

RAPORTY IChTJ. SERIA B nr 3/2024

**KRYTERIA AKCEPTACJI
ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH**

Oliwer Sado, Grażyna Zakrzewska-Kołodziej

Warszawa 2024

AUTORZY

Oliwer Sado

Stażysta – Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej

Grażyna Zakrzewska-Kołtuniewicz

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Centrum Radiochemii i Chemii Jądrowej

WYDAWCA

Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

ul. Dorodna 16, 03-195 Warszawa

tel. 22 811 06 56, fax: 22 811 15 32, e-mail: sekdyrn@ichtj.waw.pl

www.ichtj.waw.pl

Raport został wydany w postaci otrzymanej od Autorów

Kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych

W raporcie przeanalizowano stosowanie kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych (ang. waste acceptance criteria – WAC) w wybranych państwach europejskich, koncentrując się na wykorzystaniu WAC jako narzędzia zarządzania w całym cyklu życia odpadów. Omówiono podobieństwa i różnice między krajowymi podejściami do opracowania i stosowania WAC. Porównano kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych stosowane na różnych etapach cyklu życia odpadów.

Waste acceptance criteria for radioactive waste

The use of waste acceptance criteria (WAC) in selected European countries, focusing on the use of WAC as a management tool throughout the whole waste life cycle, was analyzed in this report. Similarities and differences between national approaches to developing and applying WAC were discussed. The acceptance criteria for radioactive waste applicable at different stages of the waste life cycle were compared.

SPIS TREŚCI

1. OGÓLNE INFORMACJE O PROCEDURACH I KRYTERIACH AKCEPTACJI ODPADÓW	7
2. KRYTERIA AKCEPTACJI ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH	8
2.1. Etapy tworzenia kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych	8
2.2. Typy kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych	9
2.3. Odstępstwa od kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych	10
2.4. Podsumowanie	11
3. POSTĘPOWANIE Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI PRZED SKŁADOWANIEM (ODPADY NISKO- I ŚREDNIOKATYWNE)	11
3.1. Minimalizacja odpadów	12
3.2. Charakterystyka odpadów	12
3.3. Przetwarzanie odpadów	13
3.4. Przechowywanie odpadów	14
3.5. Składowanie odpadów	14
3.6. Zasady postępowania z odpadami w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych	15
4. KRYTERIA AKCEPTACJI DLA SKŁADOWANIA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W POLSCE	16
4.1. Przypowierzchniowe składowiska odpadów	16
4.2. Składowiska podziemne	18
5. KRYTERIA AKCEPTACJI ODPADÓW W KRAJACH EUROPEJSKICH NA PODSTAWIE WYNIKÓW ANKIETY W PROJEKCIE ROUTES	18
5.1. Pytanie 5	18
5.1.1. Polska	18
5.1.2. Czechy	19
5.1.3. Niemcy	19
5.1.4. Podsumowanie	20
5.2. Pytanie 6	21
5.2.1. Polska	21
5.2.2. Czechy	21
5.2.3. Niemcy	21
5.2.4. Podsumowanie	21
5.3. Pytanie 7	22
5.3.1. Podsumowanie	22
5.4. Pytanie 8	22
5.4.1. Polska	22
5.4.2. Czechy	23
5.4.3. Niemcy	23
5.4.4. Podsumowanie	23
5.5. Pytanie 9	24
5.5.1. Polska	24
5.5.2. Czechy	24
5.5.3. Niemcy	24
5.5.4. Podsumowanie	24

5.6. Pytanie 10	25
5.6.1. <i>Polska</i>	25
5.6.2. <i>Czechy</i>	25
5.6.3. <i>Niemcy</i>	25
5.6.4. <i>Podsumowanie</i>	26
5.7. Podsumowanie	26
6. BIBLIOGRAFIA	27

1. OGÓLNE INFORMACJE O PROCEDURACH I KRYTERIACH AKCEPTACJI ODPADÓW

Procedury i kryteria akceptacji odpadów stosuje się nie tylko do odpadów promieniotwórczych. Wszystkie odpady produkowane przez człowieka powinny podlegać określonym procedurom postępowania i spełniać przyjęte dla poszczególnych etapów tego postępowania kryteria.

Według przyjętej ogólnej definicji, wszelkie odpady są to substancje lub przedmioty powstałe w wyniku działalności człowieka, jak również pozostałości po produkcji substancji, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub obowiązany jest do ich pozbycia się. Gospodarowanie odpadami polega na stosowaniu szeregu procesów związanych ze zbieraniem, transportem i przetwarzaniem tych odpadów, łącznie z nadzorem nad tego typu działalnością, a także obejmuje późniejsze postępowanie z miejscami unieszkodliwiania odpadów. Odpady powinny być unieszkodliwiane, czyli poddawane procesom przekształcania biologicznego, fizycznego lub chemicznego w celu doprowadzenia ich do stanu, który nie stwarza zagrożenia dla życia lub zdrowia ludzi oraz środowiska. Ostatnim etapem unieszkodliwiania jest składowanie odpadów na składowiskach specjalnie zaprojektowanych, urządzonych i działających zgodnie z obowiązującymi przepisami w miejscach do tego wyznaczonych. W zależności od kategorii składowanych odpadów, składowiska mogą mieć różny charakter. Mogą to być również wylewiska odpadów ciekłych, wysypiska odpadów komunalnych, składowiska odpadów niebezpiecznych, a także zwałowiska mas ziemnych. Wszystkie składowiska, a zwłaszcza składowiska odpadów niebezpiecznych, powinny mieć ustanowione rygorystyczne normy operacyjne i infrastrukturalne dotyczące rodzaju i charakterystyki odpadów przyjmowanych do składowania. W Polsce sprawy związane z odpadami reguluje Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach. Dyrektywa Rady Unii Europejskiej 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1996 r. w sprawie składowania odpadów zobowiązuje państwa członkowskie do pełnej kontroli ostatecznego składowania odpadów [1]. Kontrola ta obejmuje przestrzeganie procedur i kryteriów przyjmowania odpadów, które zostały uzgodnione przez Radę i określone w decyzji Rady 2003/33/WE [2]. Zanim odpady zostaną przyjęte na składowisko, jego operator musi upewnić się, że spełniają one warunki pozwolenia dla danego składowiska, a mianowicie:

- procedury przyjęcia odpadów (ang. waste acceptance procedures – WAP),
- kryteria akceptacji odpadów (ang. waste acceptance criteria – WAC).

Na podstawie decyzji Rady operatorzy składowisk powinni określić własne procedury akceptacji odpadów. Decyzja Rady ma pomóc ustalić, czy odpady nadają się do umieszczenia na składowisku, a jeśli tak, to na składowisku jakiej klasy. Procedury przyjmowania odpadów składają się z trzech etapów, których celem jest identyfikacja i weryfikacja głównych cech odpadów. Etapy te to:

- Podstawowa charakterystyka: przed wysłaniem odpadu na składowisko należy poznać jego skład i właściwości, aby móc określić, czy nadaje się on do umieszczenia na składowisku, a jeśli tak, to jakiej klasy (Annex do Decyzji Rady, pkt 1.1).
- Kontrola zgodności: w przypadku odpadów, które powstają regularnie, np. w wyniku procesu przemysłowego, należy je okresowo sprawdzać, aby upewnić się, że ich właściwości nie uległy zmianie (Annex do Decyzji Rady, pkt 1.2).
- Weryfikacja na miejscu: operator składowiska musi sprawdzić każdą dostawę odpadów, aby upewnić się, że są to spodziewane odpady i czy nie zostały zanieczyszczone podczas przechowywania lub transportu (Annex do Decyzji Rady, pkt 1.3).

Wspomniana wyżej Ustawa o odpadach nie dotyczy odpadów promieniotwórczych. Dokumentami regulującymi postępowanie z odpadami promieniotwórczymi w Polsce są Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. Prawo atomowe oraz Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 14 grudnia 2015 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego. Uwzględniono w nich zasady składowania określone m.in. w Dyrektywie Rady Unii Europejskiej 2011/70/EURATOM z dnia 19 lipca 2011 r. [3] ustanawiającej ramy wspólnotowe w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi.

2. KRYTERIA AKCEPTACJI ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH

Spełnienie kryteriów akceptacji związanych z fizycznymi, chemicznymi i radiologicznymi właściwościami odpadów promieniotwórczych daje pewność, że odpady są traktowane zgodnie z założeniami zawartymi w analizie bezpieczeństwa. Kryteria te powinny być opracowane i stosowane w całym cyklu życia odpadów promieniotwórczych, zwłaszcza na etapie ostatecznego ich składowania na składowisku odpadów promieniotwórczych bądź tymczasowego przechowywania w sytuacji gdy nie ma dla nich ostatecznych obiektów składowania. Kryteria akceptacji powinny opierać się na ocenie bezpieczeństwa całego systemu składowania, tj. charakterystyce składowiska odpadów promieniotwórczych, jego projekcie oraz charakterystyce postaci odpadów lub opakowania odpadów. Konieczne jest zatem zbadanie WAC z punktu widzenia zapewnianej przez system składowania izolacji każdego rodzaju odpadów w okresie eksploatacji składowiska, włączając fazy operacyjną i pooperacyjną.

Według definicji wprowadzonych przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (MAEA), kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych można określić jako wymagania dotyczące przyjmowania odpadów na składowisko specjalnie przeznaczone do ich składowania [4, 5]. Są to wymagania ilościowe lub jakościowe, określone przez organ regulacyjny lub przez operatora i zatwierdzone przez organ regulacyjny, dotyczące odpadów, które mają zostać przyjęte przez operatora składowiska do składowania lub przez operatora przechowalnika do czasowego przechowywania. Mogą one obejmować np. ograniczenia dotyczące stężenia aktywności lub całkowitej aktywności poszczególnych radionuklidów (lub rodzajów radionuklidów) w odpadach, a także wymagania dotyczące formy lub opakowania odpadów [4]. Kryteria akceptacji są stosowane, aby:

- zapewnić długoterminowe bezpieczeństwo operacyjne składowiska (obsługa, transport, przechowywanie i składowanie),
- być punktem odniesienia dla komunikacji pomiędzy wytwórcami odpadów promieniotwórczych a kolejnymi operatorami obiektu,
- zapewnić standaryzację operacji,
- zapewnić śledzenie (identyfikację) odpadów na składowisku,
- pomóc producentom odpadów promieniotwórczych w wyborze opakowań i technologii przetwarzania odpadów,
- zapobiec problemom technologicznym.

