

# Tymczasowe centrum składowania, zakład hermetyzacji i ostateczne repozytorium wypalonego paliwa jądrowego

Materiał podstawowy dla potrzeb konsultacji na podstawie Konwencji z Espoo (EIA)

Zaktualizowano w styczniu 2008



# Spis treści

|  |    |
|--|----|
| Wstęp .....  | 3  |
| Energia jądrowa w Szwecji .....                      | 3  |
| Misja SKB .....                                      | 4  |
| Istniejący system odpadów .....                      | 4  |
| Końcowe usuwanie wypalonego paliwa jądrowego .....   | 5  |
| Wybór strategii i metody .....                       | 5  |
| Bezpieczeństwo długoterminowe .....                  | 6  |
| Prace lokalizacyjne .....                            | 7  |
| Harmonogram .....                                    | 10 |
| Konsultacje .....                                    | 10 |
| Proces aplikacji .....                               | 10 |
| Budowa i funkcjonowanie obiektów .....               | 10 |
| Zakład hermetyzacji .....                            | 11 |
| Lokalizacja .....                                    | 11 |
| Obiekt i działalność .....                           | 12 |
| Zbiornik .....                                       | 13 |
| Ostateczne repozytorium .....                        | 13 |
| Lokalizacja .....                                    | 13 |
| Obiekt i działalność .....                           | 14 |
| Oddziaływanie na środowisko .....                    | 16 |
| Ocena oddziaływania na środowisko .....              | 16 |
| Oddziaływania i konsekwencje .....                   | 17 |
| Bezpieczeństwo i ochrona przed promieniowaniem ..... | 17 |
| Transgraniczne oddziaływanie na środowisko .....     | 17 |

# *Przedmowa*

Jeśli działalność może w znaczący sposób oddziaływać na środowisko w innym kraju, szwedzka agencja ochrony środowiska, zgodnie z Konwencją ws. Oceny Oddziaływania na Środowisko w Kontekście Transgranicznym (Espoo, 1991), znaną jako Konwencja z Espoo (EIA), „informuje właściwe organy w tym kraju o planowanej działalności lub środku i daje danemu krajowi i obywatelom możliwość wzięcia udziału w procedurze konsultacji dotyczącej stosowania i oceny oddziaływania na środowisko” (Kodeks Ochrony Środowiska, Rozdz. 6 Sekcja 6).

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB (szwedzka spółka zagospodarowania paliwa jądrowego i odpadów) otrzymała zadanie dotyczące zagospodarowania i usunięcia odpadów radioaktywnych ze szwedzkich elektrowni jądrowych. W celu usunięcia wypalonego paliwa jądrowego SKB zamierza wybudować zakład hermetyzacji, w którym wypalone paliwo jądrowe jest zamykane hermetycznie w miedzianych zbiornikach, oraz ostateczne repozytorium na głębokości około 500 metrów w podłożu skalnym. Zakład hermetyzacji ma zostać zbudowany w sąsiedztwie istniejącego tymczasowego centrum składowania wypalonego paliwa jądrowego (Clab) w Oskarshamn. W Forsmark i Oskarshamn przeprowadzono badania w celu rozpoznania perspektyw dla lokalizacji ostatecznego repozytorium. W chwili obecnej dane z badań są opracowywane i analizowane. Zarówno Oskarshamn jak i Forsmark położone są na wybrzeżu Morza Bałtyckiego w południowej Szwecji.

Celem niniejszego dokumentu jest dokonanie przeglądu planów SKB w zakresie usuwania wypalonego paliwa jądrowego oraz prawdopodobnych konsekwencji tej działalności. Szczegółowe informacje na temat: bezpieczeństwa i ochrony przed promieniowaniem, długoterminowego bezpieczeństwa dla repozytorium KBS-3 i ogólnej struktury dokumentu EIS dla systemu ostatecznego repozytorium dołączono jako załączniki. Dodatkowe informacje można znaleźć na stronie internetowej SKB oraz w raportach SKB, z których najważniejsze dostępne są w języku angielskim.

## *Wstęp*

### ***Energia jądrowa w Szwecji***

Szwecja posiada dwanaście reaktorów jądrowych w czterech lokalizacjach, z czego funkcjonuje dziesięć. W Ringhals istnieją trzy reaktory wodne ciśnieniowe i jeden reaktor wodny wrzący o łącznej mocy 3 600 MW, w Forsmark trzy reaktory wodne wrzące o łącznej mocy 3 200 MW, w Oskarshamn trzy reaktory wodne wrzące o łącznej mocy 2 200 MW, a w Barsebäck dwa reaktory wodne wrzące o mocy 600 MW każdy. Zakłady zostały oddane do eksploatacji w latach 1972-1985. Riksdag (szwedzki Parlament) postanowił rozpocząć stopniowe wycofywanie energii jądrowej z użycia. Jeden z dwóch reaktorów w Barsebäck zamknięto w 1999. Kolejny reaktor zamknięto w dniu 31 maja 2005.

Nie ustalono dat zamknięcia pozostałych reaktorów. Plany dotyczące usuwania odpadów radioaktywnych bazują na scenariuszu 50 lat funkcjonowania reaktorów w Forsmark i Ringhals i 60 lat funkcjonowania reaktorów w Oskarshamn.

## **Misja SKB**

Odpady radioaktywne w Szwecji pochodzą głównie z energii jądrowej. Zgodnie z prawem szwedzkim właściciele reaktorów ponoszą pełną odpowiedzialność techniczną i finansową za odpady pochodzące z energii jądrowej. Wspólnie założyli oni Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB (szwedzka spółka zagospodarowania paliwa jądrowego i odpadów), która otrzymała zadanie w zakresie zagospodarowania wypalonego paliwa jądrowego w kraju, tak by w perspektywie krótko- i długookresowej chronić zarówno środowisko jak i zdrowie ludzkie. Ustawa o działalności jądrowej wymaga, aby SKB przygotowała program kompleksowych prac badawczo-rozwojowych oraz wszelkich innych środków niezbędnych do bezpiecznego zagospodarowania i usunięcia odpadów. Zgodnie z wymogami prawa SKB składa organom regulacyjnym i rządowi raporty z postępów tych prac. Odbywa się to co trzy lata w programach BR&D (badań, rozwoju i demonstracji). Do tej pory SKB przedstawiła dziesięć programów BR&D, w tym dwa wymagane przez rząd uzupełnienia. Najnowszy raport został złożony we wrześniu 2007.

