

Transport odpadów promieniotwórczych we Francji

Autor: Jakub Sierchula - Politechnika Poznańska

('Energia Gigawat' - 1/2017)

Odpady promieniotwórcze stanowią poważny problem dla wszystkich krajów wykorzystujących energię jądrową. Francja, która jest pod tym względem liderem nie tylko w Europie, ale i na świecie, opracowała specjalne procedury dotyczące przetwarzania, transportu i przechowywania odpadów na składowiskach tymczasowych oraz ostatecznych.

Istotnym problemem dla energetyki jądrowej są generowane przez elektrownie jądrowe odpady radioaktywne. Materiały te, ze względu na promieniotwórczość, muszą zostać odpowiednio przerobione oraz przetransportowane w wyznaczone miejsca ich składowania. Niemniej przykład Francji, kraju, w którym przeszło 75% energii elektrycznej produkowanej jest właśnie w elektrowniach jądrowych, pokazuje, że zarządzanie odpadami promieniotwórczymi może być prowadzone w sposób bezpieczny i efektywny. Wszystkie materiały radioaktywne, składowane są w specjalnych zakładach należących do Krajowej Agencji Gospodarki Odpadami Promieniotwórczymi (Andra) lub w ośrodku w La Hague, należącym do firmy AREVA. Powołana w ramach CEA w 1979 roku Andra jest instytucją publiczną, odpowiedzialną za długoterminowe zarządzanie wszystkimi odpadami radioaktywnymi, zarówno tymi pochodzącymi z reaktorów jądrowych oraz badawczych, ale również odpadami wytworzonymi w szpitalach czy w placówkach wojskowych. Andra funkcjonuje pod nadzorem Ministerstwa Nauki oraz Ministerstwa Ekologii, Zrównoważonego Rozwoju i Morza.

Polityka zarządzania odpadami radioaktywnymi we Francji

Francuski przemysł w sposób ciągły wytwarza stałe, płynne bądź gazowe odpady, z których część jest radioaktywna. Polityka krajowa w sprawie zarządzania tego rodzaju odpadami jest bardzo przejrzysta i rygorystyczna, mianowicie nie mogą one stanowić zagrożenia dla osób, środowiska, a ich ilość nie może pociągnąć ze sobą nadmiernych obciążeń dla przyszłych pokoleń.

Ogólne zasady postępowania z odpadami promieniotwórczymi ustalono w Ustawie o Odpadach (ang. *Waste Act*) z 30 grudnia 1991 roku. 28 czerwca 2006 r. ustawę zmodyfikowano (ang. *Planning Act*), poprzez dodanie zapisów odnoszących się do konieczności zrównoważonego zarządzania materiałami promieniotwórczymi, w szczególności tymi, które powstały na skutek demontażu instalacji wykorzystujących materiały promieniotwórcze. Dodatkowo, dużą uwagę poświęcono kwestiom ochrony zdrowia, bezpieczeństwa personelu oraz aspektom środowiskowym, w celu zapobieżenia lub ograniczenia obciążeń, które mogłyby zostać poniesione przez przyszłe pokolenia. Poza tym,

od tej pory za materiały promieniotwórcze czy wypalone paliwo jest odpowiedzialny ich producent, a nie instytucja, która je przechowuje. Utworzono również Krajowy Plan Zarządzania Materiałami i Odpadami Promieniotwórczymi (PNGMDR), mający na celu poprawę metod zarządzania odpadami.

Polityka zarządzania odpadami we Francji zakłada również, że każda instalacja jądrowa po określonym czasie eksploatacji musi zostać wyłączona oraz zdemontowana w określonym czasie. Bez względu na aktualny stan prac demontażowych, instalacje jądrowe (elektrownie, elektrociepłownie, jednostki badawcze) mają na zawsze pozostać w zadowalającym stanie oraz spełniać normy bezpieczeństwa, nawet, jeżeli zostały już wyłączone z eksploatacji. Instalacje jądrowe zostają poddane odkażeniu, a następnie przeprowadzony zostaje demontaż prowadzący do określonego stanu końcowego. Odpady powstałe na wskutek demontażu są zarządzane również według zasad przedstawionych w wyżej opisanym akapicie.

