

**INVENTARIS
RADIOACTIEF AFVAL
IN NEDERLAND**

INVENTARIS RADIOACTIEF AFVAL IN NEDERLAND

September 2014

Ewoud Verhoef, Jeroen Welbergen (COVRA)

Rob Wieggers en Marit Sijbers (IBR Consult)

COVRA N.V.

INHOUD

1.	Inleiding	1
1.1.	Radioactief afvalbeleid	1
1.2.	Doel inventaris	2
1.3.	Leeswijzer	2
2.	Werkwijze	3
2.1.	Uitgangspunten	3
2.2.	Opzet en methodologie	3
3.	Radioactief afval	6
3.1.	Herkomst	6
3.2.	Soorten	6
3.3.	Verwerking	8
4.	Hoeveelheden	12
4.1.	Huidige hoeveelheid radioactief afval	12
4.2.	Productie en verwerking	13
4.3.	Inventaris in 2130	13
5.	Mogelijke andere bronnen	20
5.1.	Mogelijke bestaande bronnen	20
5.2.	Mogelijke nieuwe bronnen	21
5.3.	Gesprekken met deskundigen	22
5.4.	Discussie	22
6.	Conclusies	24
6.1.	Hoeveelheden	24
6.2.	Infrastructuur	24
6.3.	Kennis en competenties	25
7.	Referenties	26

1. Inleiding

Op grond van de Europese radioactief afval richtlijn is Nederland verplicht het radioactief afvalbeleid en de uitvoering daarvan vast te leggen in een nationaal programma. In het nationale programma wordt het beleid voor het beheer van radioactief afval beschreven van het ontstaan tot aan de beheeroptie(s) voor de zeer lange termijn. Aan het nationale programma wordt nu gewerkt. Het moet in 2015 gereed zijn. Deze inventaris dient als onderbouwing bij de uitwerking van het nationale programma.

Het nationale programma kan gezien worden als een 'projectplan' voor het nationale afvalbeleid. Concreet geeft het nationale programma antwoord op twee vragen:

1. Hoeveel afval is er en komt er nog?
2. Wat doe je en ga je doen met dat afval?

Met deze inventaris wordt een antwoord gegeven op de eerste vraag. Er wordt in kaart gebracht hoeveel radioactief afval in Nederland ligt opgeslagen en er wordt een voorspelling gemaakt hoeveel radioactief afval er verwacht wordt. Andere studies die worden uitgevoerd in het kader van het nationale programma zijn de verkennende studie van Arcadis naar mogelijke lange termijn beheeropties en de studie van het Rathenau Instituut naar participatie van het publiek bij besluitvorming over radioactief afval. Die studies hebben betrekking op de tweede vraag.

1.1. Radioactief afvalbeleid

Ioniserende straling is niet meer weg te denken uit onze moderne samenleving. Radioactieve stoffen worden op veel plaatsen gebruikt, juist omdat ze ioniserende straling uitzenden. Naast nuttig is ioniserende straling in potentie ook gevaarlijk voor mens en milieu. Wanneer de radioactieve stoffen niet meer worden gebruikt, moeten ze veilig worden opgeruimd. Volgens de Nederlandse en Europese regelgeving ontstaat er daarom 'radioactief afval' wanneer voor de radioactieve stof geen verder gebruik meer is voorzien (en de stof door de overheid als radioactief afval wordt beschouwd). De zorg voor radioactief afval is aan strenge regels gebonden. Die regels zijn vastgelegd in de Kernenergiewet (Kew) en de daarvan afgeleide Ministeriële Besluiten en Regelingen. Het fundament van het Nederlandse beleid voor radioactief afval stamt uit 1984. Dit beleid staat anno 2014 nog steeds overeind. Er moet voorkomen worden dat radioactief afval ongecontroleerd in het leefmilieu terechtkomt. Praktisch betekent dat: isoleren, beheersen en controleren van dit afval.

De basis van de zorg voor radioactief afval is verval. Wanneer radioactieve stoffen straling uitzenden, verandert er iets in de opbouw van de atomen van die radioactieve stof. Uiteindelijk ontstaat een nieuw atoom dat geen straling meer kan uitzenden en dus niet meer radioactief is. De radioactieve stof is dan vervallen en levert geen gevaar meer op. Radioactief afval moet dus worden verzameld (isoleren) en bewaard op een plek waar de straling geen kwaad kan, lang genoeg tot het gevaar verdwenen is. Hoelang dat duurt, verschilt per stof (radionuclide) van fracties van een seconde tot vele duizenden jaren. Veilig bewaren betekent dat mens en milieu worden beschermd tegen de schadelijke effecten van ioniserende straling (beheersen). Tenslotte wordt zolang de veiligheid niet geborgd is door een passieve veilige insluiting, het afval voortdurend bewaakt door middel van metingen en controles. Op deze manier blijft het gegarandeerd veilig opgeslagen (controleren).

Het werken met radioactieve stoffen is in Nederland alleen toegestaan wanneer er wordt beschikt over een daartoe strekkende melding of een vergunning op grond van de Kew. De houder van de vergunning of melding mag het radioactief afval dat daarbij ontstaat uitsluitend overdragen aan een erkende instelling. Omdat in Nederland weinig radioactief afval wordt geproduceerd en omdat het een specialistische zorg vraagt, is er gekozen voor één erkende organisatie, de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval in Nieuwdorp, Zeeland. Bovendien heeft een enkele organisatie ook om financiële redenen (kostenbesparing) de voorkeur. Vanwege de nutsfunctie is COVRA sinds 2002 volledig eigendom van de Nederlandse overheid. Al het vergunningsplichtige radioactieve afval, of het nu afkomstig is van ziekenhuizen, onderzoekinstellingen, de industrie of een kerncentrale, gaat naar COVRA. Alleen natuurlijk radioactief (NORM) afval vormt hierop een uitzondering, dat mag gestort worden op aangewezen afvaldeponieën of worden gemengd met niet-radioactief materiaal zodat het hergebruikt kan worden.

Het radioactief afval bij COVRA wordt ten minste gedurende 100 jaar opgeslagen. Daarna is voor het afval eindberging voorzien. Gedurende de periode van opslag wordt onderzoek uitgevoerd naar mogelijkheden voor eindberging van het radioactief afval in Nederland en in multinationale context zodat een goed onderbouwde definitieve keuze gemaakt kan worden.

1.2. Doel inventaris

In het nationale programma moet concreet worden beschreven hoe het radioactief afval in Nederland veilig en verantwoord beheerd wordt. Daarvoor is een goed beeld van het huidig en toekomstig radioactief afval nodig. Het doel van de inventaris is daarom een overzicht te geven van de hoeveelheden en soorten, de jaarlijkse productie en verwerking van radioactieve afvalstoffen en een voorspelling te doen van de radioactief afval inventaris in 2130. In de inventaris is niet alleen gekeken naar de bekende producenten (zoals grote Kew-vergunninghouders) maar is ook geprobeerd een inzicht te geven in mogelijke nieuwe bronnen die op enig moment 'radioactief afval' kunnen worden.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 1 legt uit waarom de inventaris is uitgevoerd. Hoofdstuk 2 vertelt hoe de inventaris is opgezet: de uitgangspunten, opzet en methodologie. Hoofdstuk 3 beschrijft wat radioactief afval is en geeft de herkomst, soorten en mogelijke verwerkingsroutes van radioactief afval. Hoofdstuk 4 geeft een overzicht van de hoeveelheden radioactief afval, de verwerking en doet een voorspelling van de toekomstige inventaris. Hoofdstuk 5 onderzoekt mogelijke nieuwe bronnen. Hoofdstuk 6 trekt de conclusies en doet aanbevelingen voor een volgende inventaris.

2. Werkwijze

2.1. Uitgangspunten

Bij het maken van de inventaris zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- In de inventaris wordt onderscheid gemaakt tussen drie soorten afval: hoogradioactief afval (HRA), laag-en middelradioactief afval (LMRA) en Natural Occurring Radioactive Materials (NORM) afval (zie 3.2).
- De radioactief afvalproductie en de opslag bij de producent wordt geschat aan de hand van interviews en COVRA gegevens (zie 2.2).
- De uiteindelijk te bergen HRA-inventaris wordt direct opgesteld aan de hand van productiegegevens van de producent tot en met ontmanteling en de opslag bij COVRA.
- De uiteindelijk te bergen LMRA- en NORM-inventaris wordt verkregen door lineaire extrapolatie van de huidige productie naar 2130 plus de verwachte hoeveelheden afkomstig van ontmanteling en het huidige afval in opslag bij COVRA en bij de producenten.
- Hierbij wordt uitgegaan van het staande beleid waarbij een nieuwe reactor voor de productie van medische isotopen wordt gestart (PALLAS) en in 2033 de kerncentrale wordt gesloten.
- Aan de hand van literatuuronderzoek en interviews met deskundigen worden mogelijke toekomstige bronnen van radioactief afval geïdentificeerd.