## **Istniejący system odpadów**

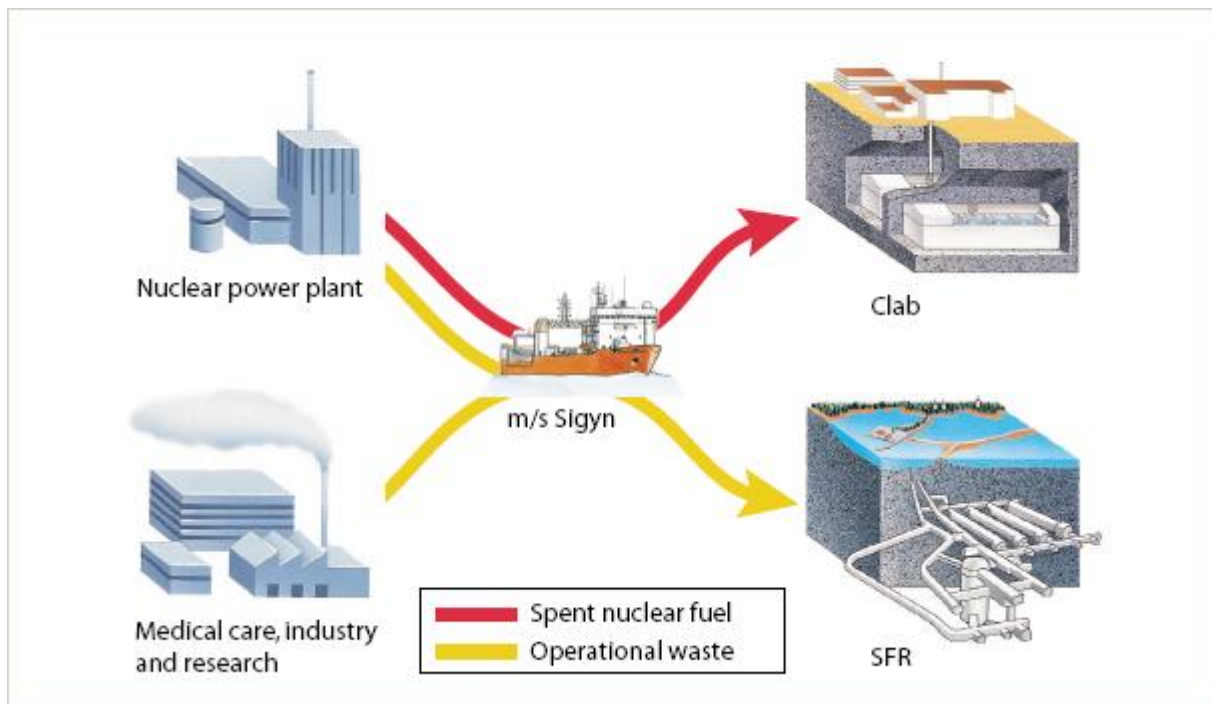
Odpady radioaktywne pochodzące z energii jądrowej można podzielić na różne kategorie, w zależności od czasu rozpadu i aktywności. W odniesieniu do wymogów dotyczących zagospodarowania i ostatecznego usunięcia szwedzkie odpady podzielono na trzy główne kategorie. Pierwsza to *odpady nisko- i średnioaktywne o krótkim czasie rozpadu (LILW)*. Kategoria ta obejmuje wypalone składniki, filtry itp. z eksploatacji, konserwacji i likwidacji elektrowni jądrowych. Druga kategoria obejmuje *odpady wysokoaktywne (HLW)* w postaci wypalonego paliwa jądrowego. Obejmuje ona mniejszą część ilości, ale zawiera większość radionuklidów o krótkim i długim czasie rozpadu. Trzecia kategoria główna, *LILW o długim czasie rozpadu*, obejmuje np. wypalone składniki pochodzące z rdzenia reaktora.

LILW o krótkim czasie rozpadu usuwa się w SFR w Forsmark (Ostateczne repozytorium dla radioaktywnych odpadów operacyjnych). Wypalone paliwo jądrowe jest tymczasowo składowane w Clab w Oskarshamn (tymczasowe centrum składowania wypalonego paliwa jądrowego). Ponadto istnieje system transportu różnego rodzaju odpadów z elektrowni jądrowych do obiektów usuwania odpadów, zob. Rys. 1.

Działania, które należy jeszcze podjąć w celu usunięcia odpadów pochodzących z elektrowni jądrowych to:

- ◆ budowa zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium dla wypalonego paliwa jądrowego
- ◆ budowa ostatecznego repozytorium dla LILW o długim czasie rozpadu

LILW o długim czasie rozpadu powstają głównie podczas likwidacji elektrowni jądrowych. Planuje się, że zostaną usunięte na głębokości kilkuset metrów w głąb podłoża skalnego. Lokalizacja i budowa nie zostaną rozpoczęte w ciągu kolejnych 30 lat. Obecne działania SKB skupiają się na ostatecznym usunięciu wypalonego paliwa jądrowego.



| en                                  | pl                                  |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Nuclear power plant                 | Elektrownia jądrowa                 |
| Medical care, industry and research | Opieka medyczna, przemysł i badania |
| Spent nuclear fuel                  | Wypalone paliwo jądrowe             |
| Operational waste                   | Odpady operacyjne                   |

Rys. 1. Istniejące obiekty zagospodarowania i usunięcia odpadów radioaktywnych.

## Końcowe usuwanie wypalonego paliwa jądrowego

### Wybór strategii i metody

Ogólne wymogi regulujące usuwanie wypalonego paliwa jądrowego zawarte są w umowach międzynarodowych oraz w szwedzkim ustawodawstwie. Przeglądy różnych strategii i metod usuwania wypalonego paliwa jądrowego przedstawiono przy wielu okazjach, w tym w związku z uzupełnieniem programu BR&D w 1998 (Zintegrowany opis metody, wyboru lokalizacji i programu przed fazą badań terenowych. Raport SKB TR-01-03. Svensk Kärnbränslehantering AB, 2000.)

Na arenie międzynarodowej istnieje szeroki konsensus co do tego, że usuwanie geologiczne to strategia, która najlepiej nadaje się do usuwania odpadów radioaktywnych o długim czasie rozpadu. Metoda proponowana przez SKB dla celów ostatecznego usuwania nosi nazwę KBS-3, gdzie KBS oznacza KärnBränsleSäkerhet (bezpieczeństwo paliwa jądrowego), zob. Rys. 2.

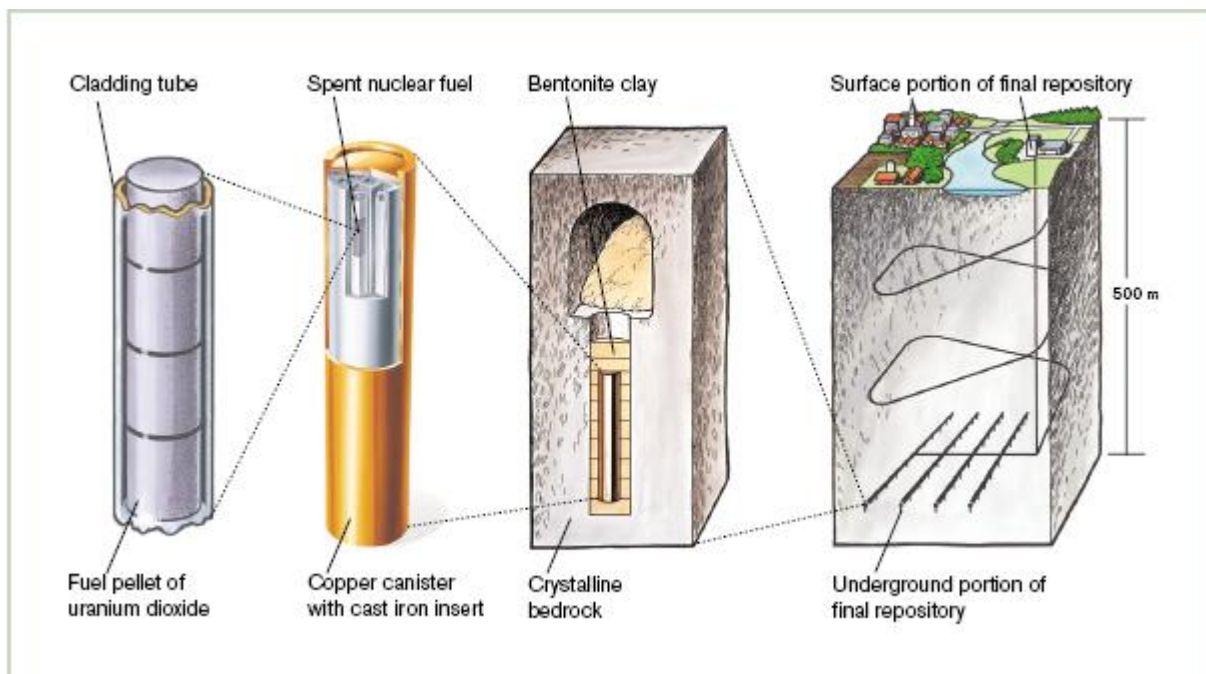
Metoda zakłada, że:

- ♦ wypalone paliwo jądrowe zamykane jest hermetycznie w miedzianych zbiornikach posiadających kasety z żeliwa



- ◆ zbiorniki umieszczone są na głębokości około 500 metrów w głąb podłoża skalnego
- ◆ zbiorniki otaczane są buforem z gliny bentonitowej

Metoda KBS-3 wymaga budowy dwóch nowych instalacji jądrowych: zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium. Obydwa obiekty wymagają zezwoleń na mocy Ustawy o działalności jądrowej i Kodeksu Ochrony Środowiska.



| en                                      | pl  |
|---|---|
| Cladding tube                           | Rura osłonowa                             |
| Spent nuclear fuel                      | Wypalone paliwo jądrowe                   |
| Bentonite clay                          | Glina bentonitowa                         |
| Surface portion of final repository     | Nadziemna część ostatecznego repozytorium |
| Fuel pellet of uranium dioxide          | Pastyłki paliwowe z dwutlenku uranu       |
| Copper canister with cast iron insert   | Zbiornik miedziany z żeliwną kasetą       |
| Crystalline bedrock                     | Krystaliczne podłoże skalne               |
| Underground portion of final repository | Podziemna część ostatecznego repozytorium |

**Rys. 2.** Metoda KBS-3 bazuje na wielu barierach (zbiornik, bufor i skała), które uniemożliwiają zawartym w paliwie radionuklidom wyrządzenie szkody ludziom i środowisku.

### **Bezpieczeństwo długoterminowe**

Aspekty bezpieczeństwa mają istotne znaczenie w związku z zagospodarowaniem wypalonego paliwa jądrowego. Należy zapewnić bezpieczeństwo zarówno podczas funkcjonowania repozytorium, jak i długo po zamknięciu repozytorium. Szwedzkie krystaliczne podłoże skalne liczy od jednego do dwóch miliardów lat i stanowi stabilne środowisko, w którym zmiany zachodzą bardzo powoli.

Wypalone paliwo jądrowe jest niebezpieczne (radiotoksyczne) przez bardzo długi czas i narzuca specjalne wymogi dotyczące zagospodarowania i usuwania. Celem jest zminimalizowanie ryzyka poprzez odizolowanie paliwa od człowieka i środowiska, dopóki jest niebezpieczne. Substancje (nuklidy) o krótkim czasie rozpadu i wysokiej radioaktywności ulegają rozpadowi w ciągu kilkadziesiąt lat. Następnie radiotoksyczność paliwa zostaje zdominowana przez cez-137 i stront-90. Po tysiącu lat radiotoksyczność zostaje zdominowana

przez kilka nuklidów, aktywności i produkty ich rozpadu. Po około 100,000 lat radiotoksyczność wypalonego paliwa spada do tego samego poziomu co ilość rudy uranu, z której wyprodukowano paliwo. Radiotoksyczność takich minerałów uranowych oraz ostatecznie wypalonego paliwa zdominowana jest przez promieniowanie z produktów rozpadu uranu (radu, radonu, polonu, itp).

*Długoterminowe bezpieczeństwo* radiologiczne po zamknięciu ostatecznego repozytorium rozpatrywane jest w specjalnym raporcie na temat bezpieczeństwa, w którym przedstawiono różne scenariusze opisujące ewolucję repozytorium na milion lat do przodu. Raport na temat bezpieczeństwa regulowany jest i poddawany przeglądowi przez organy regulacyjne: Szwedzki Urząd Ochrony przed Promieniowaniem (SSI) i Szwedzki Inspektorat Energii Jądowej (SKI). Najnowsza ocena bezpieczeństwa, SR-Can, została złożona w listopadzie 2006. SR-Can to krok przygotowawczy w kierunku oceny bezpieczeństwa SR-Site, której publikacja planowana jest na rok 2009.

