



Forum
Innowacyjności

Bezpieczne dla środowiska składowiska odpadów promieniotwórczych

Grażyna Zakrzewska – Kołtuniewicz
Instytut Chemii i Techniki Jądrowej

Rola energetyki jądrowej w ochronie klimatu i środowiska
28 maja 2021 roku



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

BEZPIECZEŃSTWO

Przemysł jądrowy i energetyka jądrowa są gałęziami o najsurowszych rygorach bezpieczeństwa, które stosują się również do odpadów promieniotwórczych: **pełna odpowiedzialność sektora za odpady radioaktywne.**

Budowa składowisk jest obwarowana **ścisłymi procedurami, aktami prawnymi.**

Na każdym etapie działania składowiska odpadów promieniotwórczych konieczne jest udowodnienie **pełnego bezpieczeństwa** dla ludzi i środowiska: dla wszystkich przewidywalnych scenariuszy w warunkach normalnej pracy oraz w sytuacjach awaryjnych (safety case).

Wszystkie **oceny/symulacje/obliczenia** wykonywane są dla ekstremalnych sytuacji, z przyjęciem najgorszych scenariuszy.

Przy decyzjach wymagana jest **opinia instytucji europejskich**, np. w przypadku odpadów promieniotwórczych Euratomu (Art. 37), która uwzględnia również aspekty związane z bezpieczeństwem krajów sąsiadujących.

Okresowe **kontrole instytucji międzynarodowych** (np. Artemis).



Współczesne składowiska OP:

Naziemne - dla odpadów VLLW, przede wszystkim z likwidacji obiektów przemysłu jądrowego, nie tylko EJ, ale również innych instalacji jądrowych i laboratoriów chemicznych w instytucjach prowadzących badania naukowe, m.in. na potrzeby medycyny nuklearnej.

Podziemne płytke - technologia składowania płytkiego znana, wypróbowana, istnieje wiele składowisk tego typu.

Podziemne głębokie - technologia opracowana, sprawdzona w podziemnych laboratoriach, jeszcze niewdrożona w pełnej skali; zaawansowane prace nad projektami składowisk dla odpadów wysokoaktywnych i wypalonego paliwa jądrowego, trwają w **Finlandii, Szwecji oraz Francji**. – **Projekt Onkalo w Finlandii** jest najbardziej zaawansowany (planowane uruchomienie około 2025 roku) i cieszy się dużym poparciem społeczności lokalnej.

Technologia głębokiego składowania obejmuje zagadnienia takie, jak: postać odpadów, ich opakowanie, uszczelnienia inżynieryjne, a także geologia terenu i szczegółowa analiza uwzględniająca czynniki wykluczające. Wszystkie elementy technologii są dostosowane do zapewnienia wysokiego poziomu długoterminowej izolacji i hermetyzacji, bez przyszłych działań i konserwacji obiektu.



Opcje postępowania z różnymi rodzajami odpadów promieniotwórczych – rozwiązania ostateczne

Rodzaj odpadów*	Opcja postępowania
Odpady wyłączone (EW)	Brak ograniczeń
Odpady bardzo krótkożyciowe (VSLW)	Przechowywanie do wygaśnięcia
Odpady bardzo niskoaktywne (VLLW)	Składowiska powierzchniowe
Odpady niskoaktywne (LLW)	Składowiska przypowierzchniowe, płytkie
Odpady średnioaktywne (ILW)	Składowiska głębokie
Odpady wysokoaktywne (HLW)	Składowiska głębokie
Wypalone paliwo (SNF)	Przechowalniki, składowiska głębokie / przeróbka (reprocessing)

*IAEA, Classification of Radioactive Waste, IAEA Safety Standards, No GSG-1, IAEA, Vienna (2009)



Etapy życia składowiska

- Faza wyboru lokalizacji, projekt, budowa
- Faza operacyjna
- Faza zamknięcia
- <-----> *po zamknięciu*
- Faza monitorowania
- Remediacja, przywrócenie terenu do postaci pierwotnej
- Zachowanie wiedzy o składowisku

Na wszystkich etapach życia składowiska zapewnienie bezpieczeństwa jest podstawowym celem.