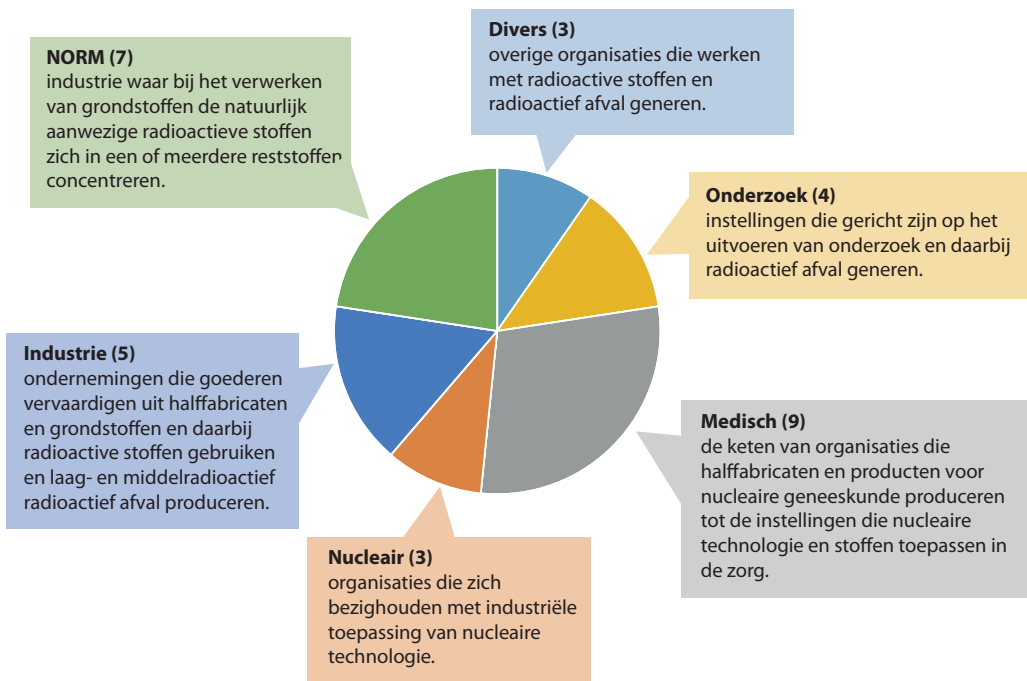
De gebruikte uitgangspunten bij het zoeken naar nog onbekende en/of nieuwe bronnen zijn:

- Er wordt gekeken naar bedrijfsmatige omstandigheden (het gaat niet om consumenten).
- Als processen waarbij mogelijk radioactief afval kan ontstaan worden beschouwd:
 - handelingen en/of werkzaamheden met radioactieve stoffen,
 - transporteren of bewerken van met name minerale grondstoffen,
 - behandelen van procesmatige afvalstromen of emissies.
- Mogelijke bronnen met een potentieel significante hoeveelheid radioactief afval worden gerapporteerd.
- Het doel van de literatuurstudie is aanwijzen van mogelijke bronnen, verder onderzoek zal moeten aantonen of er daadwerkelijk radioactief afval is.

2.2. Opzet en methodologie

Gezien het grote aantal Kew-vergunninghouders is het ondoenlijk om elk van deze (potentiële) aanbieders van radioactieve afvalstoffen te benaderen. Om tot een onderbouwde schatting van de huidige hoeveelheid radioactief afval en de afvalproductie te komen is voor de volgende aanpak gekozen:

1. Er zijn zes categorieën van afvalproducenten gedefinieerd: industrie, medisch, NORM-industrie, nucleair, onderzoek en divers. Afvalproducenten zijn ingedeeld in de categorieën op basis van het doel en eindgebruik van de producten die zij maken waarbij het afval vrijkomt.



Figuur 1: Aantal geënquêteerde organisaties per producentcategorie.

2. In overleg met het ministerie van Economische Zaken is voor elk van de verschillende categorieën een aantal organisaties geselecteerd voor het houden van een interview. Als basis voor de selectie werden de 100 grootste afvalleveranciers aan COVRA genomen tezamen met de belangrijkste producenten van NORM afval. Hieruit zijn een dertigtal organisaties gekozen voor het houden van het interview (figuur 1).
3. Aan de hand van gestructureerde, anonieme interviews is voor elk van de organisaties in kaart gebracht welke soorten afval geproduceerd worden (nu en in de nabije toekomst), de opslag op het terrein, de verwachte jaarlijkse productie, het verwachte ontmantelingsafval en of bestaande verwerkingsmogelijkheden toereikend zijn.
4. Vervolgens zijn de uitkomsten van de (beperkte groep) geënquêteerden naar de totale hoeveelheid geëxtrapoléerd. Voorzover het COVRA-gerelateerd afval betreft, is de verwachte productie per categorie vergeleken met de totale hoeveelheden die door COVRA over de afgelopen vijf jaar zijn ontvangen om een totale afvalproductie per categorie te schatten.
5. Er is er goed overzicht van de toekomstige productie van HRA. Er is immers maar een klein aantal producenten. Het beheer van het HRA wordt vastgelegd in langlopende contracten en alle producenten moeten een ontmantelingsplan hebben. De uiteindelijk te bergen HRA-inventaris wordt daarom opgesteld aan de hand van productiegegevens van de producent en de opslag bij COVRA.
6. Vanwege het grote aantal zeer verschillende producenten van LMRA- en NORM-afval, kan de inventaris niet op dezelfde manier worden opgesteld. De uiteinde-

lijk te bergen LMRA- en NORM-inventaris wordt daarom verkregen door lineaire extrapolatie productie van de huidige omvang naar 2130 plus de verwachte hoeveelheden afkomstig van ontmanteling en het reeds aanwezige afval in opslag bij COVRA en bij de producenten.

7. De inventaris in 2130 geeft een beeld van het afval dat in de eindberging wordt geborgen. Dit betekent dat:
 - a. Radioactief afval dat is verwijderd, bijvoorbeeld door storten op een afvaldeponie, gaat niet naar de eindberging en draagt niet bij aan de inventaris in 2130.
 - b. Radioactieve reststoffen die worden hergebruikt, zijn geen radioactief afval en dragen niet bij aan de inventaris in 2130.
 - c. De productie van radioactieve reststoffen, die worden hergebruikt, wordt wel gerapporteerd. Storten en de verschillende hergebruikroutes zijn vaak commerciële activiteiten. Dat betekent dat soms nieuwe opties voor het recyclen van radioactieve materialen kunnen ontstaan maar dat even goed op enig moment verwerkingsinstallaties kunnen worden stilgelegd. Als het hergebruik wegvalt, wordt een reststof radioactief afval.

Via de enquête worden alleen de bekende producenten, Kew-vergunninghouders in Nederland, gevraagd. Voor een volledig beeld van de toekomstige productie moet ook naar mogelijke bronnen uit het verleden worden gekeken, bijvoorbeeld oude gebruik genomen installaties of zelfs gehele bedrijfsterreinen. Andere bronnen kunnen ook systemen zijn waar (natuurlijke) radioactiviteit kan accumuleren en die niet onder de Kew vallen. Ook kunnen mogelijke nieuwe bronnen in de toekomst ontstaan door het opstarten van nieuwe activiteiten.

De literatuurstudie naar nieuwe bronnen is in twee stappen uitgevoerd. Eerste stap is een literatuuronderzoek, waarbij met name conferentiehandelingen, verslagen van symposia en tijdschriften op het gebied van radioactiviteit en gevaarlijk afval zijn bestudeerd. Belangrijkste geraadpleegde referenties zijn opgenomen in hoofdstuk 7 [2,3,4,5,6,7]. Daarnaast is een door AgentschapNL uitgevoerde studie naar de hoeveelheden radioactieve stoffen bij vergunninghouders bestudeerd [8]. Vervolgens is ook meer generieke literatuur bekeken en is het internet geraadpleegd voor aanvullende informatie uit met name het buitenland. Bij de internetstudie zijn zoektermen als "radioactivity, waste, hazardous, emissions, sludge" in diverse combinaties gebruikt.

In de tweede stap zijn de resultaten van het literatuuronderzoek met (buitenlandse) deskundigen besproken. In een-op-een gesprekken met deskundigen uit Nederland, België en Duitsland is gekeken of de resultaten aansloten bij hun ervaringen en of er op basis van hun inzichten nog niet beschouwde bronnen kunnen worden verwacht.

3. Radioactief afval

3.1. Herkomst

In Nederland zijn er ca. 1300 vergunningen voor bedrijven om radioactief stoffen voor handen te hebben en te gebruiken. Daarnaast zijn er ook nog een aantal bedrijven die meldingsplichtige radioactieve grondstoffen gebruiken. Dit gaat om NORM materialen waarbij NORM voor Natural Occurring Radioactive Materials staat.

Bij het gebruik van de radioactieve stoffen, kunnen restproducten ontstaan. Wanneer deze restproducten niet hergebruikt kunnen worden, ontstaat er radioactief afval. Dit radioactieve afval in de categorieën HRA en LMRA moet na productie zo snel (in de praktijk meestal binnen 2 jaar) mogelijk naar COVRA worden afgevoerd. Wanneer dit type afval niet vergunningsplichtig is, mag het ook op een andere manier veilig verwijderd worden. Voor NORM afval zijn, naast COVRA, ook deponieën aangewezen en is hergebruik een belangrijke optie. Daarnaast ligt er nog een hoeveelheid historisch afval opgeslagen in Petten dat geproduceerd is voordat de COVRA opgericht werd. Dit afval wordt de komende jaren afgevoerd naar de centrale opslag.

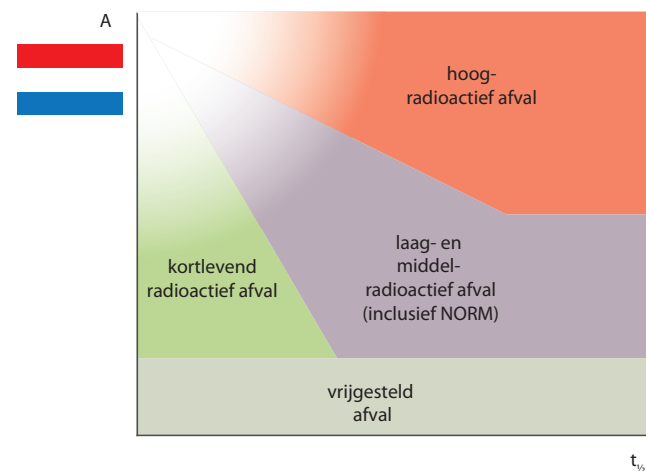
3.2. Soorten

Er is geen internationaal overeengekomen afvalclassificatie. Voor het opstellen van radioactief afvalbeleid en -strategieën classificeren landen het radioactief afval in verschillende categorieën (soorten). Deze categorieën zijn meestal gebaseerd op activiteit en halfwaardetijd en daarmee op de mogelijke verwerkings- en verwijderingsroutes van het afval.

