

Executive Summary

Radioactief Afvalverwerking met Plasmatechnologie (RAP)

De exploitatie en het onderhoud van kerncentrales, de ontmanteling van nucleaire installaties, de nucleaire brandstofcyclus in het algemeen, onderzoekslaboratoria en farmaceutische, medische en industriële instellingen produceren een heel diverse samenstelling van laag radioactief afval. Samen met het historisch radioactief afval van nucleaire activiteiten uit het verleden moet deze grote verscheidenheid aan afval behandeld, geconditioneerd en opgeslagen worden in afwachting van de definitieve berging.

Door de jaren heen hebben de acceptatiecriteria van radioactief afval een grote evolutie ondergaan waarbij moet worden aangetoond dat het vroeger geproduceerd afval voldoet aan de huidige oppervlaktebergingscriteria.

Een (her)verwerking of homogenisatie met behulp van een smeltoven gebaseerd op plasma technologie kan een belangrijk onderdeel zijn van de oplossing. Vooral de geschiktheid voor een brede waaier aan materiaaltypes maakt dat deze verwerkingspiste ervoor kan zorgen dat een grote hoeveelheid geconditioneerd afval (GA) zou kunnen worden omgezet in een bergingsgeschikte afvalvorm.

In 2018-2020 heeft Belgoprocess een haalbaarheidsstudie uitgevoerd voor de verwerking van Belgisch radioactief afval in een plasma installatie. Hierbij werd onderzocht welk afvalstromen in aanmerking komen voor verwerking in een plasma installatie en werden verschillende aspecten nader onderzocht, waaronder input en output, de installatie en infrastructuur, capaciteit en planning, het financieel aspect, vergunningen, brontermen en showstoppers. Deze studie werd uitgevoerd met de steun van het Energietransitiefonds van de FOD Economie.

Proces

Plasmatechnologie is uniek omwille van de zeer intense temperaturen (tot 10.000°C) die bereikt kunnen worden in een plasmastraal. Wanneer deze technologie wordt toegepast in een smeltoven kan een werkingstemperatuur tot 1.400°C gehandhaafd worden. De thermische behandeling zal hierdoor plaats kunnen vinden bij een veel hogere temperatuur dan bij een klassieke verbrandingsinstallatie op basis van stookolie of aardgas. Gezien het enorme potentieel voor thermische ontbinding is er bovendien slechts een minimum aan voorbehandeling noodzakelijk. Daardoor zullen allerlei chemische componenten die thermisch te stabiel zijn voor een klassieke verbrandingsoven wel thermisch ontbinden bij plasma verbranding. Organisch materiaal wordt ontbonden tot een synthesegas dat nadien kan worden geoxideerd in een naverbrander. Anorganische materialen worden gesmolten tot een amorfe glazige slak die de geconcentreerde radioactiviteit bevat. Het eindproduct van deze behandeling is een compacte en verglaasde slak vrij van organisch materiaal en vergelijkbaar met het eindproduct van een vitrificatieproces.

Belangrijkste voordelen van plasmatechnologie zijn:

- een zeer diverse afvalsamenstelling kan verwerkt worden gaande van cellulose houdende materialen tot metaal en beton;
- cruciale chemische bergingsparameters zoals het gehalte cellulose en halogenen (Cl, F, ...) zullen in de plasmaslak geen probleem meer vormen omdat vanwege de hoge temperatuur deze thermisch ontbinden;

- een stabiel, compact eindproduct vrij van organisch materiaal, water en slib wordt bekomen;
- Het is uitermate geschikt voor herconditioneren van historische geconditioneerde afvalvaten die mogelijks niet geschikt zijn voor berging en die niet kunnen verwerkt worden in de huidige scala van V&C installaties;
- hoge volumereductiefactor (VRF);
- voldoet aan het ALARA principe, er is slechts een beperkte voorbehandeling nodig en het meeste historische afval kan gevoed worden in de plasma oven in hun huidige toestand zodat de risico's op besmetting en blootstelling aan straling beperkt blijven.

