



HOE ONTWERP JE VOOR 100.000 JAAR ?

**Nieuw onderzoek naar eindberging
van radioactief afval**

INHOUD

1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

INHOUD

1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

RADIOACTIVITEIT IS OVERAL



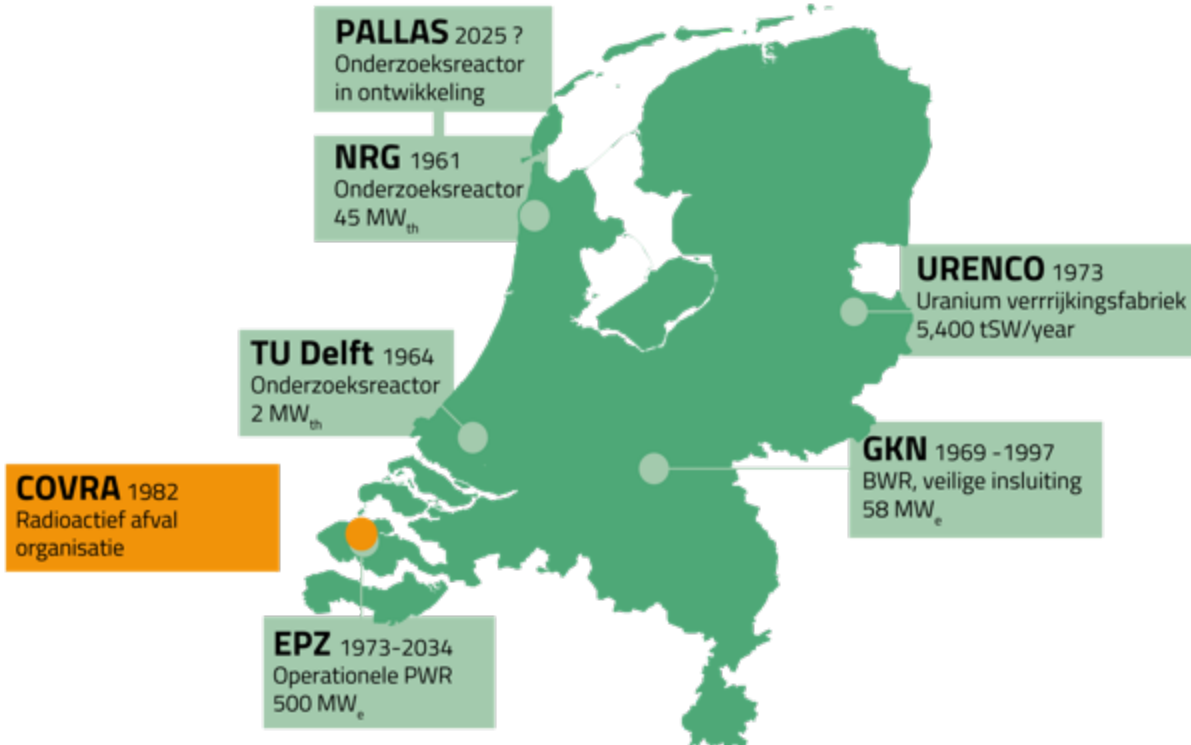
RADIOACTIVITEIT IS OVERAL



RADIOACTIVITEIT IS OVERAL



RADIOACTIVITEIT IS OVERAL



Industrie

Onderzoek

Zorg

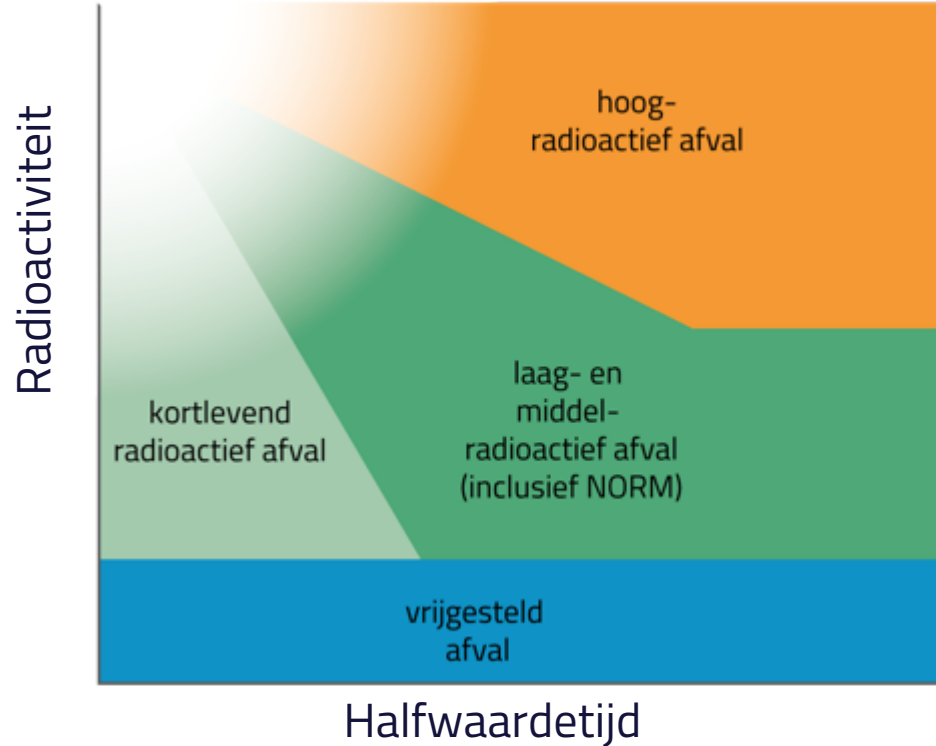
RADIOACTIVITEIT IS OVERAL

**1000 vergunningen om te werken met
radioactieve stoffen in Nederland**

**Wat doen we met
het radioactieve afval?**



RADIOACTIEF AFVAL



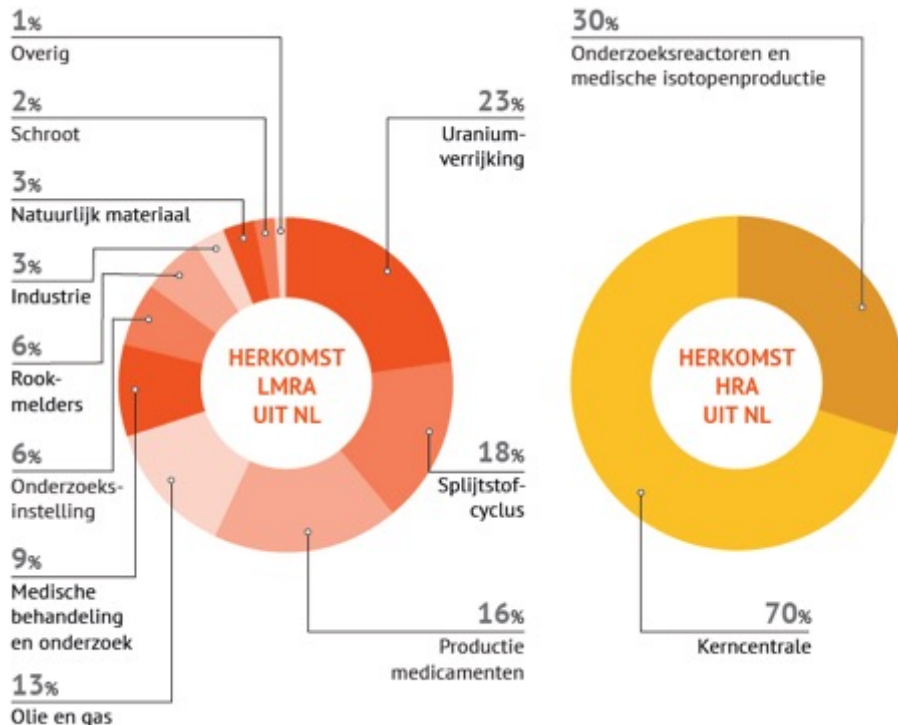
RADIOACTIEF AFVAL

Laag- en
middelradioactief
afval (LMRA)

12.000 m³

Natuurlijk
radioactief
afval (NORM)

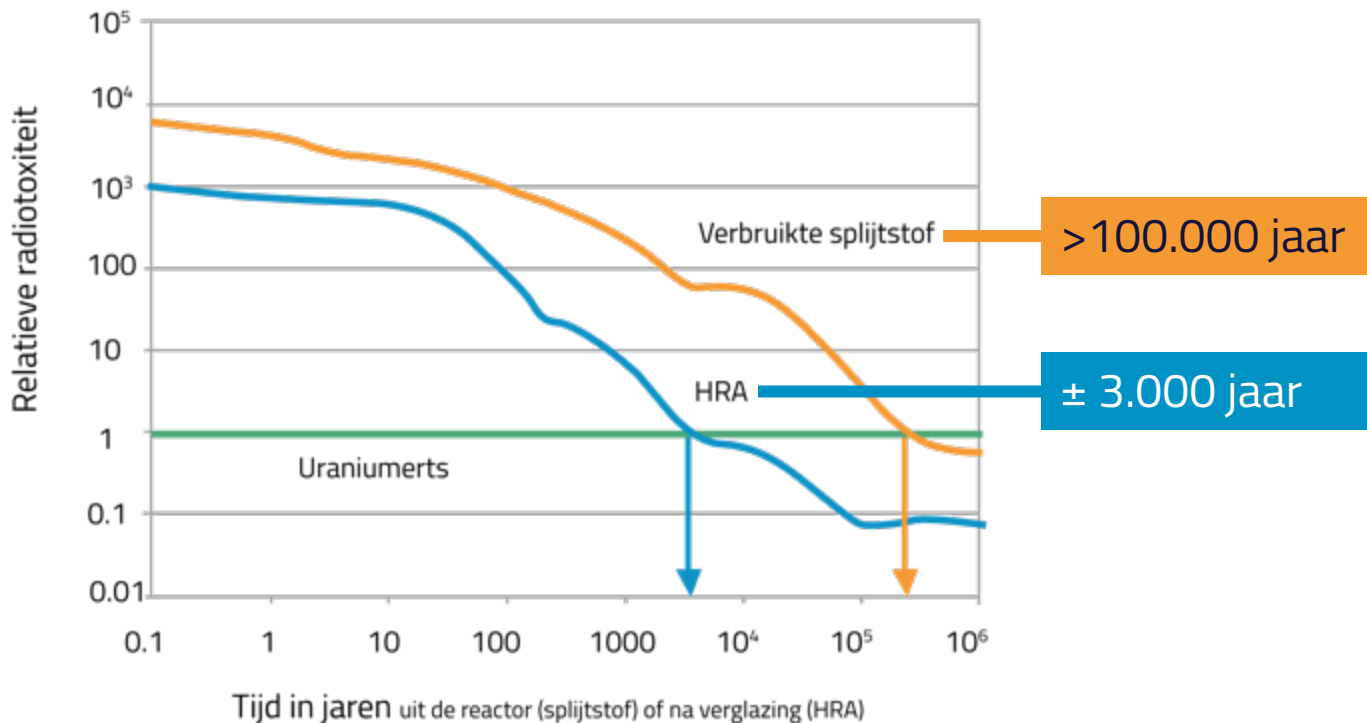
23.000 m³



Hoogradioactief
afval (HRA)

110 m³

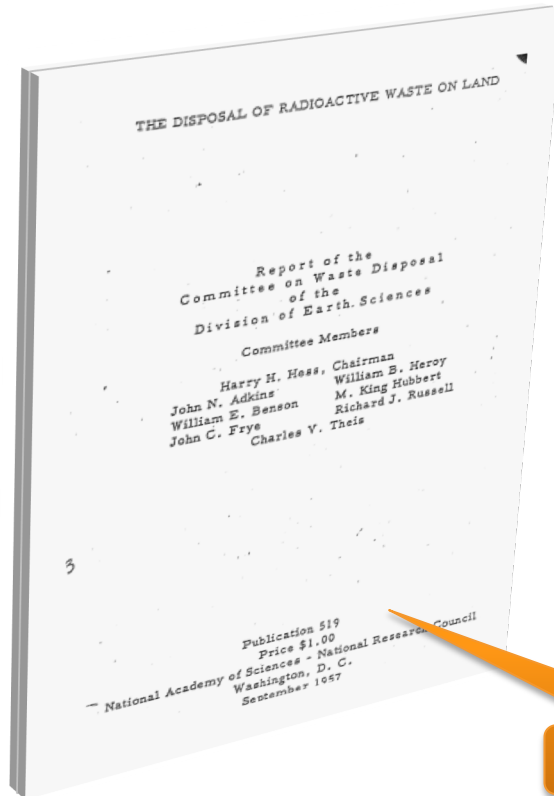
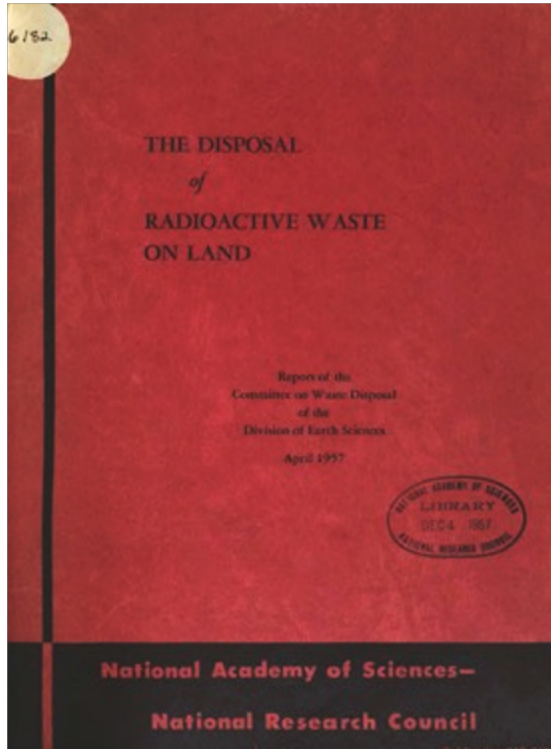
TIJD



INHOUD

1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

INTERNATIONAAL ONDERZOEK



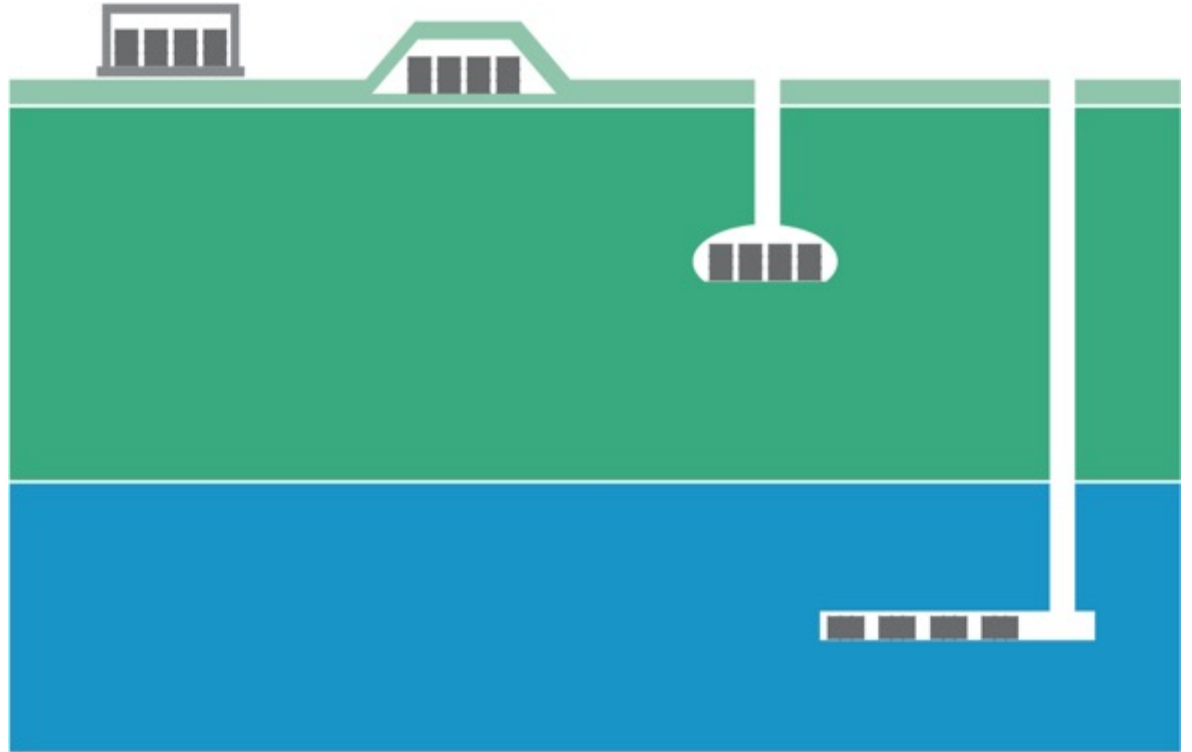
Het begon allemaal met \$1
rapport...

INTERNATIONALE OPLOSSINGEN

straling



levensduur



LMRA NEDERLAND COVRA



LMRA FRANKRIJK ANDRA



Centre de stockage de l'Aube

LMRA FRANKRIJK ANDRA

Centre de stockage de la Manche



LMRA SPANJE EN RESA



El Cabril



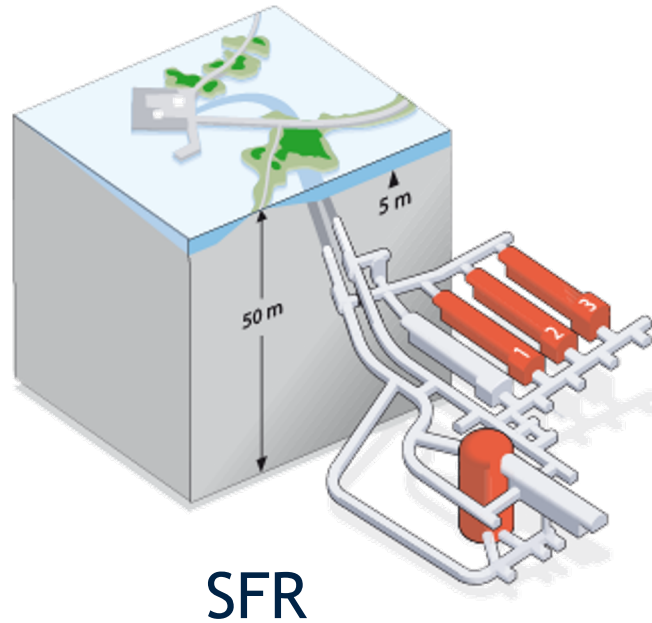
El Cabril

LMRA ZWEDEN SKB

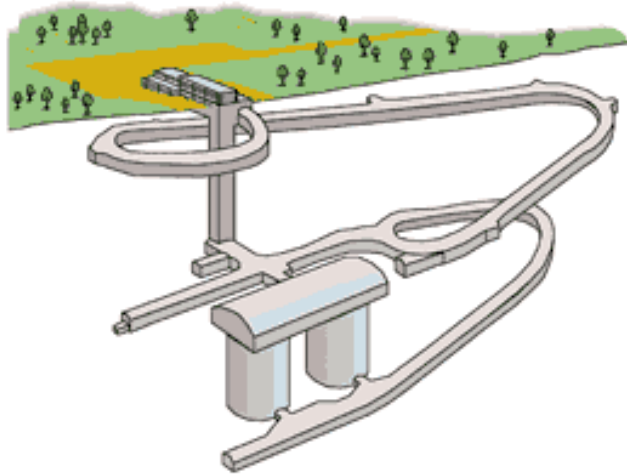
SFR



L(I)LW SWEDEN SKB



LMRA FINLAND



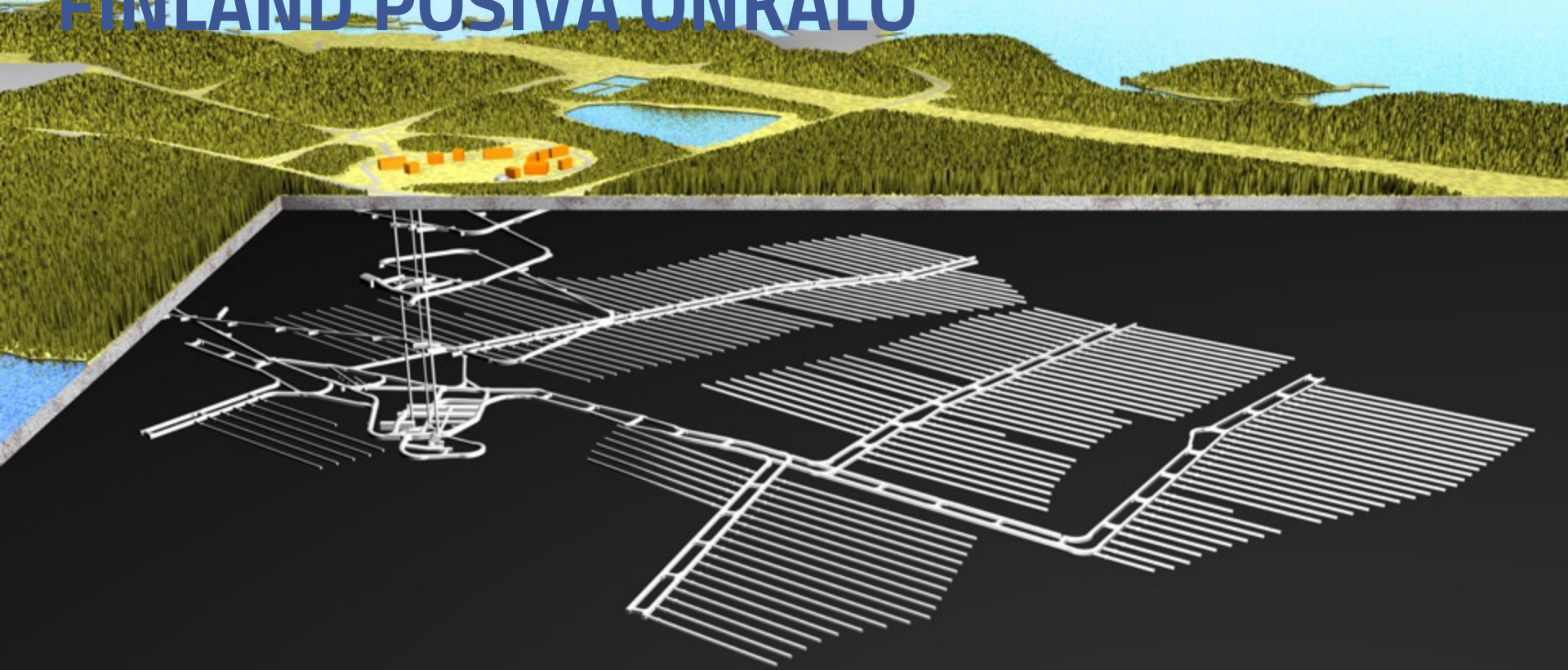
Olkiluoto



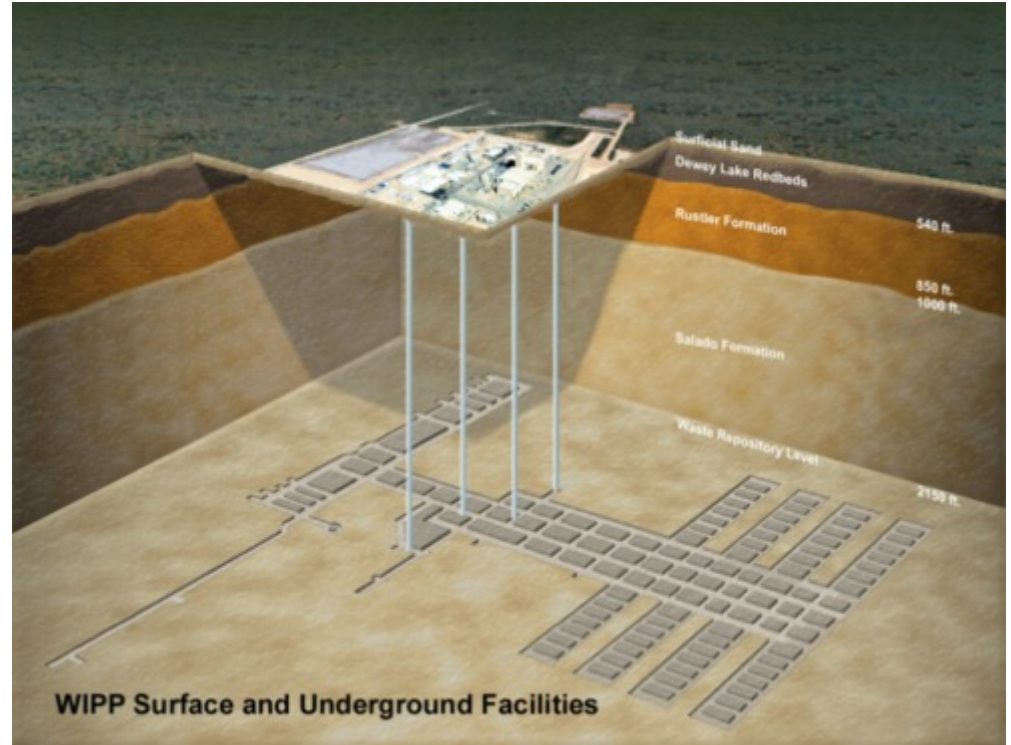
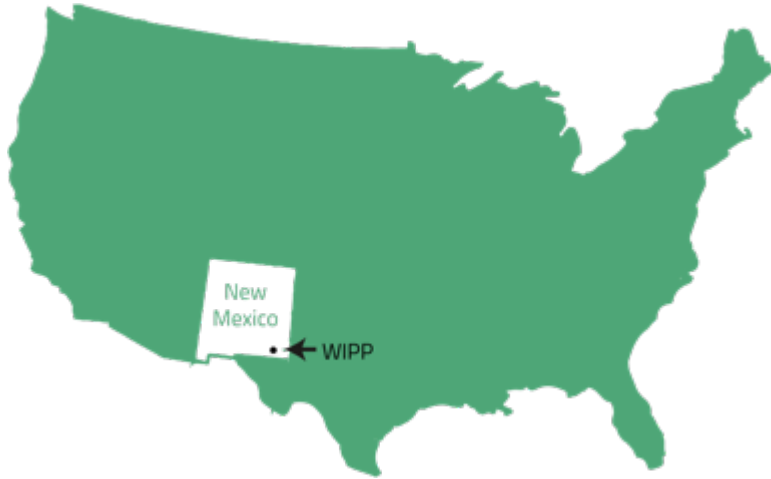
FINLAND POSIVA ONKALO



FINLAND POSIVA ONKALO



HRA & LMRA VS WIPP



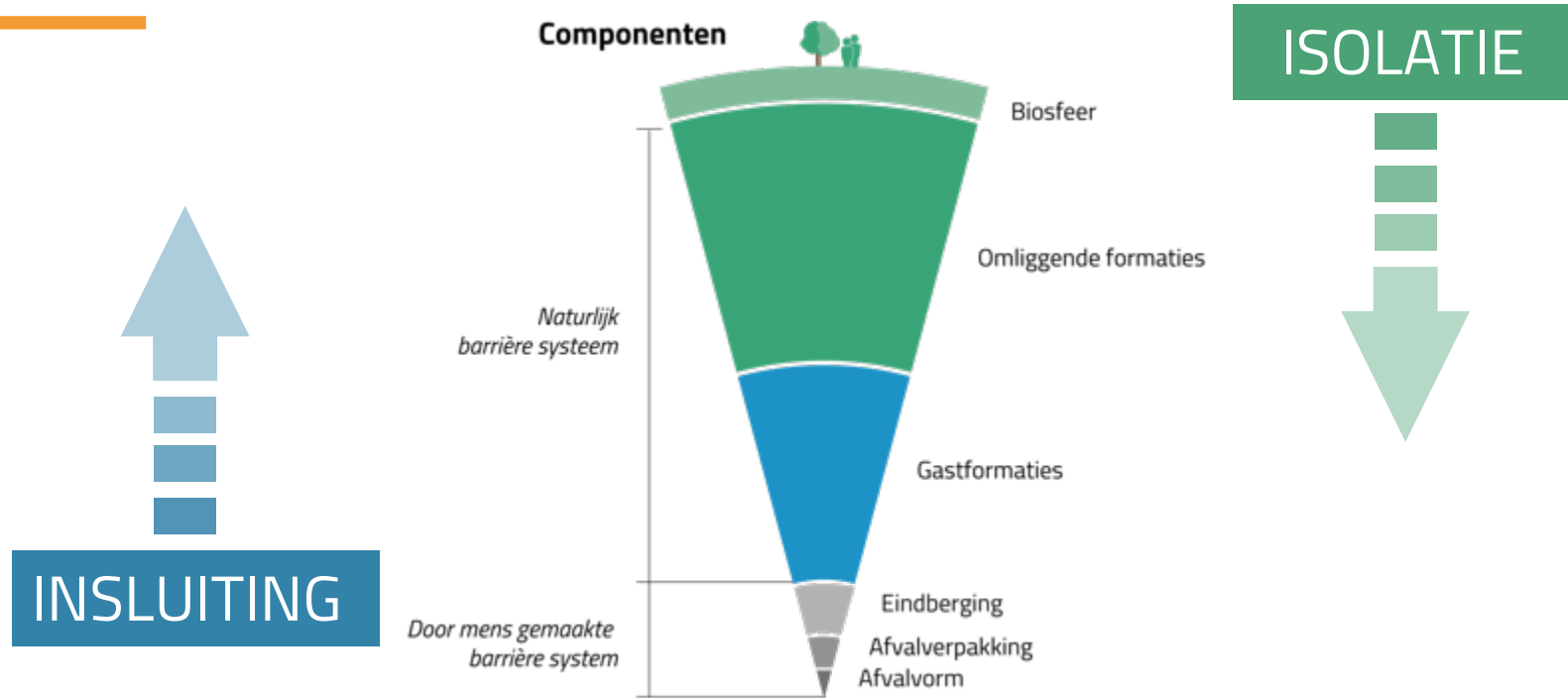
LMRA & HRA – VS WIPP



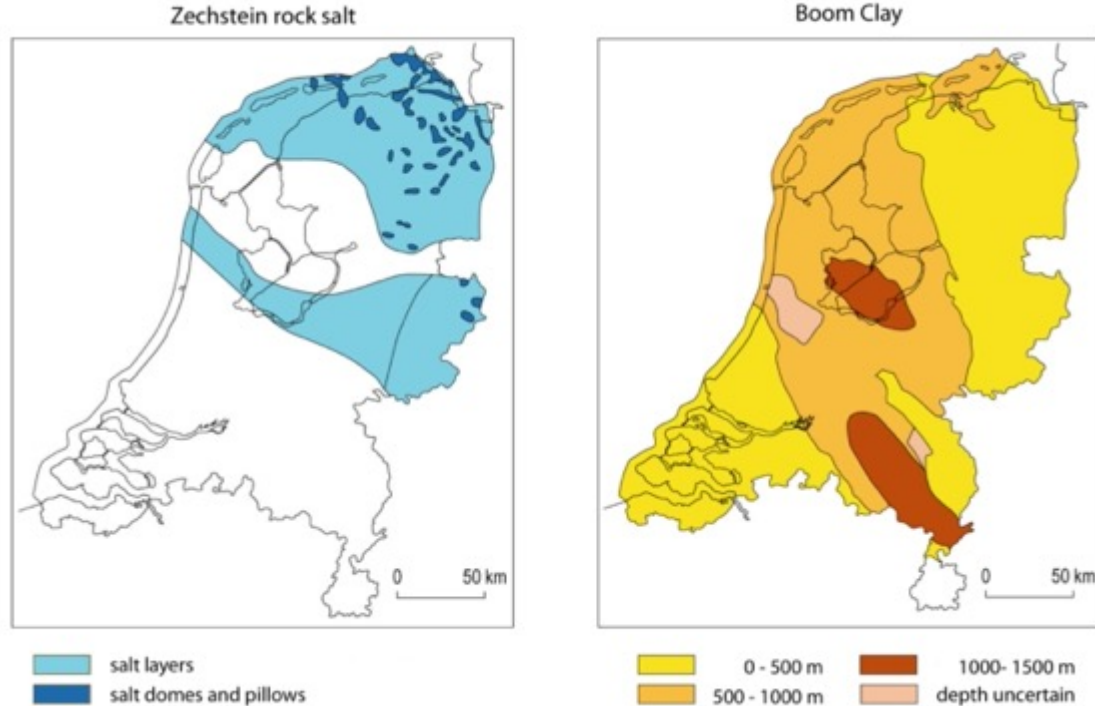
INHOUD

1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

HOE WERKT EEN EINDBERGING?



HOE WERKT EEN EINDBERGING?



HOE WERKT EEN EINDBERGING?