Om de hoeveelheden radioactief afval wereldwijd in kaart te kunnen brengen heeft de IAEA in 2009 een classificatie ontwikkeld die bestaat uit zes afvalcategorieën [9]. In Nederland wordt het afval ingedeeld in vier categorieën: het hoograadioactief afval (HRA), het laag- en middelradioactief afval (LMRA) waaronder ook het NORM afval valt, het zogeheten kortlevende radioactieve afval en het vrijgestelde afval. Figuur 2 geeft een vergelijking tussen de IAEA en Nederlandse classificatie. Grofweg kan gesteld worden dat de categorieën high level waste en intermediate level waste overeenkomt met de Nederlandse categorie HRA en de categorieën LLW en VLLW met de Nederlandse categorie LMRA.

3.2.1. Hoograadioactief afval (HRA)

Het HRA is radioactief afval dat vanwege het hoge stralingsniveau verwerkt moet worden met afstandbedienbare installaties en opgeslagen achter dikke betonnen muren. Een deel van het HRA produceert warmte en moet gekoeld worden. Hoograadioactief afval bestaat uit afval dat afkomstig is van opwerking van gebruikte splijtstofstaven uit kernenergiecentrales. Daarnaast bestaat het HRA uit de splijtstofelementen die als brandstof in onderzoeksreactoren zijn gebruikt en het afval afkomstig van de medische isotopenproductie. Ook het ontmantelen van nucleaire installaties of het opruimen van historisch afval kan HRA produceren.



Figuur 2: De IAEA en Nederlandse classificatie voor radioactief afval.

3.2.2. Laag- en middelradioactief afval

Het LMRA is al het andere afval. Het LMRA bestaat onder meer uit gebruiksmaterialen (handschoenen, kleding, injectienaalden, laboratoriumglaswerk), rookmelders en vervangen onderdelen (buizen, pompen, filters). LMRA bestaat uit zowel langlevend als kortlevend afval. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier soorten LMRA:

- A-afval dat alfa-straling uitzendt. Alfa-houdend afval is vaak langlevend.
- B-afval afkomstig van een kerncentrale. Een groot deel van de radioactiviteit van dit afval neemt relatief snel af. Het B-afval bevat veel ^{60}Co , een radioactieve stof met een halfwaardetijd van ca. 5 jaar.
- C-afval met een halfwaardetijd langer 15 jaar.
- D-afval met een halfwaardetijd korter dan 15 jaar. Het grootste deel van dit afval vervalst binnen een termijn van honderd jaar.

3.2.3. NORM afval

Een bijzondere categorie LMRA vormt het zogenoemde NORM afval. NORM afval ontstaat bijvoorbeeld wanneer radioactieve stoffen die van nature voorkomen in bijvoorbeeld industriële ertsen (zoals uranium- of fosfaatertsen), bij de verwerking geconcentreerd worden in het afval. Dit afval met een verhoogde natuurlijke radioactiviteit moet als LMRA worden beheerd. Veelal betreft het hierbij langlevend afval.

3.2.4. Kortlevend afval

Kortlevend afval heeft een halfwaardetijd van minder dan 100 dagen en mag bij de producent 2 jaar worden opgeslagen tot het vervallen is tot onder de vrijgavegrenzen. Hiervoor moet een speciaal voor het radioactief afval bestemde ruimte beschikbaar zijn. Deze moet onder andere brandwerend zijn, goed afsluitbaar en alleen toegankelijk voor bevoegde personen. Ook moet de stralingsdosis aan de buitenzijde zo laag als redelijkerwijs mogelijk zijn. Vanwege de korte levensduur is dit afval niet meegenomen in de inventaris.

3.2.5. Vrijgesteld afval

Vrijgesteld afval is afval met een zodanig lage activiteitsconcentratie dat controle door het bevoegd gezag niet (langer) nodig is. Na vrijgave door het bevoegd gezag wordt dit niet langer als radioactief afval beschouwd. Dit afval is niet meegenomen in de inventaris.

3.3. Verwerking

Om te zorgen dat radioactief afval in Nederland veilig en verantwoord beheerd wordt, is niet alleen een goed beeld van het huidige en toekomstig radioactief afval nodig, maar ook een overzicht van de verwerkings- en verwijderingsroutes. In de inventaris zijn daarom de afvalproducenten gevraagd naar de gebruikte routes. De belangrijkste verwerkings- en verwijderingsroutes zijn: hergebruik, storten en COVRA. Daarnaast zijn er diverse kleine routes. In de volgende paragrafen zullen de verschillende routes kort worden besproken.

3.3.1. Hergebruik

Er is vanuit milieuhygiënisch oogpunt een voorkeur voor hergebruik boven verwijdering (storten en eindberging). Ook in economisch opzicht biedt hergebruik kansen. Vandaar dat er voor verschillende radioactieve afvalstoffen hergebruiksroutes zijn ontwikkeld, zoals bijvoorbeeld het smelten van gecontamineerd of geactiveerd staal. Hierdoor ontstaat staal dat opnieuw gebruikt kan worden, en een radioactief restproduct dat soms ook weer (deels) hergebruikt kan worden. Dit gebeurt in de staalsmelterijen van Siempelkamp in Duitsland, Studsvik in Zweden en Energysolutions in de Verenigde Staten. NRG in Petten heeft een installatie om radioactieve scaling (neerslag) van staal te verwijderen en het staal schoon te maken. Ook zijn er verschillende routes om de radionucliden in NORM afval te immobiliseren. Het materiaal is dan na vormgeving en verharding geschikt voor diverse soorten hergebruik.

3.3.2. Storten

Voor meldingsplichtig NORM afval geldt dat dit in principe op daartoe aangewezen stortplaatsen mag worden gedeponneerd. Hierbij geldt dan wel dat het afval ook aan de overige (milieu)eisen van de stort zal moeten voldoen waardoor bijvoorbeeld eisen aan de uitloogbaarheid van zware metalen worden gesteld. Deze deponieën zijn in staat om grote hoeveelheden NORM afval (duizenden m³ per jaar) te verwerken, maar zijn ook voor de NORM afvalstromen met enige omvang (vanaf enkele m³) een geschikte verwerkingsoptie. Het gestorte afval wordt niet meegenomen in de afvalinventaris voor 2130. De stortplaats wordt voor dit afval beschouwd als de definitieve berging. Het NORM afval dat naar COVRA wordt afgevoerd is vaak hoger in activiteit en is wel bestemd voor eindberging.

3.3.3. COVRA

Voor alle soorten radioactief afval die naar COVRA worden afgevoerd zijn er bij COVRA speciaal daarvoor ontworpen gebouwen. In figuur 3 zijn de verschillende gebouwen op een plattegrond van het terrein aangegeven. De verwerking van de verschillende afvalsoorten wordt kort beschreven.

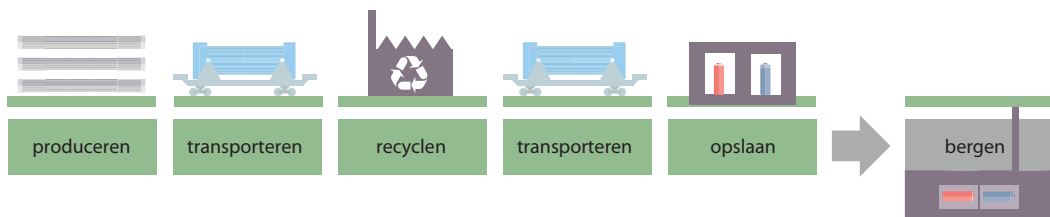
3.3.4. Divers

Niet elke organisatie heeft capaciteit om radioactieve afvalstoffen te verwerken. In dat geval kan gebruik worden gemaakt van dienstverleners die namens de organisatie zorgen dat het radioactief afval op een verantwoordelijke wijze wordt verwerkt. Dit komt vooral voor op het moment dat er sprake is van het onbedoeld in het bezit krijgen van radioactieve afvalstoffen. Dienstverleners, zoals ApplusRTD, hebben vaak de mogelijkheid het afval tijdelijk op eigen terrein op te slaan tot dat het afgevoerd kan worden naar de eindbestemming.

Soms ontstaan er slibstromen tijdens productieprocessen. Deze kunnen naast een zekere hoeveelheid radionucliden ook andere (chemo-toxische) stoffen bevatten. In Nederland is de firma Begemann gespecialiseerd in het, via destillatie, opwerken van diverse slibstromen en het scheiden hiervan in deels herbruikbare componenten.

HRA

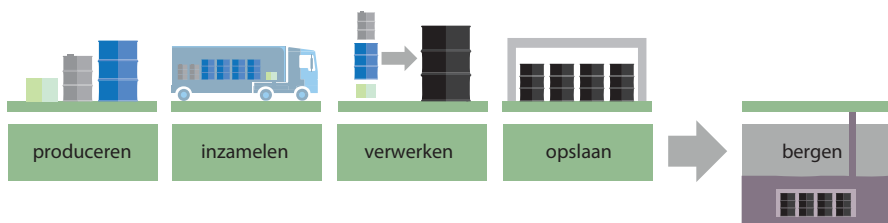
De gebruikte splijtstof van de kernenergiecentrale Borssele wordt in Frankrijk gerecycled. 95% wordt gebruikt voor de productie van nieuwe splijtstof. Het radioactief afval (5%) dat bij het recyclen ontstaat, wordt teruggezonden naar Nederland en bij COVRA opgeslagen.



De splijtstof van onderzoeksreactoren en het afval afkomstig van de medische isotonenproductie wordt niet gerecycled en gaat direct naar COVRA.