Input Belgisch afval

Aan de hand van een eerste toetsing van afvalstromen aan de conformiteitscriteria voor berging, werden een aantal afvalstromen geïdentificeerd waarbij er mogelijk problemen zouden kunnen zijn om de bergbaarheid van het eindproduct te garanderen.

Bijvoorbeeld, in het kader van de evaluatie van de bergbaarheid van **oude afvalloten** met onvoldoende karakterisatie kan een plasma-oven een belangrijke rol vervullen. Vroeger (zeker voor de jaren '90) werd er beperkte aandacht gegeven aan de karakterisatie van de chemische inhoud aangezien er vooral de nadruk werd gelegd op de kennis nodig voor het verwerkingsproces. Op radiologisch vlak werd de nadruk gelegd op meer operationele facetten zoals het dosistempo en indien relevant het gehalte plutonium. Vanaf het operationeel worden van NIRAS werden richtlijnen en specificaties (later acceptatiecriteria) uitgewerkt met het oog op een gerichte afvalsortering en het vooropgestelde verdere lange-termijnbeheer.

Indien het nodig blijkt om bepaalde vaten te gaan herwerken is plasma een interessante piste. Deze technologie kan een oplossing bieden voor een grote diversiteit aan inhoud, hetgeen een belangrijk punt is bij bovenstaande problematiek. Bovendien kan het niveau van de karakterisatie verhoogd worden zodat de toetsing aan bergingscriteria mogelijk wordt.

Het hoofddoel van de studie is om de toepasbaarheid na te gaan van plasma technologie voor de aangehaalde afvalstromen. Een belangrijk aspect hierbij is een inschatting van de radiologische bergbaarheid van het eindproduct. Daarnaast wordt ook nagegaan in welke mate een plasma-oven oplossingen kan bieden voor potentiële toekomstige afvalstromen.

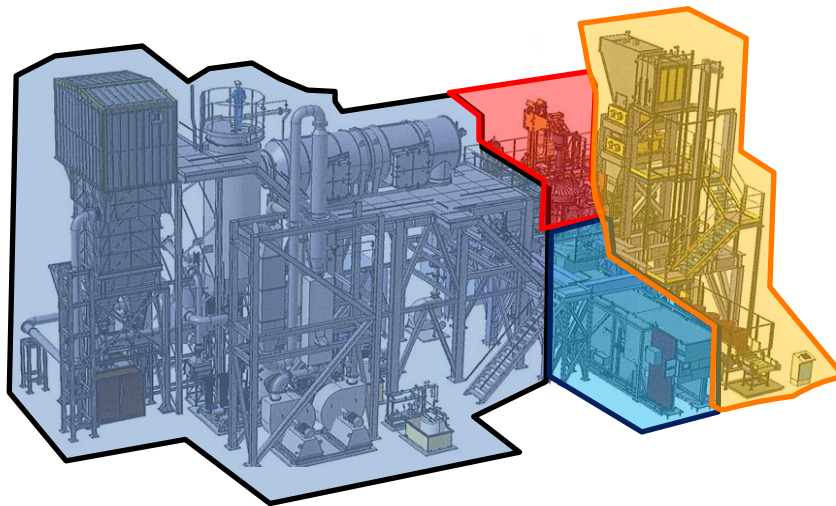
Installatie

In de haalbaarheidsstudie wordt vertrokken van de installatie die Belgoprocess samen met Iberdrola Ingeniería y Construcción gebouwd heeft als een turnkey project voor de kerncentrale van Kozloduy in Bulgarije. Deze installatie, die 250 ton per jaar kan verwerken, al dan niet in 200l vaten, is opgestart in 2018 en bestaat uit een gedeelte voor de aanvoer, het shredden en het voeden van het afval (geel); de plasma oven zelf (rood); een off-gas gedeelte (blauw); en een gedeelte voor het opvangen en koelen van de slak (lichtblauw).

