

Ontmantelingsplan

Decommissioning LFR en
de LFR hal

In opdracht van ECN

rev. nr.	datum	omschrijving
F	29-7-2013	Definitieve versie
E	5-4-2013	Definitief concept ter onderbouwing van vergunningaanvraag
D	25-1-2013	Definitieve concept (ter review RVC)
C	10-12-2012	2 ^e concept
B	17-10-2012	1 ^e concept
A	13-9-2012	1 ^e pre-concept

auteur(s):

reviewed:

naam:

ontmantelingsplangoedgekeurd:

LFR 29072013.docx

referentienr.:

NRG-23171/13.118549

91 pages

25-7-2013

© NRG 2013

Behoudens hetgeen met de opdrachtgever is overeengekomen, mag in dit rapport vervatte informatie niet aan derden worden bekendgemaakt en is NRG niet aansprakelijk voor schade door het gebruik van deze informatie.

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Lijst met afkortingen	5
Lijst met begrippen	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	15
2 Algemeen	17
2.1 De faciliteit	17
2.1.1 Het Fermigebouw	17
2.1.2 De LFR en ondersteunende voorzieningen	17
2.1.3 Referentie meting	19
2.1.4 Incidenten	19
2.1.5 Recent onderzoek	20
2.1.6 Prognose van de hoeveelheden afvalstoffen	22
2.2 Indicatie verwachte dosistemp	26
2.3 Afvalbeheer	27
3 Projectomschrijving	31
3.1 De ontmanteling	31
3.2 Planning	38
3.3 Betrokken werknemers	39
3.3.1 Organisatie en verantwoordelijkheden	39
3.4 Methoden voor ontmanteling en decontaminatie	42
3.5 Behoud van kennis en informatie	46
3.5.1 Registratie	46
3.6 Organisatorische maatregelen	48
3.6.1 Brandpreventie, -detectie en -bestrijding	50
3.6.2 Ongevalbestrijding en noodplannen	51
4 Kostenraming	53

5	Milieu- en werknemersbescherming	55
5.1	Relevante milieueffecten	55
5.2	Werknemersbescherming	56
5.3	Asbestinventarisatierapport	58
6	Stralingsatlas en radionuclideninventarisatie	61
6.1	Meetstrategie	61
6.1.1	Meetplan	64
6.2	Stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR-hal	64
6.2.1	Stralingsatlas	64
6.2.2	Radionuclideninventarisatie	69
6.2.3	Vrijgaveplan	69
	Lijst van tabellen	73
	Lijst van figuren	74
Bijlage A	Plattegronden	75
A.1	Locatie Fermi gebouw op de OLP	75
A.2	Begane grond	76
Bijlage B	Ervaring ARGONAUT reactoren	77
B.1	Moata Reactor, Sydney, Australië (100 kW)	77
B.2	JASON Reactor, Greenwich, Groot Brittannië (10 kW)	78
B.3	UWNR, University of Washington, Seattle, Washington, (100 kW)	78
B.4	UTR-10, Iowa State University (ISU), Ames, Iowa (10 kW)	78
B.5	SAR-Graz, Oostenrijk (1 kW, 10 kW max)	80
Bijlage C	Rapport Asbestinventarisatie maart 2013	81
Bijlage D	Dosistempokaart	87
D.1	Bovenaanzicht	87
D.2	Zijaanzicht	88
D.3	Bovenaanzicht kern	89
	Referenties	91

Lijst met afkortingen

ALARA	As Low As Reasonably Achievable
ASD	Algemeen Stralingsdeskundige
Bq	Becquerel
Brzo	Besluit risico's zware ongevallen
Bs	Besluit stralingsbescherming
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
CRM	Centrale radiologische monitoring
DWT	Decontamination and Waste Treatment Facility
ECN	Energieonderzoek Centrum Nederland
ELC	Exemption Level Concentration
EZ	Ministerie van Economische Zaken
HCL	Hot Cell Laboratorium
HFR	Hoge Flux Reactor
HLW	High level waste (Hoogactief afval)
ILW	Intermediate level waste (Middelactief afval)
Kew	Kernenergiewet
KFD	Kernfysische Dienst
LFR	Lage Flux Reactor
LLW	Low level waste (Laag actief afval)
LSD	Lokaal Stralingsdeskundige
MDA	Minimaal detecteerbare activiteit
NRG	Nuclear Research and consultancy Group
OLP	Onderzoek Locatie Petten
PGS	Publicatiereeks Gevaarlijk Stoffen
POS	(Potentieel) onveilige situatie
QSE	Quality, Safety and Environment
RAP	Radioactief Afval Project
Re _{ing}	Radiotoxiciteitsequivalent voor ingestie
RVC	Reactor Veiligheidscommissie
R&E	Business Unit Radiation & Environment
SBE	Stralingsbeschermingseenheid

SC	Stralingscontroleur
SHE	Safety, Health and Environment
Sv	Sievert
STEK	Snel-Thermisch Experiment in Krito

Lijst met begrippen

Radioactief besmet materiaal	Radioactieve stoffen hebben zich aan het materiaal gehecht
Geactiveerd materiaal	Door neutronen vangst is het materiaal zelf radioactief geworden
Low level waste	Oppervlaktedosistempo ≤ 2 mSv/uur (COVRA classificering)
Intermediate level waste	Oppervlaktedosistempo > 2 mSv/uur en ≤ 10 mSv/uur (COVRA classificering)
High level waste	Oppervlaktedosistempo > 10 mSv/uur (COVRA classificering)
Kortlevende radionucliden	$T_{1/2} < 30$ jaar
Langlevende radionucliden	$T_{1/2} > 30$ jaar
Ontwerpongeval	Ongeval waarvoor in het ontwerp van de installatie voorzieningen zijn getroffen om deze te kunnen beheersen
Buiten-ontwerpongeval	Ongeval, waarvoor de installatie niet is ontworpen om deze te beheersen, vanwege de lage frequentie van optreden.
Primair radioactief afval	Radioactief afval dat vrijkomt bij de ontmanteling dat zijn oorsprong heeft in de gebruiksvoering
Secundair radioactief afval	Radioactief afval dat ontstaat tijdens de ontmantelingswerkzaamheden

Samenvatting

Aanleiding

De LFR is een kleine nucleaire onderzoeksreactor met een thermisch vermogen van maximaal 30 kW, die is ondergebracht in de LFR hal van het Fermi gebouw op de Onderzoeks- en bedrijvenlocatie Petten (OLP). Per december 2010 zijn de bedrijfsactiviteiten van de Lage Flux Reactor (LFR) gestopt. Dit maakt het noodzakelijk om de LFR buiten gebruik te stellen en te ontmantelen. De LFR en bijbehorende hal vallen onder artikel 15, onder b van de Kernenergiewet. De LFR bevindt zich in de LFR hal, dat onderdeel uitmaakt van het Fermi gebouw¹. De splijstofelementen zijn, conform de afspraken met het Bevoegd Gezag in de zomer van 2012 in de operationele fase, dus onder de vigerende Kew-vergunning uit de LFR hal afgevoerd naar het opslagbassin in de HFR en vallen nu onder de Kew vergunning van die installatie. Ook het koelwater en het bedrijfsafval is onder de vigerende Kew-vergunning via de geëigende wegen afgevoerd.

De LFR-hal, waar de LFR is gehuisvest zal na de ontmanteling en decontaminatie conventioneel afgebroken worden. De rest van het Fermi gebouw is geen onderdeel van de installatie van de LFR, en valt onder een ander onderdeel van de inrichting, zoals beschreven in de Kernenergiewetvergunning van NRG, namelijk de laboratoria van NRG op de OLP. Daarom maken de decontaminatie en sloop van de rest van het Fermigebouw ook geen deel uit van deze vergunningswijzigingsaanvraag. Na het afbreken van de hal kan het terrein vrijgegeven worden voor andere doeleinden. Hiervoor is de Ministeriële regeling Buitengebruikstelling en ontmanteling nucleaire inrichtingen van kracht.

Voor de buitengebruikstelling en ontmanteling (ook wel aangeduid met de Engelse term ‘decommissioning’) wordt op grond van artikel 15, onder b van de Kernenergiewet (Kew) een vergunning aangevraagd.

Na voltooiing van de ontmanteling, het afbreken van de LFR-hal en vrijgave van het terrein maakt de LFR geen onderdeel meer uit van de Kernenergiewet (Kew) vergunning van NRG-Petten.

¹ Het Fermigebouw is op te splitsen in 3 delen: 1) LFR-hal (reactorhal), 2) kantoren en laboratoria en 3) STEK-hal (bergplaats voor radioactief materiaal).

Uitgangspunten van het Ontmantelingsplan

Dit ontmantelingsplan is onderdeel van de vergunningswijzigingsaanvraag voor:

- De buitengebruikstelling en ontmanteling van de Lage Flux Reactor (LFR) en de LFR-hal;
- De decontaminatie van de LFR-hal;
- De afbraak van de LFR-hal;
- Vrijgave van het terrein waarop de LFR-hal heeft gestaan voor andere doeleinden.

In 2010 is door NRG een voorlopig Plan van Aanpak [1] voor de decommissioning en ontmanteling van de LFR opgesteld, ter onderbouwing van de financiële zekerstelling van de organisatie. In dit plan is het project gesplitst in 2 fases. In de eerste fase wordt de LFR ontmanteld en de LFR-hal gedecontamineerd en vrijgegeven. De tweede fase betreft de sloop van het Fermigebouw. In het voorliggende ontmantelingsplan wordt uitgegaan van het afbreken van alleen de LFR-hal. De reden hiervoor is dat de wetgeving alleen een ontmantelingsvergunning vraagt voor kerninstallaties. Daarnaast heeft NRG nog geen alternatief voor het huidige gebruik van de kantoren en bergplaats voor radioactief materiaal, dat opgeslagen ligt in de STEK-hal. Behoud van de kantoren en de STEK-hal is in deze fase daarom van belang voor NRG.

De volgende items zijn al voor aanvang van de feitelijke ontmanteling onder de vigerende Kew-vergunning afgevoerd uit de LFR hal:

- De splijtstofelementen;
- Het koelwater;
- Het bedrijfsafval.

De afvoer van deze items is daarom geen onderdeel van de vergunningswijzigingsaanvraag.

Afbraak van de LFR-hal zal plaatsvinden na de decontaminatie van de hal.

De faciliteit

Het Fermigebouw (zie Bijlage A) bevindt zich aan de westkant van de onderzoekslocatie Petten (OLP). Het is ten behoeve van de LFR gebouwd en begin jaren 60 in gebruik genomen. Het Fermigebouw heeft een oppervlak van in totaal circa 950 m² en telt twee verdiepingen. In de meest zuidelijk hal van het Fermigebouw staat de LFR. De LFR is een watergekoelde onderzoeksreactor van het type ‘Argonaut’. Het is een relatief kleine, modulair opgebouwde reactor, met een vermogen van maximaal 30 kW (vergelijkbaar aan dat van een gemiddelde CV ketel), die de laatste jaren voornamelijk is gebruikt voor onderwijsdoeleinden. Om de kern van de reactor zijn ter afscherming bariet betonblokken en blokken zeer compact (reactor grade) grafiet gestapeld.

Ten behoeve van de LFR bevindt zich in de LFR hal een pompkelder voor het koelsysteem van de reactor, bestaande uit een primair en een secundair koelsysteem. Omdat het koelwater al onder de vigerende Kew-vergunning is afgevoerd, is er tijdens de ontmanteling geen water meer in het systeem aanwezig.

Bij de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR en de decontaminatie van de LFR-hal wordt een totale hoeveelheid radioactief afval verwacht van maximaal 55 ton. Het overgrote deel hiervan, circa 54 ton, bestaat uit laag radioactief afval (Low level waste (LLW), oppervlaktedosistempo $\leq 0,2$ mSv/uur). Een zeer kleine hoeveelheid, naar verwachting minder dan 0,5 ton bestaat uit hoog actief afval (High level waste (HLW, oppervlaktedosistempo > 10 mSv/uur)).

Al het radioactief afval wordt afgevoerd naar COVRA. Eventuele decontaminatie en verkleining van het afval zal voorafgaande aan de afvoer worden gedaan bij de Decontamination and Waste Treatment Facility (DWT) (of – bij hoogstralend afval – bij de Hot Cell Laboratories van NRG).

Vrijgesteld, maar nog meetbare (met verhoogd teltempo ten opzichte van de achtergrond) radioactieve afvalstoffen zullen worden afgevoerd naar de deponie. Overig afval wordt afgevoerd via de standaard afvoerroutes van NRG voor conventioneel afval.

Gezien de bouwperiode van het Fermigebouw, kan men verwachten dat in de constructie van de hal asbest is verwerkt. Begin maart 2013 is een type A asbestinventarisatieonderzoek voor de LFR-hal uitgevoerd. Hieruit valt op te maken dat er op het moment van de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR geen asbest in de LFR hal te verwachten is. Zodra de ontmantelingswerkzaamheden zijn voltooid zal er een type B (destructieve) asbestinventarisatie worden uitgevoerd voorafgaand aan de sloopwerkzaamheden.

Beschrijving van de werkzaamheden

De buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR en de LFR-hal bestaat uit de volgende handelingen:

- de ontmanteling of demontage van de LFR en de verwijdering van alle radioactieve componenten uit de LFR-hal;
- bemonstering en uitvoeren van metingen;
- indien van toepassing decontaminatie van besmette componenten;
- afvoer van radioactieve componenten en afvalstoffen naar COVRA;
- decontaminatie (waar en voor zover nodig) van de lege LFR-hal;
- oplevering van een schone en lege LFR-hal, zodat deze (conventioneel) afgebroken kan worden;
- afbraak van de LFR-hal;
- vrijgave van het terrein waarop de LFR-hal heeft gestaan.

Deze werkzaamheden worden uitgevoerd door een team van ongeveer 20 personen, bestaande uit een Projectmanager (PM), een Floormanager (FM) en uitvoerend personeel. Parallel aan dit team werkt de Stralingsbeschermingseenheid (SBE), bestaande uit de Algemeen Stralingsdeskundige (ASD) en de lokaal stralingsdeskundige (LSD). De straling hygiënische metingen worden gedaan door de stralingscontroleur.

De werkzaamheden worden uitgevoerd in overeenstemming met (1) het in detail uitgewerkte Plan van Aanpak en/of bestek, (2) voorwaarden en eisen die zijn gesteld in de huidige Kew-vergunning voor de inrichting van NRG, (3) voorwaarden en eisen die zijn gesteld in de nieuwe Kew-vergunning voor de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR en (4) algemene geldende procedures met betrekking tot preventie en mitigatie van ongewenste gebeurtenissen. Daarnaast worden er voor de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR een SHE-plan (Safety, Health en Environment) voor de arbeids- en procesveiligheid voor de betrokken werkers en ALARA-plan (As Low As Reasonably Achievable) voor de straling hygiënische aspecten opgesteld, welke voor aanvang van de werkzaamheden gereed zullen zijn.

Voorafgaande aan de werkzaamheden is een stralingsatlas opgesteld, die zal dienen als basis voor de stralingshygiëne en voor het meetplan en vrijgaveplan van materialen en de LFR-hal. Hierbij zijn, voor zover mogelijk zonder te ontmantelen, 1) teltempometingen gedaan in de hal en in de kern van de reactor (op circa 0,25 m afstand van, dan wel op het oppervlak), 2) veegproeven genomen in de hal en op componenten van de LFR en 3) boorkernen genomen van het beton en grafiet van de reactor (met interne toestemming van de algemeen stralingsdeskundige NRG). Aan de hand van de boorkernen is tevens een radionucliden inventaris gemaakt voor het beton en grafiet. Het grafiet is geactiveerd (voornamelijk Eu-152 en Co-60). Het barietbeton is vanaf circa 120 cm vanaf de buitenkant van de LFR geactiveerd (voornamelijk Co-60 en Ba-133). Het gewone beton is alleen direct onder de reactor geactiveerd (voornamelijk Eu-152 en Co-60). Voor het overige materiaal dat in de reactor is verwerkt, zoals aluminium (99,5%) en ene kleine hoeveelheid staal in bouten en moeren, is het in dit stadium niet mogelijk om een radionucliden-inventarisatie te maken op basis van gemeten gammaspectra, vanwege de achtergrondstraling. Daarnaast maakt onzekerheid in de samenstelling van de materialen, met name de spoorelementen, het niet mogelijk een betrouwbare indicatie te geven van de aanwezige radionucliden. Het hoogst gemeten dosistempo bedraagt 13 mSv/uur op de onderkant van de regelplaten (een *hotspot*). Zodra de sterker stralende onderdelen zijn verwijderd, wordt een nieuwe radiologische-inventarisatie uitgevoerd en de stralingsatlas aangepast.

Er zal een meet-/vrijgaveplan worden opgesteld. Dit plan is een apart onderwerp van goedkeuring en wordt niet aangeboden ter beoordeling van de vergunningswijzigingsaanvraag. Het meet-/vrijgaveplan is gebaseerd op de vrijgavecriteria in het Besluit stralingsbescherming.

Met het oog op de situering en ligging ten opzichte van de naastgelegen bebouwing dienen de sloopwerkzaamheden zorgvuldig en uiterst voorzichtig te worden uitgevoerd onder de uitdrukkelijke bepaling dat overlast naar de omgeving tot een minimum wordt beperkt.

De sloopwerkzaamheden dienen handmatig / mechanisch door middel van knippen te worden uitgevoerd. Beulen (slopen met behulp van slingeren, zwaaien, vallen van bal) en/of springen is onder geen enkele voorwaarde toegestaan evenals het “omtrekken” van gevels en wanden of “laten vallen” van zware sloopmaterialen. Er zal zoveel mogelijk licht materiaal/materieel worden ingezet.

Milieueffecten

Aandachtspunt bij de ontmanteling van de LFR is de onzekerheid ten aanzien van onvoorziene besmettingen in de betonnen vloer en onder het Fermigebouw. Hiervoor is historisch onderzoek verricht, waarbij de tekeningen van het Fermigebouw en de logboeken van de LFR bestudeerd zijn. Tevens werden de lokaal stralingsdeskundige en reactormanager geïnterviewd en werd een grondwateronderzoek uitgevoerd (zie paragraaf 2.1.5). Uit historisch onderzoek en grondwateronderzoek komt naar voren dat er geen rede is om aan te nemen dat er in het beton of onder het gebouw besmettingen of verontreinigingen te verwachten zijn. De vloer direct onder de reactor is wel geactiveerd.

Tijdens het afbreken van de hal zal er waarschijnlijk van geluidsoverlast sprake zijn. Hiervoor zullen maatregelen getroffen worden of er zal ontheffing worden aangevraagd. Tijdens de sloop dient er rekening gehouden te worden met nesten van storm- en andere meeuwensoorten en mogelijk ook van de zwarte roodstaart. Ten einde het bouwen van nesten te voorkomen kunnen op het dak netten of kabels gespannen worden, of de sloop kan worden uitgevoerd buiten het broedseizoen.

Afgaande op de resultaten van het asbestinventarisatieonderzoek Type A wordt niet verwacht dat asbest tijdens de afbraak van de LFR-hal een rol zal spelen. Na de ontmanteling van de LFR en de decontaminatie van de LFR-hal zal ten behoeve van de afbraak van de hal een aanvullend Type B (destructief onderzoek) worden uitgevoerd.

1 Inleiding

Voor de buitengebruikstelling en ontmanteling (ook wel aangeduid met de Engelse term ‘decommissioning’) van de Lage Flux Reactor (LFR) en de LFR-hal wordt op grond van artikel 15, onder b van de Kernenergiewet (Kew) een vergunning aangevraagd.

Dit ontmantelingsplan is onderdeel van de vergunningswijzigingsaanvraag voor de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR en de LFR-hal. Het afvoeren van de splijtstofelementen, het koelwater en bedrijfsafval is geen onderdeel van de ontmanteling, omdat deze op het moment van de ontmanteling reeds, conform de afspraken met het bevoegd gezag, in de operationele fase onder de vigerende vergunning zijn verwijderd uit het Fermigebouw. Voor aanvang van de ontmantelingswerkzaamheden zal er een detail Plan van Aanpak (PvA) worden opgesteld, dat in detail de activiteiten zal beschrijven, op uitvoeringsniveau. Aan de hand van onder anderen het PvA, een SHE-plan (Safety, Health en Environment) en ALARA-plan (As Low As Reasonably Achievable) zal de ontmanteling worden uitgevoerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van *expert judgement* en *good practices*.

De LFR-hal (zie Bijlage A2), waar de LFR is gehuisvest, zal na ontmanteling van de reactor en decontaminatie conventioneel afgebroken worden. De rest van het Fermigebouw² is geen onderdeel van de installatie van de LFR, maar behoort tot de laboratoria van NRG op de OLP. Hiervoor is artikel 15 onder b van de Kernenergiewet niet van toepassing en deze vallen niet onder de Ministeriële regeling Buitengebruikstelling en ontmanteling nucleaire inrichtingen. De decontaminatie van de radiologische laboratoria in het Fermigebouw vindt plaats in overeenstemming met de Kew vergunning onder voorschrift L.2, volgens hoofdstuk 12 van de Richtlijn Radionucliden-laboratorium (1994). Afbraak van de LFR-hal zal plaatsvinden na de decontaminatie van de LFR-hal. Na het afbreken van de hal kan het terrein vrijgegeven worden voor andere doeleinden.

Na voltooiing van de ontmanteling en de afbraak van de LFR-hal en vrijgave van het terrein zal bij het Bevoegd Gezag een aanvraag worden ingediend om de Kernenergiewet (Kew) vergunning van NRG op de LFR in te trekken.

² Het Fermigebouw is op te splitsen in 3 delen: 1) LFR-hal (reactorhal), 2) kantoren en laboratoria en 3) STEK-hal (bergplaats voor radioactief materiaal).

In 2010 is door NRG een voorlopig Plan van Aanpak [1] voor de decommissioning en ontmanteling van de LFR opgesteld, ter onderbouwing van de financiële zekerstelling van de organisatie. In dit plan is het project gesplitst in 2 fases. In de eerste fase wordt de LFR ontmanteld en de LFR-hal gedecontamineerd en vrijgegeven. De tweede fase betreft de sloop van het Fermigebouw. In het voorliggende ontmantelingsplan wordt uitgegaan van het afbreken van alleen de LFR-hal. De reden hiervoor is dat de wetgeving alleen een ontmantelingsvergunning vraagt voor kerninstallaties. Daarnaast heeft NRG nog geen alternatief voor het huidige gebruik van de kantoren en de bergplaats voor radioactief materiaal dat opgeslagen ligt in de STEK-hal. Behoud van de kantoren en de STEK-hal is in deze fase van het vergunningsproces daarom van belang voor NRG.

Voorafgaande aan de buitengebruikstelling en ontmanteling worden ten behoeve van de vergunningswijzigingsaanvraag de volgende documenten opgesteld en aangeboden aan het Bevoegd Gezag.

Tabel 1 Benodigde documenten voor de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal in het Fermi-gebouw, en het Bevoegd Gezag.

Vergunningsdocument	Bevoegd Gezag
Vergunningswijzigingsaanvraag	EZ
Milieueffectrapportage	EZ
Ontmantelingsplan	EZ
Veiligheidsrapport met risicoanalyse (goedgekeurd door de Reactor Veiligheidscommissie, RVC)	EZ

2 Algemeen

Dit hoofdstuk bevat informatie over de faciliteit, de aanwezige radioactieve materialen op het moment van ontmanteling en een inventarisatie van het te verwachten radioactieve afval.

2.1 De faciliteit

2.1.1 Het Fermigebouw

Het Fermigebouw (zie Bijlage A) bevindt zich aan de westkant van de onderzoekslocatie Petten (OLP). Het Fermigebouw is eigendom van ECN en wordt aan NRG verhuurd. NRG is vergunninghouder.

Het gebouw is ten behoeve van de LFR gebouwd en begin jaren 60 in gebruik genomen. Het Fermigebouw heeft een oppervlak van in totaal circa 950 m² en telt twee verdiepingen. Het Fermigebouw is op te splitsen in 3 delen. Het eerste deel, aan de zuidkant, betreft de LFR-hal, waar de reactor is gehuisvest. Het tweede, middelste deel, betreft kantoren en laboratoria. Het derde, noordelijke deel, betreft een bergplaats voor radioactief materiaal, de STEK-hal. In het Fermigebouw bevinden zich in totaal 14 kantoorruimtes, 3 fysische laboratoria, 2 opslagruimtes en 6 radiologische laboratoria.

