

## **Vragen en antwoorden van Hoofdstuk 16**

HS16-001 Te meten parameters en link met de veiligheidsevaluatie

HS16-002 Beschrijving van de referentiesituatie

HS16-003 Corrigerende maatregelen rond de inspectiekamers

HS16-004 Vraag tot de opvolging hydrogeologische aspecten site in de tijd

## **1 HS16-001 Te meten parameters en link met de veiligheidsevaluatie**

Tabel 16.1 “Lijst met kritieke parameters met betrekking tot langetermijnveiligheid” is voor FANC en Bel V onvoldoende gedetailleerd. In sommige gevallen zijn slechts “voorbeelden” van te meten parameters opgenomen. De link met de vooropgestelde veiligheidsfuncties wordt niet expliciet gegeven.

FANC/Bel V vragen aan NIRAS om voor de eerste zitting van de Wetenschappelijke Raad een systematisch overzicht te geven van alle parameters die NIRAS zal meten teneinde specifieke veiligheidsfuncties/hypothesen en essentiële parameters van de veiligheidsevaluatie te bevestigen.

Ze verwijzen hier ook naar het document TOC [1] waarin gevraagd wordt een tabel aan te leveren die per thema tijdens de verschillende fasen uit het leven van de installatie de verschillende indicatoren en kritieke parameters die gevolgd zullen worden met betrekking tot de lange termijn veiligheid oplijst. Er wordt gevraagd dat deze tabel à minima de parameters, doelstelling, duur, frequentie, lokalisatie, meetinstrument/meetmethode/staal name en registratie/archiefmode bevat. Er wordt ook gevraagd om het belang van deze parameters uit te leggen voor de lange termijn veiligheid.

## **2 Antwoord NIRAS**

Er wordt hieronder ingegaan op de parameters die in het kader van het inspectie- en monitoringprogramma zullen worden gemeten. Voor de bevestiging van veiligheidsfuncties, hypothesen en essentiële parameters van de veiligheidsevaluatie via specifieke ontwerpvereisten, ontwerpinputs en conformiteitscriteria (QC aspecten) tijdens constructie en inbedrijfstelling verwijzen we naar Fiche 11.

### **2.1 Bevestigen veiligheidsfuncties, hypothesen en essentiële parameters veiligheidsevaluatie**

Opdat het belang voor de langetermijnveiligheid van de te meten parameters duidelijk wordt, is er hieronder weergegeven:

- ☒ wat de specifieke veiligheidsfuncties, hypothesen en essentiële parameters van de veiligheidsevaluatie zijn die via een opvolging in de tijd binnen het monitoringprogramma bevestigd moeten worden
- ☒ welke parameters hiertoe gemeten zullen worden.

Beide tabellen hieronder kunnen niet worden beschouwd als een samenvatting van Hoofdstuk 16 van het veiligheidsdossier.

Specifieke veiligheidsfunctie of hypothese/parameter van de veiligheidsevaluatie	Parameter(s) die gemeten zullen worden
<p>Veiligheidsfunctie R2a door begroeiing op afdekking en systeem “infiltratiebarrière (klei) + laterale drainage door zand in de bio-intrusie laag en ophoging aan de zijdes”;</p> <p>Parameter verbonden met deze veiligheidsfunctie: effectieve infiltratie in afdekking</p>	<p>Op de proefafdekking zal de effectieve infiltratie opgevolgd worden.</p> <p>Het waterstromingsmodel zal volledig op punt gesteld worden met behulp van de metingen in de proefafdekking en een weerstation nabij de modules en proefafdekking.</p> <p>Dat model zal daarna (vanaf fase Ib) gebruikt worden om de effectieve infiltratie in de afdekking op de berging te bevestigen aan de hand van de meteorologische parameters nabij de modules.</p> <p>Meteorologische parameters (zie §16.5.7.1).</p>
<p>Hypothese: Verwachte evolutie dat de aarden afdekking haar beschermende rol en veiligheidsfunctie R2a kan spelen.</p>	<p>Topografische metingen op de afdekking tijdens fases Ib, II en III (zie §16.5.5.1).</p> <p>Fysiek toezicht tijdens fases Ib, II en III om anomalieën met betrekking tot bodemerosie, afschuivingen, floraturbatie en bioturbatie te kunnen vaststellen (zie §16.5.5.2).</p> <p>Monitoring via het drainagesysteem en de inspectierobot tijdens fase Ib (zie §16.6 en §16.2.5).</p>
<p>Hypothese qua stabiliteit van de modules (geen grote differentiële zettingen)</p>	<p>Monitoring van de zettingen en verplaatsingen van de modules tijdens fase Ia (zie §16.5.4)</p> <p>Topografische metingen op de afdekking tijdens fases Ib, II en III (zie §16.5.5.1)</p>
<p>Hypothese m.b.t. de beschouwde aardbevingen bij het ontwerp van de betonnen componenten en de analyse van de stabiliteit van de afdekking.</p>	<p>Opvolging van in-situ seismologische gegevens (zie §16.5.7.3) tijdens de constructiefase en fases Ia en Ib. De continue opvolging van de in-situ seismologische gegevens hebben als doel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• om de bekomen gegevens te vergelijken met de aannames waarvoor de installatie ontworpen werd. Dit omvat twee deelaspecten; <ul style="list-style-type: none"> <li>○ De kenmerken van de aardbevingen (i.e. grootte, spectrum, ...)</li> <li>○ De respons van de structuur (i.e. correcte eigenfrequenties gebruikt, demping, ...)</li> </ul> </li> <li>• het opzetten van een inspectiecampagne indien blijkt dat de seismische risicoanalyse gebaseerd is op een onderschatting van de input data .</li> </ul>
<p>Hypothese verwachte levensduur betonnen componenten: Trage carbonatiesnelheid zorgt ervoor dat verwachte levensduur betonnen componenten gehaald kan worden</p>	<p>Carbonatatiefront getuigemonolieten en proefstukken (§16.5.1.1)</p>

Specifieke veiligheidsfunctie of hypothese/parameter van de veiligheidsevaluatie	Parameter(s) die gemeten zullen worden
Hypothese verwachte levensduur betonnen componenten: Bevestiging dat carbonatatie het degradatiemechanisme is dat de verwachte levensduur van gewapend beton bepaalt	Opvolging getuigemonolieten en proefstukken (§16.5.1.1 ): carbonatatiefront, verificatie van afwezigheid van thaumasiet en secundaire ettringiet, dimensionele veranderingen en spanningen (te wijten aan belasting en veroudering), corrosiepotentiaal
Veiligheidsfuncties R1/R4a: Trage saturatie van betonnen componenten die hypothesen van diffusief transport van nucliden en traag vrijkomen van nucliden uit afvalvorm ondersteunt (R1, R4a veiligheidsfuncties) ; Hypothese saturatiegraad in betonnen componenten en de evolutie	Vochtgehalte getuigemonolieten, proefstukkamers (§16.5.1)
Parameter/hypothese: geotransferfactor gebruikt bij impactberekening	Waterpeilen, stroomsnelheden in peilbuizen in de omgeving van de berging (§16.4.12)

## 2.2 Tabellen met verschillende indicatoren en kritieke parameters die gevolgd zullen worden met betrekking tot de langetermijnveiligheid

De tabel 16.1 zal vervangen worden door onderstaande tabellen met de verschillende indicatoren en kritieke parameters die gevolgd zullen worden met betrekking tot de langetermijnveiligheid tijdens de verschillende fasen uit het leven van de installatie.

In de onderstaande tabellen wordt ook verwezen naar de overeenkomstige paragrafen van HS16, versie vergunningsaanvraag.