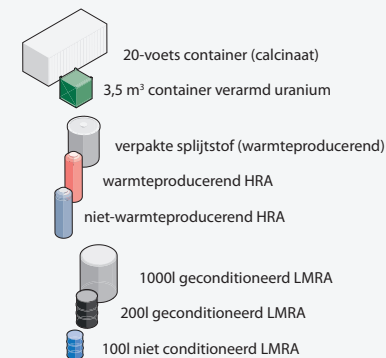
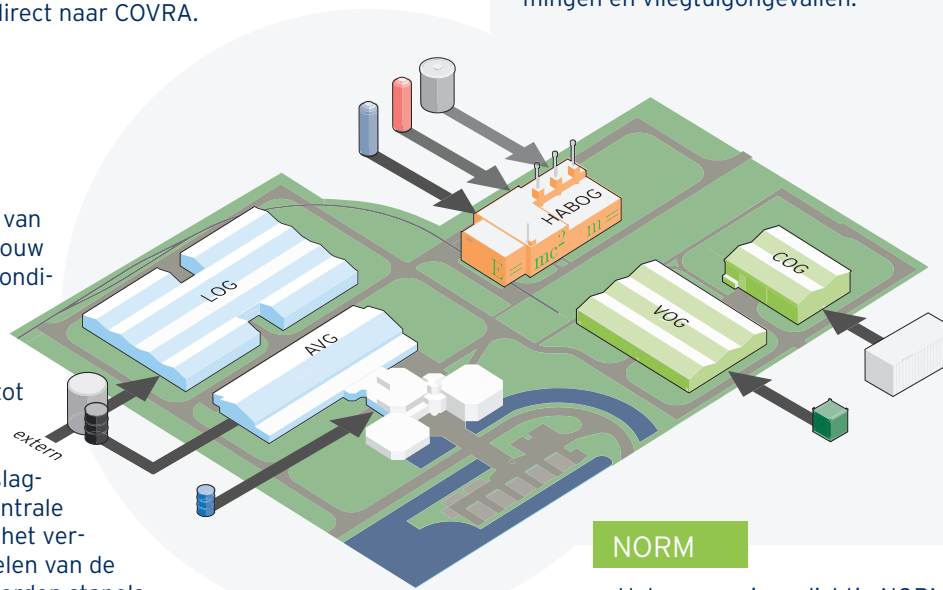
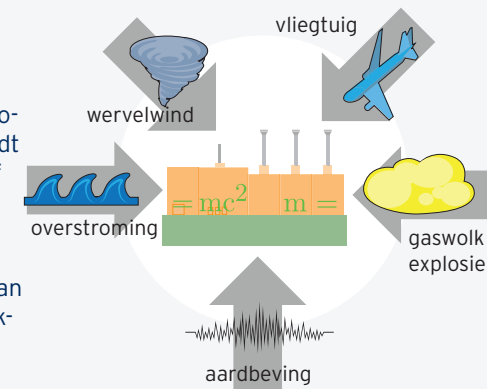
LMRA

COVRA zamelt het LMRA in bij de producent. De verwerking van de verschillende soorten LMRA in het Afval VerwerkingsGebouw (AVG) is er steeds op gericht om de radioactieve stoffen te conditioneren met beton zodat enerzijds de radioactieve stoffen niet in het milieu terecht kunnen komen en anderzijds de straling aan de buitenzijde van de verpakking wordt afgeschermd (verminderd). Het afval wordt verwerkt tot kleine verpakkingen van voornamelijk 200 en 1000 liter. Het geconditioneerde LMRA wordt opgeslagen in het Laag- en middelradioactief afval OpslagGebouw (LOG). De vier opslagmodules van het LOG zijn gekoppeld door middel van een centrale ontvangsthal. In deze ontvangsthal kan de vrachtwagen, die het verwerkte radioactieve afval aanvoert, worden gelost. Het stapelen van de vaten met afval gebeurt met behulp van vorkheftrucks. Er worden stapels gemaakt met gangpaden er tussen, zodat het afval kan worden geïnspecteerd. Alle vaten zijn genummerd zodat de gegevens over het afval in de administratie kunnen worden opgezocht.



HABOG

Het HRA wordt vervoerd in sterke transportcontainers. Bij COVRA wordt het afval uit de containers gehaald, zonnig verpakt, gecontroleerd en gemeten voordat het wordt opgeslagen in het Hoogradioactief Afval Behandelings- en Opslaggebouw (HABOG). Het gebouw is zo ontworpen dat het bestand is tegen allerlei extreme invloeden van buitenaf, zoals windhozen, gaswolkexplosies, aardbevingen, overstromingen en vliegtuigongevallen.



NORM

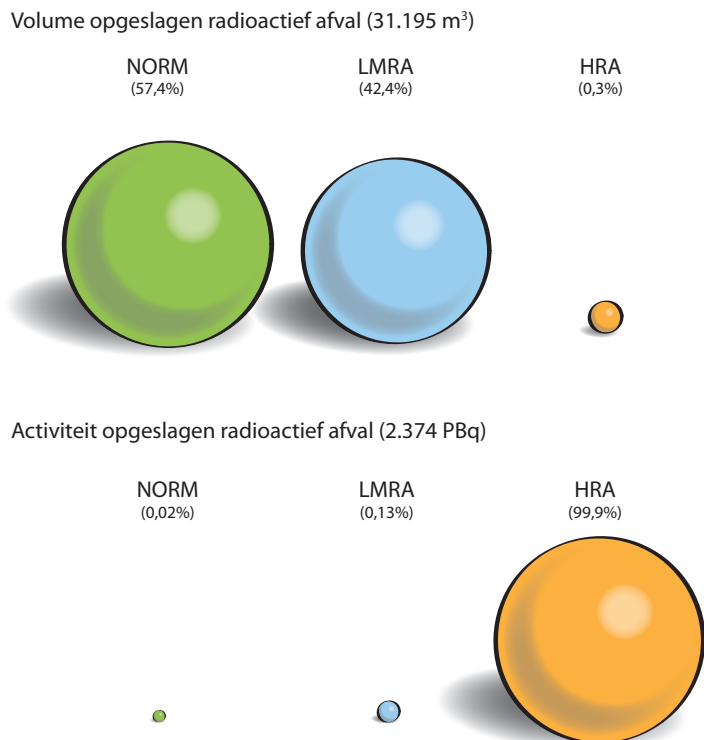
Het vergunningsplichtig NORM afval, zoals calcinaat en verarmd uranium, wordt door COVRA ingezameld en opgeslagen. Hiervoor zijn er speciale gebouwen in gebruik: het Container Opslaggebouw (COG) en een Verarmd uranium Opslaggebouw (VOG). Het is niet nodig om het calcinaat en het verarmd uranium te conditioneren met beton. Het zijn namelijk afvalproducten die reeds zijn geïmmobiliseerd (gecalcineerd en in oxidevorm). Conditionering voegt weinig toe aan de veiligheid van de opslag en verhindert het eventueel hergebruik. In het COG worden grotere containers met onverwerkt vast afval opgeslagen, zoals de 20-voets ISO-containers met calcinaat afval. Dit afval bevat geconcentreerde natuurlijke radioactieve stoffen, zoals polonium en lood, vervalproducten van uranium en thorium. In het VOG worden kleinere containers van 3,5 m³ met verarmd uranium driehoog opgeslagen.

Figuur 3: Overzicht verwerking radioactief afval bij COVRA.

4. Hoeveelheden

4.1. Huidige hoeveelheid radioactief afval

De totale hoeveelheid radioactief afval in Nederland bedraagt vele honderdduizenden kubieke meters. Het grootste gedeelte daarvan is laagradioactief NORM afval en is gedeponeerd op verschillende afvaldeponieën. De totale hoeveelheid bij COVRA opgeslagen radioactief afval is bijna 30 duizend kubieke meter (december 2013). Daarvan is meer dan de helft (17 duizend m³) NORM afval en ruim een derde LMRA (11 duizend m³). Het hoogradioactief afval vormt met 86 m³ slechts 0,3% van het totale volume. Het kleine volume HRA bevat wel het grootste gedeelte van de radioactiviteit. Het HRA is goed voor 99,9% van alle radioactiviteit. In onderstaand figuur zijn de hoeveelheden en activiteiten grafisch weergegeven.



Figuur 4: Activiteit en volume afval in opslag bij COVRA.

Het beleid is dat radioactief afval zo snel mogelijk na productie verwerkt en/of verwijderd moet worden. Dit blijkt in de praktijk ook het geval. Het grootste deel van het

NORM-afval wordt doorlopend afgevoerd naar de daarvoor aangewezen deponieën. Nagenoeg al het HRA, het resterende deel van het NORM afval en bijna 80% van het LMRA is bij COVRA opgeslagen. Een kleine fractie van het HRA en de andere 20% van het LMRA ligt opgeslagen bij de producent en moet nog worden hergebruikt of naar COVRA worden afgevoerd. Een deel van dit afval dateert nog van voor de oprichting van COVRA. Radioactief afval dat is hergebruikt wordt niet langer als radioactief afval beschouwd en is dus ook niet meegenomen.

4.2. Productie en verwerking

In totaal wordt in Nederland per jaar bijna 40 duizend m³ radioactief afval geproduceerd. Het grootste gedeelte daarvan wordt niet afgevoerd naar COVRA. Dit is overwegend meldingsplichtig NORM afval (97%) dat wordt afgevoerd naar een deponie. De resterende kleine duizend m³ die naar COVRA wordt afgevoerd, wordt verdeeld tussen het LMRA (53%) en overige NORM (40,2%) en het HRA (0,3%). In figuur 5 is de jaarproductie grafisch weergegeven.