Bijna alle kamers zijn in het verleden laboratorium geweest. Na de ontruiming van een deel van de labs, met name die aan de oostkant van het Fermi gebouw, zijn deze kamers schoongemaakt en vrijgegeven om als kantoor- of vergaderruimte te kunnen dienen. De overige ruimtes zijn nog steeds als radiologisch laboratorium in gebruik. Deze ruimtes vallen onder een ander onderdeel van de inrichting, zoals beschreven in de Kernenergiewetvergunning van NRG, namelijk de laboratoria, waarvoor geen ontmantelingsvergunning nodig is.

De directe omgeving van de LFR-hal is bestraat.

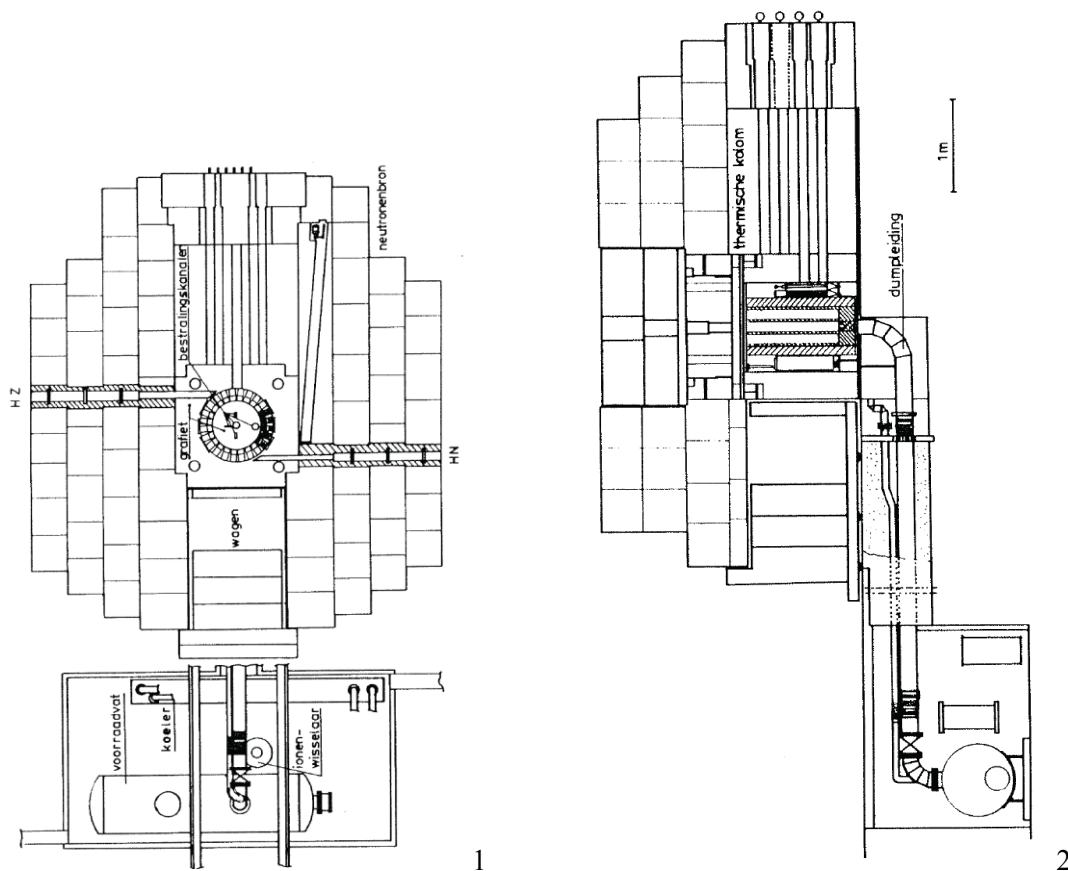
2.1.2 De LFR en ondersteunende voorzieningen

De LFR is in 1959 aangeschaft en is in 1960 voor de eerste maal kritiek geworden. Tot 1983 heeft de reactor gedraaid met een vermogen dat niet hoger was dan 10 kW, daarna is de reactor bedreven op een vermogen van maximaal 30 kW (het vermogen van een gemiddelde CV ketel). Vergelijken met de ook op de OLP gelegen High Flux Reactor (HFR), waarvan het maximale vermogen 45000 kW bedraagt, is de LFR een kleine reactor, die de laatste jaren voornamelijk is gebruikt voor onderwijsdoeleinden.

De LFR is een watergekoelde onderzoeksreactor van het type 'Argonaut'. De reactor is modulair opgebouwd. Alle onderdelen zijn te verplaatsen met de bovenloopkraan (hefvermogen 5 ton). Losse onderdelen van de reactor zijn niet zwaarder dan 5 ton. Hierdoor kan de ontmanteling of demontage van de reactor plaatsvinden zonder het gebruik van bijzondere hulpstukken, die niet tijdens normaal bedrijf gebruikt worden. Mogelijk wordt er gebruikt gemaakt van eenvoudig gereedschap voor het zagen of knippen van leidingen.

Figuur 1 laat doorsnedes zien van de LFR en de ondersteunende voorzieningen. De reactor zelf is in het midden afgebeeld, met eromheen het grafiet en het barietbeton voor de afscherming. In het beton van de afscherming loopt een aantal kanalen voor experimenten en metingen en koelleidingen. Inmiddels zijn er geen splijststofelementen meer aanwezig in de LFR hal. Deze zijn onder de vigerende Kew-vergunning overgebracht naar het opslagbassin in de HFR en vallen nu onder de Kew vergunning van die installatie.

In de pompkamer bevindt zich het koelsysteem, bestaande uit een primair en een secundair koelsysteem. Het koelwater is onder de vigerende Kew-vergunning op het moment van de aanvang van ontmanteling al afgevoerd.



Figuur 1 Horizontale doorsnede (1) met de oostzijde naar onder gericht en verticale doorsnede LFR (2) (uit ECN 87-172)



Figuur 2 De bestralingsfaciliteit in de LFR, gezien vanaf de oostzijde van de reactor

2.1.3 Referentie meting

Er is voor zover bekend voorafgaande aan de bouw van de reactor geen referentiemeting uitgevoerd, zoals bedoeld in artikel 2 van de Ministeriële richtlijn buitengebruikstelling en ontmanteling nucleaire inrichtingen (2011), noch van het terrein waarop de LFR-hal staat, noch van de LFR-hal zelf. Hierdoor is niet bekend welke radionucliden voor ingebruikname van de LFR op het terrein aanwezig waren (zie artikel 2 van de Ministeriële regeling Buitengebruikstelling en ontmanteling nucleaire inrichtingen).

2.1.4 Incidenten

Om een voorspelling te kunnen maken van de hoeveelheden radioactief afval en verontreinigingen die in, om en onder de LFR-hal bij de ontmanteling kunnen worden aangetroffen is historisch onderzoek uitgevoerd. Hiervoor zijn de jaarverslagen 'Veiligheid en Milieu' van NRG geraadpleegd en zijn onder andere de lokaal stralingsdeskundige, de Kwaliteits- en Veiligheidsmanager, medewerkers Huisvesting Beheer en de bedrijfsleider LFR geïnterviewd. Daarnaast zijn bouw- en ontwerptekeningen geraadpleegd. Gelet is op de aard en omvang van eventuele incidenten en besmettingen, ook gedurende transport van het afvalwater, wijzigingen aan installaties en leidingen die mogelijk besmet kunnen zijn. Daar waar ondanks historisch onderzoek onzekerheden in besmettingen (zoals aanwezigheid, plaats en aard) blijven bestaan worden die ondervangen door de controlemetingen en vrijgavemetingen.

In 1995-1996 is een zogenaamd NUL-onderzoek uitgevoerd voor het Fermi gebouw, waarbij alle relevante incidenten tot dan toe in kaart zijn gebracht [2, 3]. Hierbij zijn geen bijzonderheden aangetoond, die betrekking kunnen hebben tot de ontmanteling van de LFR en/of de decontaminatie en sloop van LFR-hal. Van 1997 tot 2000 zijn geen gegevens beschikbaar over incidenten die mogelijk hebben plaatsgevonden die tot verspreiding van radioactiviteit naar de bodem en/of het grondwater geleid zouden kunnen hebben. Uit interviews met de bedrijfsleider LFR en de lokaal stralingsdeskundigen kwamen echter geen bijzonderheden naar voren. Jaarrapportages Veiligheid en milieu zijn sinds 2000 in het beheer van NRG. Incidenten die na 2000 zijn opgetreden die betrekking hebben op de LFR-hal en de eventuele radiologische consequenties staan in de onderstaande tabel.

Tabel 2 Incidenten die mogelijk betrekking hebben op de LFR-hal

Jaar	Incident	Consequentie
2002	Constatering minerale olie op de OLP	Gesaneerd in 2003, geen radiologische consequenties
2003	Een gebarsten ⁶⁹ Zn-bron in de schietspoelopvangstation van het in 2001 geplaatste buizenpostsysteem.	Besmetting is verwijderd. Halfwaardetijd van ⁶⁹ Zn is 56,4 minuten. Geen radiologische consequenties voor ontmanteling.
2005	Vallen van een (lege) splijtstoftransportcontainer.	Letsel bij een werknemer van NRG. Geen radiologische consequenties en geen schade aan de LFR.
2011	Constatering tritium bij de HFR	Gezien grondwaterstroming geen radiologische consequenties voor de afbraak van de LFR-hal.

Uit het historisch onderzoek is naar voren gekomen dat er in de gebruikshistorie van de LFR geen incidenten hebben plaatsgevonden, die relevant kunnen zijn voor de ontmanteling van de LFR en/of de decontaminatie en sloop van de LFR-hal. Ook tijdens het transport van afvalwater is er geen sprake geweest van incidenten. Op basis van het gebruik en de tekeningen van de LFR en de LFR-hal kan worden aangenomen dat er geen onbekende leidingen voor gassen of vloeistoffen in het beton zijn aangebracht.

2.1.5 Recent onderzoek

Stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR-hal

Het is in dit stadium niet mogelijk om zonder te ontmantelen een kwantitatieve inventarisatie te maken van de aanwezige radionucliden in de LFR en de LFR-hal. Hiervoor zijn verschillende redenen aan te wijzen. Ten eerste wordt het meetspectrum van de individuele radionucliden verstoord door de aanwezigheid van hoogstralende componenten in de LFR, zoals de regelplaten. Ten tweede is de resolutie

van de gammaspectrometer (zonder analyse in een laboratorium) voor een bepaalde energie te laag om uitsluitend te geven over de aanwezige radionucliden. Ten derde is het niet mogelijk om een betrouwbare indicatie te geven van de aanwezige radionucliden op basis van de samenstelling van de materialen in de LFR, omdat deze te onzeker is, met name de aanwezigheid van spoorelementen.

In het najaar van 2012 is een zogenaamde stralingsatlas opgesteld, waarbij voor zover mogelijk zonder te ontmantelen 1) met besmettingsmonitoren metingen gedaan zijn in de hal en in de kern van de reactor (op circa 0,25 m afstand van, dan wel op het oppervlak) en 2) veegproeven zijn genomen in de hal en op componenten van de LFR. De stralingsatlas is onderdeel van de ‘stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR-hal’; een levend document, waarin alle relevante resultaten van radiologische metingen en analyses gedurende de voorbereidingen op en feitelijke uitvoering van de ontmanteling worden geregistreerd. Meer informatie hierover staat beschreven in paragraaf 6.2.

Het hoogst gemeten dosistempo bedroeg 13 mSv per uur en werd gemeten op de neutronenabsorberende onderkant (contact) van de regelplaten van de reactor, veroorzaakt door activering van het cadmium.

In week 7 van 2013 zijn, met interne toestemming van de Algemeen Stralingsdeskundige NRG boorkernen genomen van het barietbeton, het grafiet en het beton om en onder de reactor. Aan de hand van de boorkernen is de mate van activering van het beton en grafiet bepaald. Het grafiet blijkt geactiveerd (voornamelijk Eu-152 en Co-60). Het barietbeton is vanaf circa 120 cm vanaf de buitenkant van de LFR geactiveerd (voornamelijk Co-60 en Ba-133). Het gewone beton is alleen direct onder de reactor geactiveerd (voornamelijk Eu-152 en Co-60). Daarnaast zijn de boorkernen geanalyseerd om een radionuclideninventaris op te stellen voor het beton en grafiet (zie paragraaf 2.1.6.).

Grondwateronderzoek

In de tweede week van 2013 is er een grondwateronderzoek (conform NEN 5623) uitgevoerd naar grondwaterverontreinigingen om het gehele Fermi gebouw heen. In de onderstaande tabel staan de resultaten van grondwateronderzoek uit 2010, 2011 en de meest recente grondwatermonsters uit 2013, waarbij MDA staat voor minimaal detecteerbare activiteit.

Tabel 3 Resultaten van grondwateronderzoek nabij de LFR-hal in het Fermigebouw

PB09 (noord van Fermi gebouw)		PB317 (wasteput, west van Fermigebouw)		PB1080-1 (zuid van Fermi gebouw)		PB1080-2		PB1081-1 (zuidwest van Fermigebouw)		PB1081-2	
	Activiteit (Bq/kg)		Activiteit (Bq/kg)		Activiteit (Bq/kg)		Activiteit (Bq/kg)		Activiteit (Bq/kg)		Activiteit (Bq/kg)
2010	³ H <MDA	³ H <MDA									
2011	³ H <MDA	³ H <MDA									
2013	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA	³ H <MDA
	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA	⁶⁰ Co <MDA
	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA	¹³⁷ Cs <MDA

Naast radiologisch onderzoek is er ook onderzoek verricht naar de aanwezigheid van minerale olie en zware metalen. Voor alle zware metalen is een waarde lager dan de streefwaarde of onder de detectielimiet aangetroffen.

In de peilbuis ter plaatse van de parkeerplaats ten zuiden en stroomafwaarts van de LFR-hal is minerale olie aangetroffen, met een concentratie van 25 mg/L. Dit is boven de interventiewaarde van 0,6 mg/L. Een mogelijke oorzaak van deze verhoogde waarde is een auto met lekkage aan de brandstoftank op de parkeerplaats. In de LFR-hal is niet gewerkt met minerale olie. Gezien de stroomrichting van het grondwater (richting het zuiden) is het onwaarschijnlijk dat de verontreiniging zich onder de LFR-hal bevindt en daarom wordt deze in het ontmantelingsplan niet beschouwd. Omdat de verontreiniging zich op het terrein van ECN bevindt en dus niet onder de Kew-vergunning van NRG valt, zal ECN bepalen hoe met deze verontreiniging moet worden omgegaan. ECN heeft de verontreiniging bij de Provincie Noord-Holland gemeld.

Uit de resultaten van historisch onderzoek en nieuw grondwateronderzoek kan de conclusie getrokken worden dat verontreinigingen om en onder de LFR-hal niet waarschijnlijk zijn.

2.1.6 Prognose van de hoeveelheden afvalstoffen

Bij decommissioning-projecten worden verschillende afvalstromen geïdentificeerd die op verschillende wijzen worden behandeld en afgevoerd. Naast radioactief afval komt er bij de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal ook ander, conventioneel afval vrij. Hieronder worden de afvalstromen opgesomd.

Radioactief afval

Het vast radioactief afval bestaat voor een belangrijk deel uit geactiveerde componenten; zoals het reactorvat, grafiet en zwaar beton van het biologisch schild, het beton in de vloer direct onder de reactor

en secundair radioactief afval dat ontstaat tijdens de ontmanteling. Vast radioactief materiaal wordt na eventuele voorbewerking verpakt (zie paragraaf 2.3) door COVRA opgehaald op de OLP en naar het COVRA-terrein getransporteerd.

In de onderstaande tabel wordt op basis van eerdere ontmantelingsplannen voor het gehele Fermigebouw uitgevoerde metingen ten behoeve van de stralingsatlas (eind 2012) en de betonboringen uit 2013 een conservatieve schatting gegeven van de maximaal te verwachten hoeveelheden primair radioactief afval (in kg) bij de ontmanteling van de LFR en decontaminatie van de LFR-hal. De werkelijke hoeveelheden zullen naar verwachting minder zijn dan hier weergegeven.

Tabel 4 Maximaal te verwachten laag-, middel- en hoogactief primair vast afval uit LFR-hal

Klasse	Massa (kg)	Opmerking
LLW	$54 \cdot 10^3$	Voornamelijk betonblokken van de afscherming, daarnaast metaal, grafiet en diverse componenten.
ILW	$0,5 \cdot 10^3$	Voornamelijk componenten van de reactor internals, componenten van de afschermingswagons en het reactorveiligheidssysteem.
HLW	$<0,5 \cdot 10^3$	Regelplaten, (componenten van) bodem reactorvat, neus bestralingswagons
TOTAAL	$55 \cdot 10^3$	

Daarnaast zal er nog een bepaalde hoeveelheid materiaal vrijkomen van het biologisch schild van de LFR, dat vrijgegeven kan worden. Het totale volume van het biologisch schild wordt geschat op niet meer dan 80 m^3 . Uitgegaan wordt van maximaal 85% dat afgevoerd wordt als vrijgegeven afval. Dit materiaal zal worden aangeboden voor hergebruik. Als dit vrijgegeven afval toch meetbaar radioactief is, dat wil zeggen een (significante) verhoging boven het achtergrondniveau, kan het worden afgevoerd naar een deponie (zie paragraaf 3.2). De activiteit in het beton in het biologisch schild wordt voornamelijk veroorzaakt door Co-60. Gezien het lage vrijgavecriterium voor de activiteitsconcentratie hiervoor, 1 Bq/g , is het waarschijnlijk dat meetbaar radioactief beton als radioactief afval naar COVRA moet worden afgevoerd. Er wordt dan ook niet verwacht dat bij de ontmanteling van de LFR en de decontaminatie en het afbreken van de LFR-hal afvoer van beton naar een deponie van toepassing zal zijn

Er wordt minimaal gebruik gemaakt van aanvullende hulpmiddelen. Hulpmiddelen die mogelijk gebruikt gaan worden, waaronder de tijdelijke ventilatie-unit, zijn vervaardigd uit eenvoudig te decontamineren materialen, waardoor tijdens de ontmanteling minimale hoeveelheden secundair radioactief afval worden verwacht. Op basis van ervaring zouden hierbij ten hoogste enkele liters water vrijkomen, die bij de DWT behandeld zullen worden. De mate van besmetting kan op dit moment niet gegeven worden, maar wordt, op basis van informatie over de ontmanteling van andere Argonaut reactoren, niet verwacht. In het geval het ventilatiesysteem besmet raakt en deze niet te decontamineren is (*worst case scenario*) zal er 1 m^3 extra LLW naar COVRA moeten worden afgevoerd.

Voor analyse van de risico's bij buitengebruikstelling en ontmanteling zijn de belangrijkste componenten van de nuclideninventaris de startbron, het bismutfilter, het grafiet en het beton. De bij de risicoanalyse voor het veiligheidsrapport [4] beschouwde radionuclideninventaris, die bij de feitelijke aanvang van de ontmanteling nog aanwezig is, is weergegeven in de onderstaande tabel.

Tabel 5 De radionuclideninventaris, per oktober 2013

NUCLIDE	Activiteit [Bq]				
	splijtingskamers	Bi filter	startbron	grafiet	beton
Cs-137	$2,07 \cdot 10^8$				
Y-90	$2,06 \cdot 10^8$				
Sr-90	$2,06 \cdot 10^8$				
Ba-137m	$1,96 \cdot 10^8$				
Pr-144	$4,52 \cdot 10^7$				
Ce-144	$4,52 \cdot 10^7$				
Kr-85	$1,66 \cdot 10^7$				
Rh-106	$6,19 \cdot 10^6$				
Ru-106	$6,19 \cdot 10^6$				
Pm-147	$2,80 \cdot 10^6$				
Pr-144m	$6,23 \cdot 10^5$				
Cs-134	$3,26 \cdot 10^5$				
Nb-95	$2,27 \cdot 10^4$				
Pu-239	$1,20 \cdot 10^4$				
U-235	$1,20 \cdot 10^4$				
Zr-95	$1,02 \cdot 10^4$				
Y-91	$3,73 \cdot 10^3$				
Te-127m	$2,07 \cdot 10^3$				
Te-127	$2,03 \cdot 10^3$				
Sr-89	$4,61 \cdot 10^2$				
Co-60				$8,00 \cdot 10^9$	$4,60 \cdot 10^9$
Ba-133					$1,20 \cdot 10^{10}$
Eu-152				$3,20 \cdot 10^{10}$	$2,20 \cdot 10^9$
Eu-154				$2,40 \cdot 10^9$	$1,60 \cdot 10^8$
Po-210		$1,00 \cdot 10^4$			
Am-241			$1,70 \cdot 10^{11}$		

Bij de ontmanteling van de JASON-reactor, die qua constructie vergelijkbaar is aan de LFR, is een hoeveelheid LLW afgevoerd van 169 ton en 0,05 ton ILW. De grote hoeveelheid LLW wordt met name bepaald door beton uit het pand zelf (niet uit het biologisch schild), waarin onverwacht tritium is geconstateerd in diverse ruimten, zoals de monstervoorbereidingskamer en de kelder. Er wordt niet verwacht dat bij de LFR tritium wordt aangetroffen, om meerdere redenen. Ten eerste is een besmetting van het beton door een lekkage van primair koelwater niet waarschijnlijk, omdat er geen aanwijzingen zijn dat er in het verleden lekkages hebben plaatsgevonden. Ten tweede omdat de activiteit van tritium gemeten bij stralingscontroles tijdens de operationele fase van de LFR in het koelwater altijd ruim onder

de vrijgavecriterium voor de activiteitsconcentratie van 1 MBq/g viel (nl. 10 à 15 Bq/g). Ten derde is er in de LFR niet gewerkt met tritiummonsters en is er ook geen tritium opgeslagen geweest in de LFR-hal. Ten vierde is er in de grondwatermonsters nabij de LFR-hal geen tritium aangetoond.

Gemengd afval

Afval dat zowel radioactieve stoffen boven de vrijstellingsgrens als andere chemisch gevaarlijke stoffen bevat kan als radioactief afval aan COVRA worden aangeboden. Hieronder vallen het geactiveerde cadmium in de veiligheid- en regelplaten (0,75 * 300 * 175 mm of 0,75 * 300 * 37,5 mm) en het bismutfilter (buitenmaat circa 0,7 * 1,3 * 1,2 m). Het bismutfilter wordt gebruikt bij experimenteel onderzoek als filter in de neutronenbundel. Door de bestraling ontstaat vooral Po-210. De laatste bestraling van het filter heeft plaats gevonden in maart 2008. De vrijstellingsgrens voor de totale activiteit van Po-210 bedraagt 10 kBq.

Overig gevaarlijk afval

Opslag van gevaarlijke stoffen bij NRG voldoet aan Publicatiereeks Gevaarlijk Stoffen (PGS) 15 (Richtlijn voor de opslag van verpakte gevaarlijk stoffen). Hierin wordt aangegeven dat voor alle typen gevaarlijk afval een vrijstellingsgrens geldt van 1 kilo of 1 liter als deze stoffen een groot gevaar opleveren (zoals cyaanwaterstof, isopreen en methylhydrazine) of als deze stof kankerverwekkend, mutageen of reprotoxisch is (CMR-stoffen). Voor alle andere stoffen ligt de vrijstellingsgrens hoger dan 25 kilo of 25 liter.

In de LFR-hal bevonden zich tijdens de bedrijfsvoering van de reactor geen stoffen die een groot gevaar opleveren. Voor aanvang van de ontmantelingswerkzaamheden zijn de minder gevaarlijke stoffen, zoals aceton, ethanol en 4,4 diaminodifenylmethaan, reeds onder de vigerende Kew-vergunning afgevoerd en spelen op het moment van de ontmanteling geen rol.

Begin maart 2013 is een type A asbestinventarisatieonderzoek uitgevoerd (zie paragraaf 5.3). Hieruit valt op te maken dat er op het moment van de buitengebruikstelling en ontmanteling van de LFR geen asbest in de LFR-hal is te verwachten.

Tijdens de ontmanteling van de LFR is er dus geen gevaarlijk afval aanwezig. Naar aanleiding van het Type A asbestinventarisatieonderzoek is de verwachting dat asbest tijdens de afbraak van de LFR-hal ook geen rol speelt.

Materiaal voor hergebruik

Dit betreft naar verwachting vooral schoon beton van het pluggennest. De verwachting dat het beton niet radioactief besmet is, is gebaseerd op de ontwerpeigenschappen (eenvoudig te decontamineren stalen hulzen in gaten in het beton) en het gebruik van de pluggen (waarbij activering van het staal niet heeft opgetreden). Mocht, op basis van nieuwe resultaten van metingen tijdens de ontmanteling het beton van de pluggen toch radioactief besmet blijken, dan zal dit via dezelfde route worden afgevoerd als het beton van de reactor zelf (naar een deponie dan wel naar COVRA). Van beton- en baksteenpuin worden door gespecialiseerde bedrijven grondstoffen voor o.a. de wegenbouw gemaakt. Er wordt een volume van circa 10 m³ gewoon beton uit het pluggennest verwacht.