**Tabel 1: Indicatoren en kritieke parameters met betrekking tot de langetermijnveiligheid, die tijdens de *constructiefase* gemonitord zullen worden.**

Constructiefase										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ indicator	Sectie/label/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meeinstrument Meetmethode	Archiveringswijze data	Archivering meetstalen
Radiologisch monitoring-programma	Referentietoestand	Referentietoestand in de omgeving, zodat mogelijke verstoringen uit herging kunnen gedetecteerd worden	Zie Antwoord HS16-002							
	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsevaluaties	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsevaluaties	Zie Antwoord HS16-004							
Fysiek toezicht en structurele monitoring (voor QC aspecten Fiche 11)	Hypothese m.b.t. de beschouwde standaardbevingen	Hypothese m.b.t. de aardbevingen voor het ontwerp van betonconstructies en voor de analyse van de stabiliteit van de afdekking	In-situ seismologische gegevens + interpretatie van data a.d.v. modellen	§16.5.7.3 En OD 177	Omgeving bergingsite	Continu	Momentopname	Accelerometers	Opvolging door Koninklijke Sterrewacht België in het kader van een seismometer-netwerk	Niet van toepassing

**Tabel 2: Indicatoren en kritieke parameters met betrekking tot de langetermijnveiligheid die tijdens de exploitatiefase Ia gemonitord zullen worden.**

Exploitatiefase Ia											
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ indicator	Secitie/tabel/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meetinstrument Meetmethode	Archiveringswijze data	Archivering meetstalen	
Radiologisch monitoring-programma	Bevestiging van beoogde prestatie	Radiologische en chemische toestand in de omgeving zodat verstoringen uit berging kunnen geïdentificeerd worden (en die niet door het drainagestelsel gedetecteerd worden)	Zie §16.4.8.2 Tabel 16-11	§16.4	OD-237 Plannen "APDTTE GCTE007" tot en met "APDTTE GCTE009" – bemonstering grondwater observatieputten	Zie §16.4.8.2 Tabel 16-11		Momentopname Tabel 16-11	Zie §16.4.8.2 Tabel 16-11	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer. Zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen van geotransfactoren gebruikt in de veiligheidsbeoordelingen	Bevestigen geotransfactoren gebruikt in de veiligheidsbeoordelingen	Zie Antwoord HS16-004								
Monitoring van het drainagewater	Bevestiging van beoogde prestatie	Detectie van mogelijke problemen	Hoeveelheid water Parameters in water Zie § 16.6.5 en Tabel 16-16	§ 16.6 en OD-166	§ 16.6 en OD-166	Continu Bij aanwezigheid water		Momentopname Tabel 16-16	Zie § 16.6.5 en Tabel 16-16	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer. Zie §16.3.3	Niet van toepassing

HS16-001– p. 6 / 15

Exploitatiefase Ia										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ Indicator	Section/label/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meetinstrument Meetmethode	Archiveringswijze data	Archivering meetwaarden
Monitoring van de inspectieruimte	Bevestiging van benoemde prestatie	Detectie van mogelijke problemen	Visuele inspectie van de inspectieruimte en het aanwezige gedeelte van het drainagestelsel	§16.2.5	Inspectieruimtes	Voor modules in opvulling: jaarlijks Voor modules grenzend aan modules in opvulling: 2-jaarlijks Voor reeds opgevoelde modules4-jaarlijks		Momentopname Inspectierobot	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
			Uitvoeren van besmettingsmetingen in geval van water of sporen van water aanwezig in de inspectieruimte	§16.2.5	Inspectieruimtes	Bij aanwezigheid van water of sporen van water	Momentopname Wijfmonsters	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing	
Proefafdekking	Bevestiging van benoemde prestatie	Validatie van de hydraulische prestatie van de afdekking	Effektieve infiltratie	REX proefafdekking	REX proefafdekking	REX proefafdekking	REX proefafdekking	REX proefafdekking	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
		Vaststellen bodemerosie, afschuivingen, bioturbatie	Vervormingen, afschuivingen, floraturbatie, bioturbatie	§ 16.5.5	§ 16.5.5.2	Maandelijks	Momentopname	Visueel	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing

HS16-001 – p. 7 / 15

Fysiek toezicht en structurele monitoring	Bevestigen levensduur beton	Carbonatatie opvolgen	Carbonatatiefront	§ 16.5.1 en OD 177	Proefstukken, getuigemonolieten	Om de 2 à 3 jaar	Cumulatief	Kernboringen	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen levensduur beton	Druksterkte-evolutie	Druksterkte-evolutie van het beton en/of mortel	§ 16.5.1 en OD 177	Proefstukken, getuigemonolieten, proefstukkamers	Om de 2 à 3 jaar	Cumulatief	Drukproef	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen levensduur beton	Uitsluiten degradatieprocessen in beton	Verificatie van afwezigheid van (thans niet en secundaire ettringiet, dimensionele) veranderingen en spanningen (te wijten aan belasting en veroudering), porositeit op proefstukken, corrosiepotentiaal in proefstukken en getuigemonolieten	§ 16.5.1 en OD 177	Proefstukken, getuigemonolieten, proefstukkamers	Om de 2 à 3 jaar	Cumulatief	§ 16.5.1.1	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen afwezigheid grote differentiele zettingen	Opvolgen van zettingen en opzettingen	Zettingen en verplaatsingen	§16.5.4	§ 16.5.4.2	Continu	Cumulatief	Totalslatiemetingen, Theodolieten en prismas	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen hypothesen van diffusief transport en traag vrijkomen van radionucliden	Bevestigen lage saturatie van beton	Vochtgehalte	§ 16.5.1 en OD 177	Proefstukken, getuigemonolieten en wanden in proefstukkamers	Continu	Cumulatief	DR-sonde	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Hypothese m.b.t. beschouwde aardbevingen	Hypothese m.b.t. de aardbevingen voor het ontwerp van betonnen componenten en voor de analyse van de stabiliteit van de afdekking	In-situ seismologische gegevens + interpretatie van data a d h v modellen	§16.5.7.3 en OD 177	Op de staalconstructie zelf ~ ter hoogte van de rolbrug in het administratief gebouw en eventueel in de WCB en/of binnen de proefstukkamers. Omgeving bergingssite	Continu	Momentopname	Accelerometers	Opvolging door Koninklijke Sterrewacht België in het kader van hun seismometer-netwerk	Niet van toepassing



**HS16-001 – p. 8 / 15**

Bevestiging beoogde prestatie	Inspectieruimte: Detectie van mogelijke problemen	Visuele inspectie d.m.v. inspectiebot	Zie antwoord HS16-003
----------------------------------	--	--	-----------------------

**Tabel 3: Indicatoren en kritieke parameters met betrekking tot de langetermijnveiligheid, die tijdens de exploitatiefase Ib gemonitord zullen worden.**

Exploitatiefase Ib										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/indicator	Sectie/tabel/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Mechanometrische meetmethode	Archiverings-wijze data	Archivering metstaten
Radiologisch monitoring-programma	Bevestiging van beoogde prestaties	Radiologische en chemische toestand in de omgeving zodat verstoringen uit berging kunnen gedetecteerd worden (en die niet door het drainagestelsel gedetecteerd worden)	Zie §16.4.8.3 Tabel 16-13	§16.4	Zie §16.4.8.3 OD-137 Plan "APDTT E GCTE010" bemonstering grondwater observatieputten	Zie §16.4.8.3 Tabel 16-13	Momentopname	Zie §16.4.8.3 Tabel 16-13	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsvaluaties	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsvaluaties	Te bepalen							
Monitoring van het drainagewater	Bevestiging van beoogde prestaties	Detectie van mogelijke problemen	toevloed water Parameters in water	§ 16.6 en OD-166	§ 16.6 en OD-166	Continu Bij aanwezigheid water	Momentopname	Zie § 16.6.5 Tabel 16-16	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
Monitoring van de inspectieruimte	Bevestiging van beoogde prestaties	Detectie van mogelijke problemen	Visuele inspectie van de inspectieruimte en het aanwezige gedeelte van het drainagestelsel	§16.2.5	Inspectieruimtes	Initieel + jaarlijks, frequentie aan te passen, op basis van observaties	Momentopname	Inspectierobot	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing

HS16-001 – p. 10 / 15

Exploitatiefase 16										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ indicator	Sectie/label/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Tuur van de meting	Metingstrategie/ Meetmethode	Archiveringswijze data	Archivering meetwaarden
Fysiek toezicht en structurele monitoring			Mixviseren van bezettingsmetingen in geval van water of sporen van water aanwezig in de inspectieruimte	§16.2.5	Inspectieruimtes	Bij aanwezigheid van water of sporen van water	Momentopname	Wrijfmonsters	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen levensduur beton	Carbonatatie opvolgen	Carbonatatiefront	§ 16.5.1 en OD 177	Proefstukken, getuigemonolieten in proefstukkamers	Om de 2 à 5 jaar	Cumulatief	Kernboringen	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	Bevestigen levensduur beton	Ditstuiten andere degradatieprocessen beten	Druksterkte, porositeit op proefstukken, dimensionale veranderingen en spanningen (te wijten aan belasting en voeradering), corrosiepotentiaal in proefstukken en getuigemonolieten.	§ 16.5.1 en OD 177	§ 16.5.1.1 en OD 177	§ 16.5.1.1	Cumulatief	§ 16.5.1.1	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing



HS16-001 – p. 12 / 15

Exploitatiefase II										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ indicator	Sector/label/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meetinstrument Meetmethode	Archiverings-wijze data	Archivering meetdata
	Bevestiging bevoegde prestatie	Inspectieruimte: Detectie van mogelijke problemen	Visuele inspectie d.m.v. inspectierobot	Zie antwoord HS16-003						
Afdekking	Verwachte evolutie dat de afdekking beschermende rol er tijdens fasen I, II, III en IV	Topografie metingen op de afdekking Validatie van de hydraulische performantie van de afdekking Vaststellen bodemerosie, afschuivingen, bioturbatie	Zettingen en verplaatsingen Effectieve infiltratie Vervormingen, afschuivingen, bioturbatie	§ 16.5.5	Bovenoppervlak, hellingen en basis van de tumulus, REX § 16.5.5	Trimestrieel REX Maandelijks	Momentopname REX Momentopname	Prisma's REX Visueel	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
				REX	REX	REX	REX	REX	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
					§ 16.5.5	§ 16.5.5.2	Maandelijks	Momentopname	Visueel	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3

**Tabel 4: Indicatoren en kritieke parameters met betrekking tot de langetermijnveiligheid, die tijdens de sluitingsfase II en nucleaire reglementaire controlefase III gemonitord zullen worden.**

Sluitingsfase II / Nucleaire reglementaire controlefase III										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/indicator	Secie/label/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meetinstrument Meetmethode	Archiveringswijze data	Archivering meetstalen
Radiologisch monitoring-programma	Bevestiging van de beoogde prestatie	Radiologische en chemische toestand in de omgeving zodat verstoringen kunnen gedetecteerd worden	Zie §16.4.8.4 §16.4.8.5 Tabel 16-14	Bij niet-verwachte evoluties van het bergingsysteem, verstoringen in de omgeving detecteren	OP>237 Tijdens fase II Plan "APDTT E GCTE011" Bij niet-verwachte grondwater observatiepunten	Zie §16.4.8.4 Tabel 16-14	Momentopname	Zie §16.4.8.4 Tabel 16-14	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie 16.3.3	Niet van toepassing

HS16-001 – p. 14 / 15

Sluitingsfase II / Nucleaire reglementaire controlfase III										
Monitoring thema	Algemene doelstelling	Specifieke doelstellingen	Parameter/ indicator	Secie/ tabel/ nota waar dit aspect in detail behandeld wordt	Lokalisatie van de meting	Frequentie van de meting	Duur van de meting	Meeinstrument Meermethode	Archiveringswijze data	Archivering meetdata
	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsvaluaties	Bevestigen van geotransferfactoren gebruikt in de veiligheidsvaluaties	Zie antwoord HS16-004							
Fysiek toezicht en structurele monitoring	Bevestigen van verwachte structurele componenten	Te bepalen alvorens fase II	Hoefstukken en getuigenmonolieten	§ 16.5.5	§ 16.5.5.1	Trimestrieel	Momentopname	Theodoliet, prisma's	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
Afdekking	Verwachte evolutie van de aardafdekking haar beschermende functie	Topografische metingen op de afdekking	Zettingen en verplaatsingen	§ 16.5.5	§ 16.5.5.2	Maandelijks	Momentopname	Visueel	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing
	R2a kan spelen tijdens fases Ib, II, III en IV	Vaststellen bodemerosie, afschuivingen, bioturbatie	Vervormingen, afschuivingen, bioturbatie	§ 16.5.5	§ 16.5.5.2	Maandelijks	Momentopname	Visueel	Onderdeel van het geïntegreerde databeheer, zie §16.3.3	Niet van toepassing

### **3 Aanpassingen in het veiligheidsrapport**

HS16 §16.2.4 en §16.4.12 zullen aangepast worden conform het antwoord in §2.

Er zal in de inleiding van HS16 verduidelijkt worden dat met monitoring een opvolging in de tijd van parameters bedoeld wordt, terwijl QC aspecten ter bevestiging van SSC's en afval aan bod komen in HS07, HS08 en HS15.

### **4 Referenties**

- [1] FANC/AFCN, *Explications portant sur la tables des matières, le contenu attendu et la structure du rapport de sûreté destiné à couvrir l'ensemble des périodes et phases de la vie d'un établissement de stockage définitif en surface*, 2011-06-06-PDC-5-4-1-FR.



## **1 HS16-002 Beschrijving van de referentiesituatie**

Hoofdstuk 16 beschrijft volgens FANC en Bel V de referentietoestanden (baseline) op een partiële en verspreide manier.

FANC/Bel V vragen om hen een systematisch overzicht van deze referentietoestanden/waarden te bezorgen. Daar waar deze nog niet beschikbaar (= gemeten) is vragen FANC/Bel V om voor de eerste zitting van de Wetenschappelijke Raad informatie te geven over de voorgestelde metingen en hun vooropgestelde planning.

## **2 Antwoord NIRAS**

De referentietoestanden zijn in de onderstaande tabel 1 gegeven.

In deze tabel 1 worden voorlopige referentiewaarden gegeven. Deze referentiewaarden worden op de reeds uitgevoerde metingen gebaseerd (maximale waarde of waarde gebaseerd op *expert judgment*). Bijkomende metingen zijn voorzien en definitieve referentiewaarden zullen nadien bepaald worden.

Tabel 1: Overzicht van de referentietoestanden

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
Omgevingsstraling	Dosistempo [nSv/h] site en omgeving	Enmalig (april 2011) - draagbare dosisdebietmeter	Bergingssite en directe omgeving	< 70 nSv/h	< 100 nSv/h	§2.1 [ID-256]
		Enmalig (mei 2000) - gammadetectoren geplaatst in helikopter	Nucleaire zone Mol-Dessel	circa 50 nSv/h		§5.6.6, blz. 98 [ID-244]
		Enmalig (oktober 2000) - draagbare dosisdebietmeter	Omgeving van nucleaire zone Mol-Dessel	circa 60 nSv/h (100 nSv/h en uitzonderlijk tot 150 nSv/h : natuurlijke radioactiviteit in wegbedekking)		§5.7, blz.99-102 [ID-244]
		Integratie over een trimester en gemiddelde over jaar (2010)	Omgeving van site BP1	Circa 70 nSv/h (100 nSv/h bij natuurlijke radioactiviteit in bouwmaterialen)		§4.3.1 [R16-4]
		Gemiddelde over een jaar (2013)	Vlaanderen	80 – 100 nSv/h		§1.4 [2]
		Gepland bij einde van constructie (effect modules.	Bergingssite	<b>Te bepalen</b>		-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
		ophoging en veranderde situatie BN, FBFC, IPM) - draagbare dosisdebietmeter				
		Gepland vanaf 2017 (effect van ontsluitingsweg, metingen zowel zonder als met modules aanwezig) – integrerende dosismeting	Bergingssite + omgeving (zie [OD-237])	Te bepalen		-
	Dosistempo [nSv/h] modules	Gepland bij einde van constructie	Boven de modules onder de dak	Te bepalen	Te bepalen	-
	Dosistempo [nSv/h] inspectiegalerij	Gepland bij einde van constructie	Inspectieruimte	Te bepalen	Te bepalen	-
Atmosfeer – aërosolen		Maandelijks filters  2000-2010	Gemeentehuis Dessel	* Gemiddelde in 2010 0,06 mBq/m <sup>3</sup> * Maximum in 2010 0,11 mBq/m <sup>3</sup> * Jaargemiddelden 2000-2010: 0,03 – 0,06 mBq/m <sup>3</sup>		§4.2.2 en tabel 10 [R16-4]