Boomse (Rupel) klei

- Oude, stabiele formatie
- Dicht: geen stroming grondwater
- Transport door diffusie
- Plastische klei

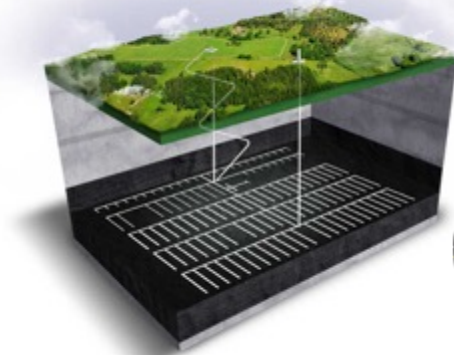
Dunarobba, Italië
2 Ma oud



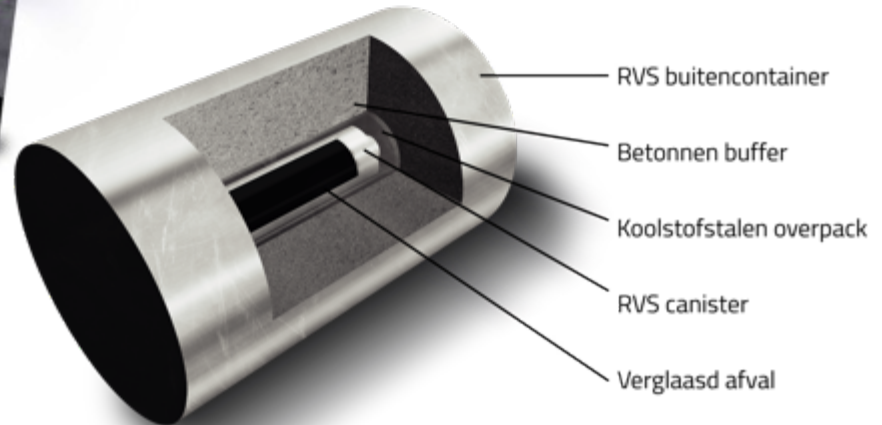
HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

Aannames:

- In Boomse klei (andere formaties ook mogelijk)
- 500 meter diep
- Ergens in Nederland



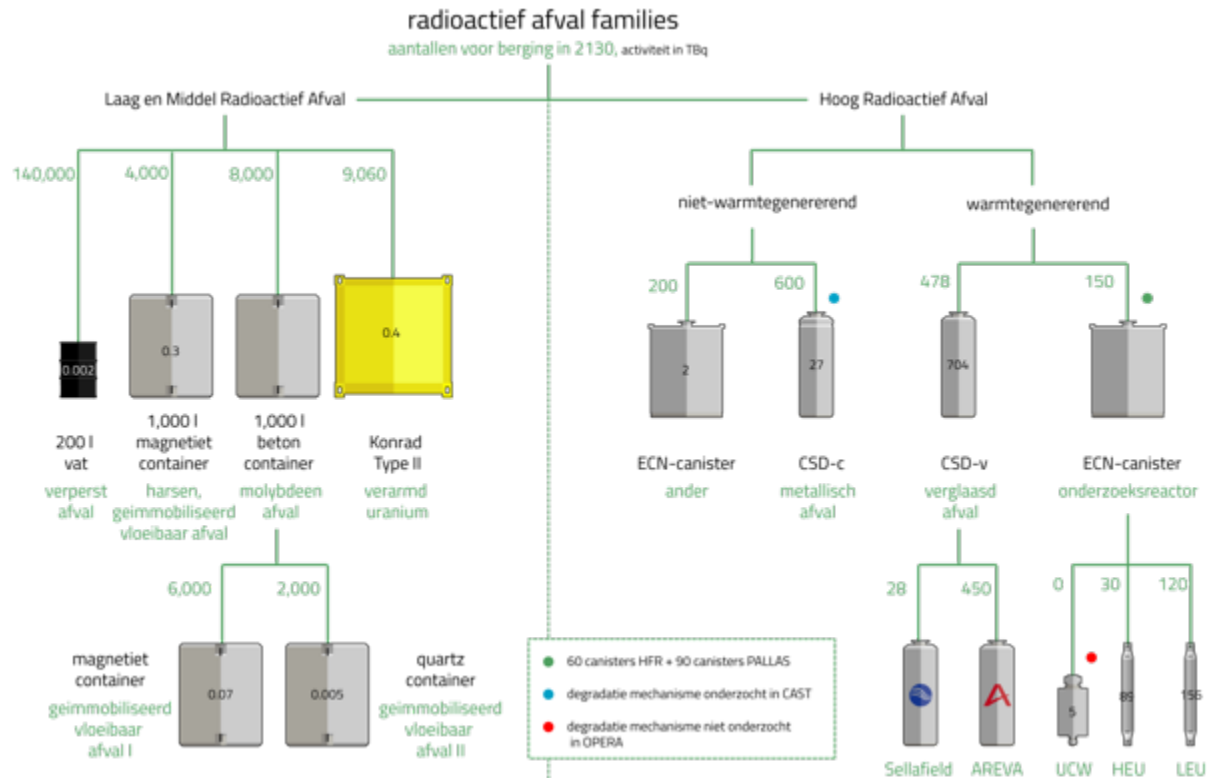
Gebaseerd op Belgisch
supercontainer concept
(NIRAS)



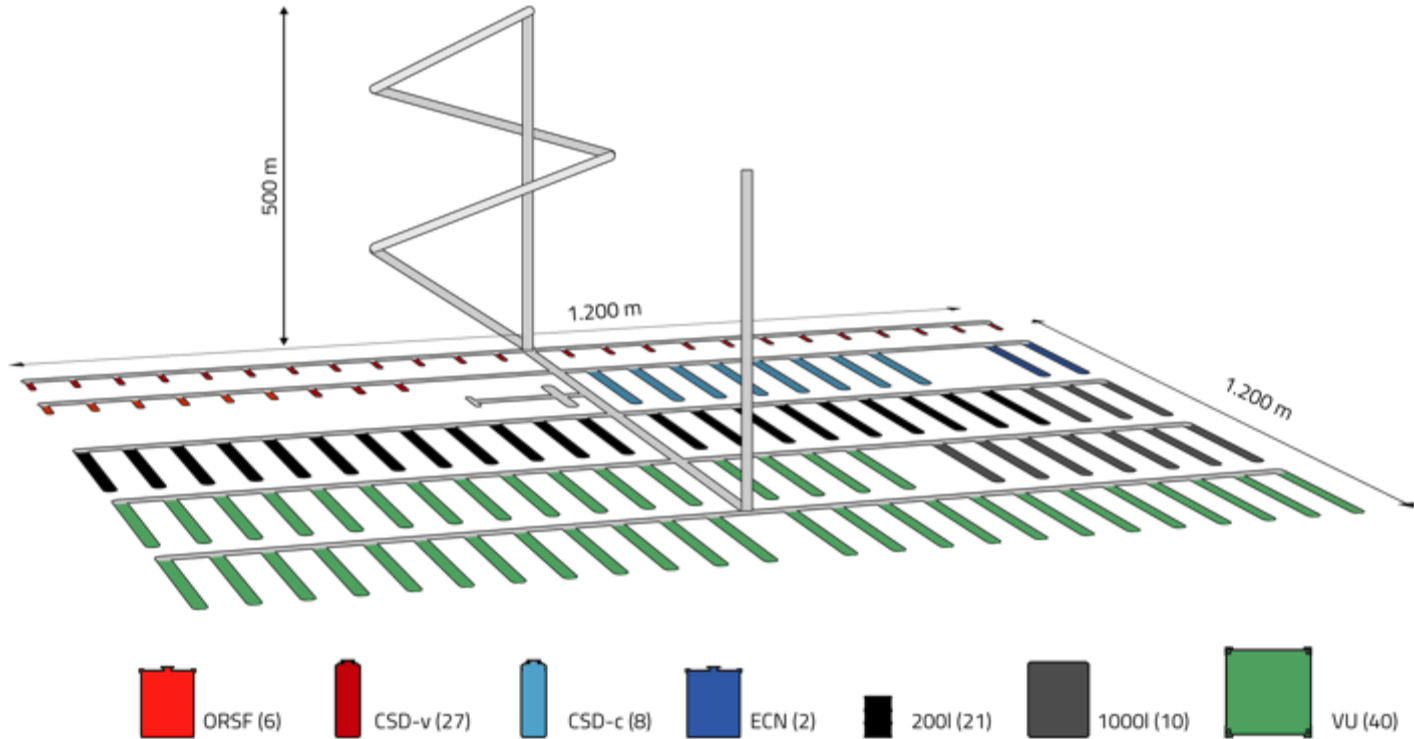
HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

Afvalinventaris:

- Nederland
- in 2130
- afvalfamilies



HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?



HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

Groote ondergrondse faciliteit 1,4 km²

Toegang (tunnel + schachten) 6,0 km

Hoofd- en secundaire galerijen 7,0 km

Bergingsgalerij LMRA 14,2 km

Bergingsgalerij HRA 3,7 km

Grote tunnelboormachine

London crossrail:
40 km op 40 m diep
diameter 7,2 m



HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

Boomse klei

Betonnen tunnelvoering
0,5 meter dik

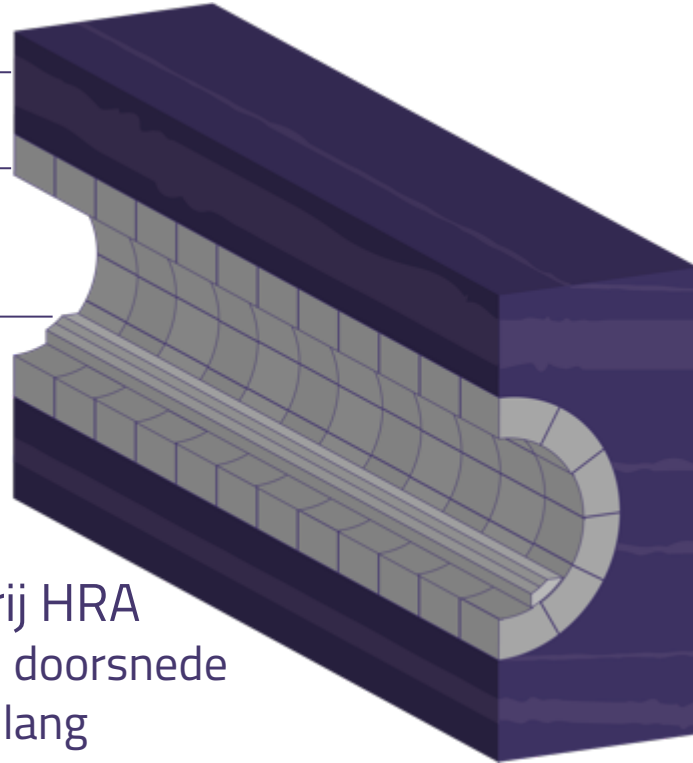
Aanpassing vloer

10 meter per dag

1

Stapsgewijze bouw en
sluiting: uitgraven gangen

Galerij HRA
3,2 m doorsnede
50 m lang



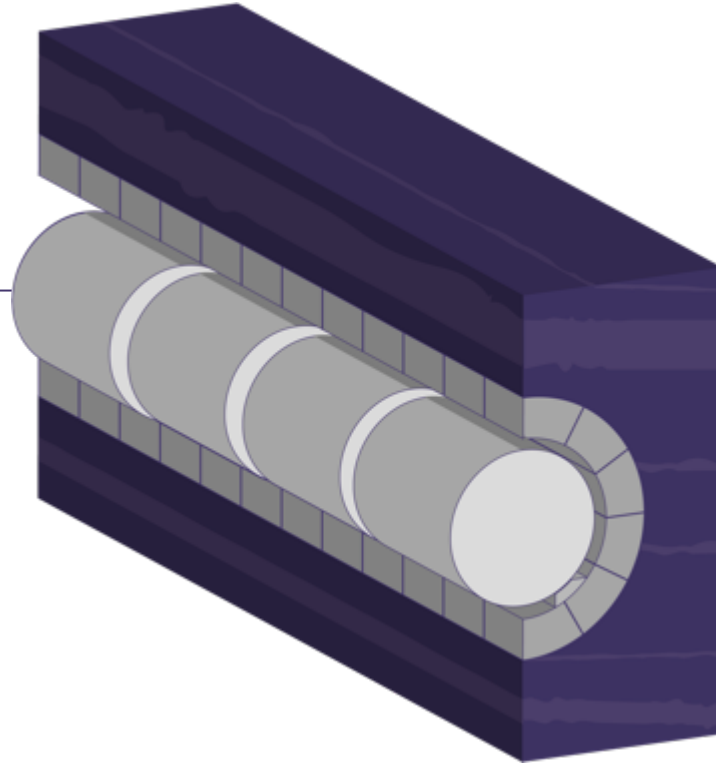
HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

2

Stapsgewijze bouw en
sluiting: plaatsen supercontainers

Supercontainer
lengte 2,5 – 3,0
meter
doorsnede 1,9 meter

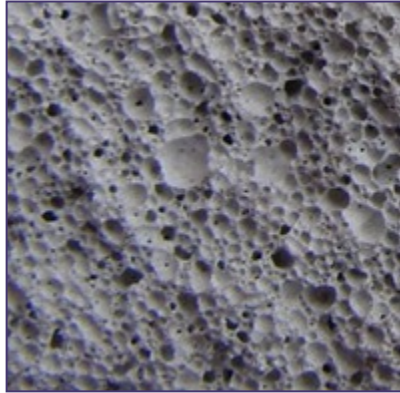
Plaatsing 2 per dag



HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

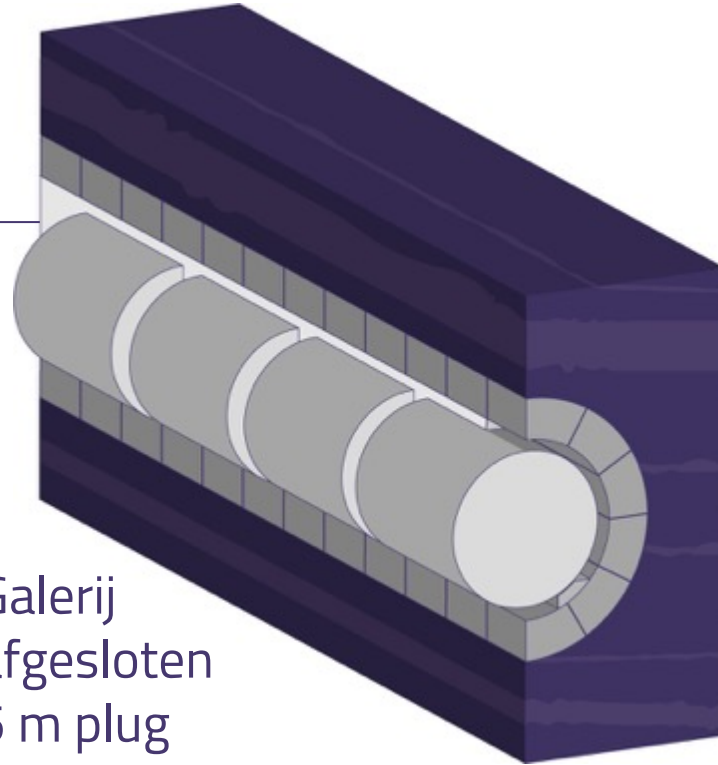
Schuimbeton

- Bewezen
- Waterdicht
- Permeabel voor gas
- Terugneembaar



3

Stapsgewijze bouw en sluiting: sluiten galerijen

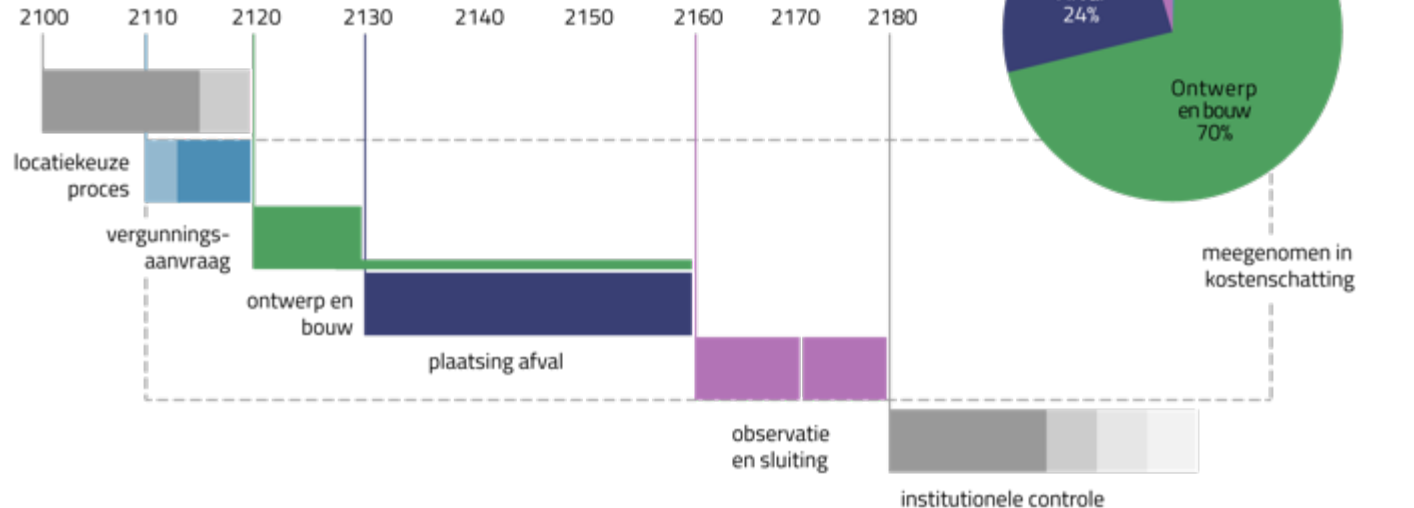


Galerij
afgesloten
5 m plug

HOE BOUW JE EEN EINDBERGING?

