

Vragen en antwoorden van Hoofdstuk 12

HS12-001: Inconsistenties

HS12-002: Radiologische impact in het geval van incidentele of accidentele situaties

HS12-003: Collectieve dosis voor de werknemers

HS12-004: Manipulatie van de inspectierobot

HS12-005: Dosistempo witte zone

HS12-OD058-001: Conservatisme van de berekeningen

HS12-OD093-001: Omhullendheid van het voorgestelde scenario

HS12-OD093-002: Invloed van transportcontainer met monoliet

HS12-OD096-001: Administratieve gebouwen als deel van de groene zone

HS12-OD096-002: Besmettingsmeting voor overgang gele naar groene zone

1 HS12-001: Inconsistenties

Het hoofdstuk 12 en haar ondersteunende documenten bevatten verschillende belangrijke inconsistenties die voorafgaand aan de eerste zitting van de Wetenschappelijke Raad weggewerkt dienen te worden. Enkele voorbeelden hiervan (niet exhaustief) zijn:

- (1) In tabel 12-1 van het hoofdstuk 12 wordt vermeld dat de personeelsleden een integrerende dosimeter en een onmiddellijk afleesbare dosimeter dragen wanneer ze de groene zone betreden. In §12.7.1.3 “Specifieke zones m.b.t. de dosistemp*i*” en in §4.1 van OD-058 [1] wordt echter vermeld dat er in de groene zone geen dosimeter gedragen wordt. Ook in §2.1.1.1.2 van OD-096 [2] wordt vermeld dat het dragen van de wettelijke individuele dosimeter in de groene zone niet verplicht is. FANC en Bel V vragen om deze inconsistentie aan te passen en de correcte informatie weer te geven in het veiligheidsdossier. Algemeen dient het beeld van de zonering eenduidig en overzichtelijk gemaakt te worden.
- (2) In figuur 12-1 “Operationele en dosislimieten van de verschillende zones van de bergingsinstallatie” wordt voor de groene zone enerzijds vermeld dat er geen transport gepland wordt en anderzijds kan de onduidelijke zin “Toegang aan de brug moeten beperken blijven toen transport van monoliet gebeuren eronder (ALARA)” teruggevonden worden. FANC en Bel V vragen om de tweede zin te verduidelijken en om eenduidig te melden dat er in de groene zone geen transport plaats zal vinden.
- (3) Voor de opvulstrategie van de modules wordt in OD-047 [3] vermeld dat er per laag zal opgevuld worden vanuit de 4 hoeken naar het centrum, terwijl er in andere ondersteunende documenten en in het hoofdstuk 12 vermeld wordt dat de opvulling zal gebeuren vanuit het centrum naar de hoeken. Aangezien in de korte inhoud van OD-047 [3], dat dateert uit 2009, vermeld wordt dat dit document geüpdatet dient te worden; wensen FANC en Bel V zo snel mogelijk de aangepaste versie van dit ondersteunend document te ontvangen. FANC en Bel V vragen ook een eenduidige opvulstrategie te hanteren in het veiligheidsdossier.
- (4) In §5.1 van OD-047 [3] worden waarden vermeld voor het maximaal dosisdebi*e*t voor de bewaakte en de gecontroleerde zone. Deze waarden zijn niet consistent met deze vermeld in het hoofdstuk 12 op pagina’s 20 en 21. In OD-047 wordt er immers een waarde van 3 $\mu\text{Sv/u}$ gemeld voor de bewaakte zone, terwijl in hoofdstuk 12 van een waarde van 10 $\mu\text{Sv/u}$ gesproken wordt. FANC en Bel V vragen om deze inconsistentie aan te passen.
- (5) In §3.2 van OD-058 [1] wordt vermeld dat het maximaal contactdosistemp*o* van een monoliet 2 mSv/u bedraagt. Dit is tegenstrijdig met wat vermeld wordt in het hoofdstuk 12, waar een waarde van 20 mSv/u gevonden wordt.

FANC en Bel V besluiten dat NIRAS een revisie van het veiligheidsdossier dient uit te voeren ten einde de vele inconsistenties te elimineren. Voorafgaand aan de indiening van het dossier dient een kwaliteitscontrole uitgevoerd te worden om de coherentie van het dossier te verzekeren.

2 Antwoord NIRAS

In geval van inconsistenties tussen hoofdstukken van het voorlopige veiligheidsverslag, en ondersteunende documenten, primeren de gegevens van de hoofdstukken op de gegevens van (oudere) ondersteunende documenten. Dus NIRAS bevestigt dat:

- (1) de personeelsleden een integrerende dosimeter en een onmiddellijk afleesbare dosimeter dragen wanneer ze de groene zone betreden.
- (3) de opvulling zal gebeuren vanuit het centrum naar de hoeken, de principes van de opvulstrategie zullen vastgelegd worden in het veiligheidsdossier (Zie ook HS12-OD-093-001.
- (4) De maximale dosisdebieten voor de bewaakte en de gecontroleerde zone zijn de volgende:
Voor een bewaakte zone is de jaarlijkse dosislimiet vastgelegd op 6 mSv/a (ARBIS). Deze dosis van 6 mSv/a stemt overeen met een gemiddeld dosisdebiët van 3 µSv/h (2000 h/a). Het maximale toegelaten dosisdebiët in de bewaakte zone bedraagt 10 µSv/h.
In de gecontroleerde zone bedragen de maximale dosisdebieten 25 µSv/h in de gele zone, en 250 µSv/h in de oranje en rode zones.
- (2) In de groene zone is er geen transport van monolieten. De zin “*Transport van monoliet is niet gepland*” zal vervangen worden door “*Er is geen transport van monolieten in de groene zone*”. De onduidelijke zin “*Toegang aan de brug moeten beperken blijven toen transport van monoliet gebeuren eronder (ALARA)*” zal geschrapt worden.
- (5) 20 mSv/h is het maximale dosistempo op contact van elke monoliet. Zoals vermeld in §3.1 van OD-058 wordt 2 mSv/h gebruikt als referentiewaarde voor de ALARA studie om het dosistempo in de verschillende zones te bepalen. De objectieven van een ALARA studie worden beschreven in ons antwoord op de vraag HS12-002. Om een realistische schatting van de dosis te maken wordt ook een scaling factor van 0.05 gebruikt (100 µSv/h / 2 mSv/h, met 100 µSv/h de 70 percentiel van de contactdosistempo verdeling van de monolieten).

NIRAS stelt ná de herziening van Hoofdstuk 12 een herziening voor van de volgende ondersteunende documenten OD-047, OD-058 en OD-096 om inconsistenties weg te werken en verduidelijkingen toe te voegen. De herziening van Hoofdstuk 12 zal gebeuren voor de 1ste Wetenschappelijke Raad en de herziening van de drie vermelde ondersteunende zal gebeuren voor de tweede Wetenschappelijke Raad. Een meer gedetailleerde planning ervan zal opgesteld worden in Oktober 2014.

1 HS12-002: Radiologische impact in het geval van incidentele of accidentele situaties

In de conclusies van het OD-058 [1] wordt vermeld dat er geen berekeningen uitgevoerd worden om de impact bij incidentele of accidentele situaties te berekenen, aangezien deze berekeningen wel zullen uitgevoerd worden wanneer deze situaties zich voordoen. FANC en Bel V argumenteren dat deze berekeningen wel op voorhand dienen uitgevoerd te worden, rekening houdend met de resultaten van de risicoanalyse. FANC en Bel V vragen dan ook om de resultaten van deze berekeningen op te nemen in het aangepaste hoofdstuk 12 van het veiligheidsrapport.

2 Antwoord NIRAS

Het antwoord op deze vraag wordt in HS13-003 behandeld.

3 Aanpassing aan het veiligheidsdossier

HS12:

- Er zal in het hoofdstuk 12 van het veiligheidsdossier naar het hoofdstuk 13 verwezen worden voor wat betreft de inschatting van de impact van incidentele of accidentele situaties.

1 HS12-003: Collectieve dosis voor de werknemers

In §12.7.1.5 “Collectieve dosis voor de werknemers” wordt vermeld dat de berekende maximale jaarlijkse collectieve dosis 4,1 man.mSv bedraagt. In tabel 12-2 “Samenvatting van de doses” zou verduidelijkt moeten worden hoe deze maximale jaarlijkse collectieve dosis berekend wordt, daar het voor FANC en Bel V onduidelijk is hoe ze werd bekomen.

2 Antwoord NIRAS

De maximale totale jaarlijkse collectieve dosis (4.1 man mSv) is de sommatie van:

- De jaarlijkse collectieve dosis (dwz de collectieve dosis per taak maal de frequentie) voor de taken die minstens eenmaal per jaar uitgevoerd worden (zie p 12-41 van HS-12): 1.2 man mSv.
- De collectieve dosis per taak voor alle taken die minder dan een keer per jaar uitgevoerd worden (zie p 12-42 van HS-12): 2.9 man mSv. Voor deze taken wordt er verondersteld dat ze in één jaar uitgevoerd worden.

De gemiddelde jaarlijkse collectieve dosis is ongeveer 2 man.mSv en wordt op de volgende manier berekend: de collectieve dosis per taak maal de frequentie voor alle taken.

Deze verduidelijking zal toegevoegd worden in de herziening van HS-12.

Opmerking: de maximale totale jaarlijkse collectieve dosis en de jaarlijkse collectieve dosis zullen herzien worden in het licht van HS12-004.

1 HS12-004: Manipulatie van de inspectierobot

In tabel 12-2 “Samenvatting van de doses” van het hoofdstuk 12 en op pagina 48 van OD-058 [1] wordt vermeld dat de behandeling van de inspectierobot een van de drie meest penaliserende werken (345 man.µSv per jaar) is. Daarom zijn FANC en Bel V van mening dat NIRAS de kosten/baten balans van de inspectie met de robot (elke dag 8 uren per dag) dient te justifiëren.

2 Antwoord NIRAS

De hypothesen voor het bepalen van deze collectieve dosis zijn zeer conservatief. Er werd een frequentie van 365 inspectiedagen per jaar voorzien, 8 uur per dag en voor 2 werknemers.

NIRAS zal de inspectiefrequentie aanpassen naar 220 werkdagen per jaar. In dat geval wordt de collectieve dosis van deze handeling gereduceerd tot 208 man.µSv/a.

De maandelijkse dosis (22 werkdagen) voor een werknemer die alleen deze handeling uitvoert bedraagt 10 µSv. Deze dosis kan beschouwd worden als een triviale dosis.

1 HS12-005: Dosistempo witte zone

In §12.6.4.1 van hoofdstuk 12 en in §2.1.1.1.1 van OD-096 [2] wordt vermeld dat het dosistempo in de vrije zone kleiner moet zijn dan $5 \mu\text{Sv/u}$. Deze toelating om een waarde van $5 \mu\text{Sv/u}$ te bereiken (zonder limiet in de tijd) is onaanvaardbaar voor FANC en Bel V. Wanneer deze dosistempowaarden van toepassing zijn dient de witte zone aangepast te worden in een groene zone.

2 Antwoord NIRAS

In de witte zone zal de dosisimpact ten gevolge van de bergingsactiviteiten lager zijn dan $0,1 \text{ mSv/a}$ (Zie HS02-001).

Het dosistempo in de witte zone is kleiner dan $0,5 \mu\text{Sv/uur}$, dit kan tijdelijk overschreden worden (met een maximum van $5 \mu\text{Sv/h}$) mits goedkeuring door de DFC, die ook de gepaste maatregelen neemt.

Het grootste deel van de tijd zal het dosisdebiet in de witte zone lager liggen dan het gemiddelde dosisdebiet ten gevolge van de bergingsactiviteiten ($0,05 \mu\text{Sv/h} - 2000 \text{ h/a}$).

3 Aanpassing aan het veiligheidsrapport

Het antwoord zal in hoofdstuk 12 van het veiligheidsrapport hernomen worden.

De term *voortdurende dosistempo* uit figuur 12-1 zal vervangen worden door *maximale dosisdebiet*.

1 HS12-OD058-001: Conservatisme van de berekeningen

In §3.1 van OD-058 [1] wordt het volgende vermeld:

“A way to approach more realistic values is to use a scaling factor (...). The value associated to the 70 percentile of this distribution is considered in this goal, providing a contact dose rate of 100 μ Sv/h. This one has to be compared to 2 mSv/h which is the reference contact dose rate and thus, a scaling factor of 0.05 can be used. The 70 percentile has been considered in place of the median in order to increase the level of conservatism.”

In §6 van OD-058 [1] wordt vervolgens het volgende vermeld:

“One has to bear in mind that, even with the use of the 0.05 scaling factor, the doses calculated here stay conservative values.”

Volgens FANC en Bel V is het conservatieve of realistische karakter van de scaling factor niet evident duidelijk. Daarom vragen FANC en Bel V om ook worst case scenario's in rekening te brengen en zodoende de blootstelling van de werkers bij behandeling van de meest stralende monolieten te berekenen.

FANC en Bel V vragen ook om te justifiëren dat de dosisimpact niet het hoogst zal zijn wanneer de eerste laag van de module gevuld wordt aangezien de meest stralende monolieten daar zullen geplaatst worden in navolging van de vereisten gesteld in OD-047 §10.1.2 [3]. Nergens in OD-058 [1] wordt een dergelijke berekening uitgevoerd. Indien nodig dient ook het hoofdstuk 12 aangepast te worden i.f.v. de nieuw uitgevoerde berekeningen.

2 Antwoord NIRAS

2.1 Gebruik van de scaling factor

Het model dat in OD058 gebruikt wordt voor de ALARA studie, waarbij een scaling factor van 0.05 wordt toegepast, is herzien, omwille van wijziging van een aantal hypothesen. In een nieuwe studie [1] worden de modules opgevuld met maximaal stralende monolieten, rekening houdende met de volgende beperkingen:

- ☒ maximaal dosistempo op contact met de monolieten bedraagt 20 mSv/h
- ☒ het dosistempo per laag binnen één module wordt beperkt tot 174 mSv/h

Concreet betekent dit dat voor de berekening van het maximale dosistempo de monolieten in de trolley en aan de rolbrug een dosistempo van 20 mSv/h beschouwd wordt, wat, gezien de dosisbeperking, conservatief is. Voor de uiteindelijke berekening van de gemiddelde dosis op jaarbasis in verschillende zones in de oppervlaktebergingsinrichting en –site is voor deze monolieten een activiteitsschaling gebruikt, rekening houdende met de nieuwe opvulregel waarbij het dosistempo per laag binnen één module wordt beperkt tot 174 mSv/h. Vermits er per laag 156 monolieten geborgen kunnen worden, komt dit neer op een gemiddeld dosistempo van 1,1 mSv/h, wat leidt tot een scaling factor van 0,055 voor de activiteitsschaling (=1,1/20). Gegeven het feit dat het verwachte gemiddelde dosistempo van de monolieten 457 μ Sv/h zal bedragen en dat 94% van de monolieten een dosistempo

zal hebben dat kleiner is dan 1,1 mSv/h, kan deze scaling factor beschouwd worden als een conservatieve aanname.

2.2 Behandeling meest stralende monolieten

In de nieuwe studie [1] is het maximale verwachte dosistempo voor de werknemers in verschillende zones in de oppervlaktebergingsinrichting en –site opgenomen in tabel 18. Zie tevens het antwoord op de vraag HS12-OD093-00

2.3 Opvulling eerste laag van modules

Door de nieuwe opvulregel is het dosistempo per laag binnen één module beperkt tot 174 mSv/h. In de nieuwe studie [1] werd hiermee rekening gehouden. Zie tevens het antwoord op de vraag HS12-OD093-001

3 Aanpassingen veiligheidsrapport

Hoofdstuk 12 zal aangepast worden met de resultaten van de nieuwe berekening, uitgevoerd in [1]

4 Referenties

- [1] VNS-TR-15-063, ALARA study: dose assessment during the operational phase of the Category A waste repository at Dessel, 2016
- [2] NIROND, HS12-OD093-001: Conservatisme van de berekeningen, 2016

1 HS12-OD093-001: Omhullendheid van het voorgestelde scenario

In §4 van OD-093 [4] wordt het volgende vermeld:

“Figures 5 and 6 show the vertical and horizontal sections of an almost completely filled module containing 5 completely filled layers and one partly filled layer of monoliths. This case can be regarded as worst case scenario for an incompletely filled module.”

FANC en Bel V vragen aan NIRAS om te justifiëren dat dit wel degelijk het worst case scenario betreft aangezien de meest stralende monolieten normaal niet in de toplagen zullen geplaatst worden.

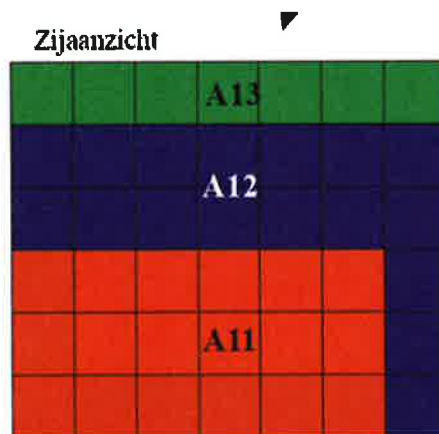
2 Antwoord NIRAS

Het model dat volgens §4 van OD-093 overeenkomt met het worst case scenario, dat leidt tot de hoogste blootstelling wordt niet meer gebruikt.