Forum
Innowacyjności

Środki zapewniające bezpieczeństwo



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska

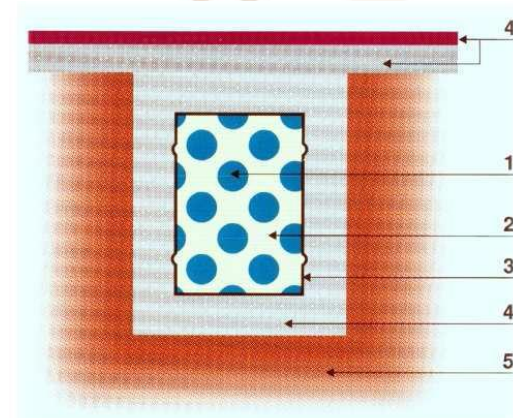


Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej

Składowiska odpadów promieniotwórczych: zagadnienia bezpieczeństwa

Etap projektowania składowiska:

- bazuje na aktualnej, dostępnej wiedzy; budowa składowiska poprzedzona badaniami w podziemnym laboratorium badawczym (PURL),
- badania geologiczne – budowa geologiczna terenu, warunki hydrogeologiczne, bariery geologiczne,
- bariery ochronne, symulacje migracji radionuklidów,
- technologia konstrukcji podziemnych składowisk: badania nad sposobami wiercenia, potrzebną maszyną, zabezpieczeniami,
- badania materiałowe – opakowania, korozja, materiały podsadzkowe, uszczelnienia,
- strategia postępowania z odpadami przed składowaniem (predisposal), np. odzysk materiałów, zmniejszenie radiotoksyczności odpadu, kondycjonowanie,
- metody składowania (np. zastosowanie procesu odwracalnego: Reversibility and Retrievability (R&R)).



Bariery ochronne: 1 – chemiczne; 2 – fizyczna; 3 – I inżynierska; 4 – II inżynierska; 5 – naturalna (geologiczna).

Zagadnienia bezpieczeństwa

- **Ocena bezpieczeństwa** na różnych etapach budowy i eksploatacji składowiska - wymagania i zakres prac; oceny okresowe.
- Strategia przyjmowania odpadów do składowania: **opracowane dla konkretnego obiektu i zweryfikowane kryteria akceptacji.**
- **Monitorowanie** – okres działania i po zamknięciu składowiska.
- **Remediacja**, przywrócenie terenu do postaci pierwotnej, na etapie projektowania.
- **Zachowanie wiedzy** o składowisku.
- Stały **rozwój technologii** w oparciu o aktualne badania naukowe (**Podziemna laboratoria badawcze, Europejskie Projekty Badawcze, współpraca naukowa**).
- **Współpraca międzynarodowa** w ramach organizacji międzynarodowych. Działania oparte na przewodnikach IAEA (Safety Fundamentals, Safety Guides, Safety Requirements) i rekomendacjach International Commission on Radiological Protection (ICRP).



Zagadnienia bezpieczeństwa: regulacje prawne, nadzór

- Sposoby postępowania z odpadami jądrowymi są regulowane szczegółowo na poziomie unijnym i wynikają z Dyrektywy 2011/70/EURATOM, obowiązkowo wdrożonej przez członków UE
- Dyrektywa ta reguluje m.in.:
 - gospodarowanie paliwem jądrowym i innymi odpadami promieniotwórczymi,
 - ponoszenie odpowiedzialności za zagospodarowanie ww. odpadów, ich transport,
 - obowiązki i koordynację działań pomiędzy organami właściwymi,
 - ustanowienie krajowych ram ustawodawczych, regulacyjnych i organizacyjnych,
 - stworzenie właściwego organu czy wydawania zezwoleń dotyczących odpowiedzialności za bezpieczeństwo, system udzielania pozwoleń, system kontroli,
 - Regularne inspekcje instytucji międzynarodowych.
- Krajowy plan postępowania z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym

Bezpieczne zarządzanie odpadami radioaktywnymi oraz zużytym paliwem jest zawsze w pełni gwarantowane oraz nadzorowane

