

■ Urszula Kuczyńska, Adam Górski,  
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

# Rola technologii wyparnej w przetwarzaniu odpadów promieniotwórczych przez ZUOP

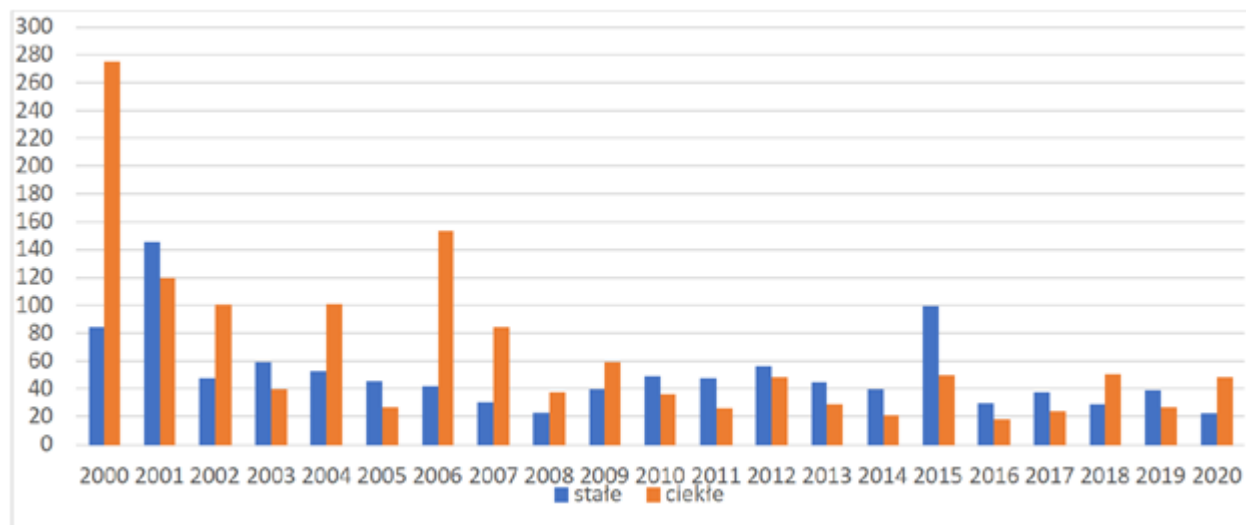
Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych - Przedsiębiorstwo Państwowe, to jedyny podmiot gospodarczy, jakiemu poświęcono odrębny rozdział w ustawie. Tą ustawą jest Prawo Atomowe, które daje ZUOP-owi monopol na transport odpadów promieniotwórczych na składowisko i na ich składowanie.

Jednocześnie, od dekad i na obecnym etapie wdrożenia Programu Polskiej Energetyki Jądrowej, ZUOP jest naturalnym monopolistą w zakresie przetwarzania odpadów promieniotwórczych, odpowiedzialnym również za ich odbiór, ewidencjonowanie i bezpieczne doprowadzenie do postaci fizyko-chemicznej,

w której trafiają na zarządzane przez ZUOP Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie nad Narwią.

Odpady promieniotwórcze, które trafiają do ZUOP, to odpady stałe i ciekłe. W latach 2000-2020 ZUOP odbierał średnio 45 m<sup>3</sup> odpadów stałych na rok i ok. 30 m<sup>3</sup> odpadów ciekłych.

Odpady promieniotwórcze odbierane przez ZUOP pochodzą z laboratoriów badawczych, polskich szpitali, gdzie materiały promieniotwórcze wykorzystywane są na oddziałach medycyny nuklearnej i z przemysłu, ale głównymi wytwórcami odpadów promieniotwórczych - a zatem i głównymi klientami ZUOP -



Rys. 1. Ilości odpadów promieniotwórczych odebranych przez ZUOP w latach 2000-2022 w m<sup>3</sup>



Fot. 1. „Komora gorąca”, czyli pracownia do obsługi materiałów wysokoaktywnych



Fot. 2. Ośrodek Jądrowy w Świerku widziany z drona



Fot. 3. Wejście do sterowni instalacji wyparnej

pozostają Narodowe Centrum Badań Jądrowych i POLATOM, producent radiofarmaceutyków, zarządzający pracami reaktora doświadczalno-produkcyjnego MARIA stojącego na terenie Ośrodka Jądrowego w Otwocku-Świerku.

