

ACHTERGROND RAPPORTAGE NUCLEAIRE VEILIGHEID PALLAS

28 SEPTEMBER 2017





INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	4
1.1	Aanleiding	4
1.2	Voorgenomen activiteit en varianten	4
1.3	Referentiesituatie en projectfasen	9
1.4	Doel van dit onderzoek	9
2	ONDERZOEKSOPZET	10
2.1	Onderzoeksopzet	10
2.2	Uitgangspunten	11
3	BEOORDELINGSKADER	12
3.1	Beleidskader	12
3.2	Beoordelingskader plan-MER	15
4	HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING	19
4.1	Huidige situatie	19
4.2	Autonome ontwikkelingen	22
5	MILIEUEFFECTEN	24
6	MITIGERENDE MAATREGELEN	28
7	LEEMTEN IN KENNIS	29
	AFKORTINGEN EN BEGRIPPENLIJST	30
	VERWIJZINGEN	32

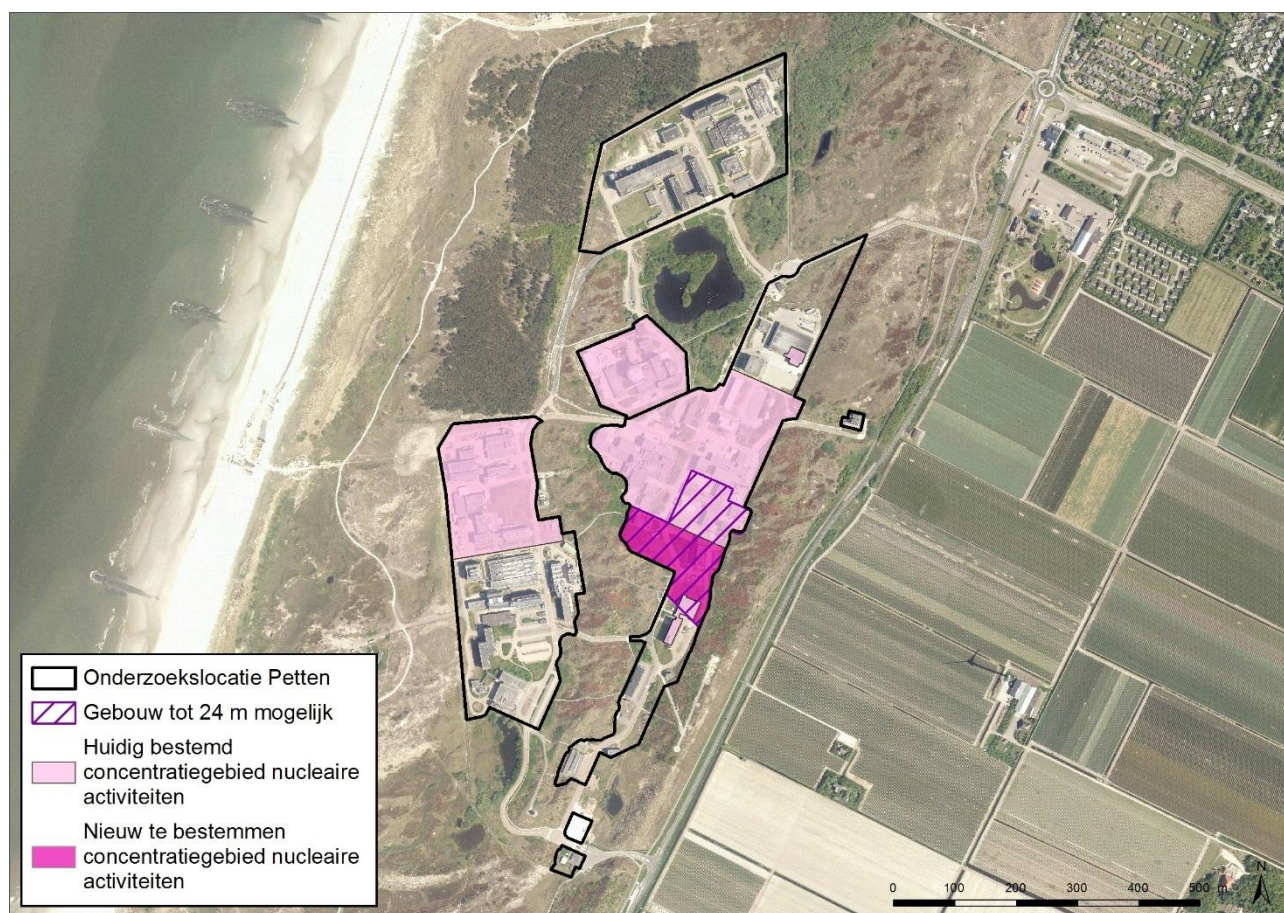
1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De Stichting Voorbereiding PALLAS-reactor, verder PALLAS genoemd, heeft het voornemen om een multifunctionele nucleaire reactor te realiseren, die geschikt is voor het produceren van medische isotopen, industriële isotopen en het uitvoeren van nucleair technologisch onderzoek. Deze reactor, verder de PALLAS-reactor genoemd, dient ter vervanging van de huidige Hoge Flux Reactor (HFR) in Petten, die in 2017 56 jaar operationeel is en tegen het einde van zijn economische levensduur loopt.

Dit achtergrondrapport nucleaire veiligheid is opgesteld ten behoeve van het plan-MER en de bestemmingsplanwijziging voor de PALLAS-reactor.

Het huidige bestemmingsplan voor de locatie betreft het “*Bestemmingsplan Buitengebied Zijpe*”, vastgesteld op 18 mei 2016 [1]. Om de PALLAS-reactor mogelijk te maken is het noodzakelijk om het “concentratiegebied nucleaire activiteiten” te vergroten, zodat de beoogde locatie van de PALLAS-reactor hier in zijn geheel binnen valt (donkerroze zone in Figuur 1). Daarnaast is voor het realiseren van de PALLAS-reactor een verhoging van de bouwhoogte voor het nucleaire eiland nodig. Ook deze hoogte wordt mogelijk gemaakt in het nieuwe bestemmingsplan (gearceerde zone Figuur 1).



Figuur 1 Huidig en nieuw te bestemmen concentratiegebied nucleaire activiteiten

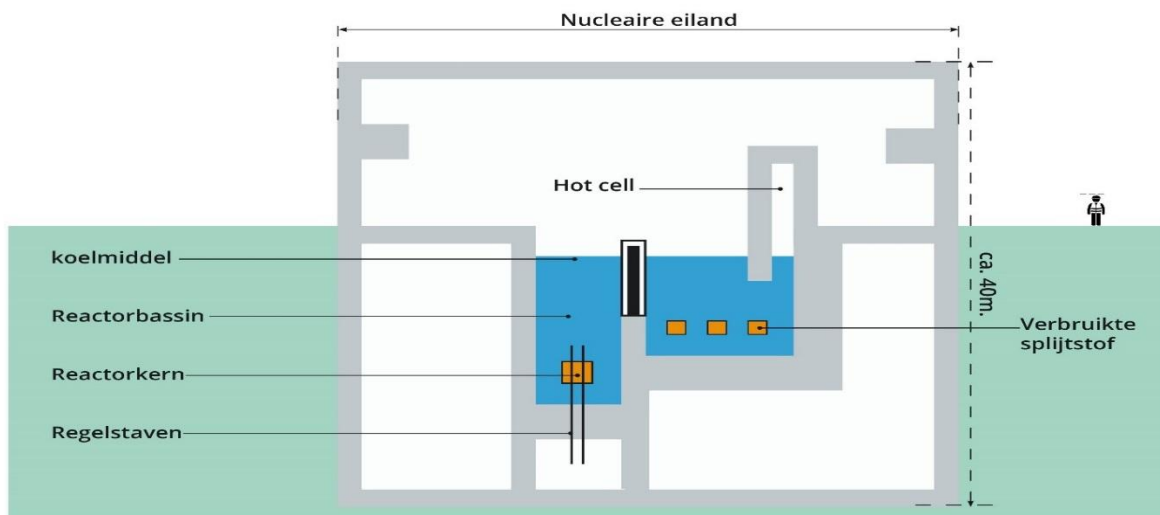
1.2 Voorgenomen activiteit en varianten

De voorgenomen activiteit voor dit achtergrondrapport is het wijzigen van het bestemmingsplan teneinde de PALLAS-reactor planologisch mogelijk te maken. Het ontwerp van de PALLAS-reactor is in deze planfase nog niet helemaal uitgewerkt. In voorliggend achtergrondrapport wordt om deze reden gewerkt met een maximale invulling gebaseerd op realistische uitgangspunten. Deze zijn uitgebreid beschreven in het Ontwerpkader PALLAS.

Hierna volgt een korte samenvatting van deze uitgangspunten in de vorm van een schematische weergave van het nucleaire eiland en een korte omschrijving van het terrein rondom het nucleaire eiland. Daarna volgt

Datum: 25 augustus 2017 Kenmerk: 078849873

een samenvatting van de projectfasen en varianten die in dit rapport ten behoeve van het plan-MER worden onderzocht (drie varianten voor de bouwhoogte en –diepte en drie varianten voor de wijze waarop de koeling kan plaatsvinden).



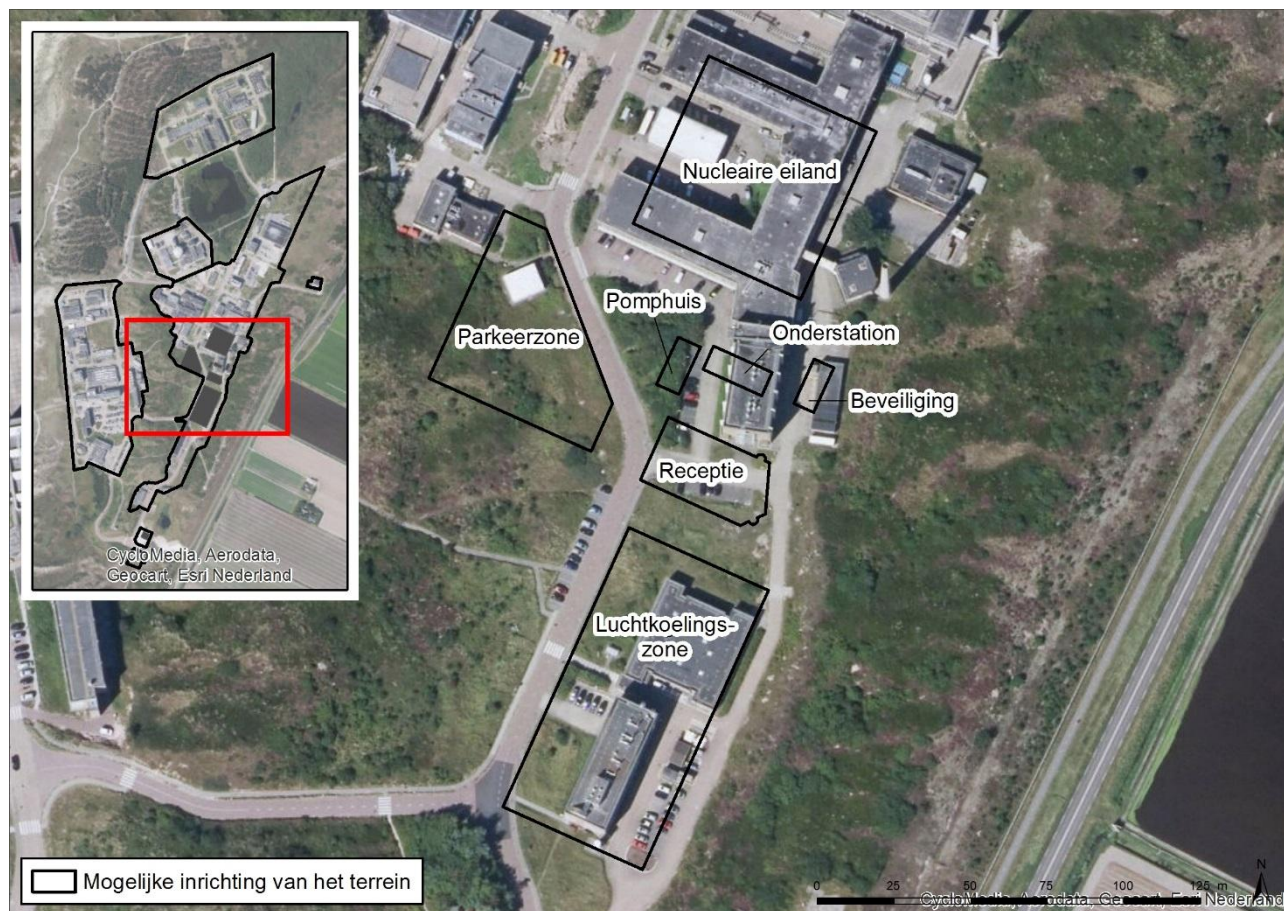
Figuur 2 Schematische weergave van de geplande pool-type reactor