Wyłączenie z eksploatacji/demontaż jednostek jądrowych

Scenariusz dotyczący demontażu dla każdej placówki jądrowej jest określany przez operatora na podstawie indywidualnej analizy każdego przypadku. Demontaż może zostać przeprowadzony natychmiastowo po wyłączeniu z eksploatacji bądź po niewielkim odroczeniu. Niemniej operator zobligowany jest uzasadnić swój wybór wyjaśniając, dlaczego proponowana przez niego strategia jest najlepsza pod względem bezpieczeństwa oraz ochrony przed promieniowaniem.

Urząd Bezpieczeństwa Jądrowego zaleca kompletny demontaż bezpośrednio po wyłączeniu z eksploatacji lub po lekkim odroczeniu z uzasadnionych powodów. W chwili obecnej wszystkie podmioty odpowiedzialne za działania związane z demontażem stosują się do tych zaleceń.

Procedury związane z demontażem instalacji jądrowej muszą być zgodne z ogólnymi procedurami bezpieczeństwa i ochrony radiologicznej, w szczególności dotyczy to ekspozycji pracowników na promieniowanie, wytwarzania odpadów radioaktywnych czy uwolnienia do środowiska promieniowania jonizującego.

Z odpadami powstałymi podczas demontażu jednostki jądrowej obchodzi się dokładnie tak samo jak z odpadami powstałymi podczas normalnej eksploatacji. Pomimo, że dyrektywa 96/289/Euroatom przyjmuje możliwość traktowania odpadów z jednostek jądrowych jako odpadów konwencjonalnych (ale tylko poniżej pewnych poziomów promieniowania), francuskie przepisy się do tego nie stosują.

Klasyfikacja odpadów radioaktywnych

Odpady radioaktywne, wytwarzane we Francji, różnią się poziomem aktywności, okresem połowicznego rozpadu, ilością czy składem. Sposób obchodzenia się z odpadami jest w związku z tym ściśle powiązany z ich rodzajem. Ryzyko radiologiczne oceniane jest na

podstawie dwóch głównych parametrów: aktywności oraz okresu połowicznego rozpadu ($T_{1/2}$). Takiego rodzaju klasyfikacja umożliwia podział odpadów na odpady bardzo krótkożyciowe (ang. *very short-lived*), krótkożyciowe (ang. *short-lived*) oraz długożyciowe (ang. *long-lived*). Z drugiej strony, pod względem aktywności, odpady można podzielić na niskoaktywne (ang. *low level – LL*), średnioaktywne (ang. *intermediate level – IL*) i wysokoaktywne (ang. *high level – HL*). Wszystkie obecnie stosowane metody, służące do zarządzania odpadami radioaktywnymi, oparte są właśnie na wyżej przedstawionych kryteriach podziału. Warto zwrócić uwagę, że w przeciwieństwie np. do Polski, we Francji wprowadzono jeszcze jeden stopień klasyfikacji ze względu na aktywność, mianowicie odpady bardzo niskoaktywne (ang. *very low level – VLL*).

- **Odpady bardzo niskoaktywne**

Odpady tego rodzaju w zdecydowanej większości pochodzą z demontażu obiektów jądrowych i zakładów przemysłowych związanych z chemią, metalurgią, itd., które również wykorzystują lub generują materiały radioaktywne. Poza tym, tego rodzaju odpady uzyskuje się również na skutek działań prowadzonych na rzecz odbudowy wcześniej napromieniowanych terenów. Około 50% odpadów z tej kategorii to tworzywa sztuczne bądź złom, 40% stanowią odpady obojętne, do których zalicza się beton, cegły, gruz, itd. 10% stanowią tzw. „odpady specjalne”, do których zalicza się między innymi szlam lub też odpady o bardzo małej średnicy (np. popiół). Aktywność odpadów o bardzo niskiej aktywności (1-100 Bq/g) jest zbliżona do promieniowania naturalnego. Tego rodzaju odpady przechowywane są na składowisku odpadów Andra CSTFA, znajdującym się w departamencie Aube.

