

|                                                                                   |                |                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|
|  | <b>VERSLAG</b> | <b>KERNBEDRYFSEENHEID</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|

**Titel: Openbare inligtingsdokument  
vir die langtermynbedryf van  
Koeberg-kernkragsentrale**

**Dokument-  
identifiseerder: 240-165294677**

**Alternatiewe  
verwysingsnommer: nvt**

**Toepassingsgebied: Kernbedryfseenheid**

**Funksionele gebied: Kerningenieurswese**

**Hersiening: 2**

**Totale bladsye: 86**

**Datum van volgende  
hersiening: nvt**

**Openbaarmakings-  
klassifikasie: Openbaar**

**Saamgestel deur:**



**B Oaker  
Ingenieurskonsultant**

**Datum: 2022-08-26**

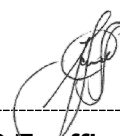
**Funksionele  
verantwoordelikheid**



**B Mashele  
Senior Bestuurder IPD-K**

**Datum: 2022-08-26**

**Gemagtig deur:**



**S Touffie  
Senior Bestuurder  
Kerningenieurswese**

**Datum: 2022-8-29**

## BESTUURSOPSOMMING

Eskom is die houer van die kerninstallasielisensie (NIL-01 variasie 19) [1] vir die Koeberg-kernkragssentrale (Koeberg), wat bestaan uit twee 920 MWe drukwaterreaktoropwekkingseenhede. Die aanleg het in 1984 kommersiële bedrywighede begin, en die oorspronklike veiligheidstudies het aangeneem dat dit 'n bedryfslewe van 40 jaar sou hê. Eenheid 1 en Eenheid 2 sal onderskeidelik in 2024 en 2025 40 jaar kommersiële bedryf bereik. Koeberg produseer al vir meer as 36 jaar lank skoon, veilige elektrisiteit wat aan kernbedryfstandaarde voldoen, internasionaal aanvaarde bestuurstelsels gebruik en beskik oor toepaslik gekwalifiseerde en gemagtigde personeel vir die veilige bedryf van die aanleg.

Eskom het by die Nasionale Kernreguleerder (NKR) aansoek gedoen om 'n wysiging van NIL-01 om Koeberg nog 20 jaar ná 21 Julie 2024 te bedryf. Dit is tot 21 Julie 2044 vir Eenheid 1 en tot 9 November 2045 vir Eenheid 2. Die aansoek word genoem die aansoek om langtermynbedryf (LTO) van Koeberg. Die lisensie-aansoek voldoen aan die NKR se Regulasies oor Langtermynbedryf [2] en is gegrond op Eskom se veiligheidsargument, wat toon dat Koeberg minstens 60 jaar lank veilig kommersieel bedryf kan word.

Hierdie openbare inligtingsdokument (OID) is bedoel om die publiek voldoende inligting te gee oor die radiologiese risiko's vir veiligheid, gesondheid en die omgewing as gevolg van die verlenging van die bedryfslewe van Koeberg met 20 jaar. Dit sal die publiek in staat stel om sinvol aan die regulatoriese proses van openbare betrokkenheid deel te neem.

Eskom se besluit om LTO na te streef, is in ooreenstemming met internasionale bedryfsnorme. Daar is tans 133 kernreaktors wêreldwyd wat al 40 jaar of meer in werking is [3]. In die Verenigde State van Amerika (VSA) het die Kernreguleringskommissie 'n verlenging van 40 tot 60 jaar se bedryf vir 94 kernreaktooreenhede goedgekeur, en 'n verdere ses kernreaktooreenhede is goedgekeur vir 80 jaar se bedryf [4]. Daar is bewys dat LTO ekonomiese sin maak en geen onnodige risiko inhou wanneer goedkeuring vir lewensverlenging deur robuuste regulatoriese prosesse verkry word nie.

Die argument vir veiligheid gedurende LTO verskaf redenasies en gedokumenteerde bewyse wat toon dat daar geen onaanvaarbare radiologiese risiko vir veiligheid, gesondheid of die omgewing is nie. Die veiligheidsargument is gebaseer op veiligheidsassesserings en evaluasies wat ter ondersteuning van LTO uitgevoer is. 'n Periodieke veiligheidsoorsig (PSR) is 'n gedetailleerde veiligheidsassessering van 14 veiligheidsfaktore (wat verskeie veiligheidsvereistes omvat) om te bepaal in watter mate Koeberg voldoen aan internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes en om veiligheidsverbeterings te identifiseer. Ongeveer 1 150 veiligheidsvereistes is geassesseer en verbeterings geïdentifiseer. Die uitslag van die PSR het bevestig dat Koeberg voldoen aan die vereistes en dus dat die voortgesette veilige bedryf van Koeberg, insluitende LTO, ondersteun word.

Doeltreffende hantering van veroudering van toerusting deur middel van bestuurpraktyke en -prosesse kan voorkom dat die nadelige gevolge van veroudering die integriteit van die aanlegtoerusting gedurende die tydperk van LTO beïnvloed. Suid-Afrika het die internasionale

### OPENBAAR

atoomenergie-agentskap (IAEA) genooi om 'n portuurbeoordeling van die veiligheidsaspekte van langtermynbedryf (SALTO) vir Koeberg te doen. Hierdie assessering was daarop gemik om Koeberg te help om 'n veilige en doeltreffende benadering tot LTO te ontwikkel deur 'n goed gedokumenteerde proses met insette van internasionale kundiges te gebruik. 'n Belangrike doelwit van SALTO was om die doeltreffendheid en volledigheid van Koeberg se programme vir verouderingsbestuur te hersien en verbeterings voor te stel. Die implementering van die voorstelle verseker dat veroudering van toerusting voldoende bestuur word. Die SALTO-assessering het bevestig dat die voortgesette veilige bedryf van Koeberg, insluitende LTO, ondersteun word. Verbeterings in die programme vir die verouderingsbestuur, toetsing en monitering van stelsels, strukture en komponente (SSK's) verseker voor LTO en gedurende die volle tydperk van LTO die veilige en betroubare bedryf van die aanleg.

Die Kerninstallasielisensie NIL-01 het verskeie lisensievoorwaardes waaraan Koeberg moet voldoen. Dit sluit in voorwaardes vir radiologiese beskerming van persone, omgewingsbeskerming, bestuur van radioaktiewe afval, instandhouding en inspeksies van die aanleg se toerusting, en vele meer. Daar word voorsien dat hierdie lisensievoorwaardes gedurende LTO geldig sal bly en dat Koeberg sal voortgaan om aan die lisensievoorwaardes te voldoen. Die NKR hou toesig oor Koeberg-bedrywigheide deur monitering van die lisensievoorwaardes en algemene bedrywigheide. Die streng toesig wat deur die NKR verskaf word, het bygedra tot die voortgesette veilige bedryf van Koeberg en sal voortgaan om gedurende LTO toesig te hou.

Die NKR het oorhoofse veiligheidskriteria ontwikkel en gepubliseer [5] vir die beskerming van werkers en die publiek in alle bedryfstoestande en gebeurtenisse wat met kernkragssentrales verband hou. Hierdie veiligheidskriteria bestaan uit vereistes vir deterministiese en waarskynlikheidsrisiko's, met die bedoeling dat die veiligheidskriteria verseker dat Koeberg se bedrywigheide nie onnodige kernkrag- en/of radiologiese veiligheidsrisiko's vir werkers of die publiek inhou nie. Die NKR se veiligheidskriteria is gelykstaande aan internasionale beste praktyke.

Die PSR het bevestig dat Koeberg aan die veiligheidskriteria voldoen en dat die openbare risiko minder as 3% van die NKR se veiligheidskriteria beloop, terwyl die risiko vir werkers minder as 20% is. Hierdie risiko's is laer as wat as aanvaarbaar beskou word [6] en baie laer as die risiko van dood weens byvoorbeeld padongelukke in Suid-Afrika.

Die stralingsdosis waaraan werkers en die publiek blootgestel word as gevolg van Koeberg-bedrywigheide is baie laer as die dosisperke wat deur wetgewing gespesifiseer word. Die jaarlikse effektiewe dosisperk vir lede van die publiek as gevolg van enige gemagtigde kernbedrywigheide in Suid-Afrika is 1 mSv per jaar, terwyl die individuele dosisbeperking van toepassing op Koeberg vir 'n verteenwoordigende persoon 0,25 mSv per jaar is [7]. Die PSR het bevestig dat Koeberg aan die dosisperk voldoen en dat die jaarlikse gemiddelde dosis aan die publiek minder as 1% van die wetlik bepaalde dosisperk was.

#### **OPENBAAR**

Die jaarlikse effektiewe dosisperk vir werkers wat gekwalifiseer is om in stralingsgebiede te werk, is gelykstaande aan 'n gemiddelde effektiewe dosis van 20 mSv per jaar gemiddeld oor vyf opeenvolgende jare en 'n maksimum effektiewe dosis van 50 mSv in enige enkele jaar [7]. Die PSR het bevestig dat Koeberg voldoen aan die jaarlikse gemiddelde effektiewe dosisperk en jaarlikse maksimum dosisperk vir werkers soos deur wetgewing bepaal.

Die PSR het ook bevestig dat beroeps- en publieke blootstelling aan straling by Koeberg altyd so laag as redelikerwys haalbaar (ALARA) en onder regulatoriese perke gehou is deur die toepassing van effektiewe stralingsbeskerming.

Die omgewingsimpak as gevolg van Koeberg-bedrywighede is minimaal en binne regulatoriese perke. Die vloeibare en gasuitleeisel wat gedurende die aanleg se normale bedrywighede vrygestel word, word gemoniteer en onder beheerde toestande vrygelaat en moet voldoen aan die jaarlikse gemagtigde vrystellingshoeveelheid (AADQ), wat voldoen aan die maksimum jaarlikse effektiewe dosisperk soos bepaal deur wetgewing. Die voorspelde publieke dosis as gevolg van hierdie vrylatings is bereken met inagneming van omgewingsopbou van 60 jaar vir LTO deur konserwatiewe aannames te gebruik. Die PSR het bevestig dat die publieke dosis van die vloeistof- en gasvrystellings binne die dosisbeperking van 0,25 mSv bly. Dit is baie minder as die gemiddelde agtergrondstralingsvlakke van ongeveer 2,4 mSv per jaar [9]. Die gemiddelde jaarlikse dosis vir 'n persoon wat naby Koeberg woon, is meer as 100 keer laer as die dosis wat van natuurlike agtergrondstraling ontvang word. Daarom is die waarskynlikheid van enige gesondheidseffekte as gevolg van Koeberg-bedrywighede baie laag.

Die tegniese argumente vir LTO is bevestig deur die uitslag van die PSR. Party van die gevolgtrekkings wat gemaak is, is die volgende:

- Die huidige ontwerp van Koeberg is voldoende wanneer dit aan die lisensiëringsbasis en nasionale en internasionale standaarde beoordeel word.
- Die programme wat verband hou met die instandhouding van die aanlegstelsels, strukture en komponente (SSK's) is voldoende en goed geïmplementeer.
- Die toestand van die SSK's wat belangrik is vir kernveiligheid, verskaf vertroue in die vermoë om veiligheidsfunksies vir die tydperk van LTO te lewer.
- Die verouderingsbestuurprogramme, -prosesse en -bestuursmetodes voldoen grootliks aan internasionale standaarde, en die voorgestelde verbeterings sal veilige bedryf gedurende LTO verseker.

Die algehele kernveiligheid van Koeberg is op 'n aanvaarbare vlak. Alle afwykings wat gedurende die PSR geïdentifiseer is, het verbeteringsaksies, en die tydskaal vir die implementering daarvan word as toepaslik beskou en is in ooreenstemming met hulle veiligheidsimpak.

#### **OPENBAAR**

Ná die Foekoesjima-ongeluk in Japan in 2011 [10], het Koeberg 'n veiligheidsherassessering uitgevoer om aandag te gee aan die lesse wat uit hierdie gebeurtenis geleer is. Die herassessering het gefokus op ekstreme eksterne gebeurtenisse (soos aardbewings en tsoenami's) wat 'n nadelige uitwerking op die veilige bedrywighede van Koeberg kan hê. Die noodgereedheid- en -reaksie situasie is ook hersien. As gevolg van die herassessering het Koeberg verskeie inisiatiewe geïmplementeer om sy vermoë te verbeter om sulke gebeure te kan hanteer (soos bykomende elektriese kragtoevoer, alternatiewe bronne van verkoelingswater en mobiele toerusting om puin van 'n aardbewing op te ruim). 'n Nuwe verslag oor terreinveiligheid word gefinaliseer op grond van die nuutste metodologieë en bedryfservaring. Bykomende verbeterings word beplan, gebaseer op veranderinge in die terrein (bv. klimaatsveranderinge) wat Koeberg se veiligheid gedurende die tydperk van LTO verder sal verbeter.

Om voldoende, bekwame personeel te hê, is belangrik om LTO te ondersteun. Vereistes vir personeelbevoegdheid en kennisbestuur word in die NKR se regulatoriese dokumente ([11] en [12]) gespesifiseer. Koeberg het die nodige bestuurstelsels, menslikehulpbronprosesse, en opleidingsfasiliteite om te verseker dat voldoende bevoegde personeel beskikbaar bly om LTO te ondersteun. Hoogs ervare kontrakteurs is verkry om die toename oor die kort en medium termyn in werkomvang as gevolg van LTO te ondersteun, terwyl werwingsveldtogte gebruik word om vakante poste permanent te vul soos nodig. Koeberg se kennisbestuurprogram word verder verbeter en uitgebrei om dit in lyn te bring met internasionale praktyke. Koeberg se robuuste menslikehulpbron-, opleidings- en personeelontwikkelingsprosesse is vergelykbaar met internasionale praktyke.

Eskom het hom daartoe verbind om die nodige finansiële hulpbronne beskikbaar te stel om veilige en betroubare werking vir LTO moontlik te maak. Ooreenkomstig die Wet op Openbare Finansiële Bestuur en verwante magtigingswetgewing oorweeg en bepaal die Eskom-raad van tyd tot tyd die befondsingstrukture van Eskom met inagneming van die befondsingsvereistes van Eskom. Eskom het ook, soos aangedui in sy finansiële jaarverslag, voorsiening gemaak om te verseker dat voldoende finansiële bronne beskikbaar gestel word vir die uitbedryfstelling van Koeberg, insluitende die rehabilitasie van die gepaardgaande grond en die bestuur van die gebruikte kernbrandstofelemente en radioaktiewe afval.

Kernveiligheidskultuur- (NSC-)opnames word driejaarliks uitgevoer en maak gebruik van die internasionaal erkende 'Institute of Nuclear Power Operations'- (INPO-)eienskappe vir 'n gesonde NSC [13]. Die 10 eienskappe van 'n gesonde NSC (elk met sy eie eienskappe en gedrag) word as 'n kernbedryfstandaard beskou. Die opnames is in 2014, 2016 en 2019 gedoen en by die NKR ingedien. 'n Vergelyking van die resultate van die NSC-opnames het aan die lig gebring dat die telling vir alle eienskappe oor die tydperk van 2014 tot 2019 verbeter het. Aanbevelings van die 2019 NSC-opname is in verbeteringsaksies gekonsolideer en is sedertdien geïmplementeer. Daar is tot die gevolgtrekking gekom dat hoewel geleenthede vir verbetering altyd bestaan, die NSC by Koeberg aanvaarbaar was vir veilige voortgesette bedryf in LTO.

#### **OPENBAAR**

Die NIL-01 verskaf regulasies in verband met vervoer, verwydering en berging van radioaktiewe afval. Radioaktiewe lae- en middelvlakafval – kortlewend (LILW-SL) en hoëvlakafval (HLW) word by Koeberg gegenereer as 'n nuwe produk van sy bedrywighede, instandhouding en verbeterings. Tans word gebruikte brandstof (HLW) veilig op die perseel geberg in spesifieke poele vir gebruikte brandstof en in droogbergingshouers. Die gebruikte brandstof kan oorgeplaas word na 'n gesentraliseerde tussentydse bergingsfasiliteit (CISF), wat ontwikkel word deur die nasionale radioaktiewe afvalverwyderingsinstituut (NRWDI) en wat die nodige goedkeuringsprosesse ondergaan [14]. Die poele en droëhouerbergingsfasiliteite op die terrein sal steeds vir die berging van gebruikte brandstof gedurende die tydperk van LTO gebruik word. Die bykomende droëhouerbergingskapasiteit wat vir hierdie doel nodig is, is onderhewig aan NKR-goedkeuring.

LILW-SL is bestem om by Vaalputs, die nasionale kernaafvalfasiliteit geberg te word (ook vir LTO). LILW-SL word by Koeberg geënkapsuleer en in dromme bewaar in afvalhouers wat aan die spesifieke kriteria vir aanvaarding by Vaalputs voldoen en deur die NKR goedgekeur is. Die kriteria spesifiseer die radiologiese, meganiese, fisiese, chemiese en biologiese vereistes van die afvalpakkette om te verseker dat die afval behoorlik geïsoleer is en dat dit veilig geberg kan word. Eskom het die NRWDI as gevolg van LTO formeel versoek om bykomende bergingskapasiteit vir LILW-SL te verskaf. Die bergingskapasiteit by Vaalputs is voldoende om afval wat gedurende die LTO-tydperk gegenereer is, te akkommodeer. Die bykomende bergingskapasiteit is onderhewig aan NKR-goedkeuring.

Die Koeberg-afvalbergingsstrategieë vir LILW-SL en HLW is in lyn met die benaderings wat internasionaal toegepas word en hou 'n baie lae risiko vir veiligheid, gesondheid en die omgewing in.

Ten slotte, Eskom se argumente bewys dat daar geen onnodige risiko vir kernveiligheid, menslike gesondheid of die omgewing is deur Koeberg nog 20 jaar te bedryf nie. Die aansoek om Koeberg tot 60 jaar lank te bedryf sal deur die NKR geëvalueer en beslis word.

#### **OPENBAAR**

## INHOUD

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>BESTUURSOPSOMMING</b>                                                                            | 2  |
| <b>1. DOEL</b>                                                                                      | 10 |
| <b>2. OMVANG</b>                                                                                    | 10 |
| <b>3. STRUKTUUR EN INHOUD</b>                                                                       | 10 |
| <b>4. DEFINISIES, AFKORTINGS EN AKRONIEME, EN VERBINDINGSIMBOLE</b>                                 | 11 |
| 4.1 Definisies                                                                                      | 11 |
| 4.2 Afkortings en akronieme                                                                         | 14 |
| 4.3 Verbindingsimbole                                                                               | 16 |
| <b>5. AGTERGROND TOT LANGTERMYNBEDRYF</b>                                                           | 16 |
| <b>6. REGSGRONDSLAG EN REGULATORIESE RAAMWERK VIR LTO</b>                                           | 20 |
| 6.1 Die veiligheidsargument om die LTO-aansoek te ondersteun                                        | 20 |
| 6.2 Die huidige lisensievoorwaardes en lisensiëeringsbasis                                          | 24 |
| 6.3 NKR-toesig – nakoming en toepassing                                                             | 26 |
| <b>7. AANSOEKERSINLIGTING</b>                                                                       | 27 |
| <b>8. BESKRYWING VAN DIE TERREIN</b>                                                                | 28 |
| 8.1 Geskiktheid van terrein                                                                         | 30 |
| <b>9. BESKRYWING VAN KOEBERG SE HUIDIGE BEDRYWIGHED</b>                                             | 30 |
| 9.1 Die Koeberg-kernkragsentrale                                                                    | 30 |
| 9.2 Elektrisiteitsopwekking uit kernkragaanlegte                                                    | 33 |
| 9.2.1 Kernsplitsing                                                                                 | 33 |
| 9.2.2 Radioaktiewe materiaal gebruik                                                                | 35 |
| <b>10. RISIKO'S VIR VEILIGHEID, GESONDHEID EN DIE OMGEWING WAT VERBAND HOU MET LANGTERMYNBEDRYF</b> | 37 |
| 10.1 Kernveiligheidsrisiko's                                                                        | 37 |
| 10.1.1 Kernveiligheidsrisikoperke                                                                   | 37 |
| 10.1.2 Verdediging-in-diepte                                                                        | 39 |
| 10.1.3 Ongelukbestuur                                                                               | 40 |
| 10.2 Menslike gesondheidsrisiko's van blootstelling aan straling                                    | 41 |
| 10.2.1 Straling in die daaglikse lewe                                                               | 42 |
| 10.2.2 Stralingsdosis en biologiese gevare van blootstelling aan straling                           | 43 |
| 10.2.3 Radiologiese impak op die publiek                                                            | 46 |
| 10.2.4 Beroepsblootstelling aan straling                                                            | 48 |
| 10.3 Impak van LTO op die omgewing                                                                  | 51 |
| 10.3.1 Bedryfsperke vir vrystellings in die omgewing                                                | 52 |
| 10.3.2 Monitering van radioaktiewe vloeibare en gasafval om vrystellings te beheer                  | 53 |
| 10.3.3 Uitwerking op die omgewing as gevolg van groot opknapping van die aanleg vir LTO             | 54 |
| 10.3.4 Uitwerking op die omgewing wat veroorsaak word deur verouderende aanleg                      | 54 |

### OPENBAAR



|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 10.3.5Radioaktiwiteit in die omgewing as gevolg van LTO .....                 | 55        |
| 10.3.6LTO-uitwerking op grondgebruik rondom Koeberg .....                     | 56        |
| 10.3.7Omgewingsmoniteringsprogram .....                                       | 57        |
| <b>11. TEGNIESE ARGUMENTE VIR LANGTERMYNBEDRYF .....</b>                      | <b>58</b> |
| 11.1 Ontwerp van Koeberg .....                                                | 58        |
| 11.2 Werklike toestand van die stelsels, strukture en komponente .....        | 60        |
| 11.3 Verouderingsbestuurassessering vir SALTO .....                           | 62        |
| 11.4 Periodieke veiligheidsoorsig .....                                       | 63        |
| 11.5 Stralingsbeskermingsprogram .....                                        | 66        |
| 11.6 Fisiese en kubersekuriteit .....                                         | 68        |
| 11.7 Noodbeplanning en gereedheid .....                                       | 68        |
| <b>12. ORGANISATORIESE BEPALINGS VIR LANGTERMYNBEDRYF .....</b>               | <b>70</b> |
| 12.1 Bestuurstelsel .....                                                     | 70        |
| 12.2 Reëlins vir finansiële hulpbronne .....                                  | 70        |
| 12.3 Menslike hulpbronne .....                                                | 71        |
| 12.4 Bekwaamheid en kennisbestuur .....                                       | 71        |
| 12.5 Veiligheidskultuur .....                                                 | 72        |
| <b>13. BESTUUR VAN RADIOAKTIEWE AFVAL EN UITBEDRYFSTELLINGSTRATEGIE .....</b> | <b>74</b> |
| 13.1 Regulatoriese raamwerk vir radioaktiewe afval .....                      | 74        |
| 13.2 Klassifikasie van afval .....                                            | 75        |
| 13.3 Bestuur van radioaktiewe afval by Koeberg .....                          | 76        |
| 13.4 Berging van hoë-, intermediêre- en lae-vlakafval .....                   | 78        |
| 13.5 Radioaktiewe afval vir LTO .....                                         | 82        |
| 13.6 Uitbedryfstellingsplan en finansiële hulpbronne .....                    | 82        |
| <b>14. VERVOER VAN RADIOAKTIEWE AFVAL EN RADIOAKTIEWE MATERIAAL .....</b>     | <b>82</b> |
| <b>15. GEVOLGTREKKING .....</b>                                               | <b>83</b> |
| <b>16. VERWYSINGS .....</b>                                                   | <b>85</b> |

## FIGURE

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 1: Aantal kernkragreaktors en netto elektriese kapasiteit (GWe) in die wêreld [3] .....                                                          | 17 |
| Figuur 2: Elektriese lewering en ouderdom van werkende kernkragreaktoereenhede [3] .....                                                                | 18 |
| Figuur 3: Die nuwe Koeberg-stoomontwikkelaars word in Suid-Afrika afgelewer .....                                                                       | 20 |
| Figuur 4: Streeks- en plaaslike terreinkonteks .....                                                                                                    | 29 |
| Figuur 5: Skematiese voorstelling van 'n tipiese drukwaterreaktor keraanleg [21] .....                                                                  | 31 |
| Figuur 6: Konfigurasie van stelsels van 'n PWR-aanlegontwerp [22] .....                                                                                 | 31 |
| Figuur 7: Illustrasie van die algemene rangskikking van SSK's in 'n drieluskernkragaanleg [23] ..                                                       | 33 |
| Figuur 8: Kernsplittingsreaksie [24] .....                                                                                                              | 34 |
| Figuur 9: Illustrasie van 'n tipiese PWR-kernbrandstofelement, met die brandstofstaaf,<br>beheerstaaf, en brandstofpilelemente afsonderlik getoon ..... | 35 |

## OPENBAAR



|                                                                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 10: Bestuur van risiko so laag as redelik prakties (ALARP) aangepas vanaf [6].....                                       | 38 |
| Figuur 11: Voorkoms van kernskade per jaar .....                                                                                | 41 |
| Figuur 12: Soorte ioniserende straling saam met hulle onderskeie afskermingsmateriale .....                                     | 43 |
| Figuur 13: Blootstellingsroetes [28].....                                                                                       | 46 |
| Figuur 14: Publieke blootstelling as gevolg van Koeberg-bedrywighede .....                                                      | 48 |
| Figuur 15: Elektroniese persoonlike dosimeter (EPD) .....                                                                       | 49 |
| Figuur 16: Termo-luminesserende dosimeter (TLD) .....                                                                           | 49 |
| Figuur 17: Hoogste werkersdosis per jaar ontvang.....                                                                           | 50 |
| Figuur 18: Gemiddelde dosis per werker per jaar (mSv).....                                                                      | 51 |
| Figuur 19: Dosistempo-indeks vir Eenheid 1-stoomontwikkelaars .....                                                             | 67 |
| Figuur 20: Dosistempo-indeks vir Eenheid 2-stoomontwikkelaars .....                                                             | 67 |
| Figuur 21: Lae- en intermediêrevlakafval wat by Koeberg geproduseer word.....                                                   | 78 |
| Figuur 22: Kernbrandstofelement wat geskuif word vir berging in 'n poel vir gebruikte brandstof<br>soortgelyk aan Koeberg ..... | 79 |
| Figuur 23: Droë brandstofbergingshouers vir die berging van kernbrandstofsamstellings .....                                     | 80 |
| Figuur 24: Vaalputs-afvalverwyderingsfasiliteit [29] .....                                                                      | 81 |