HS16-002 – p. 4 / 22

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	Alfa-totaal [mBq/m <sup>3</sup> ] aërosolen site en omgeving	Maandelijks 2010	3 locaties op site BP2	* Jaargemiddelde BP2: 0,06 mBq/m <sup>3</sup> * Jaargemiddelden op verschillende plaatsen: 0,05-0,08 mBq/m <sup>3</sup>	< 0,06 mBq/m <sup>3</sup>	§4.2.1 [R16-4]
		Dagelijks 2013	Omgeving Mol-Dessel	0,01 – 0,02 mBq/m <sup>3</sup>		§2.4.2, §4.1 [2]
		Gepland na aanleg van ophoging (maandelijks, min. 1 jaar)	Bergingssite	Te bepalen		-
	Alfa isotopische analyse Ra-226 U-234/235/238, Pu-238-(239+240), Am-241 [mBq/m <sup>3</sup> ] aërosolen site en omgeving	Gepland na aanleg van ophoging (jaarlijks, min. 1 maal, staal met hoogste alfa- en beta activiteit)	Bergingssite	Te bepalen	Te bepalen	-
	Gamma spectrometrie	Gepland na aanleg van	Bergingssite	Te bepalen	Te bepalen	-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	Onvat minstens Cs-137, Am-241 [mBq/m <sup>3</sup> ] aërosolen site en omgeving	ophoging (trimestrieel, min. 4 trimesters)				
Atmosfeer – aërosolen	Beta-totaal [mBq/m <sup>3</sup> ] aërosolen site en omgeving	Maandelijks filters 2000-2010	Gemeentehuis Dessel	* Gemiddelde in 2010 0,39 mBq/m <sup>3</sup> * Maximum in 2010 0,51 mBq/m <sup>3</sup> * Jaargemiddelden 2000-2010: 0,22 – 0,39 mBq/m <sup>3</sup>	< 0,7 mBq/m <sup>3</sup>	§4.2.2 en tabel 10 [R16-4]
		Maandelijks 2010	3 locaties op site BP2	* Jaargemiddelde BP2: 0,65 mBq/m <sup>3</sup> * Jaargemiddelden op		§4.2.1 [R16-4]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
				verschillende plaatsen: 0,57-0,79 mBq/m <sup>3</sup>		§2.4.2, §4.1 [2]
		Dagelijks 2013	Omgeving Mol-Dessel	0,1 – 0,7 mBq/m <sup>3</sup>		
		Gepland na aanleg van ophoging (maan-delijks min. 1 jaar)	Bergingssite	Te bepalen		
	Beta isotopische analyse Sr-90, Y-90 [mBq/m <sup>3</sup> ] aërosolen site en omgeving	Gepland na aanleg van ophoging (jaarlijks, min. 1 maal, staal met hoogste alfa-en beta activiteit)	Bergingssite	Te bepalen	Te bepalen	-
Atmosfeer – gassen	Radon [Bq/m <sup>3</sup> ] atmosfeer site en omgeving	1993 - 2000	Golfterrein achter SCK	5 – 15 Bq/m <sup>3</sup>	< 46 Bq/m <sup>3</sup>	§4.4.3 [ID-244]
		Driemaandelijks 2008 - 2010	Omgeving van Belgoproces	< 46 Bq/m <sup>3</sup>		§4.1.2, tabel 7 [R16-4]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
		Gepland vanaf 2017 (driemaandelijks, effect van ontsluitingsweg)	Bergingsite (5) (zie [OD-237])	Te bepalen		-
Atmosfeer – gassen	Radon [Bq/m <sup>3</sup> ] atmosfeer modules	Gepland bij einde van constructie	Boven de modules onder de dak	Te bepalen	Te bepalen	-
	Radon [Bq/m <sup>3</sup> ] atmosfeer inspectiegalerij	Gepland bij einde van constructie	Inspectieruimte	Te bepalen	Te bepalen	-
	H-3 [Bq/m <sup>3</sup> ] atmosfeer site en omgeving	Gepland na aanleg van ophoging (wekelijks)	Noordrand van bergingsite (1) (zie [OD-237])	Te bepalen	Te bepalen	-
	C-14 [Bq/m <sup>3</sup> ] atmosfeer site en omgeving				Te bepalen	-
Atmosfeer -	Alfa-totaal [Bq/m <sup>2</sup> ]	Om de vier weken	Omgeving Mol-Dessel	Filtraat: 0,01 – 1,1 Bq/m <sup>2</sup>	< 1,1 Bq/m <sup>2</sup>	§2.4.2, §4.1

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
<b>depositie</b>	atmosferische depositie site en omgeving	2013		Afzetting filter: 0,03 – 0,08 Bq/m <sup>2</sup>		[2]
		<b>Gepland na aanleg van ophoging (maandelijks)</b>	<b>Bergingssite (zie [OD-237])</b>	<b>Te bepalen</b>		-
	Alfa isotopische analyse Ra-226/228, U-234/235/238 Pu-238-(239+240), Th-228/232, Am-241 [Bq/m <sup>2</sup> ] atmosferische depositie site en omgeving	Gepland na aanleg van ophoging (1-malig, staal met hoogste alfa- en beta activiteit)	Bergingssite	<b>Te bepalen</b>	<b>Te bepalen</b>	-
	Beta-totaal [Bq/m <sup>2</sup> ] atmosferische depositie site en omgeving	Om de vier weken 2013	Omgeving Mol-Dessel	Filtraat: 0,4 – 20 Bq/m <sup>2</sup> Afzetting filter: 0,14 – 2,6 Bq/m <sup>2</sup>	< 20 Bq/m <sup>2</sup>	§2.4.2, §4.1 [2]
		<b>Gepland na aanleg van ophoging (maandelijks)</b>	<b>Bergingssite (zie [OD-237])</b>	<b>Te bepalen</b>		-
	Beta isotopische analyse Sr-90, Y-90 [Bq/m <sup>2</sup> ] atmosferische depositie	<b>Gepland na aanleg van ophoging (1-malig, staal met hoogste alfa- en beta activiteit)</b>	<b>Bergingssite</b>	<b>Te bepalen</b>	<b>Te bepalen</b>	-



Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	site en omgeving					
	Gamma isotopische analyse Omvat minstens Cs-137, Am-241 [Bq/m <sup>2</sup> ] atmosferische depositie site en omgeving	Om de vier weken 2013	Omgeving Mol-Dessel	Niet meetbaar	Te bepalen	§2.4.2, §4.1 [2]
		<b>Gepland na aanleg van ophoging (4 trimesters)</b>	<b>Bergingssite</b>	<b>Te bepalen</b>		-
<b>Grondwater</b>	Alfa totaal [Bq/L] grondwater site en omgeving	Eenmalig – freatisch grondwater 2006 - 2008	Bergingssite en directe omgeving	< 0,48 Bq/L	< 0,5 Bq/L	§3.2 [OD-245]
		Eenmalig - grondwater	Omgeving bergingssite	<0,2 Bq/L		§5.2.3 [OD-132]
		Eenmalig + evolutie over 3 maanden van een aantal peilputten - grondwater 2003	Bergingssite en omgeving	0,05 – 0,35 Bq/L		§4 [3]
		<b>Gepland vanaf 2017 - grondwater (staalname voorzieningen worden geplaatst in 2015)</b>	<b>Bergingssite en omgeving (4) (zie [OD-237])</b>	<b>Te bepalen</b>		-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	Alfa/gamma isotopische analyse Ra-226/228, U-234/235/238, Pu-238-(239+240), Th-228/232, Am-241 [Bq/L] grondwater site en omgeving	Eenmalig – freatisch grondwater 2008	Bergingssite en omgeving	Ra-226: <0,53 Bq/L Ra-228: < 0,33 Bq/L U-234: <4,1 mBq/L U-235: <0,26 mBq/L U-238: <4,6 mBq/L Pu-238: <0,15 mBq/L Pu-239/240 : < 0,15 mBq/L Th-228: <0,27 Bq/L Am-241: < 0,3 mBq/L	Ra-226 < 0,53 Bq/L Ra-228 < 0,33 Bq/L U-234 < 4,1 mBq/L U-235 < 0,26 mBq/L U-238 < 40mBq/L	§3.2, Bijlage 3 [OD-245]
		Eenmalig - grondwater	Omgeving bergingssite	Ra-226: <0,45 Bq/L Ra-228: <0,32 Bq/L U-234 (1 meting): 3,5 mBq/L U-235(1 meting): 0,16 mBq/L U-238: <40 mBq/L Th-228: <0,198 Bq/L Th-232: <0,012 Bq/L	Pu-238 < 0,15 mBq/L Pu-239/240 < 0,15 mBq/L Th-228 < 0,27 Bq/L Th-232 < 0,012 Bq/L Am-241 < 0,3 mBq/L	§5.2.3 [OD-132]