Przed przetransportowaniem na składowisko, niektóre z odpadów o bardzo niskiej aktywności podlegają specjalnej obróbce. Tworzywa sztuczna oraz odpady metalowe prasuje się w celu zmniejszenia ich objętości. Odpady ciekłe, jak na przykład zanieczyszczona woda czy szlam, zostają zagęszczone i zestalone, po czym umieszcza się je w metalowych pojemnikach.

Od 2003 roku odpady niskoaktywne składowane są w ośrodku Andra CSTFA, pierwszym ośrodku na świecie przeznaczonym do tego typu odpadów. Znajdujące się w Morvillers w departamencie Aube składowisko jest w stanie pomieścić 650 000 m³ odpadów. Pod koniec 2013 roku objętość unieszkodliwionych odpadów wynosiła 251 761 m³. Po przetransportowaniu na miejsce, odpady są znakowane i umieszczane w rzędach w specjalnych formacjach wykopanych w glinie i osłoniętych syntetyczną membraną. W przypadku wypełnienia całej przestrzeni odpadami, miejsce składowania zostaje zamknięte, a następnie przykrywane grubą warstwą ubitej gliny. Zastosowanie gliny nie jest przypadkowe, po pierwsze blokuje przepływ wody, dzięki czemu utrzymuje ją w bezpiecznej odległości od opadów. Ponadto zagęszczona glina charakteryzuje się niską przepuszczalnością, oznacza to, że może spowolnić transport radionuklidów, które w przypadku np. nieszczelności mogłyby wydostać się z pojemników.

Koszt budowy składowiska odpadów niskoaktywnych wyniósł około 40 mln euro, natomiast średni koszt obsługi odpadów wynosi 500 euro za metr sześcienny.

- **Odpady niskoaktywne długożyciowe**

Do tej grupy zalicza się odpady, których okres połowicznego rozpadu przekracza 30 lat i które zawierają rad oraz grafit. Odpady zawierające rad wytwarzane są na przykład w przemyśle chemicznym lub metalurgicznym, natomiast odpady „grafitowe” powstają podczas demontażu reaktorów jądrowych pierwszej generacji, które wycofano już z eksploatacji. Reaktory te chłodzone były gazem, natomiast grafit wykorzystywano jako moderator – właśnie stąd wzięła się jego tak znaczna ilość. Unieszkodliwianie tego rodzaju odpadów jest obecnie przedmiotem badań.

Zarządzanie odpadami zawierającymi rad (około 70 000 m³ pochodzących z przemysłu chemicznego i metalurgicznego) oraz grafit (około 100 000 m³ uzyskanych w wyniku demontażu elektrowni jądrowych pierwszej generacji – UNGG) jest obecnie przedmiotem badań przeprowadzanych przez firmę Andra. Inne odpady, takie jak niewykorzystane źródła zamknięte czy odpady bitumiczne również należy dopisać do tej grupy (dodatkowe 30 000-40 000 m³). Główną koncepcją zarządzania tymi odpadami jest stworzenie płytkich składowisk otoczonych warstwą nieprzepuszczalnej gliny. Tego rodzaju składowisko miałoby znajdować się od 15m (odpady „radowe”) do 200m (odpady „grafitowe”) pod powierzchnią ziemi.

Metody kondycjonowania niskoaktywnych długożyciowych odpadów są opracowywane od kilku lat, przy czym widać stopniowe postępy. W przypadku odpadów zawierających grafit, obecnie planuje się umieszczanie ich w metalowych koszach, a następnie w betonowych zbiornikach. Następnie taki zbiornik miałby zostać szczelnie wypełniony cementem i przykryty betonową pokrywą. W przypadku odpadów zawierających promieniotwórczy rad, już obecnie część z nich umieszczana jest w metalowych beczkach. W celu ułatwienia obsługi tych odpadów planuje się grupowanie ich w metalowych kontenerach.