Bij de afbraak van de LFR-hal zal circa 650 m³ beton en steenpuin vrijkomen. Naar verwachting is dit materiaal vrij van radioactiviteit en geschikt voor hergebruik.

Voor hergebruik van materiaal dient op grond van het EG- en Euratom-Verdrag de Verordening Nr. 428/2009 van de Europese Raad van 5 mei 2009, met betrekking tot de uitvoer, de overbrenging, de tussenhandel en de doorvoer van producten voor tweërlei gebruik in acht worden genomen. Voor de LFR heeft dit betrekking op de splijtstof en het reactor grade grafiet.

2.2 Indicatie verwachte dosistemp

In de periode dat de LFR nog gebruikt werd, is tijdens jaarlijks groot onderhoud van de LFR de reactor deels ontmanteld en weer opgebouwd. Daarbij zijn volgens de reactormanager in het verleden nooit hoge stralings- en besmettingsniveaus geconstateerd. In stralingscontrolerapporten van groot onderhoud worden maximale waardes genoemd van circa 20 mSv/uur (op 1 meter vanaf de regelplaten). De hoogstralende componenten werden afgeschermd weggezet en taken werden uitgevoerd zonder noodzaak van aanvullende hulpstukken of persoonsbescherming, waarbij de werknemers onder de gestelde limieten zijn gebleven.

Door de afkoelperiode van ruim 3 jaar na beëindiging van de normale bedrijfsvoering tot het moment van aanvang van de ontmanteling zijn kortlevende radionucliden ten dele vervallen. Hierdoor kan er dus vanuit gegaan worden dat bij ontmanteling van de LFR de stralingsniveaus lager zullen zijn dan tijdens groot onderhoud tijdens bedrijfsvoering. Hoeveel lager is afhankelijk van de bijdrage van de kortlevende nucliden aan het dosistempo. De bijdrage van de kortlevende radionucliden tijdens groot onderhoud is niet bekend en ook niet te betrouwbaar berekenen.

De dosis die door de stralingsdeskundigen gedurende de meetcampagne in het najaar van 2012 is ontvangen bedroeg 7 μSv in een periode van maximaal 3 werkdagen. De dosis die ontvangen is tijdens het nemen van de boormonsters bedroeg maximaal 1 μSv . Dit is ruim onder de wettelijk toegestane limiet voor de individuele dosis van radiologisch werkers van 20 mSv per jaar.

Bij de ontmanteling van andere Argonaut-reactoren is gebleken dat de collectieve dosis tijdens de ontmanteling minder dan 1,25 mens.mSv (voor 10 kW reactoren) tot maximaal 80 mens.mSv (voor reactoren tot 300 kW) bedraagt.

Op basis van de bovenstaande ervaringen is het de verwachting dat de werkzaamheden met betrekking tot de ontmanteling van de LFR binnen de door NRG gestelde dosisbeperking voor de individuele effectieve dosis van maximaal 5 mSv kunnen worden uitgevoerd. Bij een projectteam van 20 personen is de maximale collectieve dosis voor dit project 100 mens.mSv. Deze waarden zijn conservatief en in het ALARA-plan zal een nadere schatting worden gedaan.

2.3 Afvalbeheer

Een radioactieve afvalstof is gedefinieerd als een radioactieve stof waarvoor geen hergebruik voorzien is. Conform artikel 37, zevende lid en artikel 38, derde lid van het Besluit stralingsbescherming, zal het radioactieve afval, indien nodig na een voorbereiding in de afvalbehandelingsinstallatie van NRG en/of tijdelijke opslag in afwachting van transport, naar COVRA afgevoerd worden.

Zodra bij één van de deelactiviteiten van ontmanteling radioactief materiaal vrijkomt, wordt op basis van het ALARA principe bepaald of het zinvol is dit te decontamineren of te verkleinen. Als dit zo is, dan wordt dit materiaal, goed verpakt, overgebracht naar de Decontamination and Waste Treatment Facility (DWT) (of – bij hoogstralend afval – naar de Hot Cell Laboratories) en daar bewerkt (zie paragraaf 3.4). Dit valt binnen de Kew-vergunning van deze faciliteiten. Met de tot nu toe aangetoonde dosistempi is dit mogelijk niet aan de orde.

De DWT is volledig toegerust voor decontaminatie van besmette materialen die in de LFR mogelijk aanwezig zijn (zie paragraaf 3.4).

Het HCL is uitgerust om hoogstralend materiaal te hanteren en te verwerken.

Het na de behandeling resterende radioactieve afval wordt verpakt en voor afvoer aan COVRA aangeboden.

Voor geactiveerde of niet-afwrijfbaar radioactief verontreinigde metalen componenten is het mogelijk deze te laten omsmelten in daartoe gespecialiseerde faciliteiten. Afhankelijk van de activiteitsconcentratie na behandeling wordt het metaal als geconditioneerd afval teruggestuurd of kan het metaal hergebruikt worden voor speciale, gecontroleerde toepassingen (bijvoorbeeld als containermateriaal voor radioactief afval). Gezien de beperkte hoeveelheid metaal wordt deze route voor de ontmanteling van de LFR niet rendabel geacht.

Vrijgegeven, maar meetbaar radioactief afval wordt afgevoerd naar een deponie. NRG heeft hiermee in het recente verleden ervaringen en verwacht dat het afval van de LFR geaccepteerd zal worden.

Asbest, dat bij het type A onderzoek niet is aangetoond, maar bij het type B onderzoek toch mocht worden aangetroffen wordt door het asbestverwijderingsbedrijf afgevoerd naar een gespecialiseerde stortplaats.

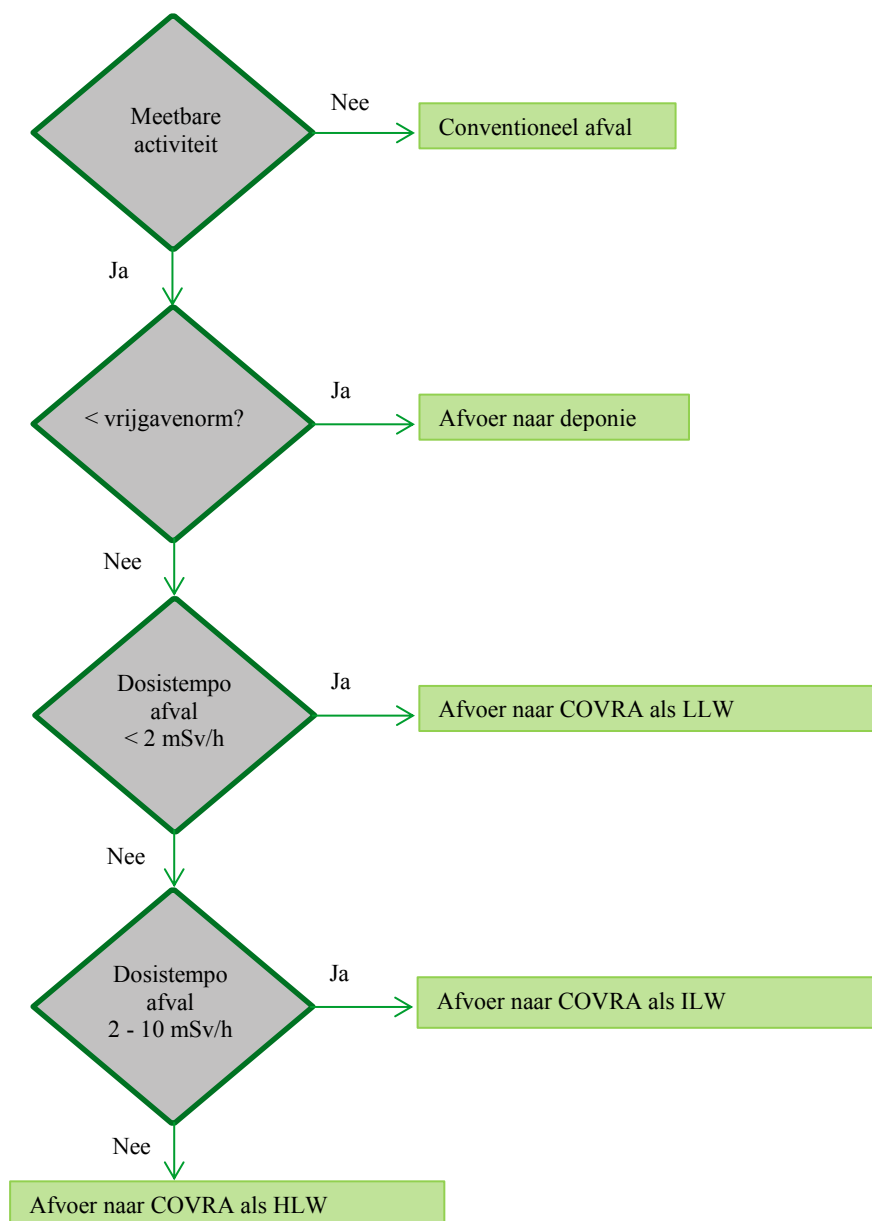
Het niet-radioactieve afval wordt, na vrijgave, afgevoerd via de geëigende kanalen voor conventioneel afval. Tijdelijke opslag van conventioneel en vrijgegeven, maar meetbaar radioactief afval zal plaatsvinden in afvalcontainers op parkeerplaats ten westen van de LFR-hal, welke reeds is ingericht voor tijdelijke opslag van materialen.

De tijdelijke opslag van radioactief materiaal zal afhankelijk van het dosistempo van het afval plaatsvinden bij de DWT of bij de Waste Storage Facility (WSF) (na behandeling, in afwachting van transport naar COVRA). Daarnaast is het mogelijk om in overeenstemming met de Kew-vergunning onder voorwaarde F.7 radioactieve stoffen waarmee geen handelingen worden uitgevoerd tijdelijk op te slaan in een bergplaats, zoals de STEK-hal. Capaciteitsafstemming met de DWT, WSF en HCL en met COVRA zal geruime tijd van te voren plaatsvinden.

Een reden voor tijdelijke opslag kan zijn dat het radioactieve afval bijvoorbeeld eerst bewerkt moet worden of omdat het niet voldoende is voor 1 collo. Bovendien is NRG, binnen het Radioactief Afval Project, een afvoerroute voor hoog radioactief afval (HLW) aan het ontwikkelen. Totdat deze route beschikbaar is, zullen vaten met dit type afval met een oppervlaktedosistempo hoger dan 10 mSv per uur worden opgeslagen in de pluggen van de WSF.

In afwachting van transport wordt bij de DWT regelmatig laag radioactief afval (LLW) tijdelijk opgeslagen. Dit valt onder de Kew-vergunning van de NRG. Voor de tijdelijke opslag van het laag radioactief afval uit de LFR-hal zal bij de DWT ruimte worden gereserveerd. De tijdelijke opslag van intermediate en high level waste kan onder de Kew-vergunning bij de WSF. Het afval zal zo snel als redelijkerwijs mogelijk worden afgevoerd naar COVRA.

Meetbaar radioactief afval is onder te verdelen in 4 typen. In het onderstaande diagram wordt aangegeven welke route wordt aangewezen voor elk type afval.



Figuur 3 Classificatie van radioactief afval

De grenswaarden voor de classificatie van het radioactief afval worden bepaald door het type collo / container dat wordt gebruikt voor transport van het radioactief afval naar COVRA, waarbij wordt uitgegaan van een dosistempo aan het oppervlakte van de verschillende containers van 2,0 mSv/uur op het oppervlak van de verpakking en 0,1 mSv/uur op 1 meter afstand van het oppervlak van de verschillende verpakkingen.

De grenswaarden zijn:

- Vrijgegeven, maar meetbaar radioactief afval (verhoging ten opzichte van het achtergrondniveau) (zie paragraaf 6.2.3)
- Low level waste (LLW): < 2 mSv/uur
- Intermediate level waste (ILW): $2 - 10$ mSv/uur
- High level waste (HLW): ≥ 10 mSv/uur en/of lang levende radioisotopen

Het transport van radioactief afval valt onder de vergunning van de ontvangende partij COVRA, die het afval ophaalt.

Het afval dat vrijkomt tijdens de sloopwerkzaamheden zal voornamelijk bestaan uit schoon puin. Indien er toch radioactief materiaal wordt aangetroffen zal dit bij DWT worden opgeslagen in afwachting van transport naar COVRA.

Indien nadat de LFR-hal afgebroken is een bodem- of grondwaterverontreiniging met radioactieve stoffen wordt geconstateerd zal een saneringsplan worden opgesteld. Dit zal een grondwatersanering of een afgraving van de bodem zijn. Ervaring leert dat bij een verontreiniging met radioactieve stoffen H-3 in het grondwater terecht komt en overige nucliden aan de bodem (zand) hechten. Vloeibaar afval zal worden afgevoerd naar de DWT voor behandeling. Het schone, behandelde water zal onder de huidige lozingsvergunning van NRG (8.000 m³ per jaar) op de Noordzee worden geloosd. Het radioactieve restmateriaal zal worden afgevoerd naar de COVRA. Radioactief verontreinigde grond zal, afhankelijk van het volume, direct worden afgevoerd naar COVRA of naar een deponie (in geval van vrijgave, maar meetbaar radioactief). Bij grote hoeveelheden wordt schoonmaken van de grond overwogen. Als het grondwater verontreinigd blijkt te zijn met chemische stoffen, bijvoorbeeld minerale olie, zal het water voor lozing eerst gereinigd worden. In het geval van een afgraving zal de verontreinigde grond worden afgevoerd naar een deponie. Verdere uitwerking van de details zal plaatsvinden in het eventuele saneringsplan.

3 Projectomschrijving

3.1 De ontmanteling

De ontmanteling van de LFR en de LFR-hal met aansluitend decontaminatie en afbraak van de LFR-hal zal in een aantal deelactiviteiten plaatsvinden, zoals hieronder beschreven is. Hierbij wordt tevens de wijze van uitvoering zoveel mogelijk aangegeven. De taken en verantwoordelijkheden zijn beschreven in paragraaf 3.3.1.

Dit stappenplan zal voorafgaande aan de start van de feitelijke ontmanteling verder worden gedetailleerd in het detail Plan van Aanpak (PvA).

Ervaring met decommissioningprojecten bij NRG en elders leert dat de oorspronkelijke planning en stappen in het PvA op grond van voortschrijdend inzicht in de loop van het project aangepast kunnen worden. Hierbij kunnen zowel ALARA als technische of kostenargumenten een rol spelen. Het detail PvA kan op basis van *expert judgement* en voortschrijdend inzicht dus gedurende het gehele project aangepast worden. Uiteraard zullen de werkzaamheden binnen de in de Kew-gestelde voorschriften blijven plaatsvinden. Het uitvoeren van de individuele deelactiviteiten vindt plaats op basis van *good practices*, werkplannen en procedures.

Het NRG managementsysteem voorziet in procedures voor omgang met dergelijke aanpassingen van de projectplanning en stappen in het PvA. Een systeem van werkvergunningen en interne toestemmingen waarborgt dat dit veilig en verantwoord gebeurt. De Algemeen Stralingsdeskundige (ASD) verleent interne toestemming en verzorgt het interne toezicht.

Door een goede afstemming van capaciteit en logistiek en op basis van *expert judgement* kunnen de verblijftijden van medewerkers naast radioactieve objecten en materialen beperkt worden en kunnen de te ontvangen doses bij de uit te voeren handelingen zo laag mogelijk worden gehouden. Dit wordt in meer detail beschreven in het ALARA plan. Het ALARA (As Low As Reasonably Achievable) principe dient ertoe de radiologische risico's zoveel als redelijkerwijs mogelijk te beperken.

Een aantal werkzaamheden is al tijdens de normale bedrijfsvoering van de LFR uitgevoerd. Zo zijn de splijtstofelementen inmiddels afgevoerd en is het meubilair voor zover mogelijk uit de hal verwijderd om verspreiding van besmettingen tijdens de ontmanteling te voorkomen als ook om ruimte te creëren. Het koelwater is voor aanvang van de ontmanteling onder de vigerende vergunning afgevoerd.

Voorafgaande aan de ontmantelingswerkzaamheden worden een ALARA-plan en een SHE-plan opgesteld. Het ALARA-plan beschrijft de grenzen waarbinnen invulling wordt gegeven aan het ALARA-principe tijdens de ontmanteling van de LFR. Tevens worden beperkingen gesteld aan de individuele dosis met betrekking tot de voorbereiding en uitvoering van de ontmanteling (zie paragraaf 5.2). Het SHE-plan beschrijft het beleid waarmee de risico's op het gebied van arbeidsveiligheid en procesveiligheid tijdens de ontmanteling van de LFR worden geïdentificeerd, geëvalueerd en beheerst. Dat rapport heeft tot doel het SHE-risicomanagementproces voor alle betrokkenen transparant te maken. Afgaande op de situaties die tijdens de ontmanteling worden aangetroffen, kan op basis van het ALARA-plan en het SHE (Safety, Health and Environment) plan – als ook *expert judgement* – het stappenplan worden aangepast.

Bij de ontmanteling en de decontaminatie zal afval vrijkomen. Dit wordt verder behandeld in paragraaf 3.4.

Gedurende de ontmanteling worden continu analyses gedaan op uitgaand materiaal. Al het materiaal dat de hal verlaat zal worden gecontroleerd op radioactiviteit. Hiervan worden logboeken bijgehouden.

De ontmanteling bestaat uit de volgende uit te voeren deelactiviteiten:

Tabel 6 Stappen in de ontmanteling van de LFR en de decontaminatie en afbraak van de LFR-hal

Stap	Deelactiviteit	
1	Betonboring en radionuclideninventarisatie ³	
2	Plaatsen van aanvullende voorzieningen	A Aanpassen ventilatiesysteem ¹ B Aanbrengen zonering ¹ C Aanpassen elektriciteit console
3	Afvoeren van materiaal uit de LFR-hal, onder begeleiding van een (A)LSD	A Kantoor ontruimen B LFR-hal ontruimen
4	Verwijderen topafscherming en roterende afscherming	
5	Verwijderen hoogstralende componenten	A Regelplaten B Startbron C Binnenkern D Binnenvat E Losse componenten buitenvat
6	Buitenkern indien nodig met bladlood afschermen	
7	Bestralingswagen weg en loodschuif dicht	
8	Kelder zo veel mogelijk leeg	
9	Verwijderen thermische kolom	
10	Afscherming terugbrengen:	A Loodschuif B Bordes boven reactor C Blokken van boven tot ter hoogte van het vat D Blokken rondom de reactor

³ Deze stappen zijn reeds uitgevoerd voor aanvang van de ontmantelingswerkzaamheden, maar is een bepalende stap voor de feitelijke ontmanteling.

11	Op basis van expert judgement: A Rest van het buitenvat, inclusief systemen B Rest van de afscherming	
12	Ontmanteling vloer naar aanleiding van boringen en analyses:	A Fundering reactor B Fundering hal C Pluggen
13	Vrijgavemetingen hal, vloer en bodem	
14	Weghalen en vrijgeven ventilatiesysteem en CRM	
15	Sloop hal en bovenloopkraan, met SC begeleiding	
16	Vrijgave terrein	
17	Eindrapportage	

Stap 1

Aan de hand van betonboringen is de radionuclideninventaris bepaald. Deze nuclideninventaris wordt aan de diverse betrokken partijen overlegd, zowel intern aan DWT als extern aan COVRA.

Stap 2

Het ventilatiesysteem wordt aangepast om te voldoen aan de nieuwe situatie. Hierbij zal het debiet worden aangepast, waarbij de onderdruk in hal gehandhaafd blijft en zal een filtersysteem worden gebruikt.

De toegang tot de LFR-hal blijft, zoals in de huidige situatie beperkt. Eventueel worden aanvullende maatregelen getroffen, zoals overstapprocedures, om ongewenste verspreiding van radioactief materiaal te voorkomen.

Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden wordt een eenvoudige kleurcodering gehanteerd, zoals beschreven in de *Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management*, oktober 2008. Deze is weergegeven in tabel 7.

Tabel 7 Zonering ter beperking van de individuele blootstelling

Zone	Dosimetrie verplicht	Activiteitsniveau (mSv/uur)	En/of	Besmettingsniveau (Bq/cm ²)	
Wit	Nee	< 0,0025	En	α	$\leq 0,04$ en
				β, γ	$\leq 0,4$
Groen	Ja	$\leq 0,025$	En	α	$\leq 0,04$ en
				β, γ	$\leq 0,4$
Rood	Ja	> 0,025	En/of	α	> 0,04 en/of
				β, γ	> 0,4

In de hal worden locaties aangewezen voor tussenopslag (voor het plaatsen van afvalcontainers) van de verschillende categorieën afval.

De ruimteventilatie, hand-voetmonitor en de luchtstofmonitor blijven gedurende de ontmanteling en decontaminatie in werking tot de radiologische ontmanteling is voltooid om onvoorziene verspreiding van radioactieve stoffen te detecteren en tijdig ingrijpen mogelijk te maken om verspreiding te beperken.

Een aantal voorzieningen van de LFR wordt voorzien van elektriciteit via het console van de reactor. Het betreft onder anderen een loodschuif en de kernventilatie. Hiervoor zal een alternatieve elektriciteitsvoorziening worden gemaakt, zodat het console buiten werking kan worden gesteld en bij de volgende stap kan worden afgevoerd. Hoewel de kernventilatie na de buitengebruikstelling van de LFR geen officieel doel meer dient, kan deze tijdens de ontmanteling hergebruikt worden als bijvoorbeeld puntafzuiging.

Stap 3

Om ruimte te creëren en om kruisbesmetting te voorkomen, wordt de LFR-hal voor zover mogelijk leeg gehaald. Hierbij worden de componenten die niet onder het bedrijfsafval vallen verwijderd. Te denken valt aan het kantoor in de zuidoost hoek van de LFR-hal. Ook de diverse testopstellingen en onderzoeksfaciliteiten worden ontmanteld. Voorbeelden van componenten die blijven staan zijn de reactor zelf, de bovenloopkraan en gereedschap dat tijdens de bedrijfsvoering en groot onderhoud gebruikt werd.

Stap 4

Vervolgens kunnen de topafscherming en de roterende afscherming worden verwijderd. Deze zijn aan de onderkant geactiveerd. Tijdens de metingen die eind 2012 zijn uitgevoerd is op de onderkant van de topafscherming een dosistempo gemeten van maximaal 2,3 mSv/uur. Op basis van ALARA en expert judgement wordt bepaald of segmentatie van deze componenten, bijvoorbeeld verwijderen van stalen pennen, bouten of moeren, in de LFR hal zal plaatsvinden of dat deze componenten als geheel worden verplaatst naar de DWT voor verdere behandeling (zie paragraaf 3.4). Het verwijderen van deze afscherming biedt toegang tot de kern.

Stap 5

Nu kunnen de componenten uit de reactorkern worden verwijderd. Dit betreffen de startbron, de regelplaten (maximaal 13 mSv/uur), de inwendige grafietreflector en de grafietwiggen uit de kern en het aluminium binnenvat. Ook de grafietpluggen uit de meetkanalen kunnen worden verwijderd.

Het aluminium reactorvat wordt losgemaakt van de kabels en leidingen en het vat wordt verwijderd. Daarbij worden de leidingen afgeblind. Het reactorvat zal geactiveerd en wellicht gecontamineerd zijn.

Aan de buitenkant van het reactorvat is een dosistempo gemeten van maximaal 0,15 mSv/uur (noordoost zijde bovenkant). Op de bodem van het vat is via de verticale centrale bestralingspositie een dosistempo gemeten van 12 mSv/uur.

Verwacht wordt, dat het grafiet van de buitenkern verwerkt is in het frame van de reactor, die pas in het laatste stadium van de ontmanteling verwijderd kan worden. Op basis van metingen en expert judgement worden zoveel mogelijk componenten, zoals kabels en bedrading, uit het buitenvat verwijderd.

Stap 6

Vanuit stralingshygiënisch oogpunt kan op basis van metingen en expert judgement bepaald worden dat de buitenkern dient te worden afgeschermd met bijvoorbeeld bladlood.

Stap 7

De bestralingswagen wordt verwijderd. Op de neus van de bestralingswagen, die ook verwijderd wordt, is een dosistempo gemeten van 1,2 mSv/uur. Vanuit stralingshygiënisch oogpunt wordt een loodschuif neergelaten voor de opening tot het reactorvat.