Istotne aspekty, które należy opisać to:

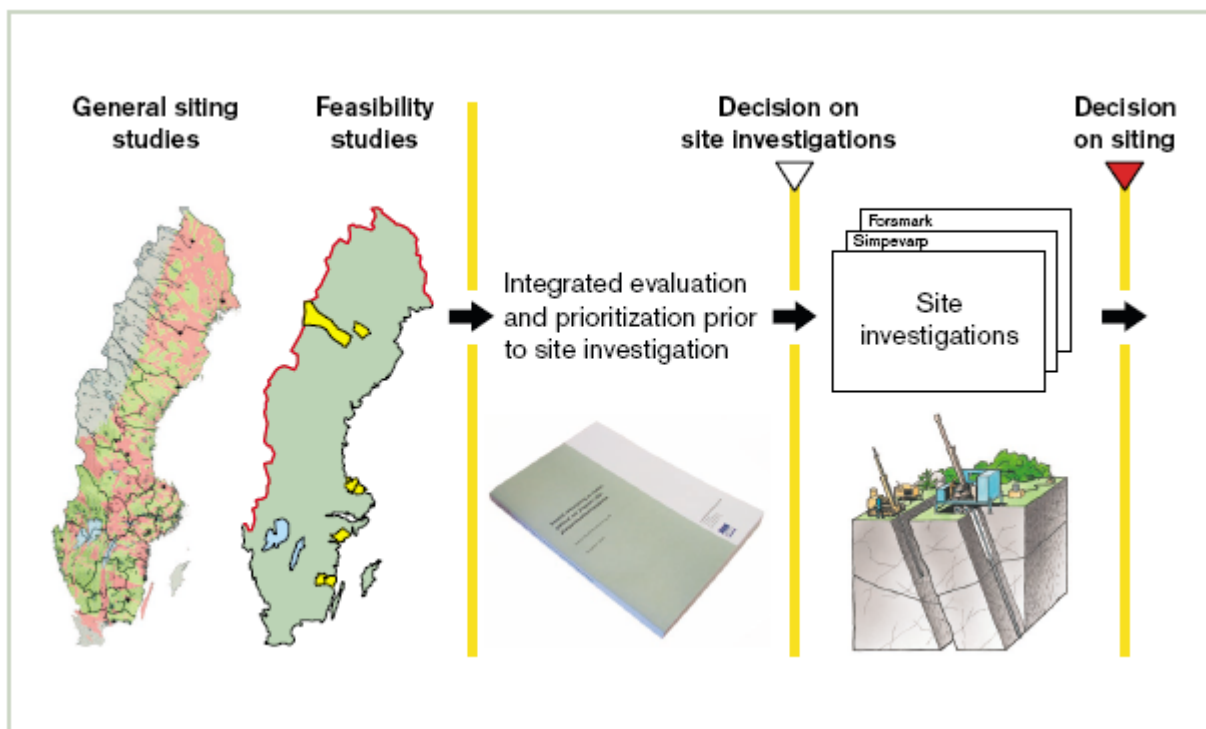
- ◆ metodyka oceny
- ◆ system repozytorium podczas zamknięcia – paliwo, zbiornik, bufor, skała i biosfera
- ◆ procesy, które zmieniają repozytorium na przestrzeni czasu
- ◆ oddziaływanie zewnętrzne w przypadku uwolnienia radionuklidów z powodu uszkodzenia zbiornika

Bezpieczeństwo radiologiczne podczas funkcjonowania zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium zostało opisane i zbadane we wstępnych raportach na temat bezpieczeństwa. Przed oddaniem obiektów do eksploatacji, raporty bezpieczeństwa uzupełnia się za pomocą analiz i doświadczeń na podstawie fazy projektowania, budowy i uruchomienia.

### ***Prace lokalizacyjne***

Stopniowy proces lokalizacji ostatecznego repozytorium zgodnie z metodą KBS-3 rozpoczął się w 1992, zob. Rys. 3. Za pomocą ogólnych studiów lokalizacji SKB zbadała ogólne perspektywy lokalizacji w różnych częściach kraju. Studia wykonalności obejmowały ocenę perspektyw lokalizacji łącznie w ośmiu gminach: Storuman, Mallí, Östhammar, Nyköping, Oskarshamn, Tierp, Älvkarleby i Hultsfred. W 2000 SKB zaproponowała tereny i program badań geologicznych. W 2002 rozpoczęto badania terenowe w obszarze Forsmark w gminie Östhammar oraz w obszarze Simpevarp w gminie Oskarshamn, zob. Rys. 4, po wydaniu wspomagających decyzji przez rząd i gminy. Niedawno zakończono badania lokalizacji. W chwili obecnej dane z badań są opracowywane i analizowane.

Forsmarks Kraftgrupp AB, FKA, posiada trzy jądrowe reaktory lekkowodne w obszarze Forsmark. SFR (Ostateczne repozytorium dla radioaktywnych odpadów operacyjnych), które oddano do eksploatacji w 1987 i stanowi SKB, również znajduje się w Forsmark.



| en   | pl  |
|--|---|
| General siting studies   | Ogólne studia lokalizacji                                     |
| Feasibility studies  | Studia wykonalności   |
| Integrated evaluation and prioritization prior to site investigation | Zintegrowana ocena i priorytyzacja przed badaniami terenowymi |
| Decision on site investigations                                      | Decyzja w sprawie badań terenowych                            |
| Decision on siting   | Decyzja w sprawie lokalizacji                                 |
| Site investigations  | Badania terenowe  |

**Rys. 3.** Prace lokalizacyjne dla ostatecznego repozytorium wypalonego paliwa jądrowego prowadzone są za pomocą ogólnych studiów lokalizacji, studiów wykonalności i badań terenowych.





**Rys. 4.** Dwa obszary – Forsmark w gminie Östhammar i Simpevarp/Laxemar w gminie Oskarshamn badane są pod kątem lokalizacji ostatecznego repozytorium.

Badania terenowe w Oskarshamn były początkowo skoncentrowane na dwóch obszarach kandydujących: Simpevarp i Laxemar. Następnie badania skoncentrowały się na południowo-zachodniej części Laxemar. Oskarshamns Kraftgrupp AB, OKG, który posiada trzy jądrowe reaktory lekkowodne, znajduje się na półwyspie Simpevarp. Clab (tymczasowe centrum składowania wypalonego paliwa jądrowego), które jest własnością SKB, również znajduje się na półwyspie Simpevarp. Clab, które oddano do eksploatacji w 1985 roku, otrzymuje wypalone paliwo jądrowe z wszystkich elektrowni jądrowych w Szwecji. Tunel zejściowy do Äspö HRL (Hard Rock Laboratory) również znajduje się na półwyspie Simpevarp. Äspö HRL to ośrodek badawczy SKB dla ostatecznego repozytorium, położony na głębokości około 460 m w głąb podłoża skalnego.