Większość odpadów promieniotwórczych trafiających do ZUOP to odpady nisko- i średnioaktywne. Odpady wysokoaktywne zdarzają się relatywnie rzadko, ale Zakład dysponuje wiedzą, zasobami i infrastrukturą potrzebną do ich przetworzenia.

Ciekłe odpady promieniotwórcze przetwarzane przez ZUOP praktycznie w całości pochodzą z reaktora MARIA i trafiają do Zakładu specjalnym rurociągiem. Historia Zakładu i rozwoju jego instalacji jest bowiem nierozdzielnie związana z historią Ośrodka Jądrowego w Świerku, gdzie mieści się też sam Zakład.

- *Do czasu, kiedy jako Zakład Doświadczalny Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych byliśmy częścią Instytutu Energii Atomowej, rocznie trafiało do nas nawet 1 mln 200 tys. litrów ścieków do przetworzenia* - tłumaczy Adam Górski, Kierownik Działu Przechowywania i Przetwarzania Odpadów Promieniotwórczych w ZUOP, związany z Ośrodkiem Jądrowym w Świerku od 1994 r. Po przekształceniach własnościowych i wydzieleniu Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych jako osobnej jednostki organizacyjnej w 2002 r., wolumen ciekłych odpadów promieniotwórczych przyjmowanych z reaktora MARIA spadł do ok. 35-40 m<sup>3</sup> rocznie i taki poziom utrzymuje się do czasów obecnych. Widoczne na wykresie (rys. 1) fluktuacje wolumenu są związane z pracami i remontami reaktora MARIA.

Podmioty odpowiedzialne za zarządzanie reaktorem MARIA zaczęły bowiem prowadzić bardziej racjonalną gospodarkę ściekami, wyodrębniając ścieki promieniotwórcze. Do Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych przekazują jedynie tę część, która spełnia warunki kwalifikacji dla odpadu promieniotwórczego.

- Po tym skokowym spadku ilości ciekłych odpadów promieniotwórczych do przetworzenia, odstąpiono od chemicznych metod unieszkodliwiania, które okazały się nieefektywne względem metod bardziej nowoczesnych - opowiada Górski. - Zaczęliśmy szerzej stosować technologię wyparną, która obecnie odgrywa centralną rolę w unieszkodliwianiu ciekłych odpadów promieniotwórczych w ZUOP. Tak zresztą od samego początku pomyślany był i jest cały ciąg technologiczny dla prac z ciekłymi odpadami promieniotwórczymi, nad którym pracowali wybitni eksperci w dziedzinie, pierwsi dyrektorzy Zakładu - śp. Włodzimierz Tomczak i Andrzej Cholerzyński.

Pierwsza instalacja wyparna, która działała na terenie Zakładu została zdemontowana w 1996 r.

- Miała wysoką skuteczność - mówi Górski. - Ale cechował ją brak automatyzacji i prace prowadziło się na podstawie wzrokowej obserwacji ścieku. Rozruch drugiej, tej, której używamy do dziś, nastąpił w 2000 r. To całkowicie polska, światowej klasy konstrukcja, która okazała się jeszcze skuteczniej doczyszczająca ścieki niż jej poprzedniczka.

Użytkowaną obecnie w ZUOP instalację wyparną zaprojektowała i skonstruowała działająca od 1946 r. CEBEA Kraków, obecnie funkcjonująca jako część Politechniki Krakowskiej, a wówczas jako niezależny Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Budowy Urządzeń Chemicznych „CEBEA”.