Kosten eindberging: 2.05 miljard euro

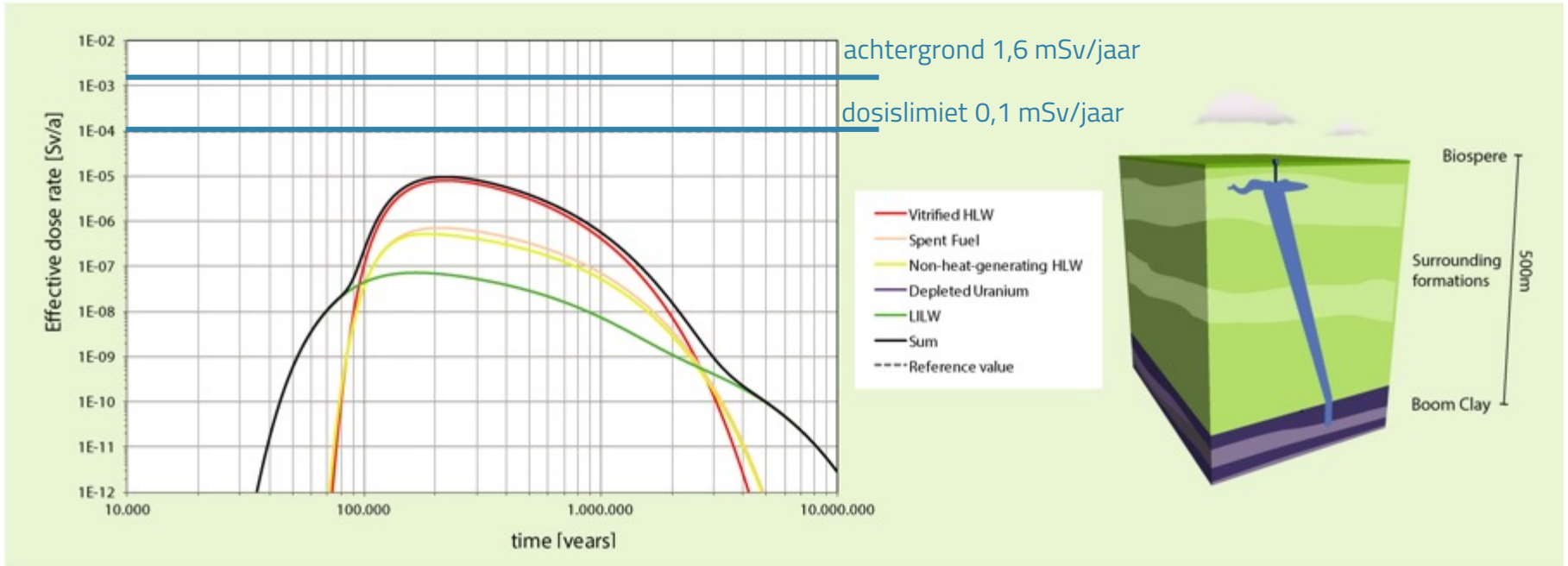
verdisconteerd naar 2130, real term 2017
gebaseerd op kostenmodel NIRAS



INHOUD

1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

HOE VEILIG IS EEN EINDBERGING?



HOE VEILIG IS EEN EINDBERGING?

Op goed gekozen locatie met geschikte geologie:

- a. Hoog niveau van veiligheid
- b. Vergelijkbaar met andere nationale programma's en internationale standaarden
- c. Stralingsdoses << achtergrondstralingsniveau
- d. Pas na tien- tot honderdduizenden jaren
- e. Kwaliteit drinkwater (radiotoxiciteit) niet aangetast

INHOUD

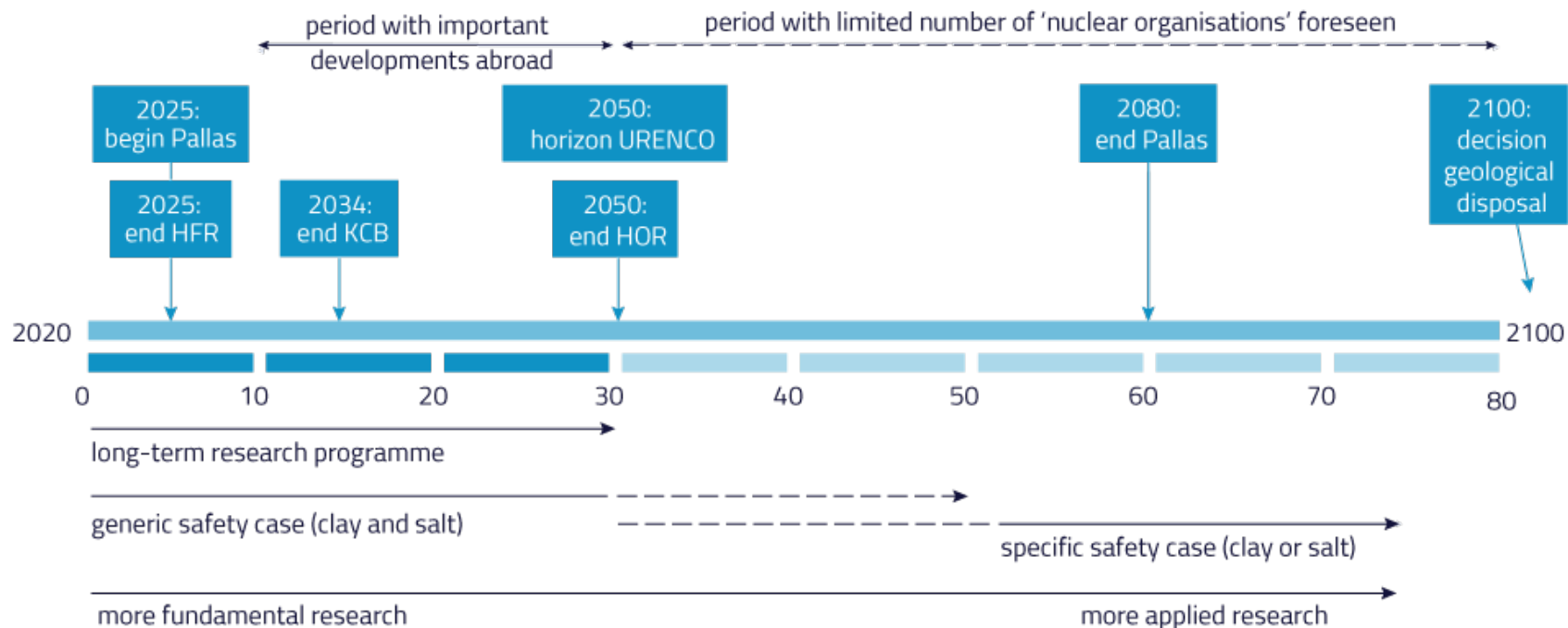
1. Radioactief afval
2. Wat gebeurt er internationaal?
3. Hoe bouw je een eindberging?
4. Hoe veilig is eindberging?
5. Wat gaat COVRA onderzoeken?

WE WETEN HOE HET MOET: WAT NU?

- **Optimalisatie van het systeem, de processen en de materialen**
 - hoe diep, hoe dik, hoe robuust ...
- **Continue updates van safety cases met**
 - nieuwe kennis, betere modellen, verbeterde simulatiecapaciteit
- **In de komende decennia de processen industrialiseren: containers maken, afval plaatsen**
 - dit gebeurt nu in Finland en Zweden
- **Aanpassen van het GDF aan op bestaande locaties en afval hoeveelheden**
 - stapsgewijze ontwikkeling voor Nederland

...daarvoor is onderzoek nodig

ONDERZOEK IN NEDERLAND



DOEL

Kennis ontwikkelen om veilig en efficiënt geologische berging te implementeren in weinig verharde klei en steenzout in de Nederlandse ondergrond, rekening houdend met de hele afvalketen.

1. Vergroten van technisch en maatschappelijk vertrouwen in haalbare en veilige eindberging.
2. Verbeteren van kostenramingen door onzekerheden te verminderen en optimaliseren van kosten.
3. Verbeteren van de 'disposability': optimaliseren processen voor efficiënte afvalverwerking over de hele afvalketen.

Bijdrage

- Versterken **nationale nucleaire kennisinfrastructuur en internationaal netwerk** voor geologische berging en radioactief afval.
- Stimuleren een **maatschappelijke discussie** over geologische berging geïnformeerd door up-to-date kennis en vanuit verantwoordelijkheid voor radioactief afval.
- Overwegen van de optie voor **multinationale berging** als een onderdeel van de tweesporenstrategie

INPUT EN ACTIVITEITEN

Inputs

De **in-cash inputs** zijn:

- de financiële bijdragen van COVRA,
- cofinanciering door deelname aan externe onderzoeksprogramma's (bijv.EURAD).