HS16-002– p. 11 / 22

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
		<b>Gepland vanaf 2017 - grondwater</b> (staalname voorzieningen worden geplaatst in 2015)	<b>Bergingssite en omgeving (4)</b> (zie [OD-237])	<b>Te bepalen</b>		-
<b>Grondwater</b>	Beta totaal [Bq/L] grondwater site en omgeving	Eenmalig – freatisch grondwater 2008	Bergingssite en directe omgeving	<1,1 Bq/L	< 1,1 Bq/L	§3.2 [OD-245]
		Eenmalig - grondwater	Omgeving bergingssite	<0,58 Bq/L		§5.2.3 [OD-132]
		Eenmalig + evolutie over 3 maanden van een aantal peilputten - grondwater 2003	Omgeving bergingssite	< 1,12 Bq/L		§4 [3]
		<b>Gepland vanaf 2017 - grondwater</b> (staalname voorzieningen worden geplaatst in 2015)	<b>Bergingssite en omgeving (4 locaties)</b> (zie [OD-237])	<b>Te bepalen</b>		-
	Beta/gamma isotopische analyse	Eenmalig – freatisch grondwater	Bergingssite en directe omgeving	K-40: < 2,8 Bq/L Cs-137: < 0,09 Bq/L	<b>Sr/Y-90 te bepalen</b>	§3.2, Bijlage 3 [OD-245]

HS16-002– p. 12 / 22

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	Sr/Y-90, H-3, C-14, Cl-36, Tc-99, I-129, Cs-137, K-40, Co-60 [Bq/L] Grondwater site en omgeving	2008		Co-60: < 0,09 Bq/L	H-3 < 4,9 Bq/L	
		Eenmalig - grondwater	Omgeving bergingssite	H-3: < 4,9 Bq/L C-14: < 3,16 Bq/L Cl-36: < 15 Bq/L K-40: < 23,9 Bq/L Co-60: < 0,09 Bq/L Cs-137: < 0,09 Bq/L	C-14 < 3,16 Bq/L Cl-36 < 15 Bq/L <b>Tc-99 te bepalen</b> <b>I-129 te bepalen</b> Cs-137 < 0,09 Bq/L K-40: < 24 Bq/L	§5.2.3 [OD-132]
		<b>Gepland vanaf 2017 - grondwater</b> (staalname voorzieningen worden geplaatst in 2015)	<b>Bergingssite en omgeving (4 locaties)</b> (zie [OD-237])	<b>Te bepalen</b>	Co-60 < 0,09 Bq/L	-
	Chemische indicatoren voor uitloging van radionucliden pH [-] EC [µS/cm] B [mg/L]	Eenmalig - grondwater	Omgeving bergingssite	B < 0.112 mg/L	<b>pH: te bepalen</b> <b>EC: te bepalen</b> B < 0,16 mg/L	Annex 5 [OD-132]
		<b>Gepland vanaf 2017 - grondwater</b> (staalname voorzieningen worden geplaatst in 2015)	<b>Bergingssite en omgeving (4 locaties)</b> (zie [OD-237])	<b>Te bepalen</b>		-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
Oppervlaktewater	Alfa totaal [Bq/L] oppervlaktewater omgeving	Maandelijkse controle 1970-1981	Kanaal Bochol-Herentals (sas 5 en sas 7)	Over het algemeen < 0,1 Bq/L	< 0,1 Bq/L	Appendix §1.12/13 [ID- 244]
		Maandelijkse controle 1998-2000	Witte Nete (Boeretang)	< 0,1 Bq/L		Appendix §1.7 [ID-244]
		2-wekelijkse controle 2013	(regionaal) Molse Nete/ Grote Nete	< 0,052 Bq/L		§4.3 [2]
		2-wekelijkse controle 2013	(regionaal) Winterloop/ Grote Laak	0 < 2,3 Bq/L		§4.3 [2]
		<b>Gepland vanaf 2017</b>	2 punten Kanaal Bocholt- Herentals 2 punten Hooibeek 2 punten Witte Nete 3 vijvers (zie §4.2 [OD-132])	<b>Te bepalen</b>		
	Beta totaal [Bq/L] oppervlaktewater	Maandelijkse controle 1970-1981	Kanaal Bochol-Herentals (sas 5 en sas 7)	Over het algemeen < 0,5 Bq/L	< 0,5 Bq/L	Appendix §1.12/13 [ID- 244]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	omgeving	Maandelijkse controle 1998-2000	Witte Nete (Boeretang)	< 0,5 Bq/L		Appendix §1.7 [ID-244]
		2-wekelijkse controle	(regionaal) Molse Nete/ Grote Nete	< 0,5 Bq/L		§4.3 [2]
		2-wekelijkse controle	(regionaal) Winterloop/ Grote Laak	< 17,1 Bq/L		§4.3 [2]
		<b>Gepland vanaf 2017</b>	2 punten Kanaal Bocholt- Herentals 2 punten Hooibeek 2 punten Witte Nete 3 vijvers (zie §4.2 [OD-132])	<b>Te bepalen</b>		-
<b>Oppervlakte- water</b>	Alfa/gamma isotopische analyse Ra-226/228, U- 234/235/238, Pu-238- (239+240), Th-228/232, Am-241 [Bq/L] oppervlaktewater	<b>Gepland vanaf 2017</b>	2 punten Kanaal Bocholt- Herentals 2 punten Hooibeek 2 punten Witte Nete 3 vijvers	<b>Te bepalen</b>	<b>Sr/Y-90 te bepalen</b> H-3 < 70 Bq/L <b>C-14 te bepalen</b> <b>Cl-36 te bepalen</b>	-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
	omgeving		(zie §4.2 [OD-132])		<b>L</b> <b>Tc-99 te bepalen</b> <b>I-129 te bepalen</b> <b>Cs-137 te bepalen</b> <b>K-40 te bepalen</b> <b>L</b> <b>Co-60 te bepalen</b>	
	Chemische indicator voor uitloging van radionucliden: B [mg/L] oppervlaktewater omgeving					
	Beta/gamma isotopische analyse Sr/Y-90, H-3, C-14, Cl-36, Tc-99, I-129, Cs-137, K-40, Co-60 [Bq/L] oppervlaktewater omgeving	Maandelijkse controle 1970-1981	Kanaal Bochol-Herentals (sas 5 en sas 7)	H-3: < 70 Bq/L	<b>Ra-226 te bepalen</b> <b>Ra-228 te bepalen</b> <b>U-234 te bepalen</b> <b>L</b> <b>U-235 te bepalen</b> <b>U-238 te bepalen</b>	Appendix §1.12/13 [ID-244]
		Maandelijkse controle 1998-2000	Witte Nete (Boeretang)	H-3: over het algemeen < 33 Bq/L	<b>U-238 te bepalen</b> <b>Pu-238 te bepalen</b> <b>Pu-239/240 te bepalen</b>	Appendix §1.7 [ID-244]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
					<b>Th-228 te bepalen</b> <b>Th-232 te bepalen</b> <b>Am-241 te bepalen</b>	
<b>Sedimenten</b>	Alfa/beta totaal [Bq/kg] Alfa/gamma/beta isotopische analyse [Bq/kg] B [mg/kg] sedimenten van oppervlaktewater omgeving	<b>Gepland vanaf 2017</b>  Om de vier weken 2013	2 punten Kanaal Bochoolt-Herentals 2 punten Hooibeek 2 punten Witte Nete 3 vijvers (zie §4.2 [OD-132])  Molse Nete	<b>Te bepalen</b>  Cs-137: < 191 Bq/kg Am-241: < 40 Bq/kg Pu-239/240: < 22 Bq/kg Ra-226: < 80 Bq/kg Sr-90: niet meetbaar	<b>Te bepalen</b>	§4.3 [2]



