

Zalecenia techniczne Prezesa Państwowej Agencji
Atomistyki dotyczące **kryteriów akceptacji** odpadów
promieniotwórczych do składowania w
powierzchniowych składowiskach odpadów
promieniotwórczych

Spis treści

Streszczenie	3
Wstęp.....	4
I. Informacje ogólne	5
II. Metodyka opracowywania kryteriów akceptacji	7
III. Kryteria akceptacji odpadów	10
1. Podstawowe wymagania dotyczące odpadów promieniotwórczych	11
2. Stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych.....	11
3. Wymagania dotyczące formy odpadów	11
4. Wymagania dla pojemników z odpadami.....	13

Streszczenie

Celem niniejszych Zaleceń jest przedstawienie charakterystyk odpadów promieniotwórczych – nazwanych kryteriami akceptacji odpadów promieniotwórczych przeznaczonych do składowania. Odpowiednie, ściśle określone i przestrzegane charakterystyki odpadów promieniotwórczych mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa składowiska, w którym umieszczono te odpady, zarówno w okresie jego eksploatacji jak po zamknięciu.

Omówione w zaleceniach kryteria obejmują podstawowe wymagania dotyczące odpadów promieniotwórczych, m.in. limity stężeń izotopów promieniotwórczych w tych odpadach, wymagania dotyczące formy odpadów oraz opakowań, w których mają być składowane. Zaprezentowano ponadto metodykę przygotowywania kryteriów akceptacji.

Ustalanie kryteriów akceptacji odpadów promieniotwórczych do składowania opiera się na analizach bezpieczeństwa, o których mowa w art. 53d ust. 1 ustawy z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz.U. z 2018 poz. 792 z późn. zm., zwanej dalej: „ustawą – Prawo atomowe”), wykonanych dla całego składowiska, obejmujących charakterystykę danej lokalizacji, rozwiązania projektowe składowiska oraz technologię przygotowywania odpadów do składowania uwzględniającą formę odpadów oraz rodzaj opakowań. **Z tego powodu określone kryteria akceptacji mają zastosowanie wyłącznie do konkretnego składowiska.** Tylko takie podejście pozwala, żeby rozwiązania techniczne, obejmujące konstrukcję składowiska i sekwencję kolejnych barier ochronnych (tzw. system multibarier), zostały ściśle dopasowane do warunków geologicznych konkretnej lokalizacji.

Kryteria akceptacji uwzględniające ww. czynniki powinny zapewnić, że eksploatacja składowiska będzie poprzez odpowiednią ochronę radiologiczną zapewniała bezpieczeństwo ludzi i środowiska, a także będzie chroniła interesy przyszłych pokoleń.

Wstęp

Zgodnie z art. 110 pkt 3 ustawy – Prawo atomowe do zakresu działania Prezesa Państwowej Agencji Atomistyki (PAA) należy wykonywanie zadań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej kraju, w tym m.in. wydawanie zaleceń technicznych i organizacyjnych w sprawach bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej. Zalecenia Prezesa PAA nie należą do katalogu źródeł powszechnie obowiązującego prawa w Polsce. W związku z tym nie można na ich podstawie przyznawać uprawnień ani nakładać obowiązków na obywateli, w tym na jednostki organizacyjne w rozumieniu ustawy – Prawo atomowe.

Niniejsze zalecenia Prezesa PAA mają na celu wskazanie podejścia dozorowego w kwestii związanej z kryteriami akceptacji odpadów promieniotwórczych do składowania w powierzchniowych składowiskach odpadów promieniotwórczych.

Chociaż niniejsze zalecenia stanowią obszernie omówienie zagadnienia związanego z kryteriami akceptacji odpadów do składowania, w żadnym wypadku nie mogą być uważane za ostateczne.

Zgodnie z art. 7 ust. 1 ustawy – Prawo atomowe za przestrzeganie wymagań bezpieczeństwa jądowego i ochrony radiologicznej odpowiada kierownik jednostki organizacyjnej wykonującej działalność związaną z narażeniem.

Zgodnie z pkt 1.4 oraz 2.7 załącznika nr 3 do rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 30 czerwca 2015 r. w sprawie dokumentów wymaganych przy składaniu wniosku o wydanie zezwolenia na wykonywanie działalności związanej z narażeniem na działanie promieniowania jonizującego albo przy zgłoszeniu wykonywania tej działalności (Dz.U. 2015 poz. 1355) kierownik jednostki organizacyjnej odpowiada za przygotowanie kryteriów akceptacji, które przedkłada do zatwierdzenia Prezesowi PAA wraz z wnioskiem o wydanie zezwolenia na działalność związaną z narażeniem na promieniowanie jonizujące polegającą na budowie lub eksploatacji składowiska odpadów promieniotwórczych.

