

Context

Het huidige Belgische bergingsontwerp voor middelactief en hoogactief nucleair afval voorziet diepe geologische berging van het afval. De Boomse kleiformatie wordt onderzocht als een kandidaat bergingsgesteente. In het geval van middelactief afval worden de afvalcolli geplaatst in betonnen monolieten in de bergingsgalerij. Voor hoogactief afval (zowel verglaasd afval als verbruikte splijtstof) voorziet het ontwerp van de Supercontainer in de plaatsing van het afval in een koolstofstalen oververpakking omgeven door een Portland Cement buffer.

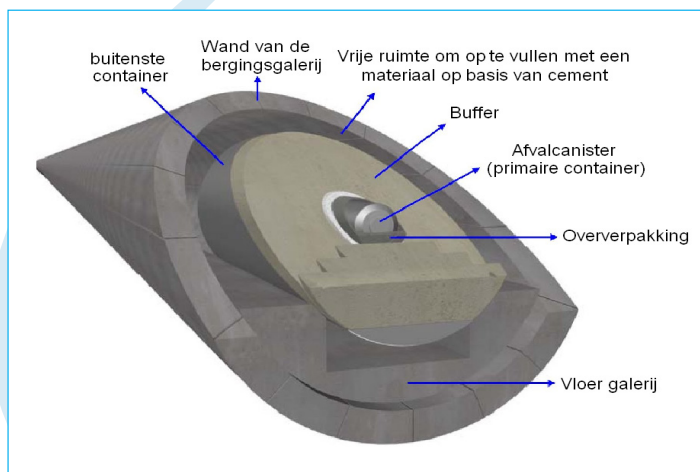
De onderzoekseenheid R&D-afvalcolli bestudeert het langetermijngedrag van zowel de afvalvormen als de oververpakking.

De eenheid heeft 3 belangrijke onderzoeksactiviteiten:

- Het hoogactief verglaasd afval en de verbruikte brandstof.
- De compatibiliteit tussen Eurobitum gebitumineerd middelactief afval en de Boomse klei.
- Het corrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking.

Onderzoek rond hoogactief verglaasd afval en verbruikte splijtstof

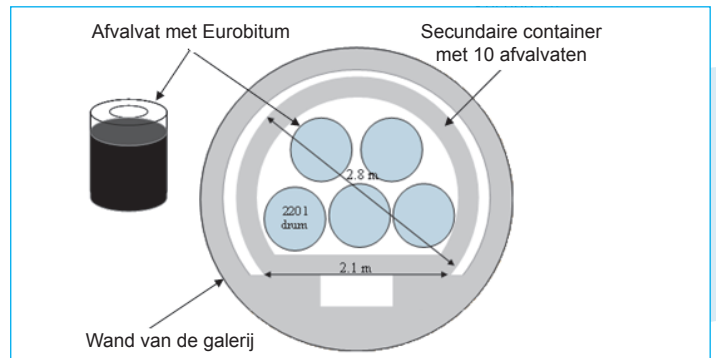
In het verglaasd afval zitten de radionucliden, afkomstig van de heropwerking van verbruikte brandstof, ingesloten in een stabiele glasmatrix. In het geval van verbruikte brandstof zijn de radionucliden opgelost in de uraniumoxidepellets in de brandstofstaven. Hoewel de glasmatrix en het uraniumoxide redelijk inerte materialen zijn, zullen zij trage veranderingen ondergaan in contact met grondwater, zoals verwacht in geologische bergingsomstandigheden. De ingesloten radionucliden zullen langzaam uitloggen. Deze vertraagde vrijzetting is één van de veiligheidsfuncties waarop de veiligheid van geologische berging gebaseerd is.



Het Belgische Supercontainer ontwerp voor de berging van hoogactief nucleair afval. (© ONDRAF/NIRAS)

Studie van de compatibiliteit tussen Eurobitum gebitumineerd middelactief afval en de Boomse klei

Door de aanwezigheid van grote hoeveelheden van het hygroscopische en oplosbare zout NaNO_3 in Eurobitum, zal de aanwezigheid van deze afvalvorm in de klei een aantal processen teweeg brengen die de barrière functie van de klei zouden kunnen verstoren. Aangezien de klei een belangrijke veiligheidsfunctie heeft in de globale veiligheid van geologische berging, wordt de compatibiliteit tussen Eurobitum en de Boomse klei onderzocht in het Belgische onderzoeksprogramma over Eurobitum. Zowel een mogelijke geomechanische als een geochemische verstoring van de klei worden onderzocht.