## TABELLE

|                                                                                                                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1: Lys veiligheidsfaktore wat gedurende die Koeberg-PSR hersien is .....                                                                                              | 21 |
| Tabel 2: Die omvang van die SALTO-portuurbeoordeling .....                                                                                                                  | 22 |
| Tabel 3: Vlakke in verdediging-in-diepte [25] .....                                                                                                                         | 39 |
| Tabel 4: Geskatte toename in radioaktiwiteit in mariene omgewing vir bedryf van 60 jaar in<br>vergelyking met 40 jaar vir belangrike nukliede met 'n lang halfleeftyd ..... | 56 |
| Tabel 5: Eienskappe van 'n gesonde kernveiligheidskultuur.....                                                                                                              | 73 |
| Tabel 6: Klassifikasie van radioaktiewe afval.....                                                                                                                          | 75 |
| Tabel 7: Totale gebruikte brandstof geproduseer vanaf ingebruikneming tot 2022.....                                                                                         | 77 |

## OPENBAAR

## **1. DOEL**

Die doel van hierdie openbare inligtingsdokument (OID) is om lede van die publiek van voldoende inligting oor Eskom se aansoek by die Nasionale Kernreguleerder (NKR) te voorsien vir 'n wysiging van die Kerninstallasielisensie (NIL-01) om die Koeberg-kernkragssentrale (Koeberg) nog 20 jaar ná 21 Julie 2024 te bedryf, tot 21 Julie 2044 vir Eenheid 1 en tot 9 November 2045 vir Eenheid 2. Daar word na hierdie aansoek verwys as die aansoek om langtermynbedryf (LTO). Die LTO-aansoek is ooreenkomstig nasionale wetgewing en gepaardgaande NKR-vereistes by die NKR ingedien. Die NKR sal besluit oor die magtiging vir Koeberg om nog 20 jaar bedryf te word ná behoorlike prosesse en sodra dit homself gerusgestel het dat die argument vir veilige voortgesette bedryfswigheids gedemonstreer is.

## **2. OMVANG**

Hierdie OID bevat inligting oor radiologiese risiko's vir veiligheid, gesondheid en die omgewing wat verband hou met die aansoek om LTO, nasionale wetgewing en gepaardgaande NKR-vereistes.

## **3. STRUKTUUR EN INHOUD**

Die OID begin met die agtergrond tot LTO (Hoofstuk 5), gevolg deur die wetlike grondslag en regulatoriese raamwerk vir LTO (Hoofstuk 6). Afdeling 6.1 verskaf 'n oorsig van die inhoud van die veiligheidsargumente en verwys na die gepaardgaande afdelings in die OID wat met die veiligheidsargumente verband hou. Die OID verskaf dan die aansoeker se inligting en terreinbeskrywing in Hoofstuk 7 en Hoofstuk 8, onderskeidelik. Dit word gevolg deur 'n beskrywing van Koeberg se werking (Hoofstuk 9) om die leser 'n basiese begrip van die werking van die kragssentrale te gee.

Hoofstuk 10 bespreek die risiko's vir veiligheid, gesondheid en die omgewing, gevolg deur die tegniese argumente en organisatoriese bepalings vir LTO in Hoofstuk 11 en Hoofstuk 12, onderskeidelik. Hoofstuk 11 sluit 'n bespreking in van die uitslag van die veiligheidsassesserings wat deur Koeberg uitgevoer is, hoofsaaklik in verband met die impak van aanlegveroudering en die belangrike veiligheidsverwante programme soos beskerming teen straling en noodbeplanning. Dit sluit die rol van die Internasionale Agentskap vir Atoomenergie (IAEA) se portuurbeoordeling, die proses vir die veiligheidsaspekte van langtermynbedryf (SALTO) en die veiligheidsoorsig van Koeberg, bekend as die periodieke veiligheidsoorsig (PSR). Hierdie veiligheidsassesserings is uitgevoer om te bepaal of LTO veilig ondersteun kan word.

Hoofstuk 13 en Hoofstuk 14 bespreek radioaktiewe afvalbestuur. Gevolgtrekkings en 'n lys van verwysings word ook verskaf.

**OPENBAAR**

## 4. DEFINISIES, AFKORTINGS EN AKRONIEME, EN VERBINDINGSIMBOLE

### 4.1 Definisies

| Term                                 | Definisie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Geabsorbeerde dosis                  | Die hoeveelheid energie wat deur straling in 'n massa neergelê word, gemeet in gray (Gy), milligray (mGy), of mikrogray (μGy).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Aktiveringsprodukte                  | Die onbedoelde produksie van radionuklide in reaktorverkoelingswater, strukturele materiale en afskerm materiale wat veroorsaak word deur bestraling met neutrone.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Bioakkumulasie                       | Die ophoping van radionuklide in 'n organisme wat voedsel of water inneem wat radioaktiewe materiaal bevat.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Beperking                            | <p>'n Voorspelde en bronverwante waarde van individuele dosis (dosisbeperking) of van individuele risiko (risikobeperking) wat in beplande blootstellingsituasies gebruik word as 'n parameter vir die optimalisering van beskerming en veiligheid van die bron en wat as grens dien vir die definisie van die reeks opsies in optimalisering.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>i) Vir beroepsblootstelling, 'n beperking op individuele dosis aan werkers wat deur geregistreerdes en gelisensieerdes vasgestel en gebruik word om die verskeidenheid opsies te stel om die beskerming en veiligheid van die bron te optimaliseer.</li><li>ii) Vir publieke blootstelling is die dosisbeperking 'n bronverwante waarde wat deur die regering of die regulatoriese liggaam vasgestel of goedgekeur word, met inagneming van die dosisse van beplande bedrywighede van alle bronne onder beheer.</li><li>iii) Die dosisbeperking vir elke spesifieke bron is onder meer bedoel om te verseker dat die som van dosisse van beplande aktiwiteite vir alle bronne onder beheer binne die dosisperk bly.</li><li>iv) Vir mediese blootstelling is die dosisbeperking 'n bronverwante waarde wat gebruik word in die optimalisering van die beskerming van versorgers en troosters van pasiënte wat radiologiese prosedures ondergaan en die beskerming van vrywilligers wat blootgestel word as deel van 'n program vir biomediese navorsing.</li><li>v) Die risikobeperking is 'n bronverwante waarde wat 'n basiese beskermingsvlak bied vir die individue wat in die grootste gevaar is van 'n bron. Hierdie risiko is 'n funksie van die waarskynlikheid dat 'n onbedoelde gebeurtenis 'n dosis veroorsaak en die waarskynlikheid van die nadeel as gevolg van so 'n dosis. Risikobeperkings stem ooreen met dosisbeperkings, maar is van toepassing op potensiële blootstelling.</li></ul> |
| Deterministiese effek                | Besering van weefsel en organe as gevolg van seldood. Gekenmerk deur 'n drempeldosis en 'n toename in die erns van die reaksie namate die dosis verder verhoog word.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Deterministiese veiligheidsontleding | 'n Deterministiese veiligheidsontleding is daarop gemik om te bevestig dat veiligheidsfunksies en nodige stelsels, strukture en komponente, in kombinasie met operateursoptrede (waar van toepassing), in staat is, en doeltreffend is, om radiologiese vrystellings binne aanvaarbare perke en met 'n voldoende veiligheidsgrens te hou.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Dosis                                | 'n Meting van die energie wat deur straling in 'n teiken gelaat word.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

### OPENBAAR

| Term                           | Definisie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Dosistempo                     | Die stralingsdosis gelever (geabsorbeer) per tydseenheid. Gemeet in millisievert (mSv) per uur.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Effektiewe dosis               | Die byvoeging van ekwivalente dosisse aan alle organe, aangepas om rekening te hou met die sensitiwiteit van die orgaan vir straling. Bereken vir die hele liggaam, uitgedruk in sievert (Sv), millisievert (mSv), of mikrosievert ( $\mu$ Sv).                                                                                                                                    |
| Verryking                      | Elke proses wat die fraksie van U-235 in 'n mengsel van uraanisotope kunsmatig verhoog tot vlakke hoër as wat in die natuur voorkom, aangesien U-238 in die natuur ongeveer 99,274% en U-235 ongeveer 0,720% is. Daar is ander isotope soos U-234 en U-236, maar dit vorm slegs 'n klein breukdeel, byvoorbeeld, U-234 is slegs 0,005%. Die res bestaan uit U-232, U-233 en U-236. |
| Ekwivalente dosis              | Die geabsorbeerde dosis aan 'n orgaan, aangepas om rekening te hou met die doeltreffendheid van die soort straling. Bereken vir individuele organe, uitgedruk in sievert (Sv) of millisievert (mSv).                                                                                                                                                                               |
| Halfleeftyd, biologies         | Die tyd wat die helfte van die hoeveelheid radionuklid uit die liggaam uitgeskei word.                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Halfleeftyd, fisies            | Die tyd wat nodig is vir 'n hoeveelheid van 'n sekere radioaktiewe nuklid om tot die helfte van sy oorspronklike waarde te verval.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Bestraalde brandstof           | Kernbrandstof wat blootgestel is aan neutronstraling in 'n kernreaktor, maar nie noodwendig om ontbranding te veroorsaak nie.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Kennisbestuur                  | Geïntegreerde, stelselmatige benadering tot die identifisering, verkryging, transformasie, ontwikkeling, verspreiding, gebruik, deel en bewaring van kennis wat relevant is vir die bereiking van bepaalde doelwitte.                                                                                                                                                              |
| Langtermynbedryf               | Die bedryf van die aanleg buite die vasgestelde tydraamwerk soos uiteengesit deur byvoorbeeld lisensietermyn, ontwerp, standaarde, lisensie, of regulasies, wat deur veiligheidsassessering geregverdig is, met inagneming van lewensbeperkende prosesse van stelsels, strukture en komponente (SSK's).                                                                            |
| Kernongeluk                    | 'n Gebeurtenis of reeks gebeurtenisse wat lei tot die onbedoelde vrystelling van radioaktiewe materiaal of blootstelling aan straling wat aanleiding kan gee tot 'n oormaat van 1 mSv publieke dosis of 50 mSv werkersdosis.                                                                                                                                                       |
| Periodieke veiligheidsoorsig   | 'n Stelselmatige herassessering van die veiligheid van die fasiliteit wat gereeld uitgevoer word om die kumulatiewe gevolge van veroudering, aanpassings, bedryfservaring, tegniese ontwikkelings en liggingsaspekte te hanteer. Dit word daarop gemik om 'n hoë vlak van veiligheid gedurende die lewensduur van die fasiliteit te verseker.                                      |
| Geprojekeerde dosis            | Die dosis wat na verwagting ontvang word as beplande beskermingsaksies nie geneem word nie.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Verwysingsdier of -plant (RAP) | 'n Hipotetiese entiteit met die veronderstelde basiese biologiese eienskappe van 'n spesifieke soort dier of plant (soos beskryf in die algemene taksonomievlak familie) met gedefinieerde anatomiese, fisiologiese, en lewensgeskiedenis eienskappe. 'n RAP kan gebruik word om blootstelling in verband te bring met dosis en dosis met gevolge vir die soort lewende organisme. |

## OPENBAAR

| Term                       | Definisie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Verteenwoordigende persoon | 'n Individue, wat byna altyd 'n hipotetiese konsep sal wees, ontvang 'n dosis wat verteenwoordigend is van die meer blootgestelde individue in die bevolking. Die verteenwoordigende persoon is gelykstaande aan en vervang die gemiddelde getal van die kritieke groep.                                                                                                                                             |
| Risiko                     | Die voorkoms en gevolge van 'n gebeurtenis, soos uitgedruk deur die "risikodrieling" wat die volgende drie vrae beantwoord:<br>A. Wat kan verkeerd loop?<br>B. Hoe waarskynlik is dit?<br>C. Wat is die gevolge as dit gebeur?<br>In die konteks van straling is dit die waarskynlikheid dat 'n bepaalde gesondheidseffek (soos kanker) in 'n persoon of groep sal voorkom as gevolg van blootstelling aan straling. |
| Veiligheidsassesserings    | In die konteks van die PSR word die veiligheidsassessering onderneem as 'n manier om nakoming van veiligheidsvereistes vir al die fasiliteite en bedrywighede van die aanleg te evalueer en om die maatreëls te bepaal wat getref moet word om veiligheid te verseker.                                                                                                                                               |
| Gebruikte brandstof        | Kernbrandstof wat in 'n kernreaktor bestraal is tot die punt waar die brandstof nie meer gebruik kan word om 'n kernreaksie vol te hou nie. Die brandstof word uit die reaktorkern verwyder en onder water geberg in bergingsrakke in poele vir gebruikte brandstof.                                                                                                                                                 |
| Stogastiese uitwerking     | Uitwerking as gevolg van skade aan 'n enkele sel, soos kanker en oorerflike effekte. Die frekwensie van die gebeurtenis, maar nie die erns daarvan nie, neem toe met 'n toename in dosis. Vir beskermingsdoeleindes word aanvaar dat daar geen drempeldosis is nie.                                                                                                                                                  |