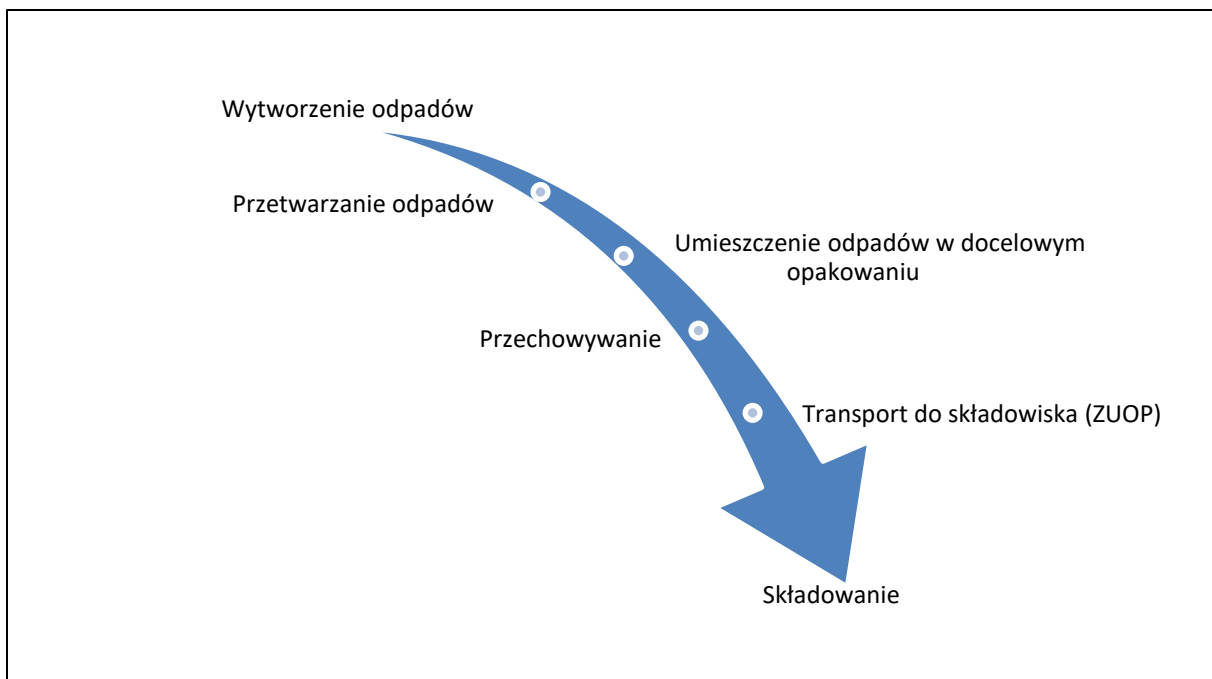
Niniejsze zalecenia mają na celu ułatwienie kierownikowi jednostki organizacyjnej właściwie wywiązać się z powyższego obowiązku.

I. Informacje ogólne

Składowanie odpadów promieniotwórczych dotyczy krajów, w których na skutek wykorzystywania promieniowania jonizującego w różnych gałęziach gospodarki, medycyny i badań, powstają odpady promieniotwórcze (zdefiniowane w ustawie Prawo atomowe). Odpady te należy odpowiednio przetworzyć i trwale izolować od środowiska. Niniejsze zalecenia zawierają przegląd podstawowych informacji związanych z kryteriami akceptacji odpadów promieniotwórczych (zwanych także kryteriami lub kryteriami akceptacji) przeznaczonych do składowania w powierzchniowych składowiskach odpadów promieniotwórczych. Kryteria zdefiniowane są wg. Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA) SAFETY GLOSSARY (2018 Edition) jako ilościowe lub jakościowe warunki ustanowione przez operatora składowiska i zatwierdzone przez dozór jądrowy, dotyczące cech odpadów oraz opakowań, które wraz z konstrukcją składowiska oraz jego lokalizacją zapewniają bezpieczeństwo i ochronę radiologiczną podczas całego okresu składowania. Kryteria akceptacji powinny być ustalone na podstawie analiz różnych scenariuszy awaryjnych, np. uwolnienie izotopów promieniotwórczych do środowiska lub wtargnięcie osoby nieuprawnionej na teren składowiska. Muszą być zdefiniowane na podstawie raportu bezpieczeństwa składowiska lub umieszczone w takim raporcie, w części dotyczącej limitów i warunków eksploatacyjnych.

W Polsce za opracowanie kryteriów akceptacji odpadów do składowania odpowiedzialny jest Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP), jedyny w Polsce podmiot, który zgodnie z obecnym stanem prawnym może, po uzyskaniu zezwolenia Prezesa PAA, eksploatować składowisko odpadów promieniotwórczych. Podczas opracowywania kryteriów akceptacji należy brać pod uwagę cały cykl „życia” odpadów - od momentu ich wytworzenia, poprzez ich przetworzenie, transport oraz zapewnienie bezpieczeństwa podczas składowania, w tym także po zamknięciu składowiska (Rys. 1). Zaleca się, aby proces tworzenia takich kryteriów był częścią dialogu pomiędzy zainteresowanymi stronami (wytwórcami odpadów oraz ZUOP). Prezes PAA zatwierdza kryteria akceptacji odpadów do składowania w procesie wydawania zezwolenia na budowę lub eksploatację składowiska.

