

ESV EURIDICE

Onderzoek naar geologische berging van radioactief afval



ESV EURIDICE GIE

HET ESV EURIDICE & HADES

Het ESV EURIDICE

Het ESV EURIDICE is een economisch samenwerkingsverband tussen NIRAS, de Nationale instelling voor radioactief afval en verrijkte splijtstoffen, en het SCK•CEN, het Studiecentrum voor Kernenergie. De naam "EURIDICE" staat voor "European Underground Research Infrastructure for Disposal of nuclear waste in Clay Environment". In het Nederlands betekent dat zoveel als "Europese ondergrondse onderzoeksinfrastructuur voor de berging van radioactief afval in een klei-omgeving".

Het ESV EURIDICE doet onderzoek naar de **veiligheid en uitvoerbaarheid** van geologische berging van hoog-radioactief en/of langlevend afval in een ondergrondse kleilaag in België. Op die manier levert EURIDICE een belangrijke bijdrage aan het nationale bergingsprogramma van NIRAS.

In 1974 is het SCK•CEN gestart met onderzoek naar geologische berging van radioactief afval in klei. De Boomse Klei, gelegen op een diepte van 190 tot 290 meter onder de terreinen van het SCK•CEN in Mol, werd toen reeds beschouwd als een mogelijk geschikte geologische laag. Om de veiligheid en uitvoerbaarheid van geologische berging in weinig verharde klei op grote diepte te onderzoeken, is het SCK•CEN in 1980 gestart met de bouw van een ondergrondse onderzoeksfaciliteit op een diepte van 225 meter: **HADES** (High Activity Disposal Experimental Site). Dit laboratorium werd stap voor stap uitgebreid. Sinds 2000 wordt HADES beheerd en geëxploiteerd door het ESV EURIDICE.



HADES

Het ondergrondse laboratorium HADES is het **werkinstrument bij uitstek** om de veiligheid en uitvoerbaarheid van geologische berging te onderzoeken.

Experts ontwikkelen en testen er **industriële technologieën** voor het bouwen, exploiteren en afsluiten van een bergingsinstallatie in diepe klei.

Wetenschappers voeren er **experimenten uit in 'reële' omstandigheden**, in de ondergrondse kleilaag, op grote schaal en over een lange termijn. Op die manier verwerven de onderzoekers een grondige kennis over de processen die belangrijk zijn om de veiligheid en uitvoerbaarheid van geologische berging in weinig verharde klei te evalueren. De resultaten van het onderzoek worden gebruikt om betrouwbare analyses te maken van de evolutie van het bergingssysteem op korte en op lange termijn.

Aangezien HADES een vergunde **nucleaire onderzoeksfaciliteit** is, kunnen wetenschappers er een grote verscheidenheid aan radioactieve merkstoffen en bronnen gebruiken.

HADES is het **oudste ondergrondse laboratorium** in Europa dat in een diepe kleilaag gebouwd werd voor onderzoek naar geologische berging in klei. Het geniet een wereldwijde faam. Het Internationaal Atoomagentschap (IAEA) erkent het als een **excellentiecentrum** voor bergingstechnologieën en de opleiding van wetenschappers.

HADES heeft naast zijn rol in het onderzoeksprogramma naar geologische berging ook een belangrijke **maatschappelijke functie**. Een bezoek aan HADES maakt het mogelijk om het gevoerde onderzoek concreet toe te lichten en te tonen hoe een geologische bergingsinstallatie er in werkelijkheid zou kunnen uitzien.

HADES is en zal altijd een onderzoeksfaciliteit blijven, er zal **nooit radioactief afval worden geborgen**.



BOUWEN OP MEER DAN 30 JAAR ERVARING

Sinds het begin van de jaren tachtig voeren wetenschappers en ingenieurs uit binnen- en buitenland experimenten uit in het ondergrondse laboratorium HADES. Dit onderzoek wordt aangevuld met bovengrondse tests en laboratoriumproeven. In totaal zijn meer dan 100 personen betrokken bij het onderzoeksprogramma van NIRAS naar geologische berging. Het team van het ESV EURIDICE levert specifiek een bijdrage in de volgende drie domeinen:



Uitgravings- en constructietechnieken

De uitbreiding van het ondergrondse laboratorium HADES vanaf het einde van de jaren negentig met **industriële graaf-technieken** heeft aangetoond dat het doenbaar is om op industriële schaal een bergingsinstallatie te **bouwen**. Het is met andere woorden economisch en technisch haalbaar om toegangsschachten en enkele kilometers galerijen te bouwen in een weinig verharde kleilaag zoals de Boomse Klei, zonder deze al te veel te verstoren.