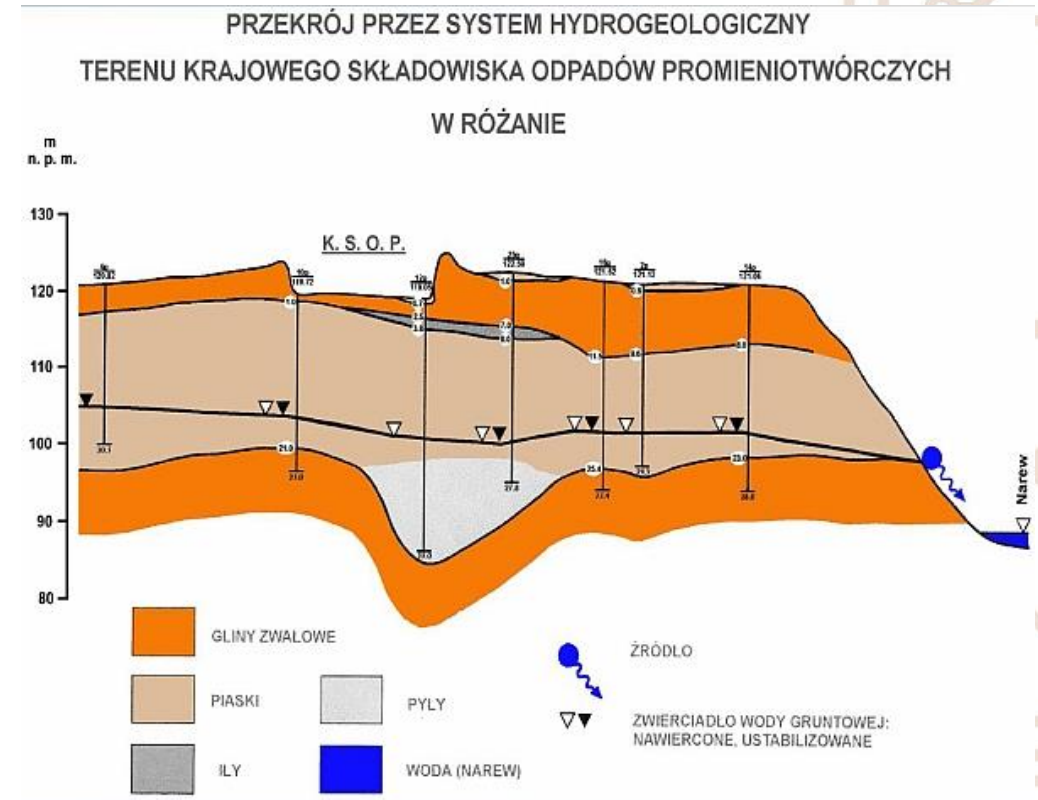


Długoletnie doświadczenie: Krajowe Składowisko Odpadów Promieniotwórczych w Różanie funkcjonuje od 60 lat

Składowisko naziemne (powierzchniowe) posadowione w starym forcie zbudowanym w 1905 roku

Miejsce składowania nisko- i średnioaktywnych odpadów promieniotwórczych zawierających krótkożyciowe emitery gamma i beta i przechowywania czasowego długożyciowych (tylko odpady przetworzone).

- Opracowane i stosowane kryteria akceptacji odpadów
- Stały monitoring terenu składowiska i wokół składowiska
- Wypracowany model współpracy ze społecznością lokalną (władzami, Komisją OR, raporty z monitoringu, spotkania ze społeczeństwem gminy, informacja dla ogółu społeczeństwa, spotkania informacyjne, pikniki, wizyty)



Polska EJ – postępowanie z odpadami promieniotwórczymi i wypalonym paliwem jądrowym

- **Plan zagospodarowania odpadów pochodzących z EJ jest nieodłącznym elementem jej budowy: Postępowanie z OR i wypalonym paliwem oraz jego koszty są od początku uwzględniane przy realizacji projektu (podobnie jak likwidacja EJ).**
- Ok. 90 procent odpadów wytwarzanych przez elektrownie jądrowe to odpady krótkożyciowe, ok. 7 procent to odpady średnioaktywne, natomiast jedynie ok. 3 procent stanowią odpady długożyciowe, których radioaktywność wynosi ponad 90 procent.

Wnioski:

- Potrzebne będzie nowe składowisko dla krótkożyciowych odpadów nisko- i średnioaktywnych z EJ (Krajowy Plan).
- Wg Krajowego Planu: w perspektywie - potrzeba składowiska głębokiego do składowania wypalonego paliwa i odpadów wysokoaktywnych.
- Wdrożenie składowisk głębokich może poprzedzić budowa podziemnego laboratorium badawczego (PURL); *Obecnie dyskutowana jest zasadność ponoszenia kosztów budowy i utrzymania laboratoriów podziemnych w krajach o małych programach jądrowych i krajach bez energetyki jądrowej*
- Budowa nowych składowisk będzie wymagała akceptacji społecznej budowanej w ramach **wieloletniego dialogu i procesu etapowego** (wg doświadczeń innych krajów).