SKB zbadała również i porównała różne alternatywy dla lokalizacji zakładu hermetyzacji. Nasza propozycja to zbudowanie go w sąsiedztwie Clab w gminie Oskarshamn. Alternatywa dla lokalizacji zakładu hermetyzacji znajduje się w sąsiedztwie instalacji jądrowych w

Forsmark. Alternatywa ta zostanie wzięta pod uwagę jedynie wtedy, gdy ostateczne repozytorium również będzie zlokalizowane w Forsmark.

## *Harmonogram*

### ***Konsultacje***

Wczesne konsultacje zgodnie z Kodeksem Ochrony Środowiska na temat ostatecznego repozytorium i zakładu hermetyzacji zostały przeprowadzone w okresie 2002–2003. Rozszerzone konsultacje rozpoczęły się w 2003. Wspólne spotkania w zakresie zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium odbywają się w Oskarshamn i Forsmark. Rozszerzone konsultacje będą trwały do kilku miesięcy przed złożeniem wniosków w 2009.

### ***Proces aplikacji***

Bieżący harmonogram dla procesu aplikacji wygląda w skrócie następująco:

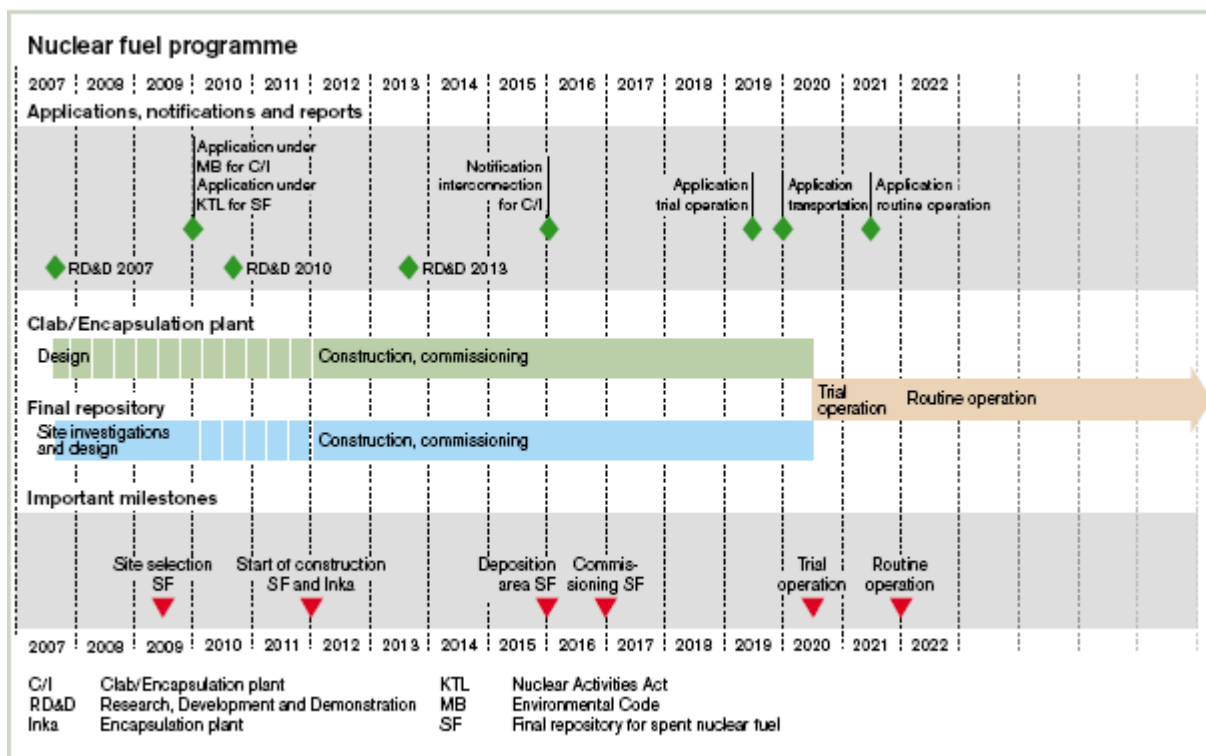
- 2006** SKB złożyła wniosek o zezwolenie na mocy Ustawy o działalności jądrowej dla zakładu hermetyzacji. Do wniosku dołączono EIS (raport na temat oddziaływania na środowisko). Jednocześnie do SKI przedłożono ocenę bezpieczeństwa koncentrującą się na wydajności zbiornika w ostatecznym repozytorium (SR-Can), wraz z analizą systemową koncentrującą się na roli zakładu hermetyzacji w systemie KBS-3 i opisem planowanych przesyłek zbiorników.
- 2009** SKB składa wniosek o zezwolenie na mocy Ustawy o działalności jądrowej dla ostatecznego repozytorium i o zezwolenia na mocy Kodeksu Ochrony Środowiska dla tymczasowego centrum składowania, zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium, tj. dla całego systemu KBS-3.

Wniosek ten daje rządowi możliwość podejmowania jednoczesnych decyzji w sprawie zezwoleń na mocy Ustawy o działalności jądrowej i Kodeksu Ochrony Środowiska dla wszystkich części systemu KBS-3.

### ***Budowa i funkcjonowanie obiektów***

Scenariusz, na którym bazuje planowanie SKB jest taki, że dziesięć reaktorów, które nadal funkcjonują, tj. wszystkie oprócz Barsebäck 1 i 2, zostanie zamkniętych po 50–60 latach funkcjonowania. Daje to łączną ilość zużytego paliwa wynoszącą około 12 000 ton uranu, co odpowiada około 6 000 zbiorników typu, jaki będzie stosowany zgodnie z bieżącym projektem referencyjnym. Program umożliwi zagospodarowanie zarówno większych jak i mniejszych ilości paliwa, główne konsekwencje to modyfikacje łącznego czasu funkcjonowania i przestrzeni wymaganej przez ostateczne repozytorium.