Kryteria akceptacji powinny być stosowane podczas całego cyklu życia odpadów promieniotwórczych, dlatego odpowiedzialność za ich stosowanie przechodzi z osoby lub instytucji na kolejne podmioty zajmujące się odpadami na dalszych etapach postępowania z odpadami promieniotwórczymi. Etapy te obejmują:

- gromadzenie i charakteryzację odpadów promieniotwórczych,
- przechowywanie nieprzetworzonych odpadów promieniotwórczych,
- przetwarzanie odpadów promieniotwórczych,
- przechowywanie kondycjonowanych odpadów promieniotwórczych,
- transport kondycjonowanych odpadów promieniotwórczych,
- składowanie odpadów promieniotwórczych.

2.1. Etapy tworzenia kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych

Proces tworzenia systemu WAC jest wieloetapowy i w zależności od potrzeb może ulegać modyfikacjom.

Etapy tworzenia systemu WAC są następujące:

- identyfikacja funkcji systemu oraz jego ograniczeń;
- identyfikacja kluczowych parametrów istotnych dla bezpieczeństwa obiektu na etapie jego projektowania i eksploatacji;
- wyznaczenie dopuszczalnych limitów lub zakresów dla tych parametrów;

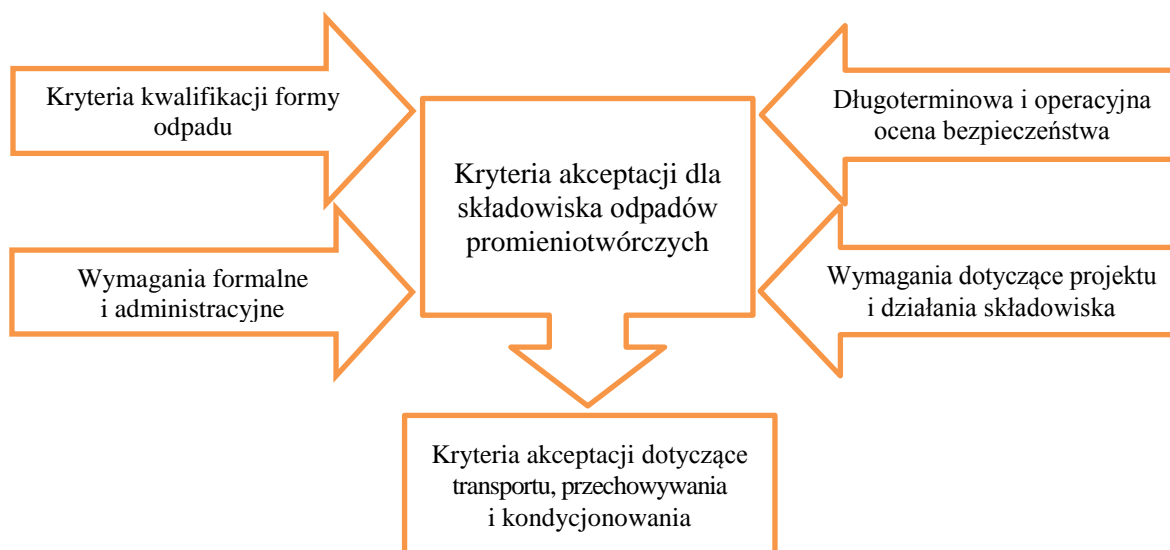
- wybór metod obliczania, pomiaru i weryfikacji wartości parametrów;
- opracowanie procedur przyjmowania odpadów i postępowania w przypadku odstępstw lub niezgodności z kryteriami akceptacji odpadów;
- opracowanie systemu dokumentacji i śledzenia odpadów w obiekcie.

2.2. Typy kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych

Gama kryteriów akceptacji jest szeroka; najczęściej należy brać pod uwagę następujące typy kryteriów:

- oparte na bezpieczeństwie (wszystkie limity aktywności dla określonych radionuklidów, integralność opakowania odpadu),
- techniczne (wytrzymałość na ściskanie, waga opakowania, standaryzacja opakowania oraz moc dawki),
- oparte na formalnych zakazach (np. dotyczące substancji piroforycznych, gnijących, palnych i chemotoksycznych),
- administracyjne (wymagany paszport odpadu, jednoznaczna identyfikacja, możliwość śledzenia odpadów po ich umieszczeniu na składowisku).

Schemat powiązań i hierarchii WAC przedstawiono na rys. 1 [4].



Rys. 1. Kryteria akceptacji dla składowania odpadów promieniotwórczych – powiązania i hierarchia.

Składowisko powinno mieć opracowaną metodologię przyjmowania odpadów od ich wytwórców. Odpady muszą być ewidencjonowane i dokładnie opisane w kartach kwalifikacyjnych odpadu. Przyjęta metodologia powinna przede wszystkim uwzględniać kontrolę zgodności deklaracji wytwórcy odpadów promieniotwórczych z przyjętą kartą kwalifikacyjną, a także:

- kontrolę odpadów promieniotwórczych przy dostawie do zakładu składowania (moc dawki, zanieczyszczenia powierzchni zewnętrznej, oględziny w celu potwierdzenia ogólnego stanu pojemników itp.),
- zastosowanie systemu śledzenia/identyfikacji odpadów,
- kontrolę odpadów przed wysyłką,
- audyty wewnętrzne i zewnętrzne,
- przeprowadzanie badań niszczących i nieniszczących wybranych opakowań odpadów.

Informacje dla każdego opakowania odpadów powinny zawierać, o ile to możliwe, takie dane, jak:

- numer identyfikacyjny;
- nazwa radionuklidu i jego aktywność;
- masa;

- opis celu, w jakim materiał został wykorzystany;
- szczegóły dotyczące zawartości opakowania (rodzaj zabezpieczenia, matryca kondycjonująca i matryca osłaniająca);
- rozmiar i/lub objętość opakowania;
- maksymalna moc dawki przy kontakcie w odległości 1 m oraz data pomiarów;
- obecność i aktywność materiałów jądrowych (rozszczepialnych, jeśli występują).

Specyfikację kontroli administracyjnej dokumentacji, wizualnej opakowania oraz wykonanych testów i pomiarów przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Lista kontrolna stosowana na składowisku [4].

Kontrola administracyjna	Kontrola wizualna	Pomiary bezpośrednie
Kompletność protokołu przewozowego	Stan opakowania zewnętrznego	Ważenie
Identyfikacja paczki	Plomby	Badanie dawki promieniowania
Waga paczki	Zamknięcie opakowania	Badanie skażenia radiologicznego
Limity aktywności		Badanie szczelności
Wielkość dawki	Oznaczenie paczki/identyfikacja	Radiografia/tomografia
Zanieczyszczenie powierzchni		Pomiar radioaktywności
Numer przesyłki		Badanie integralności kontenera
Specjalne warunki opakowania		Testy niszczące
Rodzaj kontenera		
Masa materiałów rozszczepialnych		

Jeśli nie ma opracowanych kryteriów akceptacji dla składowania odpadów promieniotwórczych, można zastosować kryteria wstępne. Wstępne kryteria akceptacji powinny zostać opracowane przez operatora w formie pisemnej i zatwierdzone przez regulatora. Niektóre kryteria można zdefiniować ogólnie (np. kryteria administracyjne). Można też przyjąć zalecenia MAEA. Kryteria akceptacji mogą być również wzorowane na kryteriach opracowanych dla obiektów działających zagranicą, ale z uwzględnieniem miejscowej specyfiki, bazować na WAC dla innych krajowych obiektów zarządzających odpadami promieniotwórczymi (przechowywanie i składowanie) bądź podobnych, wcześniej stosowanych, krajowych działaniach (np. zarządzanie odpadami przemysłowymi lub toksycznymi).

2.3. Odstępstwa od kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych

Przy braku zgodności cech odpadów promieniotwórczych z kryteriami akceptacji podczas ich przyjmowania na składowisko należy zwrócić je do wytwórcy lub przyjąć nieprawidłowe opakowanie. Obie opcje wymagają sporządzenia protokołu zawierającego poniższe dane:

- identyfikator opakowania odpadu i opis niezgodności,
- opis metody lub sugestie dotyczące usunięcia niezgodności (działania korygujące lub zwrot do wytwórcy),
- ocenę wpływu odpadów na system składowania (jeśli dotyczy),
- harmonogram zakończenia działań naprawczych,
- podpisy potwierdzające dostarczenie i przyjęcie odpadów złożone przez osoby odpowiedzialne.

Postępowanie przy odstępstwach cech odpadów od WAC jest następujące:

- Jeżeli wytwórca nie jest w stanie spełnić wymogów przyjęcia odpadów przed ich wytworzeniem i wykonaniem opakowania, można mu przyznać prawo odejścia od tych kryteriów, pod warunkiem, że nie ma to negatywnego wpływu na bezpieczeństwo składowiska.
- Odstępstwa powinny być rozpatrywane indywidualnie dla każdego przypadku.
- Powinna być ograniczona ważność takiego wyjątku/odstępstwa, wyrażona jako liczba przyjętych opakowań lub jako czas dostarczania odpadów na składowisko.
- Opakowania z odpadami nie powinny być wyprodukowane przed wydaniem zgody na odstępstwo przez operatora składowiska.
- Na takie postępowanie konieczna jest zgoda organu regulacyjnego – Państwowej Agencji Atomistyki (PAA).

Przykłady odstępstw:

- Brak możliwości wykonania testu technicznego (np. pomiaru ługowalności odpadu cementowanego).

Odpad może zostać zaakceptowany, ponieważ inne pomiary były zadowalające i charakterystykę odpadu można oszacować na podstawie innych parametrów (np. wytrzymałości na ściskanie).

Warunek: odstępstwo jest ograniczone czasowo (np. wytwórca odpadu musi przeprowadzić testy w ciągu 2 lat).

- Zastosowanie innej metody technicznej niż ta, która została zalecona.
Odpad został zaakceptowany, ponieważ wyniki testu wykonanego inną metodą są bardziej ostrożne, konserwatywne.
- Przyjmowanie odpadów sypkich (np. proszku).
Odmówiono przyjęcia, ponieważ wpływ dawki na obsługę z powodu inhalacji w czasie pracy nie spełnia wymogów ochrony radiologicznej.

2.4. Podsumowanie

- Kryteria akceptacji odpadów są narzędziem, które zapewnia bezpieczne procedury technologiczne na wszystkich etapach cyklu życia odpadów promieniotwórczych.
- Tylko niektóre cechy odpadów są odpowiednie, aby przyjąć je jako WAC. Cechy te powinny być mierzalne i sprawdzalne. Każde kryterium wymaga ustalenia odpowiedniej metody, która pozwoli wykazać zgodność oznaczenia z limitem przyjętym dla danego kryterium.
- WAC powinny zostać ustalone na początku procesów wytwarzania odpadów, aby zapewnić odpowiednie wytyczne dotyczące kondycjonowania i przechowywania odpadów.
- Jeśli system składowania nie jest ustalony, należy określić wstępne kryteria akceptacji.
- WAC muszą zostać opracowane we współpracy pomiędzy wytwórcą odpadów a operatorem składowiska i zatwierdzone przez organ regulacyjny.
- Należy ustanowić program zarządzania niezgodnościami i odstępstwami od WAC.