Aangezien echter voor een eventuele Belgische installatie bijkomend ook geconditioneerd bitumen afval en geconditioneerd beton afval verwerkt dient te worden, zouden er voor een Belgische installatie een aantal wijzigingen aangebracht worden, zoals:

- mogelijkheid tot aandokken van zowel 400l als 200l vaten;

- cryogeen (koel) tunnel met vloeibare stikstof voor bitumen afval om het gebitumeerd afval eerst cryogeen te koelen vooraleer het naar de shreddertoren te transfereren;
- extra voedingspoort voor het laden van complete geconditioneerde beton- en metaalvaten met anorganisch afval; dit is een sluis van waaruit het vat horizontaal in de lengte richting hydraulisch in de oven geduwd wordt;
- slak in een 450l mal die rechtstreeks in een IPM caisson geplaatst wordt;
- bijkomende gamma scanning van 400l mal;
- bijkomende waterbehandeling voor neerslaan van zwavel.



Ook moet er de mogelijkheid zijn om verschillende afvalstromen via twee routes aan de plasma oven aan te bieden:

- Supercompacte afvalloten met metaal en/of beton of asvaten worden in hun geheel via de vatenlader in de plasma oven ingebracht.
- Afvalloten met gebitumeerd afval worden eerst cryogeen gekoeld, vervolgens geshred in een apart opgestelde shreddertoren om daarna via een voedingsschroef naar een hermetisch aangesloten vatenvulsysteem geleid te worden om zo 200-liter vaten te vullen. Deze vaten worden vervolgens via de vatenlader in de plasma oven gevoed.

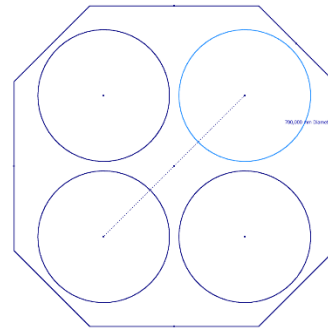
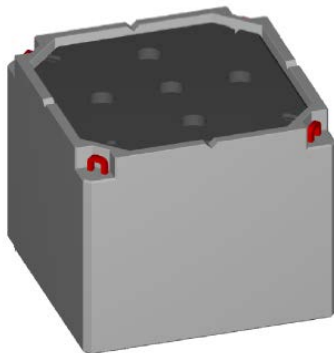
In de plasma oven zelf worden de organische componenten met behulp van een plasmabundel van ongeveer 5000°C vergast en het anorganisch materiaal gesmolten waarbij een amorfe glazige slak verkregen wordt. De gassen die gevormd worden tijdens de verbranding worden gezuiverd in de rookgasreiniging. Wanneer de primaire kamer voldoende volume aan slak bevat wordt deze afgegoten in een "mould" of mal.

De gevulde gietvorm die dezelfde buitenafmetingen heeft als een standaard 400L-vat is dan klaar om geplaatst te worden in een caisson. De gevulde caisson met vier mallen kan dan finaal geconditioneerd worden in de IPM-installatie.



Voorbeeld van juist gegoten hete slak in slak een mal; de slak mal is gepositioneerd in de koelmantel

IPM type 3 caisson met afsluitbaar deksel (inhoud 4 mallen)



IPM type 3 caisson met afsluitbaar deksel (inhoud 4 mallen)

Capaciteit

De installatie wordt uitgerust om organisch afval te verwerken met een thermisch vermogen van 1200 kW en een rookgasvolume van 3500 Nm³/u uitgang schouw. Het thermisch vermogen komt overeen met de verwerking van 170 kg/u brandbaar afval.

Om het anorganisch afval te verwerken en te smelten binnen een aanvaardbare tijd is een plasma toorts voorzien van 1500 kW.

Omwille van het optimaal bereik van de stand tijd is de meest efficiënte manier om in volcontinue bedrijf te werken d.w.z. 7 dagen op 7 en dit gedurende meerdere weken. Rekening houdend met een bedrijfsefficiëntie van 90 % worden dan 150 effectieve bedrijfsuren bekomen. De resterende tijd wordt opgevuld voor klein onderhoud, inspecties en het wisselen van de plasma toorts elektrodes.

Onderstaande tabel geeft de capaciteit weer van verschillende types afval. De capaciteit is bepaald alsof hetzelfde soort afval in een en dezelfde bepaalde campagne wordt behandeld. Energetischen naar verwerkingsefficiëntie is het alternerend verwerken van vaten met veel organisch en geen organisch afval het meest effectief.

Uitgaand van een mengsel organisch/anorganisch materiaal zoals het type supercompactievaten met organisch afval wordt een capaciteit bekomen van 32 ton per week of 220 kg/u wat in de wereld voor thermische nucleaire installaties voor het verwerken van radioactief afval reeds een behoorlijke capaciteit is.

type GA afval 400l	gewicht GA vat (kg)	capaciteit vaten/week	capaciteit ton/week
Supercompactie diverse samenstellingen	1000	32	32
Concentraten	935	35	32,7
Bitumen slib	600	31	18,6
Heterogene Bitumen	600	37	22,2

Output

VRF

De intrinsieke VRF wordt bepaald door de verhouding van het initieel volume t.o.v. het volume van de slak.

Voor bepaalde afvalloten is de chemische samenstelling goed gekend, voor andere loten weer wat minder maar men heeft telkens een vrij goed beeld van hoeveel organisch en anorganisch afval er in een vat zit. Daarom wordt met een aantal vuistregels, afgeleid uit de praktijk, het eindvolume berekend en aldus ook de VRF.

Logischerwijs zullen vaten met een hoog organisch afvalgehalte een hogere VRF geven. Vaten met metaal of betonafval hebben een gelijke VRF gezien beton de overheersende component in de 400L-vaten is. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de bekomen VRF's.

type GA afval 400l	gewicht GA vat kg	VRF t.o.v. slak
Supercompactie diverse samenstellingen	1000	1,1 tot 1,9
Concentraten	935	1,3
Bitumen slib	600	3,7
Heterogene Bitumen	600	2,8

Radiologische karakterisatie

Een van de doelstellingen voor radiologische karakterisatie is het aantonen van de conformiteit van het afval met de bergingscriteria. De finale karakterisatie van het eindvat zal gebeuren op basis van NDA-gammaspectrometrie. Deze meting wordt voorzien na het afkoelen van de smelt. De meting zal doorgaan in een afgeschermd positie die voorzien is van een draaitafel en zich ook bevindt in de slakkenkamer confinerings. Segmented gamma scanning (SGS) gecombineerd met een transmissiemeting wordt in dit kader het meest geschikt geacht.

Fysico-chemische karakterisatie

Het eindproduct kan beschouwd worden als volledig vrij van organisch materiaal vanwege de hoge werkingstemperatuur, de oxiderende atmosfeer en de lange verblijftijd tijdens de behandeling.

Hierdoor zullen bergingscriteria zoals het cellulosegehalte, wateroplosbare chlorides e.d. die eerder een probleem vormden voor bestaande GA-loten geen beperkingen opleggen aan het eindproduct dat verkregen wordt met plasmaverbranding. NIRAS zal evenwel nog moeten onderzoeken of deze glasachtige slak bergbaar is en aan welke criteria die moet voldoen.

Lozingen

Tijdens het behandelen van de rookgassen ontstaan effluenten met daarin een aantal geabsorbeerde componenten waaronder S, Cl, F en Hg. Dit afvalwater zal gezuiverd en geloosd worden volgens de geldende lozingsnormen. De gezuiverde rookgassen worden via een schouw in de atmosfeer geloosd.

Om aan de Vlare II normen afgeleid van de EC 2010/75/EC directive te voldoen mag de concentratie aan toxische componenten in de emissie naar de atmosfeer de limieten zoals getoond in onderstaande tabel niet overschrijden.

Component	Daggemiddelde (mg/Nm ³)
CO	50
Stof	10
HCl	10
HF	1
SO _x	50
NO _x	200
TOC	10

Zware metalen	Gemiddelde waarde (mg/Nm ³)
∑ Cd, Tl	0,05
Hg	0,05
∑ Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	0,5
Dioxines, Furanen	0,1ng TEQ/Nm ³

De radiologische lucht limieten zijn afgeleid van de bestaande vergunning van CILVA. De som van de radiologische emissie van de plasma installatie en CILVA zal niet hoger zijn dan de waardes in onderstaande tabel.

Secundair afval

Bij de uitbating van een plasma smeltoven ontstaat er secundair afval afkomstig van de rookgasreiniging, het onderhoud van de installatie en de gebruikelijke operationele handelingen. Het merendeel van het afval, zoals filters en reinigingsmateriaal wordt verwerkt in de installatie zelf. Echter het ontstane refractair afval afkomstig van onderhoudswerken aan de plasma wordt gesupercompacteerd en bedraagt op jaarbasis ongeveer 12m³. Koper elektrodes van de plasmatoorts die vervangen worden, kunnen worden vrijgegeven.

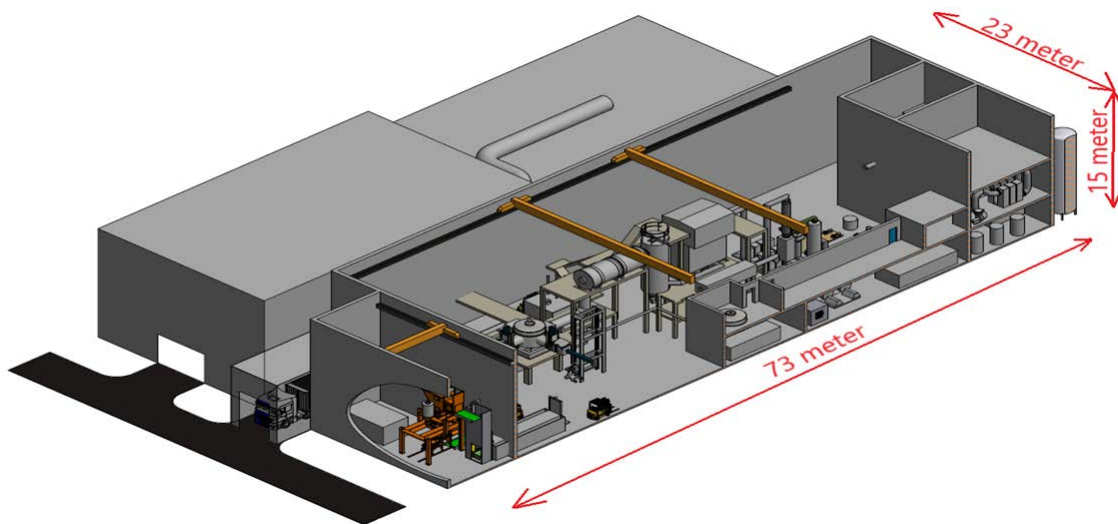
Infrastructuur

Voor de constructie van een gebouw waarin de installatie zich zal bevinden kan er geopteerd worden voor een nieuw gebouw dat aan gebouw 137X (CILVA) wordt aangebouwd of een volledig losstaand gebouw. Onderstaande tabel geeft de afweging weer tussen een aanbouw aan CILVA en een losstaand gebouw.

Gebouw aan Cilva	Losstaand gebouw
De bestaande ontvangst en opslagruimte in Cilva kan gedeeld worden.	Er is nood aan een operationele buffer van 1 week waardoor er opslagruimte voorzien moet worden en groter bebouw
Beperkte afstand & mogelijkheid tot aansluiting op de (Eurochemic) schouw	Afhankelijk van de locatie, nood aan een eigen schouw
Mogelijkheid om scrubber tanken (2*50m ³) en BO1 en BO2 tanken (vloerwater) te delen	Eigen voorziening nodig.
Mogelijkheid om voor NaOH te delen en andere kleine nuts voorzieningen te delen	Eigen voorziening nodig.
Mogelijkheid om personeelsvoorzieningen (sanitaire voorzieningen, ingang gecontroleerde zone, omkleedruimte, refter,...) te delen	Eigen voorziening nodig.
Meer flexibiliteit & efficiëntie bij operationele handelingen en logistieke assistentie (aan- en afvoer collo, laden van afval, ...)	Extra manuren/apparatuur vereist
Meer flexibiliteit & efficiëntie bij veiligheidstoezicht.	Extra manuren/apparatuur vereist

De voordelen bij een aanbouw aan CILVA zijn dat de kosten gedrukt kunnen worden en dat er meer flexibiliteit ontstaat door gebruik te maken van de bestaande faciliteiten. In de haalbaarheidsstudie werd daarom geopteerd voor een installatie aanpalend aan CILVA waarbij een preliminaire lay-out werd ontworpen.