Poszczególne etapy postępowania z odpadami promieniotwórczymi są ściśle ze sobą powiązane. Decyzje podjęte w ramach jednego etapu mają wpływ na etap następny. Dlatego też należy zwrócić szczególną uwagę, aby postępowanie z odpadem od momentu jego wytworzenia przebiegało tak, by na koniec procesu odpad ten spełniał kryteria akceptacji odpadów do składowania w składowisku, dla którego zostały one opracowane. Szczególnie ważne jest, aby odpady, które powstały w wyniku eksploatacji obiektów jądrowych (a więc będą przetwarzane przez ich operatorów), spełniały kryteria akceptacji przygotowane przez operatora składowiska i zaakceptowane przez dozór jądrowy. Jednostka eksploatująca składowisko powinna ustalić wewnętrzne mechanizmy (procedury, przegląd procesów prowadzonych przez operatora obiektu jądrowego) weryfikujące spełnienie kryteriów przez odpady przetworzone przez operatora obiektu jądrowego. Dozór jądrowy ze swojej strony będzie prowadził kontrole zarówno procesów prowadzonych przez operatora obiektu jądrowego, a więc także spełnienia kryteriów akceptacji oraz kontrole w samym składowisku, które również będą obejmowały sprawdzenie spełnienia kryteriów przez odpady znajdujące się w składowisku.



Rysunek 1. Poglądowe przedstawienie cyklu "życia" odpadów promieniotwórczych

Niniejsze zalecenia odnoszą się wyłącznie do powierzchniowych składowisk odpadów promieniotwórczych. Zgodnie z ustawą – Prawo atomowe (art. 55b ust. 1) można w nich składować następujące kategorie odpadów promieniotwórczych¹:

1. krótkożyciowe
 - a. niskoaktywne
 - b. średnioaktywne
2. zużyte zamknięte źródła promieniotwórcze krótkożyciowe:
 - a. niskoaktywne
 - b. średnioaktywne
 - c. wysokoaktywne

Ograniczenie kategorii odpadów, które mogą być składowane w powierzchniowym składowisku odpadów promieniotwórczych, motywowane jest potrzebą możliwie maksymalnej ochrony pracowników składowiska, ludności i środowiska naturalnego przed zagrożeniem wynikającym z promieniowania jonizującego zarówno podczas normalnej eksploatacji składowiska jak i w sytuacjach awaryjnych. W związku z powyższym charakterystyka odpadów przeznaczonych do składowania (aktywność oraz inne właściwości), powinna być określona i uwzględniona na etapie projektowania składowiska i sporządzania raportu bezpieczeństwa.

Podsumowując, spełnienie kryteriów akceptacji przez odpady przygotowane do składowania, gwarantuje że:

¹ Zgodnie z § 8 pkt 2 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 14 grudnia 2015 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz. U. 2015 poz. 2267 i z 2016 r. poz. 94), krótkożyciowe odpady promieniotwórcze mogą zawierać określone wartości stężeń izotopów promieniotwórczych długożyciowych

- forma odpadu oraz zastosowane opakowanie wraz z konstrukcją składowiska oraz jego odpowiednią lokalizacją, zapewnią bezpieczeństwo podczas eksploatacji składowiska oraz po jego zamknięciu;
- odpady złożone w składowisku spełnią wymagania dotyczące limitów stężenia promieniotwórczego izotopów promieniotwórczych i ich aktywności;
- właściwości odpadów nie będą negatywnie oddziaływać na inne komponenty systemu multibarier, co w konsekwencji nie zagrozi ich funkcjom bezpieczeństwa.

II. Metodyka opracowywania kryteriów akceptacji

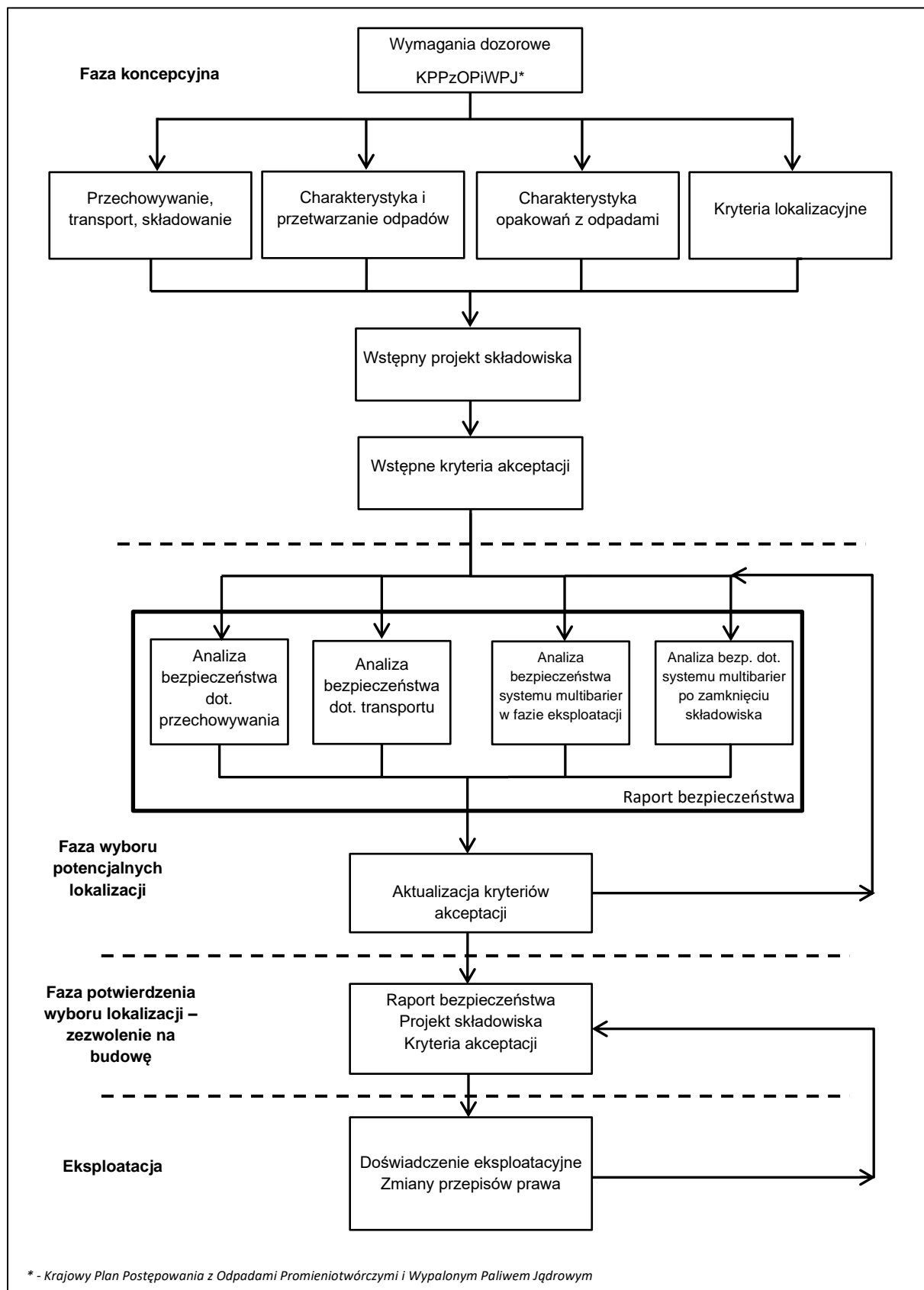
Opracowanie kryteriów akceptacji jest procesem długotrwałym, który powinien być prowadzony równoległe i w połączeniu z procesem wyboru lokalizacji i projektowaniem składowiska.

Należy wyróżnić 3 fazy opracowania kryteriów akceptacji, począwszy od podejścia ogólnego bez konkretnej lokalizacji, a skończywszy na zatwierdzeniu kryteriów w procesie wydawania zezwolenia na budowę składowiska (Rys. 2). Wyniki końcowe jednego etapu są jednocześnie wkładem do analiz w kolejnym etapie.

1. Faza koncepcji i planowania – polega na zidentyfikowaniu ogólnych wymagań dotyczących charakterystyki, przetwarzania, przechowywania, składowania oraz transportu odpadów do składowiska. Wymagania te zdefiniowane są w ustawie - Prawo atomowe oraz rozporządzeniach wykonawczych. Faza ta opiera się również na krajowej strategii postępowania z odpadami promieniotwórczymi, czyli Krajowym Planie Postępowania z Odpadami Promieniotwórczymi i Wypalonym Paliwem Jądrowym (Uchwała Rady Ministrów nr 195 z dnia 16 października 2015 r., M.P. 2015 poz. 1092), który zawiera m. in. informacje nt. kategorii i ilości odpadów, które mają trafić do składowiska w określonej perspektywie czasowej. Na podstawie zebranych informacji można określić wstępną koncepcję budowy składowiska. Bazując na informacjach zebranych w tej fazie należy zdefiniować pierwsze, wstępne kryteria akceptacji odpadów do składowania.
2. Faza wyboru potencjalnych lokalizacji – w wyniku selekcji dokonanej z uwzględnieniem określonych kryteriów przesiewowych zostają wyodrębnione obszary perspektywiczne dla dalszych szczegółowych badań i analiz. Znajomość ogólnej charakterystyki wytypowanych lokalizacji pozwala wykonać bardziej zaawansowane analizy bezpieczeństwa. Wynikiem tych analiz będzie aktualizacja kryteriów akceptacji, biorąca pod uwagę również wytypowane lokalizacje.
3. Faza potwierdzenia wyboru lokalizacji – znana jest szczegółowa charakterystyka lokalizacji, projekt składowiska, zostały także przeprowadzone szczegółowe analizy bezpieczeństwa, na podstawie których należy sformułować szczegółowe kryteria akceptacji. Dozór jądrowy ocenia je podczas oceny wniosku o wydanie zezwolenia na budowę składowiska.

Po wydaniu zezwolenia na eksploatację składowiska, kryteria akceptacji należy modyfikować tak, aby odzwierciedlały doświadczenia eksploatacyjne, rozwój technologiczny itp. Prezes

PAA w ramach swoich kompetencji będzie zatwierdzał wniesione zmiany do kryteriów akceptacji.