3. POSTĘPOWANIE Z ODPADAMI PROMIENIOTWÓRCZYMI PRZED SKŁADOWANIEM (ODPADY NISKO- I ŚREDNIOKATYWNE)

Wszystkie etapy postępowania z odpadami promieniotwórczymi tworzą zintegrowany system, w którym poszczególne fazy uzupełniają się i są wzajemnie zależne. Na etapie planowania strategii postępowania z odpadami promieniotwórczymi możliwe są różne ścieżki procesowe. Najbardziej odpowiednie opcje przetwarzania i przechowywania prowadzą do takiego opakowania odpadu, które spełnia wymagania zakładu unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych, przy jednoczesnym zminimalizowaniu objętości odpadu i pochodzących od niego dawek

promieniowania. Tak przetworzony odpad z łatwością spełni wymagania systemu składowania, które jest ostatnim etapem jego cyklu życia.

3.1. Minimalizacja odpadów

Odpady nisko- i średnioaktywne (ang. low and intermediate level waste – LILW) powstają w wyniku działań, w trakcie których wykorzystuje się materiały promieniotwórcze lub promieniowanie. Wytwarzanie tych odpadów powinno być ograniczone do niezbędnego minimum. Pojęcie „minimalizacja odpadów” dotyczy całkowitej objętości odpadów promieniotwórczych i całkowitej radioaktywności. Wszystkie procesy generujące odpady powinny zostać ocenione przed ich rozpoczęciem, a ilość i rodzaj produkowanych odpadów uwzględnione w odpowiednich raportach oddziaływania na środowisko. Po wdrożeniu procesu należy sprawdzić, czy ilość generowanych odpadów promieniotwórczych może zostać zmniejszona poprzez wprowadzenie zmian w koncepcji procesu lub procedurach operacyjnych. Należy również poznać i ocenić właściwości chemiczne wytwarzanych odpadów, aby zoptymalizować późniejsze ich przetwarzanie.

W celu minimalizacji odpadów promieniotwórczych przy projektowaniu składowiska odpadów promieniotwórczych należy:

- dobrać odpowiednie materiały, procesy, konstrukcję i komponenty obiektu;
- wybrać opcje projektowe sprzyjające minimalizacji ilości odpadów wytwarzanych w trakcie eksploatacji oraz w momencie likwidacji obiektu;
- zastosować skuteczne techniki i niezawodny sprzęt;
- wyraźnie ograniczyć potencjalnie radioaktywne strefy i wyposażenie, aby zapobiec rozprzestrzenianiu się skażeń.

Aspekty minimalizacji odpadów promieniotwórczych, które należy wziąć pod uwagę w trakcie działania (faza operacyjna) składowiska [6, 7]:

- Segregacja różnych rodzajów odpadów promieniotwórczych, jeśli takie podejście zoptymalizuje kolejne etapy przetwarzania i kondycjonowania (np. długożyciowe odpady, krótkożyciowe odpady, stężone płyny, płyny o niskim stężeniu).
- Minimalizowanie ilości materiałów nieradioaktywnych wykorzystywanych na terenach kontrolowanych, aby zapobiec ich zanieczyszczeniu i wytworzeniu dodatkowych odpadów promieniotwórczych.
- Oddzielne przechowywanie odpadów nieradioaktywnych i odpadów promieniotwórczych. Przed składowaniem należy upewnić się, czy odpady nieradioaktywne nie zostały skażone promieniowaniem.
- Planowanie i wykorzystanie sprzętu do postępowania z odpadami w celu ograniczenia powstawania wtórnych odpadów promieniotwórczych.
- Odkazanie sprzętu i materiałów w celu zminimalizowania ilości wytwarzanych odpadów promieniotwórczych wraz z kontrolą odpadów wtórnych powstałych w wyniku odkazania.
- Recykling i ponowne użycie materiałów, systemów i komponentów, które są potencjalnie skażone a nie aktywowane.

3.2. Charakterystyka odpadów

Skuteczne gospodarowanie odpadami nisko- i średnioaktywnymi zależy od znajomości ich właściwości. Do czasu scharakteryzowania odpadów promieniotwórczych w celu ich zagospodarowania należy przyjąć ostrożne założenia dotyczące ich właściwości fizycznych i chemicznych oraz radioaktywności. Znajomość procesu, w którym odpad powstał, można wykorzystać do określenia przewidywanych właściwości odpadów, co nie eliminuje jednak ich dalszej charakterystyki.

Charakteryzowanie odpadów promieniotwórczych może przebiegać w kilku etapach. Pierwszym etapem może być określenie mocy dawki emitowanej przez odpad. Następne badania

można przeprowadzić z zastosowaniem spektroskopii gamma, a odpady – pobrać do dalszej analizy np. metodą spektroskopii alfa, beta i analizy chemicznej. Charakterystyka odpadów powinna określać ich właściwości na tyle dokładnie, aby można było dopuścić je do kolejnych etapów gospodarki odpadami.

Należy zwrócić uwagę na segregację różnych odpadów promieniotwórczych, tak aby ułatwić gospodarkę nimi i zoptymalizować kolejne etapy przetwarzania i kondycjonowania. Decyzja o segregacji różnych rodzajów odpadów promieniotwórczych powinna być oparta na analizie ryzyka, która wykazuje korzyści prowadzenia segregacji w zakresie bezpieczeństwa, ochrony radiologicznej i zarządzania. Segregacja jest uzasadniona, jeśli umożliwia oddzielenie znacznej ilości odpadów na niższym poziomie zagrożenia i/lub zmniejszenie ilości lub objętości odpadów, które zostały sklasyfikowane na wyższym poziomie zagrożenia. Odpady można segregować na podstawie właściwości radiologicznych, fizycznych, chemicznych i chorobotwórczych.

Korzystne może być segregowanie odpadów na podstawie okresu połowicznego półtrwania obecnych w nich radionuklidów, tak aby ułatwić dalsze postępowanie i spełnienie kryteriów akceptacji przyjęcia odpadów do składowania. W zależności od rodzaju radionuklidów zawartych w odpadach, można je podzielić na trzy kategorie:

- krótkożyciowe – zawierające radionuklidy o okresie półtrwania krótszym niż 6 lat (np. kobalt-60 o okresie półtrwania 5,3 roku);
- średniożyciowe – zawierające radionuklidy o okresie półtrwania dłuższym niż 6, ale krótszym niż 40 lat (np. cez-137 o okresie półtrwania 30,1 lat oraz stront-90 o okresie półtrwania 28,8 lat);
- długożyciowe – zawierające radionuklidy o okresie półtrwania wynoszącym ponad 40 lat.

Odpady promieniotwórcze można również segregować na podstawie poziomu radioaktywności i radiotoksyczności zawartych w nich radionuklidów. Warto oddzielić odpady zawierające głównie radionuklidy emitujące promieniowanie alfa od odpadów nieemitujących promieniowania alfa lub emitujących je na bardzo niskim poziomie. Emitery promieniowania alfa mają zwykle wyższą radiotoksyczność niż emitery promieniowania beta/gamma oraz wymagają większej izolacji i innego przetwarzania. Inna strategia segregacji może polegać na oddzieleniu niskoenergetycznych emiterów beta/gamma od wysokoenergetycznych emiterów beta/gamma.

Poniżej wymieniono kategorie odpadów wyróżnione ze względu na inne, nieradiologiczne cechy, które mogą stanowić podstawę segregacji:

- stałe, gazowe i płynne (przetwarzane oddzielnie);
- palne lub niepalne;
- ściśliwe lub nieściśliwe;
- metaliczne lub niemetaliczne;
- piroforyczne, wybuchowe, reaktywne chemiczne lub w inny sposób niebezpieczne;
- zawierające ciecze lub gazy pod ciśnieniem;
- odpady medyczne lub zawierające czynniki zakaźne;
- zwłoki zwierząt i materiały gnilne.

Segregacja jest opłacalna tylko wtedy, gdy posegregowane odpady są przetwarzane różnymi sposobami, przechodzą przez inne etapy gospodarowania odpadami do momentu ich unieszkodliwienia lub kryteria akceptacji dla nich są różne.

3.3. Przetwarzanie odpadów

Przetwarzanie odpadów promieniotwórczych można podzielić na trzy etapy:

- Obróbkę wstępną obejmującą niektóre lub wszystkie czynności przed ich unieszkodliwieniem, takie jak: zbieranie, segregacja, regulacja chemiczna i dekontaminacja.
- Przetwarzanie odpadów promieniotwórczych obejmujące czynności, których celem jest poprawa bezpieczeństwa poprzez zmianę właściwości odpadów. Efektem przetwarzania odpadów powinno być: zmniejszenie ich objętości, usunięcie pewnych radionuklidów i substancji zakłócających dalsze etapy postępowania i wynikająca z tego zmiana składu.

- Kondycjonowanie odpadów promieniotwórczych obejmujące czynności, w wyniku których powstaje forma odpadów nadająca się do transportu, przechowywania i/lub składowania. Kondycjonowanie obejmuje przekształcenie odpadów do postaci stałej, zamknięcie odpadów w pojemnikach i, jeśli to konieczne, zapewnienie opakowania zbiorczego.

Mogą wystąpić sytuacje, w których przetwarzanie odpadów będzie prowadzone w różnych zakładach (np. scentralizowane przechowywanie odpadów w miejscu innym niż miejsce ich powstania). Przy podejmowaniu decyzji dotyczących procesów przetwarzania i kondycjonowania należy ocenić na podstawie przewidywalnych kryteriów akceptacji, czy zastosowane opakowania są odpowiednie do transportu i składowania na składowisku odpadów promieniotwórczych.

Przetwarzanie i kondycjonowanie może spowodować zmianę właściwości chemicznych odpadów promieniotwórczych. Czynności te wykonuje się m.in. z tego względu, że potencjalna dawka promieniowania, którą mogą zostać napromienieni pracownicy i/lub społeczeństwo podczas wykonywania rutynowych działań lub jakichkolwiek nieprzewidywalnych zdarzeń, może zostać znacznie zmniejszona poprzez zmianę właściwości chemicznych odpadów.