HS16-002– p. 17 / 22

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
				Tc-99: sporen K-40: < 240 Bq/kg		
<b>Bodem</b>	Isotopische compositie [Bq/kg] en B [mg/kg]  Bodem boven de grondwatertafel	Eenmalig	Site (19 locaties + diverse dieptes zie §4, §9.1 [4])	Sr/Y-90 < 8 Bq/kg (§7.2 [4], §6.2 [5]) Cs-137: < 46,1 Bq/kg (§7.1 [4], §6.1 [5]) K-40: < 239 Bq/kg (§7.1 [4], §6.1 [5]) Ra-226: < 17,1 Bq/kg (§7.1 [4], §6.1 [5]) Ra-228 < 16 Bq/kg (§7.1 [4], §6.1 [5]) J-234: < 10,3 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) J-235 < 0,88 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) J-238: < 9,72 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) Pu-238: < 0.7 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5], [6], [7])	Sr/Y-90 < 8 Bq/kg Cs-137 < 46,1 Bq/kg K-40 < 239 Bq/kg Ra-226 < 17,1 Bq/kg Ra-228 < 16 Bq/kg J-234 < 15,2 Bq/kg J-235 < 1,1 Bq/kg J-238 < 11,3 Bq/kg Pu-238 < 9,4 Bq/kg Pu-239/240 < 88 Bq/kg Th-228 < 12,5 Bq/kg Th-230 < 12,9 Bq/kg	[4], [5], [6], [7]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
				Pu-239/240: < 5,1 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5], [6], [7]) Th-228: <12,5 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) Th-230: <12,9 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) Th-232: < 11,3 Bq/kg (§7.3 [4], §6.3 [5]) Am-241 < 4 Bq /kg (§7.3 [4], §6.3 [5], [6], [7]) B: < 9,1 mg/kg (§7.4 [4], §6.4 [5])	Bq/kg Th-232 < 11,3 Bq/kg Am-241 < 48 Bq /kg B < 9,1 mg/kg	
			Gracht ten noorden van de site [8], [9]	J-234: < 15,2 Bq/kg J-235 : < 1,1 Bq/kg J-238: < 11,3 Bq/kg Pu-238: < 9,4 Bq/kg Pu-239/240: < 88 Bq/kg Am-241 < 48 Bq /kg		[8], [9]

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
Fysiek en structurele toestanden	Druksterkte	Momentopname Tijdens de constructiefase	Proefstukken (als onderdeel van het QC programma – zie OD-249)	<b>Te bepalen</b>	Beton en mortel: Druksterkte conform aan de sterkteklasse C40/50	[OD-249]
	Porositeit	Momentopname Tijdens constructie	Proefstukken (als onderdeel van het QC programma – zie OD-249)	<b>Te bepalen</b>	Beton 9,7% Mortel 10,7%	[OD-249] [HS-05]
	Vochtgehalte	Momentopname Tijdens constructie	Proefstukken	<b>Te bepalen</b>	~80%	[HS-05]
	Zettingen	Momentopname Onmiddellijk na constructie	Prisma's op stalen dak	<b>Te bepalen</b>	-	[OD-177]
	Corrosiepotentiaal	Momentopname Onmiddellijk na constructie	Proefstukken en getuigemonolieten	<b>Te bepalen</b>	-	-
	Vervorming van betoncomponenten	Continue meting	Getuigestructuur, module	<b>Te bepalen</b>	-	-

Overzicht van de referentietoestanden						
	Parameter	Tijdsduur // Frequentie	Locatie(s)	Waarde(s)	Voorlopige referentiewaarde	Ref.
		Onmiddellijk na constructie				
	Relatieve vochtigheid	Continue meting Onmiddellijk na constructie	Getuigestructuur, inspectieruimte, module, inspectiegalerij	<b>Te bepalen</b>	-	-
	Temperatuur	Continue meting Onmiddellijk na constructie	Getuigestructuur, onder stalen dakstructuur, inspectiegalerij, inspectieruimte, module	<b>Te bepalen</b>	-	-
	Carbonatatie	Momentopname Onmiddellijk na constructie	Proefstukken, getuigestructuur en getuigemonolieten	<b>Te bepalen</b>	Diepte carbonatatiefront: 0 cm	-
	Seismologische gegevens (versnelling ter hoogte van de structuur)	Continue meting Onmiddellijk na constructie	Op de staalconstructie zelf ~ ter hoogte van de rolbrug. In het administratief gebouw en eventueel in de WCB en/of binnen de proefstukkamers, • Omgeving bergingssite	<b>Te bepalen</b>	-	-
	Afwezigheid van thajumasiet en secundair	Momentopname	Getuigestructuren	<b>Te bepalen</b>	-	-

**HS16-002- p. 21 / 22**

<b>Overzicht van de referentietoestanden</b>						
	<b>Parameter</b>	<b>Tijdsduur // Frequentie</b>	<b>Locatie(s)</b>	<b>Waarde(s)</b>	<b>Voorlopige referentiewaarde</b>	<b>Ref.</b>
	ettringiet	Onmiddellijk na constructie				
	Vervorming, afschuiving, bioturbatie	Momentopname Onmiddellijk na constructie	Aarden afdekking	<b>Te bepalen</b>	-	-

### 3 Aanpassingen in het veiligheidsrapport

Zie het antwoord in §2.

### 4 Referenties

- [1] FANC nota 2011-06-06-PDC-5-4-1-FR, *Explications portant sur la table des matières, le contenu attendu et la structure du rapport de sûreté destiné à couvrir l'ensemble des périodes et phases de la vie d'un établissement de stockage définitif en surface de déchets radioactifs de faible et moyenne activité et de courte demi-vie sur le territoire de la commune de Dessel*, Juli 2012
- [2] FANC, *Radiologisch toezicht in België – Syntheseverslag 2013*, September 2014
- [3] Resultaten van de radiologische analyse uitgevoerd door SCK op grondwaterstalen in de gemeente DESSEL in opdracht van de werkgroep Milieu en Gezondheid van STOLA-Dessel, Januari 2004
- [4] SCK•CEN-R-5533, Analyse van Bodemdiepteprofielen (Fase I: Locaties 1, 8 en 19), door Freddy Verrezen, September 2013
- [5] SCK•CEN-R-5574, Analyse van Bodemdiepteprofielen (Fase II: Locaties 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10,11,12, 13, 14, 15, 16 en 18), door Freddy Verrezen, December 2013
- [6] SCK•CEN Analyserapport 114.296.32979, dd. 26/03/2014
- [7] SCK•CEN Analyserapport 114.296.32731, dd. 28/01/2014
- [8] SCK•CEN Analyserapport 114.296.33426, dd. 09/05/2014
- [9] SCK•CEN Analyserapport 114.296.33477, dd. 19/05/2014
- [ID-244] SCK, *Studie van de radiologische toestand van de site Mol-Dessel*, SCK rapport R-3675, Juni 2002
- [ID-256] SCK, *Studie van de directe stralingsbelasting van het publiek van de categorie A bergingsinstallatie*, SCK rapport ER-220, November 2012
- [ID-257] SCK, *Evaluatie van de rechtstreekse stralingsbelasting op de terreinen bestemd voor de toekomstige bergingsinstallatie voor categorie A afval op de grens van Dessel en Mol*, Mei 2011
- [OD-177] NIRAS, *Structural Monitoring*, NIROND-TR 2011-66 E V2, 16 January 2017
- [OD-187] NIRAS, *Aspects phénoménologiques relatifs aux processus de dégradation chimiques des barrières ouvragées à base de liant hydraulique – Evaluation de la phase d'initiation de la corrosion des armatures des structures en béton armé*, NIROND-TR 2011-58F Version 2, 4 juillet 2014
- [OD-249] NIRAS, *Ontwikkeling van het QA/QC-programma voor de productie van caissons en modules*, NIROND-TR 2012-14 N
- [R16-4] Belgoprocecss, *Jaarverslag radioactieve atmosferische lozingen Belgoprocecss 2010*, ref. VEM/2011- 01556, 11 juni 2011
- [HS-05] Hoofdstuk 5 uit het veiligheidsrapport voor de oppervlaktebergingsinrichting van categorie A-afval in Dessel, *Kennis van de fenomenologie van de kunstmatige barrières in hun omgeving*, NIROND-TR 2011-05 N Versie 2 – september 2012

## 1 HS16-003 Corrigerende maatregelen rond de inspectiekamers

FANC/Bel V vragen om vóór de eerste zitting van de Wetenschappelijke Raad te beschrijven welke de monitoring is die in de inspectiekamers zal worden uitgevoerd (en dit explicieter dan momenteel in § 16.5.2 het geval is, dus welke componenten, wat precies en hoe?) en de daarmee gepaard gaande mogelijke vaststellingen van afwijkingen; en welke de daaropvolgende correctieve maatregelen zijn die zullen genomen worden wanneer deze afwijkingen worden vastgesteld.

## 2 Antwoord NIRAS

Conformiteitscriteria en kwaliteitscontrole maatregelen worden in het kader van Fiche 11 behandeld.

### 2.1 Monitoring in de inspectieruimtes

#### 2.1.1 De Inspectierobot

De inspectieruimte onder iedere bergingsmodule zal op periodieke basis geïnspecteerd worden.

Bij een belangrijke wijziging wat betreft de belasting/configuratie van een module zal een inspectie uitgevoerd worden voor en/of na de wijziging. Het betreft:

- Voor start van opvulling van een specifieke module
- Voor en na de structurele sluiting van een module
- Voor en na het plaatsen van de afdekking boven een module
- Voor de sluiting van een module

Bovendien is er een minimale inspectiefrequentie die afhangt van de fase waarin de specifieke module zich in bevindt. Afhankelijk van de observaties kan de frequentie ook bijgesteld worden (verhoogd of verlaagd). NIRAS stelt volgende frequenties voor:

- Tijdens fase 1.a:
  - Voor modules in opvulling: 1 maal per jaar
  - Voor modules grenzend aan modules in opvulling: 1 maal per 2 jaren
  - Voor reeds opgevolde modules: 1 maal per 4 jaren
- Tijdens fase 1.b:
  - De observatie frequentie van 1 maal per 4 jaren wordt aangehouden. In functie van de observaties kan deze desgevallend afnemen.

De inspecties zullen door een inspectierobot uitgevoerd worden. Deze inspectierobot zal uitgerust zijn met een camera en gereedschap voor het nemen van een wrijfmonster op de bodem van de inspectieruimte.

Er zal een visuele inspectie uitgevoerd worden van de volledige oppervlakte van de inspectieruimte, d.w.z. van

- de verticale vlakken van de kolommen;
- de bovenzijde van de funderingsplaat;

- de binnenzijde van het gedeelte van de modulewanden dat zich in de inspectieruimte bevindt;
- de onderzijde van de prefab elementen (= plafond van de inspectieruimte);
- het gedeelte van het drainagesysteem dat zich in de inspectieruimte bevindt.

Indicatief worden volgende nauwkeurigheden vooropgesteld :

- Observatie van scheuren: scheuren met een opening van 300µm moeten vastgesteld kunnen worden tijdens inspectie, voor gedetailleerde karakterisatie wordt een nauwkeurigheid van 100 µm vooropgesteld.
- Observaties van andere anomalieën (sporen van water, beschadigingen, ...): nauwkeurigheid grootteorde 1 cm diameter.

### **2.1.2 Andere (Structurele Monitoring)**

Naast periodieke inspectie met behulp van de inspectierobot worden volgende parameters opgevolgd in de inspectieruimtes (zie §16.5.3.2 van HS16):

- Relatieve vochtigheid
- Temperatuur
- Vervorming van betoncomponenten (d.m.v. interne en/of externe rekstrookjes)

## **2.2 Mogelijke Vaststellingen**

### **2.2.1 De Inspectierobot**

Met de inspectierobot zal er gecontroleerd worden of:

- er geen water of sporen van water aanwezig zijn (mogelijke afwijking t.o.v. DR5.a, DR5.b, DR5.c, DR5.d, DR5.e – zie fiche 11)
  - Wanneer dit vastgesteld zou worden, zal een onderzoek uitgevoerd worden om de oorsprong van het water te achterhalen. Dit gebeurt d.m.v. de camera: opzoeken oorsprong van water, identificatie en karakterisering van eventuele scheuren die geleid hebben tot de waterinsijpeling of het vaststellen van condensatiefenomenen. Afhankelijk van de conclusies kan het noodzakelijk zijn ook andere SSCs te controleren, zoals bv. de dakstructuur of de afdekking.
- er – in het geval water gedetecteerd werd – sprake is van radioactieve besmetting (mogelijke afwijking t.o.v. DR3, DR4, DR5.a, DR5.b, DR7 – zie fiche 11)
  - Er zal eveneens een controle van radioactieve besmetting gebeuren door middel van het nemen van een wrijfmonster dat in het labo geanalyseerd wordt. Hiertoe is de robot uitgerust voor het nemen van 1 wrijfstaal dat vervolgens naar de inspectiegalerij gebracht wordt. OPM: enkel monsternamen op de bovenzijde van de funderingsplaat is voorzien.



- het drainagesysteem binnen de inspectieruimte geen lekken/defecten vertoont. Dit gebeurt eveneens met de camera. (mogelijke afwijking t.o.v. DR16.b - zie fiche 11)
  - Indicaties van defecten zijn bv. zoutafzettingen en water of sporen van water ter hoogte van de drainagepunten (criterium: geen lekken).
- er geen andere onverwachte afwijkingen te zien zijn zoals bv. scheurvorming in beton. (mogelijke afwijking t.o.v. , DR5.b , DR12.x, DR25.a, DR25.b – zie fiche 11)

### **2.2.2 Andere (Structurele Monitoring)**

Het doel van de structurele monitoring is een beeld te krijgen van de evolutie van de gemeten parameters zonder hier evenwel actieniveaus aan te koppelen. Dit laat toe om eventuele condensatie te verklaren en het vervormingsgedrag van beton op lange termijn op te volgen (kruip, effect van temperatuur/vochtigheid, toenemende belasting door het vullen/sluiten van de module, ...).

### **2.3 Correctieve maatregelen**

Algemeen gesproken zullen niet-conforme materialen, onderdelen of componenten en corrigerende maatregelen behandeld worden zoals beschreven in HS08-001.

In het geval er water gedetecteerd wordt in de inspectieruimte, zal er verder gecontroleerd worden of er sprake is van radioactieve besmetting te wijten aan defecten van insluiting van de radionucliden in het afval en berging. Corrigerende maatregelen die kunnen genomen worden zijn het openmaken van de module(s) in kwestie en het terugnemen van het afval. Indien het - na evaluatie – nodig geacht wordt is het ook mogelijk in te grijpen in de inspectieruimte zelf door het verwijderen van de afsluiting van de inspectieruimte; de drainagepunten liggen vlak achter deze afsluiting en dus kan, na verwijdering van de afsluiting, het gedeelte van het drainagesysteem binnen de inspectieruimte hersteld worden.

## **3 Aanpassing aan het veiligheidsrapport**

§16.5.2 en §16.5.3 van HS16 zullen aangepast worden.

## 1 HS16-004 Vraag tot de opvolging hydrogeologische aspecten site in de tijd

FANC/Bel V vragen NIRAS om een monitoringsprogramma voor te stellen dat als doel heeft om voor, tijdens en na de bouw te bevestigen dat de vooropgestelde stroomrichtingen en snelheden geldig blijven, ondanks de mogelijke verstoringen aan de hydrogeologische situatie die de bouw van de installatie en de omliggende infrastructuren zouden kunnen teweegbrengen.

## 2 Antwoord NIRAS

### 2.1 Stroomsnelheid

Aanvankelijk werd de stroomsnelheid (i.e. de Darcy flux) bepaald op 6 locaties (8 peilputten) rondom de toekomstige oostelijke tumulus, op basis van seizoenale dilutietests. De metingen werden gestart begin 2016 (wintermetingen) op 4 locaties: L-27a, L-28a, L-29a en het trio L-49a/L-51a/L53a (zie Figuur 1). Een dilutietest in de nieuwe peilbuis L-98a, die speciaal voor dit doeleinde werd geplaatst, is nog aan deze wintermetingen toegevoegd. Vanaf lente 2016 werd een zesde locatie opgenomen in de dilutietests, namelijk peilput L-99a, met dezelfde karakteristieken als L-98a. Aldus bevinden zich drie meetpunten ten noorden van de tumulus (westelijk, centraal en oostelijk langs de Europalaan) en drie ten zuiden in het bos (westelijk, centraal en oostelijk; zie Figuur 1). Omdat peilbuis L-53a (zuidwestelijke hoek) zeer weinig of geen respons vertoonde tijdens de tests, werden in de onmiddellijke omgeving ervan twee bijkomende peilbuizen getest (L-49a/L-51a). Ook deze putten vertoonden abnormaal weinig respons in vergelijking met de andere putten. Bijkomende informatie uit een verkregen uit pomptests in dit trio peilbuizen ~~peilbuis L-53a~~ toont aan dat deze niet naar behoren functioneren (zie HS 14-002). Daarom werd begin april 2017 een nieuwe peilbuis geplaatst, zuidwest gesitueerd van de oostelijke tumulus (L-102a, Figuur 1) ter vervanging van L-49a/L-51a/L53a. Bijkomend werd in de noordwestelijke hoek nog een ‘dilutieput’ geplaatst (L-104a; Figuur 1).