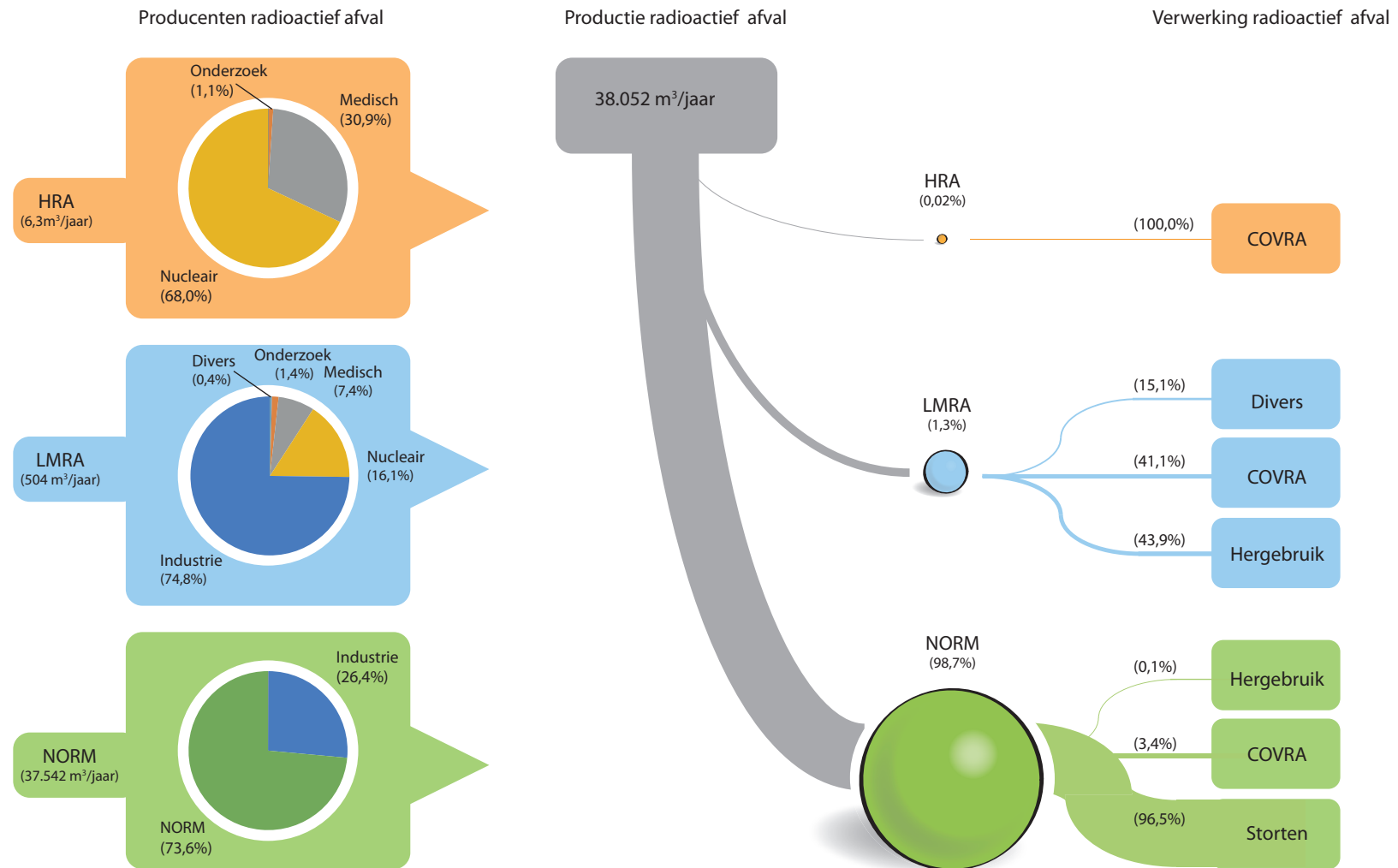
Uit de enquête blijkt dat Nederland een goede infrastructuur heeft voor de verwerking en verwijdering van de verschillende soorten regulier radioactief afval. Voor alle afvalsoorten zijn verwerkings- en verwijderingsroutes beschikbaar. Voor NORM zijn er naast verwerking en opslag bij COVRA, ruime mogelijkheden voor nuttige toepassing en verwijdering op aangewezen deponieën. Voor de vaak kleinere hoeveelheden niet-standaard afval worden in samenwerking met COVRA op-maat-gesneden oplossingen ontwikkeld.

Een aantal producenten geeft aan wensen te hebben voor de (economische) optimalisatie van de verwerking van specifieke afvalstromen, zoals grotere hoeveelheden geactiveerd beton en betonstaal. Er zou bijvoorbeeld gedacht kunnen worden aan langere opslag bij COVRA met als doel het afval te laten vervallen zodat het afgevoerd kan worden als vrijgegeven materiaal. Ook blijkt het recyclen van vrijgegeven geactiveerd staal (d.w.z. met een activiteit onder de vrijgavegrens) soms niet mogelijk. Doordat dit materiaal bij de poortdetectoren van schroothandelaren een alarm geeft, wordt het gezien als radioactief en moet gekozen worden voor een duurdere nucleaire smelter.

4.3. Inventaris in 2130

De inventaris is gebaseerd op huidig beleid: het starten met het ondergronds bergen van al het radioactief afval in 2130. De inventaris in 2130 is gebaseerd op verwachte hoeveelheden HRA en extrapolatie voor LMRA en NORM bestemd voor eindberging. Bij het bepalen van het totale volume afval is geen rekening gehouden met een volumetoename door een eventuele extra conditionering van het afval voor eindberging. Deze conditionering wordt gezien als onderdeel van het eindbergingsproces zelf.

Mochten er tijdens de opslagperiode één of meerdere multinationale bergingen gerealiseerd worden, dan kan mogelijk eerder worden gestart met eindberging. Dit heeft natuurlijk invloed op de dan aanwezige inventaris radioactief afval en mogelijk ook op de gewenste wijze van afvalclassificatie.



Figuur 5: Producenten, jaarlijkse productie en verwerking van radioactief afval.

Het beleid en de wet- en regelgeving hebben uiteraard ook nog een geheel andere niet minder belangrijke invloed. Hierin is namelijk vastgelegd wat als afval en radioactief afval moet worden aangemerkt. Bij wijzigingen hierin zal ook de hoeveelheid radioactief afval veranderen.

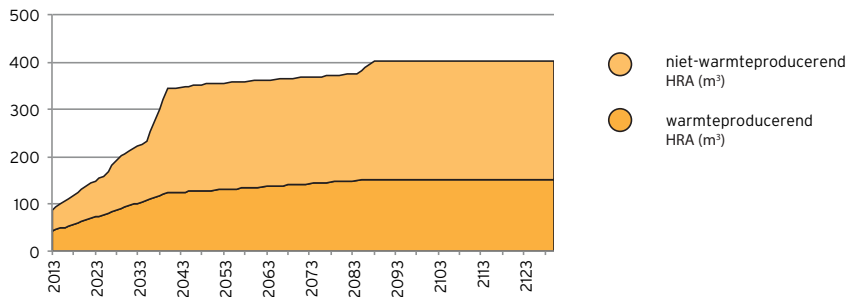
Een ander aspect dat grote invloed op de verwachte omvang kan hebben, is dat processen veranderen en industrieën opkomen en verdwijnen. Daardoor is er een grote mate van onzekerheid in het extrapoleren van de huidige soorten en hoeveelheden industrieel radioactief afval over een zo lange tijdsperiode. Medische toepassingen van radioactieve stoffen lijken niet weg te denken, maar te verwachten valt dat over deze tijdsperiode de huidige NORM industrieën zullen op houden te bestaan of proces-

sen zullen worden gewijzigd of vervangen door volkomen andere processen. Ook het grondstoffengebruik is een belangrijke parameter in het schatten van de toekomstige hoeveelheden NORM afval. In de laatste jaren is een duidelijke trend waarneembaar waarbij Nederlandse industrieën steeds laagwaardiger grondstoffen inzetten (die steeds meer verontreinigingen bevatten) en dus meer (NORM) afval genereren. Anderzijds zal ook het streven naar een circulaire economie zijn invloed hebben op het grondstofgebruik.

In de volgende paragrafen wordt een schatting gemaakt van de groei van HRA, LMRA en NORM tot en met 2130 en wordt kort ingegaan op specifieke onzekerheden in de schattingen van de verschillende soorten radioactief afval.

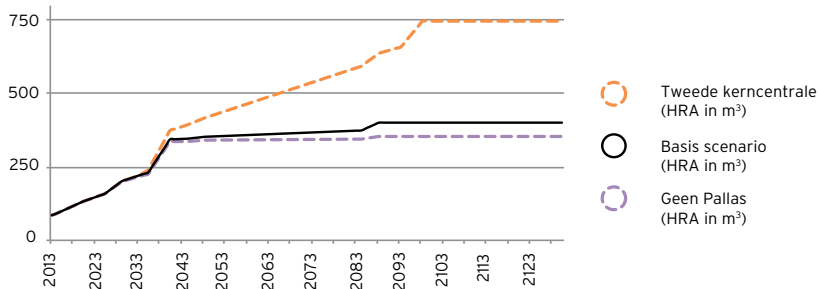
4.3.1. HRA

De hoeveelheid HRA in 2130 wordt geschat op 401 m³ (Figuur 6). Daarvan is bijna tweederde (61%) niet-warmteproducerend afval (IAEA: ILW) en ruim eenderde (39%) warmteproducerend (IAEA: HLW).



Figuur 6: Ontwikkeling van de hoeveelheid HRA tot en met 2130. Zichtbaar zijn de toenames in niet-warmteproducerend afval afkomstig van de ontmanteling van de HFR, KCB en PALLAS.