Plan jest taki, że budowa zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium rozpocznie się w 2012, a próbna eksploatacja w 2020. Oczekuje się, że cały program ostatecznego repozytorium zostanie ukończony w 2070. Do tego czasu ostateczne repozytorium zostanie zasypane i zamknięte, obiekty naziemne zostaną zdemontowane, a teren przywrócony do poprzedniego stanu. Ogólne planowanie SKB zilustrowano na Rys. 5.



| en                                      | pl  |
|---|---|
| Nuclear fuel programme                  | Program dotyczące paliwa jądrowego                      |
| Applications, notifications and reports | Wnioski, powiadomienia i raporty                        |
| Interconnection                         | Połączenie wzajemne                                     |
| Trial operation                         | Próbne funkcjonowanie                                   |
| Transportation                          | Transport   |
| Routine operation                       | Rutynowe funkcjonowanie                                 |
| Encapsulation plant                     | Zakład hermetyzacji                                     |
| Design                                  | Projekt   |
| Construction, commissioning             | Budowa, oddanie do eksploatacji                         |
| Final repository                        | Ostateczne repozytorium                                 |
| Site investigations                     | Badania terenowe  |
| Important milestones                    | Istotne kamienie milowe                                 |
| Research, development and Demonstration | Badania, rozwój i demonstracja                          |
| Nuclear Activities Act                  | Ustawa o działalności jądrowej                          |
| Environmental Code                      | Kodeks Ochrony Środowiska                               |
| Final repository for spent nuclear fuel | Ostateczne repozytorium dla wypalonego paliwa jądrowego |

Rys. 5. Główne cechy długoterminowego planu SKB.

## Zakład hermetyzacji

### Lokalizacja

Zakład hermetyzacji może znajdować się w Clab (tymczasowe centrum składowania wypalonego paliwa jądrowego) w Oskarshamn, w ostatecznym repozytorium, w innej istniejącej instalacji jądrowej lub w zupełnie nowym miejscu. SKB proponuje, aby zbudować

zakład hermetyzacji w sąsiedztwie Clab, bez względu na to, gdzie zostanie zbudowane ostateczne repozytorium. Jednakże można również zbudować wolnostojący zakład hermetyzacji, a lokalizację w Forsmark bada się jako alternatywę. Mnóstwo miejsca na budowę zakładu hermetyzacji znajduje się obok elektrowni jądrowej w Forsmark.

### ***Obiekt i działalność***

W Oskarshamn zakład hermetyzacji można zbudować bezpośrednio w sąsiedztwie Clab. Zakład hermetyzacji będzie miał wielkość około 70x100 m i będzie składał się z trzech kondygnacji pod ziemią oraz siedmiu kondygnacji nad ziemią, zob. Rys. 6. Obiekt będzie miał na celu umożliwienie integracji z systemami i organizacją w Clab.

Przed hermetyzacją, za pomocą windy do transportu paliwa, paliwo transportowane jest z basenów składowania w Clab do basenu w zakładzie hermetyzacji, gdzie mierzy się promieniowanie i sortuje paliwo. Paliwo jest następnie wyciągane z wody i umieszczane w osłoniętej przed promieniowaniem komorze przetwarzania paliwa, w której zostaje poddane suszeniu próżniowemu. Po wysuszeniu umieszczane jest w zbiorniku. Po wypełnieniu zbiornika elementami paliwowymi, montuje się wieko kasyety zbiornika. Następnie na zbiornik nakłada się miedziane wieko i zamyka zbiornik poprzez spawanie. Referencyjna metoda spawania dla zakładu hermetyzacji to zgrzewanie tarciove z przemieszaniem (FSW). Hermetycznie zamknięte paliwo umieszcza się w pojemniku transportowym w celu wysyłki do ostatecznego repozytorium. Jeśli ostateczne repozytorium znajduje się w Oskarshamn, pojemnik transportowy zostanie wysłany na niewielką odległość z zakładu hermetyzacji do repozytorium transportem drogowym.



***Rys. 6. Potencjalny rozkład zakładu hermetyzacji znajdującego się w sąsiedztwie Clab.***

Jeśli zakład hermetyzacji znajduje się w Forsmark, całość wypalonego paliwa jądrowego zostanie przed wysyłką posortowana, zmierzona i wysuszona w Clab. Paliwo zostanie

przetransportowane do ostatecznego repozytorium na specjalnie zaprojektowanym statku m/s Sigyn (lub na równoważnym innym/nowym statku), który dziś przewozi paliwo z elektrowni jądrowych do Clab. Przesyłki trafią z portu w Simpevarp do portu elektrowni jądrowej w Forsmark. Następnie hermetyzacja paliwa odbędzie się w przybliżeniu w taki sam sposób, jak opisano powyżej.

## **Zbiornik**

Zbiornik, który będzie zawierał wypalone paliwo jądrowe, ma prawie pięć metrów długości i średnicę ponad jednego metra, zob. Rys. 7. Po napełnieniu paliwem waży od 25 do 27 ton. Zewnętrzna osłona ma grubość pięciu centymetrów i wykonana jest z miedzi, która chroni przed korozją. Wewnątrz miedzianej osłony kasetę żeliwną zapewnia niezbędną wytrzymałość.



*Rys. 7. Zbiornik miedziany z wypalonym paliwem jądrowym.*

## ***Ostateczne repozytorium***

### **Lokalizacja**

SKB niedawno zakończyła badania terenowe w Forsmark i Oskarshamn celem określenia perspektyw dla lokalizacji ostatecznego repozytorium. Obecnie dane z badań są opracowywane i analizowane. Celem SKB jest, aby jeden z obszarów stanowił główną alternatywę dla lokalizacji ostatecznego repozytorium we wniosku o zezwolenie.

Istnieje wiele miejsca, aby umieścić nadziemne budynki ostatecznego repozytorium w Forsmark i Oskarshamn. Jeśli ostateczne repozytorium znajduje się w Forsmark, główną alternatywą jest jego lokalizacja w pobliżu elektrowni; istnieje tam również odpowiednie miejsce dla potencjalnej hałdy kamiennej.