Zgodnie z ustawą z 28 czerwca 2006 roku (ang. *Planning Act*) odpady powinny być umieszczone w podziemnym składowisku (od 15 do 200 metrów głębokości). Andra uzyskała zgodę rządu na budowę takiego ośrodka w 2019 roku. Do tego czasu wszystkie istniejące odpady niskoaktywne długożyciowe przechowywane są w miejscach ich produkcji lub placówkach, w których znajdują zastosowanie.

- **Odpady nisko i średnioaktywne krótkożyciowe**

Odpady nisko i średnioaktywne krótkożyciowe (czas połowicznego rozpadu nie przekracza 30 lat) w głównej mierze pochodzą z francuskiego przemysłu nuklearnego oraz z działalności prowadzonej przez Francuską Komisję Energii Atomowej (CEA). Ponadto do tej grupy należy zaliczyć odpady generowane w szpitalach, laboratoriach badawczych, laboratoriach uniwersyteckich oraz odpady powstałe podczas prac montażowych/demontażowych, konserwacyjnych (ubrania, narzędzia, rękawiczki, filtry, itd.), czy podczas eksploatacji obiektów jądrowych. Ta grupa odpadów w głównej mierze zawiera krótkożyciowe radioizotopy, takie jak kobalt-60 czy cez-137, chociaż dopuszczalne są ściśle

określone, niewielkie ilości radioizotopów długożyciowych. Podobnie jak w przypadku odpadów niskoaktywnych długożyciowych, odpady tej grupy również trafiają na składowisko w departamencie Aube.

Przed utylizacją odpadów zostają one sprasowane w celu zmniejszenia ich objętości. W przypadku cieczy zostają zagęszczane, a następnie zestalone. Odpady umieszcza się w betonowych bądź metalowych zbiornikach, które następnie wypełnia się cementem i kruszywem. W rzeczywistości odpady zajmują około 15-20% objętości zbiornika, resztę stanowi beton.

Odpady nisko i średnioaktywne krótkożyciowe od 1992 roku są przechowywane na składowisku Andra CSFMA. Ulokowany w departamencie Aube ośrodek może pomieścić aż 1 000 000 m³ odpadów. Zutylicowane odpady kieruje się do żelbetonowych budynków o powierzchni 25 m² i wysokości 8 metrów. Odpady umieszczone w beczkach ustawiane są w rzędach pionowo oraz poziomo. Gdy cała objętość budynku zostanie zajęta, przykrywa się go betonową płytą, a następnie zabezpiecza za pomocą nieprzepuszczalnej warstwy. Na koniec budynek zostaje przykryty kilkumetrową, grubą warstwą gliny.

Część z odpadów nisko i średnioaktywnych krótkożyciowych wykazuje szczególne cechy uniemożliwiające przechowywanie ich na składowisku CSFMA. Dotyczy to w szczególności trytu, który powstaje w placówkach wojskowych. Odpady tego rodzaju przechowywane są obecnie w ośrodku CEA w Valduc.

- **Odpady średnioaktywne długożyciowe**

Wykorzystywane w elektrowniach jądrowych paliwo zawierające uran (niekiedy również i pluton) ulega z czasem stopniowemu wypaleniu, zmniejszając tym samym swoją efektywność. Zużyte paliwo transportowane jest do zakładów należących do firmy AREVA, znajdujących się w La Hague, gdzie podlega ono utylizacji bądź przerobowi. Metalowe pręty, w których znajduje się wypalone paliwo, zostają pocięte na małe odcinki, a następnie oddzielane od pozostałości uranu (i plutonu). Do długożyciowych średnioaktywnych odpadów zalicza się przede wszystkim te elementy, aczkolwiek niektóre odpady powstałe na skutek eksploatacji i konserwacji obiektów jądrowych również są w nie wliczane.