Een bergingsinstallatie moet na het plaatsen van het radioactieve afval ook **afgesloten** kunnen worden. Een afsluiting van onvoldoende kwaliteit zou het voor de radioactieve stoffen makkelijker maken om te ontsnappen. Experimenten in HADES hebben aangetoond dat bentoniet-klei, die gelijkaardige eigenschappen heeft als Boomse klei, kan gebruikt worden als ondoorlatende afsluiting van schachten en galerijen.

Gedrag van klei

Het graven van tunnels in klei is niet mogelijk zonder de klei lokaal te verstoren. Een systematisch onderzoek tijdens de bouw van de verbindingsgalerij heeft aangetoond dat deze verstoorde zone zich slechts over een beperkte afstand uitstrekt in de klei. Er werd bovendien aangetoond dat de barsten in de verstoorde zone zichzelf sluiten door het plastische gedrag van de klei, waardoor de lage doorlatendheid behouden blijft. Dit is het **zelfsluitende gedrag** van de klei.

Hoogradioactief afval produceert warmte. Wanneer dit afval na een afkoelingsperiode in een bergingsinstallatie zou worden geplaatst, zal de klei rondom de bergingsgalerijen tijdelijk

opwarmen. Deze opwarming heeft bovendien een effect op de hydraulische, mechanische en chemische eigenschappen van de klei. Experimenten in HADES hebben het mogelijk gemaakt om de thermische geleidbaarheid van de klei te bepalen en het gekoppeld thermisch, hydraulisch, mechanisch en chemisch gedrag van de klei te bestuderen en te modelleren. Om deze kennis te bevestigen en te verfijnen op een schaal die representatief is voor een reële berging wordt het **PRACLAY-experiment** uitgevoerd. Hierbij wordt de PRACLAY-galerij gedurende 10 jaar verwarmd tot een temperatuur die vergelijkbaar is met wat bij een echte berging in klei kan verwacht worden.

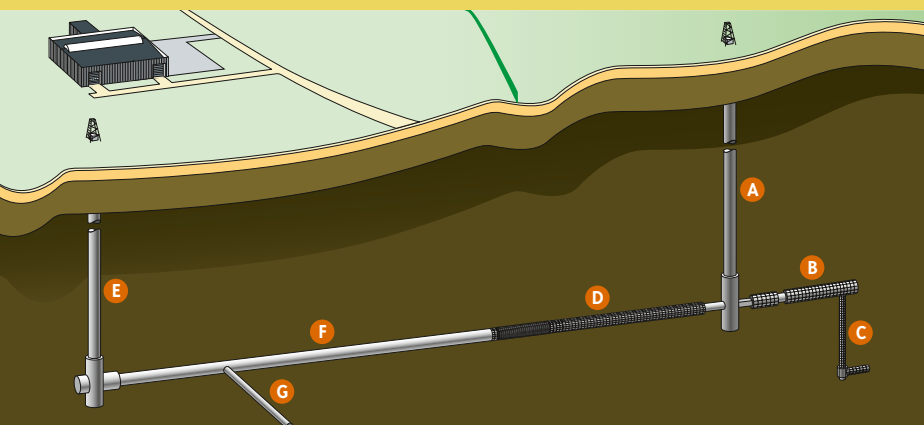
Meetinstrumentatie en monitoring

Het ESV EURIDICE kan zich beroepen op meer dan 30 jaar ervaring met het gebruik van meetinstrumenten en observatiemethodes in het ondergrondse laboratorium en in het bijzonder in de Boomse Klei. Deze metingen en observaties werden gedaan in een uitgebreide reeks experimenten die in een aantal gevallen reeds meer dan 25 jaar worden opgevolgd en die op een schaal worden uitgevoerd die representatief is voor een echte bergingsinstallatie. Met deze expertise biedt het ESV EURIDICE ook ondersteuning bij de bovengrondse tests om de technische uitvoerbaarheid van de constructie van de bergingscontainer voor het hoogradioactief afval (supercontainer) aan te tonen en in het kader van de voorbereidende proeven voor de oppervlakteberging van laag- en middelactief kortlevend afval (cAt-project). De verworven knowhow inzake het gebruik van deze instrumenten en observatiemethodes zal NIRAS op termijn helpen bij het uitwerken van een monitoringprogramma van een echte bergingsinstallatie.