In een eerste versie van dit antwoord was een bijkomende berekening op basis van de volgende hypothesen voorzien (Figuur 1):

Hypothese 1: Voor het opvullen van de modules zijn de volgende limieten van toepassing:

- a. Maximale dosistempo voor de monolieten van de bovenste laag (Zone A13) is beperkt tot 0.1 mSv/h
- b. Maximale dosistempo voor de monolieten aan de zijkanten van de onderliggende lagen (Zone A12) is beperkt tot 2 mSv/h
- c. Maximale dosistempo voor Zone A11 is beperkt tot 20 mSv/h



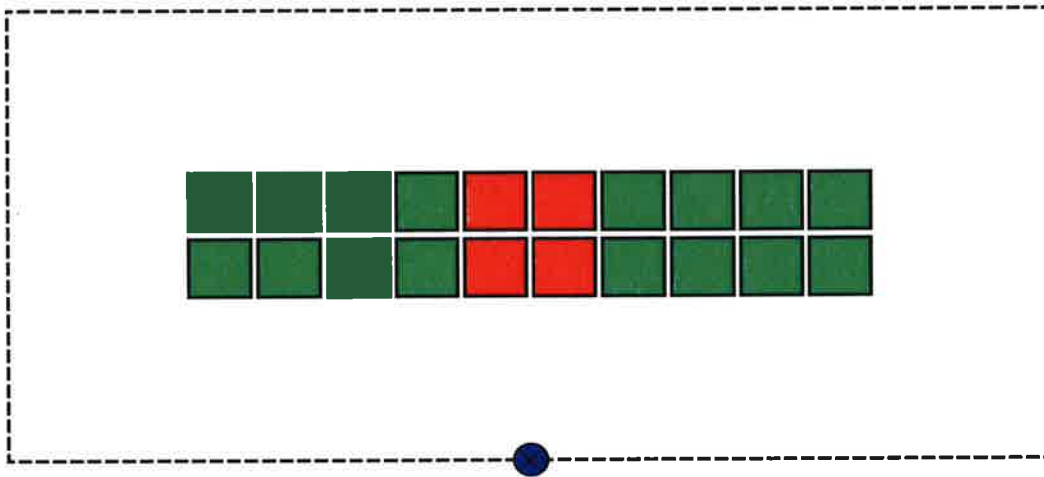
Figuur 1 - Zijaanzicht van de opvulling van een halve module (6 lagen van monolieten Type I).

Hypothese 2: De aanwezigheid van afschermingsplaten van 30 cm dikte op alle monolieten

Hypothese 3: De aanwezigheid van een structurele top plaat van 40 cm dikte op de gevulde modules

Hypothese 4: De dosisberekeningen worden uitgevoerd voor een representatief persoon die zich op een afstand van 70m van de modules in opvulling bevindt en voor werkers die zich op verschillende plaatsen op de site bevinden. Voor de site werd de volgende hypothetische situatie verondersteld (Figuur -2):

- d. 2 * 8 volledig gevulde en gesloten modules
- e. vier gedeeltelijk gevulde modules (3 lagen) met, voor iedere module, 46 monolieten met een dosistempo op contact van 2 mSv/h en 110 monolieten met een dosistempo op contact van 20 mSv/h



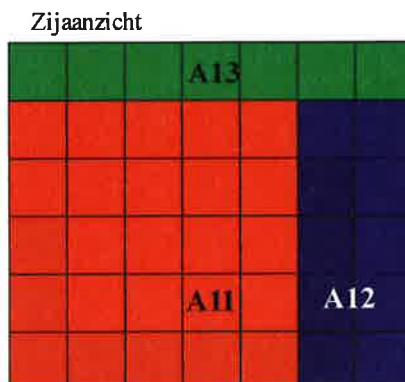
Figuur -2 - Zicht van de "tumulus" voor de dosisberekeningen. Het blauwe punt geeft de positie van de representatieve individu.

Hypothese 5: De aanwezigheid van een monoliet die uit de transportverpakking getild wordt met een dosis debiet van 20 mSv/h.

Omwille van wijziging van een aantal inputs dienden de initieel voorziene hypothesen echter gewijzigd te worden (zie figuur 0-3):

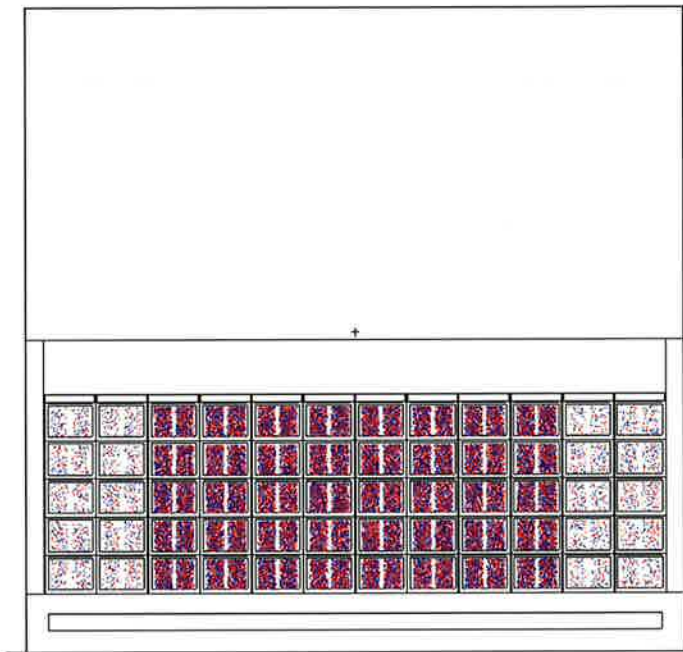
- Hypothese 1 wordt gewijzigd:
 - Het dosistempo aan de perimeter moet beperkt worden tot 0,1 mSv/jaar (in plaats van 0,3 mSv/jaar in het dossier van de vergunningsaanvraag).
 - Om aan de dosisbeperking van 0,1 mSv/jaar te kunnen voldoen, moest een nieuwe opvulregel ingevoerd worden, namelijk dat de som van de dosisdebieten op contact met de monolieten uit één laag binnen de module beperkt is tot 174 mSv/h. Deze nieuwe opvulregel is haalbaar met de huidige inventaris, zie bijlage.
 - Er wordt rekening gehouden met de mogelijkheid tot het plaatsen van monolieten met een contactdosis van meer dan 2 mSv/h in lagen vier (voor type II/III) en vijf (voor type I).