Het gebouw vormt samen met directe gekoppelde functionaliteiten het nucleaire eiland. Op de OLP bevindt het nucleaire eiland zich binnen een streng beveiligde zone. In dit nucleaire eiland kunnen tevens één of meerdere hot cells worden gerealiseerd. Een hot cell is een afgeschermd behandelruimte waar middels een robot veilig gewerkt kan worden met radioactief materiaal. Daarnaast behoren o.a. tot het nucleaire eiland:

- De bewakingspost die toegang verschaft tot het Nucleaire eiland
- Kantoor- en vergaderfaciliteiten en kleedkamers
- De controle kamer en secundaire controle kamer
- Containeroverslag en een werkplaats
- Ventilatie- en (nood)stroom voorzieningen

Buiten het nucleaire deel wordt op het terrein een aantal niet-nucleaire voorzieningen gevestigd ten behoeve van het bedrijven van de PALLAS-reactor. Voorzien worden kantoren, parkeerplaatsen, een pomphuis, een gebouw voor de elektriciteitsvoorziening en het secundair koelwatersysteem.

Figuur 3 geeft een mogelijke inrichting voor het terrein weer. Hierbij moet worden aangemerkt dat het nucleaire deel een afmeting van 40x60 meter heeft. In Figuur 3 wordt dit nucleaire deel in het vlak van het nucleaire eiland van 60x60 meter geprojecteerd.



Figuur 3 Mogelijke inrichting van het terrein

1.2.1 Projectfasen

Het realiseren en bedienen van de PALLAS-reactor is op te delen in een aantal projectfasen: de bouwfase, de exploitatiefase en de overgangsfase. Op de voorgenomen locatie voor de PALLAS-reactor staan op dit moment nog enkele leegstaande gebouwen. Deze worden afgebroken door de huidige eigenaar die het terrein 'schoon' oplevert aan PALLAS voorafgaand aan de bouwfase. In het plan-MER en dit achtergrondrapport wordt daarom uitgegaan van een leeg en schoon terrein op de voorgenomen locatie voor het nucleaire eiland, overige gebouwen en bijbehorende voorzieningen.

Bouwfase

In de bouwfase wordt het nucleaire eiland met bijbehorende systemen en de bijbehorende infrastructurele aanpassingen gerealiseerd. De bouwfase kan worden opgedeeld in het voorbereiden van het terrein zelf en het bijbehorende werkterrein en het bouwen van het nucleaire eiland, het secundaire koelwatersysteem, de overige gebouwen en diverse voorzieningen (riolering, parkeerterrein en dergelijke) op het terrein.

In het kader van het plan-MER is met name het ontgraven en grondverzet voor het realiseren van de PALLAS-reactor en het secundaire koelwatersysteem relevant. Daarnaast is relevant dat er een tijdelijk werkterrein van ongeveer 50 000 m² moet worden ingericht. Figuur 4 geeft een zoekzone voor de mogelijke locatie van dit werkterrein weer.



Figuur 4 Zoekzone tijdelijk werkterrein

Exploitatiefase

In de exploitatiefase wordt de PALLAS-reactor in bedrijf genomen, veilig geëxploiteerd en onderhouden. De PALLAS-reactor wordt stapsgewijs in bedrijf genomen. De installatieonderdelen worden getest. De reactorkern wordt geplaatst en de installatie wordt getest met de reactorkern. Daarbij vindt het eerste transport met splijtstofelementen plaats. De reactor wordt in bedrijf genomen nadat is voldaan aan de voorwaarden voor veilig bedrijf van de PALLAS-reactor.

Overgangsfase

De PALLAS-reactor dient ter vervanging van de HFR. Het is nog niet zeker op welk moment de HFR gesloten wordt. Het is daarom mogelijk dat er een overgangsfase is, waarin tijdelijk sprake is van het gelijktijdig in werking zijn van zowel de HFR als de PALLAS-reactor. Omdat het moment van sluiten van de HFR nog niet bekend is, wordt in het plan-MER en in voorliggend achtergrondrapport gewerkt met een overgangsfase. Dit is nader toegelicht in paragraaf 1.3.

1.2.2 Bouwhoogtevarianten

In voorliggend achtergrondrapport zijn drie varianten voor de bouwhoogte en –diepte van het nucleaire eiland beschouwd. De bouwhoogte en –diepte van de varianten wordt beschouwd ten opzichte van het maaiveld ter plekke van de beoogde locatie voor het nucleaire eiland op de Onderzoeklocatie Petten (OLP). Het maaiveld ligt op deze locatie 3,5 meter boven NAP.

De volgende varianten in bouwhoogte (in meter boven maaiveld), respectievelijk bouwdiepte (in meter onder maaiveld), zijn beschouwd:

- Bouwhoogtevariant B1: 17,5 meter boven maaiveld en 29,5 meter onder maaiveld.
- Bouwhoogtevariant B2: 24 meter boven maaiveld en 16 meter onder maaiveld.

- Bouwhoogtevariant B3: 40 meter boven maaiveld en 0 meter onder maaiveld.

De bouwhoogte van de varianten B1 en B2 sluit aan bij de hoogten uit het huidige bestemmingsplan. Bouwhoogtevariant B1, met een bouwhoogte van 17,5 m boven maaiveld, betreft de huidige toegestane maximum bouwhoogte op grond van het geldende bestemmingsplan, zonder toepassing van de binnenplanse afwijkmogelijkheid. De bouwdiepte van 29,5 meter onder maaiveld is gekozen, omdat de uitvoeringsmethode op een dergelijke bouwdiepte vraagt om een stabiele laag om op te bouwen. Die stabiele laag is pas op 29,5 meter onder maaiveld beschikbaar. Bouwhoogtevariant B2 kent een bouwhoogte van 24 meter, welke bouwhoogte kan worden gerealiseerd met gebruikmaking van de binnenplanse afwijkmogelijkheid van het bestemmingsplan. De bouwdiepte van 16 meter is afgeleid van de 40 meter hoogte van het nucleaire eiland en betreft het resterende aantal meters van het nucleaire eiland dat onder maaiveld gerealiseerd wordt. Bouwhoogtevariant B3 gaat uit van een volledige realisatie van het nucleaire eiland boven maaiveld. De bouwhoogte van 40 meter boven maaiveld volgt uit de hoogte van het reactorgebouw (40 meter) en kan alleen met een wijziging of afwijking van het bestemmingsplan gerealiseerd worden.

1.2.3 Koelingsvarianten

In dit achtergrondrapport zijn tevens drie varianten voor het secundaire koelsysteem van de PALLAS-reactor onderzocht.

De volgende varianten zijn beschouwd:

- Koelingsvariant K1: Onttrekken van koelwater uit het Noordhollandsch Kanaal en vervolgens lozen van het koelwater op de Noordzee (zoet-zout variant). Voor deze variant moet een nieuw innamepunt bij het Noordhollandsch Kanaal gerealiseerd worden en een nieuw uitlaatpunt in de Noordzee. Tussen het innamepunt, het nucleaire eiland en het uitlaatpunt wordt een koelwaterleiding aangelegd.
- Koelingsvariant K2: Onttrekken uit de Noordzee en lozen op de Noordzee (zout-zout variant). Voor deze variant wordt in zee een platform met pompen ten behoeve van het innemen van het koelwater gerealiseerd. Tussen het nucleaire eiland en het inname- en uitlaatpunt wordt een koelwaterleiding aangelegd.
- Koelingsvariant K3: Koelen aan de lucht / hybride koelen. Voor koelen aan de lucht is een beperkte inname van water (uit het Noordhollandsch Kanaal of via leidingen) benodigd. Uitgangspunt is dat het aan de lucht gekoelde water gedeeltelijk hergebruikt wordt. Er hoeven daarom geen inname en uitlaatpunt en koelwaterleidingen buiten het terrein te worden gerealiseerd. Afhankelijk van het type koelunits is een oppervlakte van ongeveer 5000 m² nodig voor de koelunits op het terrein. Uitgangspunt is dat de koelunits 11 meter hoog worden.

Het tracé van de koelwaterleidingen voor de koelingsvarianten K1 en K2 staat nog niet vast. De ligging van de koelwaterleidingen wordt uitgewerkt in de volgende planfase (vergunningen en besluit-MER), indien gekozen wordt voor de koelingsopties K1 of K2. In het plan-MER en voorliggend achtergrondrapport worden mogelijke effecten van de leiding in beeld gebracht aan de hand van een ruime zoekzone (zoekgebied), waarbinnen een eventuele koelwaterleiding kan worden ingepast. In onderstaande figuur is dit zoekgebied weergegeven. Voor het ruimtebeslag van de koelwaterleidingen wordt in geval van open ontgraving in de bouwphase rekening gehouden met een werkstrook van maximaal 40 meter breed.



Figuur 5 Zoekgebied tracé koelwaterleidingen

1.3 Referentiesituatie en projectfasen

De milieubeoordeling in dit achtergrondrapport wordt uitgevoerd ten opzichte van de referentiesituatie. Omdat het moment van sluiten van de HFR nog onzeker is, wordt gewerkt met een referentiesituatie waarin de HFR nog in gebruik is tijdens de bouw- en opstart van de PALLAS- reactor.

De milieueffecten van de PALLAS-reactor worden beschreven voor drie fasen, namelijk:

1. De bouwfase waarin de HFR in gebruik is.
2. De overgangsfase (waarin zowel de HFR als de PALLAS-reactor in gebruik zijn).
3. De exploitatiefase (waarin alleen de PALLAS-reactor in gebruik is).