Stap 8

Nu heeft men toegang tot de pompkelder en de componenten van het koelwatersysteem. Dit zijn het voorraadvat primair koelwater, het voorraadvat secundair koelwater, de warmtewisselaar, een ionenwisselaar en een filtersysteem, diverse pompen en leidingen en een drainput. Alleen op de ionenwisselaar is een dosistempo gemeten van 10 μ Sv/uur. De pompkelder wordt voor zover mogelijk leeg gemaakt. De dumpleiding, die vanuit het reactorvat komt, zal blijven tot de reactor geheel is ontmanteld.

Stap 9

Aan de westkant van de reactor wordt de thermische kolom verwijderd. Hier is een dosistempo van maximaal 8 μ Sv/uur gemeten.

Stap 10

Vervolgens kan de afscherming, bestaande uit het biologisch schild worden verwijderd. Dit begint met het weghalen van het bordes op de reactor en het verwijderen van de loodschuif. Vervolgens worden, van bovenaf de betonblokken terug gestapeld tot op de buitenkern. Daarna wordt de buitenrand verwijderd tot aan het grafiet van de buitenkern.

Stap 11

Na het verwijderen van het beton resteert nog het frame van de reactor en het grafiet van de buitenkern. Deze worden verwijderd. Ook de laatste systemen die nu vrij komen, waaronder de dumpleiding van het reactorvat, worden verwijderd. Hierna is de vloer van de LFR-hal geheel vrijgemaakt.

Stap 12

Aan de hand van teltempometingen en eventueel boringen worden de muren van de hal, de vloer en de pluggen geanalyseerd. Besmettingen en activeringen worden gecontroleerd verwijderd.

Stap 13

Hierna volgen vrijgavemetingen van de LFR-hal.

Vrijgave heeft betrekking op de materialen, de hal en het terrein en vindt plaats volgens een meet-/vrijgaveplan. Dit plan is apart onderwerp van goedkeuring. Bij de vrijgave verzamelde meetresultaten worden geregistreerd en gearchiveerd. Deze vormen input voor een vrijgaverapport, op basis waarvan het Bevoegd Gezag verzocht wordt om intrekking van de Kew-vergunning. De hal wordt vrijgegeven om zonder radiologische beperkingen te kunnen gebruiken, met het doel de hal af te breken.

Stap 14

Na vrijgave kunnen het ventilatiesysteem en de CRM (centrale radiologische monitoring) worden afgeschakeld en gecontroleerd worden verwijderd.

Stap 15

Nadat de LFR hal is vrijgegeven om te gebruiken zonder radiologische beperkingen kan de hal afgebroken worden. Dit zal gebeuren onder het beheer van een ervaren sloopbedrijf.

Met het oog op de situering en ligging ten opzichte van de naastgelegen bebouwing dienen de sloopwerkzaamheden zorgvuldig en uiterste voorzichtig te worden uitgevoerd onder de uitdrukkelijke bepaling dat overlast door bijvoorbeeld stof, geluid of trillingen naar de omgeving tot een minimum wordt beperkt.

De sloopwerkzaamheden dienen handmatig / mechanisch door middel van knippen te worden uitgevoerd. Beulen en/of springen is onder geen enkele voorwaarde toegestaan evenals het “omtrekken” van gevels

en wanden of “laten vallen” van zware sloopmaterialen⁴. Er zal zoveel mogelijk licht materiaal/materieel worden ingezet.

Gedurende en tussen de verschillende afbraakfasen (strippen, totaalsloop, rooien fundering tot op 17 m diepte onder de hardsteen plaat onder het reactorblok (VR)) zal door de Stralingsdeskundige van NRG regelmatig metingen worden uitgevoerd ter controle op radiologische verontreiniging. Dit is een puur preventieve maatregel, omdat men verwacht in deze fase de radiologische besmettingen te hebben verwijderd. Wanneer onverhoopt toch radiologische verontreinigingen worden aangetroffen dienen deze eerst te worden verwijderd. Asbest wordt naar aanleiding van het Type A onderzoek tijdens de afbraak van de LFR-hal niet verwacht.

Buiten wettelijke veiligheids- en overige bepalingen met betrekking tot asbestsanering en radiologische verontreinigingen, dienen, vanwege de situering en ligging ten opzichte van de naastgelegen bebouwing, in verband met veiligheid en beperking van overlast naar de omgeving door de aannemer navolgende maatregelen te worden getroffen:

- Het treffen van maatregelen ter beperking van stofoverlast tijdens sloopwerk en ter plaatse van opgeslagen slooppuin door bijvoorbeeld sproeien;
- Het zo nodig treffen van verkeer regulerende maatregelen tijdens het in- c.q. uitrijden van de bouwplaats door werkverkeer;
- Beperkende sloopmaatregelen zoals hierboven reeds omschreven;
- Het dichten van de sloopgaten t.b.v. de verwijderde fundatiepoeren;
- De aannemer dient gebruik te maken van geluidsarme compressoren, generatoren etc.;
- Werken conform de veiligheid- en milieuvoorschriften van NRG voor derden van 15 januari 2001

Bij de afbraak van de LFR-hal vrijkomend materiaal wordt vrijgegeven volgens de procedure in het meet-/vrijgaveplan.

Stap 16

Ten behoeve van de vrijgave van het terrein zullen er bodem- of grondwatermonsters worden genomen. De wijze van monsternamen en analyse wordt opgenomen in het meetplan ten behoeve vrijgave. Als hierin radiologische (volgens Bs) of chemische (volgens de Circulaire bodemsanering 2009) verontreinigingen worden aangetroffen zal een saneringsplan worden opgesteld, dat wordt overlegd met het betreffende

⁴ De achtergrond van deze beperking in de wijze van slopen is ter voorkoming van schade aan de fundatie van de omliggende bebouwing.

Bevoegd Gezag. Hoewel niet verwacht wordt dat de verontreiniging met minerale olie op ECN terrein ten zuiden van de LFR hal zich ook op NRG terrein zal bevinden (zie paragraaf 2.3.5), zal toch de zuidkant van het werkterrein hierop gemonitord worden. Mocht blijken dat de verontreiniging zich toch heeft verspreid tot op NRG-terrein, dan zal ECN een saneringsplan opstellen, dat aan het betreffende Bevoegd Gezag wordt overlegd.

Stap 17

In de eindrapportage wordt aangetoond dat de ontmanteling is voltooid en geëvalueerd hoe de buitengebruikstelling en ontmanteling heeft plaatsgevonden. Het bevat de resultaten van de metingen van de activiteit en activiteitsconcentratie op het terrein van de LFR-hal en van het grondwater, een beschrijving van de activiteiten met betrekking tot de buitengebruikstelling en ontmanteling, een beschrijving van het afvalmanagement en, indien van toepassing, waar en waarom de radionuclideninventaris afwijkt van de in dit rapport gegeven inventarisatie.

3.2 Planning

De ontmanteling kan direct na het in werking treden van de vergunning van start gaan. Op dit moment wordt ervan uitgegaan dat er gestart kan worden in het 1^{ste} kwartaal van 2014, na het verkrijgen van de vergunning. Vooralsnog wordt er vanuit gegaan de ontmanteling van de LFR en decontaminatie van de LFR-hal eind 2014 af te ronden. In dit plan van aanpak zal alleen een globale, initiële planning gegeven worden. Deze planning is in overleg met het Bevoegd Gezag voor wijzigingen vatbaar. De voorlopige planning⁵ ziet er als volgt uit.

⁵ De planning kan wijzigen naar aanleiding van het detail Plan van Aanpak en/of het bestek.

Tabel 8 Voorlopige planning voor de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal in het Fermigebouw

Projectfase	Projectmaand												Verwachte looptijd (in maanden)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	6	2
Start ontmanteling LFR	■													
Ontmanteling LFR	■	■	■	■	■	■								
Verwijderen regelplaten en startbron			■											
Verwijderen reactorvat				■										
Detaillering radionuclideninventarisatie				■	■	■								
Afronding ontmanteling LFR							■							
Tussentijdse projectevaluatie							■							
Decontaminatie LFR-hal								■	■	■	■	■		
Vrijgave LFR hal ten behoeve van sloop									■	■	■	■		
Afbraak van de LFR-hal														
Vrijgave terrein														
*Stralingsatlas en radionuclideninventarisatie LFR en LFR-hal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		

Rapportage momenten

NRG rapporteert aan het Bevoegd Gezag omtrent de voortgang van de buitengebruikstelling en ontmanteling van de volgende mijlpalen:

Mijlpaal
1 Start ontmanteling
2 Verwijderen regelplaten en startbron
3 Verwijderen reactorvat en afronding ontmanteling LFR
4 Het meet-/vrijgaveplan
5 Vrijgave LFR-hal* en verwijderen ventilatiesysteem
6 Afbraak LFR-hal
7 Vrijgave terrein

* Vrijgave van de hal, voor zover al redelijkerwijs mogelijk is zonder sloop- of breekwerkzaamheden om conventionele sloop mogelijk te maken

3.3 Betrokken werknemers

3.3.1 Organisatie en verantwoordelijkheden

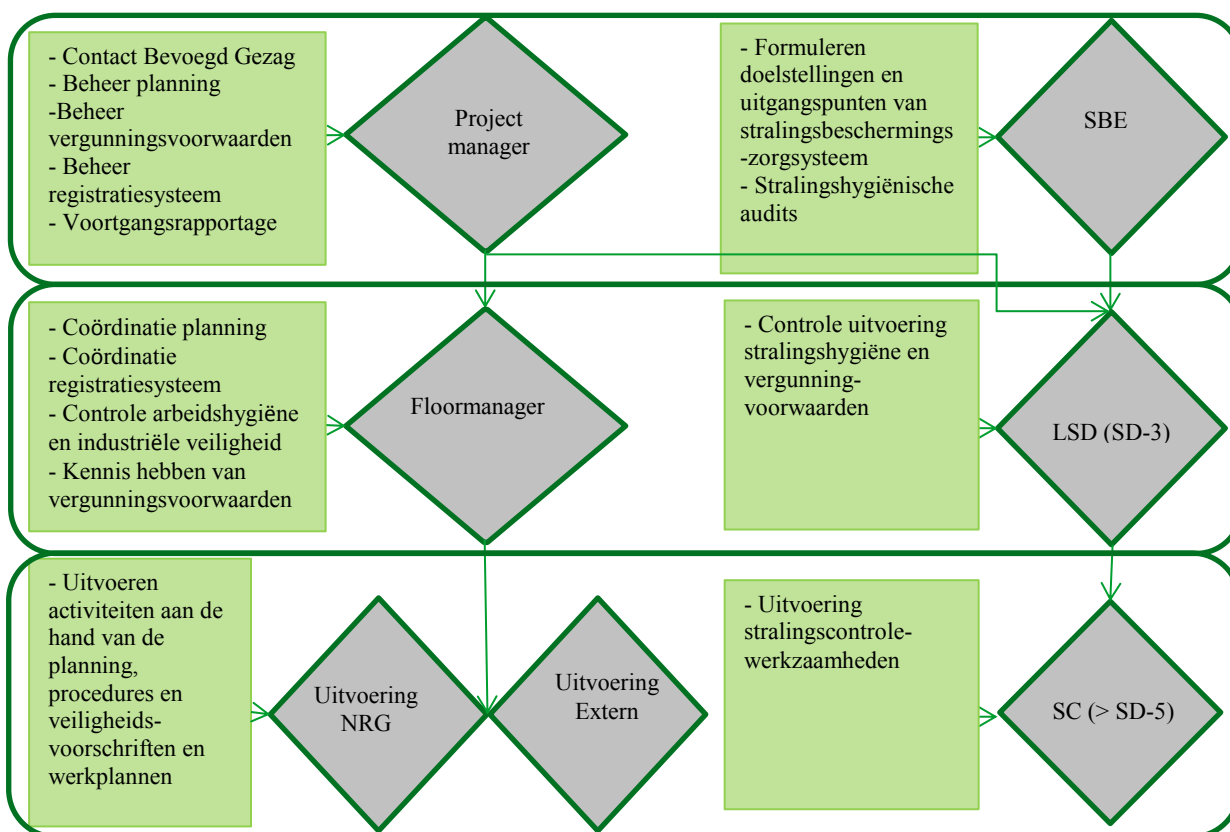
Met inwerkingtreding van de nieuwe vergunning, worden bepaalde rollen en functies opnieuw ingedeeld. Zo draagt de reactormanager zijn taak met betrekking tot de LFR over aan de projectorganisatie van decommissioning van de LFR en de LFR-hal.

Projectleiding en projectmanagement zijn in handen van NRG-RE. De uitvoering zal grotendeels door werknemers van NRG-RE worden gedaan. Daar waar de kennis en kunde of benodigde apparatuur ontbreekt zullen externe partijen worden ingehuurd. Verwacht wordt, dat het project door een team van ongeveer 20 personen kan worden uitgevoerd. NRG beschikt over voldoende getraind personeel om als dat nodig is leden van het team te vervangen. De sloopwerkzaamheden worden geheel onder het beheer van een ervaren sloopbedrijf uitgevoerd. Voor het afbreken van de LFR-hal zal, apart van dit ontmantelingsplan, een aanvullend plan van aanpak worden opgesteld.

De uitvoerders van de ontmantelings- en decontaminatie-werkzaamheden zullen verantwoording afleggen aan een zogenaamde ‘floormanager’. Deze floormanager zal gedurende de werkzaamheden te allen tijde in de LFR-hal aanwezig zijn en de uitvoering coördineren. De floormanager rapporteert aan de projectmanager onder andere aan de hand van een registratiesysteem en regelmatig overleg (zie Figuur 4⁶). De werkzaamheden vinden plaats onder toezicht van een lokaal stralingsdeskundige (LSD, niveau 3), zoals is vastgelegd in het document “Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG, Deel 3, Stralingshygiënische Zorg”.

Gedurende de werkzaamheden heeft iedere medewerker de bevoegdheid om de werkzaamheden stil te leggen indien een potentieel onveilige situatie wordt waargenomen.

⁶ Het organogram kan in definitieve Plan van Aanpak worden aangepast.



Figuur 4 Organogram voor het project 'Decommissioning LFR en de LFR hal (sloop niet inbegrepen) en de bijbehorende stralingsbeschermingseenheid.

Floormanager

De floormanager coördineert de werkzaamheden op de werkvloer aan de hand van de van te voren afgesproken planning, handhaaft afspraken met betrekking tot arbeidshygiëne en industriële veiligheid en coördineert de registratie van de relevante informatie in het registratiesysteem. De floormanager is op de hoogte van de vergunningsvoorwaarden, waarbinnen gewerkt moet worden.

Projectmanager

De projectmanager is verantwoordelijk voor de projectorganisatie en beheert het registratiesysteem en verzorgt de rapportage van de geregistreerde gegevens. Wekelijks zal door de floormanager en de lokaal stralingsdeskundige aan de projectmanager een voortgangsrapportage worden voorgelegd.

De projectmanager monitort of de gemaakte afspraken worden nagekomen en of er aan de vergunningsvoorwaarden wordt voldaan. Hij/zij zal regelmatig een evaluatie maken van de planning en dit in de voortgangsrapportage aan de opdrachtgever voorleggen.

Wanneer wordt afgeweken van de gemaakte planning, of er dreigt van de vergunningsvoorwaarden afgeweken te worden, dan zal de projectmanager in overeenstemming met het managementsysteem actie ondernemen. Hij/zij zal in dat geval de floormanager nieuwe of aanvullende instructies geven.

De projectmanager beheert als eindverantwoordelijke de planning en kosten. Hij/zij is het eerste contactpersoon voor alle betrokken partijen en rapporteert de van te voren overeengekomen mijlpalen aan het Bevoegd Gezag.

Stralingsbeschermingseenheid

Parallel aan het projectteam werkt de Stralingsbeschermingseenheid (SBE). Deze bestaat uit de Algemeen Stralingsdeskundige (ASD, niveau 2) en voor de functionele aansturing van de stralingshygiënische organisatie de lokaal stralingsdeskundigen (niveau 3). De SBE formuleert de doelstellingen en uitgangspunten van het stralingsbeschermingszorgsysteem en stelt het werkingsgebied vast. Verder verzorgt de SBE het interne toezicht en de rapportage daarover. Het programma voor stralinghygiënische audits wordt door de ASD opgesteld. Voor werkzaamheden die afwijken van de standaard stralingshygiënische procedures, is een goedgekeurd werkplan en/of interne toestemming van de ASD nodig.

De verantwoordelijkheden wat betreft stralingshygiëne zijn vastgelegd in het document “Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG, Deel 3, Stralingshygiënische Zorg”, de Uitvoeringsregeling Stralingshygiëne UR-02 en het “Algemeen voorschrift inzake veiligheid, welzijn en milieu”.

3.4 Methoden voor ontmanteling en decontaminatie

Ontmanteling

De LFR is een modulair opgebouwde installatie. Er zijn geen bijzondere gereedschappen nodig voor de ontmanteling of demontage van de reactor. De LFR zal ontmanteld worden met hulpstukken die ook gebruikt werden voor de bedrijfsvoering van de reactor en op dit moment al in de LFR-hal aanwezig zijn, zoals de 5 ton bovenloopkraan, mogelijk aangevuld met gereedschap voor het zagen of knippen van leidingen. Alle onderdelen van de LFR zijn niet zwaarder dan 5 ton, en kunnen binnen de hal dus met deze kraan gehanteerd worden.

Verbindingen van leidingen zijn doorgaans voorzien van flensverbindingen, die eenvoudig ‘losgeschroefd’ kunnen worden. Hier en daar zijn verbindingen gelast; deze moeten gezaagd of geknipt worden.

Sommige componenten die bij de ontmanteling vrij zullen komen, zijn groter dan de COVRA-verpakkingen en zullen dus verkleind moeten worden, bij voorkeur bij de DWT.

Componenten die in het beton gegoten zijn, kunnen met bijvoorbeeld een pneumatische hamer vrijgemaakt kunnen worden.

Omdat bij de bovenstaande activiteiten stof vrij kan komen, blijven gedurende de ontmanteling ventilatie- en monitoringsystemen in de LFR-hal in werking. Zaag- en breekwerkzaamheden in de LFR hal zullen tot een minimum beperkt blijven.

Decontaminatie

Decontaminatie van systemen en componenten kan bij de DWT worden uitgevoerd, of indien noodzakelijk ter plaatse in de LFR-hal. De DWT is volledig toegerust voor decontaminatie van besmette materialen die in de LFR mogelijk aanwezig zijn. Deze werkzaamheden vallen binnen de NRG vergunning. Omdat de geconditioneerde omgeving waarin decontaminatie plaats moet vinden reeds bij de DWT aanwezig is, ligt het voor de hand hier zoveel mogelijk gebruik van te maken. Besmette materialen worden voor transport naar de DWT in de LFR hal afgedicht en ingepakt, om verspreiding van activiteit te voorkomen.

Via de DWT zijn onder anderen de volgende decontaminatie-technieken beschikbaar:

- Spoelen met verdunde loog- of zuuroplossingen;
- Reiniging met hogedruk waterjet;
- Mechanische reiniging d.m.v. bijvoorbeeld borstels en schrapers;
- Ultrasoon reinigen;
- Stralen met glaspapels in een straalcabine;
- Segmenteren met behulp van zaag- of snijapparatuur of betonbeitels.

Indien er aanvullende/andere technieken nodig zijn dan zullen deze voor het project ingehuurd worden.

Het is NRG vergund om per jaar maximaal 8.000 m³ en maximaal 2.000 radiotoxiciteitsequivalenten voor inhalatie (Re_{ing}) water op de Noordzee te lozen. Voor de reguliere bedrijfsvoering van de DWT is hiervan 4.000 m³ gereserveerd.

Wanneer er in de LFR-hal toch decontaminatie activiteiten zullen plaatsvinden, zullen ook hiervoor de ventilatie- en monitoringsystemen in de hal en afvoerleidingen voor potentieel radioactief verontreinigd water in werking blijven.

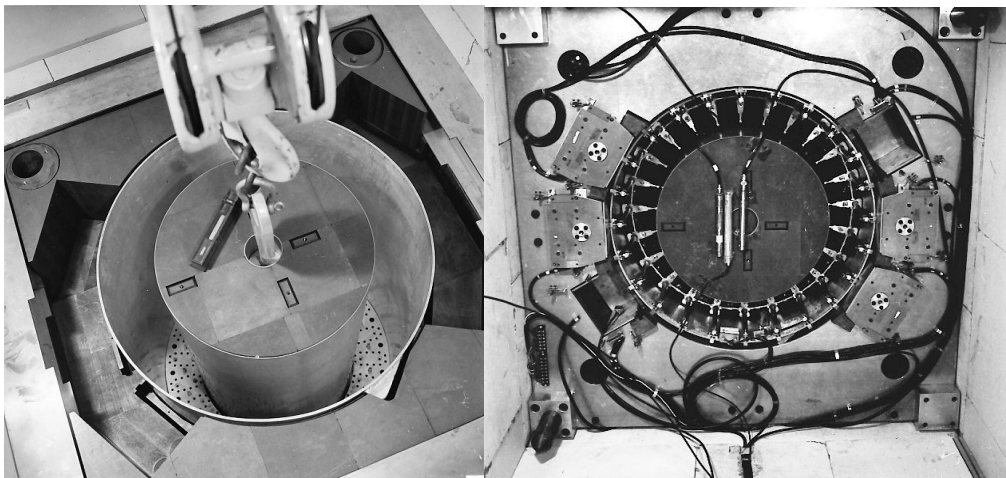
Voor de vrijgavemetingen en eventuele decontaminatie van de wanden van de LFR-hal zal een rolsteiger gebruikt kunnen worden.

Ervaringen uit het verleden

De LFR is anderhalf jaar na ingebruikname in een periode van 4 maanden overgeplaatst van het Waste-gebouw (gebouw 24) naar het Fermi gebouw. Van deze verhuizing is geen documentatie te vinden. Het personeel dat heeft meegewerkt aan deze verhuizing is niet meer werkzaam bij NRG. Van de bouw, in 1959 zijn enkele foto's bewaard gebleven.



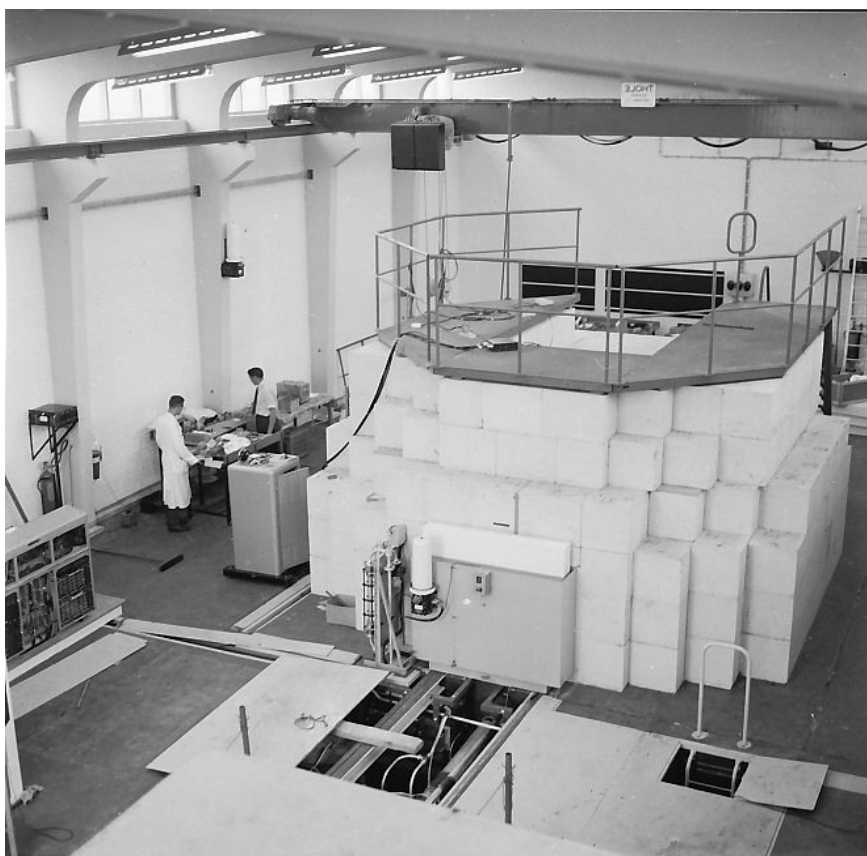
Figuur 5 Plaatsen van de uitwendige grafietreflector rondom de kern, 1959, gezien vanaf de thermische kolom (huidige westzijde)



Figuur 6 Plaatsen van de inwendige grafietreflector in de reactorkern (l) en de voltooide reactorkern (r), 1959.



Figuur 7 Pompkelder, 1959



Figuur 8 De LFR, 1959, gezien vanaf de pompkelder onder in beeld (huidige oostzijde), opgesteld in het Waste-gebouw (gebouw 24), voor de verhuizing naar het Fermi gebouw in 1960.