Składowisko CENTRE de la MANCHE LILW

- Zamknięte i monitorowane
- Działo od 1969 do 1994
- 527,000 m³ składowanych odpadów promieniotwórczych



CENTRE de l'AUBE LILW

Działo od 1992

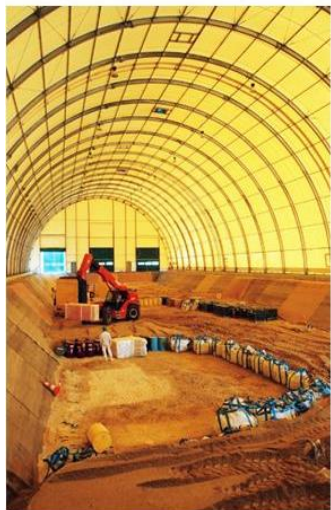
Licencjonowana pojemność : 1,000,000 m³

Objętość odpadów składowanych w ciągu roku: 12,000 m³

Oczekiwany okres użytkowania: 50-60 lat

Składowisko odpadów o bardzo niskiej aktywności (VLLW), CENTRE de MORVILLIERS

Komory składowania odpadów promieniotwórczych na podłożu ilowym, przykryte folią (membrana) i warstwą gliny



Powierzchnia : 45 ha
Uruchomione w 2003
Licencjonowana pojemność : 650,000 m³

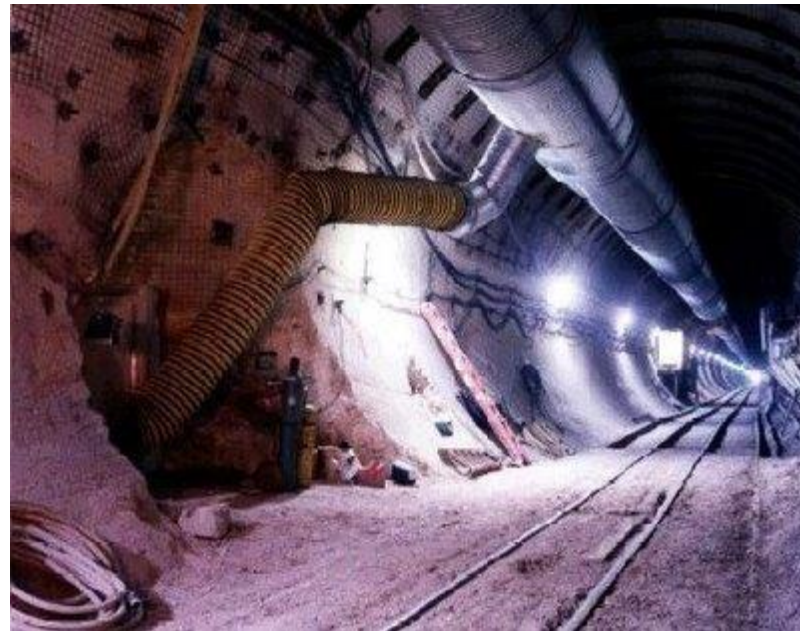
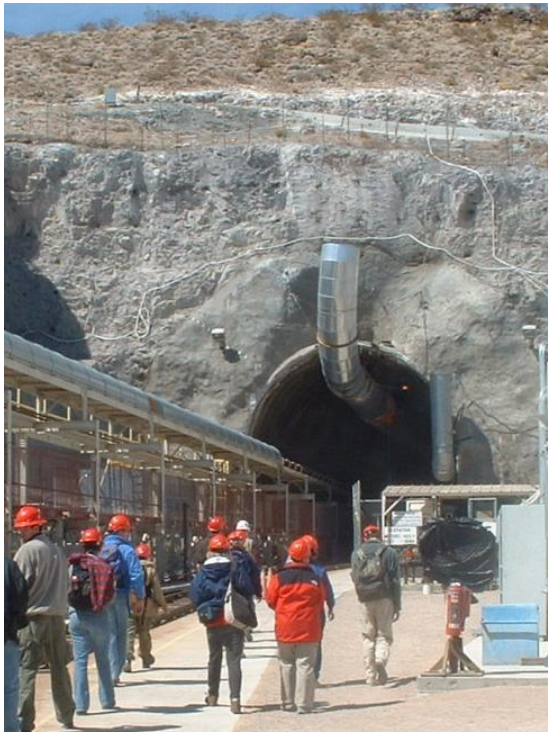
Ruchoma osłona chroniąca przed opadami atmosferycznymi



Składowisko odpadów o średniej aktywności (ILW) w Forsmark w Szwecji (zdjęcie: Bengt O. Nordin, Szwecja, źródło: IAEA)



Posiva Onkalo/Olkiluoto



Yucca Mountain



Forum
Innowacyjności

DZIĘKUJĘ

Kontakt

Grażyna Zakrzewska-Kořtuniewicz

g.zakrzewska@ichtj.waw.pl



Ministerstwo
Klimatu i Środowiska



Narodowy Fundusz
Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej