



Wij produceren dagelijks afval, zowel thuis als tijdens industriële activiteiten en dus ook bij de productie van elektriciteit in kerncentrales. Slechts 0,015 % van het totale volume afval (ongeveer 500 g per jaar per inwoner) is radioactief afval, waarvan 15 gram hoogradioactief.

Radioactief afval moet met zorg worden opgeslagen om het van mens en milieu te isoleren. Hierbij past men het multibarrière principe toe, te vergelijken met de Russische poppetjes (Matrjoschka's) die telkens in elkaar passen. Zo worden voor de verpakking van het hoog radioactieve afval de onbruikbare splijtingsproducten op zeer hoge temperatuur vermengd met een speciaal daarvoor ontwikkelde glassoort (1<sup>ste</sup> barrière). Het gekozen glas is te vergelijken met natuurlijk gevormd verglaasd lava, dat gedurende meerdere miljoenen jaren geen enkele verandering onderging. Het grote voordeel is dat de splijtingsproducten ingekapseld zijn in de moleculaire glasstructuur. Ze kunnen zich in geen geval verspreiden in de omgeving, noch onder de vorm van gas, noch onder vloeibare vorm en zelfs niet in kleine deeltjes.

Het mengsel wordt vervolgens in een roestvrij stalen container gegoten die hermetisch wordt dicht gelast (2<sup>de</sup> barrière). Het vat bevat 150 liter (ongeveer 400 kg) gestold glas, waarvan 16 % splijtingsproducten, wat overeenkomt met de opwerking van ongeveer 1,6 ton bestraalde splijtstof. In het huidige ontwerp voor een mogelijke berging is voorzien dat de containers met glas per twee in een dikwandig stalen vat worden geplaatst dat ook hermetisch dicht wordt gelast (3<sup>de</sup> barrière). Dit stalen vat wordt op zijn beurt geplaatst in een dikwandige betonnen container van tientallen centimeters dikte (4<sup>de</sup> barrière). Het is deze betonnen container die uiteindelijk zal geborgen worden in zijn definitieve bergingsplaats in een 100 m dikke kleilaag (dit gastgesteente is de 5<sup>de</sup> barrière). Eerst wordt het hoogradioactieve afval tussentijds opgeslagen om het voldoende te laten afkoelen om het te kunnen bergen, zonder risico op aantasting van het gastgesteente waar het in terecht komt. De containers met verglaasd afval geven namelijk nog warmte af (maximum 2 kW thermisch vermogen, te vergelijken met een vermogen van een elektrische radiator voor huishoudelijk gebruik). De afkoelperiode is ongeveer 50 jaar.

## Onderzoek naar een veilige en duurzame oplossing

Al kort na zijn oprichting vervulde het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK•CEN) een vooraanstaande rol in het onderzoek naar het veilige beheer en de verwerking van radioactief afval in België.

Vanaf het begin van de jaren '70 erkenden experts dat de opslag van middel- en hoogradioactief afval een probleem was dat de toekomst van de kernenergie zou kunnen hypothekeren. Bovendien groeide er een brede internationale consensus over diepe berging als een veilige en duurzame oplossing voor het lange termijn beheer van radioactief afval.

In 1974 initieerde het SCK•CEN het Belgische onderzoeksprogramma aangaande de geologische berging. In de beginfase stelde het Centrum in nauwe samenwerking met de Belgische Geologische Dienst een inventaris op van formaties die in aanmerking kwamen als potentiële gastformatie voor de diepe berging. Bovendien werden verkennende analyses op gesteentemonsters en proefboringen uitgevoerd. Vanaf eind jaren '70 concentreerde het onderzoek zich op diepe berging in kleiformaties. Dit leidde tot de bouw van het ondergrondse laboratorium. Het bevindt zich in de Boomse klei, onder de site van het SCK•CEN, op een diepte van 224 meter. Het laboratorium kreeg de naam HADES, in de mythologie: God van de onderwereld, op het SCK•CEN een acroniem voor High Activity Disposal Experimental Site. De belangrijkste fasen in de ontwikkeling van HADES omvatten onder andere de constructie van de eerste toegangsschacht (1980-1982), de bouw van het 'Underground Research Laboratory (URL) (1982-1983) en de experimentele schacht (1983-1984), de uitbreiding van het labo met de 'Test drift' (1987), de constructie van de tweede toegangsschacht (1997-1999) en de realisatie van de verbindingsgalerij (2001-2002).

Met de bouw van het ondergrondse labo werd aangetoond dat het technisch mogelijk is om schachten en galerijen uit te graven in een plastische kleilaag. Bovendien werden de uitgravingstechnieken continu verbeterd tijdens de opeenvolgende fasen en werden methoden ontwikkeld die de verstoring van de kleiformatie beperken. Sinds 1997 wordt de uitbating van het ondergrondse laboratorium HADES verzekerd door het ESV-EURIDICE, een Economisch Samenwerkingsverband tussen het SCK•CEN en de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen NIRAS/ONDRAF.

## Onderzoeksdomeinen

Op de site in Mol treft men de Boomse klei aan op een diepte tussen 161 en 264 meter en bereikt deze een totale dikte van meer dan 100 meter. Veiligheidsevaluaties bevestigden dat de Boomse klei, mede door zijn lage hydraulische geleidbaarheid en goede sorptie-eigenschappen ten aanzien van radio-elementen, gunstige eigenschappen bezit en daardoor een potentieel interessant gastgesteente is voor de berging van radioactief afval.

Tijdens de voorbije decennia werden diverse aspecten onderzocht die een invloed kunnen hebben op de langetermijnveiligheid van geologische berging. Naast het doorgedreven onderzoek naar de eigenschappen van de Boomse klei in onze bovengrondse laboratoria werden er talrijke *in situ* experimenten uitgevoerd in HADES. Dit experimentele werk heeft geleid tot een beter inzicht in de processen die het langetermijngedrag van radioactief afval bepalen in reële bergingsomstandigheden. Het onderzoek concentreert zich vooral op de rechtstreekse berging van verbruikte brandstof afkomstig uit kerncentrales en de berging van verglaasd hoogactief afval dat ontstaat na de heropwerking van verbruikte brandstof.

Het Studiecentrum voor Kernenergie verricht ook sinds meer dan twintig jaar, zowel in speciaal ingerichte bovengrondse laboratoria als in HADES, onderzoek naar de migratie van radio-isotopen. Migratiegegevens afkomstig uit experimenten worden verwerkt in geochemische/transportmodellen en in veiligheidsberekeningen. Deze laatste laten toe om de langetermijnevolutie van het bergingssysteem te voorspellen. Resultaten uit dit onderzoek wijzen erop dat geologische berging, in een kleiformatie die al miljoenen jaren stabiel is en die bovendien goede sorptie-eigenschappen bezit, beschouwd kan worden als een veilige en duurzame oplossing.

In een volgende fase van het Belgische onderzoeksprogramma zal de nadruk liggen op de demonstratie van de mogelijkheid tot geologische berging op ware exploitatiegrootte. Daarom wordt een grootschalige demonstratietest (PRACLAY) gepland waarin het gedrag van een bergingsgalerij en de omringende klei onderzocht wordt. Het PRACLAY demonstratie-experiment wordt uitgevoerd op reële schaal bij temperaturen die gelijk zijn aan deze bij de berging van verglaasd hoogactief afval.

## Onderzoek naar berging in klei in een internationale context

Naast België beschikken landen zoals Zweden, Finland, Zwitserland, Frankrijk en Duitsland over vergevorderde onderzoeksprogramma's aangaande geologische berging. Onderzoek in deze landen heeft geleid tot de overtuiging dat geologische berging wetenschappelijk en technisch haalbaar is en een duurzame en veilige oplossing biedt voor het langetermijnbeheer van radioactief afval.

Tot vandaag wordt de expertise van het SCK•CEN inzake onderzoek naar de geologische berging van radioactief afval in kleiformaties, wereldwijd erkend.

Het SCK•CEN vervult een centrale rol in talrijke internationale onderzoeksprogramma's die gefinancierd worden door de Europese Commissie in het kader van het 6<sup>de</sup> Kaderprogramma EURATOM. Het Centrum coördineert onder andere een grootschalig Europees onderzoeksproject (NF-PRO) waaraan 40 toonaangevende onderzoekscentra, universiteiten en nationale organisaties voor radioactief afvalbeheer deelnemen. In dit project worden de processen onderzocht die een invloed kunnen uitoefenen op barrières rondom het geborgen afval. Resultaten uit dit onderzoek laten toe om het langetermijngedrag van het bergingssysteem te evalueren en de barrières rondom het afval te optimaliseren om de veiligheid van berging te verzekeren.

Dit geïntegreerde project heeft een totale begroting van 17 miljoen euro.

Het onderzoekslaboratorium HADES is een internationaal erkende onderzoeksinfrastructuur voor ondergrondse experimenten in het kader van de berging van radioactief afval in klei. HADES maakt deel uit van het 'Network of Centres of Excellence for the Demonstration of and the Training in Radioactive Waste Disposal Technologies in Underground Research Facilities'. Dit netwerk wordt geleid door het Internationaal Atoomenergie Agentschap (IAEA) in Wenen.

Om de internationaal erkende expertise van het SCK•CEN inzake onderzoek op het vlak van de geologische berging in klei te bestendigen en ten dienste te stellen van de internationale gemeenschap, streeft het Studiecentrum naar een duurzame samenwerking met organisaties in andere landen waar berging in klei overwogen wordt.

## Perspectieven

De R&D programma's in landen zoals België, Frankrijk, Finland, Zweden en Zwitserland evolueren geleidelijk naar een fase waarin demonstratie-experimenten op reële schaal gepland worden. Deze experimenten markeren de overgang naar de pre-projectfase waarbij een locatie voor de bouw van een bergingsfaciliteit geselecteerd zal worden. Ondertussen is door de jarenlange ervaring in wetenschappelijke experimenten, gebleken dat opslag van radioactief afval in een kleilaag haalbaar en veilig is. De locatie en site waar een toekomstige bergingsinstallatie voor het afval van Belgische kerncentrales uiteindelijk zal gebouwd worden, werden nog niet bepaald. Hiervoor zullen verschillende mogelijkheden onderzocht worden en zal een uitgebreide veiligheidsstudie gestart zal worden als een eerste stap in de vergunningsvraag. Deze vergunningsvraag zal gekoppeld worden aan een breed overleg met alle lokale en nationale actoren en overheden.

## Contact

Anne Verledens  
Informatie-uitwisseling en media contacten  
[anne.verledens@sckcen.be](mailto:anne.verledens@sckcen.be)  
[www.sckcen.be](http://www.sckcen.be)