Rysunek 2. Fazy opracowywania kryteriów akceptacji

W każdej fazie przygotowywania kryteriów akceptacji należy brać pod uwagę funkcje różnych komponentów składowiska, w tym formę odpadów, rodzaj opakowania, w którym będą składowane oraz inne bariery inżynierskie i naturalne, a także limity eksploatacyjne. Jest niezwykle ważne, aby traktować te kryteria w sposób całościowy dla składowiska, gdyż pozwoli to na zoptymalizowanie całego procesu składowania. Metodyka opracowywania kryteriów akceptacji składa się z następujących kroków:

1. Identyfikacja funkcji poszczególnych komponentów składowiska

Zgodnie z wymaganiami określonymi w art. 55f pkt 1 ustawy - Prawo atomowe składowisko należy eksploatować w sposób zapewniający ochronę radiologiczną pracowników, ludności oraz środowiska naturalnego. Aby spełnić te wymagania, niezbędne jest uwzględnienie w projekcie składowiska jego komponentów, czyli systemu multibarier, który zapewni, że nawet w przypadku uszkodzenia jednej z nich, ochrona radiologiczna będzie zapewniona. Przyjmuje się, że system multibarier dla składowisk powierzchniowych składa się z 3 komponentów: opakowania z przetworzonym odpadem, barier inżynierskich w postaci obiektów do składowania oraz bariery naturalnej. W tej fazie należy także wziąć pod uwagę wzajemne oddziaływanie na siebie różnych komponentów składowiska.

2. Identyfikacja kluczowych parametrów niezbędnych do sporządzenia kryteriów akceptacji

Podczas opracowywania kryteriów akceptacji należy brać pod uwagę wiele różnych czynników, m.in.:

- ich cel i zakres kryteriów akceptacji,
- wymagania prawne np. klasyfikacja odpadów,
- dane dotyczące inwentarza odpadowego np. objętość, pochodzenie, charakterystyka, biorąc pod uwagę odpady historyczne², z bieżącej działalności oraz oczekiwane z eksploatacji i likwidacji elektrowni jądrowej,
- projekt składowiska - opis funkcji poszczególnych komponentów składowiska, limity projektowe, a także informacje zgodnie z art. 55e ustawy – Prawo atomowe,
- raport bezpieczeństwa zgodnie z art. 53d ust. 2 ustawy – Prawo atomowe oraz dokumenty wymagane do uzyskania zezwolenia na budowę, eksploatację i zamknięcie składowiska.

3. Oszacowanie dopuszczalnych limitów dla poszczególnych kryteriów, wraz z uzasadnieniem odnoszącym się do projektu składowiska oraz warunków zezwolenia, jeżeli zostały już określone

Zarówno projekt jak i wymagania związane z zapewnieniem bezpieczeństwa są ściśle powiązane z określonym składowiskiem i w konsekwencji również raportem bezpieczeństwa. W związku z tym wartości i limity dla każdego ze zidentyfikowanych kryteriów mogą być odniesione wyłącznie do konkretnego obiektu. Niewłaściwe jest zatem kopiowanie wymagań i warunków z kryteriów akceptacji innych składowisk, nawet w przypadku gdy są to obiekty bardzo podobne.

Wartości i limity mogą się znacznie różnić w zależności od projektu i roli każdej z barier. Przykładowo, jeżeli główną rolą opakowania jest to, aby zapewniło ono możliwość operowania odpadem podczas transportu, wymagania dotyczące jego wytrzymałości będą stosunkowo niskie. Z drugiej strony, gdy opakowanie zgodnie z projektem ma przenieść

² Są to odpady obecnie przechowywane w obiektach nr 1, 2 oraz 3 na terenie KSOP Różan

obciążenia innych opakowań stojących na nim, wymagania dotyczące jego wytrzymałości na ściskanie powinny być wysokie.

4. Określenie akceptowalnych metod obliczeniowych bądź pomiarowych oraz weryfikacji wartości parametrów (biorąc pod uwagę niepewności)

Przygotowane przez operatora kryteria akceptacji odpadów powinny dawać wskazówki odnośnie do metod pomiarowych lub obliczeniowych oraz weryfikacji wartości parametrów, za pomocą których jednostka organizacyjna dokonująca przetworzenia odpadów wykaże, że przetworzone przez nią odpady są zgodne z kryteriami akceptacji odpadów do składowania.

5. Przygotowanie procedury postępowania w przypadku niezgodności z kryteriami akceptacji

Operator składowiska powinien przygotować procedurę postępowania na wypadek stwierdzenia odchyień lub niezgodności przekazanych do składowania odpadów w stosunku do kryteriów akceptacji dla danego składowiska. Z procedury tej powinno wynikać, jakie czynności należy podjąć w celu przyjęcia odpadów do składowania.

6. Dokumentowanie wymagań w sposób zrozumiały oraz uzyskanie zatwierdzenia przez dozór jądrowy

Kryteria akceptacji odpadów do składowania powinny być przygotowane w sposób czytelny i zrozumiały. Po zatwierdzeniu przez dozór jądrowy (podczas oceny wniosku o wydanie zezwolenia na budowę składowiska lub jego eksploatację), kryteria akceptacji należy przekazać do wytwórców odpadów, tak aby mieli oni możliwość dostosowania do nich swoich działań.