Een gebouw voor aanbouw aan CILVA zal bij benadering 23m x 73m zijn met een hoogte van 15m en kan aangebouwd worden. Voor de aanvoer van lege caissons en ander materiaal en de afvoer van caissons met volle slak mallen is er een vrachtautosluis voorzien.



Bij een volledig losstaand gebouw zal er 20 tot 30% meer oppervlakte nodig zijn vanwege de nood aan een grotere opslaghal, magazijnruimte, personeelsvoorzieningen, ruimte voor veiligheidstoezichters en opslagtanks voor NaOH, stookolie, scrubber water en afvoerleidingen. Ook wordt verwacht dat de operationele kosten hoger zullen liggen vanwege de zelfstandige werking los van CILVA. Daartegenover staat wel dat deze autonomie een strategisch voordeel kan bieden in het toekomstperspectief.

Nutsvoorzieningen

Ook werden de nutsvoorzieningen bestudeerd waarbij gekeken werd naar geïnstalleerd vermogen en het verwacht gemiddeld verbruik. De voornaamste nutsvoorzieningen zijn opgelijst in onderstaande tabel.

		Geïnstalleerd vermogen
Elektriciteit hoogspanning	6kV	1500kW
Elektriciteit laagspanning	400V	1075kW
Perslucht	Nm ³ /h	120
Service water	m ³ /h	11
Noodaggregaat (Diesel)	kVA	300

Ventilatie

Er wordt geopteerd om een afzonderlijke ventilatie voor het plasmagedeelte te implementeren los van CILVA d.w.z. afzonderlijke pulsie en extractie ventilatie. De pulsie wordt gestuurd in functie van de onderdruk en extractie ventilatie gestuurd in functie van het debiet. Uiteindelijk wordt de ventilatielucht in de koker van het CILVA gebouw getransfereerd om naar de algemene schouw te gaan. Doel van de ventilatie is:

- zorgen voor een onderdruk in het gebouw waarbij rekening gehouden wordt met onderdrukken in de verschillende drukzones.
- het verwijderen van warmte afgifte van de verschillende onderdelen zoals elektrische motoren, plasma oven, rookgas reiniging, etc. vooral in de zomermaanden.
- bijverwarmen van de lokalen voornamelijk gedurende de wintermaanden. Warmte recuperatie van koeling van rookgassen is ook ingebouwd zodat praktisch geen externe energiedrager nodig is.

Financieel

De totale investering voor een plasma installatie zoals bestudeerd in de haalbaarheidsstudie bedraagt 50,5 MIO€ en omvat:

- kosten project opvolging, vergunning, test en opstart;
- detail engineering en proces installaties;
- burgerlijke bouwkunde en nutsvoorzieningen.

De grootste winst die gehaald kan worden uit de bouw en exploitatie van deze plasma oven is niet louter financieel, maar ook het bekomen van een bergbaar eindproduct na verwerking van de afvalloten die vandaag niet naar de oppervlakteberging mogen.

Ook werd de Return on investment voor de bouw en exploitatie van een plasma oven t.o.v. het scenario 'do nothing' bekeken, waarbij in deze hypothetische berekening er van uit gegaan wordt dat de eerder genoemde afvalloten naar de geologische berging zullen gaan. De financiële analyse toont aan dat de investering van het bouwen en exploiteren van een plasma oven minstens 4 keer terug verdiend wordt in vergelijking met het bergen van dit afval in de geologische berging.

Planning

De totale doorlooptijd vanaf de goedkeuring van het project tot en met de uiteindelijke exploitatie van de geconstrueerde plasma smeltoven wordt geraamd op 6 jaar.

