczba elementów paliwowych w rdzeniu		25-26	26	25-26	25	26
Wyłączenia nieplanowane		0	61	2	0	8
Przyczyny	Błąd operatora/obsługi	0	0	0	0	0
	Nieszczelność	0	2	0	0	2
	Błąd aparatury	0	3	1	0	4
	Chwilowy zanik napięcia	0	1	1	0	2
Stwierdzone niesprawności i nieprawidłowości		4	4	1	1	10
Przeprowadzone prace naprawcze i konserwacyjne		9	14	9	10	42
Przeprowadzone próby, kontrole i przeglądy		19	38	16	48	111



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

**W roku 2015 w reaktorze MARIA nie odnotowano zdarzeń powodujących powstanie zagrożenia.**

**b) Reaktor EWA**

W roku 2015 nie stwierdzono zdarzeń w reaktorze EWA powodujących powstanie zagrożenia.

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

W roku 2015 nie stwierdzono zdarzeń w przechowalnikach paliwa powodujących powstanie zagrożenia.

**4. Informacje o wydanych zezwoleniach dotyczących, obiektów jądrowych,**

**a) Reaktor MARIA**

W 2015 r. reaktor MARIA pracował na podstawie zezwolenia Prezesa PAA Nr 1/2009/MARIA z dnia 31 marca 2009 r. (obejmowało ono również eksploatację basenu technologicznego reaktora z przechowywanym w nim wypalonym paliwem jądrowym), ważnego do 31 marca 2015 r. oraz na podstawie zezwolenia Prezesa PAA Nr 1/2009/MARIA z dnia 31 marca 2015 r. (obejmowało ono również eksploatację basenu technologicznego reaktora z przechowywanym w nim wypalonym

paliwem jądrowym)

**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.