W celu zmniejszenia objętości znaczna część tego rodzaju odpadów podlega sprasowaniu do postaci krążków, które następnie umieszcza się w metalowych lub betonowych pojemnikach. Następnie, pakiet złożony z czterech takich pojemników umieszcza się w betonowej, sześcienniej formie, dzięki czemu zarządzanie, transport, przechowywanie czy składowanie odpadów będzie w przyszłości znacznie prostsze.

Zgodnie z postanowieniami artykułu 3 ustawy z 28 czerwca 2006 roku (ang. *Planning Act*), Andra rozwija podziemną instalację unieszkodliwiania i przechowywania odpadów średnioaktywnych długożyciowych w Bure (departament Meuse). Instalacja Meuse/Haute Marne, znajdująca się na głębokości 500 metrów, będzie również w przyszłości

wykorzystywana do magazynowania odpadów wysokoaktywnych. W oczekiwaniu na uruchomienie tej instalacji, odpady są obecnie przechowywane w zakładach produkcyjnych, z których pochodzą. Przede wszystkim jest to La Hague (AREVA), Marcoule (CEA) i Cadarache (CEA).

- **Odpady wysokoaktywne**

Wypalone paliwo umieszcza się wewnątrz basenu wypełnionego roztworem chemicznym, umożliwiającym oddzielenie uranu i plutonu, mogących zostać ponownie wykorzystane, od innych pierwiastków. One również stanowią część odpadów wysokoaktywnych i zajmują od 3 do 5% całkowitej objętości wypalonego paliwa. W ich skład wchodzi produkty rozszczepienia (cez-134, cez-137 oraz stront-90), izotopy, otrzymywane przez aktywację neutronową (kobalt-60) oraz aktynowce (kiur-244 i ameryk-241). Ze względu na wysoką radioaktywność, część z tych odpadów wydziela ciepło, które odprowadza roztwór wypełniający basen. Obecnie opracowywane są metody rozwiązania problemu utylizacji odpadów wysokoaktywnych.

Ze względu na wydzielane ciepło, odpady wysokoaktywne umieszcza się tymczasowo w zbiorniku wypełnionym wodą. Po pewnym czasie poddaje się je procesowi kalcynacji, a otrzymany w tym procesie popiół dodaje się do roztopionego szkła. Uzyskaną w ten sposób mieszaninę wlewa się następnie do pojemnika wykonanego ze stali nierdzewnej. Pojemnik mieści 400 kg szkła oraz 11 kg odpadów wysokoaktywnych, przy czym cechuje się bardzo dużą trwałością oraz wytrzymałością. Zastosowanie metalowych pojemników, w których znajdują się przerobione odpady, ułatwia operacje związane z transportem, przeładunkiem czy przechowywaniem.

Podobnie jak w przypadku odpadów średnioaktywnych dłużej żyjących, odpady wysokoaktywne również mają być przechowywane w instalacji w Meuse/Haute-Marne. Do czasu zakończenia budowy będą przechowywane w zakładach produkcyjnych (La Hague (AREVA), Marcoule (CEA) i Cadarache (CEA).

Instytucje francuskie skupiają się na kilku komplementarnych problemach związanych z średnio i wysokoaktywnymi odpadami promieniotwórczymi. Pierwszym z nich jest opracowanie metody umożliwiającej przekształcenie jąder promieniotwórczych w jądra stabilne o małej aktywności, które cechują się długim okresem półrozpadu, bądź w jądra o krótkim okresie półrozpadu, które mogą zostać szybko wyeliminowane. Taka metoda nosi nazwę transmutacji jądrowej. Drugim problemem są kwestie utworzenia składowisk odpadów w głębokich formacjach skalnych oraz modernizacji lub tworzenia nowych powierzchniowych instalacji magazynowania, w celu zaspokajania aktualnych potrzeb. Proces przerobu paliwa został powierzony CEA, natomiast za samo składowanie odpowiedzialna jest Andra.