Graded Approach Criteria

Volgens de FANC richtlijnen voor nieuwe klasse 1 installaties dient er een GAC bepaald te worden op basis van een preliminaire impactstudie. Deze GAC heeft betrekking op de eisen van FANC aangaande de benodigde studies m.b.t. veiligheidsdemonstratie en externe risico's (onopzettelijke vliegtuigval met brand, aardbeving en overstroming). Deze preliminaire impactstudie bestaat eruit om op een conservatieve wijze de radiologische gevolgen (maximale off-site dosis) te relateren aan de nieuwe installatie. [12]

Deze acute dosis off-site bedraagt voor:

GAC 1: 500 μ Sv

GAC 2: 5mSv

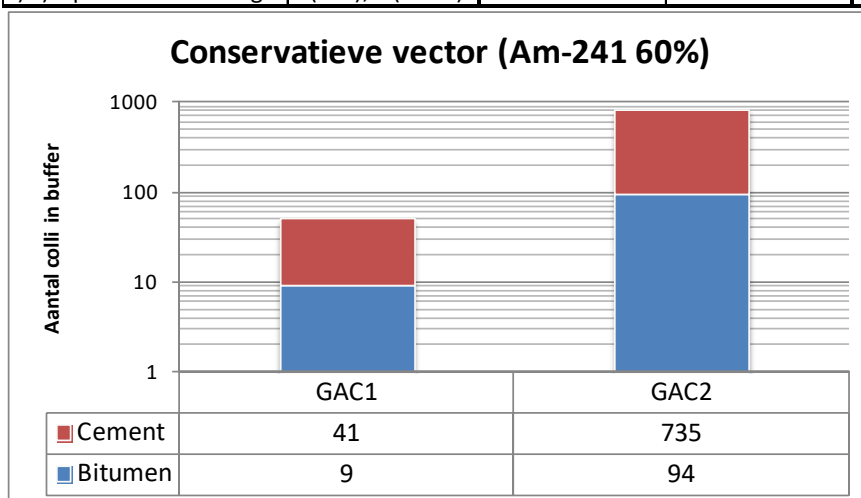
Belangrijk is dat GAC 1 en GAC 2 installaties dezelfde ontwerp codes hebben, dus dezelfde ontwerp codes voor burgerlijke bouw, nutsvoorzieningen, installaties, etc. Verschil tussen GAC 1 en GAC2 is, dat voor GAC2 striktere criteria worden weerhouden voor berekening van referentie ongevallen (strenger aardbevingsscenario, inslag met een groter vliegtuig, etc.).

Door te variëren met parameters (bronterm bitumenmatrix en cementmatrix) kan afgeleid worden dat:

- de bronterm bitumenmatrix een trigger is voor het scenario "grondlozing met brand";
- de bronterm cementmatrix een trigger is voor een ander scenario "grondlozing zonder brand";
- het aantal colli van bitumenmatrix is het meest beperkend;
- de meest bepalende radiologische parameter is de alfa-activiteit.

De werkwijze voor de bepaling van de optimale bezetting bestaat er dus uit om het maximum aantal colli bitumenmatrix te hanteren (uit de bepaling van de maxima per individuele stroom) en deze te optimaliseren met zoveel mogelijk colli cementmatrix terwijl men blijft voldoen aan de geldende GAC criteria. Bij de bitumenmatrix wordt er gevarieerd in de toegelaten alfa-activiteit (van 1 tot 4 GBq/m³) gezien dit de meest penaliserende parameter is. Zodoende bekomt men de maximale bezetting van de installatie in onderstaande tabel.

