

Zorgen voor toekomstige generaties

Hoe reageert de verbruikte splijtstof van kernreactoren – de zogenaamde *spent fuel* – met zijn omgeving, als we die direct ondergronds bergen? Kunnen we de aanwezige radionucliden in verschillende fracties scheiden, zodat we die fracties gerichter en efficiënter kunnen beheren? SCK•CEN verdiept zich in de materie.

Vanaf de jaren '70 startte België een eigen nucleair programma op met de bouw van vier reactoren in Doel en drie reactoren in Tihange. In 1975 werden de eerste in gebruik genomen. Sindsdien zorgen de zeven reactoren voor ca. 50% van de elektriciteitsbevoorrading in ons land. De energie wordt opgewekt door kernsplijtstof te bestralen, waarbij over een periode van een viertal jaar de hele kern wordt vervangen. Op het moment dat de kerncentrales in 2025 de deuren zullen sluiten, zal er in totaal meer dan 5.000 ton verbruikte splijtstof liggen. Een 600-tal ton werd in het verleden heropgewerkt in La Hague (Frankrijk),



Alkalisch grondwater

“In het huidige ontwerp worden de bestraalde splijtstofelementen in zware, beschermende betonnen containers geplaatst. Die containers komen in ondergrondse galerijen, die eveneens uit beton bestaan. De bestraalde splijtstofelementen zullen na verloop van tijd in aanraking komen met grondwater dat door het beton sijpelt en daardoor alkalisch wordt”, legt Karel uit. “Het grondwater neemt dan de typische kenmerken van cement-poriënwater aan: een hoge pH-waarde en een hoge concentratie aan alkalimetalen en calcium. Hoe is de chemische stabiliteit van de ‘spent fuel’ in dit milieu? Dat is belangrijke informatie om de veiligheid van het bergingssysteem te evalueren.”

Om de proef op de som te nemen, dompelt SCK•CEN segmenten van representatieve brandstofstaven minstens anderhalf jaar onder in cementwater met een hoge pH-waarde. “De pH-waarde van dit cementwater is 13,5, veel hoger dan in normale grondwaters. Bedoeling is om de vrijgave van radionucliden in de tijd te volgen”, aldus Karel.

terwijl het grootste deel nog op een bestemming wacht. “Die bestemming hangt af van de beslissing van de Belgische regering. Ons land denkt immers na over de berging van zijn hoogradioactief afval en verbruikte splijtstoffen. Er zijn verschillende opties: de verbruikte brandstof kan bijvoorbeeld direct en definitief geborgen worden in geologische aardlagen, maar ze kan ook in verschillende fracties opgedeeld worden. Zo kunnen we het totaalvolume dat geborgen moet worden, verkleinen. SCK•CEN onderzoekt twee pistes in twee multidisciplinaire projecten”, verklaart Christophe Bruggeman, een van de project-initiatoren. “Beide projecten hebben hetzelfde doel voor ogen: de belasting voor toekomstige generaties beperken.”

DIRECTE BERGING

SCK•CEN voert in opdracht van de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) al langer experimenten uit, die de veiligheidsstudies in het kader van een eventuele directe geologische berging moeten ondersteunen. “Het project SF-ALE dat we in samenwerking met het Duitse onderzoekscentrum Jülich (FZJ) uitvoeren, maakt deel uit van dat onderzoeksprogramma van NIRAS”, aldus Karel Lemmens, projectleider bij SCK•CEN. Het project startte in 2018 en toetst een specifiek veiligheidsaspect van het huidige, voorgestelde bergingsconcept: de invloed van alkalisch grondwater op de stabiliteit van bestraalde brandstof.



Projectinitiatoren **Christophe Bruggeman, Thomas Cardinaels, Karel Lemmens** en **Marc Verwerf**

Reële omstandigheden nabootsen

De onderzoekers streven ernaar om in hun experimenten de reële omstandigheden van ondergrondse berging zo nauwkeurig mogelijk na te bootsen. "Zo hebben we een lange testduur voorzien, omdat de vrijgave van radionucliden in deze omstandigheden naar verwachting langzaam verloopt. Het experiment is opgestart in 2018 en de eerste fase loopt tot 2020. In die fase focussen we ons op de radionucliden die het meest oplosbaar zijn en zich in de structuren bevinden, die in direct contact met het cementwater komen", aldus Gregory Leinders, die de samenwerking met het Duitse FZJ opvolgt. "Als de resultaten bevredigend zijn, en mits de nodige financiering, zullen de testen vervolgd worden in de periode 2020-2021."

BETER BEHEREN

Met het andere, multidisciplinaire project ASOF onderzoekt SCK•CEN mogelijke pistes voor een meer optimaal beheer van de bestraalde splijtstof in België. "ASOF staat voor *Advanced Separation for Optimal management of spent nuclear Fuel*. Zoals de naam doet vermoeden, bekijkt het project de optie van een meer doorgedreven scheiding van de verschillende chemische elementen in bestraalde splijtstof. De verschillende fracties die hieruit resulteren, kunnen dan gerichter en efficiënter beheerd worden. Vergelijk het met huishoudelijk afval: vroeger werd het op één grote hoop gegooid en vervolgens verbrand, nu sorteren we. Dat geeft de mogelijkheid om per fractie de beste weg voor behandeling ervan te volgen", illustreert Thomas Cardinaels, expert in radiochemie.



Meer scheiden is minder bergen

In dat kader wil ASOF een methode ontwikkelen om americium af te scheiden. Dat element, en meer specifiek het Am-241-isotoop, heeft een hoge radiotoxiciteit, een lange halfwaardetijd (432 jaar) en genereert veel warmte. "Als we het afgescheiden americium verwerken tot een target dat in een reactor als MYRRHA bestraald kan worden, kan het worden omgezet in kortlevende radionucliden", verduidelijkt Thomas Cardinaels en zijn mede-project-initiator Marc Verwerft. "Daarnaast zoeken we naar een methode om de splijtingsproducten cesium-137 en strontium-90 af te scheiden. Die zijn kortlevend en generen veel warmte. Door ze af te scheiden en vervolgens apart te conditioneren, vermijden we dat deze fractie bij het hoogradioactief afval belandt."

Scheiding heeft dus een impact op de voetafdruk van de finale berging. "In feite is ons project een zoektocht naar een alternatief scenario om de belasting en de risico's voor de toekomstige generaties te verminderen", besluit Thomas. De eerste resultaten van de studie worden over vijf jaar verwacht.

“Met het ASOF-project zoeken we een alternatief scenario om de belasting en risico's van geologische berging voor toekomstige generaties te verminderen.”

Kennis

Blijven investeren

Zelfs na een eventuele sluiting van de vermogensreactoren in België moeten we blijven investeren om onze nucleaire kennis te behouden en te verdiepen. Die kennis komt van pas om kernafval veilig te beheren, kerncentrales te ontmantelen en de productie van theranostische radio-isotopen (voor therapeutische behandeling of diagnostisch onderzoek) te verzekeren.

Sven Van den Berghe

Instituutsdirecteur
Nucleaire Materiaalwetenschappen