- De sterkst stralende monolieten, met een maximaal dosistempo van 20 mSv/h worden nog steeds centraal (8x9) in de berging geplaatst en worden op de onderste lagen afgeschermd door twee buitenste kolommen monolieten met een lager dosistempo, maximaal 2 mSv/h (zie Figuur 0-3). Voor de monolieten op de bovenste laag is het dosistempo beperkt tot maximaal 0,1 mSv/h.

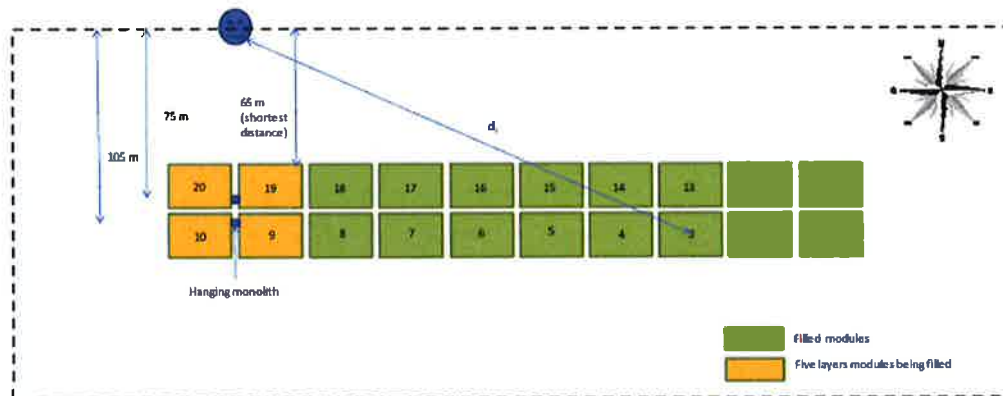


Figuur -3 - Zijaanzicht van de opvulling van een halve module (6 lagen van monolieten Type I).

- De configuratie van 4 modules in opvulling midden de tumulus terwijl alle andere modules van de tumulus reeds gevuld en gesloten zijn (figuur 2), kan niet voorkomen in realiteit. Daarom werd voor de site een realistischere hypothese gemaakt:
 - 16 volledig gevulde en gesloten modules.
 - 4 modules in opvulling , waarbij verondersteld wordt dat alle monolieten reeds geplaatst zijn met uitzondering van de monolieten van de bovenste laag, zoals geïllustreerd door Figuur-4



Figuur-4 - Zijaanzicht van een module in opvulling (5 lagen van monolieten Type I).



Figuur 5 - Zicht van de "tumulus" voor de dosisberekeningen. Het blauwe punt geeft de positie van de representatieve persoon.

Het nieuwe conservatieve model is omhullend want :

- Monolieten stralen maximaal, doch met respect voor nieuwe opvulregel waarbij het dosistempo per laag beperkt wordt tot 174 mSv/h.
- Vermits de modules laag per laag opgevuld worden, is het huidige model voor de vier modules in opvulling het meest conservatieve: de monolieten van de bovenste laag, fungeren immers als afscherming voor de onderliggende monolieten met een hoger dosistempo. Inderdaad, de resultaten van Tabel 15 en Tabel 17 van [2] tonen aan dat de dosis veroorzaakt door een module in exploitatie hoger is dan van dezelfde module indien ze volledig gevuld maar nog niet afgesloten is, i.e. respectievelijk 0,024 μ Sv/h en 0,003 μ Sv/h op een afstand

van 20,3 m van de desbetreffende modules. Deze resultaten tonen aan dat de blootstelling voornamelijk het resultaat is van skyshine effect en dat de beschouwde configuratie inderdaad de meest conservatieve is.

- Er wordt rekening gehouden met de monolieten getild door de rolbrug. Deze monolieten hebben een dosis debiet van 20 mSv/h op contact, wat het maximaal toelaatbare dosistempo op contact is met een monoliet.
- Voor de dosisberekeningen wordt verondersteld dat de activiteit volledig afkomstig is van ^{60}Co .
- Voor de bevolking wordt de dosis zeer conservatief ingeschat voor een representatieve persoon die zich gedurende 2000 uur per jaar bevindt ter hoogte van de omheining op 65m van de modules, zo dicht mogelijk bij de modules in opvulling. Er werd in dat geval eveneens rekening gehouden met de aanwezigheid van monolieten aan de brugkraan met een dosistempo van 20 mSv/h. De aanwezigheid van een monoliet in het transporttreintje is echter verwaarloosbaar [1].

De dosisimpact voor de werknemers werd bepaald door zones te definiëren waar werknemers zich kunnen bevinden voor het verrichten van bepaalde taken. Hierbij werd eveneens rekening gehouden met de aanwezigheid van monolieten aan de brugkraan en met de aanwezigheid van monolieten in het transporttreintje In de ontladingszone [2].

3 Aanpassing aan het veiligheidsrapport

Hoofdstuk 12 zal aangepast worden om de nieuwe opvulregel en de conservatieve configuratie in rekening te brengen [1].