**OPENBAAR**

## 4.2 Afkortings en akronieme

| Afkorting/<br>Akroniem | Beskrywing                                                                                                 |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| AADQ                   | jaarlikse gemagtigde vrystellingshoeveelheid (Annual authorised discharge quantity)                        |
| ALARA                  | so laag as redelik haalbaar (As low as reasonably achievable)                                              |
| ALARP                  | so laag as redelik prakties (As low as reasonably practical)                                               |
| AMP                    | Verouderingsbestuurprogram (Ageing management programme)                                                   |
| DMRE                   | Departement van Minerale Hulpbronne en Energie (Department of Mineral Resources and Energy)                |
| EDF                    | Électricité de France                                                                                      |
| EPD                    | elektroniese persoonlike dosimeters                                                                        |
| EPRI                   | Electric Power Research Institute                                                                          |
| Eskom                  | Eskom Holdings SBM Bpk                                                                                     |
| GSR                    | Algemene veiligheidsvereistes (General safety requirements)                                                |
| Gy                     | Gray                                                                                                       |
| HLW                    | Hoëvlakafval (High-level waste)                                                                            |
| IAEA                   | Internasionale Agentskap vir Atoomenergie (International Atomic Energy Agency)                             |
| I&C                    | Instrumentasie en beheer (Instrumentation and control)                                                     |
| ICRP                   | Internasionale Kommissie vir Radiologiese Beskerming (International Commission on Radiological Protection) |
| ILW                    | Intermediêrevlakafval (Intermediate-level waste)                                                           |
| INPO                   | Instituut vir Kernkragbedrywigheide (Institute of Nuclear Power Operations)                                |
| ISO                    | Internasionale Organisasie vir Standaardisering (International Organization for Standardization)           |
| LILW                   | Lae en intermediêrevlakafval (Low- and intermediate-level waste)                                           |
| LILW-SL                | Lae en intermediêrevlakafval – kortlewend (Low- and intermediate-level waste – short-lived)                |
| LLW                    | Laevlakafval (Low-level waste)                                                                             |
| LPZ                    | Beplanningsgebied vir langtermynbeskermingsaksie (Long-term protective action planning zone)               |
| LTO                    | Langtermynbedryf (Long-term operation)                                                                     |
| MWe                    | Megawatt (elektries)                                                                                       |
| MWth                   | Megawatt (termies) (Megawatt (thermal))                                                                    |
| Necsa                  | Suid-Afrikaanse Kernenergiekorporasie                                                                      |
| NIL                    | Kerninstallasielisensie (Nuclear installation licence)                                                     |
| NKR                    | Nasionale Kernreguleerder (National Nuclear Regulator)                                                     |
| NOU                    | Kernbedryfseenheid (Nuclear Operating Unit)                                                                |

**OPENBAAR**

| <b>Afkorting/<br/>Akroniem</b> | <b>Beskrywing</b>                                                                                 |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NRWDI                          | Nasionale Radioaktiewe Afvalverwyderingsinstituut (National Radioactive Waste Disposal Institute) |
| NSC                            | Kernveiligheidskultuur (Nuclear safety culture)                                                   |
| NSRB                           | Hersieningsraad vir Kernveiligheid (Nuclear Safety Review Board)                                  |
| OID                            | Openbare inligtingsdokument                                                                       |
| PAZ                            | Voorsorgaksiegebied (Precautionary action zone)                                                   |
| PP                             | Standpundokument (Position paper)                                                                 |
| PSA                            | Waarskynlikheids-en-veiligheidsontleding (Probabilistic Safety Analysis)                          |
| PSR                            | Periodieke veiligheidsoorsig (Periodic safety review)                                             |
| PWR                            | Drukwaterreaktor (Pressurised water reactor)                                                      |
| RD                             | Dokumente met regulatoriese vereistes                                                             |
| RG                             | Regulatoriese gids                                                                                |
| SAR                            | Verslag oor veiligheidsontleding (Safety analysis report)                                         |
| SALTO                          | Veiligheidsaspekte van langtermynbedryf (Safety aspects of long-term operation)                   |
| SSG                            | Spesifieke veiligheidsgids (Specific safety guide)                                                |
| SSK's                          | Stelsels, strukture en komponente (Systems, structures and components)                            |
| SSRP                           | Veiligheidstandaarde en regulatoriese praktyke (Safety standards and regulatory practices)        |
| Sv                             | Sievert                                                                                           |
| TISF                           | Verbygaande tussentydse bergingsfasiliteit (Transient interim storage facility)                   |
| TCAA                           | Tydsbeperkte verouderingsontleding (Time-limited ageing analysis)                                 |
| TLD                            | Termo-luminesserende dosimeter                                                                    |
| UPZ                            | Beplanningsgebied vir dringende beskermingsaksie (Urgent protective action planning zone)         |
| USNRC                          | Verenigde State se Kernreguleringskommissie (United States Nuclear Regulatory Commission)         |
| WANO                           | Wêreldvereniging van Kernkragoperateurs (World Association of Nuclear Operators)                  |
| WNKR                           | Wet op die Nasionale Kernreguleerder                                                              |

**OPENBAAR**



#### 4.3 Verbindingsimbole

| Verbinding      | Beskrywing    |
|-----------------|---------------|
| UO <sub>2</sub> | Uraandioksied |

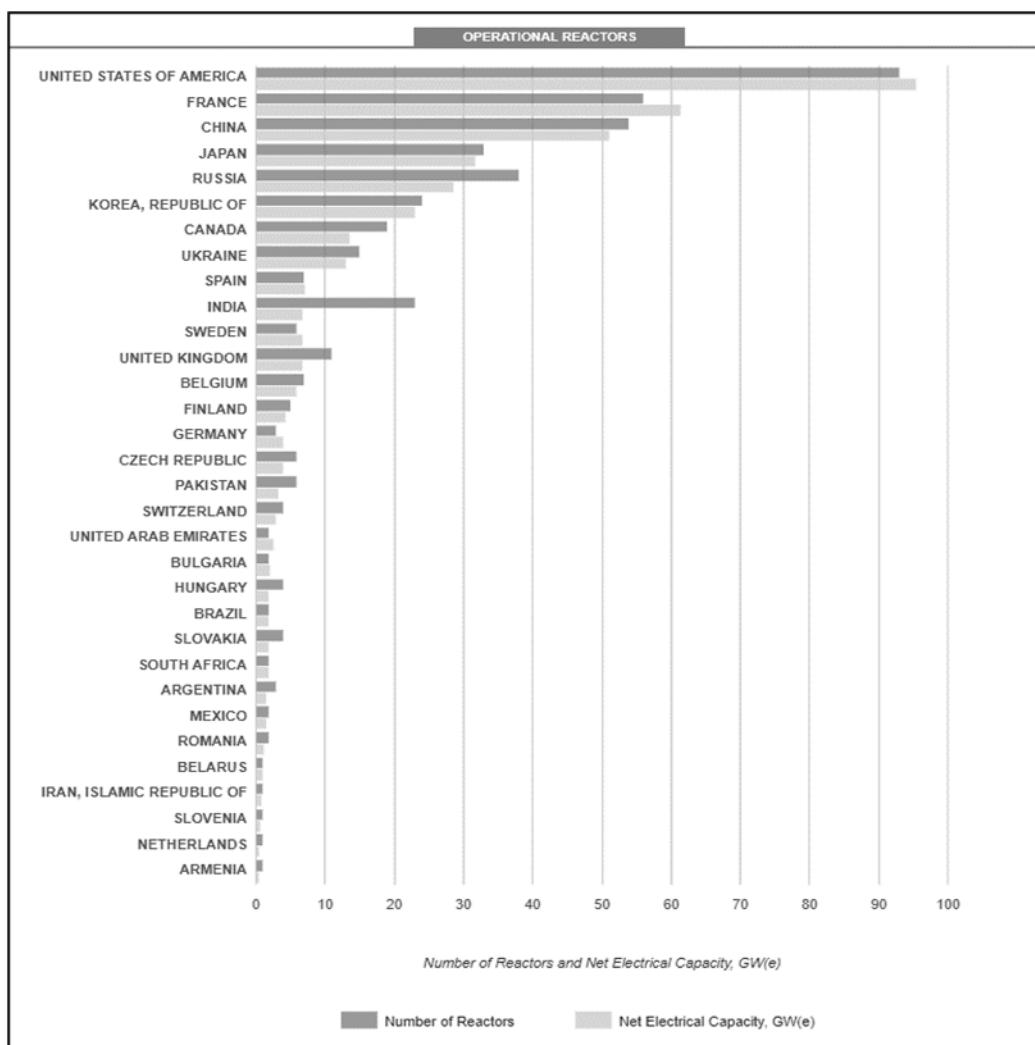
### 5. AGTERGROND TOT LANGTERMYNBEDRYF

Wêreldwyd het dit algemeen geword dat die bedryfslisensies van kernkragaanlegte verleng word. Die ondervinding het getoon dat kernkragentrales soos Koeberg meer as 40 jaar lank veilig bedryf kan word. Die lewensverlenging bied 'n koste-effektiewe opsie, wat 'n bestaande kernkragentrale in staat stel om voort te gaan om veilige, betroubare elektriese energie te verskaf op 'n manier wat help om die vrystelling van koolstof te verminder. Benewens dat Koeberg 'n belangrike rol in die Suid-Afrikaanse ekonomie, speel, bied Koeberg ook betekenisvolle geleenthede vir geskoolde werk vir plaaslike en streeksgemeenskappe.

In Suid-Afrika is die twee Koeberg-kerneenhede die enigste basislading elektriese opwekkingseenhede in die suidelike deel van die land. Hulle help om die nasionale elektrisiteitsnetwerk te stabiliseer. Elektriese energie uit kernbronne hou baie unieke voordele vir Suid-Afrika in, en in die huidige konteks help Koeberg-LTO dat aansienlike kapitaalinvestering in nuwe opwekkingsinfrastruktuur nie nou hoef plaas te vind nie. Lewensverlengingsprojekte van beboude ontwikkeling soos dié het oor die algemeen laer projekrisiko's as dié wat verband hou met soortgelyke beleggings op onbeboude terrein, dit wil sê, nuwe konstruksieprojekte. In ooreenstemming met die neigings wat op die meeste wêreldwye kragmarkte opgemerk word, bied die verlenging van die lewensduur van die bestaande kernkragaanleg in Suid-Afrika die opsie met die laagste koste om die kragopwekkingskapasiteit van basislas te verseker. Kernkrag produseer baie min koolstofvrystellings en is in hierdie opsig vergelykbaar met aflandige windgedrewe kragopwekking [15].

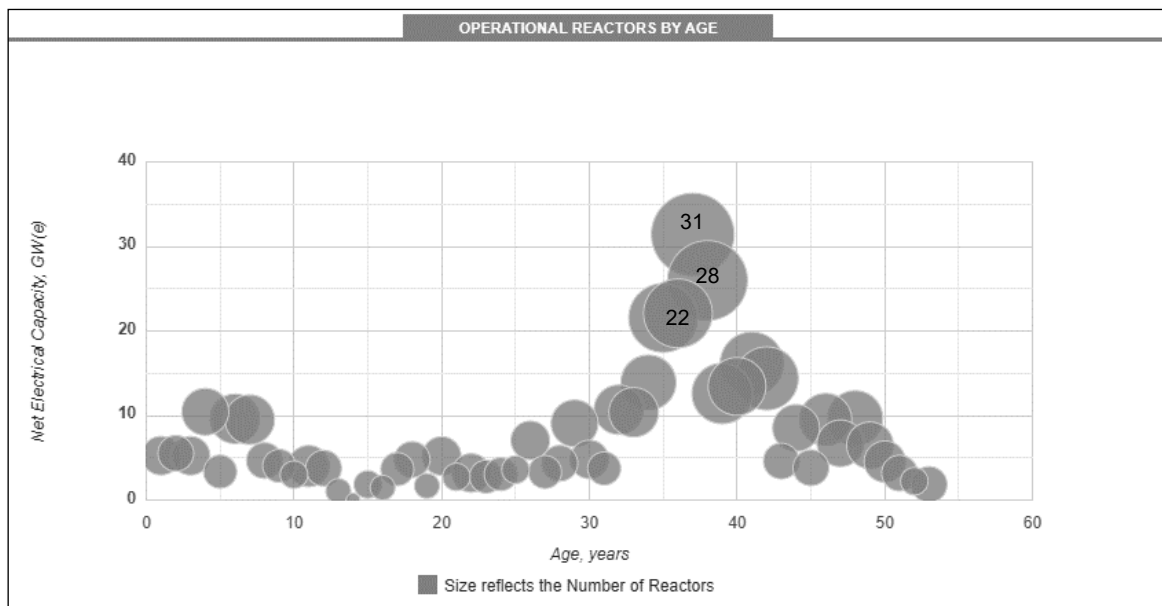
Figuur 1 toon die aantal kernkragreaktooreenhede wat tans in elke land werk [3]. Daar is altesaam 441 kernreaktors. Die VSA het die verreweg die meeste werkende reaktoreenhede met 'n 93 in totaal, met Frankryk in die tweede plek met 56 reaktoreenhede.