W wielu przypadkach decyzje o zagospodarowaniu odpadów promieniotwórczych przed ich składowaniem muszą zostać podjęte przed ustaleniem kryteriów akceptacji odpadów w docelowym składowisku. Jeśli ścieżka przetwarzania odpadów nie jest znana lub nie została jeszcze wybrana, to przy planowaniu wcześniejszych etapów powinno uwzględniać się realistyczny zakres opcji zagospodarowania, tzn. metody przetwarzania lub kondycjonowania wybrane dla poszczególnych rodzajów odpadów nie powinny znacząco ograniczać postępowania na kolejnych etapach. Należy np. unikać nieodwracalnych procesów kondycjonowania. Jednak w niektórych przypadkach korzyści w zakresie bezpieczeństwa i/lub ochrony radiologicznej mogą uzasadniać zastosowanie nieodwracalnych procesów przetwarzania lub kondycjonowania (np. zestalenie odpadów płynnych jest prawie zawsze uzasadnione zwiększonym bezpieczeństwem przechowywania ciał stałych). Jeżeli istnieje wystarczające uzasadnienie takiego postępowania, to powinna zostać przygotowana ocena wykazująca korzyści z takiego działania.

Ocena korzyści wynikających z nieodwracalnego przetwarzania odpadów promieniotwórczych powinna być zawarta we wszystkich wnioskach do organu regulacyjnego o zgodę na proponowane przetwarzanie odpadów. Jednak nawet w przypadku akceptacji wniosku przez regulatora, osoba odpowiedzialna musi zadbać, żeby przetworzone odpady nadawały się do unieszkodliwienia w momencie uruchomienia składowiska odpadów promieniotwórczych.

Opakowanie na odpady powinno mieć trwałą etykietę z numerem identyfikacyjnym oraz informacjami o masie i mocy dawki promieniowania wraz z datą ich pomiaru. Informacje o innych właściwościach opakowania odpadów powinny być łatwe do uzyskania z dokumentów ewidencyjnych. Właściwy zapis każdego opakowania powinien być przechowywany w systemie zarządzania dokumentacją. Zapisy powinny być bezpiecznie przechowywane, łatwo dostępne i możliwe do odczytu przez dłuższy okres czasu.

3.4. Przechowywanie odpadów

Przechowywanie odpadów promieniotwórczych jest wymagane na wszystkich etapach gospodarki odpadami, aby zapewnić bezpieczeństwo ludziom i chronić środowisko.

Warunki przechowywania odpadów promieniotwórczych powinny gwarantować, że będzie je można łatwo odzyskać w przyszłości, np. w celu dalszego przetwarzania.

Należy również zapewnić odpowiednią przestrzeń do przeprowadzenia inspekcji elementów i sprawdzenia ich zanieczyszczenia przed wysyłką na składowisko odpadów [8].

3.5. Składowanie odpadów

Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej opracowała zalecenia dotyczące planowania, lokalizacji, projektowania i eksploatacji składowisk odpadów promieniotwórczych.

Lokalizacja składowiska odpadów promieniotwórczych zależy od wielu czynników, m.in. od jego projektu i zagrożeń radiologicznych związanych ze składowanymi odpadami, a także od działań, jakie będą podejmowane na składowisku.

Należy rozważyć scentralizowanie składowania odpadów w dużych obiektach, a nie składowanie ich w wielu małych obiektach znajdujących się w miejscu powstania odpadów. Pozwoli to na lepszą długoterminową ochronę i zapewni bezpieczeństwo umieszczonych tam odpadów.

Należy wdrożyć procedury inspekcji w celu wykrywania degradacji opakowań odpadów, zanim nastąpi jakiegokolwiek uwolnienie radioaktywności z opakowania. Składowisko odpadów promieniotwórczych powinno być zaprojektowane tak, aby ograniczyć skażenie, jeżeli nastąpi degradacja opakowań. Powinny znajdować się tam zapory, odpływy podłogowe do zbiornika ściekowego lub uszczelnione podłogi, które można łatwo zdekontaminować.

Należy zapewnić wystarczającą pojemność do składowania odpadów, które są wytwarzane podczas eksploatacji obiektów jądrowych oraz uwzględnić rezerwę na odpady powstałe w przypadku jakichkolwiek incydentów.

3.6. Zasady postępowania z odpadami w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych

Z uwagi na szczególnie charakterystyczny charakter odpady promieniotwórcze wymagają specjalnego traktowania. Dotyczy to wszystkich etapów postępowania: gromadzenia i segregacji, przetwarzania, zestalania, transportu, przechowywania i ostatecznego składowania. Podstawowym celem wymienionych działań jest takie zabezpieczenie odpadów promieniotwórczych, aby nie stwarzały zagrożenia dla człowieka i środowiska. Jest to szczególnie istotne z punktu widzenia długoterminowego przechowywania i ostatecznego składowania. Izolacja odpadów promieniotwórczych jest możliwa dzięki barierom ochronnym zabezpieczającym przed uwalnianiem substancji promieniotwórczych w miejscu ich składowania i zapobiegającym migracji tych substancji do środowiska, co w konsekwencji stwarzałoby zagrożenie dla ludzi.

W celu właściwego zabezpieczenia składowania odpadów promieniotwórczych należy:

- w możliwie maksymalnym stopniu zredukować ich objętość,
- nadać im formę odporną na działanie wody i zabezpieczającą przed rozpraszaniem,
- przechowywać w sposób niezagrażający środowisku.

Aby zapobiec rozprzestrzenianiu się substancji promieniotwórczych, stosuje się wiele barier zabezpieczających, tzw. system multibarier.

Na system multibarier zapobiegających rozprzestrzenianiu się substancji promieniotwórczych i pochłaniających promieniowanie składają się bariery naturalne i sztuczne, tj. wykonane przez człowieka:

Do barier sztucznych należą:

- Trudno rozpuszczalne związki chemiczne wiążące odpady promieniotwórcze.
- Materiały wiążące (spoiwa), które służą do zestalania odpadów promieniotwórczych w celu przeciwdziałania rozsypaniu, rozproszaniu, rozpyleniu i wymywaniu substancji promieniotwórczych. Najczęściej stosowane są beton, asfalt, polimery organiczne i masy ceramiczne.
- Opakowanie bezpośrednio odpadów promieniotwórczych, które izoluje odpady od otoczenia, zabezpiecza przed uszkodzeniami mechanicznymi, działaniem czynników atmosferycznych i kontaktem z wodą. Na opakowania bezpośrednio stosowane są najczęściej pojemniki metalowe, rzadziej betonowe. W pojemnikach tych odpady są przewożone, magazynowane i składowane.
- Betonowa konstrukcja składowiska, która stanowi dodatkowe zabezpieczenie odpadów, szczególnie przed działaniem czynników atmosferycznych, zapobiega korozji opakowań bezpośrednich, a przez to migracji substancji promieniotwórczych z miejsca ich składowania.
- Impregnująca warstwa bitumiczna pokrywająca wierzchnią warstwę betonu, której podstawowym zadaniem jest zapobieganie przenikaniu wód opadowych do strefy składowania odpadów, a także korozji opakowań i wymywaniu substancji promieniotwórczych.

Barierę naturalną stanowią głównie struktura geologiczna i ukształtowanie terenu, a także jego asejsmiczność i korzystne usytuowanie w miejscu tzw. wyniosłości topograficznej. Odpowiednie warunki geologiczne i hydrogeologiczne mają zapobiegać rozprzestrzenianiu się radionuklidów w glebie oraz przenikaniu ich do wód gruntowych i powierzchniowych. W przypadku Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych (KSOP) w Róźnie [9] poziom wód gruntowych jest niższy od poziomu składowiska, a struktura podłoża przeciwdziała migracji radionuklidów.

Wielostopniowość systemu barier to zasadniczy warunek ich skuteczności w zabezpieczeniu przed rozsypaniem, rozproszaniem, rozpyleniem i wymywaniem substancji promieniotwórczych, a tym samym niedopuszczeniu do migracji w składowisku i jego otoczeniu. Skuteczność zastosowanego w KSOP systemu multibarier jest potwierdzona wieloletnimi wynikami kontroli wpływu składowiska na środowisko naturalne. Przygotowanie odpadów do składowania poprzedzone jest z reguły redukcją ich objętości. Ułatwia to dalsze postępowanie z odpadami oraz zmniejsza ich ilość przeznaczoną do okresowego przechowywania czy ostatecznego składowania. Przetworzenie odpadów pozwala również na zoptymalizowanie procesu tworzenia barier ochronnych oraz obniżenie ogólnych kosztów unieszkodliwiania i składowania odpadów. Bariery sztuczne i naturalne należy rozpatrywać zawsze jako układy, które dopełniają się i tworzą spójny, skutecznie zabezpieczający system multibarier.

Podstawowymi technologiami stosowanymi obecnie w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) w Świerku do unieszkodliwiania odpadów promieniotwórczych są [9, 10]:

- dla odpadów ciekłych:
 - technologia wyparna,
 - odwrócona osmoza,
 - technologia zestalania szlamów i koncentratów powyparnych;
- dla odpadów stałych:
 - prasowanie,
 - fragmentacja.

Zleceniodawca ma obowiązek przygotować „Kartę ewidencyjną powstałych odpadów promieniotwórczych”, a w przypadku przekazywania materiałów jądrowych „Zawiadomienie o wydaniu materiałów jądrowych”. Dodatkowymi dokumentami są „Świadectwa źródeł” oraz szczegółowy wykaz numerów przekazywanych czujek dymu. Wzór karty oraz wzory wypełnionych kart dla różnych rodzajów odpadów promieniotwórczych dostępne są na stronie internetowej ZUOP [9].

4. KRYTERIA AKCEPTACJI DLA SKŁADOWANIA ODPADÓW PROMIENIOTWÓRCZYCH W POLSCE

4.1. Przypowierzchniowe składowiska odpadów

Odpady promieniotwórcze, które są dopuszczone do składowania na składowisku przypowierzchniowym powinny spełniać wymagania Dyrektywy Rady UE [3] w sprawie postępowania z wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi. Na KSOP w Róźnie składowane są odpady nisko- i średnioaktywne o okresie półtrwania zawartych w nich izotopów poniżej 30 lat oraz zamknięte źródła promieniotwórcze. KSOP służy również do okresowego przechowywania odpadów długożyciowych, głównie alfa-promieniotwórczych, oczekujących na umieszczenie w głębokim składowisku geologicznym (ang. deep geological repository – DGR). Na składowisku składowane są odpady pochodzące z zastosowań radioizotopów w medycynie, przemyśle, nauce itp., czyli tzw. odpady instytucjonalne, wcześniej przetworzone w ZUOP w Świerku.