Het Belgische ontwerp voor de opslag van Eurobitum middelactief nucleair afval. (© ONDRAF/NIRAS)

Studie van de corrosie van de koolstofstalen oververpakking

Laaggelegeerd koolstofstaal wordt bestudeerd als kandidaat-materiaal voor de oververpakking in het Supercontainer ontwerp. In de sterk alkalische omgeving binnenin de Supercontainer zal het koolstofstaal beschermd worden door een passiverende oxidelaag, met zeer lage uniforme corrosiesnelheden als resultaat. In het onderzoeksprogramma rond corrosie wordt het langetermijn corrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking bestudeerd om zo de levensduur van de oververpakking te voorspellen.

Doelstellingen

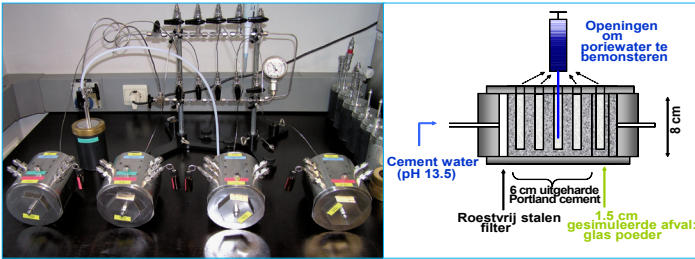
Het doel van het onderzoek in de eenheid R&D Afvalcolli is het leveren van data voor de veiligheidsbeoordeling van de opslag van middelactief en hoogactief nucleair afval. Het onderzoek richt zich daarom op:

- Het bepalen van de aantastingssnelheid en -mechanismen van verglaasd hoogactief afval en verbruikte splijtstof, onder omstandigheden relevant voor het ontwerp van de Supercontainer.
- Het bestuderen van de geomechanische en geochemische compatibiliteit tussen Eurobitum gebitumineerd middelactief afval en de Boomse klei.
- Het bepalen van de levensduur van de koolstofstalen oververpakking voor het hoogradioactieve afval, nl. de studie van het actieve-passieve corrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking onder omstandigheden relevant voor het ontwerp van de Supercontainer.

Belangrijkste activiteiten

Onderzoek rond hoogactief verglaasd afval en verbruikte splijtstof

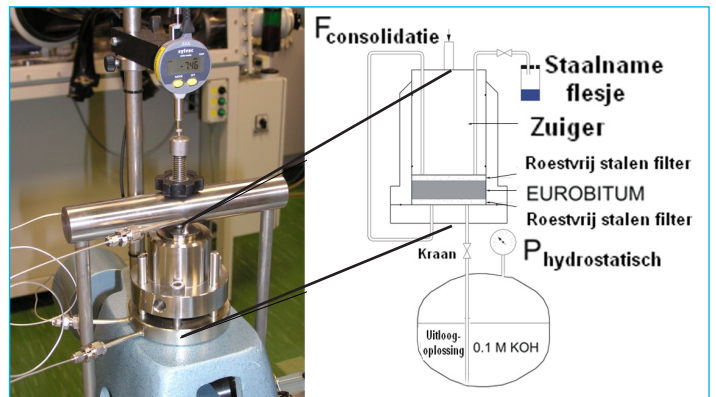
In het programma rond hoogactief afval en verbruikte splijtstof wordt de vertraagde vrijzetting van radionucliden uit deze afvalvormen bestudeerd. De uitloosnelheid van de radionucliden is een belangrijke parameter voor de veiligheidsberekeningen. Zij wordt daarom opgemeten in laboratoriumopstellingen die de bergingscondities nabootsen, zowel voor gesimuleerde als voor de echte afvalvormen. Daarbij worden stalen van het afval blootgesteld aan cementwater, met of zonder andere materialen die deel zullen uitmaken van de bergingsgallerij (cement, staal en hun degradatieproducten). De aantastingsnelheid van de afvalvorm wordt opgevolgd door meting van de toenemende concentraties van afvalcomponenten in het cementwater en aan het oppervlak van de andere materialen, en door analyse van de afvalvormen na blootstelling. De resultaten worden geïnterpreteerd door middel van kinetische en geochemische modellen. De resulterende kennis van de vrijzettingsmechanismen laat toe om een robuuste schatting te maken van de levensduur van de afvalvormen in bergingsomstandigheden.