III. Kryteria akceptacji odpadów

W zaleceniach zidentyfikowano 4 grupy kryteriów akceptacji odpadów do składowania w składowiskach powierzchniowych:

- podstawowe wymagania dotyczące odpadów promieniotwórczych,
- stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych,
- wymagania dotyczące formy odpadów,
- wymagania dla pojemników z odpadami,

Należy zauważyć, że dokument ten nie opisuje szczegółowo wszystkich kryteriów wprost, czasem są one jedynie wyszczególnione. Ma to związek z tym, iż niektóre kryteria (np. dopuszczalny limit stężeń izotopów promieniotwórczych) zależą od konkretnej lokalizacji składowiska, jego rozwiązań projektowych, a także sposobu przygotowania odpadów do składowania. Zalecenia wskazują jednak, jakie czynniki należy brać pod uwagę podczas opracowywania stosownych kryteriów akceptacji dla wskazanej lokalizacji.

Jak stwierdzono wcześniej, kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych powinny bazować na analizach bezpieczeństwa wykonanych dla składowiska, tj. brać pod uwagę charakterystykę lokalizacji, rozwiązania projektowe składowiska oraz technologię przygotowywania odpadów do składowania (forma odpadów oraz rodzaj opakowań). W związku z powyższym niezbędnym jest, aby każde kryterium zostało zweryfikowane pod

kątem zapewnienia bezpieczeństwa obiektu, włączając w to zarówno etap eksploatacji, jak również okres po zamknięciu składowiska.

Kryteria akceptacji odpadów promieniotwórczych do składowania w składowiskach powierzchniowych powinny zawierać opis i wymagania następujących czynników:

1. Podstawowe wymagania dotyczące odpadów promieniotwórczych

1.1. Zakaz składowania odpadów promieniotwórczych z innymi rodzajami odpadów

Odpady promieniotwórcze stanowią odrębną grupę odpadów, dla których miejscem składowania jest składowisko odpadów promieniotwórczych. Wszelkie przepisy regulujące kwestie związane z lokalizacją takiego składowiska, jego projektem, budową i eksploatacją opisane są w ustawie - Prawo atomowe oraz rozporządzeniach wykonawczych. Kwestie związane ze składowaniem innych odpadów (odpady niebezpieczne, obojętne oraz inne niż niebezpieczne i obojętne) uregulowane są w przepisach ustawy z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach (tj. Dz.U. 2019 poz. 701).

1.2. Zgodność charakterystyk składowanych odpadów z zawartymi w raporcie bezpieczeństwa

Raport bezpieczeństwa to dokument, który zawiera analizy bezpieczeństwa wykonane przez inwestora, mające na celu wykazanie, że podczas całego okresu funkcjonowania składowiska oraz po jego zamknięciu, skutki dla ludności oraz środowiska będą akceptowalne, a interesy przyszłych pokoleń będą chronione. W związku z powyższym nie jest możliwe przyjęcie do składowiska odpadów, które nie zostały uwzględnione w raporcie lub nie mają odpowiednich charakterystyk i które mogą wpłynąć negatywnie na zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej w składowisku.

2. Stężenie promieniotwórcze izotopów promieniotwórczych

Dozwolone stężenie izotopów promieniotwórczych powinno być ustalone na podstawie przeprowadzonych analiz bezpieczeństwa dla konkretnego składowiska z uwzględnieniem właściwości wybranej lokalizacji, rozwiązań projektowych oraz technologii przygotowania odpadów do składowania. Nie mogą być również przekroczone graniczne wartości stężeń izotopów promieniotwórczych zawartych w opakowaniu z odpadami (ew. aktywności zużytego zamkniętego źródła promieniotwórczego), na podstawie których dokonano kwalifikacji do konkretnej kategorii odpadów promieniotwórczych.

Ponadto należy do minimum ograniczyć objętość przekazywanych na składowisko odpadów; niedopuszczalne jest celowe rozcieńczanie lub dodawanie kolejnych osłon po to tylko, aby uzyskać dopuszczalne do składowania wartości aktywności.

3. Wymagania dotyczące formy odpadów

3.1. Stan skupienia

Zgodnie z art. 52 ust.3 ustawy - Prawo atomowe, do składowiska powierzchniowego w celu składowania mogą zostać przyjęte wyłącznie odpady stałe.

3.2. Wybuchowość

Odpady zawierające materiały wybuchowe oraz substancje chemiczne lub ich mieszaniny mogące spowodować wybuch nie powinny być akceptowane do przechowywania oraz składowania w składowisku. Odpady nie mogą zawierać materiałów wybuchowych ani żadnych substancji ciekłych o temperaturze zapłonu poniżej 21°C, zaabsorbowanych na materiałach stałych.