Peiljaren

In het kader van de achtergrondrapporten wordt uitgegaan van een indicatieve planning voor de bouw en exploitatie van de reactor. Op basis van deze planning is het peiljaar voor de referentiesituatie en voor de exploitatie en overgangsfase 2026. Het peiljaar voor de bouwfase is 2018. De daadwerkelijke planning voor de bouw en exploitatie kan afwijken van deze indicatieve planning.

1.4 Doel van dit onderzoek

In dit achtergrondrapport is nader onderzoek gedaan naar de Nucleaire Veiligheid van de PALLAS-reactor. Doel van dit onderzoek is om op hoofdlijnen aan te geven wat de invloed van de PALLAS-reactor is op de veiligheid van omwonenden als gevolg van de potentiële ongevallen die kunnen optreden met een nucleaire reactor. De invloed van de PALLAS-reactor wordt daarbij in de context van de reeds bestaande nucleaire installaties op de OLP beschouwd.

2 ONDERZOEKSOPZET

2.1 Onderzoeksopzet

De Nucleaire Veiligheid is een aspect dat van belang is voor de omgeving en de omwonenden van de PALLAS-reactor. Vooral omdat op de OLP ook andere nucleaire installaties aanwezig zijn, zoals de Hoge Flux Reactor (HFR) en de Hot-Cell Laboratories (HCL), is het van belang om de gezamenlijk milieueffecten van deze installaties te beschouwen. Voor het plan-MER is van belang wat de invloed van de PALLAS-reactor zal zijn op het aspect Nucleaire Veiligheid en in het bijzonder op de gevolgen daarvan voor de omgeving en de omwonenden.

Nucleaire Veiligheid betreft de mogelijke gevolgen voor de omgeving die veroorzaakt kunnen worden door incidenten en ongevallen bij een nucleaire installatie. Voor deze gevolgen gelden wettelijke criteria die zijn vastgelegd in regelgeving. In hoofdstuk 3 (Beoordelingskader) zijn deze criteria nader omschreven. Ongevallen kunnen zowel het gevolg zijn van interne gebeurtenissen, zoals lekkage van een koelsysteem of brand, als van calamiteiten met een externe oorzaak, zoals overstroming, aardbeving of een neerstortend vliegtuig. Met betrekking tot calamiteiten met een externe oorzaak is het van belang dat vastgesteld wordt dat de locatie waar de PALLAS-reactor zal worden gebouwd hiervoor geschikt is en niet leidt tot ontoelaatbare risico's als gevolg van dergelijke calamiteiten met een externe oorzaak.

Als gevolg van een ongeval is het mogelijk dat radioactieve stoffen vrijkomen en worden afgegeven aan de lucht of het oppervlaktewater. Door middel van het uitvoeren van veiligheidsanalyses kan worden bepaald of en in welke mate radioactieve stoffen kunnen vrijkomen. Vervolgens kan met radiologische verspreidingsberekeningen worden bepaald wat de gevolgen van het vrijkomen van radioactieve stoffen voor de omgeving zijn. Daarnaast moeten met een probabilistische analyse de kans op en gevolgen van ongevallen waarbij kernsmelten optreedt bepaald worden, op basis waarvan het risico van de installatie wordt vastgesteld. De resultaten van deze analyses dienen aan te tonen dat de gevolgen voor de omgeving van alle redelijkerwijs te veronderstellen ongevallen voldoen aan de wettelijke criteria. Met het voldoen aan de criteria wordt aangetoond dat de effecten van de nucleaire installatie toelaatbaar zijn, oftewel dat de kans op een gezondheidseffect zeer klein (niet significant) is.

De hierboven genoemde kwantitatieve analyses worden uitgevoerd en beoordeeld in het kader van de vergunningverlening met betrekking tot de Kernenergiewet (Kew) [2] en het daarvoor op te stellen besluit-MER.

Het ontwerp van de PALLAS-reactor is in deze planfase nog niet helemaal uitgewerkt. In voorliggend achtergrondrapport wordt om deze reden gewerkt met een maximale invulling gebaseerd op realistische uitgangspunten. In het plan-MER en het voorliggend achtergrondrapport wordt aan de hand van de realistische uitgangspunten derhalve beschouwd in hoeverre het aannemelijk is dat de PALLAS-reactor kan voldoen aan de betreffende veiligheidscriteria en dat voor de planologische vastlegging van de locatie voor de PALLAS-reactor aan de benodigde veiligheidseisen kan worden voldaan.

De hierbij van belang zijnde onderdelen zijn:

- De stralingsbelasting als gevolg van ongevallen voor omwonenden. Dit betreft zowel directe straling als de gevolgen van radioactieve lozingen.
- De kans op een ongeval waarbij de reactorkern smelt.
- Het plaatsgebonden risico voor omwonenden.
- Het groepsrisico in de omgeving.

Om meer kwantitatief aan te geven dat aan deze criteria kan worden voldaan, zal een vergelijking worden gemaakt met de mogelijke gevolgen voor de omgeving die veroorzaakt kunnen worden door incidenten en ongevallen bij de HFR. De PALLAS-reactor is in principe een vergelijkbare reactor als de HFR, met als belangrijk verschil dat de PALLAS-reactor gebruik maakt van de modernste techniek en gebaseerd zal zijn op de huidige wet- en regelgeving voor nieuwe reactoren, welke strenger is dan de wet- en regelgeving bij de realisatie van de HFR.

Met betrekking tot radioactieve lozingen wordt de afhankelijkheid van de lozingshoogte voor de effecten op de omgeving niet beschouwd omdat wordt uitgegaan van een vaste hoogte van de ventilatieschacht, onafhankelijk van de gebouwhoogte.

De hierboven aangegeven beschrijving van de mogelijke gevolgen van de PALLAS-reactor zullen in relatie worden gebracht met de mogelijke gevolgen voor de Nucleaire Veiligheid van de huidige nucleaire faciliteiten op de OLP en van de autonome ontwikkeling daarvan.

De effecten van de in paragraaf 1.2 beschreven varianten op de Nucleaire Veiligheid worden kwalitatief beschreven. Hierbij wordt tevens beschouwd in hoeverre de varianten onderscheidend zijn voor dit aspect.

Studiegebied

Het studiegebied voor het aspect Nucleaire Veiligheid wordt bepaald door de locaties waar de stralingsbelasting als gevolg van ongevallen het grootst is. Voor directe straling zal dit meestal direct aan de inrichtingsgrens zijn. Voor radioactieve lozingen naar lucht en water is dit sterk afhankelijk van de optredende verspreiding, bijvoorbeeld als gevolg van weersinvloeden. In de modellen waarmee de stralingsbelasting als gevolg van lozingen wordt berekend wordt normaal uitgegaan van een gebied van 25 km rond een reactor [3].

2.2 Uitgangspunten

De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd:

Tabel 1 Uitgangspunten achtergrondrapport Nucleaire Veiligheid

Type informatie	Uitgangspunten
Installatie specificaties	Mededelingsnotitie plan-MER PALLAS Advies over reikwijdte en detailniveau par. 4.4 Reactienota mededelingsnotitie Ontwerpkader PALLAS

3 BEOORDELINGSKADER

3.1 Beleidskader

Het beleidskader voor de Nucleaire Veiligheid wordt gevormd door:

- Kernenergiewet (Kew), (geldend op 01-06-2016) [2].
- Besluit Kerninstallaties, ertsen en splijtstoffen (Bkse), (geldend op 01-06-2016) [4].
- Besluit Stralingsbescherming (Bs) en de bijbehorende regelingen, (geldend op 01-06-2016) [5].
- Handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedrijven van kernreactoren VOBK – Dutch Safety Requirements DSR, ANVS, oktober 2015 [6].

Kernenergiewet (Kew) en Besluit Kerninstallaties, ertsen en splijtstoffen (Bkse)

De Kernenergiewet (Kew) [2] is een raamwet die betrekking heeft op activiteiten waarbij met ioniserende straling wordt gewerkt of waarbij deze straling vrijkomt. Doelen van deze wet zijn de bevordering van een goede ontwikkeling betreffende het vrijmaken en het gebruik van radioactieve stoffen en van ioniserende straling uitzendende apparatuur en bescherming tegen de gevaren die zijn verbonden aan het gebruik van radioactieve stoffen en ioniserende straling. Deze wet is nader uitgewerkt in het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) (Stb. 1969-403) en het Besluit stralingsbescherming (Bs) (Stb. 2001-397) en de bijbehorende regelingen. Voor de PALLAS-reactor is een vergunning nodig op grond van de Kew.

De wet heeft onder meer betrekking op:

- Nucleaire Veiligheid.
- De volksgezondheid.
- De bescherming tegen de gevaren van radioactieve stoffen en ioniserende straling.
- Het bevorderen van de milieuhygiëne.

De Kernenergiewet kent meerdere voorschriften met betrekking tot vergunningen die relevant zijn voor PALLAS. Zij hebben betrekking op het oprichten, inwerking brengen en inwerking houden van een inrichting waarin kernenergie kan worden vrijgemaakt (artikel 15, onder b), het voorhanden hebben van splijtstoffen (artikel 15, onder a) en het voorhanden hebben, toepassen en zich ontdoen van radioactieve stoffen (artikel 29, eerste lid).

Het Bkse bevat onder meer algemene regels met betrekking tot de gegevensverstrekking bij het aanvragen van een vergunning en criteria op grond waarvan een aanvraag om vergunning kan worden geweigerd. Een aanvraag kan onder meer worden geweigerd met betrekking tot de stralingsbelasting als gevolg van normaal bedrijf en ongevallen. Het Bs bevat verder bepalingen met betrekking tot de principes en de normstelling voor stralingsbescherming.

De Kew en de bovengenoemde besluiten zijn de afgelopen jaren geharmoniseerd met Europese wetgeving. Dit geldt met name voor de Richtlijn 96/29/Euratom die de basisnormen stelt voor de bescherming van de gezondheid van de bevolking en de werkers tegen de aan ioniserende straling verbonden gevaren (PbEG 1996, L 159). In 2018 wordt een nieuw Besluit stralingsbescherming verwacht dat harmonisatie met Euratom richtlijnen (2013/59/EURATOM) beoogt.

Handreiking VOBK (Veilig Ontwerp en het veilig Bedrijven van Kernreactoren)

De Handreiking VOBK [6] geeft inzicht in de huidige stand der techniek voor het ontwerp en bedrijfsvoering van (nieuwe) reactoren, waarbij het doel is de kernreactoren zo veilig mogelijk te maken. De specifieke randvoorwaarden van de Handreiking VOBK sluiten aan bij de actuele inzichten van met name de Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en de Western European Nuclear Regulators Association (WENRA). Daarnaast gelden er voor elk type installatie specifieke veiligheidseisen. Deze specifieke veiligheidseisen worden per installatie in de Kernenergiewetvergunning opgenomen. Een Handreiking heeft in principe geen wettelijke status en is niet wettelijk bindend. Omdat de handreiking is bedoeld voor nieuwe reactoren, waarbij de laatste stand der techniek en wetenschap als uitgangspunt wordt gehanteerd, zal deze door het Bevoegd Gezag worden gehanteerd als onderdeel van het toetsingskader voor PALLAS.

Uitwerking beleidskader voor de PALLAS-reactor

Hieronder wordt beschreven op welke wijze het bovenstaande beleidskader nader uitgewerkt wordt voor de PALLAS-reactor.

Veiligheidsdoel en veiligheidsfuncties

Kernreactoren moeten veilig worden bedreven, dus ook de PALLAS-reactor. Dit wil zeggen dat het beschermen van mens en milieu tegen de schadelijke invloed van ioniserende straling gedurende de gehele levensduur van een kernreactor voldoende gewaarborgd is. De levensduur omvat het ontwerp, de bouw, de inbedrijfstelling, de bedrijfsvoering en tenslotte de buitengebruikstelling en ontmanteling. Om aan het doel te kunnen voldoen dient een kernreactor in essentie aan de drie volgende veiligheidsfuncties te voldoen:

- a. Het beheersen van de reactiviteit.
- b. Het koelen van de splijtstoffen.
- c. Het insluiten van de radioactieve stoffen of splijtstoffen.

Deze drie veiligheidsfuncties gelden voor alle fasen van de levensduur van een kernreactor. Het gelaagde veiligheidsconcept beschrijft in hoofdlijnen hoe hier invulling aan gegeven wordt. Om de veiligheidsfuncties te garanderen dient een kernreactor, ook de PALLAS-reactor, maatregelen te nemen:

- Ter beheersing van de blootstelling van mensen aan ioniserende straling en het vrijkomen van radioactieve stoffen of (bestraalde) splijtstoffen in het milieu.
- Ter beperking van de waarschijnlijkheid van gebeurtenissen die kunnen leiden tot het verlies van controle op de kern in de kernreactor, op de nucleaire kettingreactie, op radioactieve bronnen of andere bronnen van ioniserende straling.
- Ter mitigatie van de gevolgen van dergelijke gebeurtenissen indien deze zich voordoen.

Het gelaagde veiligheidsconcept

De Nucleaire Veiligheid van kernreactoren is gebaseerd op het concept van gelaagde veiligheid (in het Engels 'Defence-in-Depth'). Dit veiligheidsconcept is bedoeld om ongevallen te voorkomen dan wel de gevolgen daarvan te beperken. Dit concept is een samenspel van bouwkundige, technische en organisatorische voorzieningen. Er worden meerdere strategieën toegepast om de veiligheid van de reactor onder abnormale omstandigheden en ongevalscondities te waarborgen. Dit wordt bereikt door een aantal niveaus van beschermende maatregelen, elk met een eigen strategie. Elke strategie heeft als doelstelling om met de beschikbare middelen alle mogelijke vormen van zowel menselijk falen als het falen van apparatuur te voorkomen (preventie) of de radiologische gevolgen van dat falen zoveel mogelijk te beperken (beheersing, mitigatie).

Daarbij zijn de volgende veiligheidsniveaus met bijbehorende bedrijfstoestanden te onderscheiden (zie Tabel 2):

- Veiligheidsniveau 1: normaal bedrijf.
- Veiligheidsniveau 2: voorzienbare bedrijfsvoorvallen / afwijkend bedrijf.
- Veiligheidsniveau 3a: veronderstelde begingebourtenissen met enkelvoudig falen.
- Veiligheidsniveau 3b: veronderstelde begingebourtenissen met meervoudig falen.
- Veiligheidsniveau 4: veronderstelde kernsmeltongevallen.
- Veiligheidsniveau 5: vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen.

Veiligheidsniveau 3 bestaat uit twee niveaus, onderverdeeld in a en b, omdat beide niveaus aan dezelfde radiologische doelstellingen moeten voldoen. Bij normaal bedrijf bevindt de installatie zich op veiligheidsniveau 1. Op dit niveau staat het voorkomen van storingen in de dagelijkse bedrijfsvoering centraal. Bij de volgende niveaus worden voorzienbare bedrijfsvoorvallen of ook wel afwijkend bedrijf (veiligheidsniveau 2), ongevallen zonder kernsmelt (veiligheidsniveau 3) en ongevallen met kernsmelt (veiligheidsniveau 4) beheerst. Mocht er desondanks sprake zijn van significante lozingen van radioactieve stoffen naar het milieu, dan worden maatregelen genomen gericht op het beperken van de gevolgen voor mensen, dieren, planten en goederen (veiligheidsniveau 5).

In het concept voor gelaagde veiligheid zijn tevens ongevallen met meervoudig falen en kernsmeltongevallen in het ontwerp meegenomen. Dit betekent dat het ontwerp van een kernreactor bestand moet zijn tegen veronderstelde ongevallen met meervoudig falen en tegen bepaalde veronderstelde kernsmeltongevallen zodat de radiologische gevolgen voor de omgeving beperkt zijn. Voorheen werden

gebeurtenissen met meervoudig falen en kernsmeltongevallen beschouwd als zijnde buitenontwerp-ongevallen en werden in het ontwerp met name gebeurtenissen met enkelvoudig falen beschouwd. Met het nieuwe concept (conform de VOBK) worden voor nieuwe reactoren dus meer gebeurtenissen binnen het ontwerp verondersteld.

Hierbij worden de volgende typen ongevallen beschouwd:

- Het falen van een intern systeem, zoals de lekkage van een koelsysteem of het uitvallen van de stroomvoorziening.
- Interne gevaren, zoals een brand.
- Externe gevaren, zoals een overstroming (rekening houdend met klimaatverandering), een aardbeving of het neerstorten van een vliegtuig op de installatie.

Tabel 2 Het gelaagde veiligheidsconcept

Niveaus van gelaagde veiligheid	Bijbehorende bedrijfstoestanden	Doelstelling	Essentiële middelen	Radiologische gevolgen
Veiligheids-niveau 1	Normaal bedrijf	Afwenden van afwijkend bedrijf en falen	Conservatief ontwerp en bouw en bedrijfsvoering van hoge kwaliteit, regeling van voornaamste parameters van de installatie binnen gedefinieerde grenzen	Binnen de voorgeschreven bedrijfslimieten voor lozing
Veiligheids-niveau 2	Voorzienbare bedrijfsvoorvallen	Beheersing van afwijkend bedrijf en falen	Beheersings- en limiterende systemen en voorzieningen voor monitoring	
Veiligheids-niveau 3	Niveau 3.a Veronderstelde begingeburtenissen met enkelvoudig falen	Beheersing van ongevalstoestand ter beperking van het vrijkomen van radioactiviteit en het verhinderen van escalatie naar omstandigheden die tot kernsmelt kunnen leiden	Veiligheidssystemen, ongevalsprocedures	Geen radiologische gevolgen buiten de terreingrenzen of slechts kleine radiologische gevolgen
	Niveau 3.b Veronderstelde begingeburtenissen met meervoudig falen		Additionele structuren, systemen en componenten en ongevalsprocedures	
Veiligheids-niveau 4	Veronderstelde kernsmeltongevallen	Beheersing van ongevallen met kernsmelt om het vrijkomen van radioactiviteit buiten de terreingrenzen te beperken	Complementaire structuren, systemen en componenten en ongevalsprocedures	Beperkte beschermende maatregelen nodig (gebied en tijd)
Veiligheids-niveau 5	Vrijkomen van significante hoeveelheden radioactieve stoffen	Beperking van radiologische gevolgen	Noodmaatregelen buiten de terreingrenzen Interventieniveaus	Radiologische gevolgen buiten de terreingrenzen waardoor beschermende maatregelen nodig zijn

Barrière-concept

Het barrière-concept maakt onderdeel uit van het concept van gelaagde veiligheid. Het doel van het barrière-concept is het insluiten van radioactieve stoffen en (bestraalde) splijtstoffen in de installatie. Dit concept is gebaseerd op de aanwezigheid van meerdere achtereenvolgende fysieke barrières en retentiefuncties. Bij functieverlies van één barrière zorgt de volgende barrière alsnog voor de insluiting.

Het aantal barrières en de vorm ervan worden bepaald door onder andere het type kernreactor, de configuratie en haar vermogen. Onder barrières wordt onder andere verstaan de bekleding van de splijtstofelementen en het containment (de insluiting die normaal wordt gevormd door het gebouw). Retentiefuncties zijn maatregelen of voorzieningen die getroffen worden om radioactieve stoffen vast te houden. Dit kan bijvoorbeeld door het filteren van lucht, bedekken van radioactief materiaal met water, gerichte (lucht)stroom door het behouden van een onderdruk, gebouwafdichtingen, containers, etc.

Voor de veiligheid is het van belang dat de barrières onafhankelijk van elkaar functioneren. Dit betekent dat in geval van een gevaar of een ongeval een barrière niet mag falen alleen vanwege het feit dat een andere barrière faalt. Mochten er alsnog één of meer barrières falen waardoor radioactieve stoffen vrijkomen, dan zorgen de retentiefuncties voor het ophouden of tijdelijk vasthouden van die stoffen.

Interne en externe gevaren

Een gevaar is gedefinieerd als een gebeurtenis die binnen of buiten de inrichting kan voorkomen en mogelijk of daadwerkelijk negatieve gevolgen heeft voor de veiligheid van de reactor. Interne gevaren komen van binnen de inrichting terwijl externe gevaren van buiten de inrichting komen. Een voorbeeld van een intern gevaar is een brand binnen de inrichting. De externe gevaren zijn van natuurlijke oorsprong of door mensen veroorzaakt, zoals bliksem, aardbeving of risico's als gevolg van een nabijgelegen industrieterrein.

3.2 Beoordelingskader plan-MER

In onderstaande tabel staan de beoordelingscriteria waarop in dit achtergrondrapport het aspect Nucleaire Veiligheid ten behoeve van het plan-MER beoordeeld gaat worden. Daarna volgt een toelichting op de criteria.

Het ontwerp van de PALLAS-reactor is nog niet beschikbaar, zodat het nog niet mogelijk is om de maatgevende ongevallen vast te stellen en de gevolgen daarvan kwantitatief te bepalen. Als vergelijkingsobject wordt de HFR beschouwd. De HFR heeft een vergelijkbaar reactorvermogen (45 MWth nominaal en 50 MWth vergund t.o.v. maximaal 55 MWth voor PALLAS). Daarbij mag verondersteld worden dat de bij PALLAS toegepaste stand der techniek beter is dan die van de HFR.

Tabel 3 De beoordelingscriteria voor Nucleaire Veiligheid

Aspect	Beoordelingscriteria
Nucleaire Veiligheid	Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen: Effectieve dosis voor omwonenden Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen: Individueel risico Groepsrisico

Radiologische eisen bij veronderstelde ongevallen

Artikel 18 van het Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse) bevat een aantal verplichte en mogelijke gronden voor het weigeren van een aanvraag om een vergunning krachtens artikel 15, aanhef, en onder b, van de Kernenergiewet (Kew). De weigeringsgrond in artikel 18, tweede lid, onder a, van het Bkse heeft betrekking op de limietwaarden voor veronderstelde inleidende gebeurtenissen. Het gaat hier om ongevallen waarop het ontwerp van de installatie is berekend. In aansluiting op het risicobeleid is voor deze veronderstelde en radiologische relevante inleidende gebeurtenissen per kansengebied een dosislimiet geformuleerd. Hierbij gaat het om lozingen tijdens normaal bedrijf, voorzienbare bedrijfsvoorvallen en ontwerpbasisongevallen.