Door de jaren heen zijn meerdere aanpassingen aan de reactor gedaan, waarbij de reactor deels is ontmanteld en weer opgebouwd. Hierbij is de nodige ervaring opgedaan en routine verkregen door medewerkers die op dit moment nog in dienst zijn van NRG.

Ook tijdens jaarlijks groot onderhoud is door werknemers van NRG veel ervaring opgedaan met de LFR. Tijdens het groot onderhoud worden, na 1 à 2 weken afkoeltijd, delen van de reactor en de afscherming verplaatst. Tijdens groot onderhoud worden alleen bijzondere hulpstukken gebruikt die in de hal aanwezig zijn. Er hoeven geen aanvullende hulpstukken te worden aangeschaft voor demontage en het hanteren van onderdelen. Het personeel draagt geen aanvullende persoonsbescherming ten opzichte van normale bedrijfsvoering. Het laatste groot onderhoud is uitgevoerd in april 2010.

In 2006 waren reeds 21 van de 28 Argonaut-reactoren wereldwijd ontmanteld. Over de ervaringen hiermee is beperkt documentatie te vinden. De reactoren verschillen sterk in onder andere het vermogen, variërend van minder dan 1 kW tot 300 kW. Ook is het biologisch schild van veel Argonaut-reactoren opgetrokken uit massief beton in plaats van gestapelde betonblokken. Van slechts een enkele reactor is de informatie van de decommissioning openbaar gemaakt. In Bijlage D wordt een inventarisatie gegeven van de internationale ervaring met de decommissioning van Argonaut-reactoren. Daar waar relevante informatie beschikbaar was, is van deze informatie gebruik gemaakt.

3.5 Behoud van kennis en informatie

Informatie en kennis van de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal, die van belang is voor de vrijgave van de LFR-hal, wordt geregistreerd en is beschikbaar voor onder anderen de stralingsdeskundige, het projectmanagement en het Bevoegd Gezag tot het moment van de intrekking van de vergunning door het Bevoegd Gezag. Hierna zal alle relevante documentatie betreffende de LFR en de werkzaamheden in de LFR-hal worden gearchiveerd in het archief bij de HFR.

3.5.1 Registratie

Het is belangrijk het ontmantelingsproces goed vast te leggen. Enerzijds voor de interne verslaglegging en verantwoording aan de ASD. Daarnaast moet ook het Bevoegd Gezag in de gelegenheid worden gesteld te beoordelen of het werk in overeenstemming met de vergunning en regelgeving wordt uitgevoerd. Verder moet de traceability van afval gewaarborgd zijn en moet tot ver na het moment van de vrijgave kunnen worden vastgesteld wat de restactiviteit is en of dat binnen de dan geldende normen valt.

Tijdens de ontmantelingswerkzaamheden zullen de volgende zaken worden vastgelegd volgens het Managementsysteem van NRG:

- Communicatie met het Bevoegd Gezag;
- Hoeveelheden, samenstelling en bestemming van afgevoerd afval (zowel radioactief als niet-radioactief);
- Alle radiologische metingen, waaronder vrijgavemetingen;
- Kalibratiegegevens van meetapparatuur;
- Alle incidenten, POSSen e.d.;
- Verslagen van toolbox meetings;
- Foto's van alle belangrijke activiteiten;
- Transportformulieren intern en extern;
- Overdrachtsformulieren aan COVRA;
- Verslaglegging naar stuurgroep, bevoegd gezag en interne communicatie;
- Wijzigingen in het plan van aanpak en de uitwerking in werkinstructies en procedures;
- Namen, BSN en gewerkte uren van uitvoerende medewerkers van NRG en van andere organisaties.

Alle logboeken, die op de werkvloer door de uitvoerenden worden bijgehouden, worden bewaard.

Alle gegevens worden zowel digitaal als op papier gearchiveerd.

Na afloop van het project zullen drie versies worden gearchiveerd in het projectarchief, het QSE archief en bij een externe instantie, bijvoorbeeld een provinciaal archief. Op deze wijze wordt zeker gesteld dat als er in de toekomst vragen rijzen over de ontmanteling van de LFR, of als de regelgeving verandert, relevante gegevens kunnen worden teruggehaald. De bewaartermijn van het projectarchief en het QSE archief zijn conform het NRG managementsysteem. De beheertermijn van het externe archief zal later worden afgestemd, als de beherende instantie bekend is.

De projectmanager is verantwoordelijk voor archivering en beheer van het archief tijdens de uitvoering. Na decharge van de projectleider draagt deze de archieven over aan de ASD of aan het secretariaat van de uitvoerende business unit.

3.6 Organisatorische maatregelen

Organisatorische maatregelen zijn maatregelen die te maken hebben met procedures, instructies en afspraken. Maar ook het borgen van het onderwerp veiligheidszorg in de instelling is een organisatorische maatregel.

De organisatorische maatregelen betreffen LFR-specifieke procedures en algemene geldende procedures met betrekking tot preventie en mitigatie van ongewenste gebeurtenissen, tijdens de ontmanteling. Naast de ontwerpkenmerken hebben de materiële voorzieningen voornamelijk betrekking op de brandpreventie, -detectie en -bestrijding. De rol van de bedrijfsbrandweer bij de ongevalbestrijding en de uitvoering van de noodplannen is in paragraaf 3.6.1 opgenomen.

Kwaliteitsborging

NRG beschikt over een geïntegreerd Management Systeem, waarin de voor de totale bedrijfsvoering van belang zijnde aspecten met betrekking tot kwaliteit, veiligheid en milieu zijn opgenomen. Het totale Management Systeem voldoet aan de norm ISO-9001:2008 van 1 juni 2012. Waar noodzakelijk is het Management Systeem aangescherpt met de van belang zijnde eisen uit NVR-1.3 "Hoofdregel Kwaliteitsborging voor de Veiligheid van Kerncentrales".

Hiernaast beschikt iedere Business Unit over een set specifieke procedures en instructies waarin de taken, verantwoordelijkheden en bevoegdheden nader zijn vastgelegd. Deze specifieke documenten zijn een nadere invulling van de centrale procedures en voorschriften. Ze zijn toegespitst op de specifieke werkzaamheden van de betreffende Business Unit teneinde ze te borgen.

Indien de werkzaamheden een routinematig karakter hebben dan worden zij conform Business Unit specifieke instructies uitgevoerd. Deze werkwijze moet garanderen dat de levering conform de specificaties en de gemaakte afspraken geschiedt.

Het bedrijfsmanagementsysteem is vastgelegd in document "Management systeem", 1 juni 2008.

Voor de ontmanteling en buitengebruikstelling van de LFR kunnen de volgende voorbeelden van processen uit het Management Systeem en onderliggende procedures van toepassing zijn:

- Management review
- VGWM bij bedrijfsvoering
- (Potentieel) onveilige situatie
- Ongeval en/of noodsituatie
- Projectmanagement

Algemene doelen

- De afscherming van aanwezige bronnen van radioactiviteit is dusdanig, dat de hoeveelheid radioactief materiaal geen aanleiding mag geven tot ontoelaatbare stralingsdoses;
- De instrumentatie in vaste opstelling is aanwezig voor het detecteren en alarmeren van de volgende situaties:
 - te hoge plaatselijke stralingsniveaus;
 - radioactief stofbesmetting van de lucht in de hal;
 - optreden van verhoogde emissies naar de omgeving;
 - optreden van brand in de gebouwruimten.
- De kwaliteit, veiligheid en beveiliging (en milieu) van NRG worden geborgd in het managementsysteem van NRG;
- De verantwoordelijkheden ten aanzien van de veiligheid en het optreden in normale en noodsituaties zijn vastgelegd in het 'Algemeen Voorschrift Veiligheid, Gezondheid, Welzijn en Milieu' en het 'Bedrijfsnoodplan NRG Petten'.

Organisatorische maatregelen LFR

- Stralingshygiëne-gerelateerde wijzigingen aan installaties mogen conform vastgelegde procedures slechts met interne toestemming van de ASD en na schriftelijke goedkeuring van de manager LFR worden geïmplementeerd.
- Het ontmantelingsplan zal in detail worden uitgewerkt in een Plan van Aanpak, welke voor aanvang van de werkzaamheden gereed zal zijn en dient als basis voor de ontmanteling.
- Voor aanvang van de werkzaamheden worden een Safety, Health and Environment (SHE) plan en een 'As Low As Reasonably Achievable' of ALARA-plan opgesteld ter bescherming van de medewerkers en omgeving (zie paragraaf 5.2).
- Het verkeer van goederen en personen tussen zones in de LFR-hal en tussen de hal en de buitenomgeving is onderworpen aan speciale voorschriften ter zake van besmettings- en stralingscontrole.
- Materialen die niet (meer) gebruikt worden, worden zoveel mogelijk en zo snel mogelijk afgevoerd.
- Medewerkers ontvangen opleiding en instructie.
- Aanvullende deskundigheid en stralings- en besmettingsmeetapparatuur is beschikbaar.
- Een gedisciplineerde houding ten aanzien van het voorkomen van contaminatie en beperken van de blootstelling aan externe straling.

Veiligheidssystemen LFR

De veiligheids- en beveiligingssysteem van de LFR, die tijdens bedrijf in werking zijn geweest, zoals de kernventilatie, regelplaten en waterstortmechanisme zijn gekoppeld aan het in het bedrijf zijn van de reactor en zijn dus niet meer in werking op het moment van de ontmantelingswerkzaamheden. Daarnaast is de LFR-hal beveiligd geweest middels toegangsbeperking en persoonscontrole. Met het afvoeren van de splijtstofelementen uit de reactorkern en de LFR-hal naar de HFR in de zomer van 2012 zijn deze voorzieningen overbodig. Daarmee hebben de veiligheidssystemen ook geen effect op de volgorde van de uit te voeren deelactiviteiten van de ontmanteling.

De omgevingsdosismonitoren, het inbraak- en brandmeldsysteem blijven gedurende de ontmanteling en decontaminatie in werking.

3.6.1 Brandpreventie, -detectie en -bestrijding

Brandpreventie, -detectie en -bestrijding in de werkruimten zijn essentiële aandachtspunten, daar brand kan leiden tot een verlies van insluiting van radioactieve stoffen en verspreiding van deze stoffen.

In essentie berust het omgaan met brand bij NRG op drie pijlers, namelijk:

- Brandpreventie door minimaal gebruik van brandbare materialen en minimaliseren van ontstekingsbronnen.
- Vroegtijdige detectie van een eventuele brand.
- Blussen van de brand, variërend van handmatig c.q. automatisch inkomende blussystemen tot de inzet bedrijfsbrandweer.

Brandpreventie en detectie

- De muren en deuren binnen de LFR zijn brandwerend dan wel brandvertragend uitgevoerd.
- Het toevoeren van brandbare gassen is niet toegestaan, tenzij onder speciaal, in overleg met de brandweer, voorgeschreven bepalingen.
- Voor het in gebruik hebben van brandbare vloeistoffen gelden de standaard voorschriften, tenzij andere voorwaarden in overleg met de bedrijfsbrandweer zijn vastgelegd.
- De bedrijfsbrandweer maakt geregeld controle-ronden.
- De brandmelders geven automatisch melding aan de Centrale Meldingspost van de bedrijfsbrandweer met indicatie van de locatie van de melding.

Brandbestrijding

- Bij de toegangsdeur hangen beknopte instructies voor melding van brand of ongeval.
- Bij brandmelding via de Centrale Meldingspost is de bedrijfsbrandweer binnen 6 minuten ter plaatse.
- Iedere medewerker kan via het alarmnummer een brandmelding doorgeven aan de Centrale Meldingspost. Vanuit de LFR-hal kan ook melding gedaan worden via een brandmeldknop.
- Er staan draagbare en mobiele brandbestrijdingsmiddelen opgesteld op diverse plaatsen in de LFR-hal.
- De brandbestrijdingsmiddelen worden jaarlijks gecontroleerd door de bedrijfsbrandweer.
- Voor het Fermigebouw is een ‘aanvalsplan’ en ‘looproute’ vastgelegd. Deze zal naar aanleiding van het plaatsen van afvalcontainers in de LFR-hal zo nodig worden aangepast.

3.6.2 Ongevalbestrijding en noodplannen

Plaatselijke uitvoeringsregeling

Gebaseerd op de Interne Noodgevallen Organisatie (INO) zijn voor de LFR uitvoeringsregelingen opgesteld, waarin de locatie specifieke verantwoordelijkheden, bevoegdheden en te nemen acties in geval van alarm en ongeval zijn vastgelegd. Dit noodplan omvat tevens een overzicht van beschikbare middelen.

Het optreden van de bedrijfsbrandweer binnen de LFR-hal bij ‘brand- en sluitrondes’ en bij brand, is aan regels gebonden betreffende de toegang tot gebieden met een potentieel verhoogd stralingsniveau en de te gebruiken brandbestrijdingsmiddelen.

Melding en alarmering

De melding van een (bijna)-ongeval en een noodsituatie, de eventuele opschaling van het alarmniveau en de activering van de Interne Noodgevallen Organisatie en bijbehorende meldingen-rapportagelijnen, zijn in een algemene procedure vastgelegd en verankerd in het Management Systeem.

4 Kostenraming

In het verleden zijn kostenramingen opgesteld voor de ontmanteling van de LFR, de laatste in 2010.

Op 22 november 2010 is goedkeuring gevraagd voor de financiële zekerstelling LFR. Daarin werd gesteld dat de kosten 2,4 Mio€ bedragen, omgerekend naar prijspeil 2013. Op 30 mei 2012 is de gevraagde goedkeuring verkregen.

Voortschrijdend inzicht heeft geleid tot de volgende vaststellingen:

Er wordt voor de ontmanteling aanschaf en installatie voorzien van uitgaande ventilatie met HEPA filter om de kans op verspreiding van stof naar de omgeving nog verder te reduceren. De kosten (geraamd op k€ 20), zijn te bekostigen uit de post onvoorzien.

Uit metingen uitgevoerd in november 2012 blijkt dat de hoeveelheid hoogradioactief afval kleiner is dan in de conservatieve raming van 2010 was aangenomen. Ook blijkt een deel van het destijds als middelactief geclassificeerd afval in de goedkopere categorie laagactief te vallen. De kosten van afvoer van hoogactief afval zijn echter wel hoger dan destijds voorzien. Al met al levert dit een verhoging van de kostenpost afvoer radioactief afval op van k€ 137.

In week 7 van 2013 zijn ook boringen uitgevoerd om te bepalen of de veronderstellingen met betrekking tot de activering van het beton juist zijn. Hieruit blijkt dat de mate van activering ongeveer gelijk is aan destijds geraamd. Dit levert geen kostenreductie op.

Conclusie

Uit deze overwegingen blijkt dat de naar 2013 geïndexeerde kostenraming uit 2010 op dit moment een goed inzicht geeft in de kosten. De gesignaleerde ontwikkelingen vallen binnen de 10 % onvoorzien. De financiële zekerstelling volstaat. Op korte termijn zal nader onderzoek worden gedaan dat inzicht zal geven in de juistheid van de kosten voor afvoer van geactiveerd beton, een significante kostenpost. Mocht dat tot gevolg hebben dat de totale kostenraming voor ontmanteling van de LFR en de LFR-hal met meer dan 10% zal stijgen, dan zal een aanvullende kostenanalyse worden gemaakt.

5 Milieu- en werknemersbescherming

5.1 Relevante milieueffecten

De ontmanteling van de LFR kan potentieel gevolgen hebben voor het milieu en de leefomgeving. Men kan denken aan:

- een vervuiling van het oppervlaktewater, grondwater of de bodem,
- verhoogde externe straling of stralingsbelasting en
- geluidsoverlast voor het personeel op de OLP, de omgeving en op de flora en fauna.

Deze effecten zijn onderzocht in de milieueffectenrapportage voor de Decommissioning LFR en LFR-hal, inclusief sloop [5]. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de ontmanteling van de LFR geen relevante milieueffecten tot gevolg zal hebben.

Aandachtspunt bij de ontmanteling van de LFR (voorafgaande aan de afbraak van de hal) is de onzekerheid ten aanzien van onvoorziene besmettingen in de betonnen vloer en onder het Fermigebouw. Hiervoor is historisch onderzoek verricht, waarbij de tekeningen van het Fermigebouw en de logboeken van de LFR bestudeerd zijn en zijn de lokaal stralingsdeskundige en bedrijfsleider van de LFR geïnterviewd. Tevens is een grondwateronderzoek uitgevoerd (zie paragraaf 2.1.5). Uit het historisch onderzoek en grondwateronderzoek komt naar voren dat er geen reden is om aan te nemen dat er in het beton of onder het gebouw besmettingen of verontreinigingen te verwachten zijn, naast de activering in de vloer direct onder de reactor.

Tijdens het afbreken van de LFR-hal zal er waarschijnlijk sprake zijn van een overschrijding van de limieten voor langdurige geluidsemissies op 50 m vanaf de terreingrens van de OLP. Hiervoor zullen mitigerende maatregelen getroffen worden of zal ontheffing voor worden aangevraagd. Ook is er een verhoogd risico op stofvorming. Maatregelen hiertegen zijn echter standaard bij bouw-/sloop projecten op de OLP, gezien de aanwezigheid van gevoelige instrumenten op het terrein. Tijdens het afbreken van de LFR-hal dient er rekening gehouden te worden met nesten van stormmeeuwen en andere meeuwensoorten en mogelijk ook van de zwarte roodstaart. Ten einde het bouwen van nesten te voorkomen kunnen netten of kabels gespannen worden op het dak, of kan de afbraak buiten het broedseizoen worden uitgevoerd. Afgaande op de resultaten van het asbestinventarisatieonderzoek Type A van begin maart 2013, is er bij de afbraak in de LFR-hal geen asbest te verwachten.

5.2 Werknemersbescherming

Ter bescherming van de werknemers zal ten eerste de toegang tot het Fermigebouw en de LFR-hal beperkt worden. Bovendien zullen bezoekers van de ruimte worden gewaarschuwd door middel van radiologische zonering met visuele markeringen (zie paragraaf 3.1). De werkzaamheden vinden plaats onder toezicht van een lokaal stralingsdeskundige (LSD, niveau 3), zoals is vastgelegd in het document “Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG, Deel 3, Stralingshygiënische Zorg”. Iedere medewerker heeft de bevoegdheid om in het geval van een potentieel onveilige situatie de werkzaamheden stil te leggen. De meeste werkzaamheden kunnen na de afkoelperiode van de LFR (zie paragraaf 2.2) zonder aanvullende afscherming, anders dan tijdens de operationele fase, worden uitgevoerd.

Door een goede afstemming van capaciteit en logistiek worden de te ontvangen doses bij de handelingen zo laag mogelijk gehouden. Dit is onderdeel van het zogenaamde ALARA-principe. Activiteiten vinden plaats onder toezicht van een stralingscontroleur.

Er zal indien nodig gewerkt worden met beschermende kleding en/of adembescherming en zal gebruikt gemaakt worden van aanvullende beschermende maatregelen. Voor de radiologische bescherming van werknemers kunnen de volgende maatregelen getroffen worden:

- Persoonsdosimeters en dosisregistratie (standaard)
- Persoonsbeschermende middelen, zoals handschoenen en adembescherming (mondkapjes)
- Aangepaste kleding (stofjassen en overschoenen)
- Isolerende kleding (drukpak of halfblouse)
- Telescopisch gereedschap om de afstand tot de bron te vergroten
- ‘Looddeken’ voor het afdekken van sterker stralende objecten

Naast radiologische bescherming van werknemers wordt er ook aandacht besteedt aan de reguliere (industriële) veiligheid. Hierbij spelen met name de volgende aspecten een rol:

- Hanteren van zware voorwerpen
- Val- en struikelgevaar
- Gevaar voor elektrocutie
- Gebruik van hijsmiddelen
- Snijden / scherpe voorwerpen

Om de veiligheid van de medewerkers te borgen zal er een ALARA-plan en een Safety, Health and Environment (SHE) management-plan geschreven worden.

Hoofdpijnen SHE-Plan

Het acroniem SHE in SHE-plan staat voor Safety, Health and Environment. Het plan omvat het risicomanagement ten aanzien van Arbo en milieu tijdens de ontmanteling van de LFR en de decontaminatie en het afbreken van de LFR-hal. Risicomanagement is een systematisch en regelmatig onderzoek naar de risico's die mensen, materiële en immateriële belangen en activiteiten kunnen bedreigen. Ook binnen projecten speelt risicomanagement een belangrijke rol.

Risicomanagement bestaat uit de volgende drie onderdelen:

- Identificeren;
- Evalueren;
- Beheersen.

Voor aanvang van de ontmanteling wordt een SHE-risicomanagement rapport opgesteld en dit beschrijft het beleid waarmee de risico's op het gebied van arbeidsveiligheid en procesveiligheid tijdens de ontmanteling van de LFR worden geïdentificeerd, geëvalueerd en beheerst. Dat rapport heeft tot doel het SHE-risicomanagementproces voor alle betrokkenen transparant te maken.

Het rapport beschrijft verschillende methodieken waarmee de Safety, Health and Environment (SHE) risico's van de ontmanteling worden geïdentificeerd, geëvalueerd en beheerst.

De in dit rapport gespecificeerde manier van werken is algemeen van toepassing op alle werkzaamheden die in het kader van de ontmanteling worden uitgevoerd.

Voor het afbreken van de LFR-hal zal een apart SHE-plan opgesteld worden.

Hoofdpijnen ALARA-Plan

ALARA is een acroniem voor "As Low As Reasonably Achievable" (zo laag als redelijkerwijs haalbaar). Het ALARA-principe is een grondbeginsel uit de stralingsbescherming. Het beginsel houdt in dat bestraling en besmetting van mensen, dieren, planten en goederen zoveel als redelijkerwijs mogelijk is worden beperkt. Bij dit principe wordt rekening gehouden met de belangen van het bedrijf zodat de maatregelen behalve gezondheidshalve tevens economisch verantwoord moeten zijn.

Het ALARA-principe kan onderverdeeld worden in de volgende vijf aspecten:

- Bronsterkte beperken;
- Besmettingen voorkomen;
- Stralingsbron afschermen;
- Afstand houden tot de stralingsbron;
- Tijdsduur van de blootstelling beperken.

Het ALARA-plan beschrijft de grenzen waarbinnen invulling wordt gegeven aan het ALARA-principe tijdens de ontmanteling van de LFR. Tevens worden dosisbeperkingen gesteld aan de individuele (maximaal 5 mSv voor het gehele ontmantelingstraject) en collectieve effectieve dosis (met een maximum van 100 mens.mSv⁷) met betrekking tot de voorbereiding en uitvoering van de ontmanteling. Deze waarden zijn een bovengrens (zie paragraaf 2.2) waaronder het ALARA-principe verder wordt ingevuld. In het ALARA-plan zal een nadere schatting van de blootstelling worden gemaakt waarbij de ervaring met het ontmantelen van soortgelijke reactoren wordt meegenomen.

Veiligheid ten aanzien van gevaarlijke stoffen

NRG beschikt over een systeem voor de registratie van gevaarlijke stoffen. Hierdoor is te allen tijde (o.a. voor de brandweer) bekend welke gevaarlijke stoffen voorradig zijn (zie paragraaf 2.2). Deze stoffen zijn onder de vigerende Kew-vergunning uit de LFR-hal afgevoerd en voor de ontmanteling niet van toepassing.

Asbest speelt mogelijk een rol tijdens de sloop van de LFR hal. Tijdens de Type A asbestinventarisatie is enkel asbest aangetroffen in de dekplaat van een stookoven (of van een vat, zie Bijlage C), die onder de vigerende Kew-vergunning is afgevoerd door een erkend asbestverwijderingsbedrijf naar een gespecialiseerde stortplaats. Asbest dat eventueel tijdens de Type B inventarisatie wordt aangetroffen zal worden verwijderd en afgevoerd door een erkend asbestverwijderingsbedrijf.

Onvoorziene besmettingen

Gedurende de ontmanteling van de LFR en decontaminatie van de LFR-hal zullen de activiteitsniveaus in de hal constant worden gemonitord.

Wanneer er bij de controle- en vrijgavemetingen van materialen toch een onvoorziene besmetting wordt aangetroffen, wordt dit conform de bestaande NRG procedures verwijderd.

5.3 Asbestinventarisatierapport

Volgens artikel 3 en 4.54a van het Arbeidsomstandighedenbesluit moet, indien men weet of redelijkerwijs kan weten dat zich in het bouwwerk of object asbest bevindt, de aanwezigheid van asbest volledig worden geïnventariseerd voordat met het afbreken van een bouwwerk of object wordt aangevangen.

⁷ Hierbij wordt uitgegaan van 20 projectmedewerkers, die de maximale toegestane individuele dosis van 5 mSv ontvangen.