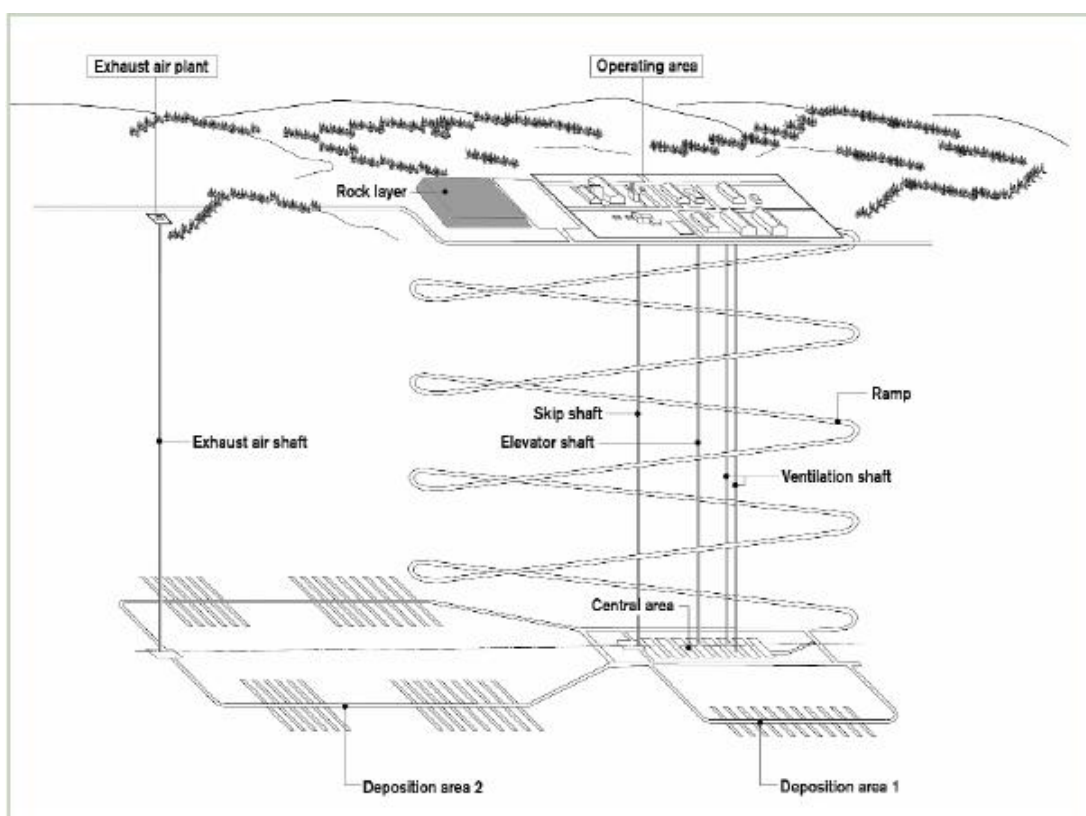
Badania terenowe w obszarze Oskarshamn skupiały się na dwóch podobszarach: półwysep Simpevarp z otoczeniem i obszar Laxemar. Badania koncentrowały się następnie na południowo-zachodniej części Laxemar. Istnieją tam obszary gruntów nadające się dla potrzeb budynków i hałdy kamiennej w tej części Laxemar.

## Obiekt i działalność

### Projekt obiektu

Podziemna część ostatecznego repozytorium musi znajdować się na obszarze o odpowiednich właściwościach geologicznych, biorąc pod uwagę długoterminowe bezpieczeństwo repozytorium. Nadziemne części obiektu powinny znajdować się możliwie blisko części podziemnej w celu do zapewnienia właściwej koordynacji między obszarem operacji nadziemnych a centralną częścią podziemną, zob. Rys. 8 i 9.

Połączenia między powierzchnią ziemi a repozytorium składają się z rampy do transportu zbiorników oraz szybów dla odpadów skalnych i bentonitu, a także dla windy i systemu wentylacji.



| en                | pl   |
|-------------------|--|
| Exhaust air plant | Urządzenie do odprowadzania powietrza wylotowego |
| Operating area    | Obszar operacyjny                                |
| Rock layer        | Warstwa skał                                     |
| Exhaust air shaft | Szyb powietrza wylotowego                        |
| Skip shaft        | Szyb skipowy                                     |
| Elevator shaft    | Szyb windy                                       |
| Ramp              | Rampa  |
| Ventilation shaft | Szyb wentylacyjny                                |
| Deposition area   | Obszar składowania                               |
| Central area      | Obszar centralny                                 |

Rys. 8. Schematyczny projekt ostatecznego repozytorium.



Budynki, drogi, portal tunelu i hałda kamienna zajmą powierzchnię 0,2-0,4 km<sup>2</sup>. Obszar osadzania rozciąga się na przestrzeni 2-4 km<sup>2</sup>, na głębokości około 500 metrów pod powierzchnią.

### ***Budowa i funkcjonowanie***

**Faza budowy** trwa około 7 lat i jest podzielona na dwie subfazy składające się z różnych czynności budowlanych. Podczas fazy budowy szyby i rampa zostaną zabrane na poziom repozytorium, około 500 metrów i rozpocznie się wykopywanie obszaru repozytorium. Prace związane z wysadzaniem, transportem skał i działalnością budowlaną będą najbardziej intensywne w drugiej połowie okresu.

**Faza operacyjna** rozciąga się na około 45 lat i obejmuje sekwencje budowy tuneli składowania, składowania zbiorników i zasypywania tuneli. Podczas fazy operacyjnej prędkość prac ziemnych zostanie określona pożądaną szybkością składowania, co oznacza, że intensywność będzie znacznie niższa niż w fazie budowy.

Faza operacyjna również podzielona jest na dwie fazy – próbne funkcjonowanie i rutynowe funkcjonowanie. Po ukończeniu budowy zakładu hermetyzacji i pierwszej części ostatecznego repozytorium, *próbne funkcjonowanie* rozpocznie się w ciągu kilku lat.

Próbne funkcjonowanie zostanie ocenione przed podjęciem decyzji w sprawie przejścia do rutynowego funkcjonowania, gdy składowanych będzie maksymalnie 200 zbiorników rocznie. Podczas próbnego i rutynowego funkcjonowania składowanych zostanie łącznie 6 000 zbiorników.

Po zakończeniu składowania, budynki na powierzchni można zdemontować i przywrócić grunt do poprzedniego stanu lub przygotować do innych działań. Brak jest ograniczeń dotyczących wykorzystania przywróconego terenu, z wyjątkiem zakazu głębokich wierceń.



**Rys. 9.** Na niniejszym rysunku obiekty nadziemne ostatecznego repozytorium leżą w obszarze przemysłowym, gdzie obecnie znajduje się obszar mieszkalny zakładu w Forsmark.

### ***Postępowanie z odpadami skalnymi***

Podczas budowy tuneli niezbędnych dla potrzeb ostatecznego repozytorium, wybranych zostanie łącznie około 3 mln m<sup>3</sup> skały (przybliżony pomiar) i przetransportowanych na powierzchnię ziemi.

Okolo jedna trzecia całkowitej ilości odpadów skalnych zostanie wybrana w fazie budowy. Odpady te są potrzebne do zasypywania ostatecznego repozytorium, ale można je wykorzystać jako surowiec dla potrzeb innej działalności budowlanej, na przykład budowy dróg lub innych projektów inżynierii lądowej. Odpady można umieścić na tymczasowej hałdzie do czasu zabrania ich z obszaru przez ciężarówki.