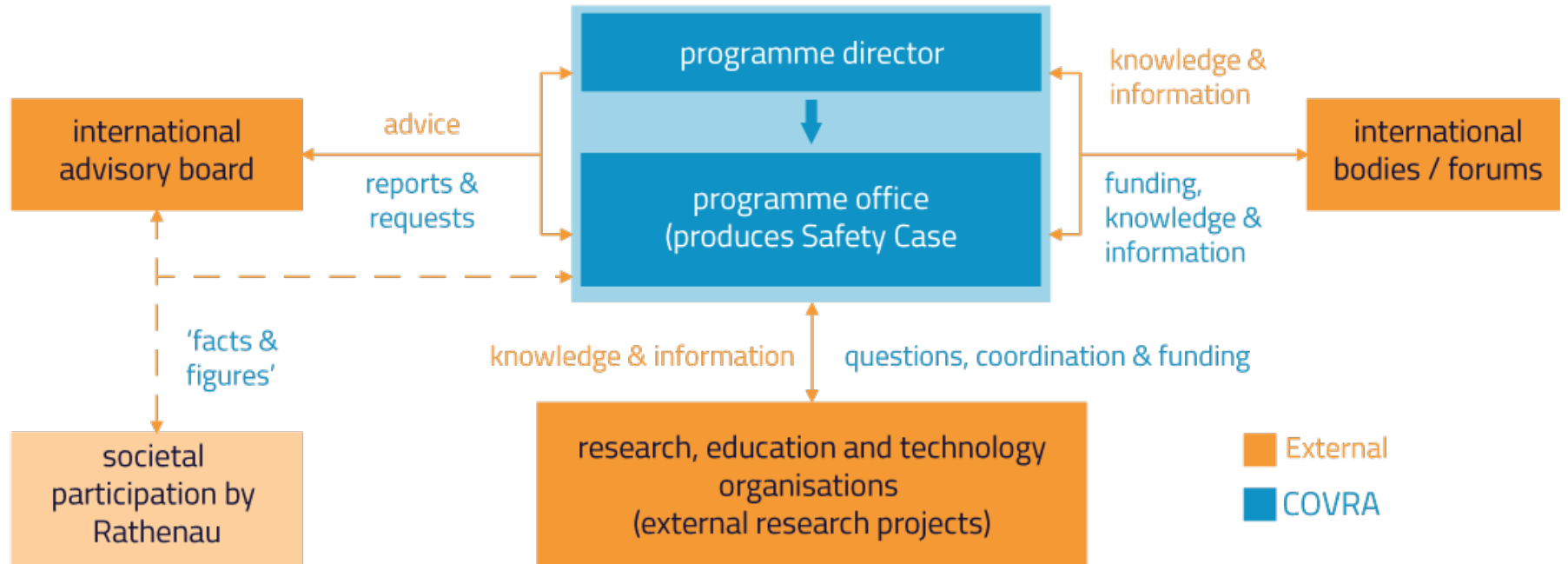
De **in-natura inputs** zijn:

- de medewerkers van COVRA (3 Fte),
- internationale netwerk van COVRA,
- externe onderzoeksinfrastructuur (apparatuur, organisaties, etc.) en
- externe onderzoekscapaciteit (kennis, vaardigheden, onderzoekers en andere extern personeel).

Activiteiten

- **Onderzoek** naar weinig verharde klei, steenzout, disposability en EBF-ontwerp en -bouw.
- **Synthese** van de kennis verkregen uit de onderzoeksprojecten en ontwikkeling van de SCs en SAs.
- Samenwerking op het gebied van en onderzoek naar **multinationale berging**,
- **Communicatie** van de activiteiten en (tussentijdse) resultaten richting het algemene en geïnteresseerde publiek (inclusief studenten).

ORGANISATIE



ORGANISATIE INTERNATIONALE ADVIESGROEP

Expert	Expertise	Role
Dr. Charles McCombie Arius Switzerland	Expert on geological disposal of radioactive waste and radioactive waste management	Advise and review in relation to safety case, international developments/collaboration, multinational disposal, disposal concepts, disposability and costs, and contribution to safety case writing
Prof. dr. Neil Chapman University of Sheffield The United Kingdom	Expert on geological disposal of radioactive waste and radioactive waste management	Advise and review in relation to safety case, international developments/collaboration, multinational disposal, disposal concepts, disposability and costs, and contribution to safety case writing
Dr. Maarten Van Geet ONDRAF-NIRAS Belgium	Expert on geological disposal of radioactive waste in poorly indurated clays	Advise and review in relation to geological disposal of radioactive waste in poorly indurated clays Linking pin between the Belgium research activities and the research programme
Dr. Nina Müller-Hoeppe BGE Technology GmbH Germany	Expert on geological disposal of radioactive waste in rock salt	Advise and review in relation to geological disposal of radioactive waste in rock salt Linking pin between the German research programme and activities

ORGANISATIE INTERNATIONALE ORGANISATIES



IAEA
International Atomic Energy Agency

eu[r]ad

COVRA_{NV}

ERDO

igd:tp
↓

**DECOVALEX
2023**

INPUT EN ACTIVITEITEN

Inputs

De **in-cash inputs** zijn:

- de financiële bijdragen van COVRA,
- cofinanciering door deelname aan externe onderzoeksprogramma's (bijv.EURAD).

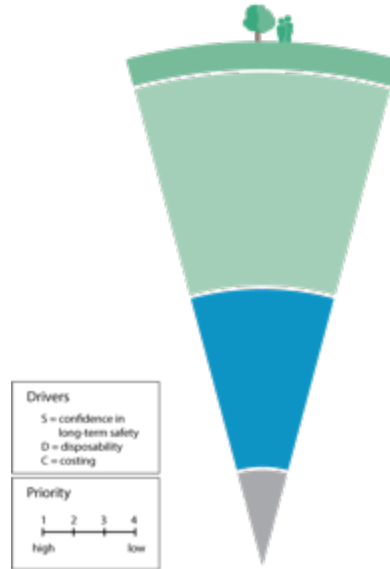
De **in-natura inputs** zijn:

- de medewerkers van COVRA (3 Fte),
- internationale netwerk van COVRA,
- externe onderzoeksinfrastructuur (apparatuur, organisaties, etc.) en
- externe onderzoekscapaciteit (kennis, vaardigheden, onderzoekers en andere extern personeel).

Activiteiten

- **Onderzoek** naar weinig verharde klei, steenzout, disposability en EBF-ontwerp en -bouw.
- **Synthese** van de kennis verkregen uit de onderzoeksprojecten en ontwikkeling van de SCs en SAs.
- Samenwerking op het gebied van en onderzoek naar **multinationale berging**,
- **Communicatie** van de activiteiten en (tussentijdse) resultaten richting het algemene en geïnteresseerde publiek (inclusief studenten).

ACTIVITEITEN ONDERZOEKSPROJECTEN



R

Component	Key topics	Drivers	Priority
Society	Integrating societal aspects into technical research	S ■■■■ D ■■■■ C ■■■■	2
Biosphere	- (Current knowledge sufficient)	S ■■■■ D ■■■■ C ■■■■	4
Surrounding rock formations	Salinity in deeper ground water model Effect of climatic change	S ■■■■ D ■■■■ C ■■■■	3
Host rock	Geotechnical properties Diffusion dominated transport Retardation Long-term evolution	S ■■■■ D ■■■■ C ■■■■	1
Engineered barrier system	Concrete evolution Waste package design Tunnels and galleries	S ■■■■ D ■■■■ C ■■■■	2

INPUT EN ACTIVITEITEN

Inputs

De **in-cash inputs** zijn:

- de financiële bijdragen van COVRA,
- cofinanciering door deelname aan externe onderzoeksprogramma's (bijv. EURAD).

De **in-natura inputs** zijn:

- de medewerkers van COVRA (3 Fte),
- internationale netwerk van COVRA,
- externe onderzoeksinfrastructuur (apparatuur, organisaties, etc.) en
- externe onderzoekscapaciteit (kennis, vaardigheden, onderzoekers en andere extern personeel).

Activiteiten

- **Onderzoek** naar weinig verharde klei, steenzout, disposability en EBF-ontwerp en -bouw.
- **Synthese** van de kennis verkregen uit de onderzoeksprojecten en ontwikkeling van de SCs en SAs.
- Samenwerking op het gebied van en onderzoek naar **multinationale berging**,
- **Communicatie** van de activiteiten en (tussentijdse) resultaten richting het algemene en geïnteresseerde publiek (inclusief studenten).

EINDBERGING - ONDERZOEKSPROGRAMMA 2020- 2025



OVERALL RESEARCH PROGRAMME AND WORK PROGRAMME FOR 2020-2025

Onderzoeksprogramma eindberging 2020-
2025 - 2.28 Mb

Onderzoeksprogramma eindberging 2020-
2025