- Projektantem i wykonawcą systemów, urządzeń sterowniczych i oprogramowania był z kolei MikroB S.A. - tłumaczy Górski. - Trzeba zaznaczyć, że ta instalacja to ponad 1000 wbudowanych punktów kontrolnych i punktów sterowania, obok których dodatkowo działa system kontroli mechanicznej i - z uwagi na fakt, że mamy do czynienia z izotopami promieniotwórczymi, również zupełnie niezależny system kontroli dozymetrycznej. Instalacja spełnia wymogi tak zwanej zasady redundancji stosowanej w pracy z materiałami promieniotwórczymi. To naprawdę wysoki stopień komplikacji, ale wykonawcy instalacji wykonali

swoją pracę rzetelnie. Pamiętam prace przy rozruchu i okres testowy. Po prostu nacisnęliśmy guzik i wszystko działało. I działało tak jak trzeba.

Przetworzone przez instalację wyparną ciekłe odpady promieniotwórcze nie wymagają dodatkowego doczyszczania. Otrzymany w wyniku procesu koncentrat zawiera ponad 99,8% izotopów rozpuszczonych w ścieku surowym, przy stukrotnej redukcji objętości początkowej. Koncentrat po zestaleniu na instalacji cementowania zostaje przewieziony na Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie nad Narwią, którym zarządza ZUOP. Z kolei otrzymany destylat (oczyszczona woda), wolny od izotopów, jest uwalniany do kanalizacji sanitarnej po wykonaniu wskazanych prawem pomiarów, przejściu rygorystycznej kontroli i otrzymaniu odpowiedniego zezwolenia.

Jak ocenia Kierownik Górski, do przetworzenia w instalacji wyparnej trafia ok. 25% ciekłych odpadów promieniotwórczych przekazanych ZUOP do unieszkodliwienia. Dlaczego?

- Jak w życiu codziennym: jeżeli coś jest bardzo dobre, zwykle bywa drogie i skoro jest możliwość osiągnięcia zbliżonych efektów tańszą metodą, to należy z niej skorzystać. Metoda wyparna jest bardzo skuteczna, ale jest też dość kosztowna - wyjaśnia. - Jej skuteczność w eliminacji izotopów promieniotwórczych szacuje się na nawet 99,8%. To świetny wynik, dużo więcej, niż zakładano.

Instalacja działająca w Zakładzie pozwala na uzyskanie wydajności 250-350 l/godz., w zależności od składu chemicznego ścieku surowego. Jej stosowanie jest jednak czasochłonne, a przede wszystkim energochłonne. Proces prowadzony jest w systemie pracy ciągłej, wymaga zaangażowania dużego, przeszkolonego i doświadczonego zespołu. Tymczasem mniejsze koszty, przy większej wydajności i jednoczesnym zachowaniu bardzo wysokiej skuteczności oczyszczania generuje zastosowanie metody odwróconej osmozy.



Fot. 4. Schemat techniczny jednego z systemów w sterowni instalacji wyparnej



Fot. 5. Obraz dyspozytorski instalacji w trakcie działania

Te względy decydują o szerszym - niż zakładano pierwotnie - wykorzystaniu instalacji odwróconej osmozy. W oryginalnym zamyśle, instalacja odwróconej osmozy zakupiona przez ZUOP, miała być przeznaczona do dalszego podnoszenia efektów pracy instalacji wyparnej przez doczyszczanie destylatu. To okazało się jednak zupełnie zbędne i obie instalacje działają w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych jako samodzielne, wzajemnie komplementarne technologie.

- Ciekłe odpady promieniotwórcze, które do nas trafiają najpierw idą do laboratorium - mówi Górski. - Producent odpadów jest zobowiązany przedstawić nam informację o składzie izotopowym przekazanego do unieszkodliwienia ścieku. Nie jest jednak zobowiązany i nie przedstawia nam informacji o jego składzie chemicznym. Tymczasem,





**Fot. 6.** Oznaczenia ścieków z zawartością substancji promieniotwórczych i stopnia ich skażenia w instalacji



**Fot. 7.** Fragment instalacji wyparnej

aby wiedzieć, czy możemy go przepuścić przez instalację odwróconej osmozy, musimy znać stopień jego zasolenia i wysokość zawartości substancji organicznych. Również zawartość nuklidów alfa promieniotwórczych w odpadzie wyklucza proces odwróconej osmozy. O tej zawartości akurat jednak wiemy a priori, z karty identyfikacyjnej odpadu, jaką przedstawia nam jego producent w momencie odbioru.