#### OPENBAAR



Figuur 1: Aantal kernkragreaktors en netto elektriese kapasiteit (GWe) in die wêreld [3]

**OPENBAAR**



Figuur 2: Elektriese lewering en ouderdom van werkende kernkragreaktooreenhede [3]

Figuur 2 verskaf die elektriese lewering en die ouderdom van die werkende kernkragreaktooreenhede [3]. Daar is 22 kernkragreaktooreenhede wêreldwyd wat al vir 36 jaar in bedryf is. Daar is 133 kernreaktors wat al 40 jaar of langer werk, met die oudste werkende reaktor wat al 53 jaar werk (Nine Mile Point Eenheid 1 in New York). Dit het in 2006 goedkeuring van die Verenigde State se kernreguleringskommissie (USNRC) ontvang om sy bedryfslisensie tot 60 jaar te verleng. Vanaf Januarie 2022 het die USNRC die bedryfslisensies van 94 kernreaktorkrageenhede hernieu. Dit het sedertdien lisensiehernuwings (om die bedryfslewe van 60 jaar tot 80 jaar te verleng) vir ses kernkragreaktors uitgereik en nog nege word hersien [4].

In Frankryk is 21 van sy 56 werkende kernkragreaktors 40 jaar of ouer, met Bugey-2 (sy oudste werkende eenheid) wat die eerste keer in 1978 aan die elektriese netwerk gekoppel is [3].

Soos dit internasionaal die geval is met kernreguleerders, word die NKR se besluit om die LTO-aansoek goed te keur of te weier gebaseer op die vraag of Koeberg bewys het dat daar geen onnodige risiko vir veiligheid, gesondheid of die omgewing is nie en dat die vereistes soos uiteengesit in die LTO-regulasies [2] nagekom is en gedurende die tydperk van LTO steeds nagekom sal word. Dit word getoon deur 'n omvattende assessering van die huidige en toekomstige toestand van aanlegstelsels, strukture en komponente wat veiligheidsfunksies verrig. Die assessering moet bevestig dat die programme en prosesse, insluitende die programme vir verouderingsbestuur, wat die bestuur van veiligheidsverwante aanlegtoerusting beheer, aan die regulatoriese vereistes voldoen.

Planne om die lewensduur van 'n kernkragcentrale te verleng word oor baie jare (~10 jaar of meer) ondersoek voordat die huidige lisensietydperk eindig. Daar is baie redes hiervoor; dit is

**OPENBAAR**

byvoorbeeld soms nodig om in die vervanging van groot toerusting te belê wat volgens studies en operasionele ervaring vir die voortgesette veilige en betroubare werking gedurende die volle tydperk van LTO nodig is. Dit verg tyd om te beplan. Eskom se ondersoek van die haalbaarheid van LTO het in omstreeks 2010 begin, en aanvanklike skakeling met die NKR het kort daarna plaasgevind, met IAEA-betrokkenheid wat in 2015 begin het.

Soos baie kernkragsentrales internasionaal, het Koeberg die afgelope 10 jaar uitgebreide instandhouding en 'n paar groot toerustingvervangings gedoen om te verseker dat Koeberg in 'n goeie toestand bly en voordeel kan trek uit die geleentheid om sy bedryfslewe te verleng, onderhewig aan NKR-goedkeuring. Hoofkomponente wat tans by Koeberg vervang word, is die stoomontwikkelaars. Ander hoofkomponente wat reeds suksesvol vervang is, is opgaartenks vir verkoelingswater en die reaktordrukvatkoppe. Verskeie wysigings en verbeterings is suksesvol by Koeberg geïmplementeer om aandag te gee aan die lesse wat uit Foekoesjima geleer is, soos bykomende mobiele kragopwekkers om elektriese krag aan noodsaaklike toerusting te voorsien, voorsiening van alternatiewe bronne vir die voorsiening van verkoelingswater en mobiele toerusting om puin van 'n aardbewing op te ruim.

Bedryfservaring in die bedryf het getoon dat daar ingenieursuitdagings is wat verband hou met die vervanging van hoofkomponente en veral stoomontwikkelaars. (Verwys na Figuur 3 vir 'n illustrasie van 'n stoomontwikkelaar.) Een interessante voorbeeld is die voorval by die San Onofre-kernkragopwekkingstasie (SONGS) Eenheid 2 en Eenheid 3. Volgens inligting van die USNRC-webwerf het SONGS Eenheid 2 en Eenheid 3 onderskeidelik in 1983 en 1984 begin werk. Die stoomontwikkelaars van Eenheid 2 en Eenheid 3 is onderskeidelik in 2010 en 2011 vervang ter voorbereiding om die lewensduur van die eenhede tot 60 jaar te verleng. Ná 'n kort tydperk van bedryf, in 2012, is Eenheid 3 egter ooreenkomstig prosedures gesluit weens 'n lek in die stoomontwikkelaarbuiss. Eenheid 2 was toe reeds gesluit vir herlading. Daar is ontdek dat versnelde slytasie van die nuwe stoomontwikkelaarbuise plaasgevind het, wat onverwags was en nie ekonomies haalbaar was om te herstel nie. Dit het gelei tot die permanente afsluiting van beide Eenheid 2 en 3 by SONGS in 2013. Die stralingsdosis aan lede van die publiek as gevolg van die lek in die stoomontwikkelaarbuiss by SONGS was na raming minder as 0,05% van die jaarlikse regulatoriese perk en het geen gevaar vir die publiek ingehou nie.

Koeberg bestuur risiko's soos dié deur by streng gehalte- en ontwerpstandaarde te hou, operasionele ervaring en lesse wat uit voorvalle soos dié by SONGS geleer is, in te sluit en te verseker dat gekwalifiseerde en ervare vervaardigers, personeel en kontrakteurs gebruik word om die werk uit te voer.

## **OPENBAAR**



Figuur 3: Die nuwe Koeberg-stoomontwikkelaars word in Suid-Afrika afgelewer

## 6. REGSGRONDSLAG EN REGULATORIESE RAAMWERK VIR LTO

Die Wet op die Nasionale Kernreguleerder (WNKR) 47 van 1999 bemagtig die NKR om kernkragmagtigings (kernlisensies) toe te staan of te wysig en regulatoriese beheer oor kerninstallasies soos Koeberg uit te oefen [35]. Regulasie No. R.266 oor LTO [2], met die gepaardgaande NKR LTO regulatoriese gids [12], stel die vereistes vir LTO vas. Daar word van Eskom vereis om 'n aansoek om LTO in te dien ingevolge artikel 21(1) van die WNK, en die aansoek moet deur 'n veiligheidsargument ondersteun word om die voortgesette veilige bedryf van Koeberg vir die tydperk van LTO te toon. Die regulatoriese raamwerk vir radioaktiewe afval word in afdeling 13.1 van hierdie dokument verskaf.

### 6.1 Die veiligheidsargument om die LTO-aansoek te ondersteun

Die LTO-aansoek word ondersteun deur 'n veiligheidsargument wat aan die NKR voorgelê word vir goedkeuring. Die veiligheidsargument verskaf gedokumenteerde bewyse en redenasies wat toon dat daar geen onnodige risiko vir veiligheid, gesondheid of die omgewing is as Koeberg nog 20 jaar ná die aanvanklike gelisensieerde tydperk van 40 jaar bedryf word nie. Die veiligheidsargument is gebaseer op veiligheidsassesserings wat ter ondersteuning van LTO uitgevoer is. Ooreenkomstig die NKR-vereistes moet die assessering 'n PSR van Koeberg insluit. Die PSR is 'n gedetailleerde assessering van 14 veiligheidsfaktore om leemtes met betrekking tot internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes te bepaal. Die veiligheidsfaktore word gelys in Tabel 1.

## OPENBAAR

Tabel 1: Lys veiligheidsfaktore wat gedurende die Koeberg-PSR hersien is

| Onderwerpgebied                                 | Nommer | Titel van veiligheidsfaktor                                            |
|-------------------------------------------------|--------|------------------------------------------------------------------------|
| Aanleg                                          | SF-1   | Aanlegontwerp                                                          |
|                                                 | SF-2   | Werklike toestand van SSK's                                            |
|                                                 | SF-3   | Toerustingkwalifikasie                                                 |
|                                                 | SF-4   | Veroudering                                                            |
| Veiligheidsontleding                            | SF-5   | Deterministiese veiligheidsontleding                                   |
|                                                 | SF-6   | Waarskynlikheidsveiligheidsassessering                                 |
|                                                 | SF-7   | Gevaarontleding                                                        |
| Terugvoer oor prestasie en bedryfservaring (OE) | SF-8   | Veiligheidprestasie                                                    |
|                                                 | SF-9   | Gebruik van ondervinding van ander aanlegte en resultate van navorsing |
| Bestuur                                         | SF-10  | Organisasie, die bestuurstelsels en veiligheidskultuur                 |
|                                                 | SF-11  | Prosedures                                                             |
|                                                 | SF-12  | Menslike faktore                                                       |
|                                                 | SF-13  | Noodbeplanning                                                         |
| Omgewing                                        | SF-14  | Radiologiese impak op die omgewing                                     |

Volgens die IAEA is periodieke veiligheidsoorsigte 'n doeltreffende metode om 'n algehele beoordeling van werklike aanlegveiligheid te verkry. Hierdie oorsigte word gebruik as 'n manier om die geskiktheid van 'n kernkragsentrale te bepaal om voort te gaan om veilig te funksioneer ná sy aanvanklike lewensduur van 40 jaar. Die PSR word in afdeling 11.4 verder bespreek.

Doeltreffende verouderingsbestuurpraktyke en -prosesse kan voorkom dat die nadelige gevolge van veroudering die integriteit van die aanlegtoerusting gedurende die tydperk van LTO beïnvloed. Koeberg se deelname aan, en vennootskap met, internasionale organisasies soos die 'World Association of Nuclear Operators' (WANO), 'Électricité de France' (EDF), die 'Electric Power Research Institute' (EPRI), die IAEA en verskeie ander bied belangrike voordele vir Koeberg. Hierdie voordele sluit in die beskikbaarheid van uitgebreide bedryfservaring, bedryfslesse wat geleer is, en veral ondervinding oor verouderingsmeganismes en verouderingsbestuurprogramme (wat die hooffokus van assessering vir LTO is) sowel as toegang tot bedryfskundiges deur portuurbeoordelings. Die ervaring word in Koeberg se instandhoudings- en inspeksieprogramme geïnkorporeer om die uitwerking van veroudering op SSK's te bestuur of uit te skakel, asook om die bedryfsveiligheid en werkverrigting van Koeberg te verbeter.

## OPENBAAR



Suid-Afrika het die IAEA genooi om 'n SALTO-portuurbeoordeling te doen. Die rede vir die keuse van onder meer die IAEA-portuurbeoordeling was dat die IAEA-vereistes baie soortgelyk is aan nasionale vereistes vir LTO en internasionale beste praktyke insluit. Daarom het hierdie inisiatief aan Koeberg die geleentheid gebied om 'n stelselmatige en bewese benadering te volg om vir veilige LTO voor te berei. Die omvang van die SALTO-portuurbeoordeling word in Tabel 2 getoon.

Tabel 2: Die omvang van die SALTO-portuurbeoordeling

| Gebied | Onderwerp                                                                                                                                                                | Beskrywing                                                                                                                                                                      |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A      | Organisasie en funksies, huidige lisensiëeringsbasis, konfigurasie/ wysigingsbestuur                                                                                     | Assesseer die vermoë van die organisasie om LTO te bestuur ten opsigte van bestuursbeleid, prosedures, prosesse, rolle en verantwoordelikhede.                                  |
| B      | Omvang- en siftings- en aanlegprogramme relevant tot LTO                                                                                                                 | Bepaal die metodologieë en kriteria vir die keuse van SSK's vir verouderingsbestuur. Bevestig of aanlegprogramme soos instandhoudings- en inspeksieprogramme geskik is vir LTO. |
| C      | Hersiening van verouderingsbestuur, hersiening van verouderingsbestuurprogramme (AMP's) en verwante tydbepaalde verouderingsontledings (TLAA's) vir meganiese komponente | Hersien die doeltreffendheid en volledigheid van die verouderingsbestuurprogramme van meganiese SSK's wat belangrik is vir veiligheid.                                          |
| D      | Hersiening van verouderingsbestuur, hersiening van AMP's en verwante TLAA's vir elektriese en I&C-komponente                                                             | Hersien die doeltreffendheid en volledigheid van die verouderingsbestuurprogramme van elektriese, instrumentasie- en beheer-SSK's wat belangrik is vir veiligheid.              |
| E      | Hersiening van verouderingsbestuur, hersiening van AMP's en verwante TLAA's vir siviele strukture                                                                        | Hersien die doeltreffendheid en volledigheid van die verouderingsbestuurprogramme van siviele SSK's wat belangrik is vir veiligheid.                                            |
| F      | Menslike hulpbronne, bevoegdheid en kennisbestuur vir LTO                                                                                                                | Assesseer of personeelplanne, -prosesse en -prosedures doeltreffende aandag gee aan die behoefte aan voldoende bekwame personeel vir die LTO-tydperk.                           |

Koeberg kon gebruik maak van die bedryfservaring wat verband hou met die veroudering van SSK's en organisatoriese stelsels vir doeltreffende LTO in die teenwoordigheid van internasionale kundiges in hulle veld. Die uitslag van die SALTO-oorsig word met die NKR gedeel.