4 Referentie

- [1] VNS-TR-14-056, Assessment of dose due to direct radiation and skyshine during the operational phase of the category A waste repository at Dessel, 2015.
- [2] VNS-TR-15-063, ALARA study: dose assessment during the operational phase of the Category A waste repository at Dessel, 2016
- [3] NIROND, Zonering NISD, 2016, 2016-2115

Bijlage 1: Haalbaarheid van de opvulstrategie

Methodie

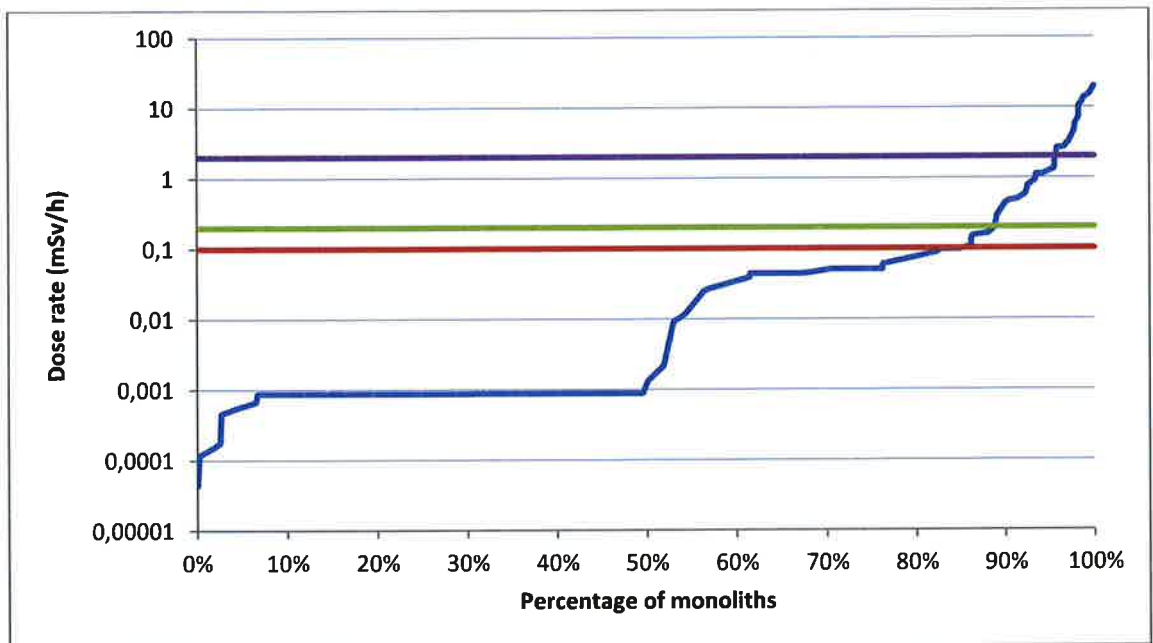
Aan de hand van bronterm 2013 V1 [§6.4.5 van HS06 van het VR], dewelke berekend is aan de hand van de inventaris “2013 Aangevuld”, werd de haalbaarheid van de nieuwe opvulregels gecontroleerd door een indicatieve inschatting te maken van de dosistempo van de monolieten.

Het dosistempo op contact met de monolieten wordt grotendeels bepaald door de volgende 14 radionucliden: Zr-95, Nb-95, Na-22, Mn-54, Ir-192, Eu-154, Eu-152, Cs-137, Cs-134, Co-60, Co-58, Co-56, Ag-110m en Ag-108m. Voor deze radionucliden werden in [1] de conversiecoëfficiënten berekend om het gemiddelde en maximale dosistempo te berekenen op contact met een monoliet veroorzaakt door een bepaalde activiteit van het radionuclide in een bepaald type vat. De gemiddelde activiteit per radionuclide gedefinieerd binnen de bronterm V1, gedeclareerd op familieniveau werd gebruikt als een inschatting van de te verwachten activiteit per collo. Deze waarde werd met behulp van de conversiecoëfficiënten voor het maximale dosistempo omgerekend. Zo kon voor ieder huidig en toekomstig collo categorie A-afval een indicatieve dosisinschatting van het collo in een monoliet gemaakt worden door de activiteit van het desbetreffende radionuclide te vermenigvuldigen met de conversiecoëfficiënten, rekening houdende met het type collo waarin het afval vervat is.

De colli werden virtueel samengesteld tot monolieten en het maximale dosistempo op contact met de monoliet werd gelijk gesteld aan het maximale dosistempo van het meest stralende collo.

Deze schatting is een ruwe benadering van het verwachte dosistempo per monoliet en zal het dosistempo overschatten omwille van de conservatieve hypothesen die gebruikt geweest zijn om de dosisinschatting te maken.

Resultaten



Figuur 6 - weergave van de dosis distributie van de monolieten

Figuur 6 geeft de genormaliseerde cumulatieve dosis distributie weer van de monolieten in de berging.

In Tabel 1 wordt de ingeschatte dosis distributie van de monolieten samengevat voor de belangrijkste categorieën in de berging. 85% van de monolieten zal een dosistempo hebben op contact dat kleiner is dan 100 μ Sv/h. Slechts 4% van de monolieten zal een dosistempo hebben dat groter is dan 2 mSv/h. Volgens de huidige opvulregels mag 37% van de monolieten een dosistempo hebben dat groter is dan 2 mSv/h en moet slechts 20% van de monolieten een dosistempo hebben dat kleiner is dan 100 μ Sv/h.

Tabel 1: dosis distributie van de monolieten

Bekend contactdosistempo	Gewogen gemiddelde (mSv/h)	Type I	Type II	Type III	Totaal	
[0 mSv/h – 0,1 mSv/h]	0,021	16292	670	4588	21551	85%
]0,1 mSv/h – 0,2 mSv/h]	0,148	674	123	193	991	4%
]0,2 mSv/h - 2 mSv/h]	0,822	1234	330	202	1766	7%
]2 mSv/h - 20 mSv/h]	8,802	301	443	340	1084	4%
Totaal	0,457	18501	1566	5323	25391	100%

Ervan uitgaande dat 18 501 type I monolieten leiden tot 3 083,5 (=18 501/6) kolommen in de berging en 6 889 type II en III monolieten leiden tot 1 377,9 (=6 889/5) kolommen, kunnen we stellen dat 3 083 type I monolieten en 1 377 type II en type III monolieten, waarvan 670 type II monolieten en 707 type III monolieten, met een dosistempo kleiner dan 100 μ Sv/h reeds gebruikt kunnen worden om de bovenste laag in de modules op te vullen. De overige monolieten met een dosistempo

kleiner dan 100 µSv/h kunnen dan geplaatst worden in de lagen eronder¹. Tabel 2 geeft een overzicht van het aantal monolieten die niet die geplaatst zullen worden in de bovenste laag in de modules.