Wykorzystywane przez Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych technologie i posiadane

instalacje są wystarczające, by zaspokoić bieżące potrzeby polskiej nauki, medycyny i przemysłu w zakresie przetwarzania odpadów promieniotwórczych. Problematiczna staje się jednak kwestia składowania, a więc stałego oddzielenia i zabezpieczenia przetworzonych odpadów promieniotwórczych od środowiska, bo działający od 62 lat KSOP w Różanie powoli zaczyna się zapętniać.

Krajowy Plan Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym sformułowany przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska zakłada więc budowę nowego składowiska powierzchniowego dla odpadów nisko- i średnioaktywnych. Potrzeba wydaje się tym bardziej paląca, że stoimy jako kraj u progu realizacji Programu Polskiej Energetyki Jądrowej. Mowa już nie tylko o budowie pierwszej polskiej elektrowni jądrowej na Pomorzu, ale i o inwestycjach podmiotów prywatnych, jak Synthos w projekty budów małych reaktorów modułowych. Nowe składowisko będzie musiało je pomieścić.

Ani KPPzOPIWPJ, ani PPEJ nie wskazują ZUOP wprost jako podmiotu odpowiedzialnego za proces przetwarzania i przygotowywania do składowania odpadów promieniotwórczych z energetyki jądrowej. Można jednak założyć, że jako jedyny w kraju podmiot z dekadami praktycznego doświadczenia i zasobami odpowiedniej kadry i wiedzy, Zakład Unieszkodliwiania Odpadów

Promieniotwórczych będzie miał i tutaj ogromną rolę do odegrania. Zakres tej roli i podział odpowiedzialności pozostają jeszcze w sferze planów i uzgodnień, również z właścicielem Zakładu, czyli reprezentowanym przez Ministerstwo Klimatu i Środowiska Ministrem właściwym ds. energii, panią Anną Moskwą i inwestorami w obiekty energetyki jądrowej.

- Jak już wspominałem, historycznie mieliśmy już w Świerku do czynienia z ilościami odpadów wielokrotnie większymi niż to, co widzimy obecnie - wspomina Adam Górski. - Prace związane z przetwarzaniem, podejściem do przetwarzania i technologiami przetwarzania, a także budowa obiektów i instalacji były przecież prowadzone pod kątem realizowanej w latach 80. ub. stulecia EJ Żarnowiec, która ostatecznie nigdy nie powstała. Prowadził je wówczas pan śp. Włodzimierz Tomczak, świetny naukowiec i innowator, współautor patentu, opracowujący technologie i podejście do kwestii odpadowych związanych z EJ Żarnowiec właśnie. Został pierwszym dyrektorem Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych i wraz ze zbudowanym przez siebie zespołem i przy wsparciu p. Andrzeja Cholerzyńskiego stworzył go od zera. Ja sam przygodę ze Świerkiem i polską atomistyką zaczynałem jeszcze w Zakładzie Doświadczalnym Budowy Urządzeń Badawczych, który produkował części na użytek budowanej EJ Żarnowiec. To stamtąd trafiłem pod czujne oko dyrektora Tomczaka i związałem swoje zawodowe życie z odpadami promieniotwórczymi. ZUOP zawsze dążył do rozwoju technologii umożliwiających zwiększanie efektywności unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych - podsumowuje Górski. - Na pewno będziemy wdrażać, rozwijać i doskonalić nowe technologie, ale z pełną odpowiedzialnością mogę powiedzieć, że technologia wyparna jako technologia sprawdzona, bezpieczna i przede wszystkim niezwykle skuteczna, na długo pozostanie wiódącym procesem przetwarzania ciekłych odpadów promieniotwórczych. □