Een onzekerheid die met name doorwerkt in de hoeveelheid HRA is de aanwezigheid van operationele, nucleaire installaties in Nederland. Bij het opstellen van de inventaris is rekening gehouden met PALLAS. Zonder PALLAS zou de inventaris HRA 12% kleiner zijn (8% warmteproducerend plus 4% niet-warmteproducerend). Mocht in 2034 de KCB opgevolgd worden door een vergelijkbare kerncentrale met een levensduur van 60 jaar, dan zou de inventaris HRA ca. 86 % toenemen (36% warmteproducerend plus 50% niet-warmteproducerend).

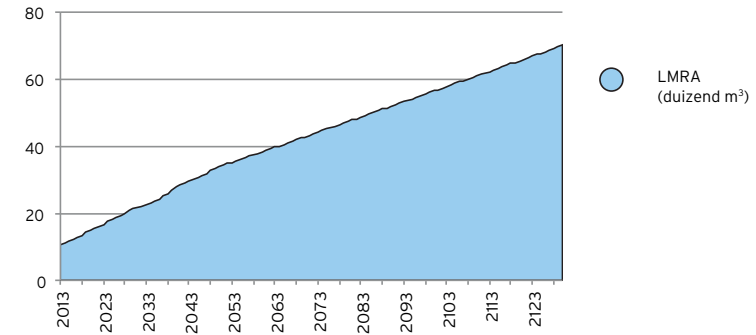


Figuur 7: Het effect van vervanging van de kerncentrale of het niet bouwen van PALLAS op de hoeveelheid HRA tot en met 2130.

4.3.2. LMRA

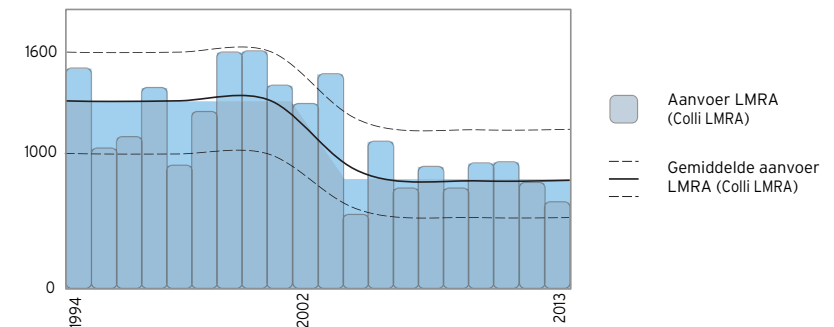
De hoeveelheid LMRA in 2130 wordt geschat op 70 duizend m³ (Figuur 8). Door de lineaire extrapolatie heeft een tweede kerncentrale weinig invloed op de totale hoeveelheid LMRA (3% extra ontmantelingsafval). Het is vooral de wet- en regelgeving die een grote invloed kan hebben op de hoeveelheid LMRA. Daar is immers vastgelegd

wat radioactief afval is en wat niet. Een versoepeling van de vrijgave- en vrijstellingsgrenzen, zou kunnen betekenen dat meer LMRA geproduceerd wordt en dat een deel van het LMRA langer de tijd nodig heeft om te vervallen.



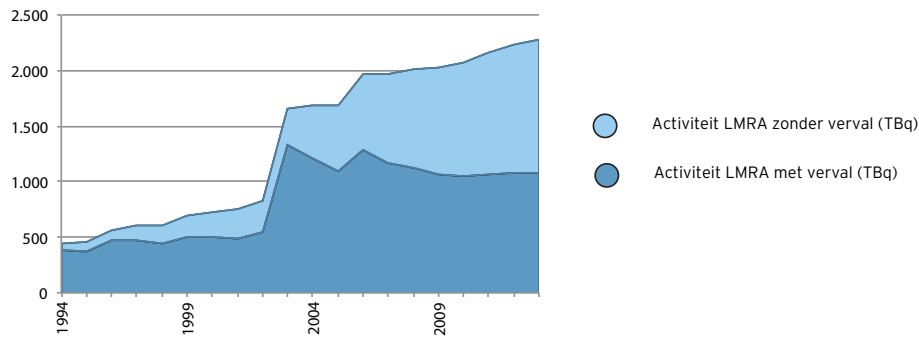
Figuur 8: Ontwikkeling van de hoeveelheid LMRA tot en met 2130.

Een duidelijk voorbeeld van de invloed van wet- en regelgeving was het in werking treden van het Besluit Stralingsbescherming in 2001. Door de hieruit volgende verhoging van de vrijgave- en vrijstellingsgrenzen is het gemiddelde aanbod LMRA met ruim 40% gereduceerd (figuur 9).



Figuur 9: Aanbod aan LMRA verpakkingen (Colli) van 1994 tot en met 2013 ter illustratie van de invloed die wijzigingen in vrijstellingsgrenzen hebben voor de ontwikkeling van het inventaris.

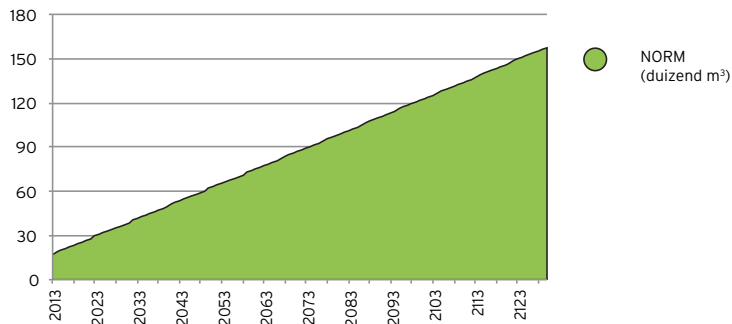
Figuur 10 laat zien dat een deel van het LMRA vervalt tijdens opslag bij COVRA. Op basis van de huidige vrijgave- en vrijstellingsgrenzen zou na 100 jaar opslag ruwweg tweederde van het bestaande LMRA vervallen zijn. Het vervallen afval zou kunnen worden afgevoerd als niet-radioactief afval en hoeft dan niet de eindberging in. Vanwege de lange termijn tot aan eindberging en de ervaringen met de afvoer van vervallen radioactief afval, is met het verval van het afval geen rekening gehouden bij het opstellen van de LMRA inventaris in 2130.



Figuur 10: Totale activiteit van LMRA opgeslagen in het LOG bij COVRA van 1994 tot en met 2013 met en zonder radioactief verval.

4.3.3. NORM

De hoeveelheid NORM bij COVRA in 2130 wordt geschat op 158 duizend m³ (Figuur 11).

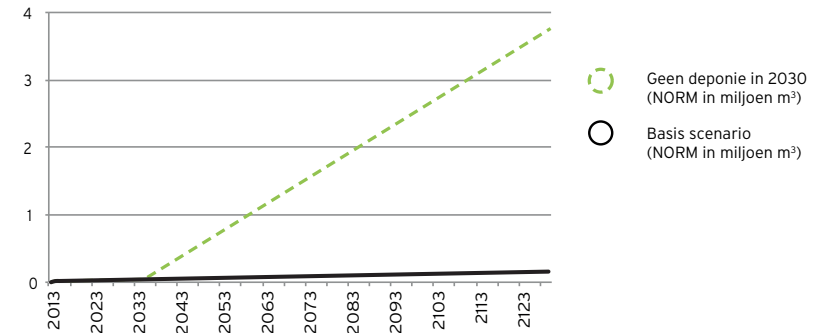


Figuur 11: Ontwikkeling van de hoeveelheid NORM bij COVRA tot en met 2130.

Evenals bij de andere soorten afval is ook hier de wet- en regelgeving (en de ontwikkelingen daarin) van groot belang bij de definitie wat een radioactieve afvalstof is. Zoals in hoofdstuk 5 is aangegeven, is in het (recentere) verleden door wijzigingen in de definitie de omvang van het afvalaanbod vergroot van enkele honderden naar enkele tienduizenden m³ per jaar. Een groot deel hiervan bevindt zich in het meldingsplichtige bereik en daarmee in de buurt van de huidige grenswaarden. Er is ook een hoeveelheid afvalstoffen, die weliswaar beneden de grenswaarden zit, maar wel een duidelijk verhoogd nuclidegehalte heeft. Hierdoor kunnen zelfs kleinere wijzigingen in de grenswaarden al voor grote schommelingen in de hoeveelheid NORM afval zorgen.

Wanneer het niet langer toegestaan zou worden NORM afval te mengen voor hergebruik of te storten op een deponie, zou de inventaris van radioactief afval sterk toenemen (per jaar met bijna 40 duizend m³). Wanneer er geen alternatieve verwijderingsroutes beschikbaar komen, zal bij COVRA nieuwe verwerkings- en opslagcapaciteit

moeten worden gecreëerd en zal mogelijk zelfs het terrein moeten worden uitgebreid. Ter illustratie is in figuur 12 grafisch weergegeven wat het effect is wanneer bijvoorbeeld vanaf 2030 al het NORM naar COVRA moet worden afgevoerd.



Figuur 12: Ontwikkeling van de hoeveelheid NORM bij COVRA tot en met 2130 zonder stort.

Hetzelfde geldt voor de beschikbaarheid van de huidige verwijderings- en hergebruikroutes. Deze zijn veelal in handen van binnenlandse en buitenlandse ondernemingen. Mochten deze ondernemingen om welke redenen dan ook hun activiteiten beëindigen, dan moet ook het bulk NORM afval naar COVRA en moet het worden toegevoegd aan de NORM inventaris. Anderzijds geldt uiteraard als er in de markt andere verwijderingsopties komen dit ook van invloed kan zijn op de totale hoeveelheid te storten NORM afval.

5. Mogelijke andere bronnen

Om een beeld te geven waar radioactief afval aanwezig zou kunnen zijn (mogelijke bestaande bronnen) of in de toekomst zal gaan ontstaan (mogelijke nieuwe bronnen), is een literatuuronderzoek uitgevoerd. Hieronder worden de resultaten kort beschreven.