Transport odpadów

Proces transportu odpadów radioaktywnych obejmuje nie tylko ich przemieszczenie, ale również przygotowanie, konserwację oraz ewentualne naprawy pojemników zawierających odpady, ich załadunek, bezpieczny przewóz, rozładunek oraz ich odbiór w miejscu docelowym. W zależności od zawartości przewożonego ładunku, norm wytrzymałościowych oraz radioaktywności odpadów, wprowadzone zostały trzy stopnie charakteryzujące poziom zagrożenia:

- RTC (ang. *routine conditions of transport*) – rutynowe warunki przewozu, obejmujące ogólne przepisy mające zastosowanie dla wszystkich stopni (np. dopuszczalny poziom wibracji, rozmieszczenie pojemników, sposób obsługi, itd.); brak zagrożenia podczas transportu odpadów,
- NCT (ang. *normal conditions of transport*) – normalne warunki przewozu; dopuszcza się możliwość wystąpienia niewielkich, aczkolwiek niegroźnych awarii/incydentów uznawanych za częste podczas transportu,
- ACT (ang. *accident conditions of transport*) – wypadkowe warunki przewozu; na podstawie symulacji określa się poważne konsekwencje w razie wypadku.

W zależności od radioaktywności odpadów stosuje się w trakcie transportu różne rodzaje pojemników:

Tabela nr 1: Rodzaje pojemników na odpady promieniotwórcze

Rodzaj pojemnika	Aktywność	Poziom promieniowania [mSv/h]	Testy wytrzymałościowe pojemników	Kryterium
Przemysłowe IP-1, IP-2, IP-3	Niskoaktywne	- 2 mSv/h w bezpośredniej odległości od źródła, - 0,1 mSv/h w odległości 1 m od źródła	- upadek z wysokości do 1,2 m, - nacisk 5-krotnie większy od masy zawartości	- materiał radioaktywny nie zostaje uwolniony - wzrost poziomu promieniowania <20%
Typ A (ciała stałe)	Średnioaktywne	- 2 mSv/h w bezpośredniej odległości od źródła, - 0,1 mSv/h w odległości 1 m od źródła	- upadek z wysokości do 1,2 m, - nacisk 5-krotnie większy od masy zawartości - odporność na przebicie: upadek 6 kg stalowych prętów z wysokości 1 m, - odporność na działanie wody	- materiał radioaktywny nie zostaje uwolniony - wzrost poziomu promieniowania <20%

Typ A (ciecze lub gazy)	Średnioaktywne	2 mSv/h w bezpośredniej odległości od źródła, - 0,1 mSv/h w odległości 1 m od źródła	- upadek z wysokości 9 m, - odporność na przebicie: upuszczenie 6 kg stalowych prętów z wysokości 1,7 m,	- materiał radioaktywny nie zostaje uwolniony
Rodzaj pojemnika	Aktywność	Poziom promieniowania [mSv/h]	Testy wytrzymałościowe pojemników	Kryterium
Typ B(U)	Wysokoaktywne	2 mSv/h w bezpośredniej odległości od źródła, - 0,1 mSv/h w odległości 1 m od źródła	- kryteria jak dla pojemników typu A (ciała stałe), - pożar w temperaturze 800°C (30 minut), - upadek 500 kg stalowej płyty na pojemnik z wysokości 9 m	- mniej niż 10 mSv/h w odległości 1 m od źródła
Typ B(M)	Bardzo wysokoaktywne			
Typ C	Bardzo wysokoaktywne (transport lotniczy)	2 mSv/h w bezpośredniej odległości od źródła, - 0,1 mSv/h w odległości 1 m od źródła	- pożar w temperaturze 800°C (60 minut), - upadek 500 kg stalowej płyty na pojemnik z wysokości 9 m, - upadek 250 kg stalowych prętów z wysokości 3 m, - upadek z wysokości 3 m na stalowy pręt,	- mniej niż 10 mSv/h w odległości 1 m od źródła

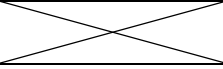
Każdego roku we Francji, wszystkimi możliwymi środkami transportu (transport drogowy, kolejowy, morski oraz lotniczy), przewożone jest około 980 000 pojemników zawierających materiały radioaktywne. Należy jednak pamiętać, że odpady produkowane są nie tylko w elektrowniach jądrowych, ale również w szpitalach, uniwersytetach, jednostkach badawczych oraz w przemyśle (np. chemicznym). Zaledwie 12% z wszystkich przewożonych odpadów generowane jest przez elektrownie jądrowe.