## OPENBAAR



Om veilige LTO te toon, word daar spesifiek gekyk na voldoende bestuur van die verouderingsprosesse of -meganismes wat 'n uitwerking kan hê op die SSK's wat van belang is vir veiligheid. Die fokus op verouderingsbestuur is om te verseker dat die SSK's hulle vermoë sal behou om die beoogde veiligheidsfunksies gedurende die beplande tydperk van LTO uit te voer.

Die hoofinhoud van die veiligheidsargumente om die lisensie-aansoek vir LTO te ondersteun en aan die vereistes in R.266 [2] en die NKR- regulatoriese gids oor LTO [12] te voldoen, is die volgende:

- Terreinspesifieke karakterisering (**bespreek in Hoofstuk 8 van hierdie OID**)
- Risiko's vir veiligheid, gesondheid en die omgewing (**Hoofstuk 10**)
- 'n Assessering van aanlegontwerptoereikendheid vir LTO (**afdeling 11.1**)
- 'n Assessering van die werklike toestand van SSK's (**afdeling 11.2**)
- Die uitslag van 'n IAEA-ondersteuningsending oor veiligheidsaspekte van langtermynbedryf (SALTO) wat op verouderingsbestuur fokus (**afdeling 11.3**)
- Die uitslag van die onlangsste PSR, wat 10-jaarliks uitgevoer word en in Junie 2022 aan die NKR voorgelê is (**afdeling 11.4**)
- Die impak van LTO op die volgende programme:
  - Stralingsbeskermingsreëlins en doeltreffendheid (**afdeling 11.5**)
  - Kernveiligheid (**afdeling 11.6**)
  - Noodbeplanning (**afdeling 11.7**)
  - Bestuur van radioaktiewe afval (**Hoofstuk 13**)
- Organisatoriese voorsienings vir LTO soos bestuurstelsels, kennisbestuur, menslike hulpbronne en personeelbevoegdheid, finansies en eksterne ondersteunings-organisasies (**Hoofstuk 12**)
- Die toereikendheid van Koeberg se kernveiligheidskultuur (**afdeling 12.5**)

As deel van die veiligheidsargument word 'n LTO-implementeringsplan aan die NKR verskaf oor die verbeterings wat voor en gedurende LTO geïmplementeer sal word om voortgesette veilige werking gedurende die volle tydperk van LTO te verseker. Op grond van bogenoemde, toon die veiligheidsargument voortgesette veilige bedryf vir nog 20 jaar en bevestig dat daar geen onnodige risiko vir veiligheid, gesondheid of die omgewing is nie.

**OPENBAAR**

Die veiligheidsargument word saamgestel en afsonderlik deur 'n span ervare ingenieurs (beide plaaslik en internasionaal) hersien voordat dit aan Koeberg se veiligheidstoetsingkomitees voorgelê word vir instemming. Om te verseker dat alle veiligheidsaspekte in die veiligheidsargument oorweeg is, word dit ook onafhanklik deur 'n span nasionale en internasionale deskundiges met uitgebreide kernondervinding hersien voordat dit aan die NKR voorgelê word. Laastens word dit aan die NKR voorgelê vir 'n besluit oor die LTO-aansoek.

## **6.2 Die huidige lisensievoorwaardes en lisensiëeringsbasis**

Die huidige Koeberg-kerninstallasielisensie (NIL-01 variasie 19) [1] word uitgereik ingevolge artikel 21 van die Wet op Nasionale Kernreguleerder [35]. NIL-01 is geldig tot 21 Julie 2024, waarna die lisensie gewysig moet word vir latere lisensiëeringsfases, insluitende LTO. NIL-01 word deur die NKR toegestaan onderhewig aan voorwaardes waaraan Koeberg tans en deur die hele LTO-tydperk moet voldoen. Hierdie toestande is grootliks gebaseer op IAEA-veiligheidsvereistes wat hoë standarde van kernveiligheid stel.

Koeberg doen selfmonitering van sy nakoming van NIL-01-voorwaardes, terwyl die NKR onafhanklike regulatoriese toesig verskaf om Koeberg se nakoming van NIL-01-voorwaardes te monitor. Dit dien as 'n doeltreffende manier om veilige bedryf te verseker deur die nougesette nakoming van hoë veiligheidstandarde en lisensievoorwaardes. 'n Afskrif van NIL-01 is in die openbaar beskikbaar en kan van die NKR-webwerf verkry word.

Sekere NIL-01-voorwaardes waaraan voldoen moet word en wat nou en vir LTO relevant is, word hier onder gelys. Dit is die hoofonderwerpe wat ondersteun word deur verskeie lisensiedokumente, regulatoriese dokumente en nasionale en internasionale standarde wat gedetailleerde vereistes en kriteria verskaf, waar van toepassing. Die lisensievoorwaardes word geparafraseer vir vereenvoudiging en gemak om te verstaan en is nie 'n volledige lys van al die lisensievoorwaardes nie.

- Radiologiese beskerming van persone – Koeberg moet verseker dat stralingsdosisse aan persone (werkers en lede van die publiek) binne voorgeskrewe perke is soos deur die NKR omskryf.
- Omgewingsbeskerming en uitvloeiselbestuur – Koeberg moet die vrystelling van radioaktiewe uitvloeisel (vloeistof en gas) binne gespesifiseerde perke, soos deur die NKR bepaal, monitor en beheer.
- Radioaktiewe afvalbestuur – Koeberg moet verseker dat radioaktiewe afval tot die minimum beperk, veilig geberg en weggedoen of herwin word.
- Noodbeplanning en -gereedheid – Koeberg moet verseker dat 'n noodplan daargestel, uitgeoefen en getoets word.

**OPENBAAR**

- Mediese toesig en gesondheidsregister – Koeberg moet verseker dat alle personeel, insluitende kontrakteurs wat betrokke is by aktiwiteite wat kernveiligheid of sekuriteit raak, geskik is vir diens.
- Veiligheidsassessering – Koeberg moet veiligheid gedurende alle fases van die lewensiklus hersien, assesser en herassesseer. 'n PSR moet elke 10 jaar gedoen en by die NKR ingedien word.
- Wysigings van die aanleg – Koeberg moet goedkeuring van die NKR verkry vir alle wysigings wat die kernveiligheid van die aanleg raak.
- Instandhouding en inspeksies – Koeberg moet verseker dat SSK's onderhou en geïnspekteer word om te verseker dat dit beskikbaar is om hulle veiligheidsfunksies te vervul. Instandhouding, inspeksie en toetsing moet deur toepaslik gekwalifiseerde persone uitgevoer word.
- Verouderingsbestuur en LTO – Koeberg moet verseker dat 'n doeltreffende verouderingsbestuurprogram ontwikkel, geïmplementeer en in stand gehou word om te verseker dat die veiligheidsfunksies van SSK's gedurende sy hele bedryfslewe beskikbaar bly.
- Uitbedryfstelling – Koeberg moet aan die NKR bewys dat voldoende menslike en finansiële hulpbronne gedurende die volle duur van uitbedryfstelling beskikbaar sal wees.
- Fisiese sekuriteit – Koeberg moet die veiligheid en sekuriteit van die Koeberg-terrein, aanleg en persone op die terrein verseker.
- Gemagtigde en gekwalifiseerde persone – Koeberg moet verseker dat slegs toepaslik gekwalifiseerde en ervare persone pligte uitvoer wat veilige bedrywighede kan beïnvloed.
- Gehalte- en veiligheidsbestuur – Koeberg moet 'n geïntegreerde stelsel vir die bestuur van gehalte- en veiligheid sowel as 'n program vir 'n kultuur van kernveiligheid implementeer.

Koeberg het organisatoriese stelsels, prosesse en prosedures ingestel wat teen nasionale en internasionale standaarde getoets word om aan bogenoemde lisensievoorwaardes te voldoen. Die nakoming van hierdie stelsels, prosesse en prosedures word gemonitor deur interne oudits deur die departement van -gehalteversekering by Koeberg (na aanleiding van 'n jaarlikse auditplan), jaarlikse toesigverslae van die departement van kernveiligheidsversekering by Koeberg, eksterne oorsigte soos die WANO-portuurbeoordeling (wat in 2021 uitgevoer is), die Hersieningsraad vir Kernveiligheid (NSRB), en gereelde inspeksies deur die NKR. Die reeks prosedures en prosesse word in die Koeberg-lisensiëringsbasishandleiding gedokumenteer.

## **OPENBAAR**

'n Stelsel van verslagdoening is ooreenkomstig die lisensievereistes ingestel. Daar word van Koeberg verwag om daaglik, weeklik, maandeliks of jaarlik verslae aan die NKR te verskaf oor 'n reeks kwessies, afhangende van die aard van die kwessie en die potensiële uitwerking op veilige bedrywighede. Gereelde verslagdoening maak deursigtigheid en aanspreeklikheid moontlik, wat as normaal in die kernbedryf beskou word.

Die doel van NKR-toesig is om te verseker dat die Koeberg NIL-01-lisensievoorwaardes nagekom word en gedurende die tydperk van LTO steeds nagekom sal word, word vervolgens bespreek.

### **6.3 NKR-toesig – nakoming en toepassing**

Koeberg is verantwoordelik vir kernveiligheid, terwyl die NKR verantwoordelik is vir die definisie van vereistes vir kernveiligheid en die verskaffing van toesig. Soos verduidelik op die NKR-webwerf word, het die NKR die mandaat om regulatoriese veiligheidsstandaarde te monitor en toe te pas om veilige bedryfstoeestande, voorkoming van kernongelukke of vermindering van die gevolge van kernongelukke te verseker, wat daartoe lei dat werkers, die publiek, eiendom en die omgewing beskerm word teen die potensiële skadelike gevolge van ioniserende straling of radioaktiewe materiaal.

Koeberg moet 'n inspeksieprogram implementeer om te verseker dat die voorwaardes van NIL-01 nagekom word. Die NKR implementeer 'n onafhanklike stelsel van toesig met streng nakomingsvereistes en toepassingsaksies. Die NKR voer aktiwiteite uit om nakoming te verseker om te bepaal in watter mate Koeberg aan die voorwaardes van NIL-01 voldoen. Die aktiwiteite behels 'n kombinasie van oudits, roetine-inspeksies, nieroetine-inspeksies, hersiening van roetineverslae en hersiening van gebeurtenisverslae.

Waar die magtigingsvoorwaardes nie nagekom word nie, kan die NKR toepassingsaksies instel. Toepassingsaksies is ontwerp om te reageer op die spesifieke voorwaardes en vereistes wat nie nagekom is nie. Die toepassingsaksies word bepaal deur die erns van die oortreding en kan die vorm aanneem van skriftelike waarskuwings, strawwe, inkorting van bedrywighede, opskorting van die magtiging, of – uiteindelik – terugtrekking van die magtiging. In alle gevalle moet Eskom, die houër van die magtiging, die oortreding regstel deur 'n deeglike ondersoek ooreenkomstig en binne 'n ooreengekome tydskaal uit te voer en alle nodige maatreëls tref om herhaling te voorkom.

Doeltreffende toesig deur die NKR het bygedra tot die voortgesette veilige bedryf van Koeberg. Die regulatoriese raamwerk en NKR-toesig, met die beoogde bykomende regulatoriese vereistes wat met LTO gepaard gaan, sal steeds gedurende LTO geld.

## **OPENBAAR**

## **7. AANSOEKERSINLIGTING**

|                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Die aansoeker se volle naam                                                                                           | Eskom Holdings SOC Limited                                                                                                                                                                                                                                    |
| Fisiese adres:                                                                                                        | Megawatt Park<br>Maxwell-rylaan<br>Sunninghill<br>2157                                                                                                                                                                                                        |
| Maatskappyregistrasienommer                                                                                           | 2002/015527/30                                                                                                                                                                                                                                                |
| Datum van inkorporasie                                                                                                | 2002                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Geregistreerde adres                                                                                                  | Posbus 1091<br>Johannesburg<br>2000                                                                                                                                                                                                                           |
| Fisiese adres van die kerninstallasie                                                                                 | R27 by Weskuspad, Melkbosstrand, Wes-Kaap, 7441.<br><br>Die perseel is ongeveer 27 km noord van Kaapstad in die Wes-Kaap geleë. Toegang tot Koeberg is via die R27 of , andersins via Otto du Plessis-rylaan. Koeberg is geleë op die Plaas Duynefontyn 1552. |
| Besonderhede van enige beherende of filiaalmaatskappye                                                                | Eskom Holdings SOC Beperk is in volle besit van die staat.                                                                                                                                                                                                    |
| Besonderhede van enige buitelandse betrokkenheid of beheer van kerninstallasie deur buitelandse korporasies/regerings | Nie van toepassing nie                                                                                                                                                                                                                                        |

### **OPENBAAR**

## **8. BESKRYWING VAN DIE TERREIN**

Koeberg is in die Wes-Kaap in die Blaauwberg-distrik van die Stad Kaapstad Metropolitaanse Munisipaliteit, ongeveer 27 km noord van Kaapstad. Dit is geleë op die Kaapse Plaas Duynefontyn 1552 (dit is die konsolidasie van die Kaapse Plaas Duynefontyn 34 en Plaas 1375) sowel as die aangrensende plaas Kleine Springfontyn 33. Die terrein is ten volle in Eskom se besit en word omring deur 'n privaat natuurreservaat, naamlik, die Witzands Aquifer-natuurreservaat aan die noordooste, die woonbuurt Duynefontein aan die suide en die Atlantiese Oseaan aan die westekant.