5.1. Mogelijke bestaande bronnen

Voor alle in deze literatuurstudie gevonden afvalbronnen geldt uiteraard dat zij geselecteerd zijn op basis van een beperkt aantal zoekcriteria. Dit betekent dus niet dat zij ook daadwerkelijk verhoogde gehalten aan radionucliden bevatten. In veel gevallen zal dat niet het geval zijn, bij enkele (mogelijk) wel. Er is ook een beperkt aantal bronnen geïdentificeerd waarvan reeds bekend is dat zij verhoogde gehalten aan radionucliden bevatten (zoals bijvoorbeeld scales in installaties). Hiervan is dan weer niet bekend of dit ook voor in Nederlands gevestigde entiteiten geldt en zo ja, in welke omvang.

Uit de diverse nationale literatuurbronnen (zoals LAP [6] en T2000 [7]) is een reeks afvalstromen gevonden die aan de gehanteerde criteria voldoen. Het betreft hier verschillende slibsoorten en filterkoeken uit diverse soorten processen met een omvang van kleine tot grote hoeveelheden per jaar. Deels zijn deze stromen in een verleden ontstaan en deels bestaan de betreffende processen niet meer.

Ondanks het uitfasen van brandmelders voorzien van een kleine radioactieve bron, kunnen in sommige huishoudens, bedrijven en wellicht ook nog bij leveranciers hoeveelheden van deze bronnen aanwezig zijn. Hetzelfde geldt voor de thoriumhoudende elektroden gebruikt bij het TiG-lassen. In deze gevallen heeft de uitfasering al enige tijd geleden plaatsgevonden en konden de bij uitfasering vrijkomende grotere hoeveelheden zonder problemen worden verwerkt.

De verzamelingen van mineralen en andere voorwerpen met een verhoogd gehalte aan radionucliden bij musea en ook particulieren worden door verschillende literatuurbronnen genoemd. In België heeft dat in het verleden geleid tot grootschalige ontruiming van tentoongestelde stenen en materialen in het Afrikamuseum in Ter-veursche. (Zie hierover de proceedings van de NORM 3 conferentie in Brussel in September 2001. Ook de Environmental Protection Agency uit de Verenigde Staten noemt deze problematiek op haar website).

Een andere vorm van historisch afval betreft het vrijkomen van slakkenwol bij onderhoud of afbraak van installatie(delen). Het betreft hier een vorm van steenwol die tot de jaren zeventig is geproduceerd met bijproducten van de toenmalige Hoogovens. Een deel van deze producten blijken dusdanig hoge gehalten aan NORM te bevatten dat ze meldingsplichtig of zelfs vergunningplichtig zijn. Deze problematiek is reeds lang bekend en er komen regelmatig partijen vrij, waarvoor diverse verwerkingsopties bestaan. Op basis van de ervaring uit de laatste jaren kan worden ingeschat dat de komende tientallen jaren jaarlijks tot enkele honderden tonnen van dit radioactief slakkenwol vrij zullen komen. Aangezien er in het verleden in de loop der jaren waarschijnlijk honderdduizenden tonnen slakkenwol zijn geproduceerd (waarvan slechts een klein deel ook daadwerkelijk radioactief is) mag worden verondersteld dat een

deel van dit isolatiemateriaal ook in andere (niet-industriële) toepassingen terecht zijn gekomen. Zo is het radioactieve slakkenwol ook in brandkasten en bakkerijovens aangetroffen. In hoeverre deze materialen ook breed toegepast zijn in de bouw is niet bekend. Als er in de bouw al radioactief slakkenwol werd gebruikt, wordt deze tijdens de sloop als slooafval verder verwerkt. Hierbij vindt er geen controle op de eventuele aanwezigheid van radioactieve stoffen plaats. Ook is onbekend waar de deels radioactieve slakken van de Hoogovens naar toe gingen toen de steenwolfabriek begin jaren 70 gesloten werd.

Daarnaast zijn de volgende mogelijke bronnen gevonden:

- **Scales.** Scales met verhoogde radioactiviteit kunnen bijvoorbeeld voorkomen in waterboilers van de papierindustrie (die zowel in Nederland als in de omliggende landen aanwezig is) en in de drinkwaterindustrie.
- **Rioleringsystemen van ziekenhuizen.** Bij de afbraak van ziekenhuizen waar met radiofarmaca is gewerkt, kan in het rioleringsstelsel sprake zijn van besmetting en kan zelfs (in het geval van lekkende riolering) bodembesmetting voorkomen. Ook indien meer ziekenhuizen op een rioolwaterzuiveringssysteem lozen, kunnen hier verhoogde concentraties radionucliden optreden die eventueel een niet verwaarloosbare dosis voor de medewerkers kunnen opleveren.
- **Oude stortplaatsen.** Hier kan mogelijk in het (verdere) verleden sprake geweest zijn van het storten van afval dat nu als NORM afvalstoffen beschouwd wordt. In combinatie hiermee wordt verwezen naar het feit dat vroeger niet alleen een andere definitie van (natuurlijke) radioactiviteit gehanteerd werd, maar dat de industrie toen ook andere grondstoffen en deels geheel andere processen gebruikte. Hierdoor kan zeker niet uitgesloten worden dat er NORM afvalstoffen op (oude) stortplaatsen aanwezig zijn. Om dezelfde redenen is het natuurlijk ook goed om er bij het saneren van oude installaties/fabrieksterreinen rekening mee te houden dat NORM een aandachtspunt kan zijn (type industrieën die in dit kader worden genoemd zijn naast de erts verwerkende industrie specifiek ook de industrieën die met thoriumlegeringen in aanraking kwamen).
- **Toepassingen met thoriumlegeringen.** De toepassing van thoriumlegeringen in huidige producten/installaties (zoals vliegtuigmotoren) vraagt de aandacht en is een mogelijke bron voor het ontstaan van radioactief afval.

5.2. Mogelijke nieuwe bronnen

Dit onderwerp is ook bij de enquête meegenomen. Hieruit blijkt dat bij de huidige aanbieders van radioactief afval geen grote wijzigingen in omvang en soort te verwachten zijn. Een uitzondering hierop vormt de overweging om in de nabije toekomst over te gaan tot protontherapie, waarvoor dan een nieuw type versneller nodig is. Van deze laatste is nog niet bekend welke en hoeveel radioactieve afvalstoffen hierbij zullen vrijkomen tijdens de productie dan wel (over geruime tijd) de afbraak van dergelijke installaties. Ook tijdens de gesprekken met diverse producenten en gebruikers van radiofarmaca is gebleken dat er nog steeds veel ontwikkeling zit in het maken van nieuwe radiofarmaca. Het kan hierbij niet uitgesloten worden dat ten gevolge hiervan ook andere (hoeveelheden) radioactieve afvalstoffen ontstaan. Diagnostische technieken en therapieën die bij de academische ziekenhuizen worden ontwikkeld en

toegepast, worden bij gebleken geschiktheid ook toegepast in de andere ziekenhuizen. Hierdoor zal het afvalstoffenprofiel van deze ziekenhuizen steeds meer gaan lijken op de huidige profiel van de academische ziekenhuizen.

Een nieuwe bron (althans voor Nederland) is het NORM afval dat vrijkomt bij boringen van diep ondergrondse buizensystemen voor het winnen van geothermische energie. Dit buizensysteem kan (afhankelijk van de grootte) vele honderden tot wel duizenden meters diep in de grond worden aangelegd. Uit ervaringen in het buitenland (zie ook het EU NORM1 symposium in Tallinn, 2012) blijkt dat het water dat uit de diepe onderlagen wordt opgepompt (deels sterk) verhoogde concentraties van met name Radium-isotopen en ^{210}Pb kan bevatten. Deze kunnen vervolgens in de bovengrondse warmtewisselaar neerslaan in de vorm van scales. Deze scales kunnen enkele honderden Bq/g aan Radium-isotopen en soms wel enkele duizenden Bq/g ^{210}Pb bevatten. Naast de geothermische energiewinning is er mogelijk in Nederland ook op termijn sprake van de winning van schaliegas. De website van de US EPA [10] vermeldt hierover het volgende:

Het slib dat ontstaat bij de behandeling van het zouthoudende afvalwater bevat gemiddeld zo'n 5 Bq/g en maximaal zo'n 10 Bq/g aan natuurlijke radionucliden. In de VS gaat het hierbij om een jaarlijkse productie van 54.000 ton NORM afval.

Aangezien er geen ratio's worden gegeven (afval per locatie of per gewonnen PJ energie) kan op basis hiervan geen inschatting worden gemaakt wat mogelijk de omvang van de afvalstromen zal zijn, noch wat hun verwachte samenstelling is (een en ander is afhankelijk van de samenstelling van de lagen waarin wordt geboord). In hoeverre andere werkzaamheden in de (diepe) ondergrond eveneens tot soortgelijk ontstaan van NORM afval kan bijdragen, kan niet eenduidig uit deze informatie worden afgeleid. Hooguit kan dit een signaal zijn dat hiernaar gekeken moet worden zodra deze winning aan de orde komt.

5.3. Gesprekken met deskundigen

Deze gesprekken zijn met diverse deskundigen uit binnen- en buitenland gevoerd. Generiek bevestigen de gesprekken de strekking van de resultaten van zowel de enquête als de literatuurstudie. Hieruit kan worden afgeleid dat de in dit rapport gepresenteerde soorten radioactieve afvalstoffen en de "vindplaatsen" hiervan in lijn zijn met de ervaring van andere deskundigen in het ons omringende buitenland.