De diameter van de peilbuis in de recent geplaatste ‘dilutieputten’ is kleiner dan deze van de overige peilbuizen, wat de dilutietests betrouwbaarder maakt voor eenzelfde meettijd. Ook werd er steeds met een zeer beperkte diameter van het boorgat gewerkt, waarbij back-filling kon worden vermeden en waardoor de onzekerheid met betrekking tot de vervorming van het stromingspatroon door de peilput veel kleiner is dan voor de overige peilputten. Verder is ook de filter van deze peilputten 15 m lang, en zijn de resultaten dus meer representatief voor de hele bovenste aquifer dan deze van de overige peilputten met een 4 m lange filter.

In de nieuwe putten zal gedurende een periode van twee jaar gemeten worden, er zullen dus 8 dilutietests per put worden uitgevoerd (4 seizoenen x 2jaar). Ondertussen blijven de metingen ook doorlopen op de reeds bestaande putten.

Met de huidige gegevens kan de relatie worden aangetoond tussen de stroomsnelheid, de hydraulische conductiviteit en de gradiënt. De bijkomende metingen zullen de onzekerheid op deze relatie verder verkleinen. In de toekomst, dus na de meetperiode van twee jaar voor het laatst geplaatste meetpunt, zullen geen dilutietests meer nodig zijn indien de verzamelde data consistent blijken te zijn. De hydraulische conductiviteit is gekend evenals de gradiënt die uit de blijvende opvolging van de

maandelijkse stijghoogtemetingen kan worden afgeleid. Aldus kan in ieder punt en op ieder tijdstip dat er stijghoogtemetingen worden verricht, een stroomsnelheid (i.e. de Darcy flux) worden bepaald.

Mogelijke effecten op de stroomsnelheid en –richting veroorzaakt door de bergingsinrichting zelf zijn een gevolg van een wijziging in de porositeit, en dus ook van de hydraulische conductiviteit als gevolg van zetting, en een verminderde infiltratie op de locatie van de inrichting met bijhorende wijziging van de lokale stijghoogte.

Berekeningen tonen aan dat door zetting onder het gewicht van de gevulde bergingsinstallatie de initiële porositeit met 3.2% zal dalen, van 0.435 naar 0.421 [1]. Hierdoor zal ook de hydraulische conductiviteit met ongeveer 10% verminderen in het Quartair (top 3.8m). Deze maximale verwachte verandering in hydraulische conductiviteit, bevindt zich volledig binnen de variabiliteit van de waarden van de hydraulische conductiviteit in sedimenten [2].

Omdat hemelwater opgevangen wordt via het dak, en later door de afdekking en afgeleid zal worden naar een infiltratiebekken gelegen ten zuiden van de bergingsinrichting, zal het infiltratiepatroon onder en rond de bergingsinrichting verstoord worden. Blijvende opvolging van de stijghoogtes in de piëzometers op en rond de bergingssite zal deze verstoring in kaart brengen.

## 2.2 Stroomrichting

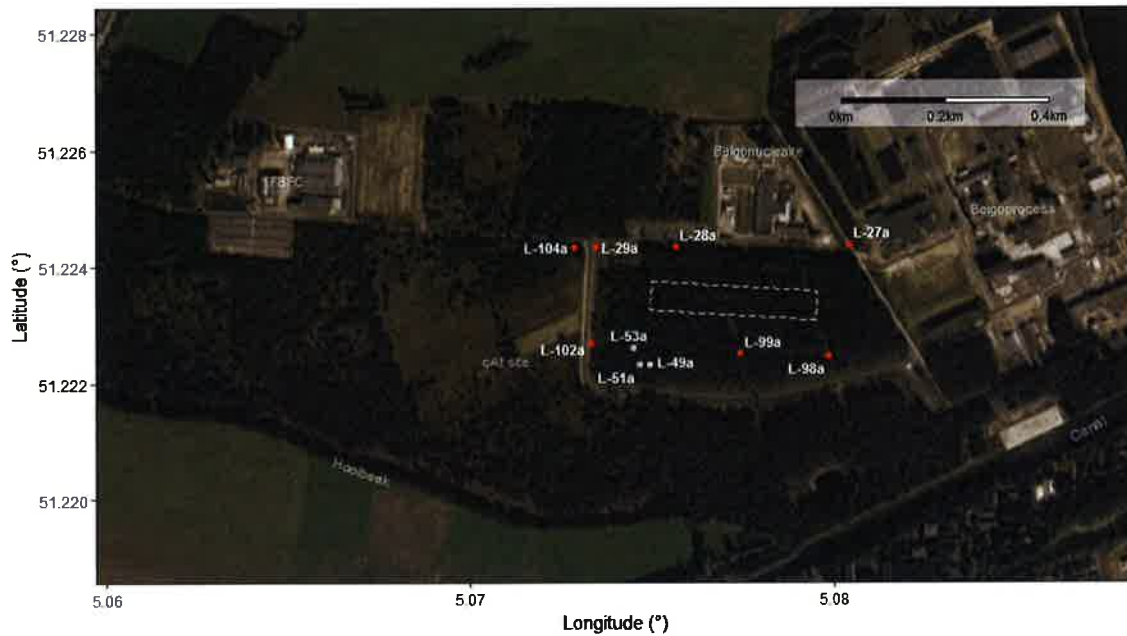
De stroomrichting, en bijhorend de gradiënt in de omgeving van de toekomstige bergingsinrichting wordt afgeleid uit de stijghoogtemetingen in de verschillende peilbuizen (zie Figuur 2). Naast de putten voor de dilutietests werden recentelijk (sinds 2015) een aantal kleine peilbuizen geplaatst met een handboor (tot 2.5 m diepte) met filter aan de onderkant van de dunne PVC-buis (diameters van 16, 25 of 30 mm) om het grondwaterpeil meer gedetailleerd in kaart te kunnen brengen. De metingen worden eens in de maand verricht; tijdens de dilutietests worden de peilputten in de onmiddellijke nabijheid van de test, bijkomend opgemeten. Verder werd een relatie uitgewerkt tussen neerslag- en temperatuurstijdreeksen en de opgemeten stijghoogten. Aldus is het mogelijk om tussen de maandelijkse metingen te interpoleren in de tijd, en piëzometrische kaarten te genereren op dagdagelijkse basis. Op basis van deze kaarten kan een tijdreeks van stroomrichtingen voor eender welke locatie binnen het studiegebied afgeleid worden.

Stijghoogtemetingen zullen op maandelijkse basis blijvend worden opgemeten tot het einde van de nucleaire reglementaire controlefase. Naast bevestiging van stroomsnelheid en stroomrichting op en rond de site binnen de scope van deze vraag, wordt ook specifieke radiologische en chemische bemonstering van grondwater voorzien op en rond de berging, zodat mogelijke verstoringen uit de berging kunnen worden gedetecteerd. Voor die radiologische en chemische monitoring is een specifiek ‘monitoringnetwerk’ voorzien in gordels rondom de berging.

## 3 Referenties

- [1] Tractebel Engineering, 2009. Invloed van zettingen op porositeit. Nota TSO 16-NTE-3-003.

[2] SCK•CEN, 2009. Influence of porosity changes induced by soil compaction on hydraulic conductivity (chapter 4) in Summary note on Hydraulic Conductivity Models as applied to Concrete material.



**Figuur 1 - locatie van de verschillende putten die worden gebruikt voor dilutiemetingen rondom de toekomstige oostelijke tumulus (rode punten). Drie putten, aangeduid met grijze punten zullen niet meer worden getest omdat werd aangetoond dat er een slechte connectie bestaat tussen de put en de aquifer (zie HS14-002). Deze werden vervangen door put L-102a.**