Voor nieuwe kernreactoren zijn richtlijnen van toepassing met stringentere randvoorwaarden die niet direct van toepassing zijn voor bestaande reactoren, conform de Handreiking VOBK.

Veiligheidsniveau 1 en 2 dosislimieten

In het Besluit stralingsbescherming is het uitgangspunt dat de blootstelling aan straling ten gevolge van handelingen zo laag als redelijkerwijs mogelijk gehouden moet worden¹. De dosislimieten voor de bevolking en het personeel bij normaal bedrijf en voorziene bedrijfsvoorvallen (tot een gebeurtenisfrequentie van 10^{-2} per jaar, zie onderstaande Tabel 4) zijn hetzelfde (conform Tabel 2)². Voor de stralingsbescherming tijdens normaal bedrijf wordt verder verwezen naar het achtergrondrapport Stralingsbescherming.

Veiligheidsniveau 3 dosislimieten

Gegarandeerd dient te worden dat ongevallen zonder kernsmelt geen of slechts geringe radiologische gevolgen voor de omgeving hebben. Dit houdt in dat er geen behoefte moet zijn aan beschermingsmaatregelen zoals het uitdelen van jodiumprofylaxe, schuilen of evacuatie. De laagste interventiewaarde hierbij geldt voor de beschermingsmaatregel schuilen (zie Tabel 5). Er moet daarom uit de risicoanalyses komen dat de radiologische gevolgen van een ongeval zonder kernsmelt onder de gestelde interventiewaarden blijven.

Dosislimieten worden gekoppeld aan de frequentie waarmee ongevallen zonder kernsmelt kunnen plaatsvinden, zie hiervoor Tabel 4. Hoe groter de kans op een ongeval zonder kernsmelt, hoe lager de door het ongeval veroorzaakte dosis mag zijn.

Tabel 4 Gebeurtenisfrequenties en dosislimieten voor ongevallen zonder kernsmelt [6]

Gebeurtenisfrequentie F per jaar ³	Maximaal toegestane effectieve dosis per persoon (genomen over 70 jaar)
$F \geq 10^{-2}$	0,1 mSv ⁴
$10^{-2} > F \geq 10^{-3}$	1 mSv
$F < 10^{-3}$	10 mSv

Dergelijke dosislimieten voor ongevallen zijn ook opgenomen in de Bkse (art. 18, lid 2) als criterium om een vergunning te weigeren, maar deze limieten zijn minder stringent dan de limieten in de VOBK (zie paragraaf 4.1).

Veiligheidsniveau 4 dosislimieten

De randvoorwaarden voor veiligheidsniveau 4 vereisen dat kernsmeltongevallen die tot vroegtijdige en/of grootschalige lozingen kunnen leiden praktisch uitgesloten zijn. Het doel hierachter is dat indien een kernsmeltongeval optreedt, alleen beschermingsmaatregelen hoeven te worden getroffen die beperkt zijn in tijd en in omvang en dat voldoende tijd aanwezig is om deze te implementeren. Alle redelijkerwijs mogelijke oplossingen die de potentiële blootstellingen van werknemers, burgers en milieu kunnen verminderen moeten geïmplementeerd worden.

Bij een kernsmeltongeval is het containment de belangrijkste barrière voor het beschermen van de omgeving tegen radioactief materiaal. Om deze reden is het essentieel om de integriteit van het containment te bewaren. Daarnaast moeten extra voorzieningen aangebracht worden in het ontwerp om de gevolgen van een kernsmeltongeval te beperken.

¹ Besluit Stralingsbescherming art. 5, lid 1.

² Zie voor de limieten Besluit Stralingsbescherming o.a. artt. 35, 48, 49, 76, 77, 78, 79 en 80.

³ 10^{-2} betekent eens in de 100 jaar, 10^{-3} betekent eens in de 1000 jaar. $F \geq 10^{-2}$ betekent dat de gebeurtenisfrequentie groter is dan of gelijk is aan eens in de 100 jaar.

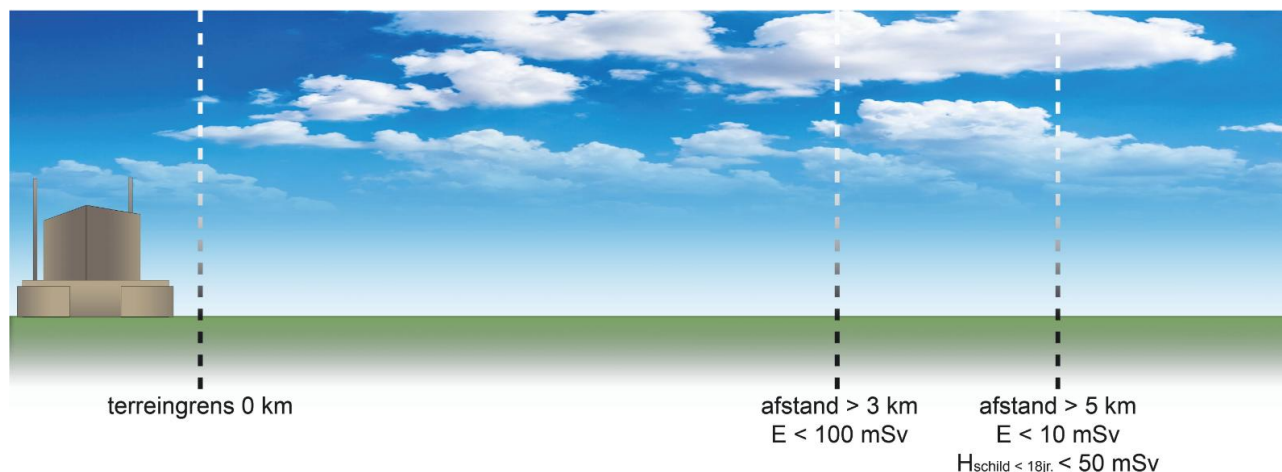
⁴ De sievert (symbool Sv) is de SI-eenheid voor de equivalente dosis ioniserende straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld, en is gelijk aan 1 J/kg. De sievert is afhankelijk van de biologische effecten van straling. De millisievert (mSv) is een duizendste deel van een sievert.

Als gevolg daarvan moeten dus het containment en de kernsmeltbeheerssystemen zodanig ontworpen worden om de lozingen tijdens een kernsmeltverloop zo klein als redelijkerwijs mogelijk te houden. Hierbij moet aan de randvoorwaarden zoals samengevat in Tabel 5, worden voldaan.

Tabel 5 Ontwerprandvoorwaarden voor veronderstelde kernsmeltongevallen [6]

Beschermings- maatregel	Evacuatie zone (< 3 km)	Schuilzone (< 5 km)	Buiten de Schuilzone	Interventiewaarde
Permanente evacuatie	Nee	Nee	Nee	-
Evacuatie	Kan nodig zijn	Nee	Nee	$E \geq 100$ mSv
Schuilen	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee	$E \geq 10$ mSv
Jodiumprofylaxe	Kan nodig zijn	Kan nodig zijn	Nee	HSchild, <18 jr ≥ 50 mSv HSchild, ≥ 18 jr ≥ 100 mSv

De zones dienen als ontwerprandvoorwaarde gecombineerd te worden met de Nederlandse interventiewaarden. Hiervoor worden interventiewaarden gehanteerd (zie Tabel 5 en Figuur 6): voor schuilen en evacuatie geldt een interventiewaarde voor de effectieve dosis (E) en voor het uitdelen van jodiumprofylaxe⁵ is geldt een interventiewaarde voor de schildklierdosis (H_{schild}) voor kinderen (<18 jr) en voor volwassenen (≥ 18 jr).



Figuur 6 Schematische weergaven van zones en interventiewaarden bij veronderstelde kernsmeltongevallen [6]

Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen

Voor het individueel (plaatsgebonden) risico geldt dat de risicoanalyse moet laten zien dat de kans dat een persoon, die zich permanent en onbeschermd buiten de desbetreffende inrichting zou bevinden, overlijdt als gevolg van een ongeval (dus niet alleen een buitenontwerpongeval zoals bedoeld in artikel 18, lid 3 van het Bkse) kleiner is dan 10^{-6} per jaar (zie Tabel 6). Voor het groepsrisico geldt dat deze risicoanalyse moet laten zien dat de kans dat buiten de desbetreffende inrichting een groep van tenminste 10 personen direct dodelijk slachtoffer is van een ongeval, kleiner is dan 10^{-5} per jaar (of voor n maal meer direct dodelijke slachtoffers een kans die n^2 maal kleiner is).

⁵ Jodiumprofylaxe bestaat uit het toedienen van een jodiumtablet om schildklierkanker te voorkomen, wanneer er radioactief jodium vrijkomt uit een kernreactor. Inname van radioactief jodium verhoogt de kans op het krijgen van schildklierkanker bij kinderen en jongeren. De toename van de kans is het grootst bij kinderen, die ten tijde van het binnenkrijgen van radioactief jodium jonger dan circa 10 jaar zijn. Bij volwassenen is de toename van de kans op schildklierkanker zeer gering en bij mensen boven 40 jaar is er geen verhoogd risico op schildklierkanker aangetoond [10].



Tabel 6 Toelaatbaar risico als gevolg van ongevallen [6]

Type risico		Toelaatbaar risico
Individueel (plaatsgebonden) risico		$\leq 10^{-6}$ per jaar
Groepsrisico	10 slachtoffers	$\leq 10^{-5}$ per jaar
	100 slachtoffers	$\leq 10^{-7}$ per jaar
	1000 slachtoffers	$\leq 10^{-9}$ per jaar

Samenvattend kan worden gesteld dat als geldende criteria voor het beoordelingskader voor Nucleaire Veiligheid de criteria in Tabel 4, Tabel 5 en Tabel 6 van toepassing zijn.

De PALLAS-reactor moet voldoen aan de stricte eisen die gesteld worden vanuit Nucleaire Veiligheid. Met gebruik van de huidige technieken is dit ook haalbaar (en dus realistisch). In het besluit-MER zal onderbouwd worden dat aan deze eisen wordt voldaan. Dit is tot slot ook noodzakelijk. Immers, indien de reactor niet aan deze eisen voldoet, kan geen vergunning worden afgegeven. Dit is een uitgangspunt in onderstaande beoordeling.

4 HUIDIGE SITUATIE EN AUTONOME ONTWIKKELING

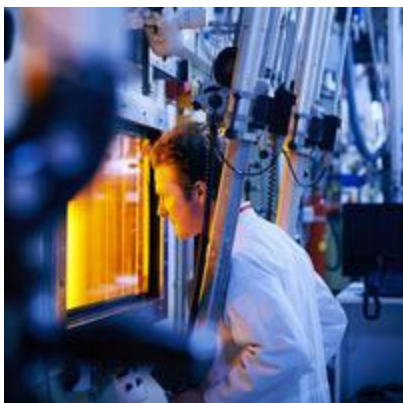
4.1 Huidige situatie

Omdat de gezamenlijke milieueffecten van de nucleaire installaties op de OLP worden beschouwd en deze installaties elk hun kenmerken hebben met betrekking tot Nucleaire Veiligheid, worden zij hieronder kort beschreven. Deze installaties worden bedreven op basis van hun vergunning in het kader van de Kernenergiewet. Het betreft de volgende installaties.