Voor de gehele OLP is in 2000 een globaal onderzoek of quickscan uitgevoerd naar de aanwezigheid van asbest. Bij het Fermigebouw is enkel buiten bij het fietsenhok en bij twee gashokken asbest aangetroffen in asbestcement golfplaat. Dit asbest is in 2004 verwijderd. In de overige, toegankelijke ruimtes is niets aangetroffen. De kruipruimtes zijn niet in het onderzoek meegenomen.

In 2008 is in de kruipruimte van het Fermigebouw onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van asbest; asbestinventarisatie conform het “Werkveldspecifiek certificatieschema voor het Procescertificaat Asbestinventarisatie SC-540”, type A. Hier is direct onder het westelijk deel, noord van de LFR-hal, hechtgebonden asbest aangetroffen.

Voor de vergunningswijzigingsaanvraag is in maart 2013 voor de LFR-hal een type A asbestinventarisatie gedaan. Dit houdt in een volledige deskresearch, visuele inspectie (inclusief licht destructief onderzoek) in combinatie met monsternamen van asbestverdachte materialen, beoordeling van de staat en omvang van toepassing, bepalen van het potentiële risico en het uitvoeren van laboratoriumanalyse van de materiaalmonsters en de rapportage. Hierbij is asbest aangetroffen op de één locatie in de LFR-hal (zie Bijlage C). Het asbest, chrysotiel en amosiet, is aangetroffen in de dekplaat van een stookoven (bronnummer 86188-01, dekplaat van een vat). Dit vat en de dekplaat zijn voorafgaande aan de ontmanteling van de LFR onder de vigerende Kew-vergunning verwijderd uit de LFR-hal.

Tabel 9 Overzicht van de uitgevoerde en nog uit te voeren asbestinventarisaties

Datum onderzoek	Type onderzoek	Locatie	Resultaten*	Bijzonderheden
2000	0	Gehele OLP	Asbestcement golfplaten in fietsenhok en gashokken buiten LFR-hal	Asbest in 2004 verwijderd
2008	A	Kruipruimte	Hechtgebonden asbest in een buis	Stookoven is op moment van de ontmanteling reeds afgevoerd onder de vigerende vergunning
2013	A	LFR-hal	Asbesthoudende dekplaat van een vat (stookoven) op het bordes in de LFR-hal	
2014	B	LFR-hal	-	

* de vermelde resultaten hebben alleen betrekking tot de LFR-hal

Met het oog op het ALARA-principe, wordt destructief onderzoek voorafgaande aan de ontmantelingswerkzaamheden tot een minimum beperkt.

Als er tijdens de ontmantelingswerkzaamheden op verdacht materiaal wordt gestuit, worden de werkzaamheden tijdelijk stilgelegd en wordt dit materiaal op de OLP onderzocht. Bij bevestiging wordt dit asbest door een erkend bedrijf gesaneerd. Anders worden de werkzaamheden direct hervat.

Zodra de ontmantelingswerkzaamheden van de LFR zijn voltooid en de grootste radiologische risico's zijn weggenomen, zal er een type B (destructieve) asbestinventarisatie worden uitgevoerd, ten behoeve van de afbraak van de LFR-hal. Dit onderzoek is een aanvulling op het type A onderzoek. Hiermee

worden ook de niet-zichtbare asbestverdachte toepassingen onderzocht op het moment dat sprake is van afbraak of strippen. Hierbij gaat het met name om toepassingen in fundering of constructie van een gebouw.

6 Stralingsatlas en radionuclideninventarisatie

6.1 Meetstrategie

De meetstrategie dient in principe twee doelen; 1) stralingshygiëne en 2) (radioactief) afvalbeheer.

Ten eerste dient het als basis voor stralingshygiëne. Hiervoor is in eerste instantie, voorafgaande aan de ontmantelingswerkzaamheden een stralingsatlas opgesteld. Aanvullend hierop worden, als onderdeel van de radionuclideninventarisatie, metingen en analyses uitgevoerd om per component een gedetailleerd werkplan voor ontmanteling en decontaminatie op te stellen. Als onderdeel hiervan zijn in februari 2013 boorkernen genomen van het biologisch schild.

Ten tweede dient de meetstrategie als basis voor de afvalregistratie en –identificatie en vrijgave.

Voorafgaande aan het afvoeren van het afval worden alle gegevens van het afval geregistreerd. Deze gegevens worden gebruikt voor de identificatie van de exacte afvalstromen en afvalroutes. Verder dienen de meetgegevens voor de vrijgave van materialen, van de LFR-hal en later van het terrein waarop de hal heeft gestaan. Om definitief de eindbestemming van het materiaal te kunnen bepalen is meer detail nodig over de totale activiteit en de activiteitsconcentratie van de aanwezige radionucliden in het afval. Deze meetstrategie wordt ook voor de afvalregistratie toegepast, daarom wordt dat in het ontmantelingsplan niet verder uitgewerkt.

Daarnaast is er nog een strategie voor de vrijgave van materialen. Dit wordt verder behandeld in paragraaf 6.3.2.

De meet- en vrijgavestrategie geven de procedures voor het opstellen van de volgende documenten:

Tabel 10 De verschillende documenten, waarvoor de meetstrategie bepaald wordt.

Document	Doel	Stadium
1 Stralingsatlas en Radionuclideninventaris	a: Stralingshygiëne als onderdeel van werkplan ontmanteling component b: Bepalen definitieve bestemming radioactief afval	Metingen en betonboringen voorafgaande aan vergunningswijzigingsaanvraag, na afvoeren sterker stralende componenten en gedurende de gehele ontmanteling en decontaminatie
2 Afvalregistratie	Traceability van het afval	Gedurende de gehele ontmanteling en decontaminatie
3 Meet-/vrijgaveplan	a: Vrijgave van materiaal en terrein b: Bepalen definitieve bestemming conventioneel afval	Gedurende de gehele ontmanteling en decontaminatie

De ‘stralingsatlas en radionuclideninventarisatie LFR en LFR-hal’ is een levend document waarin alle relevante radiologische metingen voorafgaande en gedurende de ontmanteling worden geregistreerd (zie paragraaf 6.2). Tijdens de ontmanteling zullen steeds meer radiologische gegevens bekend worden. Deze worden dan toegevoegd aan de stralingsatlas en radionuclideninventaris.

Om exact de uit te voeren ontmantelings- en decontaminatie-werkzaamheden te definiëren worden analyses gedaan op oppervlakten van componenten en wanden van de LFR-hal.

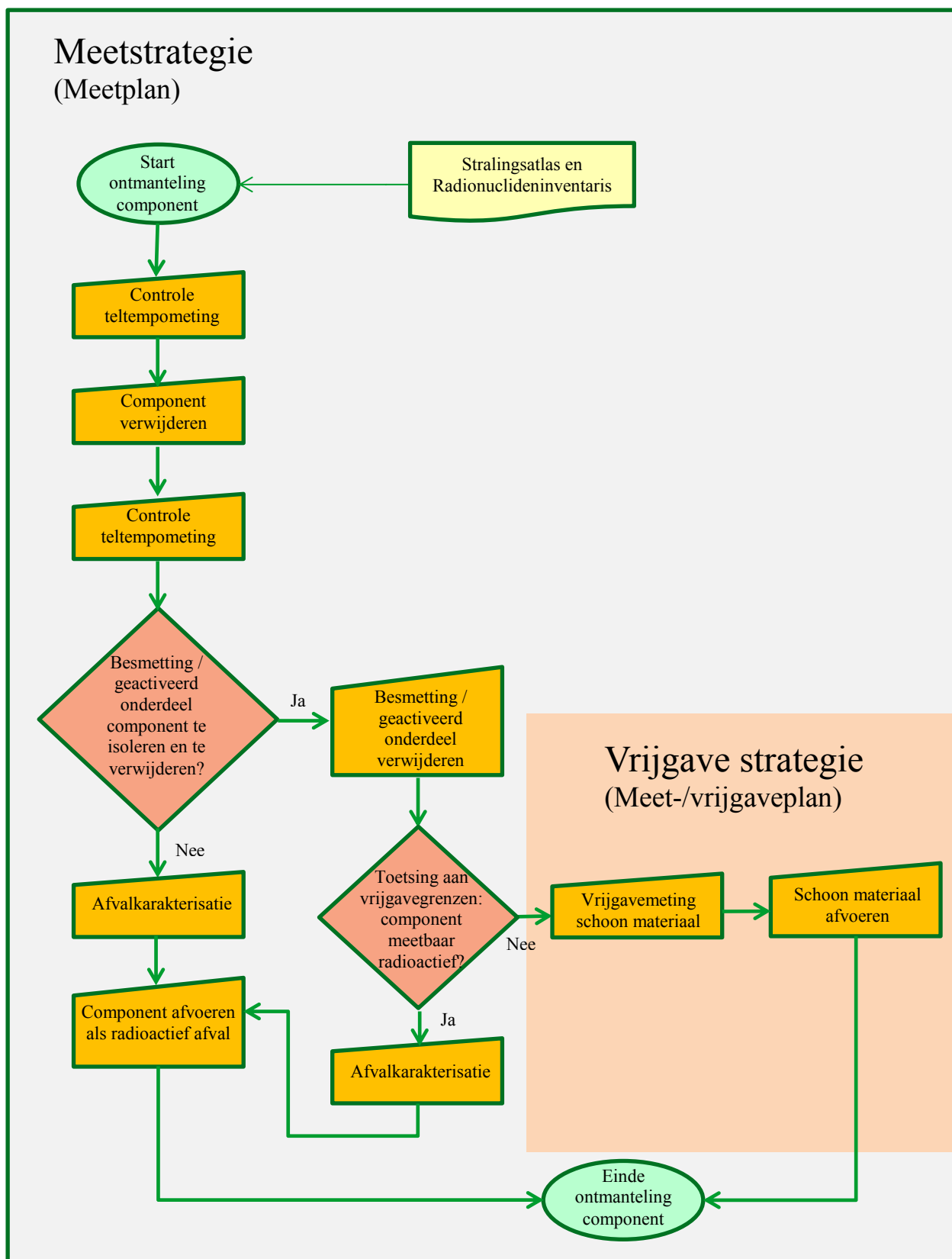
Metingen en analyses zullen deels plaatsvinden voorafgaande aan de ontmanteling, maar ook gedurende de ontmanteling, naar mate oppervlakten vrijkomen voor analyse. Efficiëntie hierbij wordt gewaarborgd door een goede afstemming van logistiek en capaciteit. Dit wordt in het detail PvA (werkplannen) vastgelegd.

In het Besluit stralingsbescherming (Bs) zijn de vrijstellingscriteria voor de activiteitsconcentraties en totale activiteit per kalenderjaar vastgelegd (Bs, Bijlage 1 en Bijlage 3). De meetstrategie voor materialen, puin en het terrein is gebaseerd op het Bs. De meetstrategie voor de vrijgave van de LFR hal is tevens gebaseerd op European Commission Radiation Protection 113, *Recommended radiological protection criteria for the clearance of buildings and building rubble from the dismantling of nuclear installations*, 2000,.

De metingen worden uitgevoerd met gekalibreerde gammaspectrometers en besmettingsmonitoren (deze meten het teltempo dat via kalibratiefactoren om te rekenen valt in activiteit) .

Werknemers die betrokken zijn bij de ontmanteling zullen gedurende de werkzaamheden voorzien zijn van een persoonsdosimeter. De dosis aan de terreingrens wordt gemonitord doormiddel van thermoluminescentiedosimeters.

De meet- en vrijgavestrategie is in Figuur 9 weergegeven. De meetstrategie geeft de procedure voor het controleren en meten van componenten. Hoe de metingen uitgevoerd worden en hoe geborgd wordt dat de resultaten representatief zijn, wordt beschreven in het meetplan. De resultaten worden opgenomen in de stralingsatlas en radionuclideninventaris. De vrijgavestrategie geeft de procedure voor het meten en vrijgeven van componenten. Hoe de metingen uitgevoerd worden en hoe geborgd wordt dat de resultaten representatief zijn wordt beschreven in het meet-/vrijgaveplan.



Figuur 9 De meet- en vrijgavestrategie als basis voor het meet- of vrijgaveplan.

6.1.1 Meetplan

Voor de metingen en analyses ten behoeve van de stralingsatlas en radionuclideninventarisatie wordt op basis van de meetstrategie een meetplan opgesteld. Dit meetplan is onderdeel van de ‘stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR hal’. Aan de metingen en analyses ten behoeve van de vrijgave worden andere eisen gesteld. Hiervoor wordt een apart meet-/vrijgaveplan opgesteld (zie paragraaf 6.2.3).

Alle componenten die de LFR hal verlaten, worden beschouwd als verdacht radioactief. Al het materiaal dat de LFR hal verlaat wordt dan ook gecontroleerd met een teltempometer. Indien een besmetting verwacht wordt op een component worden tevens veegproeven genomen. De gegevens van ieder component worden geregistreerd.

Ten behoeve van de stralingsatlas en radiologische inventarisatie en ten behoeve van vrijgave wordt in het meetplan vastgelegd, wat de randvoorwaarden zijn voor een representatieve meting. Hierbij wordt onder anderen aangegeven hoeveel metingen of analyses per oppervlak of volume worden genomen en welke meet- en analysemethoden toegepast worden.

6.2 Stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR-hal

De ‘stralingsatlas en radiologische inventarisatie LFR en LFR-hal’ is een levend document, waarin alle relevante resultaten van radiologische metingen en analyses gedurende de voorbereidingen op en feitelijke uitvoering van de ontmanteling worden geregistreerd.

Voorafgaande aan de ontmanteling zijn voor zover mogelijk zonder te ontmantelen 1) teltempometingen gedaan in de hal en in de kern van de reactor (op circa 0,25 m afstand van, dan wel op het oppervlak) en 2) veegproeven genomen in de hal en op componenten van de LFR. Daarnaast zijn, met interne toestemming van de Algemeen Stralingsdeskundige NRG boorkernen genomen van het beton en het grafiet. De resultaten van de metingen staan vermeld in paragraaf 6.2.1.

Gedurende de ontmanteling zullen onverminderd teltempometingen, veegproeven en monsternamen plaatsvinden van de materialen die in de hal aanwezig zijn.

6.2.1 Stralingsatlas

De stralingsatlas beschrijft de radiologische status van de LFR-hal en van de componenten die direct gerelateerd zijn aan de reactor, zoals de reactor zelf, het koelwatersysteem en de splijtstofopslagplaats.

De beschrijving omvat onder meer:

- De locatie van de betreffende component in de LFR hal
- Omschrijving van de component
 - Afmetingen
 - Materiaal
 - Geschiedenis
- Overige relevante informatie
- Datum van de meting(en)
- Type detector
- Dosistempi

Bij de LFR moet niet alleen rekening worden gehouden met oppervlaktebesmettingen en ingedrongen besmettingen, maar vooral met activering van materialen. Hiervoor zijn boorkernen genomen en geanalyseerd om ook inzicht te krijgen in de activiteit op enige diepte in materialen in en rond de LFR-kern. Dit is destructief onderzoek, wat met het oog op het ALARA-principe, enkel met interne toestemming uitgevoerd kon worden.

De stralingsatlas is gebaseerd op:

- Dosistempo (maximum)
 - Diverse locaties,
 - Op het oppervlak
 - Op 0,25 m afstand, waar mogelijk.
- Veegproeven voor afwrijfbare besmettingen
 - Waar hoge concentraties verwacht worden

In de LFR-hal is het hoogste dosistempo en (afwrijfbare) besmettingsgraad bepaald. Vervolgens worden van diverse risicocomponenten het teltempo en indien mogelijk de (afwrijfbare) besmettingsgraad bepaald aan de hand van veegproeven. Vanwege beperkte werkruimte is het teltempo waar mogelijk gemeten op een afstand circa 25 centimeter van het oppervlak, in andere gevallen is het gemeten op het oppervlak van de component. De gerapporteerde waarde is de hoogste gemeten waarde voor dat betreffende oppervlak en component. Naar alle waarschijnlijkheid heeft dat over het algemeen betrekking op *hotspots* of geactiveerde bouten. Het geeft slecht een indicatie van de te verwachte activiteitsniveaus.

Aan de hand van de onderstaande tabel is in de stralingsatlas de LFR hal geclassificeerd en zijn de componenten van de LFR een kleurcode toegewezen. Deze kleurcodering wordt alleen gebruikt voor de

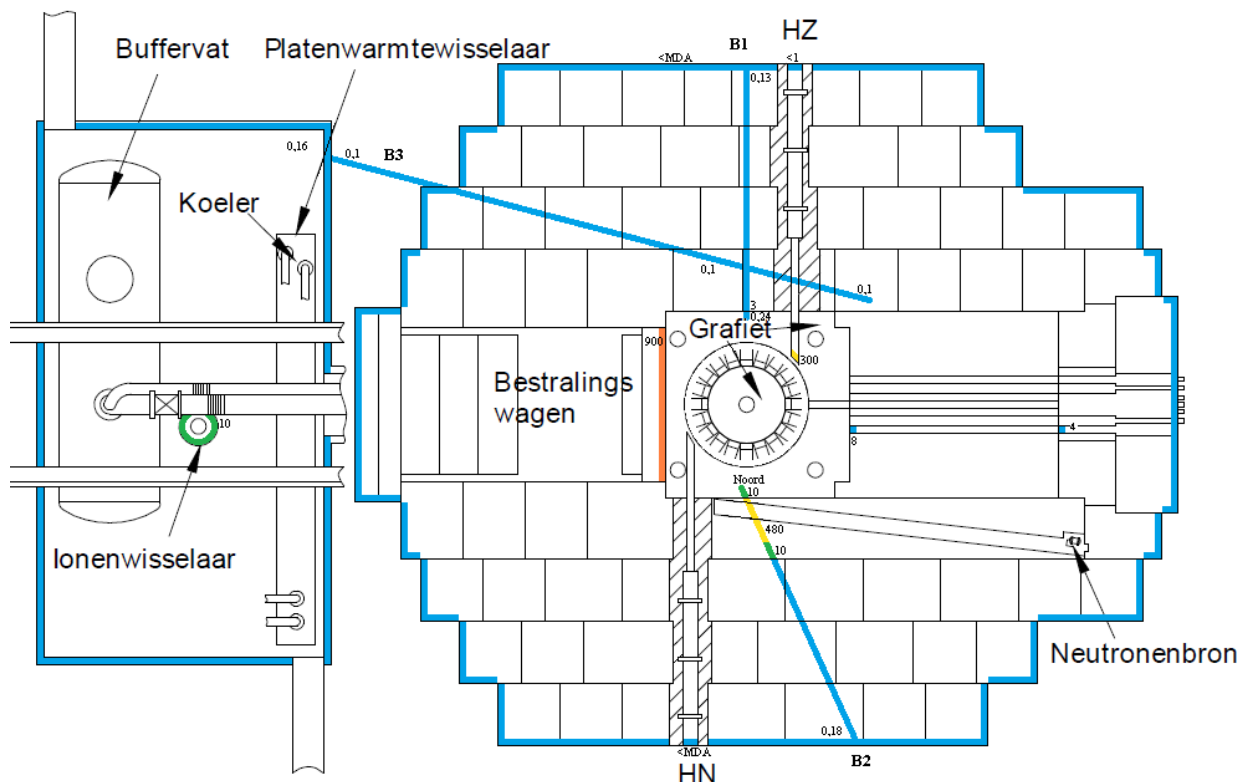
rapportage. Tijdens de uitvoering van de werkzaamheden wordt een andere, eenvoudigere kleurcodering gehanteerd. Deze is weergegeven in stap 2 van de ontmanteling in paragraaf 3.1.

Tabel 11 Kleurcodering in de dosistempokaart

Klasse	Kleur	Maximaal dosistempo ($\mu\text{Sv/uur}$)
A	Blauw	$x < 10$
B	Groen	$10 \leq x < 100$
C	Geel	$100 \leq x < 1000$
D	Oranje	$1000 \leq x < 10000$
E	Rood	$10000 \leq x$

In de onderstaande afbeeldingen (Figuur 10, 11 en 12) staan de gemeten dosistempi aangegeven met de kleurcodering (uitvergrootte versies zijn te vinden in Bijlage D). In Figuur 11 zijn tevens de boorkernen B1, B2 en B3 ingetekend. De gegevens hiervan staan in Tabel 12, 13 en 14.

Zoals in paragraaf 2.1.5 al is aangegeven, bedraagt het hoogst gemeten dosistempo 13 mSv per uur, gemeten op de onderkant (contact) van de regelplaten van de reactor.



Figuur 10 Gemeten dosistempi (in $\mu\text{Sv/uur}$) in een bovenaanzicht van de LFR, met de oostzijde naar links gericht

Tabel 12 Gammaspectrometrie boorkern 1

Boring Nummer	Co-60 Bq/g	Ba-133 Bq/g	Eu-152 Bq/g	Eu-154 Bq/g	materiaal	ELC	Opmerking	Afstand cm	Blok nr
B1N1	< 0,004	< 0,004	< 0,03	< 0,01	bariet	0	vrijgesteld	23	1
B1N2	< 0,004	< 0,004	< 0,02	< 0,01	bariet	0	vrijgesteld	69	2
B1N3	< 0,006	0,023	< 0,03	< 0,02	bariet	0	vrijgesteld	118	3
B1N4	0,29	4,1	0,68	0,04	bariet	0,4	vrijgesteld	153	4
B1N5	3,78	44,8	8,0	0,44	bariet	5,1	vergunningplicht	168	4
B1N6	2,95	<0,03	5,05	0,34	grafiet	3,5	vergunningplicht	193	
B1N7	1,09	<0,03	7,4	0,45	grafiet	1,9	vergunningplicht	206	

Tabel 13 Gammaspectrometrie boorkern 2

Boring Nummer	Co-60 Bq/g	Ba-133 Bq/g	Eu-152 Bq/g	Eu-154 Bq/g	materiaal	ELC	Opmerking	Afstand cm	Blok nr ⁸
B2N1	0,006	0,025	< 0,03	< 0,01	bariet	0	vrijgesteld	21	1
B2N2	0,019	0,155	0,04	<0,02	bariet	0	vrijgesteld	71	2
B2N3	0,99	11	1,09	0,06	bariet	1,2	vergunningplicht	132	4
B2N4	53	300	59	4,0	bariet	62	vergunningplicht	165	5
B2N5	1670	4380	790	56	bariet	1798	vergunningplicht	191	5
B2N6	9,2	1,4 ⁹	400	29	grafiet	52	vergunningplicht	213	

Tabel 14 Gammaspectrometrie boorkern 3

Boring Nummer	Co-60 Bq/g	Ba-133 Bq/g	Eu-152 Bq/g	Eu-154 Bq/g	materiaal	ELC	Opmerking	Afstand cm
B3N1	0,006	0,012 ⁹	< 0,05	< 0,02	beton	0	vrijgesteld ⁹)	50
B3N2	<0,009	< 0,006	< 0,04	< 0,02	beton	0	vrijgesteld	100
B3N3	< 0,006	< 0,006	< 0,04	< 0,02	beton	0	vrijgesteld	150
B3N4	< 0,005	< 0,004	< 0,03	<0,02	beton	0	vrijgesteld	210
B3N5	< 0,008	< 0,007	0,05	< 0,02	beton	0	vrijgesteld	250
B3N6	0,021	< 0,009	0,28	<0,03	beton	0	vrijgesteld	300
B3N7	0,032	<0,009	0,32	<0,03	beton	0,1	vrijgesteld	360
B3N8	0,19	< 0,02	1,98	0,11	beton	0,4	vrijgesteld	420

⁸ Scheiding tussen de afschermblokken is visueel slecht vast te stellen⁹ Aangetoonde Ba-133 is vermoedelijk kruisbesmetting van het barietbeton

6.2.2 Radionuclideninventarisatie

De radionuclideninventarisatie is een aanvulling op de stralingsatlas. Als in de loop van het project de sterker stralende componenten, waaronder de regelplaten, zijn afgevoerd, is de achtergrondstraling in de hal lager, waardoor aan de hand van de gemeten spectra een uitgebreidere radionuclide-inventarisatie gemaakt kan worden, aangevuld met destructief onderzoek.

Het meetplan voor de radionuclideninventarisatie zal onder meer bestaan uit:

- Teltempometingen (maximum en gemiddeld)
 - Diverse locaties,
 - Op het oppervlak
 - Op 0,25 m afstand, waar mogelijk
- Eventueel gammaspectrometrie (globaal)
- Schraaptesten voor gefixeerde besmettingen
 - Waar hoge concentraties verwacht worden
- Monsternamen middels boren (boorkernen)
 - Bij een vermoeden van dieper doorgedrongen verontreiniging
 - Bij een vermoeden van activering
 - Bij beschadigde coating
- Gammaspectrometrie met een 'high purity germanium detector'

6.2.3 Vrijgaveplan

Er zal een door het Bevoegd Gezag goed te keuren meet-/vrijgaveplan worden opgesteld. Het plan van aanpak zal voor aanvang van de werkzaamheden ter goedkeuring aan het Bevoegd Gezag worden aangeboden.