Postępowanie z odpadami krótkożyciowymi nisko- i średnioaktywnymi powstałymi w elektrowni jądrowej będzie się prawdopodobnie odbywało na jej terenie. Odpowiednio przetworzone odpady będą umieszczane w opakowaniach umożliwiającym ich transport i złożenie na składowisku powierzchniowym odpadów promieniotwórczych. Odpady te będą odbierane przez ZUOP i będą musiały spełniać określone przez ZUOP kryteria akceptacji najpierw dla transportu odpadów promieniotwórczych, a następnie dla składowania na składowisku odpadów promieniotwórczych.

W KSOP mogą być składowane odpady wyłącznie w postaci stałej lub zestalonej, a ponadto muszą spełniać następujące wymagania jakościowe:

- nie powinny wydalać produktów gazowych (wyjątek stanowią odpady zawierające izotopy rozpadające się do produktów gazowych, np. Ra-226);
- nie powinny zawierać substancji wybuchowych, łatwopalnych lub wykazujących się powinowactwem chemicznym w stosunku do barier ochronnych;
- nie powinny zawierać cieczy nie związanej powyżej 1% całkowitej masy odpadów;
- ługowalność z produktów zestalania odpadów niskoaktywnych nie powinna być większa niż $10^{-2} \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$, a średnioaktywnych – $10^{-3} \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$;
- pojemniki z odpadami powinny być szczelnie zamknięte w sposób zabezpieczający przed wydostaniem się odpadów na zewnątrz.

Odpady z emergetyki jądrowej nie będą jednak składowane na KSOP, którego pojemność się wyczerpuje. W przyszłości będzie to nowo zbudowane składowisko, którego lokalizacja jeszcze nie jest znana.

Poniżej znajduje się przykładowa lista ogólnych kryteriów akceptacji odpadów, które mogą być składowane na przypowierzchniowym składowisku odpadów nisko- i średnioaktywnych i wykorzystane przy opracowywaniu kryteriów akceptacji odpadów dla nowego składowiska:

- odpad jest ciałem stałym;
- posiada stabilne właściwości chemiczne i fizyczne;
- nie zawiera wolnej cieczy;
- jest kompatybilny z betonowymi i naturalnymi barierami;
- nie zawiera sprężonych gazów;
- nie zawiera niebezpiecznych materiałów (PCB, odpady zakaźne, materiały gnilne);
- nie zawiera płynów organicznych;
- jest stabilny i ma długotrwałą wytrzymałość na ściskanie;
- nie będzie wytwarzać gazów;
- nie zawiera materiałów łatwopalnych (z wyjątkiem papieru, tworzyw sztucznych lub tkanin, które mogą wchodzić w skład normalnych odpadów promieniotwórczych).

Po uruchomieniu nowego składowiska odpadów zostaną określone jasne specyfikacje dla każdego z tych kryteriów. Na przykład licencja wydana dla składowiska mogłaby definiować „brak wolnej cieczy” jako mniej niż 1% objętości i przewidywać, że określone ciśnienie nie spowoduje uwolnienia cieczy. Może również określić próg 100 ppm, powyżej którego obecność „niebezpiecznych materiałów” nie będzie akceptowana. Zezwolenie na działanie składowiska mogłoby zawierać również definicję „nie będzie wytwarzać gazów”, aby wykluczyć gazy z normalnego rozkładu papieru, tworzyw sztucznych lub podobnych materiałów często zawartych w odpadach promieniotwórczych. Kryterium „nie zawiera płynów organicznych” nie może wykluczać obecności niewielkich ilości tych substancji w materiale stałym, np. ścierkach.

Do czasu zbudowania nowego składowiska powyższa lista kryteriów mogłaby służyć jako propozycja dla podjęcia już teraz nieodwracalnego przetwarzania odpadów promieniotwórczych, przeznaczonych do składowania w planowanym, przypowierzchniowym składowisku odpadów promieniotwórczych. Jednak nieodwracalne procesy przetwarzania odpadów promieniotwórczych powinny być stosowane tylko wtedy, gdy uzyskamy korzyści w zakresie bezpieczeństwa lub ochrony radiologicznej.

4.2. Składowiska podziemne

Odpady wysokoaktywne (ang. high level waste – HLW), jak i wypalone paliwo jądrowe, powinny być składowane w głębokich warstwach geologicznych.

Dla przyjmowania odpadów na składowisku podziemnym musi zostać opracowana ocena bezpieczeństwa. Odpady mogłyby być przyjmowane wyłącznie, jeśli byłoby to zgodne zarówno z oceną bezpieczeństwa terenu, jak i z charakterystyką odpadów przygotowanych do składowania. Jak się przewiduje, składowisko odpadów wysokoaktywnych, o ile powstanie w Polsce, to dopiero po 50 latach od uruchomienia pierwszej elektrowni jądrowej. Potencjalne miejsca lokalizacji takiego obiektu zostały określone pod koniec lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia. Opcja składowania wypalonego paliwa w geologicznym składowisku odpadów promieniotwórczych, jako optymalnego dla Polski, została zaproponowana w „Krajowym planie postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym” [11].

5. KRYTERIA AKCEPTACJI ODPADÓW W KRAJACH EUROPEJSKICH NA PODSTAWIE WYNIKÓW ANKIETY W PROJEKCIE ROUTES

W tym rozdziale przedstawiono informacje o kryteriach akceptacji odpadów stosowanych w wybranych krajach europejskich, które udzieliły odpowiedzi na ankietę przygotowaną w ramach projektu EURAD/ROUTES [12].

5.1. Pytanie 5

Pytanie: Czy w Twoim kraju istnieją kryteria akceptacji odpadów (WAC) dla określonego lub wszystkich etapów cyklu życia odpadów? (Do waste acceptance criteria (WAC) exist in your country for any or all stages of the waste lifecycle?)

5.1.1. Polska

Klasyfikacja odpadów bardzo niskoaktywnych (ang. very low level waste – VLLW) nie jest stosowana w Polsce. Odpady średnio- i niskoaktywne są przetwarzane i przechowywane w Zakładzie Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych w Świerku przed przekazaniem ich do Krajowego Składowiska Odpadów Promieniotwórczych w Różanie. Odpady krótkożyciowe są składowane w obiektach przypowierzchniowych, a odpady długożyciowe (m.in. odpady alfa-promieniotwórcze) i materiały jądrowe (np. zubożony uran) – w budynkach naziemnych do czasu wybudowania głębokiego składowiska geologicznego.

Odpady przechowywane czasowo w KSOP prawdopodobnie zostaną przepakowane i przeniesione w inne miejsce do tymczasowego przechowywania przed zamknięciem KSOP. Prawdopodobnie kolejnym miejscem tymczasowego przechowywania będzie nowe zbudowane składowisko płytkie dla odpadów nisko- i średnioaktywnych.

Kryteria akceptacji stosowane w KSOP w Różanie obejmują również pakowanie odpadów i przygotowanie do przechowywania lub składowania. W KSOP stosowane są ogólne kryteria akceptacji. Dotyczą one postaci składowanych odpadów, opakowań i sposobu składowania.

Przewiduje się wybudowanie nowego składowiska przypowierzchniowego, które będzie odbierać odpady średnio- i niskoaktywne (np. z likwidacji przyszłych elektrowni jądrowych, likwidacji reaktorów badawczych) po zamknięciu KSOP w Różanie. Dla nowego obiektu zostaną opracowane nowe kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych.

W Polsce działały dwa reaktory badawcze: EWA (wyłączony w 1995 r.) i MARIA (nadal działający). Większość wypalonego paliwa jądrowego z tych reaktorów badawczych wróciła do Rosji. Wypalone paliwo jądrowe z ostatnich kilku lat eksploatacji reaktora MARIA (wypro-

dukowane od ostatniej wysyłki do Rosji w 2016 r.) jest obecnie schładzane w mokrych przechowalnikach w Świerku i w odpowiednim czasie zostanie zwrócone producentowi.

W ZUOP są przechowywane odpady wysokoaktywne.

Nie ma ustalonych kryteriów akceptacji dotyczących przechowywania; spełnione są jedynie podstawowe normy bezpieczeństwa. Każde zamknięte źródło promieniotwórcze jest przechowywane w określony sposób, w zależności od jego wielkości, aktywności i innych cech.

Jako opcję składowania wysokoaktywnych odpadów i niektórych średnioaktywnych przewiduje się składowanie geologiczne. Głębokie składowisko geologiczne zostanie zbudowane po 2050 r. Do tego czasu wypalone paliwo jądrowe pochodzące z elektrowni jądrowych będzie przechowywane w miejscach lokalizacji tych elektrowni.

5.1.2. Czechy

W Czechach na każdym etapie gospodarki odpadami promieniotwórczymi oraz do każdego procesu stosowane są kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych.

Odpady nisko- i średnioaktywne oraz bardzo niskoaktywne są obecnie zarządzane według tych samych zasad i przetwarzane w tych samych instalacjach (odpady długo- i krótkożyłowe nie są zarządzane oddzielnie). Te same kryteria akceptacji odpadów mają zastosowanie dla wszystkich klas odpadów.

Obecnie w Czechach działają trzy składowiska:

- Richard (przypowierzchniowe w starej kopalni) – do przechowywania i składowania odpadów instytucjonalnych;
- Bratrsvi (stara kopalnia) – do składowania odpadów zawierających wyłącznie naturalnie występujące radionuklidy, tzw. NORM;
- Dukovany (na powierzchni) – do składowania odpadów promieniotwórczych wytwarzanych przez elektrownie jądrowe (z wyłączeniem wypalonego paliwa jądrowego).

Odpady zawierające długożyłowe radionuklidy są obecnie czasowo przechowywane na składowiskach Richard i Bratrsvi.

Przewiduje się budowę głębokiego składowiska geologicznego. Zakłada się, że rozpocznie ono działalność w 2065 r. Kryteria akceptacji dla DGR nie zostały jeszcze opracowane. Oczekuje się, że na składowisku będą składowane wszystkie rodzaje odpadów promieniotwórczych z wyjątkiem nisko- i bardzo niskoaktywnych powstałych w wyniku eksploatacji i likwidacji elektrowni jądrowych. Gdy DGR będzie już dostępne, to wszystkie działające obecnie składowiska zostaną zamknięte.

5.1.3. Niemcy

W Niemczech w głębokich składowiskach geologicznych są składowane wszystkie rodzaje odpadów promieniotwórczych. W związku z tym nie ma potrzeby rozróżniania odpadów zawierających radionuklidy o krótkich okresach półtrwania i długich okresach półtrwania. Dlatego odpady promieniotwórcze klasyfikuje się w zależności od tego, czy wytwarzają znaczące ilości ciepła.