Die R27, bekend as die Weskuspad, is 'n streekroete wat in 'n noord-suid tot noordwestelike rigting aan die oostelike grens van die terrein loop. Die hooftoegangspad lei van die R27 na Koeberg, en 'n alternatiewe toegangspad is via Duynefontein in die suide.

Die Duynefontyn-terrein, waar Koeberg geleë is, is gepas gesoneer vir die opwekking van kernelektrisiteit en gepaardgaande aktiwiteite.

'n 400 kV-kraglyn verbind die gebied met die nasionale netwerk en die hoofbron van elektrisiteit in Mpumalanga, en Koeberg voer elektrisiteit in die netwerk in vir plaaslike gebruik, asook nasionale uitvoer via die netwerkstelsel, afhangende van die vraag.

Die Stad Kaapstad voorsien drinkbare water aan Koeberg en gebiede van Bloubergstrand, Melkbosstrand, Van Riebeeckstrand en Duynefontein via etlike pyplyne van die Voëlvleidam tussen Hermon en Tulbagh en die Melkbosreservoir met 'n kapasiteit van 40 000 m<sup>3</sup>.

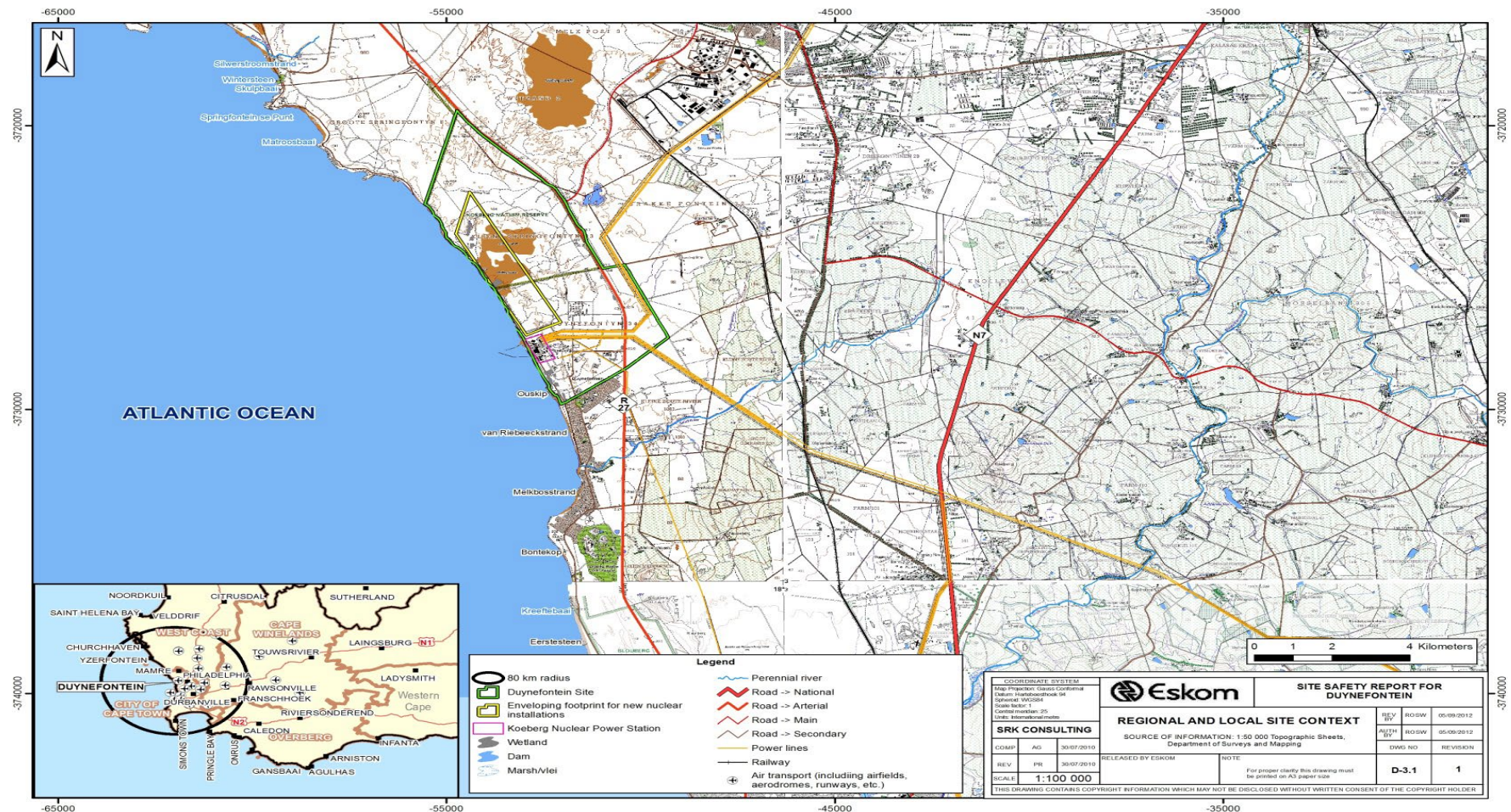
Daar is geen riviere op die terrein self nie, maar daar is ekologies belangrike vleilande suid van Koeberg en in die noordelike deel van die terrein.

Die naaste groot lughawe aan die perseel is Kaapstad- Internasionale Lughawe, wat 40 km suidsuidoos geleë is. Die spoorlyn na Namakwaland wat ongeveer 24 km oos van die terrein loop, is die naaste spoorlyn aan die perseel.

Kaapstad-hawe (25 km suid) is die grootste kommersiële hawe in die streek, met Yzerfontein-hawe, 'n hawe vir klein vaartuie, 25 km noordwes. Die terrein in verhouding tot streeksverband word hier onder in Figuur 4 getoon.

**OPENBAAR**





Figuur 4: Streeks- en plaaslike terreinkonteks

**OPENBAAR**

Wanneer dit van die dokumentbestuurstelsel afgelaai word, word hierdie dokument nie beheer nie, en dit is die gebruiker se verantwoordelikheid om seker te maak dat dit met die gemagtigde weergawe op die stelsel ooreenstem. Derde partye mag geen deel van hierdie dokument op enige manier of in enige vorm sonder skriftelike toestemming van Eskom Holdings SOC Ltd reproduseer nie. © Kopiereg Eskom Holdings SOC Ltd, Reg.-no. 2002/015527/30



## 8.1 Geskiktheid van terrein

Die Duynfontyn-terrein is oor die jare deeglik geëvalueer met betrekking tot al die eienskappe van die terrein wat die veiligheid van Koeberg en die oordrag van radioaktiewe materiaal wat aan mense en die omgewing vrygestel word, kan beïnvloed. Hierdie studies sluit onder andere in:

- geologiese, seismologiese, geotegniese, hidrologiese en meteorologiese eienskappe;
- oorwegings ten opsigte van klimaatsverandering;
- bevolkingsgroei en verspreiding;
- gebruik van grond en aangrensende see;
- nabye vervoer, industriële en militêre fasiliteite; en
- moontlike radiologiese impak op mense en die omgewing.

Gebaseer op die inligting wat tot dusver beskikbaar is, het terreinevalueringstudies wat vroeër gedoen is, getoon dat geen diskwalifiserende faktore gevind is wat die terrein ongeskik sou maak vir voortgesette kerngebruik nie. Hierdie studies word tans geherevalueer, met inagneming van die lesse wat uit Foekoesjima geleer is en om die onlangsste en akkuraatste begrip van die terrein te verseker deur gebruik van die nuutste beskikbare inligting, regulatoriese vereistes en ontledingsmetodes.

Terreinevalueringstudies word uitgevoer deur gebruik te maak van internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes, insluitende regulasies oor lisensiëring van terreine [17], tussentydse leiding vir die ligging van kernfasiliteite [18], en IAEA-terreinevaluering vir kerninstallasies [19]. Die verslag word gefinaliseer sodat dit by die NKR ingedien kan word.

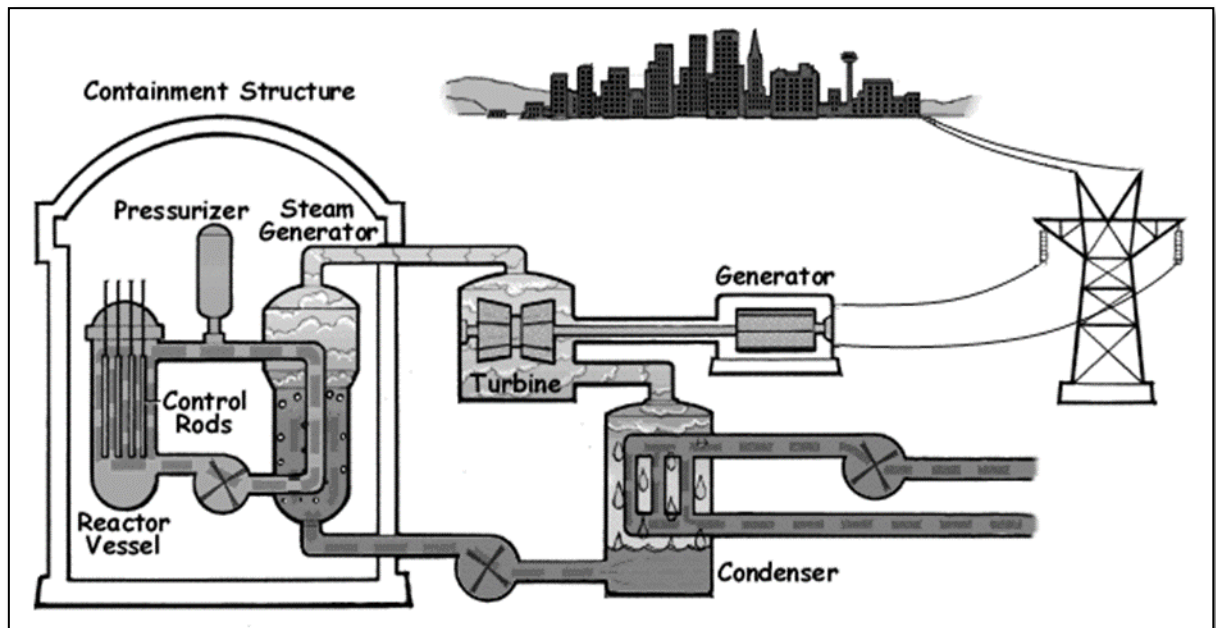
## 9. BESKRYWING VAN KOEBERG SE HUIDIGE BEDRYWIGHEDE

Hierdie afdeling bied 'n oorsig van Koeberg se bedrywighede.

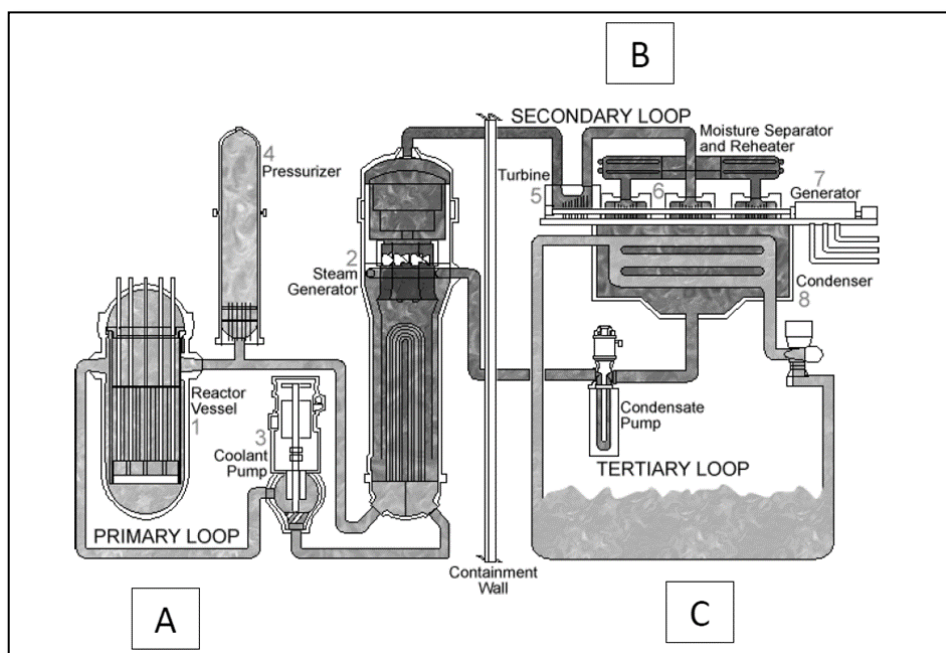
### 9.1 Die Koeberg-kernkragsentrale

Koeberg is nie 'n unieke ontwerp nie. Dit is soortgelyk aan baie ander kernreaktooreenhede wêreldwyd (hoofsaaklik in Frankryk) en deel 'n soortgelyke ontwerpkonsep met meer as 100 reaktoreenhede wat tans wêreldwyd bedryf word. Die tegnologie is dus welbekend en verstaanbaar, wat bydra tot die betroubaarheid en veiligheid daarvan. Konstruksie aan Koeberg het in 1976 begin en het bestaan uit twee 920 MWe, drukwaterreaktor- (PWR-) opwekkingseenhede. Die PWR-tegnologie wat by Koeberg gebruik is, is gebaseer op 'n ontwerp deur Westinghouse en gebou deur Framatome. Figuur 5 toon 'n skematiese voorstelling van kragopwekking met behulp van 'n PWR-ontwerp.