De bouw van HADES (-225m)



Pionierswerk – manuele uitgraving

- 1980-1982 Eerste schacht **A**
- 1983-1984 Eerste galerij met bevrozing van de klei **B**
- 1984 Experimentele schacht en galerij zonder bevrozing van de klei **C**
- 1987 Tweede galerij **D**

Industriële fase en demonstratieproeven

- 1997-1999 Tweede schacht **E**
- 2001-2002 Verbindingsgalerij met industriële graaftechnieken **F**
- 2007 PRACLAY-galerij **G**
- 2015-2025 PRACLAY-verwarmingsexperiment

Het PRACLAY-verwarmingsexperiment

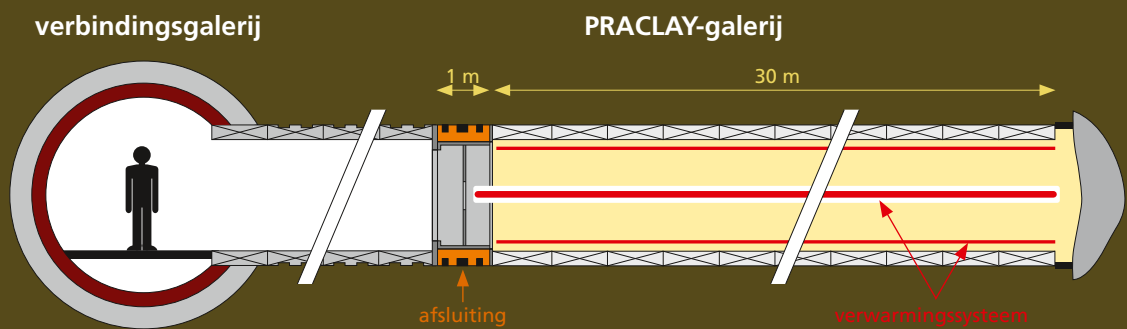
In 1997 startte de uitbreiding van het ondergrondse laboratorium HADES. De onderzoekers wilden door middel van een aantal grootschalige demonstratieproeven bevestigen dat geologische berging van hoogradioactief afval in weinig verharde klei uitvoerbaar en veilig is. Dit hoogradioactief afval produceert warmte en wordt minstens 60 jaar bovengronds opgeslagen, tot het voldoende is afgekoeld. Bij berging zal dit afval tijdelijk een opwarming veroorzaken van de klei rond de bergingsgalerijen. Na enkele honderden tot duizenden jaren is het afval volledig afgekoeld.

Met de constructie van de tweede toegangsschacht (1997-1999), de verbindingsgalerij (2001-2002) en de PRACLAY-galerij (2007) werden alle onderdelen die nodig zijn voor de bouw van een reële bergingsinstallatie op industriële wijze gerealiseerd. In de PRACLAY-galerij installeerden de onderzoekers vervolgens een verwarmingssysteem om het effect van de warmte op de ondergrondse kleilaag te bestuderen op grote schaal, op lange termijn en bij temperaturen die verwacht worden bij eventuele berging van hoogradioactief afval. Dit is het PRACLAY-verwarmingsexperiment. De PRACLAY-galerij wordt in het kader van dit experiment over een lengte van 30 meter gedurende 10 jaar verwarmd met een constante temperatuur van 80°C op het contact van de betonnen galerijwand met de Boomse Klei. Het experiment richt zich vooral op de combinatie van de verstoringen van de Boomse Klei door opwarming en door uitgraving. Onderzoekers willen de bestaande kennis hierover bevestigen op een schaal die representatief is voor een reële berging, en indien nodig verfijnen.

Een goede kennis van deze verstoringen in de Boomse Klei is essentieel om te bepalen wat het effect is van een bergingsinstal-

latie op de eigenschappen van de klei om het radioactieve afval in te sluiten. Zekerheid over het effect op deze eigenschappen is belangrijk om te bevestigen dat berging van warmteafgevend hoogradioactief afval in een diepe kleilaag een veilige oplossing kan zijn op lange termijn.

Na de 10 jaar durende verwarmingsfase zal het experiment ontmanteld worden om de toestand van de galerijwand en van de klei te onderzoeken.



Dwarsdoorsnede van de PRACLAY-galerij en de aansluiting op de verbindingsgalerij. Het 30 meter lange afgesloten deel van de PRACLAY-galerij is uitgerust met een verwarmingssysteem en wordt gedurende 10 jaar verwarmd met een constante temperatuur van 80 °C op het contact met de klei.

Boomse Klei



BEZOEK aan het ESV EURIDICE

Het ESV EURIDICE heeft een tentoonstelling over het onderzoek naar de berging van radioactief afval in ondergrondse klei. Voor zover de werkzaamheden in het ondergrondse laboratorium dit toelaten, kan een bezoek aan de tentoonstelling worden gecombineerd met een technisch bezoek aan het ondergrondse laboratorium HADES.

Bezoeken zijn enkel mogelijk op weekdays, in groepen van maximaal 17 personen. De minimumleeftijd bedraagt 18 jaar. Het bezoek wordt begeleid door een ervaren gids.

Meer informatie over een bezoek aan het ESV EURIDICE vind je op www.euridice.be.

Een bezoek moet tijdig worden aangevraagd per e-mail: info@euridice.be

www.euridice.be



ESV EURIDICE GIE

ESV EURIDICE GIE
Boeretang 200
2400 Mol
014 33 27 84
info@euridice.be