Kolejna jedna trzecia całkowitej ilości odpadów skalnych zostanie zabrana do budynku produkcyjnego w celu pokruszenia i zmieszania z bentonitem. Następnie zostanie przetransportowana do obiektu podziemnego celem wykorzystania jako wypełnienie tuneli składowania.

Pozostała jedna trzecia odpadów skalnych wykorzystywana jest do zasypywania tuneli i szybów ostatecznego repozytorium. Odpady skalne są tymczasowo przechowywane na hałdzie kamiennej.

Inną możliwością jest użycie do zasypywania gliny Friedland, zamiast odpadów skalnych i bentonitu. W tym przypadku większą ilość odpadów skalnych można wykorzystać jako surowiec dla potrzeb innej działalności budowlanej.

### ***Transport***

Podczas normalnego funkcjonowania można składować jeden zbiornik dziennie. Sposób transportowania zbiorników z zakładu hermetyzacji zależy od tego, gdzie znajduje się ostateczne repozytorium.

Ponadto ruch obejmować będzie wysyłki bentonitu, odpadów skalnych, materiałów zasypowych i budowlanych, jak również transport personelu.

Działalność transportowa będzie najbardziej zauważalna w drugiej połowie fazy budowy, przez okres około 3,5 roku, kiedy to wysłany zostanie milion m<sup>3</sup> odpadów skalnych. Wzrost ruchu w trakcie funkcjonowania obiektu będzie marginalny w odniesieniu do obecnej sytuacji.

## ***Oddziaływanie na środowisko***

### ***Ocena oddziaływania na środowisko***

Wnioskom o zezwolenia na mocy Ustawy o działalności jądrowej i Kodeksu Ochrony Środowiska towarzyszyć będzie raport na temat oddziaływania na środowisko (EIS). Dokument ten będzie opisywać oddziaływanie na środowisko ze strony zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium wraz z działalnością towarzyszącą. EIS obejmuje cały okres od rozpoczęcia budowy obiektów do i włącznie zasypywania i zamknięcia podziemnych tuneli oraz uporządkowania i przywrócenia powierzchni do poprzedniego stanu.

Ustanowienie zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium dla wypalonego paliwa jądrowego będzie miało wpływ na ludzi, którzy mieszkają i pracują w tym obszarze. Dlatego, oprócz oddziaływania na środowisko, zbadane zostaną skutki dla zdrowia ludzkiego oraz dla społeczeństwa.

## **Oddziaływania i konsekwencje**

*Oddziaływanie radiologiczne* zakładu hermetyzacji w postaci emisji do wody i powietrza będzie bardzo niewielkie, rzędu kilku dziesięciotysięcznych tego, co jest dozwolone w przypadku instalacji jądrowej. Nie oczekuje się żadnych emisji mających oddziaływanie radiologiczne w związku z wysyłkami hermetycznie zamkniętego paliwa do ostatecznego repozytorium lub składowania zbiorników w ostatecznym repozytorium.

Oczekuje się, że główne oddziaływanie na środowisko nie będzie miało charakteru radiologicznego i spowodowane jest przez przeładunek i transport odpadów skalnych, skutkujący lokalnym zanieczyszczeniem powietrza i wody.

Podczas budowy obiektów zwiększony ruch do i w obrębie obszaru powoduje *emisje do atmosfery*. Ponadto prace w zakresie wysadzania i kruszenia skał przy ostatecznym repozytorium mogą powodować emisje pyłów. Zwiększony ruch i wysadzanie przyczyniają się lokalnie do emisji tlenków azotu i tlenku węgla.

*Wody drenujące* pochodzące ze prac skalnych podczas budowy zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium będą zawierać cząsteczki, olej i zanieczyszczenia. Przed zrzutem do Morza Bałtyckiego woda zostanie oczyszczona. *Odcieki* z hałd kamiennych zostaną przebadane i oczyszczone, jeżeli jest to konieczne.

Budowa tuneli, szybów i podziemnej części ostatecznego repozytorium powoduje lokalne obniżenie poziomu *wód gruntowych*. Po zamknięciu repozytorium naturalny poziom wód gruntowych zostanie przywrócony, ale może to potrwać kilka dziesięcioleci.

*Hałas i drgania* powodowane są głównie przez prace skalne, transport i wentylatory.

Podwyższone poziomy dźwięku zostaną odnotowane kilka kilometrów od obiektów i wzdłuż dróg.

## **Bezpieczeństwo i ochrona przed promieniowaniem**

Prace w zakresie bezpieczeństwa dla obiektów jądrowych SKB bazują na ustawodawstwie i wymogach regulacyjnych.

SKB przeprowadza kilka różnych rodzajów ocen i raportów dotyczących bezpieczeństwa i ochrony przed promieniowaniem dla zakładu hermetyzacji, Clab, ostatecznego repozytorium i systemu transportu.

Raport na temat analizy bezpieczeństwa obiektu opisuje, w jaki sposób zorganizowano bezpieczeństwo i ochronę przed promieniowaniem w elektrowni jądrowej, aby chronić zdrowie ludzkie i środowisko.

Ponieważ transport wypalonego paliwa jądrowego klasyfikowany jest jako działalność jądrowa, wymagane są specjalne zezwolenia SKI i SSI zgodnie z Ustawą o działalności jądrowej.

Opracowywanie metody KBS-3 dla potrzeb ostatecznego usunięcia wypalonego paliwa trwa już od końca lat 70-tych. Na przestrzeni lat SKB przeprowadziła kilka analiz bezpieczeństwa długoterminowego dla ostatecznego repozytorium.

## **Transgraniczne oddziaływanie na środowisko**

Głównymi oddziaływaniami na środowisko ze strony zakładu hermetyzacji i ostatecznego repozytorium dla wypalonego paliwa jądrowego będą konsekwencje nieradiologiczne związane ze wzrostem ruchu, transportu (hałas, światło, drgania) ze względu na przeładunek odpadów skalnych i wpływ na poziom wód gruntowych. Hałas oceniany jest jako aspekt, którego oddziaływanie może mieć największy zasięg. Podwyższone poziomy dźwięku zostaną odnotowane kilka kilometrów od obiektów i wzdłuż dróg.

Jedynie możliwe działania lub środki, które mogą oddziaływać na inne kraje związane są z emisją radionuklidów z ostatecznego repozytorium. SR-Can to analiza bezpieczeństwa koncentrująca się na pierwszej ocenie długoterminowego bezpieczeństwa repozytoriów KBS-3 w Forsmark i Laxemar.