Hoge Flux Reactor (HFR)

Onderzoeksreactor met een belangrijke maatschappelijke functie in de productie van medische isotopen en in onderzoek naar energievoorziening.



Hot Cell Laboratorium (HCL)

Dit laboratorium wordt ingezet bij nabestralingsonderzoek. Radioactieve materialen die bestraald zijn in de HFR kunnen in dit laboratorium worden verwerkt voor verder onderzoek en productie. De HCL bestaat uit een Research Lab en uit de Molybdeen Productie Faciliteit (zie hieronder).



Molybdeen Productie Faciliteit (MPF)

Deze faciliteit ligt naast het HCL. Hierin wordt het molybdeen afgescheiden en gezuiverd uit bestraald uranium zodat het geschikt is voor uiteindelijk transport naar de ziekenhuizen.



Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL)

Dit moderne laboratorium biedt onderdak voor onderzoek naar levensduurverkortings van radioactief afval en de ontwikkeling van nieuwe isotopen voor de behandeling van patiënten. Het JGL is meegenomen in de vergunning van de HCL.



Decontamination & Waste Treatment (DWT)

Deze faciliteit wordt ingezet voor het reinigen van radioactieve besmette materialen. Materialen worden hier schoongemaakt en het radioactief afval wordt hier gescheiden ingezameld en verpakt om getransporteerd te worden voor opslag. Radioactief besmet water van de HFR en de andere faciliteiten wordt in deze faciliteit gereinigd, waarna het gereinigde water wordt geloosd op de Noordzee.



Waste Storage Facility (WSF)

Deze opslagfaciliteit is in gebruik voor de tijdelijke opslag van radioactief afval voordat het naar de COVRA (Centrale Organisatie Voor Radiactief Afval) in Borssele gaat.



Lage Flux Reactor (LFR)

Deze reactor is met name ingezet voor de training- en opleiding van reactorpersoneel. Daarnaast is er ook materiaalonderzoek verricht zoals echtheidsonderzoek van schilderijen.

De LFR is buitengebruik sinds 2011 en wordt momenteel ontmanteld. De splijtstof, de brandstof en het meest radioactieve deel van de reactor, is in 2013 verwijderd en afgevoerd.



Curium

Curium pharma (voorheen Mallinckrodt Medical) is een leverancier van farmaceutische producten. Voor de productie van radio-isotopen staan in Petten twee cyclotrons en worden grondstoffen bestraald in de HFR.



Het Instituut voor Energie en Transport (IET) van het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie ondersteunt het communautaire beleid ten aanzien van zowel nucleair als niet-nucleaire energie met het oog op duurzame, veilige en efficiënte energieproductie, distributie en gebruik. JRC voorziet in klantgestuurde, wetenschappelijke en technische ondersteuning voor het uitstippelen, ontwikkelen, uitvoeren en volgen van EU-beleid.

Milieueffecten van de bestaande nucleaire installaties

De nucleaire activiteiten van de hiervoor genoemde bestaande nucleaire installaties zijn vergund met een Kew-vergunning. Bij deze installaties kunnen met een bepaalde kans ongevallen optreden waarbij radioactieve stoffen naar de omgeving kunnen vrijkomen. Hiervoor gelden dosislimieten zoals die zijn opgenomen in de Bkse (art. 18, lid 2), zie Tabel 7.

Tabel 7 Gebeurtenisfrequenties en dosislimieten voor ongevallen (Bkse)

Gebeurtenisfrequentie F per jaar	Maximaal toegestane effectieve dosis per persoon	
	Personen vanaf 16 jaar	Personen tot 16 jaar
$F \geq 10^{-1}$	0,1 mSv	0,04 mSv
$10^{-1} > F \geq 10^{-2}$	1 mSv	0,4 mSv
$10^{-2} > F \geq 10^{-4}$	10 mSv	4 mSv
$F < 10^{-4}$	100 mSv	40 mSv
Effectieve schildklierdosis ≤ 500 mSv		

Onderstaande Tabel 9 geeft de maximale doses en de kans van optreden van de ontwerpgevallen van de verschillende nucleaire faciliteiten op de OLP site aan. Daarnaast is in Tabel 9 ook het individuele risico als gevolg van buiten-ontwerpgevallen weergegeven.

Tabel 8 Maximale doses en kans van optreden van representatieve ontwerpgevallen en het individueel risico als gevolg van ontwerp- en buiten-ontwerpgevallen voor de nucleaire faciliteiten op de OLP site [7] [8]⁶

Faciliteit	Ontwerpgeval		(Buiten)-ontwerpgeval
	Max. dosis (mSv)	Kans (1/jr)	Individueel risico (1/jr)
HFR	0,23	$< 1 \cdot 10^{-1}$	$2 \cdot 10^{-8}$
MPF	5	$< 1 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-11}$
HCL ⁷	10	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-10}$
WSF	-	-	$1 \cdot 10^{-9}$
DWT	15	$< 1 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-8}$

Uit Tabel 9 blijkt dat de maatgevende ontwerpgevallen van de faciliteiten voldoen aan de toetsingscriteria van het Bkse zoals weergegeven in Tabel 7.

Eveneens is af te lezen dat het individueel risico van maatgevende buiten-ontwerpgevallen, ook bij sommatie over alle installaties, onder het door de overheid gestelde toetsingscriterium van 10^{-6} per jaar ligt.

Uit de berekeningen voor de bestaande installaties volgt dat de optredende doses in de omgeving als gevolg van ongevallen zodanig beperkt zijn dat er geen acute (deterministische) effecten mogelijk zijn waardoor mensen op korte termijn kunnen overlijden [7] [8]. Er is daarom geen sprake is van groepsrisico.

De onderlinge invloed van de verschillende faciliteiten als gevolg van een radiologisch ongeval bij één van de faciliteiten zal beperkt zijn tot een mogelijke evacuatie van de faciliteiten. Er zijn voorzieningen aanwezig om in een dergelijk geval zorg te dragen voor het veilig uitbedrijf nemen van de faciliteiten. Een domino-effect leidend tot ongevallen bij meerdere faciliteiten is daarom niet voorzien.

4.2 Autonome ontwikkelingen

Voor de ombouw van de MPF-installatie voor het verwerken van bestraalde targets met laag verrijkt uranium in plaats van met targets met hoog verrijkt uranium is in mei 2017 de definitieve kernenergiewet-vergunning afgegeven. Naar verwachting zal de ombouw bij aanvang van de voorgenomen activiteit zijn afgerond (gepland in 2017), zodat deze niet (meer) relevant is als autonome ontwikkeling.

Met betrekking tot de WSF geldt dat in de komende jaren een belangrijk deel van het hier opgeslagen historisch radioactief afval zal worden afgevoerd naar de COVRA. Naar verwachting zal de afvoer bij aanvang van de voorgenomen activiteit niet volledig zijn afgerond (gepland 2023). Dit heeft uiteindelijk een beperkte positieve invloed op de Nucleaire Veiligheid op en rond de OLP. Voor het verwijderen van dit afval worden installaties gebouwd voor het scheiden en verpakken van dit afval. Deze installaties en de bijbehorende afvaltransporten zullen mogelijk tijdelijk een beperkte bijdrage leveren aan het risico als gevolg van ongevallen. Deze mogelijke bijdrage zal binnen de vergunningswaarden van deze faciliteiten en de wettelijke criteria vallen en zal geen invloed hebben op de toekomstige vergunningsvoorschriften van PALLAS.

Op de OLP is een bodemverontreiniging aanwezig met radioactief tritium. Deze verontreiniging is een gevolg van een lekkage in een afvoerleiding van de HFR naar de DWT. Sinds enige jaren loopt er een sanering waarbij een groot deel van deze verontreiniging is verwijderd. Naar verwachting zal de sanering van de bodem bij aanvang van de voorgenomen activiteit zijn afgerond (afrondering gepland in 2019).

In het kader van het karakteriseren van de locatie voor de PALLAS-reactor is de bevolkingsdichtheid en de ontwikkeling daarvan rond de OLP geïnventariseerd [9]. Geconcludeerd is dat de verwachte bevolkingsgroei in de provincie Noord-Holland (in vergelijking met 2015) 6% in 2025 en 10% in 2040 bedraagt. De

⁶ Er is onvoldoende informatie beschikbaar over Curium en JRC om in deze tabel weer te geven.

⁷ Het JGL is hierin meegenomen.

beschouwde effecten voor omwonenden (effectieve dosis en individueel risico) worden individueel vastgesteld. Omdat dit per individu wordt berekend heeft de bevolkingsgroei hierop geen invloed. Alleen op het groepsrisico is een effect van de bevolkingsgroei mogelijk omdat dit voor alle omwonenden geldt. Aangezien bij de HFR geen sprake is van een groepsrisico (zie vorige paragraaf), is het niet aannemelijk dat dit voor de PALLAS-reactor zal leiden tot een overschrijding van de wettelijke criteria.

In de buurt van de OLP kunnen in de nabije toekomst mogelijk meer toeristen aanwezig zijn als gevolg van de autonome ontwikkelingen in de recreatie sector (bijvoorbeeld de appartementen in hotel Sint Maartenszee en het Bohemian Estate project). Deze autonome ontwikkelingen zijn uitgebreid beschreven in het achtergrondrapport recreatie en toerisme. In de fase van het Besluit-MER wordt rekening gehouden met deze toename in de modelering voor het bepalen van de effecten voor de omgeving.

Samenvattend kan worden gesteld dat de verschillende invloeden van de bovengenoemde autonome ontwikkelingen op de Nucleaire Veiligheid beperkt zullen zijn en binnen de geldende vergunningswaarden en de wettelijke criteria zullen vallen. In totaal zal dit niet tot een grote verandering ten opzichte van de huidige situatie leiden. Aangezien bij de HFR geen sprake is van groepsrisico (zie vorige paragraaf), is dit aspect niet relevant.

5 MILIEUEFFECTEN

Voor de PALLAS-reactor zullen ongevallen worden beschouwd die het gevolg zijn van interne gebeurtenissen (zoals lekkage van een koelsysteem of brand) en van calamiteiten met een externe oorzaak (zoals overstroming, aardbeving of een neerstortend vliegtuig). Om vast te stellen dat de locatie waar de PALLAS-reactor zal worden gebouwd hiervoor geschikt is en niet leidt tot ontoelaatbare risico's als gevolg van calamiteiten met een externe oorzaak wordt momenteel een onderzoek verricht. De geschiktheid van de locatie zal in het kader van het besluit-MER worden beoordeeld. Dit zal gebeuren op basis van diverse studies die de locatie karakteriseren. De uitkomst van de locatie karakterisering wordt gebruikt om eisen en acceptatiecriteria voor het ontwerp van de PALLAS-reactor op te stellen. Van het ontwerp worden veiligheidsanalyses uitgevoerd, waarbij de bestendigheid van het ontwerp tegen de site specifieke omstandigheden wordt gecontroleerd. Wanneer de uitkomst hiervan goed is en aan de wettelijke en door PALLAS opgestelde acceptatiecriteria wordt voldaan, zal dit worden gebruikt als onderbouwing van de Kernenergiewet-aanvraag. In het kader van vergunningverlening op basis van de Kernenergiewet zal gedetailleerd worden aangetoond dat de te bouwen PALLAS-reactor bestand is tegen de locatie specifieke natuurlijke en menselijke gevaren. Aangetoond zal worden dat de PALLAS-reactor veilig en binnen de geldende criteria kan worden bedreven. Op dit moment zijn er geen calamiteiten met externe oorzaak bekend voor de locatie, die op voorhand verhinderen dat PALLAS aan de geldende criteria zal kunnen voldoen.