3.3. Palność

Odpady zawierające materiały piroforyczne oraz łatwopalne nie powinny być akceptowane do składowania. Ponadto odpady nie powinny zawierać reaktywnych metali i innych substancji, które łatwo reagują z wodą lub powietrzem, czemu towarzyszy wydzielanie ciepła lub palnych gazów.

3.4. Wytwarzanie się gazu

Odpady nie powinny zawierać silnych środków utleniających ani materiałów generujących toksyczne gazy oraz oparów szkodliwych dla obsługi składowiska. Składowanie pojemników na gaz i aerozole pod ciśnieniem jest również zabronione. Generowane gazów przez odpady umieszczone w pojemnikach, powinno być takie, aby właściwości systemu multibarier zapewniały bezpieczeństwo ludzi i środowiska podczas eksploatacji i po zamknięciu składowiska.

3.5. Ciecze swobodne (niezwiązane)

Swobodna ciecz w odpadach zwiększa potencjał migracji izotopów promieniotwórczych, z tego powodu jej ilość w odpadach powinna być dostatecznie mała, tak aby nie były zagrożone właściwości systemu multibarier odpadów.

Zgodnie z § 34 pkt 1 rozporządzenia Rady Ministrów z dnia 14 grudnia 2015 r. w sprawie odpadów promieniotwórczych i wypalonego paliwa jądrowego (Dz. U. 2015 poz. 2267 i z 2016 r. poz. 94, dalej: „rozporządzenie odpadowe”) zawartość cieczy niezwiązanej w odpadach nie może przekraczać 1% całkowitej masy odpadów.

Ciecz musi być uprzednio związana ze stałą matrycą, która będzie utrzymywała ciecz na powierzchni do obciążeń 400 kN/m², a niewodną zawartość należy poddać takiemu kondycjonowaniu, aby żaden olej lub smar nie został uwolniony, co powinien potwierdzić proces ługowania.

3.6. Środki kompleksujące

Odpady zawierające środki kompleksujące powinny być przetwarzane lub wprowadzane do pojemników w taki sposób, aby chronić je przed zwiększoną migracją izotopów promieniotwórczych. W odpadach nie powinno być substancji kompleksujących i chelatujących, ani żywic jonowymiennych, chyba, że są one unieruchomione w odpowiedniej matrycy, dla której wykazano w odpowiednim teście brak uwalniania żywic do środowiska zewnętrznego.

3.7. Degradacja mikrobiologiczna

W celu zapobiegania degradacji mikrobiologicznej, zawartość materiałów organicznych powinna być ograniczona. Reakcje mikrobiologiczne w materiale odpadów mogą powodować fizyczną i chemiczną degradację formy odpadów, a w konsekwencji zmniejszenie stabilności fizycznej składowiska i zwiększenie potencjału migracji izotopów promieniotwórczych. Mogą również zwiększyć mobilność izotopów promieniotwórczych

przez wzrost ługowalności odpadów i wytwarzanie się w nich gazu. Zabronione jest również, aby odpady zawierały materiały biologiczne chorobotwórcze i zakaźne.

3.8. Stabilność strukturalna

Stabilność strukturalna formy odpadu lub opakowania z odpadem powinna być taka, aby narażenie zawodowe pracowników było utrzymane na akceptowalnym poziomie, a także utrzymane były właściwości projektu składowiska. Zapewnienie stabilności strukturalnej jest niezbędne w celu zachowania stabilności fizycznej formy odpadów lub pojemnika z odpadami podczas transportu oraz składowania.

3.9. Ługowalność

Ługowalność odpadów, związana przede wszystkim z właściwościami chemicznymi i możliwością przedostawania się izotopów promieniotwórczych do wody gruntowej i do biosfery, jest jednym z najważniejszych paramentów składowanych odpadów. Należy zatem określić jej akceptowalny poziom tak, aby uwolnienie się izotopów promieniotwórczych nie przekroczyło poziomu, który mógłby powodować jakiegokolwiek zagrożenie. Zgodnie z wymaganiami zawartymi w § 34 ust. 1 rozporządzenia odpadowego, odpady promieniotwórcze po przetworzeniu do postaci stałej o zawartości wody niezwiązanej poniżej 1% masowego, muszą charakteryzować się co najmniej następującą szybkością ługowania (wodą destylowaną):

- a) niskoaktywne, po 28 dniach ługowania w warunkach statycznych, nie może przekraczać 10^{-2} g cm⁻² d⁻¹,
- b) średnioaktywne, po 28 dniach ługowania w warunkach statycznych, nie może przekraczać 10^{-3} g cm⁻² d⁻¹,
- c) wysokoaktywne, po 28 dniach ługowania w warunkach statycznych, nie może przekraczać 10^{-5} g cm⁻² d⁻¹;

Ponadto przestrzenie pomiędzy poszczególnymi opakowaniami w obiektach składowiska należy wypełniać materiałami o właściwościach przeciwdziałających rozprzestrzenianiu się izotopów promieniotwórczych zawartych w odpadach promieniotwórczych.