Ostateczne składowanie odpadów o znikomej produkcji ciepła (tj. nisko- i średnioaktywnych) planowane jest na składowisku Schacht Konrad, w dawnej kopalni rudy żelaza w Salzgitter (Dolna Saksonia). Przewiduje się, że składowisko Schacht Konrad zostanie uruchomione w 2027 r.

Istnieją kryteria akceptacji dla odpadów średnio- i niskoaktywnych, które są zgłaszane do składowania na składowisku Schacht Konrad (składowiska Asse i Morsleben nie przyjmują już nowych odpadów). Jednocześnie odpady wytwarzające ciepło są umieszczane w suchych przechowalnikach, w beczkach transportowych. W przypadku odpadów o znikomym wytwarzaniu ciepła wzrost temperatury w skałach macierzystych przylegających do komór składowania odpadów (wynikający z rozpadu radionuklidów zawartych w odpadach) nie może przekroczyć 3°C.

Przy planowaniu odzyskania odpadów ze składowiska Asse stosuje się obecnie kryteria akceptacji dla składowiska Schacht Konrad, ponieważ stosowane tam metody przygotowania odpadów do składowania są jednymi z najnowocześniejszych w zakresie kondycjonowania

i pakowania odpadów radioaktywnych w Niemczech. Prawdopodobnie odzyskane odpady będą wymagały ponownego kondycjonowania i przepakowania, aby spełnić kryteria przyjęcia odpadów do przechowania i składowania w innym miejscu.

5.1.4. Posumowanie

W niektórych krajach działania związane z zagospodarowaniem odpadów promieniotwórczymi są nadal na wczesnym etapie rozwoju, obecnie przechowywane są tam często nieprzetworzone odpady surowe, np. w Grecji i Portugalii (kraje te mają tylko procedury dotyczące pakowania odpadów).

Niektóre klasyfikacje odpadów promieniotwórczych zostały niedawno wprowadzone do ustawodawstwa krajowego, a związane z nimi plany postępowania z odpadami promieniotwórczymi są nadal w fazie opracowywania, np. dla bardzo niskoaktywnych odpadów na Węgrzech.

Zużyte paliwo jądrowe, o ile nie zostanie ponownie przetworzone, jest zwykle przechowywane bez obróbki w basenach wodnych lub suchych magazynach, w osłoniętych pojemnikach, które często nie są ostatecznym opakowaniem. Ponadto w wielu krajach wypalone paliwo jądrowe nie jest uważane za odpad, a szczegółowe plany dotyczące jego długoterminowego zagospodarowania nie zostały jeszcze sformułowane. W konsekwencji opracowanie kryteriów akceptacji dla wypalonego paliwa jądrowego nie jest celowe na tym etapie, a także dla postępowania z odpadami pochodzącymi z jego przeróbki. Tak jest np. w Niemczech, Rumunii, Słowenii i Wielkiej Brytanii.

Kryteria akceptacji pozwalają na zawrócenie przysłanych odpadów promieniotwórczych do zakładu, w którym zostały wyprodukowane, jeśli nie spełniają one określonych wymagań lub w celu usunięcia niezgodności. W związku z tym kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych nie są definiowane dla obiektów, które przyjmują odpady surowe, niezależnie od ich właściwości. Dotyczy to w szczególności obiektów, które zarządzają wypalonym paliwem jądrowym. Takie obiekty zazwyczaj stosują się do postanowień dotyczących zarządzania niezgodnymi ze specyfikacją/uszkodzonymi opakowaniami z wypalonym paliwem jądrowym (ang. spent nuclear fuel – SNF). W ramach swoich strategii projektowych i operacyjnych obiekty te mogą przyjmować SNF, ponieważ nie ma alternatywnej ścieżki zarządzania. Często w kraju istnieje tylko jeden obiekt do zarządzania średnio- i długoterminowo SNF (do czasu dostępności DGR).

Wymogi dotyczące obróbki, kondycjonowania i pakowania są czasami włączane do kryteriów akceptacji odpadów obejmujących wiele etapów cyklu ich życia, ale przede wszystkim koncentrują się na przechowywaniu/składowaniu. Tak jest np. w przypadku Polski i Słowenii.

Odpowiedzi ośmiu krajów (Bułgarii, Węgier, Holandii, Polski, Słowenii, Hiszpanii, Szwecji i Wielkiej Brytanii) wskazują, że obecnie nie przyjęto tam kryteriów akceptacji odpadów dla przechowywania niektórych klas odpadów promieniotwórczych. Nowoczesne składowiska odpadów promieniotwórczych są zaprojektowane tak, aby zapewnić bezpieczne obchodzenie się z określonymi rodzajami odpadów / opakowaniami odpadów i ich przechowywanie. Dlatego ich specyfika i konstrukcja określa, jakie odpady obiekt może przyjąć ze względów logistycznych i kryteriów bezpieczeństwa.

Większość krajów posiada wstępne lub ostateczne kryteria akceptacji (odpowiednio dla planowanych i działających składowisk) bardzo nisko- i niskoaktywnych odpadów, ale są kraje, w których opracowywanie ustaleń dotyczących gospodarki/składowania odpadów jest na wczesnym etapie i które nie mają jeszcze planów będących podstawą WAC w zakresie składowania (np. Austria, Dania, Grecja, Holandia i Portugalia oraz Węgry tylko dla bardzo niskoaktywnych odpadów). W Słowenii, zgodnie z zaleceniami organu regulacyjnego, bardzo niskoaktywne odpady są obecnie traktowane jako odpad zwolniony z kontroli instytucjonalnej lub odpad niskoaktywny, zatem nie ma specjalnych obiektów do ich składowania (a tym samym nie ma kryteriów akceptacji).

W przypadku średnio- i wysokoaktywnych odpadów większość krajów nie ma żadnych kryteriów akceptacji, ponieważ planowane składowiska geologiczne są wciąż na wczesnym

etapie realizacji. Wyjątkiem są Czechy i Węgry, które mają kryteria akceptacji odpadów dla składowisk odpadów średnio- i wysokoaktywnych.

5.2. Pytanie 6

Pytanie: W jaki sposób pierwotnie opracowano kryteria akceptacji odpadów i jakie (jeśli w ogóle) przepisy wprowadzono, aby je zaktualizować? (How were these WAC originally developed and (if any) provisions are in place to update them?)

5.2.1. Polska

Ogólne WAC zostały opracowane dla składowiska odpadów radioaktywnych w Róźnie, które działa od 1961 r. Powstały one w sposób ewolucyjny w ZUOP wspieranym przez instytucje naukowe.

WAC są stale przeglądane, ale na razie nie jest wymagana ich specjalna aktualizacja. Wdrożenie dyrektywy europejskiej 2011/70/Euratom i przygotowanie „Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym” zwróciły uwagę na potrzebę WAC, ich aktualizacji i ewentualnych rewizji.

Dane z monitoringu składowiska w Róźnie są ogólnodostępne, ponieważ lokalna społeczność jest zainteresowana bezpieczeństwem tego obiektu. Dane te pokazują pełne bezpieczeństwo składowanych tam z uwzględnieniem ogólnych kryteriów akceptacji odpadów.

Należy opracować nowe kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych dla nowego składowiska krótkożyciowych odpadów niskoaktywnych, które ma zostać uruchomione w przyszłości.

5.2.2. Czechy

Czeskie prawo atomowe (nr 263/2016 Coll) zawiera ogólne przepisy (wymagania) dotyczące wprowadzenia kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych, które mają zastosowanie do wszystkich typów obiektów, gdzie odpady są przechowywane i składowane. Kryteria akceptacji odpadów są opracowywane dla każdego obiektu z uwzględnieniem tych przepisów, ale są też dostosowywane do specyfiki obiektu do przechowania lub składowania.

Producenci odpadów stosują kryteria akceptacji, które zależą od zastosowanych technologii i sposobów przerobu materiału radioaktywnego na etapach sortowania, kondycjonowania i składowania.

5.2.3. Niemcy

W przypadku powodzi dotyczących składowisko Schacht Konrad istnieje zagrożenie skażeniem radionuklidami i innymi związkami chemicznymi wód podziemnych. Poziom wód musi być poniżej poziomu określonego w zezwoleniu wydanym na podstawie federalnej ustawy o wodzie (Wasserhaushaltsgesetz).

5.2.4. Podsumowanie

W krajach, w których od dawna istnieją programy jądrowe, historyczne ograniczenia przyjęcia odpadów na składowiskach lub specyfikacje dotyczące charakterystyki odpadów były zwykle formalizowane jako kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych w celu spełnienia pewnych ogólnych zasad/norm nałożonych przez organ regulacyjny. W przypadku obiektów, które są dopiero planowane, w budowie lub zostały uruchomione w ciągu ostatnich kilku lat, kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych zostały opracowane w trakcie licencjonowania danego obiektu na podstawie oceny bezpieczeństwa.

Zwykle kryteria akceptacji odpadów są opracowywane przez organizację gospodarki odpadami lub operatora obiektu w porozumieniu z innymi stronami i zatwierdzane przez organ regulacyjny. W niektórych krajach, np. w Danii i na Litwie, zostały ustanowione przez samego regulatora. W innych krajach, jak np. Niemcy, Grecja, Holandia i Słowenia, regulator nie był bezpośrednio zaangażowany w opracowywanie kryteriów akceptacji.

W większości krajów istnieją przepisy dotyczące okresowego przeglądu i aktualizacji kryteriów akceptacji odpadów, ale ich częstotliwość jest różna i nie zawsze wyraźnie określona. Kryteria akceptacji są aktualizowane, jeśli jest to konieczne, w ramach działań związanych z ponownym udzieleniem licencji dla obiektu.

Zmiany ram prawnych i regulacyjnych były w większości przypadków głównym powodem zmiany kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych. Kryteria były też aktualizowane w wyniku pojawienia się nowych rodzajów odpadów i pojemników na odpady.

5.3. Pytanie 7

Pytanie: Jeśli istnieją ogólne kryteria akceptacji odpadów, to w jaki sposób są one wdrażane? (If generic WAC are in place, how are these implemented?)

Celem było zbadanie stopnia rozwoju i zastosowania ogólnych kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych w różnych krajach.

Większość krajów nie udzieliła pełnej odpowiedzi na to pytanie.

5.3.1. Podsumowanie

Ogólne kryteria akceptacji odpadów są opracowywane i stosowane tylko w ograniczonej liczbie krajów europejskich. W tych krajach interpretacja terminu „ogólne kryteria akceptacji odpadów” jest bardzo zróżnicowana.