Tabel 2: Dosisdistributie van de monolieten die niet geplaatst zullen worden in de bovenste laag

Bekend contactdosistempo	Type I	Type II	Type III	Totaal
[0 mSv/h – 0,1 mSv/h]	13 209	0	3 881	17 090
]0,1 mSv/h – 0,2 mSv/h]	674	123	193	991
]0,2 mSv/h - 2 mSv/h]	1234	330	202	1766
]2 mSv/h - 20 mSv/h]	301	443	340	1084
Totaal	15 419	896	4616	20 931

Daarvan hebben er 15 117 type I monolieten en 4 729 type II en III monolieten een voldoende laag dosistempo om in de buitenste twee schillen terecht te komen. Dit geeft aanleiding tot respectievelijk 3 024 (= 15 117/5) en 1 183 (=4 729/4) kolommen in de berging voor type I en type II/III monolieten (4 207 kolommen in totaal), daar waar er in feite slechts 2 856 kolommen $((12 \times 13) - (8 \times 9)) \times 34$ beschikbaar zijn. De monolieten waarvoor geen plaats meer is in de buitenste twee lagen kunnen dan dus geborgen worden in de centrale 8x9 plaatsen.

Om met de beschikbare plaatsen in de buitenste kolommen van de onderste lagen een opvulling te simuleren, werden de beschikbare kolommen verdeeld: 1 019 kolommen voor de type III monolieten, 31 kolommen voor de type II monolieten en de overige kolommen voor het plaatsen van de type I monolieten (1 806 kolommen). Dit wil zeggen dat er in de buitenste lagen het volgende aantal monolieten geborgen kunnen worden:

- 9 030 type I monolieten
- 123 type II monolieten
- 4074 type III monolieten

De dosisdistributie voor deze monolieten is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3: Dosisdistributie van de monolieten die in de buitenste twee lagen in een module geborgen moeten worden

	Type I	Type II	Type III	Totaal
[0 mSv/h – 0,1 mSv/h]	8 356	0	3 881	12 237
]0,1 mSv/h – 0,2 mSv/h]	674	123	193	991
]0,2 mSv/h - 2 mSv/h]	0	0	0	0
Totaal	9 030	123	4074	13 228

¹ De resultaten laten zelfs zien dat met de verwachte dosisdistributie van de monolieten meer dan enkel de bovenste laag opgevuld kan worden met monolieten met een dosistempo kleiner dan 0,1 mSv/h. Echter, vanuit operationele doeleinden in het kader van het leeghalen van de opslaggebouwen op Belgoproces zijn te strikte opvulregels ongewenst. Te strikte opvulregels impliceren namelijk meer manipulaties op de vaten of een langere stockageperiode in de bufferzones van IPM, wat ongewenst is vanuit het oogpunt van stralingsbescherming naar de werknemers van de opslaggebouwen en de IPM toe.

De overige monolieten worden in de centrale 8x9 plaatsen geborgen:

Tabel 4: Dosisdistributie van de monolieten die in de centrale 8x9 plaatsen in een module geborgen moeten worden

	Type I	Type II	Type III	Totaal
[0 mSv/h – 0,1 mSv/h]	4853	0	0	4853
]0,1 mSv/h – 0,2 mSv/h]	0	0	0	0
]0,2 mSv/h - 2 mSv/h]	1234	330	202	1766
]2 mSv/h - 5 mSv/h]	148	205	172	525
]5 mSv/h - 7 mSv/h]	12	17	0	29
]7 mSv/h - 10 mSv/h]	0	91	0	91
]10 mSv/h - 12 mSv/h]	10	81	0	91
]12 mSv/h - 14 mSv/h]	0	49	0	49
]14 mSv/h - 16 mSv/h]	0	0	168	168
]16 mSv/h - 18 mSv/h]	0	0	0	0
]18 mSv/h - 20 mSv/h]	131	0	0	131
Totaal	6 388	773	542	7703

De som van de dosisdebieten op contact met de monolieten uit één laag binnen de module is beperkt tot 174 mSv/h. Met de huidige dosisdistributie en opvulling van de modules is het gemiddelde dosistempo van de monolieten in de buitenste twee lagen gelijk aan 107 µSv/h en die van de monolieten in de centrale 8x9 plaatsen gelijk aan 1,9 mSv/h, wat leidt tot een gemiddeld dosistempo van 148 mSv/h per laag. Het gemiddelde dosistempo van de monolieten in de buitenste twee lagen en de centrale 8x9 plaatsen is berekend door het gewogen gemiddelde te nemen van de histogrammen, gegeven in Tabel 3 en Tabel 4.

$$\langle \dot{E} \rangle = \frac{\sum E_i M_i}{\sum M_i}$$

Hierbij is M_i gelijk aan het totaal aantal monolieten binnen een bepaalde klasse en E_i conservatief gelijk gesteld is aan het maximale dosistempo van de klasse.

Conclusie

De berekening toont aan dat de opvulregels met de huidige inventaris gerespecteerd kunnen worden.

3 Referenties

- [1] NIROND, External radiation dose conversion coefficients for the category A disposal monoliths, NIROND-TR 2011-21 E, 2011

1 HS12-OD093-002: Invloed van transportcontainer met monoliet

In de berekeningen van OD-093 [4] wordt er geen rekening gehouden met de dosis afkomstig van een transportcontainer met monoliet (wat wel het geval was in OD-058 [1]).

FANC en Bel V vragen om te justifyeren waarom deze dosis niet in rekening werd gebracht.

2 Antwoord NIRAS

In §7 van OD-093 wordt er rekening gehouden met een monoliet die uit de transportverpakking getild wordt (DHM) en waaraan men 500 uur blootgesteld wordt. Wegens de extra shielding geleverd door de transportcontainer (ongeveer een factor 10 zie Figure 8 uit OD-094) en de hypothese van 500 uur is dit omhullend voor de situatie van eerst blootstelling aan de transportcontainer en vervolgens aan de opgetilde monoliet indien het contactdosisdebiet van de monoliet 2 mSv/h bedraagt.