Podsumowanie

Francja, mimo rygorystycznego prawa i norm dotyczących transportu i gospodarowania odpadami jądrowymi, bez wątpienia jest liderem w tej dziedzinie. Zastosowane przez nich procedury mogą być stawiane za wzór dla innych krajów. Znamienitą większość odpadów

promieniotwórczych, generowanych w tym kraju, stanowią odpady o niskiej i bardzo niskiej aktywności. Biorąc pod uwagę naturalne promieniowanie tła, wynikające z obecności wielu radioaktywnych izotopów wewnątrz skorupy ziemskiej, umieszczanie tego typu odpadów nie stanowi poważnego skażenia dla skorupy ziemskiej. Dodatkowo, należy zwrócić uwagę na fakt, że normy dotyczące sposobu zabezpieczania odpadów są dużo bardziej restrykcyjne niż w przypadku innych, nawet tych najbardziej toksycznych odpadów, zapewniając izolację od środowiska. W poniższej tabeli przedstawione zostało zestawienie wygenerowanych przez Francję odpadów w 2007 roku. Sumaryczna ilość odpadów wyniosła wówczas 1 150 969 m³ (z czego 824 609 m³ jest w miejscach składowania, reszta w miejscach produkcji). Przewiduje się, że do roku 2020 na składowiskach będzie znajdować się 1 804 142 m³ odpadów, a do roku 2030 – 2 251 449 metrów sześciennych.

Tabela nr 2: Charakterystyka odpadów generowanych we Francji w 2007 r.

ODPADY	AKTYWNOŚĆ		OBJĘTOŚĆ	
	[Bq/g]	[%]	[m ³]	[%]
bardzo niskoaktywne	0-100	0,0000003	231 688	20,2
niskoaktywne długożyciowe	100-100 000	0,009	82 536	7,2
nisko i średnioaktywne krótkożyciowe		<0,03	792 695	68,8
średnioaktywne długożyciowe	100 000- 1 000 000	4,98	41 757	3,6
wysokoaktywne	powyżej 1 000 000	94,98	2 293	0,2

Godnym uwagi jest fakt, że wszystkie rodzaje odpadów ostatecznie doprowadzane są do postaci ciała stałego oraz umieszczane w specjalnych pojemnikach, w celu zminimalizowania niebezpieczeństwa dla ludności oraz środowiska. W zależności od aktywności oraz okresu półrozpadu, odpady przechowywane są w różnych miejscach, począwszy od budynków naziemnych, przez płytkie oraz głębokie instalacje podziemne, kończąc na tymczasowych magazynach znajdujących się w zakładach, z których pochodzą. Niemniej we wszystkich przypadkach metody ochrony radiologicznej (pojemniki, bariery geologiczne, bariery sztuczne) skutecznie uniemożliwiają rozprzestrzenianie się materiału radioaktywnego do środowiska naturalnego.

W związku ze zwiększającą się produkcją odpadów promieniotwórczych, we Francji budowane są nowe instalacje służące ich składowaniu. Przykładem może być stale rozbudowywane składowisko Andra CSFMA lub instalacja Meuse/Haute Marne, znajdująca się na głębokości 500 metrów. Dodatkowo należy pamiętać, że cały czas prowadzone są badania geologiczne zlecone przez CEA, mające na celu wyznaczenie lokalizacji pod przyszłe budowy. Z drugiej strony na zlecenie Francuskiej Komisji Energii Atomowej prowadzone są badania nad metodami zmniejszania objętości wygenerowanych odpadów przy użyciu technik plazmowych, procesu kalcynacji czy transmutacji jądrowej.