W państwach, w których zdefiniowano ogólne kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych, dotyczą one głównie działań związanych z ich składowaniem, a nie wcześniejszych etapów cyklu postępowania w odpadami. Wyjątkiem są obiekty do przechowywania odpadów, które posiadają kryteria akceptacji, ale nie są one specyficzne dla poszczególnych rodzajów odpadów promieniotwórczych. Z uwagi na to kryteria te są uważane za ogólne (np. w Holandii).

W kwestii składowania tylko Wielka Brytania opracowała i wdrożyła rozległy system ogólnych kryteriów akceptacji odpadów, który jest integralną częścią jej podejścia do gospodarowania odpadami promieniotwórczymi. Ukraina opracowała wstępne ogólne kryteria akceptacji dla obiektu geologicznego składowania, które będą stanowić podstawę przyszłego planu gospodarki odpadami promieniotwórczymi.

Ogólne kryteria akceptacji odpadów niekoniecznie są prekursorem ostatecznych kryteriów akceptacji odpadów specyficznych dla danego miejsca lub obiektu, opracowywanych w późniejszym terminie. W niektórych przypadkach odzwierciedlają nadrzędny zestaw wymagań uwzględnionych przy określaniu WAC specyficznych dla danego miejsca lub obiektu (Francja); w innych przypadkach odzwierciedlają zestaw wymagań, które mają być powszechnie stosowane (Cypr).

Wykorzystanie ogólnych kryteriów akceptacji dla składowisk promieniotwórczych może przynieść korzyści w krajach, które są na stosunkowo wczesnym etapie planowania składowania odpadów promieniotwórczych.

5.4. Pytanie 8

Pytanie: Opisać, w jaki sposób kryteria akceptacji odpadów w twoim kraju uwzględniają następujące elementy (dla każdego etapu cyklu odpadów oraz w odniesieniu do różnych rodzajów odpadów). (Please describe how the WAC in your country take following into account (for each stage of the waste cycle and regard to different waste types, if relevant).

5.4.1. Polska

Miejsce docelowe składowania odpadów: Różan KSOP – składowisko powierzchniowe dla odpadów niskoaktywnych.

Parametry radiologiczne: wykaz nuklidów jest sporządzony na podstawie krajowej klasyfikacji odpadów promieniotwórczych, w której okres półtrwania radionuklidów odgrywa ważną rolę.

Forma odpadu: matryca cementowa.

Przed składowaniem odpady radioaktywne należy:

- 1) przekształcić w postać stałą o zawartości wody niezwiązanej poniżej 1% masy, a szybkość wypłukiwania wodą destylowaną zestalonych odpadów radioaktywnych, po 28 dniach wypłukiwania w warunkach statycznych, nie może przekroczyć: $10^{-2} \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ dla odpadów niskoaktywnych, $10^{-3} \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ dla odpadów średnioaktywnych, $10^{-5} \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ dla odpadów wysokoaktywnych;
- 2) posegregować według kategorii i podkategorii;
- 3) umieścić w zamkniętym opakowaniu przeznaczonym do składowania w sposób uniemożliwiający wydostawanie się odpadów radioaktywnych.

Opakowanie odpadów:

- musi uwzględniać fizyczne i chemiczne właściwości odpadów.
- specjalnie zaprojektowane betonowe lub metalowe pojemniki (zabezpieczone przed korozją),
- bez opakowania – odpady o dużych gabarytach (pod pewnymi warunkami).

Identyfikacja odpadu: dokumentacja zawiera tylko charakterystykę radiologiczną (QA/QC w fazie opracowywania).

5.4.2. Czechy

Miejsce docelowe składowania odpadów:

- Richard – składowisko przypowierzchniowe,
- Bratrstvi – składowisko przypowierzchniowe,
- Dukovany – składowisko powierzchniowe.

Forma odpadu: cementowane (do składowania w składowiskach Richard i Bratrstvi), bitumiczne i matryce glinokrzemianowe (SIAL®).

Pojemnik: zalecany typ to system „beczka w bębnie” (200 l) z betonową osłoną biologiczną.

5.4.3. Niemcy

Miejsce docelowe odpadów: Schacht Konrad (składowisko geologiczne) – w fazie budowy.

Składniki odpadów: istnieje „biała lista” dozwolonych związków (pod pewnymi warunkami).

Wnioski o wyjątki należy składać do właściwego organu (Bundesgesellschaft für Endlagerung mbH – BGE).

Opakowanie odpadów: musi wytrzymać upadek z 5 m, ciśnienie zewnętrzne 30 MPa i temperaturę 300°C (w przypadku pożaru).

QA/QC: system jakości dotyczący unieszkodliwiania jest licencjonowany przez organ regulacyjny (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Nukleare Sicherheit / Bundesgesellschaft für Endlagerung – BMU/BGE).

5.4.4. Podsumowanie

Na podstawie odpowiedzi udzielonych przez uczestników ankiety zaobserwowano, że kryteria akceptacji dla odpadów niskoaktywnych dotyczą bardziej charakterystyki radiologicznej (radioaktywności nuklidów) i właściwości, takich jak moc dawki czy zanieczyszczenia powierzchni, a mniej – cech fizycznych, chemicznych, biochemicznych i biologicznych. Niemniej jednak większość krajów wskazuje na zagrożenia fizyczne (np. wybuch, pożar), obecność materiałów ulegających gniciu, stabilność form odpadu, istnienie pustek / wolnych przestrzeni, obecność niezwiązanych cieczy i nakazuje stosowanie pojemników określonego typu. Odpady organiczne i reaktywne, które mogą wytwarzać gaz lub wolne ciecze generalnie wymagają przetworzenia w celu przekształcenia ich przed pakowaniem w bardziej bezpieczną postać, zwłaszcza gdy kryteria akceptacji odpadów wykluczają dopuszczenie ich do przechowywania lub składowania.

W przypadku składowania geologicznego długoterminowe bezpieczeństwo zapewnia głównie skała macierzysta jako bariera. Niemniej kryteria akceptacji odpadów określają szczegółowe wymagania i/lub wartości dotyczące opakowania i formy odpadów w warunkach składowania. Obowiązujące obecnie kryteria akceptacji są wstępne (Francja) lub ogólne (Wielka

Brytania) i oczekuje się, że szczegółowe kryteria zostaną opracowane przed wdrożeniem składowania geologicznego.

5.5. Pytanie 9

Pytanie: Prosimy o wyjaśnienie, w jaki sposób ustalana jest zgodność z każdym z opisanych powyżej WAC. (For each of the WAC describe above, please explain how compliance with these is determined).

5.5.1. Polska

Jeżeli przynajmniej jeden parametr odpadów radioaktywnych nie spełnia nałożonych wymagań, odpady takie nie zostaną dopuszczone do składowania na składowisku odpadów radioaktywnych.

W celu sprawdzenia zgodności z kryteriami akceptacji odpadów dla KSOP w Różanie stosuje się obecnie wyłącznie metodę radiometryczną (pomiar dawki).

5.5.2. Czechy

W celu sprawdzenia zgodności z kryteriami akceptacji odpadów promieniotwórczych stosuje się powszechnie metody radiologiczne.

SÚRAO (Správy úložišť radioaktivních odpadů) jest odpowiedzialne za stosowanie kryteriów akceptacji odpadów oraz za rejestrowanie i raportowanie, w jaki sposób kryteria te są spełnione. Kontroluje również kryteria akceptacji stosowane przez producentów odpadów.

Producenci odpadów są odpowiedzialni za ich charakterystykę, obróbkę i przechowywanie w postaci nadającej się do składowania.

5.5.3. Niemcy

Skład pierwiastkowy i radioizotopowy określa się za pomocą charakterystyki chemicznej i radiologicznej. Zastosowane metody muszą być opisane i wymagają zezwolenia odpowiedniego organu lub BGE.

W Niemczech odpowiedzialność za stosowanie kryteriów akceptacji odpadów spoczywa na wytwórcy odpadów (lub właścicielu odpadów, gdy własność została przeniesiona na państwo).

Wytwórcy odpadów o znikomej ilości generowanego ciepła są zobowiązani do prowadzenia inwentarza radionuklidów i opisu składu chemicznego odpadów oraz przedstawienia BGE planu unieszkodliwiania i pakowania odpadów.

BGE jako wykonawca i operator składowisk geologicznych nadzoruje każdy etap procesu zagospodarowania odpadów. Jeżeli plan wytwórcy odpadów zostanie zatwierdzony przez BGE, to zleca on nadzór nad procesem na miejscu niezależnej firmie eksperckiej (TSO), np. Technischer Überwachungsverein (TÜV) lub Produktkontrollstelle (PKS).

Po zakończeniu pakowania odpadów TSO przekazuje swój raport (dokumentację procesu) do BGE i wtedy podejmowana jest decyzja o składowaniu odpadów.

Trudności sprawiają niejednorodne odpady promieniotwórcze.

5.5.4. Podsumowanie

Metody stosowane do weryfikacji zgodności właściwości odpadów z kryteriami akceptacji są dość różne w poszczególnych krajach Unii Europejskiej: od prostych pomiarów radiometrycznych (pomiar mocy dawki) do bardziej złożonych metod (analiza chemiczna i chromatografia do wykrywania i identyfikacji gazów). Zarówno metody nieniszczące, takie jak kontrola fizyczna, pomiary radiometryczne lub spektrometria gamma, jak i metody niszczące, takie jak analiza radiochemiczna, są wykorzystywane do sprawdzania zgodności opakowań z przyjętymi kryteriami zarówno w przypadku przechowywania, jak i składowania.

Pomiar mocy dawki jest najczęściej stosowaną metodą radiometryczną do sprawdzania zgodności właściwości opakowań odpadów z kryteriami akceptacji w takich krajach, jak: Austria, Belgia, Bułgaria, Litwa, Polska, Rumunia, Hiszpania i Szwecja.

W niektórych krajach pomiary mocy dawki uzupełniają określone wektory nuklidów / współczynniki skalowania (Belgia, Francja, Niemcy, Węgry, Litwa) lub metoda konwersji dawki na bekerel (Belgia, Litwa, Hiszpania) w celu określenia aktywności radionuklidów. Należy zauważyć, że metody te wymagają dobrej znajomości pochodzenia i/lub historii odpadów, co może stanowić problem w przypadku starszych odpadów.

Pomiary masy określonych materiałów lub substancji chemicznych/toksycznych w odpadach tradycyjnych, obecność odpadów niejednorodnych oraz pomiar trudnych do zmierzenia radionuklidów sprawiają według ankietowanych największe problemy przy sprawdzaniu zgodności opakowań odpadów z kryteriami akceptacji odpadów.