Het meet-/vrijgaveplan wordt toegepast voor de vrijgave van het materiaal dat vrijkomt bij de ontmanteling van de LFR, de decontaminatie van de LFR-hal, het afbreken van de LFR-hal en ten behoeve van vrijgave van het terrein. Daarin wordt onder andere het volgende opgenomen en verder uitgewerkt:

- Taakverdeling
 - Rol verantwoordelijke deskundige;
- Inventarisatie van alle bronnen van straling en hun huidige verblijfplaats, met een overzicht van de toekomstige bestemming van deze bronnen;
- Een plattegrond van de LFR hal, inclusief relevante radiologische componenten;

- Historisch onderzoek;
- Meetplan ten behoeve van vrijgave, waarin wordt opgenomen hoe geborgd wordt dat de metingen representatief zijn voor de vrijgave van het materiaal;
- Werkvoorschriften van besmettingscontroles;
- Normen die worden gehanteerd voor restbesmetting;
- Maatregelen ten behoeve van het vervoer van radioactieve (afval)stoffen;
- Maatregelen ten behoeve van het voorkomen van her-besmetting van vrijgegeven materiaal;
- Eindrapportage;
- Tijdsplanning;

De Algemeen Stralingsdeskundige is eindverantwoordelijke voor het vrijgeven van materiaal, dat de OLP verlaat.

Vrijgavestrategie

Het vrijgaveplan dient ervoor om zeker te zijn dat materiaal dat voor hergebruik wordt aangeboden, of het terrein waarop de LFR hal heeft gestaan, zonder radiologische beperkingen gebruikt kan worden. Het wordt apart onderwerp van goedkeuring. Er zullen monsters worden genomen van het materiaal en op potentieel kritieke locaties van de bodem en van het grondwater. Het materiaal en de locatie wordt pas vrijgegeven als ze aan de vrijgave- en vrijstellingscriteria voldoen die in het Besluit stralingsbescherming worden genoemd.

Als onderdeel van de vrijgave wordt voor meetbaar radioactief materiaal bepaald of het zeer laag, laag-, middel- of hoogactief is, volgens de volgende criteria:

- Vrijgegeven, maar meetbaar radioactief afval (verhoging ten opzichte van het achtergrondniveau) (zeer laag)
- Low level waste (LLW): < 2 mSv/uur
- Intermediate level waste (ILW): $2 - 10$ mSv/uur
- High level waste (HLW): ≥ 10 mSv/uur en/of lang levende radioisotopen

. Daarnaast wordt bepaald of de aanwezige radionucliden lang- of kortlevend zijn. Aan de hand van de resultaten wordt de definitieve afvoerroute en eindbestemming bepaald.

Vrijgavecriteria

De Europese Gemeenschap voor Atoomenergie (Euratom) heeft de fundamentele veiligheidsnormen vastgesteld voor de bescherming van de gezondheid van werknemers en de bevolking tegen ioniserende

straling (96/29/Euratom) en van personen die ioniserende straling ontvangen door medische ingrepen (97/43/Euratom).

Het Besluit stralingsbescherming (Bs) is de Nederlandse implementatie van Europese basisnormen op het gebied van stralingsbescherming, waarbij onder meer rekening wordt gehouden met de bepalingen in de Kernenergiewet. In bijlage 1, tabel 1 van het Bs zijn de Nederlandse vrijgavecriteria gegeven. In bijlage 3 van het Bs wordt de methode gegeven, voor radioactieve stoffen die meer soorten radionucliden bevatten, waarmee totale activiteiten en activiteitsconcentraties gewogen moeten worden gesommeerd en getoetst aan de vrijgavecriteria. Er is sprake van vrijgave in het geval de uitkomst van deze sommatie van de totale activiteit of van de activiteitsconcentratie kleiner of gelijk is aan 1:

Totale activiteit (Bq)

$$\sum_i \frac{A_i}{A_{v,i}} \leq 1$$

- A_i is de totale activiteit van radionuclide i , waarmee een handeling verricht wordt (Bq).
- $A_{v,i}$ is de vrijstellings- of vrijgavewaarde voor de totale activiteit voor radionuclide i (Bq) (zie Bs Bijlage 1).

Activiteitsconcentratie (Bq/g)

$$\sum_i \frac{C_i}{C_{v,i}} \leq 1$$

- C_i is de activiteitsconcentratie van radionuclide i in een radioactieve stof (Bq/g).
- $C_{v,i}$ is de vrijstellings- of vrijgavewaarde voor de activiteitsconcentratie voor radionuclide i (Bq/g) (zie Bs Bijlage 1).

De nuclidespecifieke vrijgavecriteria voor de radionucliden die potentieel bij de LFR aangetroffen worden zijn weergegeven in Tabel 15. In het vrijgaveplan wordt beschreven hoe aan deze vrijgavecriteria wordt getoetst.

Tabel 15 Vrijgavecriteria voor de potentieel te verwachten radionucliden

Radionuclide	Halfwaardetijd (jaar)	Activiteitsconcentratie (Bq/g)	Activiteit (Bq)
H-3 (elementair)	12,3	1E+6	1E+9
C-14 (elementair)	5,7*10 ³	1E+4	1E+7
Fe-55	2,7	1E+4	1E+6
Fe-59	0,12	1E+1	1E+6
Co-60	5,3	1	1E+5
Ni-63	100,1	1E+5	1E+8
Zn-65	0,67	1E+1	1E+6
Ag-108m	418	1E+1	1E+6
Ba-133	10,5	1E+2	1E+6
Cs-134	2,1	1E+1	1E+4
Eu-152	13,5	1E+1	1E+6
Eu-154	8,5	1E+1	1E+6

Naast radiologische criteria zijn ook andere criteria van belang. Voorbeelden hiervan zijn de eisen die worden gesteld in het Bouwstoffenbesluit en de regels betreffende asbest.

Lijst van tabellen

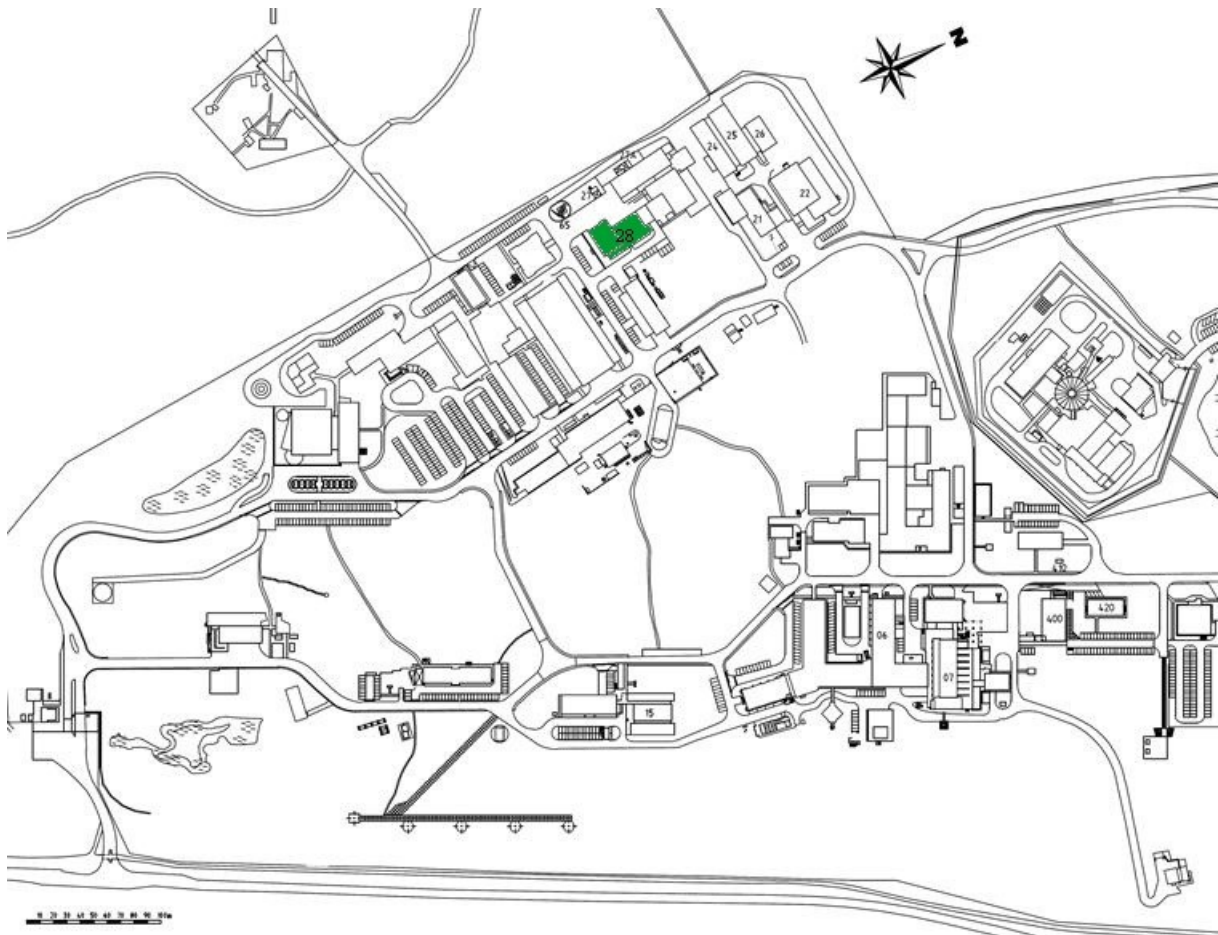
Tabel 1	Benodigde documenten voor de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal in het Fermi-gebouw, en het Bevoegd Gezag.	16
Tabel 2	Incidenten die mogelijk betrekking hebben op de LFR-hal	20
Tabel 3	Resultaten van grondwateronderzoek nabij de LFR-hal in het Fermigebouw	22
Tabel 4	Maximaal te verwachten laag-, middel- en hoogactief primair vast afval uit LFR-hal....	23
Tabel 5	De radionuclideninventaris, per oktober 2013	24
Tabel 6	Stappen in de ontmanteling van de LFR en de decontaminatie en afbraak van de LFR-hal	32
Tabel 7	Zonering ter beperking van de individuele blootstelling.....	33
Tabel 8	Voorlopige planning voor de ontmanteling van de LFR en de LFR-hal in het Fermigebouw.....	39
Tabel 9	Overzicht van de uitgevoerde en nog uit te voeren asbestinventarisaties	59
Tabel 10	De verschillende documenten, waarvoor de meetstrategie bepaald wordt.....	61
Tabel 11	Kleurcodering in de dosistempokaart.....	66
Tabel 12	Gammaspectrometrie boorkern 1	68
Tabel 13	Gammaspectrometrie boorkern 2	68
Tabel 14	Gammaspectrometrie boorkern 3	68
Tabel 15	Vrijgavecriteria voor de potentieel te verwachten radionucliden.....	72

Lijst van figuren

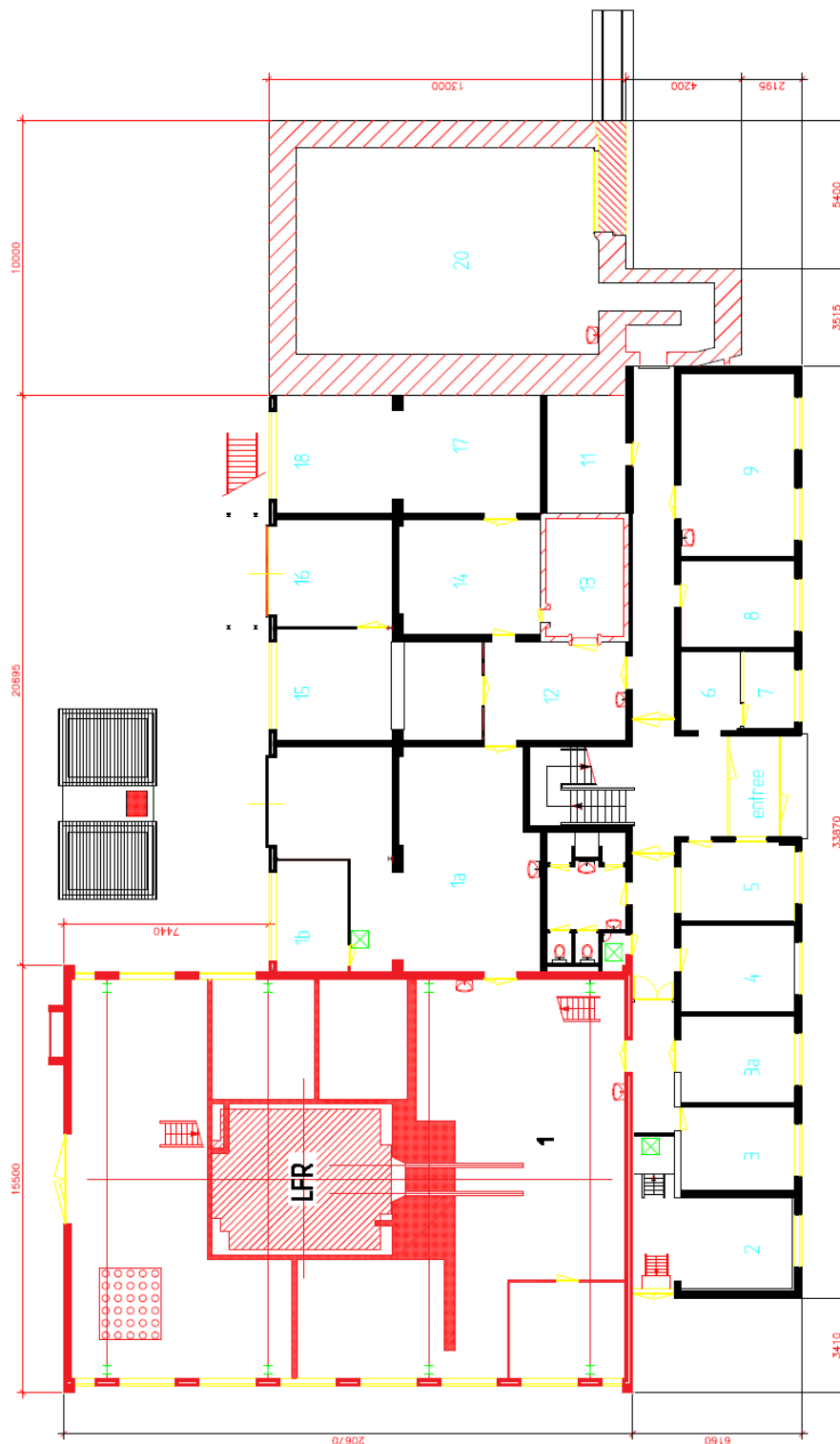
Figuur 1	Horizontale doorsnede (1) met de oostzijde naar onder gericht en verticale doorsnede LFR (2) (uit ECN 87-172).....	18
Figuur 2	De bestralingsfaciliteit in de LFR, gezien vanaf de oostzijde van de reactor	19
Figuur 3	Classificatie van radioactief afval	29
Figuur 4	Organogram voor het project ‘Decommissioning LFR en de LFR hal (sloop niet inbegrepen) en de bijbehorende stralingsbeschermingseenheid.....	41
Figuur 5	Plaatsen van de uitwendige grafietreflector rondom de kern, 1959, gezien vanaf de thermische kolom (huidige westzijde)	44
Figuur 6	Plaatsen van de inwendige grafietreflector in de reactorkern (l) en de voltooide reactorkern (r), 1959.....	45
Figuur 7	Pompkamer, 1959.....	45
Figuur 8	De LFR, 1959, gezien vanaf de pompkamer onder in beeld (huidige oostzijde), opgesteld in het Waste-gebouw (gebouw 24), voor de verhuizing naar het Fermi gebouw in 1960.....	45
Figuur 9	De meet- en vrijgavestrategie als basis voor het meet- of vrijgaveplan.....	63
Figuur 10	Gemeten dosistemp (in $\mu\text{Sv/uur}$) in een bovenaanzicht van de LFR, met de oostzijde naar links gericht	66
Figuur 11	Gemeten dosistemp (in $\mu\text{Sv/uur}$) in een zijaanzicht van de LFR, met de oostzijde naar links gericht	67
Figuur 12	Gemeten dosistemp (in $\mu\text{Sv/uur}$) in een bovenaanzicht van het reactorvat, met de oostzijde naar links gericht.....	67

Bijlage A Plattegronden

A.1 Locatie Fermi gebouw op de OLP



A.2 Begane grond



Onderwerp van de vergunningswijzigingsaanvraag buitengebruikstelling en ontmanteling (de LFR en LFR-hal) linksonder aangegeven in rood.

Bijlage B Ervaring ARGONAUT reactoren

B.1 Moata Reactor, Sydney, Australië (100 kW)

De Moata ARGONAUT-reactor was eigendom van ANSTO en bevond zich in een zuidelijke buitenwijk van Sydney [6 en 7]. Deze reactor werd in 1958 in gebruik genomen en in 1995 gesloten. Het biologische schild bestond uit massief beton. Bij dit project werd in een vroeg stadium een containment-tent neergezet, waarin alle werkzaamheden plaatsvonden. Bij de analyse die na sluiting werd uitgevoerd, werden in het grafiet, roestvrij staal en staal, lood/bismut, aluminium en beton voornamelijk Co-60, Eu-152 en Eu-154 aangetroffen. De collectieve dosis die de staf verwachtte bedroeg 4,0 mens.mSv. Dit bleek hoger dan de werkelijke door de staff ontvangen dosis, voornamelijk vanwege het gebruik van te conservatieve aannames bij de schatting en omdat de decommissioning activiteiten beduidend minder tijd in beslag namen dan was verwacht. De uiteindelijke collectieve dosis bedroeg 1,7 mens.mSv. Er werd geen oppervlakte en lucht-gedragen contaminatie is gevonden. De volgende tabel komt uit het plan voor de decommissioning van de Moata Reactor.

Tabel B.1 Decommissioning van Argonaut Reactoren

Reactor	Vermogen	Ontmanteld	Radioactief afval	Geschatte collectieve dosis (mens.mSv)	Vastgestelde collectieve dosis (mens.mSv)
The Universities Research Reactor, Risley, UK	300 kW	1996	4662 GBq (192 m ³)	64	15
JASON Reactor, Greenwich, UK	10 kW	1999	60 kg ILW 116 T LLW (approx. 50 m ³)	1,25	
THAR, Taiwan	10 kW	1993		0,14	
Virginia P, USA	100 kW	1988	481 GBq (62 m ³)	79	
UCLA R1, USA	100 kW	1992	651 GBq (143 m ³)	38,7	
University of Washington, USA	100 kW	Uitgesteld	Geschat 49 m ³	60	
Iowa State University, USA	10 kW	2000	28 m ³ LLW	Verwaarloosbaar	
Moata, ANSTO, Australia	100 kW	2006+	Geschat: 1,2 T ILW (0,146 m ³) 129 T LLW (61 m ³)	4	1,7

B.2 JASON Reactor, Greenwich, Groot Brittannië (10 kW)

De JASON Reactor werd in 1996, na 37 jaar, buiten gebruik gesteld. Eind 1998 werd gestart met de ontmanteling en eind 1999 waren de werkzaamheden voltooid. Dosisberekeningen, gebaseerd op stralingsmetingen direct na stillegging in 1996, kwamen hoger uit dan daadwerkelijk werd gemeten. De collectieve dosis tijdens decommissioning bedroeg circa 1,7 mens.mSv, waarvan “Post Operational Clear Out” (het afvoeren van de splijtstofelementen) het grootste deel (circa 75%) uitmaakte [8].

Het JASON project is niet geheel te vergelijken met de LFR, aangezien het gebouw waarin de JASON zich bevond, het King William Gebouw van The Royal Naval College, Greenwich, London op de Wereld Erfgoed lijst staat. Tijdens de werkzaamheden is daarom ook veel zorg uitgegaan naar het beschermen van het gebouw, wat in het geval van de LFR niet nodig zal zijn.

In totaal is bij de JASON 110 ton vrijgegeven afval afgevoerd, dat grotendeels bestond uit de betonnen afscherming en enkele externe ondersteunende structuren. De hoeveelheid laagactief afval bedroeg 160 ton, voornamelijk bestaande uit componenten in de reactor en gecontamineerd en geactiveerd beton. De controlestaven en neutronendetectors werden afgevoerd als middelactief afval [9].

B.3 UWNR, University of Washington, Seattle, Washington, (100 kW)

In 2006 werd de University of Washington Research and Training Reactor in Seattle, Washington gedecommissioned [10]. De radiologische decommissioning- en decontaminatie-werkzaamheden startten in april van dat jaar. In augustus werden de vrijgaveonderzoeken uitgevoerd en in oktober werd het project afgerond.

De hoeveelheden radiologisch afval bleken uiteindelijk lager uit te vallen dan tijdens de voorbereidende fase werd geschat. Er werd in totaal 47,5 m³ laagactief afval afgevoerd en 1 m³ als gemengd afval. Ook de collectieve dosis was circa 4 maal lager dan geschat, namelijk 15 mens.mSv.

B.4 UTR-10, Iowa State University (ISU), Ames, Iowa (10 kW)

De UTR-10 ARGONAUT Reactor was gehuisvest in het Nuclear Engineering Laboratory gebouw van de ISU in Ames [11]. De reactor werd in 1959 in gebruik genomen en heeft bijna 40 jaar gedraaid. In 1991 is de reactor van hoogverrijkt uranium overgegaan op laag-verrijkt uranium. In 1998 werd de reactor officieel buiten gebruik gesteld, waarna begonnen werd met bemonstering. In juni 2000 kon, na een eerste

radiologisch onderzoek, worden begonnen met de decommissioning-werkzaamheden. Het verwijderen van de splijstofelementen was geen onderdeel van de decommissioning-activiteiten. In augustus 2000 waren de werkzaamheden afgerond.

Als eerste werden alle overbodige objecten uit de reactorhal verwijderd, zoals trappen, balkons, en platforms, om meer ruimte te creëren in de hal. Geen van de componenten was gecontamineerd en alles is na controle als sloopafval afgevoerd. Alle onderdelen werden in een ruimte met lage achtergrondstraling gecontroleerd.

Vervolgens werden alle afsluitingen verwijderd. Radioactieve delen werden van de afsluitingen verwijderd door middel van mechanisch slopen (boren, zagen, beitelen, branden, enz.). Enkele onderdelen waren tot op 30 cm diepte geactiveerd. Na vrijgave werden de afsluitingen afgevoerd als slooppuin.

Daarna werden de koelwatertank en waterleidingen verwijderd, tot op het punt waar de leidingen het beton binnen gingen. Alle onderdelen werden onderzocht en vervolgens vrijgegeven.

Daarna werd de grafietreflector verwijderd, waarna die delen waarin detecteerbaar radioactief materiaal aanwezig was van de rest werd gescheiden om als radioactief afval te worden afgevoerd. Het overige grafiet werd als sloopafval afgevoerd. Alle componenten van het reactorvat zijn als radioactief afval afgevoerd.

In dat stadium restte alleen nog het betonnen biologisch schild, dat uit massief beton bestond (net als de Moata reactor). Voordat men begon aan de sloop van het schild werd eerst een tweede radiologisch onderzoek uitgevoerd om de activering van het beton te bepalen. Daaruit resulteerde dat geen aanvullende maatregelen nodig waren om verspreiding van radioactieve stoffen tegen te gaan. De lucht in de hal en de ventilatielucht uit de filters op het dak (daar geplaatst vanwege de uitlaatgassen van de zware machines waarmee in de hal werd gewerkt) werd continu gemonitord. Op plaatsen waar stof gegenereerd werd, werd het beton beneveld. Dit water werd verzameld en hergebruikt en uiteindelijk gecontroleerd en vrijgegeven.

Het biologisch schild werd opgedeeld in een interne, geactiveerde zone en een externe 'schone' zone. In het biologisch schild werden – alleen in de externe zone – verticale gaten geboord, tot op 1,2 tot 3,4 meter diepte. In de boorgaten werd een uitzettend *grout* gestopt. Dit *grout* veroorzaakte een scheurenpatroon in het beton, zodat het 'schone' beton eenvoudig te verwijderen was met een BROKK (een op afstand bestuurbare slooprobot). Daarna werd om de overgebleven interne zone een containment gebouwd met een HEPA (high efficiency particulate air) filter dat meer dan 85 % van de deeltjes in de lucht tegenhield. Vervolgens werd de interne zone van het biologisch schild als ook het onderliggende

vloeroppervlak op dezelfde wijze verwijderd als de externe zone van het biologisch schild. Het puin werd afgevoerd als radioactief afval. In totaal werd 28 m³ laagactief afval afgevoerd. De collectieve dosis was verwaarloosbaar [5].