De HFR voldoet aan de dosiscriteria zoals deze vastliggen in het Bkse (zie paragraaf 4.1). Voor nieuwe reactoren gelden tegenwoordig strengere dosiscriteria op basis van de VOBK [6]. Omdat de PALLAS-reactor volgens de laatste inzichten en eisen (conform VOBK) zal worden ontworpen en gebouwd is het realistisch om te stellen dat deze zal voldoen aan de nieuwe strengere criteria. Dit geldt naast de genoemde dosiscriteria ook voor de veiligheidsrelevante technische eisen zoals de bescherming tegen externe bedreigingen.

Het huidige regionale rampenbestrijdingsplan houdt nog geen rekening met de realisatie van de PALLAS-reactor. Voor zowel de bouwfase als voor het in bedrijf komen van de PALLAS-reactor zal het Rampenbestrijdingsplan hieraan worden aangepast zodat dit een nieuwe onderzoeksreactor niet in de weg zal staan. Dit zal gedaan worden in overleg met de veiligheidsregio en volgens de daarvoor geldende richtlijnen. Daarbij zullen crisisplannen met mitigerende maatregelen voor de omgeving worden opgesteld. Deze crisisplannen zullen worden gebaseerd op ongevalsscenario's die in het veiligheidsrapport van de PALLAS-reactor zullen worden geanalyseerd, en eventueel op additionele scenario's ten behoeve van de crisisplanning. Ongevalsscenario's die zullen worden beschouwd betreffen (conform [6]) interne gebeurtenissen, zoals de lekkage van een koelsysteem, het falen van systemen, problemen met de reactorkern of brand, en calamiteiten met een externe oorzaak, zoals overstroming of aardbeving. De potentiële gevolgen van dergelijke ongevallen voor de omgeving zullen worden gebruikt voor het vaststellen van de benodigde noodmaatregelen. In samenspraak met de veiligheidsregio zal informatie over de uitvoerbaarheid van de maatregelen aan het bestuur van de veiligheidsregio verschaft worden voor zover die nodig is voor een adequate voorbereiding van de rampenbestrijding en de crisisbeheersing. De toekomstige situatie voor de PALLAS-reactor zal op dit punt niet wezenlijk verschillen van de huidige situatie met de HFR.

De onderlinge invloed van de PALLAS-reactor en de bestaande nucleaire faciliteiten op de OLP als gevolg van een radiologisch ongeval zal beperkt zijn tot een mogelijke evacuatie van de faciliteiten als gevolg van radioactieve lozingen bij een ongeval van één van de faciliteiten. Uit de Veiligheidsrapporten van de bestaande faciliteiten zijn geen ongevallen bekend die een grote directe invloed op de PALLAS-reactor kunnen hebben waardoor bij de PALLAS-reactor ook een ongeval ontstaat. Een directe onderlinge invloed als gevolg van een ongeval waardoor ook een ongeval optreedt in een andere faciliteit is daarom niet aannemelijk. Er zijn voorzieningen aanwezig om bij een radiologisch ongeval waarbij evacuatie noodzakelijk is, zorg te dragen voor het veilig uitbedrijf nemen van de faciliteiten. Voor de PALLAS-reactor zal dit ook het geval zijn. Een domino-effect leidend tot ongevallen bij meerdere faciliteiten tegelijkertijd is daarom niet voorzien.

Met betrekking tot eventuele grensoverschrijdende effecten in het kader van het Espoo-verdrag (zie ook paragraaf 1.3 van het plan-MER) geldt dat zowel de dichtstbijzijnde landgrens van Duitsland als die van België op ongeveer 140 km van de geplande locatie voor de PALLAS-reactor ligt. Zoals aangegeven in het beoordelingskader zijn in de handreiking VOBK zones en interventiewaarden voor veronderstelde kernsmeltongevallen beschreven. Als ontwerpvoorwaarde voor dergelijke ongevallen geldt dat buiten de

schuilzone, tot maximaal 5 km van de terreingrens, de maximale gevolgen voor de bevolking zodanig beperkt moeten zijn dat geen schuilen, evacuatie of het uitdelen van de jodiumprofylaxe nodig is. De afstand tot de landgrenzen is ruim meer dan 5 km, zodat er zelfs als gevolg van de ernstigste aan te nemen ongevallen geen grensoverschrijdende beschermingsmaatregelen nodig zullen zijn.

De maximale stralingsbelasting als gevolg van radioactieve lozingen die vrijkomen tijdens een ongeval dienen te voldoen aan de wettelijke criteria (zie beoordelingskader). De maximale stralingsbelasting treedt op aan of op een beperkte afstand van de terreingrens. Gezien de grote afstand tot de dichtstbijzijnde landgrenzen zal de stralingsbelasting daar als gevolg van radioactieve lozingen en de daarbij optredende milieueffecten ordes van grootte lager zijn dan de wettelijke criteria en daarom niet significant zijn. Een vergelijkbare redenering geldt overigens ook voor de reguliere lozingen tijdens normaal bedrijf, waarvan de stralingsbelasting vele malen lager is.

Bouwfase

Met betrekking tot de projectfasen geldt dat de bouwfase van de PALLAS-reactor niet relevant is voor de Nucleaire Veiligheid van de nieuwe reactor zelf, aangezien er dan nog geen splijtstoffen of andere radioactieve stoffen in de installatie aanwezig zijn.

De bouwfase kan echter wel invloed hebben op de direct naastgelegen nucleaire faciliteiten, het Hot Cell Laboratorium (HCL) en de Molybdeen Productie Faciliteit (MPF). Omdat de exacte locatie voor de nieuwe reactor en de bouwmethode nog niet bekend zijn, is deze eventuele beïnvloeding nu nog niet vast te stellen. Daarom zal als onderdeel van de vergunningverlening benodigd voor de bouw worden aangetoond dat eventuele additionele risico's voor nabije installaties acceptabel zijn. Dit wordt hieronder kort toegelicht.

De bouwfase levert in het kader van stralingsbescherming mogelijk risico's op voor de reeds aanwezige nucleaire installaties. Voor de realisatie van het nucleaire eiland is een bouwput nodig omdat dit gebouw deels in de grond zit. Er is ten aanzien van deze risico's een tweetal zaken te onderscheiden. Enerzijds is dat het inbrengen van de bouwput wanden anderzijds bij het ontgraven van de bouwput van zettingen in de omgevingen. Beide punten hebben invloed op het maaiveld en op de nabij gelegen gebouwen.

Het inbrengen van de bouwputwanden heeft het risico van trillingsoverlast en van geluidsoverlast. Waarbij trillingen ook tot schade aan naast liggende gebouwen kan leiden. Gezien de mogelijke gevoeligheid voor trillingen van de naast liggende metselwerk gebouwen wordt voor een trillingsarme bouwmethodiek gekozen. Door de keuze van diepwanden als bouwputwand worden de trillingen voorkomen. De bouwputwanden worden dan geformeerd door het graven van een sleuf in de grond die wordt gevuld met beton. Onacceptabele trillingen worden voorkomen door een regeling in de bestemmingsplanherziening.

Het ontgraven van de bouwput geeft zettingen in de omgeving. Het invloedsgebied van deze zettingen bedraagt 1,5x de diepte van de ontgraving (circa 30m) waarbij vlak naast de bouwput de grootste zettingen optreden. Of de direct naastliggende gebouwen in dit invloedsgebied liggen is nog sterk afhankelijk van de exacte locatie van de bouwput. Vooralsnog liggen de bestaande gebouwen ongeveer op deze grens. Ook hiervoor zijn beheersmaatregelen te nemen om de zettingen te beperken.

De HFR ondervindt geen risico, aangezien deze ver buiten de invloedsfeer ligt.

De bouwhoogtevarianten kunnen daarmee dus mogelijk leiden tot een beperkte verslechtering van de nucleaire veiligheid van de OLP, die echter binnen de wettelijke criteria blijft, en scoren daarom negatief (-) ten opzichte van de referentiesituatie.

Overgangsfase

In de referentiesituatie zijn beide onderzoeksreactoren tijdens de overgangsfase in bedrijf en moet rekening gehouden worden met de som van de risico's voor de omgeving. Omdat deze beide reactoren elk over een eigen Kernenergiwetvergunning (zullen) beschikken, is in eerste instantie het wettelijk kader bepalend voor het toegestane risico.

Het effect van de voorgenomen activiteit ten opzichte van de referentiesituatie is maximaal een verdubbeling van het risico wanneer beide reactoren in bedrijf zijn. Overigens zal ook in deze situatie voldaan worden aan de wettelijke dosis- en risicocriteria.

In de overgangsfase kunnen beide reactoren tegelijkertijd in bedrijf zijn waarvoor in totaal meer koelwater nodig is. Bij koeling vanuit het kanaal (koelingsvariant K1) zou de koelcapaciteit voor normaal bedrijf dan in

principe in gevaar kunnen komen bij een lage waterstand in het kanaal (zie het achtergrondrapport Bodem en water). Aangezien de benodigde hoeveelheid koelwater ten behoeve van de veiligheid veel kleiner is dan tijdens normaal bedrijf zal dit geen probleem opleveren. De benodigde koelcapaciteit van twee zojuist afgeschakelde reactoren ligt namelijk ruimschoots onder de benodigde koelcapaciteit voor één reactor op vol vermogen. Indien in een extreem geval de waterstand toch dermate laag zou zijn dat voldoende koelwater voor de veiligheid een probleem zou kunnen zijn dan kan het in bedrijf zijn van de reactoren voor die periode gestaakt worden. Voor de veiligheid zal dit daarom geen probleem vormen.

Overigens zal deze situatie waarin beide reactoren tegelijk bedreven worden van korte duur zijn en vermoedelijk beperkt blijven tot enige jaren.

Invloed van de bouwhoogtevarianten

De varianten voor de bouwhoogte resulteren in een groter of kleiner deel van het nucleaire eiland dat zich onder de grond bevindt. Met betrekking tot de Nucleaire Veiligheid zijn er een aantal aspecten dat hierdoor wordt beïnvloed. Een direct gevolg van de bouwhoogte is dat de mate van afscherming van ioniserende straling door de bodem per variant verschilt. Aangezien de reactorkern zich in een bassin met water zal bevinden, wordt de straling van de reactorkern grotendeels afgeschermd door dit water. Vervolgens zullen de betonnen bassinwand en de dikke betonnen wanden van het gebouw voor additionele afscherming zorgen. In het geval van een bouwhoogte van 40 meter is echter meer aandacht nodig voor ontwerp en de afscherming om te voldoen aan de eisen.