Laboratoriumopstelling en schematische doorsnede van percolatiecellen voor de bepaling van de glasoplossingsnelheid onder omstandigheden relevant voor het ontwerp van de Supercontainer.

Studie van de compatibiliteit tussen Eurobitum gebitumineerd middelactief afval en de Boomse klei

In het onderzoeksprogramma rond Eurobitum wordt zowel een mogelijke geomechanische als een geochemische versterking van de Boomse klei onderzocht. De geomechanische versterking van de klei wordt veroorzaakt door een zwelling van en een drukopbouw in en rondom het Eurobitum gebitumineerd afval, als gevolg van wateropname. Deze zwelling en drukopbouw worden onderzocht in wateropnametesten met inactieve en radioactieve Eurobitum monsters. Ondertussen wordt door het Internationaal Centrum voor Numerieke Methoden en Engineering (UPC-CIMNE, Polytechnische universiteit van Cataluña, Spanje) een chemisch en hydro-mechanisch model ontwikkeld om de interactie tussen Eurobitum en de Boomse klei na te gaan. De geochemische versterking van de klei wordt voornamelijk veroorzaakt door het uitloggen van grote hoeveelheden NaNO_3 uit Eurobitum en wordt onderzocht in interactietesten tussen Boomse klei en nitraat. De snelheid van zwelling, drukopbouw en NaNO_3 uitlogging wordt beïnvloed door de veroudering van bitumen, een proces dat resulteert in een harder bitumen. Recent is een procedure ontwikkeld om de verouderingsgraad van (radioactief) Eurobitum te karakteriseren m.b.v. Geatenuerde Totale Reflectie Fourier Getransformeerde Infrarood Spectroscopie (ATR-FTIR).



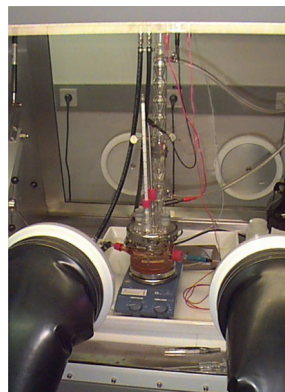
Laboratoriumopstelling en schematische doorsnede van de wateropnamecel die gebruikt wordt voor de studie van de wateropname, zwelling en NaNO_3 uitlogging van inactieve Eurobitum monsters.

Studie van de corrosie van de koolstofstalen oververpakking

In het onderzoeksprogramma rond corrosie wordt het langetermijn corrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking bestudeerd. De voorspelling van de levensduur van de oververpakking is gebaseerd op:

- Een literatuurstudie. Een grote hoeveelheid data van uniforme corrosiesnelheden is beschikbaar vanuit industriële toepassingen (bv. wegenbouw, garages, ...).
- Een ruim onderzoeksprogramma waarin de invloed van verschillende parameters op de uniforme corrosiesnelheid onderzocht wordt. Deze set van parameters omvat de temperatuur, gammastraling, aanwezigheid van agressieve ionen (chloride, sulfide, thiosulfaat).
- Modelberekeningen om de evolutie te bepalen van de omgevingscondities waaraan de oververpakking blootgesteld zal worden op een geologische tijdschaal (temperatuur, pH, verzadigingsgraad, potentiaal, poriewater chemie).

Depassivatie van koolstofstaal in contact met beton is mogelijk, bijvoorbeeld ten gevolge van het binnendringen van agressieve ionen in de passivatielaag, wat resulteert in lokale corrosie (putcorrosie, spleetcorrosie, spanningscorrosie). Daarom is een experimenteel programma opgestart om het spanningscorrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking te bestuderen onder omstandigheden die relevant zijn voor het ontwerp van de Supercontainer. De 'trekproef met constante rek' geeft een eerste idee van de gevoeligheid van koolstofstaal voor spanningscorrosie.



Elektrochemische testen om het actieve-passieve corrosiegedrag van de koolstofstalen oververpakking te bestuderen, onder omstandigheden relevant voor het ontwerp van de Supercontainer.

Contact

Frank Druyts

frank.druyts@sckcen.be

Tel. + 32 14 33 32 38