3.10. Materiały powodujące korozję

Zawartość materiałów wywołujących korozję, takich jak kwasy nieorganiczne, zasady i niektóre sole, może negatywnie wpływać na integralność odpadów lub ich opakowania powodując tym samym niebezpieczeństwo uwalniania się izotopów promieniotwórczych. Odpady zawierające materiały powodujące korozję (z zastrzeżeniem pkt 3.5) w takich ilościach, że mogą one oddziaływać na inne bariery składowiska powinny być przygotowywane do składowania w taki sposób, aby zawartość szkodliwych materiałów była wyeliminowana lub powinny być stosowane pojemniki odporne na korozję i nie reagujące chemicznie z odpadem.

4. Wymagania dla pojemników z odpadami

4.1. Materiał

Odpady promieniotwórcze można składować wyłącznie w opakowaniach zapewniających bezpieczeństwo ludzi i środowiska pod względem ochrony radiologicznej. Rodzaj opakowania do składowania odpadów promieniotwórczych musi uwzględniać właściwości fizykochemiczne i kategorie umieszczonych w nim odpadów, warunki lokalizacyjne składowiska oraz jego konstrukcję (§ 35 ust. 1 rozporządzenia

odpadowego). Zgodnie z § 36 ust. 1 ww. rozporządzenia opakowaniami do składowania odpadów promieniotwórczych są pojemniki metalowe, ceramiczne lub kompozytowe. W przypadku odpadów, których wymiary lub kształt uniemożliwiają umieszczenie ich w opakowaniach, a ich rozdrobnienie jest ze względów ochrony radiologicznej niewskazane, możliwe jest umieszczanie ich w składowisku bez opakowań (§ 36 ust. 2 rozporządzenia odpadowego), po uprzednim zabezpieczeniu przed rozprzestrzenianiem się skażeń promieniotwórczych. Ponadto wybór określonego opakowania powinien brać pod uwagę system multibarier i czas, w którym dane opakowanie powinno izolować odpad.

4.2. Wymiary

Wymiary opakowań muszą być dostosowane do wymiarów obiektów składowiska, w których odpady promieniotwórcze będą składowane oraz do liczby warstw, w których opakowania będą umieszczane (§ 35 ust. 2 rozporządzenia odpadowego).

4.3. Ciężar

Pojemniki z odpadami powinny mieć taki ciężar, aby ich przemieszczanie w obrębie składowiska nie było uniemożliwione, np. poprzez przekroczenie dopuszczalnych udźwignów. Ponadto sumaryczny ciężar opakowań z odpadami nie może przekroczyć wartości obciążenia, dla którego zaprojektowano dany obiekt.

4.4. Właściwości mechaniczne

Opakowanie powinno posiadać odpowiednią wytrzymałość mechaniczną tak, aby podczas przemieszczania w obrębie składowiska oraz po umieszczeniu w obiektach składowiska, nie było możliwe powstanie uszkodzenia, w wyniku którego dojdzie do uwolnień substancji promieniotwórczych.

4.5. Moc dawki na powierzchni

Moc dawki na powierzchni pojemnika z odpadami powinna być taka, aby narażenie zawodowe pracowników było utrzymane na akceptowalnym poziomie. Zgodnie z § 37 rozporządzenia odpadowego maksymalna moc dawki na powierzchni opakowania zawierającego odpady promieniotwórcze do składowania nie może przekraczać 2 mSv/h, a w odległości 1 m od powierzchni opakowania 0,1 mSv/h.

4.6. Skażenie na powierzchni

Skażenie na zewnętrznej powierzchni opakowania z odpadami powinno być zachowane w takich granicach, aby narażenie zawodowe pracowników było utrzymane na akceptowalnym poziomie. Zgodnie z § 37 rozporządzenia odpadowego, skażenia niezwiązane na powierzchni opakowania nie mogą przekraczać 40 kBq/m² dla izotopów beta- i gamma- promieniotwórczych oraz 4 kBq/m² dla izotopów alfa-promieniotwórczych.

4.7. Odporność na korozję

Pojemniki powinny być wykonane z materiałów o dostatecznej odporności na korozję, aby spełnione zostały wymagania dotyczące ich zamierzonego użytkowania.

4.8. Oznakowanie

Opakowanie z odpadem przeznaczone do składowania należy oznaczyć tak, aby operator składowiska mógł podjąć odpowiednie decyzje w sprawie ich właściwego umieszczenia w składowisku. Zgodnie z § 38 rozporządzenia odpadowego w widocznym miejscu na opakowaniu muszą być umieszczone następujące informacje: symbol promieniowania, symbol identyfikacji opakowania zgodny z kartą ewidencyjną oraz informacja o kategorii i podkategorii odpadu promieniotwórczego.

4.9. Właściwości termiczne i radiacyjne

Ciepło wytwarzane w odpadach może wpływać negatywnie na stabilność strukturalną odpadów, a wzrost temperatury odpadów może wpływać na przyspieszenie zachodzenia innych procesów, np. korozji lub ługowalności. Właściwości cieplne i radiacyjne mogą być również przyczyną wytwarzania się w odpadach gazu i powodować dezintegrację wypełnienia. Nie jest możliwe przyjęcie do składowania opakowań z odpadami, w których wydzielana energia cieplna lub radiacyjna mogłaby zagrozić właściwościom systemu multibarier.