De variant met bouwhoogte van 40 meter resulteert bij een toegang van het nucleaire eiland op maaiveld niveau in een ingang onderin het gebouw. Dit is voor de bedrijfsvoering minder gunstig omdat veel materialen, onder andere nucleaire materialen zoals de splijtstof en te bestralen materialen, op grotere hoogte van bovenaf in het reactor bassin moeten worden gebracht en weer terug moeten worden afgevoerd. In deze variant zijn hierbij handelingen met grotere hoogteverschillen nodig. Zeker in het geval van bestraalde materialen, die vanwege de daarbij aanwezige straling in zware, afgeschermd containers moeten worden afgevoerd, is dit ongunstig.

Tijdens ongevallen is het mogelijk dat met name radioactieve gasvormige stoffen of aerosolen in het rgebouw vrijkomen. Deze radioactieve stoffen kunnen voor externe stralingsbelasting zorgen, waarbij afscherming door de wanden van het gebouw optreedt. Aangezien de stoffen met name in het bovenste gedeelte van het gebouw zullen verzamelen, zal de afscherming van de bodem bij de verschillende varianten voor de bouwhoogte hierop geen significante invloed hebben.

Andere aspecten betreffen de bescherming tegen een neerstortend vliegtuig en de andere karakteristiek van het gebouw tijdens een aardbeving. Het ontwerp kan echter in beide gevallen zodanig aangepast worden dat de bescherming voldoende is. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie.

Met betrekking tot radioactieve lozingen is de afhankelijkheid van de lozingshoogte voor de effecten op de omgeving niet van belang omdat wordt uitgegaan van een vaste hoogte van de ventilatieschacht, onafhankelijk van de gebouwhoogte.

De varianten ten aanzien van de bouwhoogte zijn derhalve niet onderscheidend voor de Nucleaire Veiligheid.

Invloed van de koelingsvarianten

De werking van het secundaire koelsysteem is voornamelijk van belang voor de normale bedrijfsvoering maar mogelijk ook voor de Nucleaire Veiligheid. De uitvoering van het koelsysteem zal met de verschillende varianten, in combinatie met de overige koelsystemen van de PALLAS-reactor, zodanig ontworpen kunnen worden dat de betrouwbaarheid hiervan voldoende hoog is. Op dit moment is echter nog niet vast te stellen welke variant veiligheidstechnisch de voorkeur verdient. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie.

Verder is van de varianten voor de koeling met betrekking tot de Nucleaire Veiligheid de afvoer van belang, aangezien dit een mogelijk lozingspad zou kunnen vormen in geval van specifieke ongevallen. Het onderscheid is hierbij de lozing van koelwater naar zee of het gebruik maken van luchtkoelers.

In beide gevallen zal voor het lozen van radioactieve stoffen het falen van meerdere barrières nodig zijn. Omdat het specifieke ontwerp nog niet beschikbaar is, is op dit moment niet vast te stellen welke variant veiligheidstechnisch de voorkeur verdient. Wel zal het ontwerp in beide gevallen zodanig aangepast kunnen worden dat de gevolgen van eventuele lozingen gedurende ongevallen voldoen aan de geldende criteria. Daarmee is de keuze tussen de varianten geen veiligheidstechnische maar een ontwerptechnische kwestie. De varianten ten aanzien van de koeling zijn dus niet onderscheidend voor de Nucleaire Veiligheid.

6 MITIGERENDE MAATREGELEN

Zoals aangegeven in het voorgaande hoofdstuk zal de PALLAS-reactor met betrekking tot de Nucleaire Veiligheid kunnen (en moeten) voldoen aan dosislimieten en risicocriteria voor ongevallen zoals vastgesteld in het beoordelingskader. Hiertoe zal de PALLAS-reactor worden voorzien van diverse veiligheidsvoorzieningen. Additionele mitigerende maatregelen zijn daarom niet nodig.

7 LEEMTEN IN KENNIS

De beoordeling van de Nucleaire Veiligheid en het voldoen aan de criteria kan pas kwantitatief worden gedaan als het ontwerp van de PALLAS-reactor en bijbehorende veiligheidsanalyses gereed zijn. Deze komen beschikbaar in een latere fase van het project. De kwantitatieve beoordeling zal onderdeel uitmaken van het dan op te stellen besluit-MER.

AFKORTINGEN EN BEGRIPPENLIJST

Aërosolen	Zeer kleine stofdeeltjes, die zich als gas gedragen
Begingebuurtenis	(Veronderstelde) gebeurtenis, die het begin kan zijn van een ongeval, waarbij een verhoogde emissie van radioactieve stoffen optreedt
Becquerel (Bq)	SI unit voor radioactiviteit, welke het aantal nucleaire transformaties per seconde weergeeft
Buitenontwerpongeval	Ongeval waartegen de installatie niet ontworpen is
COVRA	Centrale Organisatie Voor Radiatief Afval, voor de langdurige opslag van Nederlands radioactief afval.
Deterministisch effect	Orgaanfunctiestoornis ten gevolge van ioniserende straling, een dosisafhankelijk effect dat optreedt boven een bepaalde drempelwaarde
Directe straling	Straling die rechtstreeks afkomstig van een nucleaire installatie, en niet als gevolg van bv. lozing van radioactieve stoffen
Dosis	Geabsorbeerde stralingsenergie per massa-eenheid (eenheid: Gray, Gy)
Dosiscriterium/limiet	Maximaal toelaatbare dosis vastgesteld door de overheid
Decontamination & Waste Treatment (DWT)	Faciliteit die wordt ingezet voor het reinigen van radioactieve besmette materialen. Het radioactief afval wordt getransporteerd voor opslag. Radioactief besmet water wordt in deze faciliteit gereinigd.
Effectieve dosis	Dosiswaarde, die dient om het optreden van lange-termijneffecten (kanker) te kunnen beoordelen (eenheid: sievert, Sv)
Groepsrisico	De kans dat direct tijdens een ongeval of kort daarna meer dan tien dodelijke slachtoffers vallen
Hoge Flux Reactor (HFR)	Onderzoeksreactor met een belangrijke maatschappelijke functie in de productie van medische isotopen en in onderzoek naar energievoorziening.
Hot Cell Laboratorium (HCL)	Laboratorium dat wordt ingezet bij nabestralingsonderzoek. Radioactieve materialen die bestraald zijn in de Hoge Flux Reactor kunnen in dit laboratorium worden verwerkt voor verder onderzoek en productie.
Individueel risico	De kans dat een individu ten gevolge van een bepaalde activiteit in een bepaald jaar overlijdt
Instituut voor Energie en Transport (IET)	Instituut van het Joint Research Centre (JRC) van de Europese Commissie voor wetenschappelijk en technisch onderzoek.
Ioniserende straling	Straling, te onderscheiden in onder andere α -, β - of γ -straling, uitgezonden door radioactief materiaal
Isotopen	Verschillende atomen van eenzelfde element met dezelfde chemische eigenschappen, echter met verschillend kerngewicht
Jaap Goedkoop Laboratorium (JGL)	Modern laboratorium voor onderzoek naar levensduurverkortings van radioactief afval en de ontwikkeling van nieuwe isotopen voor de behandeling van patiënten.
Lage Flux Reactor (LFR)	Reactor voor de training- en opleiding van reactorpersoneel en materiaalonderzoek. De LFR is buitengebruik sinds 2011 en wordt momenteel ontmanteld.
Molybdeen	Stof waarvan het radioactieve isotoop $Mb-99$ wordt geproduceerd ten behoeve van de diagnostiek van kanker in ziekenhuizen
Molybdeen Productie Faciliteit (MPF)	Faciliteit (naast het HCL) waarin molybdeen wordt afgescheiden en gezuiverd uit bestraald uranium zodat het geschikt is voor uiteindelijk transport naar de ziekenhuizen

Ontwerpongeval	Ongeval waartegen bij het ontwerp veiligheidsvoorzieningen zijn getroffen
Probabilistische veiligheids-analyse (PSA)	Analyse op basis van waarschijnlijkheidsrekening, ook wel een risicoanalyse genoemd: een systematisch onderzoek naar de kans van optreden van kernbeschadiging en naar de gevolgen voor de omgeving
Radioactieve stoffen	Stoffen, die ioniserende straling uitzenden
Radioactiviteit	Eigenschap van stoffen met instabiele atomen, gekenmerkt door spontaan optredende veranderingen in de atoomkern waarbij ioniserende straling wordt uitgezonden (eenheid: becquerel, Bq)
Radiologisch	De leer over ioniserende straling betreffend
Risico	Ongewenste gevolgen van een bepaalde activiteit verbonden met de kans, dat deze zich zullen voordoen
Risicoanalyse	Systematisch onderzoek naar de kans van optreden van kernbeschadiging en naar de gevolgen voor de installatie en de omgeving
Schildklierdosis	Dosis ontvangen door de schildklier, met name vanwege inhalatie van radioactief jodium
Sievert (Sv)	De sievert (symbool Sv) is de SI-eenheid voor de equivalente dosis ioniserende straling waaraan een mens in een bepaalde periode is blootgesteld, en is gelijk aan 1 J/kg. De sievert is afhankelijk van de biologische effecten van straling. De millisievert (mSv) is een duizendste deel van een sievert
Waste Storage Facility (WSF)	Opslagfaciliteit voor de tijdelijke opslag van radioactief afval voordat het naar de COVRA

VERWIJZINGEN

- [1] „Ruimtelijke plannen; vastgesteld 2016-05-18;NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03,” [Online]. Available: www.ruimtelijkeplannen.nl. [Geopend 4 Januari 2017].
- [2] Kernenergiewet (Kew), geldend op 01-06-2016.
- [3] „Dosisberekening voor de Omgeving bij Vergunningsverlening Ioniserende straling, A. Lozingen in lucht en water (DOVIS-A),” RIVM, 2002.
- [4] Besluit kerninstallaties, splijtstoffen en ertsen (Bkse), geldend op 01-06-2016.
- [5] Besluit Stralingsbescherming (Bs), geldend op 01-06-2016.
- [6] ANVS, „Handreiking voor een veilig ontwerp en het veilig bedienen van kernreactoren VOBK – Dutch Safety Requirements DSR,” ANVS, Den Haag, Oktober 2015.
- [7] NRG, „Veiligheidsrapport Kernenergiewetvergunning NRG-Petten, Part 1 “Algemeen & Centrale voorzieningen”,” NRG, Petten, 31 Augustus 2007.
- [8] NRG, „Veiligheidsrapport HFR, Veiligheidsanalyses (Hoofdstuk 16), NO NV HFR OD 0047,” NRG, Petten, 2003.
- [9] LEOPS (ARCADIS/NRG), „Population distribution and use of land and water - PALLAS Site Characterisation,” Arnhem, 2016.
- [10] M. Leenders, Y. Kok, H. Reinen en C. Zuur, „Jodiumprofylaxe bij kernongevallen, 348804004/2004,” RIVM, 2004.
- [11] „Ruimtelijke plannen; vastgesteld 2016-05-18;NL.IMRO.0441.BPBGZIJPE-VA03,” [Online]. Available: www.ruimtelijkeplannen.nl. [Geopend 10 Januari 2017].

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com

Projectnummer: D04001.000050
Onze referentie: 079192536 H

NRG

Postbus 25
1755 ZG PETTEN
+31 (0)224 564950
www.nrg.eu