5.4. Discussie

Uit de bestudeerde bronnen en de gesprekken met de diverse deskundigen is gebleken dat er op verschillende plaatsen en in verschillende processen radioactieve afvalstoffen verwacht kunnen worden. De belangrijkste generieke bronnen zijn:

- Afdankte apparatuur en afdankte bronnen;
- Stilgelegde installaties van de ertsverwerkende industrie, inclusief mogelijke verontreiniging van bodem of gebouwen;
- Restpartijen;
- Op (voormalig) fabrieksterrein aanwezige afvalstoffen;
- Contaminaties met ^{137}Cs in installatiedelen, bodem en/of slib;
- Contaminaties met NORM in installatiedelen, bodem en/of gebouwen;

- Concentraten afkomstig van het veelal grootschalig be/verwerken van minerale grondstoffen. Dit komt veelal vrij in de vorm van vaste afvalstoffen of slib;
- Deels onverwachte ophoping van radionucliden in afvalwaterbehandeling installaties en de daarin ontstane afvalproducten, zoals slib of afzettingen in installatiedelen ten gevolge van lozingen van ondermeer ziekenhuizen;
- Import ongewenste radioactieve materialen, zoals inhoud van containers (NORM, bronnen) of schroot;
- Import van grondstoffen met een verhoogd gehalte aan natuurlijke radionucliden die in Nederland worden opgeslagen, bewerkt en afgezet en op enig moment in de afvalfase zullen belanden;
- In allerhande oveninstallaties aanwezige vuurvaste materialen (ondermeer ZAC-stenen) die soms een verhoogd gehalte aan NORM blijken te hebben;
- De aanwezigheid van NORM-slakkenwol in een groot aantal verschillende toepassingen (van installatiedelen tot bakkerijovens, brandkasten, (brand)deuren etc.).

Uiteraard is dit geen geheel sluitend overzicht, maar het geeft een kwalitatief beeld van de soorten radioactief afval die in de toekomst mogelijk verwerkt zullen moeten worden. Met de in hoofdstuk 2 beschreven uitgangspunten en bovenstaande generieke bronnen kan met enige regelmaat een vergelijkbaar literatuuronderzoek worden uitgevoerd om het overzicht te actualiseren en te detailleren.

Voorbeelden van deze generieke bronnen zijn ook in de enquête genoemd en zijn dus ook in de Nederlandse situatie relevant. Tegelijkertijd is niet van alle mogelijke bronnen bekend of er wel of niet sprake is van radioactieve afvalstoffen. Met name voor de natuurlijke bronnen is het lastig te bepalen, omdat er in tal van situaties ongewenst en ongemerkt NORM afvalstoffen kunnen (zijn) ontstaan. Aangezien het echter in praktische zin ondoenlijk is om alle mogelijke bronnen na te lopen, kan bovenstaande lijst desgewenst gebruikt worden om in situaties waar het slopen van (industriële) gebouwen en installaties dan wel het monitoren van oude fabrieksterreinen aan de orde is, na te gaan of het zinvol zou zijn om ook het aspect radioactief afval mee te nemen. De bovenstaande lijst kan tevens een handvat zijn bij het beschouwen van sanering van oude stortplaatsen.

De lijst met generieke bronnen zou gebruikt kunnen worden bij het inschatten van de mogelijke impact van wijzigingen in wet- en regelgeving. Zowel door wijzigingen in methodiek van het bepalen van vrijgave en vrijstelling als aanpassingen van de vrijgave- en vrijstellingsgrenzen kan radioactief afval ontstaan of verdwijnen en hoeveelheden radioactief afval veranderen. In het recentere verleden zijn door de implementatie van de Euratom BSS in het Besluit Stralingsbescherming de vrijgave- en vrijstellingsgrenzen voor ^3H en ^{14}C fors verhoogd. Hierdoor was een belangrijk deel van het voorheen als radioactief bestempelde ziekenhuisafval niet meer radioactief (zie ook hoofdstuk 4). Omgekeerd zijn bij dezelfde wetwijziging de vrijgave- en vrijstellingsgrenzen voor natuurlijke radionucliden verlaagd, waardoor afvalstoffen die voorheen niet als radioactief werden gezien dit wel zijn geworden. Hierdoor is de hoeveelheid NORM afval fors toegenomen van enkele honderden m^3 per jaar naar vele tienduizenden m^3 per jaar.

6. Conclusies en aanbevelingen

6.1. Hoeveelheden

Door de gekozen opzet, de combinatie van interviews met afvalproducenten, gegevens van COVRA over productie en opslag van radioactief afval en literatuurstudie naar mogelijke bestaande en nieuwe bronnen van afval, kan worden geconcludeerd dat de inventaris een goed beeld geeft van met name de verschillende soorten maar ook van de huidige omvang en productie van het radioactief afval in Nederland.

De gegevens uit de interviews sluiten aan bij voorgaande inventarissen en geven geen aanleiding voor een trendbreuk in ontwikkelingen van het radioactief afvalaanbod in de (nabije) toekomst. Dit maakt een extrapolatie naar de toekomst mogelijk. Bij de interpretatie van de radioactief afval inventaris in 2130 moet uiteraard rekening gehouden worden met de in dit rapport vermelde onzekerheden.

Vanwege de lange termijn verbonden aan het beheer van radioactief afval, verdient het aanbeveling de inventaris periodiek te actualiseren. Bij een volgende rapportage zouden ook de meldingen in de interviews mee genomen moeten worden. Op die manier wordt een (nog) beter inzicht in vooral de meldingsplichtige NORM afvalstoffen verkregen. Nadere studie van de mogelijke bestaande en nieuwe bronnen van radioactief afval zal het beeld detailleren en het mogelijk maken tijdig maatregelen te treffen voor het beheer van dit afval. Tenslotte, gezien het belang van wet- en regelgeving, wordt aanbevolen na te gaan wat de invloed van wijzigingen hiervan is op soorten en hoeveelheden radioactief afval.

6.2. Infrastructuur

Uit de interviews maar ook uit de gesprekken met (buitenlandse) deskundigen blijkt dat in Nederland een goede infrastructuur aanwezig is voor de verwerking en verwijdering van radioactief afval. Ook bestaan mogelijkheden om in bestemde gevallen radioactief afval in het buitenland te laten verwerken. Voor de vaak kleinere hoeveelheden niet-standaard afval worden in samenwerking met COVRA op-maat-gesneden oplossingen ontwikkeld. Voor NORM zijn er naast verwerking en opslag bij COVRA, ruime mogelijkheden voor nuttige toepassing en verwijdering op aangewezen deponeeën in Nederland. Een kantekening hierbij is dat een deel van de verwerkings- en verwijderingscapaciteit in handen is van private partijen in binnen- en buitenland. Mochten die partijen hierop enig moment mee ophouden, dan kan er tekort aan verwerkingscapaciteit ontstaan.

Het verdient aanbeveling nader onderzoek te doen naar afhankelijkheid van buitenlandse en private verwerkers en mogelijke alternatieven. Daarnaast zou gekeken kunnen worden naar de (economische) optimalisatie van de verwerking van specifieke afvalstromen, zoals grotere hoeveelheden geactiveerd beton en betonstaal. Hierbij zou bijvoorbeeld gedacht kunnen worden aan langere opslag bij COVRA met als doel het afval te laten vervallen zodat het afgevoerd kan worden als vrijgegeven materiaal.

6.3. Kennis en competenties

Uit de inventaris bleek dat de kennis van radioactief afval en de benodigde competenties en voorzieningen goed geregeld is voor alle nucleaire installaties. In alle gevallen was er een goede administratie van de hoeveelheden en soorten radioactief afval, een overzicht van de toekomstige afvalproductie en waren voorzieningen getroffen voor financiering voor het verwerken en verwijderen van het afval. Bij andere, zeker de kleinere, Kew-vergunninghouders werden ook de gegevens van het afval bijgehouden, maar was er vaak minder kennis van het radioactief afvalbeheer. Het kan verondersteld worden dat de kennis van wat radioactief afval is en hoe het beheerd dient te worden, beperkt of afwezig is bij de beheerders van mogelijk bestaande of nieuw bronnen. Het verdient daarom aanbeveling aandacht te geven aan een brede communicatie van het hoe en waarom van radioactief afvalbeheer, bijvoorbeeld in conventionele afvalmedia.

7. Referenties

- [1] RICHTLIJN 2011/70/EURATOM VAN DE RAAD van 19 juli 2011 tot vaststelling van een communautair kader voor een verantwoord en veilig beheer van verbruikte splijtstof en radioactief afval. Publicatieblad van de Europese Unie, 2 augustus 2011, L 199: 48 - 56.
- [2] Health Physics, official journal of the Health Physics Society Vol. 105-106 (jaargangen 2012 en 2013).
- [3] NORM conferentie reeks, www.eu-norm.org. Slechts een klein deel is in boekvorm verschenen maar alle (openbare) en geraadpleegde presentaties staan op deze website.
- [4] 7th Natural Radiation Environment International Symposium, Rhodos, maart 2002.
- [5] Etat et localisation de dechets radioactifs en France, Inventaire etabli par l'observatoire de l'ANDRA 7^{eme} edition 1999.
- [6] LANDELIJK AFVALBEHEERPLAN 2002-2012 Deel 2 Sectorplannen, Gewijzigde versie van maart 2007, Ministerie VROM.
- [7] Immobilisatie van afvalstoffen, onderzoekprogramma T2000, Rijsbergen et al., TNO Milieu en Energie rapport 93.004.
- [8] Inventarisatie hoeveelheden radioactieve stoffen vergunninghouders, Agentschap NL, 20 februari 2013, concept.
- [9] Classification of radioactive waste: safety guide - Vienna: International Atomic Energy Agency 2009.
- [10] US Environmental Protection Agency. www.epa.gov

**Bezoekadres**

Spanjeweg 1
havennummer 8601
4455 TW Nieuwdorp
Vlissingen-Oost

Postadres

Postbus 202
4380 AE Vlissingen

T 0113-616 666
F 0113-616 650
E info@covra.nl

www.covra.nl