5.6. Pytanie 10

Pytanie: Jaka jest standardowa reakcja w przypadku wykrycia niezgodności z co najmniej jednym kryterium akceptacji odpadów przez organ zarządzający odpadami, wytwórcę odpadów, operatora składowiska (w przypadku obiektów w fazie operacyjnej) lub regulatora? (What is the standard response when a noncompliance with one or more WAC is detected by the waste management authority, the waste producer, the site operator (for operational facilities) or the regulator?)

Niezgodności występujące na różnych etapach postępowania z odpadami są zróżnicowane i traktowane inaczej w przypadku kondycjonowanych odpadów promieniotwórczych (ang. conditioned radioactive waste – CRW) i niekondycjonowanych odpadów promieniotwórczych (ang. non-conditioned radioactive waste – NCRW). Niezgodności można łatwiej naprawić w przypadku NCRW.

5.6.1. Polska

Opakowania odpadów niespełniających wymagań nie są przyjmowane na składowisko KSOP Różan. Odpowiedzialność za formę odpadów (ich przetwarzanie, kondycjonowanie i przygotowanie do transportu na składowisko) spoczywa na ZUOP (zakład jest odpowiedzialny za rozwiązywanie wszelkich problemów związanych ze składowaniem).

Wszelkie kwestie dotyczące składu i właściwości odpadów otrzymywanych od wytwórców odpadów rozpatrywane są przy odbiorze odpadów przez ZUOP.

5.6.2. Czechy

SÚRAO kontroluje mechanizmy i metody unieszkodliwienia odpadów stosowane przez ich wytwórców. Wytwórca odpadów jest odpowiedzialny za scharakteryzowanie oraz przetworzenie i przygotowanie odpadów do postaci nadającej się do składowania. SÚRAO nadzoruje każdy pakiet odpadów podczas procesu przyjmowania, aby określić, w jaki sposób zostały spełnione odpowiednie kryteria akceptacji odpadów.

W przypadku gdy jakiegokolwiek opakowanie odpadów przekracza limity określone w kryteriach akceptacji odpadów, nie jest przyjmowane do składowania i poinformowany zostaje organ regulacyjny (SÚRAO). Następnie podejmowana jest decyzja, czy opakowanie musi być ponownie kondycjonowane (przez wytwórcę odpadów), czy też w pewnych uzasadnionych przypadkach może być składowane.

5.6.3. Niemcy

Odpady muszą być przetwarzane dopóki nie będą zgodne z kryteriami akceptacji, w przeciwnym razie są przechowywane do czasu uzyskania zezwolenie na przekazanie ich na alternatywne składowisko.

5.6.4. Podsumowanie

Brak zgodności właściwości odpadów z kryteriami akceptacji odpadów może zostać wykryty przez zainteresowane strony: regulatora, wytwórcę odpadów, operatora obiektu. Belgia udzieliła szczegółowych odpowiedzi dotyczących niezgodności wykrytych przez każdego z tych interesariuszy, z wyjątkiem organu regulacyjnego, który obecnie nie jest zaangażowany w sprawdzanie zgodności odpadów z kryteriami akceptacji. Natomiast odpowiedź udzielona przez Słowację odnosi się tylko do niezgodności stwierdzonej przez organ regulacyjny podczas kontroli. W takiej sytuacji wytwórca odpadów jest zobowiązany do jak najszybszego wdrożenia działań naprawczych w terminie określonym przez regulatora. W szczególnie poważnych przypadkach organ dozoru może cofnąć zezwolenie i tym samym wstrzymać eksploatację obiektu jądrowego.

W większości przypadków odpady nie są akceptowane, jeśli zostanie wykryta co najmniej jedna niezgodność z kryterium akceptacji odpadów. Opakowanie odpadów można zasadniczo zwrócić wytwórcy odpadów w celu podjęcia działań naprawczych i wyeliminowania niezgodności (Belgia, Bułgaria, Francja, Węgry, Litwa, Polska, Rumunia, Ukraina, Wielka Brytania), jeśli nie można podjąć środków zaradczych na miejscu, gdzie wykryto niezgodność. Istnieją jednak sytuacje, w których pakiet odpadów może zostać przyjęty bez zastosowania środków zaradczych (Belgia, Francja, Litwa, Szwecja, Ukraina), jeśli wytwórca przeprowadzi analizę wpływu i wykaze, że konsekwencje dotyczące długoterminowego bezpieczeństwa są akceptowalne.

Jeśli wykrytej niezgodności nie można usunąć, to opakowanie odpadów można przechowywać w zakładzie producenta i ostatecznie przepakować (Francja, Niemcy, Węgry). Ponadto we Francji w przypadku wykrycia niezgodności na składowisku można tymczasowo zawiesić zgodę operatora składowiska na przyjmowanie odpadów na to składowisko od wytwórcy.

W Hiszpanii istnieje procedura kategoryzująca niezgodności w zależności od odchylenia od kryteriów akceptacji odpadów, a także procedura opisująca działania naprawcze, jeśli naprawa jest możliwa. Opracowuje się formularz/arkusz niezgodności, a niezgodność musi być obserwowana aż do wdrożenia ostatecznego rozwiązania.

W Bułgarii i na Litwie w przypadku wykrycia niezgodności, gdy nie można zwrócić opakowania odpadów producentowi lub w sytuacjach budzących wątpliwości, powoływany jest komitet i jednogłośnie podejmowana jest ostateczna decyzja. W przypadku braku porozumienia ostateczna decyzja należy do regulatora.

W Belgii w przypadku stwierdzenia niezgodności odpady mogą zostać przyjęte na składowisko na podstawie innego kryterium akceptacji odpadu. W konsekwencji wybiera się inną drogę przyszłego zagospodarowania odpadów.

5.7. Podsumowanie

W raporcie podano definicję kryteriów akceptacji oraz opisano ich typy i etapy tworzenia. Przedstawiono podejście do kryteriów akceptacji w Polsce i zasady przyjmowania odpadów obowiązujące w Krajowym Składowisku Odpadów Promieniotwórczych w Różanie.

Przeanalizowano również stosowanie kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych w wybranych państwach członkowskich Unii, koncentrując się na wykorzystaniu WAC jako narzędzia zarządzania w całym cyklu życia odpadów. Omówiono podobieństwa i różnice między krajowymi podejściami do opracowywania i stosowania kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych, wykorzystując odpowiedzi na pytania z ankiety przygotowanej w ramach projektu ROUTES.

Porównano kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych mających zastosowanie na różnych etapach cyklu życia odpadów. Zauważono, że termin „WAC” zwykle dotyczy odbioru odpadów w obiektach przechowywania i składowania. Największe różnice w charakterze i statusie kryteriów akceptacji odpadów zaobserwowano w przypadku składowania, w tym znaczne różnice w różnych klasyfikacjach odpadów w poszczególnych krajach.

Stosunkowo niewiele krajów stosuje ogólne kryteria akceptacji odpadów, które mogą ułatwić gospodarowanie odpadami, w przypadku gdy ścieżka unieszkodliwiania nie jest jeszcze

wybrana, a także być podstawą opracowania WAC dla konkretnego obiektu unieszkodliwiania/składowania, gdy lokalizacja tego obiektu i związane z nią warunki nie są jeszcze znane.

Praca naukowa opublikowana w ramach projektu UE Horizon 2020, No 847593 – „EURAD-European Joint Programme on Radioactive Waste Management” oraz projektu międzynarodowego współfinansowanego ze środków programu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego pn. „PMW” w latach 2019-2024 (umowa nr 5070/H2020-Euratom/19/2020/2).

6. BIBLIOGRAFIA

- [1]. Rada Unii Europejskiej. (1999). *Dyrektywa Rady 1999/31/WE z dnia 26 kwietnia 1999 r. w sprawie składowania odpadów*. Dz. U. UE L 182 z dnia 16 lipca 1999 r.
- [2]. Rada Unii Europejskiej. (2003). *Decyzja Rady 2003/33/WE z dnia 19 grudnia 2002 r. ustanawiająca kryteria i procedury przyjęcia odpadów na składowiska, na podstawie art. 16 i załącznika II do dyrektywy 1999/31/WE*. Dz. U. UE L 11 z dnia 16 stycznia 2003 r.
- [3]. Rada Unii Europejskiej. (2011). *Dyrektywa Rady 2011/70/EURATOM z dnia 19 lipca 2011 r. ustanawiająca ramy wspólnotowe w zakresie odpowiedzialnego i bezpiecznego gospodarowania wypalonym paliwem jądrowym i odpadami promieniotwórczymi*. Dz. U. UE L 199 z dnia 2 sierpnia 2011 r.
- [4]. Nachmilner, L. (2010). *Waste acceptance criteria for radioactive waste – a new IAEA document*. IAEA/DBE Technical International Workshop on Waste Acceptance Criteria for Disposal of Very Low and Low Level Waste, 28-30 September 2010, Peine, Germany.
- [5]. IAEA. (2003). *Radioactive Waste Management Glossary*. Vienna: International Atomic Energy Agency.
- [6]. IAEA. (2003). *Categorization of Radioactive Sources*. Vienna: International Atomic Energy Agency. IAEA-TEDOC-1344.
- [7]. IAEA. (2001). *Methods for the Minimization of Radioactive Waste from Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities*. Vienna: International Atomic Energy Agency. Technical Reports Series No. 401.
- [8]. IAEA. (2006). *Storage of Radioactive Waste*. Vienna: International Atomic Energy Agency. IAEA Safety Standards Series, Safety Guide No. WS-G-6.1.
- [9]. ZUOP. (2024). *Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych*. Pobrano 16 sierpnia 2024 ze strony <https://www.gov.pl/web/zuop/krajowe-skladowisko-odpadow-promieniotworczych>.
- [10]. National Atomic Energy Agency of Poland. (2017). *National Report of Republic of Poland on Compliance with Obligations of the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management, Polish 6th national report as referred to in Article 32 of the Joint Convention*. National Atomic Energy Agency of Poland.
- [11]. Rada Ministrów. (2020). *Uchwała nr 154 Rady Ministrów z dnia 21 października 2020 r. w sprawie aktualizacji „Krajowego planu postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym”*. Monitor Polski dnia 24 listopada 2020 r., poz. 1070.
- [12]. European Union. (2020). *EURAD, Milestone 88: Current use of Waste Acceptance Criteria in European Union Members States and some Associated Countries*. Pobrano 16 sierpnia 2024 ze strony <https://www.ejp-eurad.eu/publications/eurad-milestone-88-current-use-waste-acceptance-criteria-european-union-members-states>.