De hypothese van 500 uur is omhullend voor het transport en het tillen van de monoliet. Zoals vermeld in OD-168, zijn de maximale tijd voor deze operatie zijn de volgende:

- Transporttijd van een monoliet van IPM naar de modules: tussen 5 (dichtste modules) en 18 minuten (verste module) (Zie §4.4.2 van OD-168);
- Tillen van een monoliet: 4 minuten (Zie §4.4.3 van OD-168);
- Verplaatsten van een monoliet boven op de modules: 2 × 3 minuten (Zie §4.4.3 van OD-168);
- Plaatsen van een monoliet: 3 minuten (Zie §4.4.3 van OD-168).

De maximale tijd per monoliet bedraagt dus: 18 à 31 minuten. Rekening houdend met een frequentie van 1000 monolieten per jaar, hebben we 300 à 517 uur.

3 Referenties

- [OD-168] ONDRAF/NIRAS, Detailed design description – Handling equipments, NIROND-TR 2011–62 E V1 (23/05/2012)

1 **HS12-OD096-001: Administratieve gebouwen als deel van de groene zone**

In §2.1.2.1 van OD-096 wordt vermeld dat een deel van het administratieve gebouw (zoals controlekamer, bureau's en de vestiaire) toebehoort aan de groene zone. Dit impliceert dat al het personeel, dat in die lokalen komt, als beroepshalve blootgesteld dient beschouwd te worden, wat belangrijke gevolgen met zich meebrengt op het gebied van dosimetrie, opleiding, medisch onderzoek... FANC en Bel V vragen om te verduidelijken waarom een deel van het administratieve gebouw deel zal uitmaken van de groene zone. Bijkomend dient dit op een correcte en duidelijke manier in het hoofdstuk 12 vermeld te worden.

2 **Antwoord NIRAS**

In [1] worden de bewaakte zone wat betreft 'radiologische toezicht' en wat betreft 'beveiliging' met elkaar vermengd.

Het gedeelte van het administratieve gebouw dat – **radiologisch gesproken** – behoort tot de bewaakte² en/of gecontroleerde³ zone is zeer beperkt en wordt in bijlage aan dit antwoord op een voorlopig plan van het gebouw verduidelijkt.

De andere delen van het administratief gebouw waarvan sprake (controlekamer, bureau's, ...) zijn weliswaar 'bewaakt' met een badge-controle maar dit is **op het vlak van beveiliging** en niet op het radiologische vlak.

Referentie [1] zal aangepast worden om dit onderscheid duidelijker te maken.

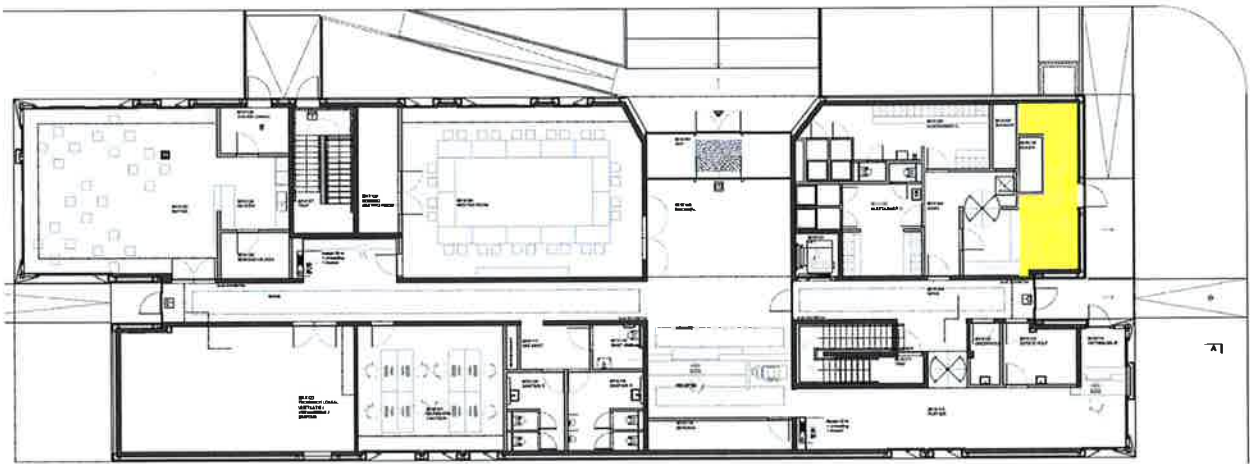
3 **Referenties**

- [1] OD-096 “Zoning of the disposal site”, NIRAS, NIROND-TR 2011-81 E V1 (27/06/2012);

² Een bewaakte zone is een zone die is onderworpen aan een passend toezicht met het oog op de bescherming tegen ioniserende stralingen.

³ Een gecontroleerde zone is een zone waarvoor, om redenen van bescherming tegen ioniserende stralingen en ter preventie van de verspreiding van een eventuele radioactieve besmetting, een bijzondere reglementering geldt en waarvan de toegang wordt gecontroleerd.

Bijlage 1: Gelijkvloers van het administratief gebouw met aanduiding van de bewaakte (groen – niet aanwezig) en gecontroleerde (geel) zones voor wat betreft het radiologische aspect.



1 HS12-OD096-002: Besmettingsmeting voor overgang gele naar groene zone

In §2.1.2.1 van OD-096 [2] wordt het volgende vermeld:

“The absence of any radioactive contamination in the yellow zone that can become a green zone (...) will be checked at least weakly and maybe more (...)”

Bel V vraagt om te verduidelijken hoe deze besmettingsmeting zal uitgevoerd worden. Bijkomend stellen FANC en Bel V dat de nodige informatie betreffende deze meting in hoofdstuk 16 dient vermeld te worden.

2 Antwoord NIRAS

De besmettingsmetingen zullen uitgevoerd worden door een luchtbemonstering. Dank zij een bemonsteringspomp, wordt de potentiële luchtbesmetting op een filter afgezogen en daarna gemeten.