	Alfa (GBq/m ³)	GAC1 (Bitumen)	GAC1 (Cement)	GAC2 (Bitumen)	GAC2 (Cement)
a) 100% GA Bitumen	4	2		24	
	2	4		48	
	1	9		94	
b) 100% GA Cement	4		43		759
c) c) Optimale bezetting	1 (Bit.), 4 (Cem.)	9	41	94	735



De grens voor GAC 1 is reeds bereikt wanneer 9 bitumenvaten van $1\text{GBq}/\text{m}^3$ en 41 cementvaten van $4\text{GBq}/\text{m}^3$ aanwezig zijn in de plasma installatie. Enkel en alleen reeds rekening houdend met het feit dat er een buffer is van 8 vaten met bitumen afval in de koelunit zal de plasma installatie gelijkgesteld worden aan GAC2. Bij categorisering van GAC 2 kunnen 728 vaten met beton matrix en 90 vaten met een bitumen matrix in de installatie aanwezig zijn. In normale procesvoering is het totaal aantal coli minstens een factor 10 lager.

Bronterm

In de haalbaarheidsstudie werd de radiologische impact bekeken van de potentiële bronterm bij een thermische herwerking gebaseerd op plasma-technologie.

Het doel hiervan is:

- een duidelijk beeld te krijgen van de ontwikkeling van een activiteitenbalans ten gevolge van de thermische verwerking (uitgaande van ervaringsgegevens en literatuur);
- het uitvoeren van een radiologische evaluatie van de bronterm (uitbatingslimieten, lozingen, bergbaarheid eindproduct,...) in functie van de aangevoerde GA-productie.

Het totaal aantal GA vaten van 15.100m^3 afkomstig van verschillende productielijnen is maximalistisch opgevat om de verschillende brontermen op vatniveau te kunnen evalueren.

Dit totaal aantal GA vaten omvat dus significant meer te evalueren dan enkel de afvalstromen van categorie A (7.125m^3) waarvoor het aantonen van hun bergbaarheid mogelijks niet evident zal zijn.

Operationele aspecten van de verwerking

Op basis van de huidige informatie laat de activiteitenenveloppe toe om ca. 85% van het volume van de totale geëvalueerde potentiële bronterm (GA producties) te verwerken met plasma technologie.

De lozingen zowel in het afvalwater als de lozingen in de atmosfeer voor niet vluchtige bèta en alfa stralers bevinden zich ruim binnen de actuele lozingslimieten).

Radiologische bergbaarheid van het eindproduct

Plasma verwerking geeft een bepaalde VRF. Toch is deze VRF gering op de herwerking van het geconditioneerd afval zodat opconcentratie van de radioactiviteit een verwaarloosbaar effect heeft op de bergingsoriëntatie.

Showstoppers

Normaal gezien is het afval voldoende gekend om te verwerken. Wanneer toch vooral historische afvalsoorten met een onvoldoende chemische kennis van de inhoud verwerkt wordt, kan dit gevolgen hebben op de lozingen (voornamelijk waswaters). Hiervoor kunnen echter bijkomende behandelingsstappen uitgevoerd worden aan de plasma installatie zelf of aan de bestaande installaties op de Belgoprocess site.

De R&D afdeling van NIRAS onderzoekt momenteel het lange-termijn gedrag van het eindproduct van het plasma proces, zijnde een glasachtige slak met een grotendeels amorfe structuur. De eerste resultaten uitgevoerd op simulaat afval tonen aan dat het uitlogingsgedrag vergelijkbaar is aan dat van het verglaasd afval afkomstig van opwerking (cf. glas van geb. 136). NIRAS zal in de komende jaren verder onderzoek doen om hiervoor uitsluitel te bekomen om na te gaan of de bergbaarheid van de plasmaslakken kan gegarandeerd worden.

Besluit

Historisch geconditioneerde afval partijen hebben vaak beperkte informatie wat betreft fysicochemische eigenschappen, radiologische inhoud voornamelijk met betrekking tot moeilijk meetbare isotopen, exacte hoeveelheid cellulose, en de vrije chloor en sulfaten – allemaal criteria die gekend moeten zijn om de bergbaarheid te kunnen garanderen.

Plasma verwerking kan dit mogelijks oplossen aangezien hierbij een glasachtige slak gevormd wordt vergelijkbaar met een vitrificatieproces vrij van organische componenten, water en van mobiele ionen. Naast historisch GA afval is plasma technologie ook geschikt voor actuele probleem loten.

Financiële analyse toont aan dat plasma technologie een verantwoorde investering is.