B.5 SAR-Graz, Oostenrijk (1 kW, 10 kW max)

De SAR-Graz Reactor in Oostenrijk is van 1965 tot 2004 in bedrijf geweest. Er is niet veel gepubliceerd over de decommissioning van deze reactor. Bij de decommissioning werd in totaal 250 gram laag- tot middelactief afval geproduceerd. In 2005 zijn de splijtstofelementen naar de VS afgevoerd [12].

Bijlage C Rapport Asbestinventarisatie maart 2013

Ingenieursbureau Broomans BV

Samenvatting en relevante gegevens, met betrekking tot de LFR hal



INGENIEURSBUREAU BROOMANS BV

Rapport

ASBESTINVENTARISATIE

“Gebouw 28 (Fermi)”

Westerduinweg 3
te Petten

Onderzoek identificatie		
Projectnummer:	8618828	Autorisatiedatum: 25 maart 2013
Opdrachtgever:	ECN te Petten	
Onderzoek omvang	Gehele gebouw	



Interne autorisatie: 050313-VB DIA code 51E-030212-410186



NEN-EN-ISO-9001:2008

Ingenieursbureau Broomans BV
Melkweg 8, 1841 JJ Stompetoren
KVK Alkmaar 37070860
Tel. 072-5037050 Fax. 072-5037051
www.broomans.nl
SCA certificaat nummer: 07-D070008

DOC A Versie 3.5
Asbestonderzoek, Projectmanagement, Metingen, Aanbesteding, Toezicht, Oplevering, Opleidingen
NEN-EN-ISO-9001:2008, VCA** (2008/5.1), SC-540 en SIKB-2018 gecertificeerd deskundig asbest onderzoeksbureau



Rapport: Asbestinventarisatie "Gebouw 28 (Fermi)", Westerduinweg 3 te Petten
Opdrachtgever: ECN te Petten

Projectnummer: 8618828
25 maart 2013

TITELBLAD:

Opdrachtgever:

ECN
John Klaver
Westerduinweg 3
1755 LE Petten

Opdrachtnemer:

Ingenieursbureau Broomans BV
Melkweg 8
1841 JJ Stompvoren
T: 072-5037050 F: 072-5037051
E-mail: Info@broomans.nl
SCA code: 07-D070008.01 (SC-540:2011 Versie 02)

Onderzoek uitgevoerd op:

27 februari 2013 en 20 maart 2013

Rapportage geldig tot:

3 jaar na autorisatiedatum

Onderzoek uitgevoerd door:

Dhr. Ing. R.A. Broomans DIA code 51E-030212-410185

Geschiktheid van de rapportage voor de volgende doelen:

- ☒ Het verwijderen van uitsluitend in dit rapport onder Type A geïnventariseerde asbesthoudende materialen;
- ☒ Het aansluitend uitvoeren van een Type B onderzoek ter verificatie van de lijst van redelijk vermoedelijke aanwezige asbest in het daaraan voorafgaande Type A onderzoek;
- ☐ Het vaststellen van de gebruiksintegriteit van het algehele gebouw met een asbestinventarisatierapport Type G;
- ☐ De renovatie van een in de inleiding nader gespecificeerd deel van het onderzochte bouwwerk;
- ☐ De renovatie van het gehele bouwwerk;
- ☐ De sloop van het gehele bouwwerk.

Omvang onderzoek

- ☒ Gehele gebouw of object
- ☐ Gedeelte van gebouw of object
- ☐ Representatieve steekproef (bijvoorbeeld bij flatgebouwen, 10% voor vergunning)
- ☐ Aanvulling op representatieve steekproef
- ☐ Onvoorzien aanwezig asbest

Soort onderzoek

- ☒ Asbestinventarisatie Type-A
 - ☐ Volledig
 - ☒ Onvolledig (NEN 2991:2005) ernstig blootstellingsrisico
 - ☒ Onvolledig doordat ruimten niet toegankelijk waren
- ☐ Asbestinventarisatie Type-B
- ☐ Asbestinventarisatie Type-G

Risicobeoordeling

- ☒ Risicobeoordeling ten behoeve van sloop en verbouw (SMA-rt)
- ☐ Risicobeoordeling in gebruiksfase (NEN 2991: 2005)

Onderzochte bouwkundige eenheid

Gebouw 28 (Fermi) bestaande uit een begane grond en een 1^e verdieping, gelegen aan de Westerduinweg 3 te Petten.

Ingenieursbureau Broomans BV
Asbestonderzoek, Projectmanagement, Metingen, Aanbesteding, Toezicht, Oplevering, Opleidingen
NEN-EN-ISO-9001:2008, VCA** (2008/5.1), SC-540 en SIKB-2018 gecertificeerd deskundig asbest onderzoeksbureau



Rapport: Asbestinventarisatie "Gebouw 28 (Fermi)", Westerduinweg 3 te Petten
Opdrachtgever: ECN te Petten

Projectnummer: 8618828
25 maart 2013

1. Samenvatting

1.1 Samenvatting van de onderzoeksresultaten

Aangetroffen asbestbronnen			
Bronnummer	Materiaal	Hoeveelheid	Risicoklasse
8618828-01	Dekplaat van vat	1 st. Ø 85 cm	1
6618828-03	Plaatmateriaal	18 m ²	2
8618828-04	Resten vloerbedekking	± 2 m ²	2
8618828-05	Buismateriaal	2 st.	N.t.b.
8618828-13	Plaatmateriaal	15 m ²	2

Soort onderzoek	
Soort onderzoek:	☒ Asbestinventarisatie Type-A ☐ Volledig ☒ Onvolledig (NEN 2991:2005) ernstig blootstellingsrisico ☒ Onvolledig doordat ruimten niet toegankelijk waren ☐ Aanvulling op eerder onderzoek ☐ Asbestinventarisatie Type-B ☐ Asbestinventarisatie Type-G

Vervolgonderzoek		
Aanvullend onderzoek noodzakelijk:	Ja	Ten behoeve van het opheffen van de uitsluitingen en/of beperkingen (zie § 3.2).
Gevaarlijke situaties aangetroffen:	Ja	De kruipruimte welke vanuit de werkplaats bereikbaar is bevat resten asbestzeil
Aanvullend luchtonderzoek noodzakelijk:	Nee	Het uitgevoerde onderzoek geeft geen aanleiding voor een nader luchtonderzoek. De kruipruimte is afgesloten

Ingenieursbureau Broomans BV
Asbestonderzoek, Projectmanagement, Metingen, Aanbesteding, Toezicht, Oplevering, Opleidingen
NEN-EN-ISO-9001:2008, VCA** (2008/5.1), SC-540 en SIKB-2018 gecertificeerd deskundig asbest onderzoeksbureau

Pagina 4 van 24



1.2 Conclusie en aanbevelingen

Conclusie en aanbevelingen	
Conclusies:	- Er zijn diverse asbesthoudende materialen in het pand aangetroffen. De materialen vormen bij huidig gebruik geen risico voor de gebruikers. De kruipruimte bij de werkplaats moet afgesloten blijven tot sanering. - Het uitgevoerde onderzoek heeft diverse uitsluitingen opgeleverd. Deze uitsluitingen dienen aanvullend (type A) onderzocht te worden om deze rapportage volledig en geschikt voor een aanvraag omgevingsvergunning te maken (zie § 3.2). - Het uitgevoerde onderzoek heeft diverse beperkingen opgeleverd. Voorafgaand aan werkzaamheden aan deze bouw- en constructiedelen dient er een aanvullende inventarisatie type B uitgevoerd te worden (zie § 3.2).
Advies korte termijn:	Wij adviseren om de kruipruimte op korte termijn te saneren en tot die tijd afgesloten te houden. Tevens dient de losse plaat op het vat in hal LFR op korte termijn te worden gesaneerd.
Advies langere termijn:	Wij adviseren, gezien de wettelijke verplichting hiertoe, om de aangetroffen asbesthoudende materialen en/of installaties, voorafgaand aan renovatie- of sloopwerkzaamheden te laten saneren door een SC-530 gecertificeerd asbestverwijderingsbedrijf.



Rapport: Asbestinventarisatie "Gebouw 28 (Fermi)", Westerduinweg 3 te Petten
Opdrachtgever: ECN te Petten

Projectnummer: 8618828
25 maart 2013

3.5 Asbesthoudende materialen

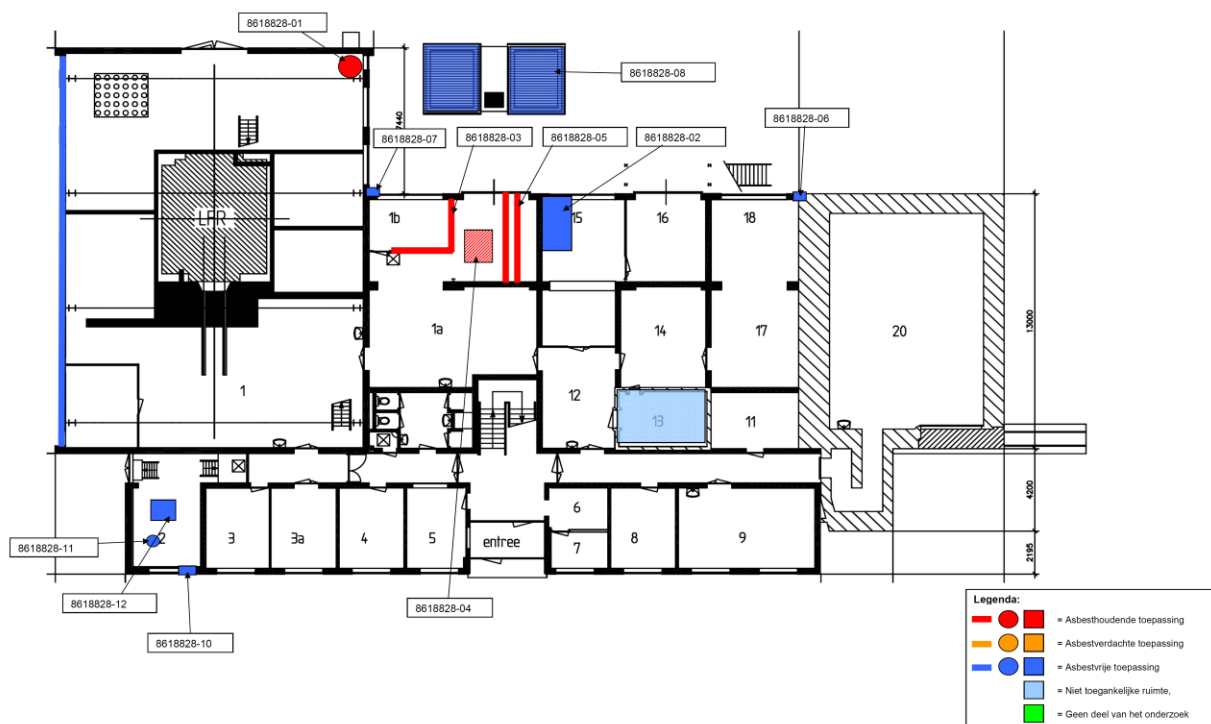
Ten tijde van het onderzoek zijn de volgende asbesthoudende materialen en/of installaties aangetroffen:

Bronnummer	8618828-01	ASBESTHOUDEND
Locatie	LFR-hal, bordes westzijde	
Materiaal	Plaatmateriaal	
Als	Dekplaat van een vat	
Asbest	5-10% Chrysotiel en 5-10% Amosiet	
Gebondenheid	Niet-hechtgebonden	
Monster Fibrecount id	M1 94793	
Omvang per toepassing	Ø 85 cm. Dikte: 22 mm	
Bevestiging	Los	
Risicoklasse ⁽¹⁾	1	
Bereikbaarheid ⁽¹⁾	1	
Werkmethode	SMA-rt bijlage 1 bij sanering middels als geheel verwijderen	
Tekening	Nr. 1	
Opmerkingen	Het vat is nog in bedrijf.	
		
Overzicht foto		Detail foto

⁽¹⁾ Zie § 4.3

Ingenieursbureau Broomans BV
Asbestonderzoek, Projectmanagement, Metingen, Aanbesteding, Toezicht, Oplevering, Opleidingen
NEN-EN-ISO-9001:2008, VCA** (2008/5.1), SC-540 en SIKB-2018 gecertificeerd deskundig asbest onderzoeksbureau

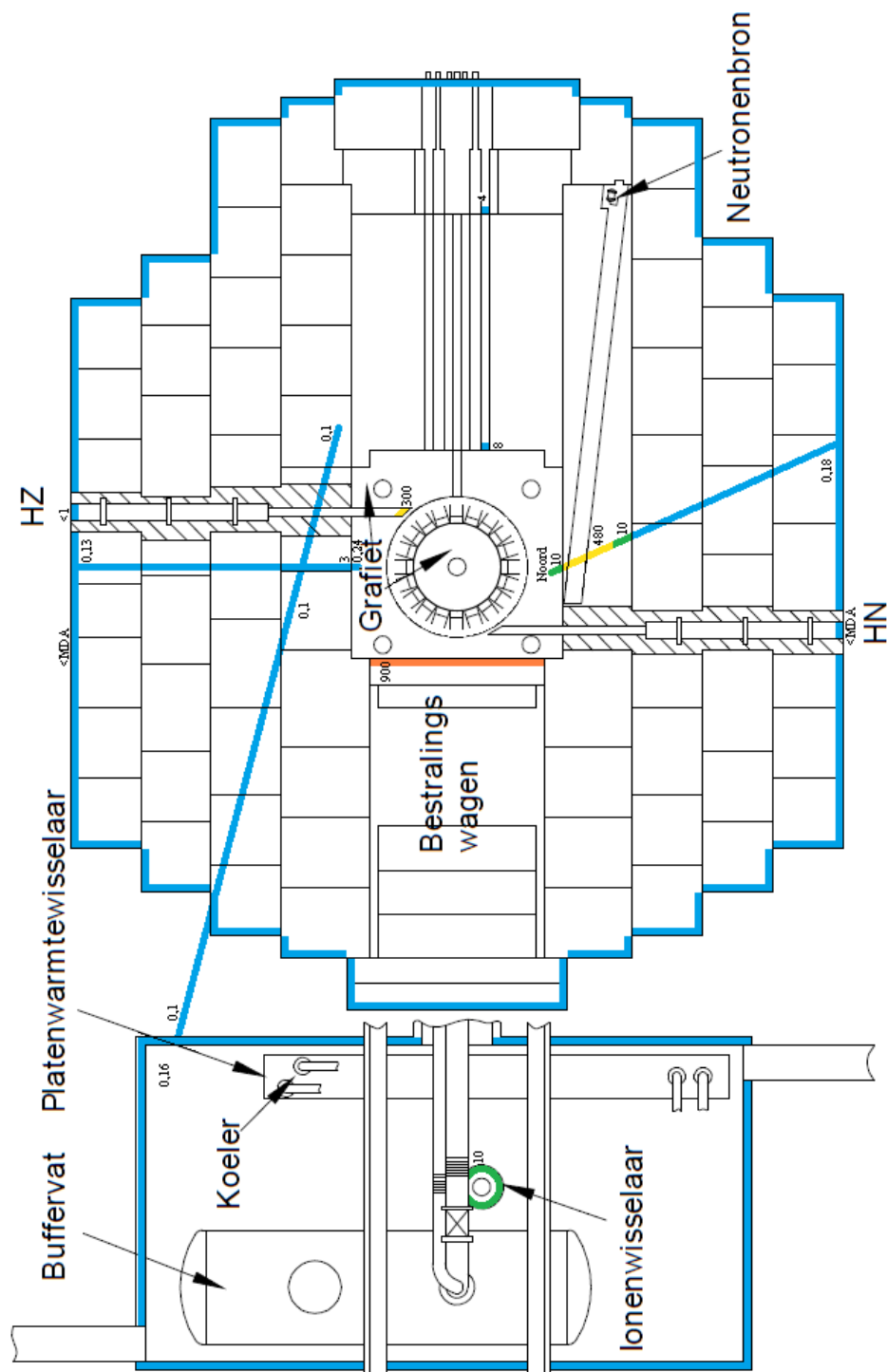
Pagina 9 van 24



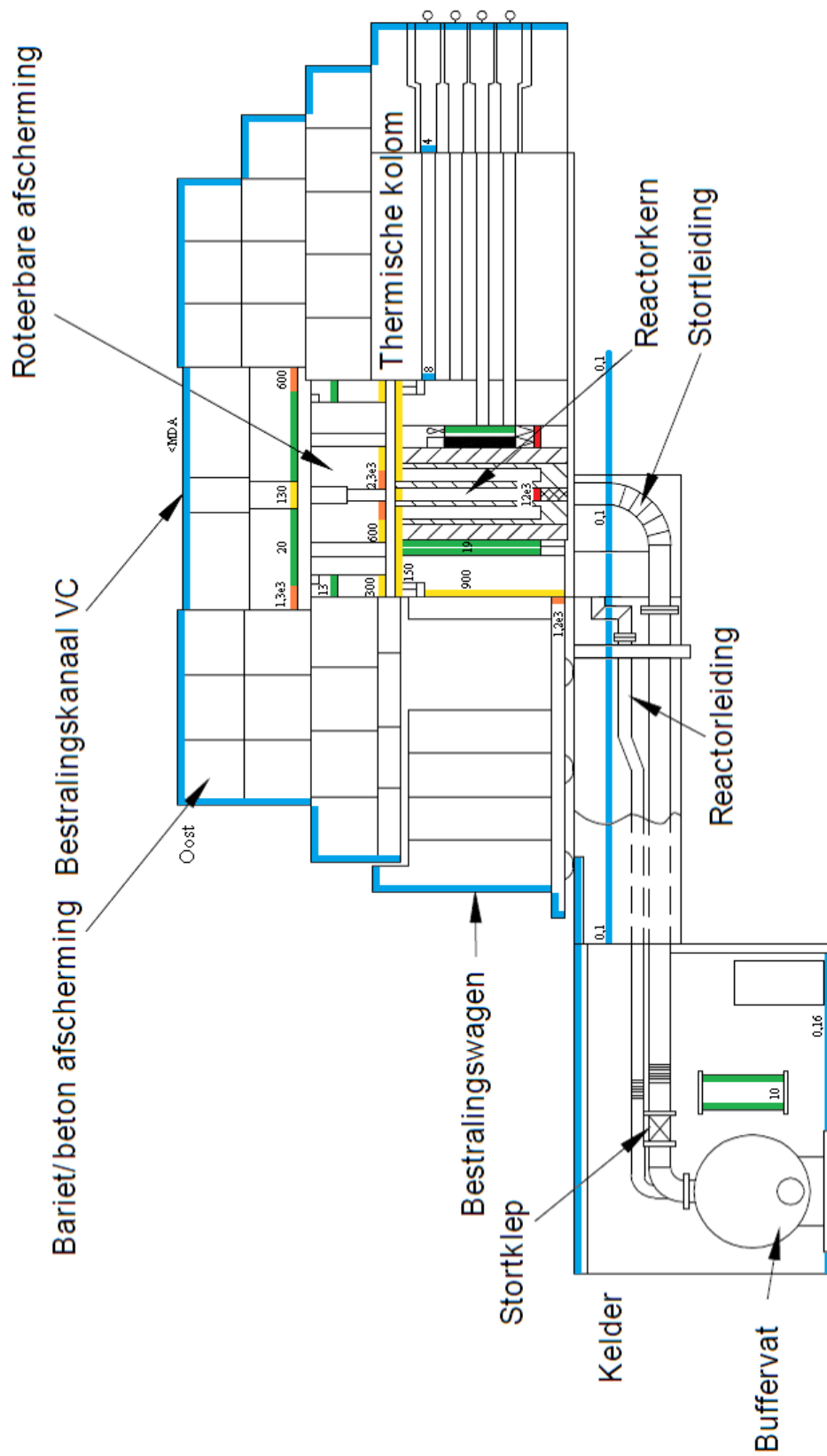
Ingenieursbureau Broomans BV Gecertificeerd deskundig bureau voor asbestonderzoek Asbestinventarisatie "Gebouw 28" Westerduinweg 3 te Petten			
Projectnr:	8618828	Schaal:	Niet op schaal
Onderdeel:	Plattegrond begane grond huidige situatie	Tek. Nr. 1	25 maart 2013
			rev. 0

Bijlage D Dosistempokaart

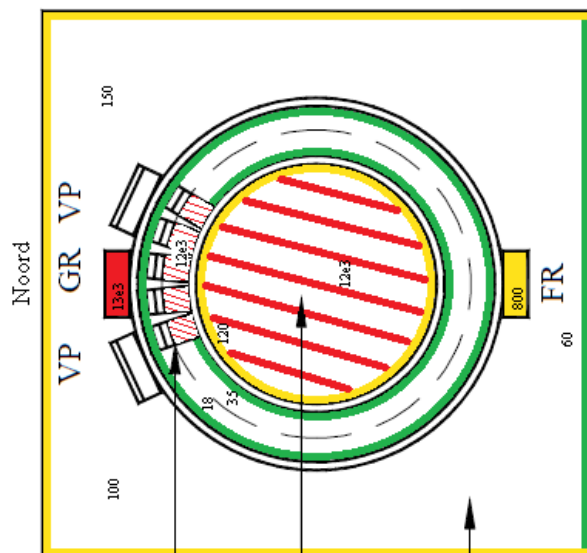
D.1 Bovenaanzicht



D.2 Zijaanzicht



D.3 Bovenaanzicht kern



Splijtstofelementen.

Inwendige grafietreflector

Uitwendige grafietreflector

VP : Veiligheidsplaat

GP : Grofregelplaat

FR : Fijnregelplaat

Dosistempo (μSv/uur) op 0,25 m:	
$x < 10$	Blauw
$10 \leq x < 100$	Groen
$100 \leq x < 1000$	Geel
$1000 \leq x < 10000$	Oranje
$10000 \leq x$	Rood

Referenties

- [1] R. Jansma, K.M. de Groot, *Plan van Aanpak, Decommissioning en ontmanteling LFR*, NRG-912405/10.105738, 23 december 2010.
- [2] *NUL-Onderzoek Enrico Fermi Laboratorium, Energieonderzoek Centrum Nederland, Ontwerpen Adviesbureau Mul B.V.*, ML 9722, januari 1995.
- [3] *NUL-onderzoek Gebouw 28, LFR, Energieonderzoek Centrum Nederland, Ontwerp- en Adviesbureau Mul B.V.*, ML 2295, december 1996.
- [4] F. van Gemert, K.M. de Groot, *Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG Petten, Deel 6 Lage Flux reactor update 2013 t.b.v. decommissioning*, 23171/13.119501, 28 maart 2013.
- [5] K.M. de Groot, *Milieueffectenrapport, Decommissioning LFR en de LFR hal*, NRG-23171/13.118550, april 2013.
- [6] S. Kim, *Plan for Moata Reactor Decommissioning*, ANSTO, IGORR9.
- [7] P. Maharaj, *Decommissioning and Dismantling of the Moata Reactor – A Radiation Protection Perspective*, ANSTO.
- [8] R. J. S. Lockwood, P. A. Beeley, *Decommissioning the JASON ARGONAUT Research Reactor at a World Heritage Site*, European Nuclear Society, RRFM 2001, Aachen, Germany, April 2001.
- [9] R. J. S. Lockwood, P. A. Beeley, *Just another source of neutrons?* Ingenia, Issue 10, November 2001, p. 29 – 34.
- [10] ENERCON – *Nuclear Decommissioning, Statement of Qualifications*, October 2008.
- [11] M. Granus, F. Gardner, D. Bullen, S. Wendt *Training and Research Reactor D&D at Iowa State University*, WM’01 Conference, Februari 25 – March 1, 2001 Tucson, AZ.
- [12] http://www.oecd-nea.org/rwm/profiles/Austria_report_web.pdf, *The Control of Safety of Radioactive Waste Management and Decommissioning in Austria*, October 2007.

ERRATUM

Ontmantelingsplan – Decommissioning LFR en de LFR hal

Pagina 91

Referentie 4 moet zijn:

F. van Gemert, K.M. van der Wagt-de Groot, Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG Petten, deel 6 Lage Flux reactor update 2013 t.b.v. decommissioning, 23171/13119501, 15 oktober 2013.

Referentie 5 moet zijn:

K.M. van der Wagt-de Groot, Milieueffectrapport, Decommissioning LFR en de LFR hal, NRG 23171/13.118550, 23 juli 2013.