**OPENBAAR**



Figuur 5: Skematiese voorstelling van 'n tipiese drukwaterreaktor keraanleg [21]



Figuur 6: Konfigurasië van stelsels van 'n PWR-aanlegontwerp [22]

'n PWR-ontwikkelingseenheid bestaan uit 'n drielusstelsel (primêre, sekondêre en tersiêre lusstelsel) waarin die stelsels van mekaar geskei is, soos aangedui in Figuur 6, met minimale vermenging tussen verkoelingswater van aangrensende stelsels. Hierdie skeiding beperk die

## OPENBAAR

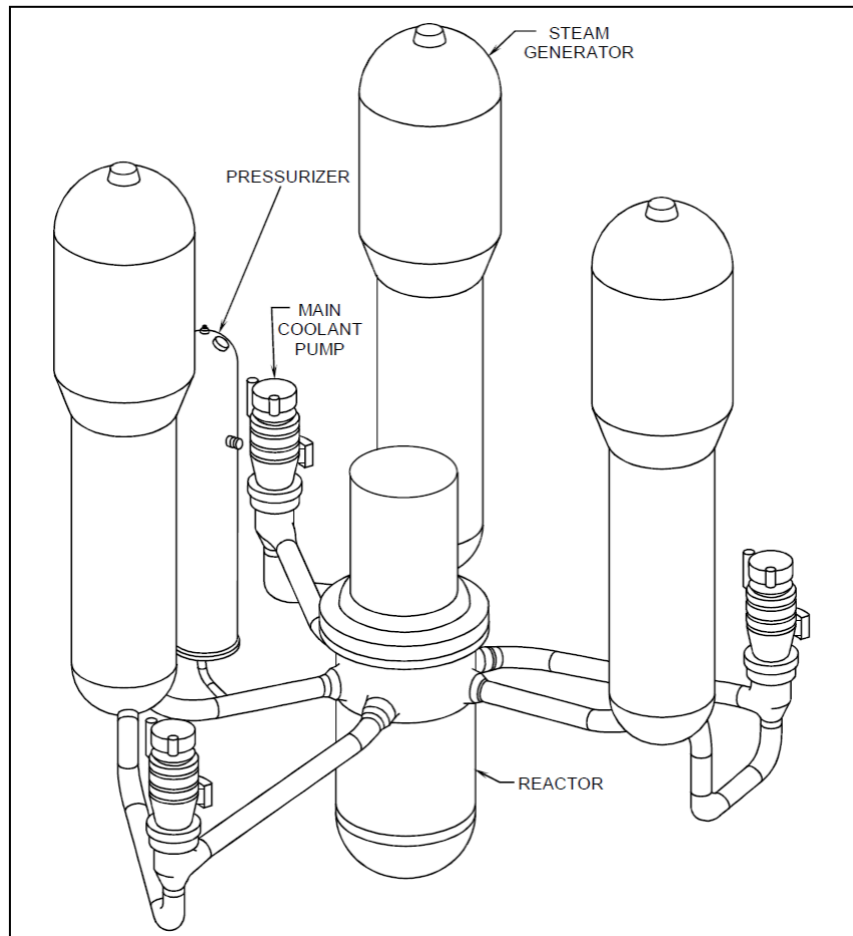
radioaktiwiteit in die primêre stelsel, wat as 'n versperring vir die vrystelling van radioaktiewe uitvloeisel dien.

Elke reaktoreenheid bestaan uit 'n kerneiland, 'n turbine-eiland, waterinname- en uitlaatstrukture. Die belangrikste dele van die kerneiland is soos volg saamgestel:

- Die reaktorgebou, ook die inperkgebou genoem. Dit bevat die reaktor en al die verkoelingswaterlusse onder druk, komponente en stelsels wat nodig is vir veilige bedryf van die reaktor. Dit is 'n lekdigte, drukhoudende gebou wat radioaktiwiteit wat deur die reaktorkern vrygestel word, behou in die onwaarskynlike geval van 'n ongeluk en die reaktorstelsel beskerm teen eksterne gebeurtenisse soos slegte weer en selfs missiele. Dit is gemaak van baie dik, gewapende beton met 'n staalvoering. Gedurende normale werking word die reaktorgebou onder effens negatiewe druk gehou. Die primêre stelsel bestaan uit drie stoomontwikkelaars, drie reaktor verkoelingswaterpompe, 'n drukversterker en die reaktordrukvat, wat die kernbrandstof hou. Die algemene uitleg van die primêre stelsel word getoon in Figuur 7.
- Die brandstofgebou bevat die fasiliteite vir die berging en hantering van nuwe brandstof voor dit in die reaktor gelaai word, en gebruikte brandstof wat uit die reaktor verwyder word. Die brandstofgebou bevat ook die toerusting vir die verkoeling- en suiweringsstelsel van die brandstofpoel en die stoomontwikkelaar se noodvoedingswaterstelsel.
- Die gebou vir elektriese toerusting bevat alle middele om die eenheid te beheer (die beheerkamer en bedryfsfasiliteite, elektriese kragtoevoer en die instrumentasie- en beheerstelsel).
- 'n Bykomende kernkraggebou met die hulpstelsels wat nodig is vir normale bedryf van die reaktor en ondersteunende veiligheidstelsels. Hierdie gebou bevat die toerusting van die chemiese en volumebeheerstelsel, die verwerkingstelsel vir gasafval, die verwerkingstelsel van die reaktor se verkoelingswateruitvloeisel, die noodveiligheidsreaktorstelsels en die boorherwinningstelsel.
- Twee geografies aparte geboue, elk met 'n dieselgenerator (noodkragvoorsiening).
- Die tydelike tussentydse bergingsfasiliteit (TISF), tans in ontwikkeling en onderhewig aan NKR-goedkeuring, om bykomende brandstofopbergingsvate te hou wat gebruik word vir die droë berging van gebruikte kernbrandstof, en die ou stoomontwikkelaars totdat radioaktiewe afvalbestuursplanne goedgekeur is vir die finale bestemming van hierdie materiaal.

Die hele kerneiland is op 'n seismiese dempingstelsel gemonteer. Die stelsel beskerm die kerneilandstruktuur teen horisontale beweging gedurende 'n aardbewing en laat toe dat die reaktoreenheid veilig afgesluit word.

## **OPENBAAR**



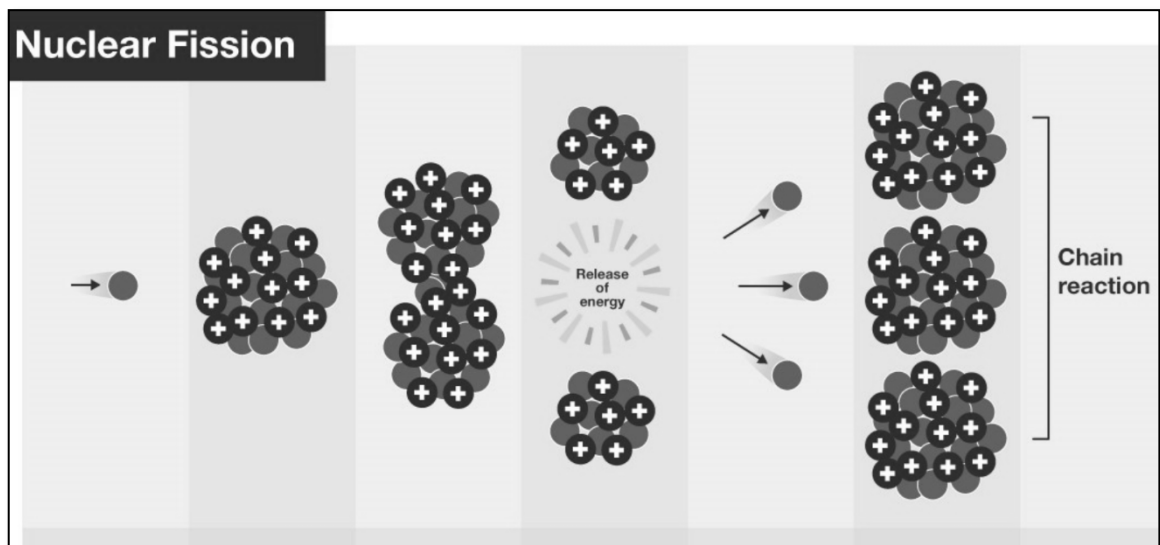
Figuur 7: Illustrasie van die algemene rangskikking van SSK's in 'n drieluskernkragaanleg [23]

## 9.2 Elektrisiteitsopwekking uit kernkragaanlegte

### 9.2.1 Kernsplitsing

Koeberg maak staat op laagverrykte uraan as die bron van brandstof om hitte te lewer. Die hitte wat gedurende kernreaksies opgewek word, is die gevolg van 'n proses wat "splitsing" genoem word. Splitsing behels die splyting van atome se kerne deur middel van kleiner deeltjies, wat neutrone genoem word. As 'n relatief groot kloofbare atoomkern deur 'n neutron getref word, splyt dit in twee of meer kleiner splittingsprodukte en gee energie en neutrone gedurende die proses af. Daarna veroorsaak die vrye neutrone verdere splitsing en die splittingsproses gaan in 'n kettingreaksie voort. Die proses om die atome te splyt en die daaropvolgende vrystelling van energie word kernsplitsing genoem (Figuur 8).

**OPENBAAR**



Figuur 8: Kernsplittingsreaksie [24]

Die splitsingsproses word noukeurig beheer deur boorsuur wat in die primêre stelsel- (reaktorverkoelingswater) opgelos is, asook reaktorbeheerstawe te gebruik, om te verseker dat ontwerpgrense nie oorskry word nie. Die water van die primêre stelsel word deur die primêre stelsel gesirkuleer om die hitte-energie uit die reaktor te verwyder en die temperatuur binne die ontwerpgrense te hou. Die warm water verlaat die reaktor deur die warm been van die reaktor en vloei in die stoomontwikkelaar in. In die stoomontwikkelaar word die water van die primêre lus verkoel terwyl dit sy hitte na die sekondêre lus oordra. Vanuit die stoomontwikkelaar word die water van primêre stelsel deur die reaktor se verkoelingswaterpompe na die kern van die reaktor teruggepomp (deur die koue been van die primêre lus), waar dit weer verhit word deur die energie wat deur die kernsplittingsproses vrygestel word. Elke Koebergeenheid se primêre stelsel het drie sulke primêre lusse, dit wil sê drie stoomontwikkelaars en drie primêre pompe. Een van die lusse van die primêre stelsel het 'n drukversterker wat die primêre stelsel se druk hoog genoeg hou om te verhoed dat die water in die primêre stelsel kook, vandaar die naam drukwaterreaktor.

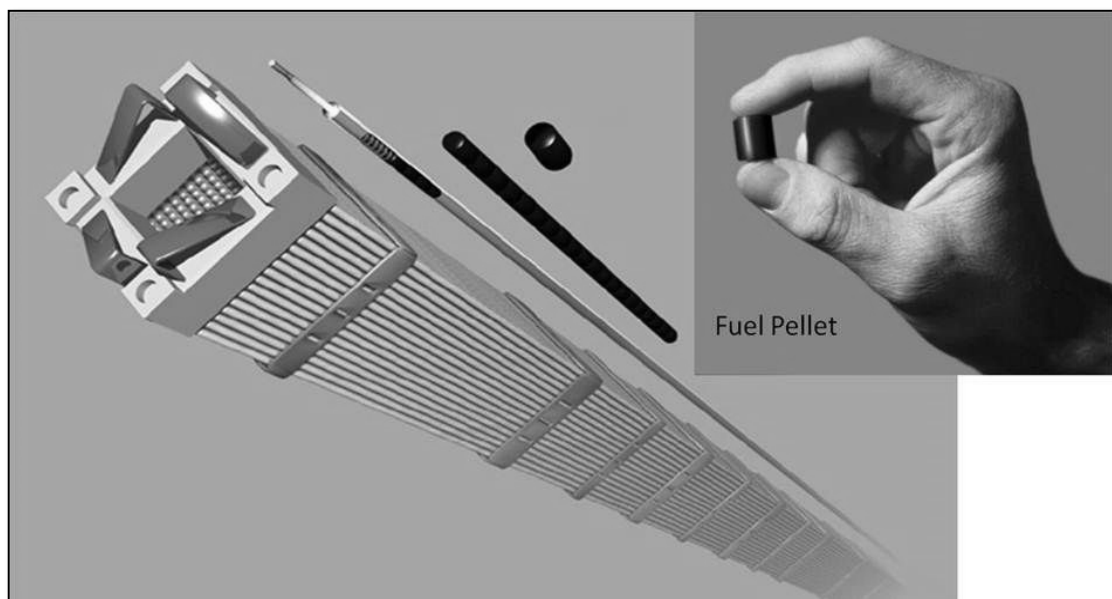
In die proses word hitte oorgedra tussen die primêre en die sekondêre stelsels. Aan die sekondêre kant van die stoomontwikkelaar word die water toegelaat om te kook sodat dit in stoom omgeskakel kan word. Hierdie stoom word dan gebruik om die turbine aan te dryf, wat die kragopwekker aandryf wat elektrisiteit opwek (lewer). Nadat die stoom deur die turbine gegaan het, word die stoom in die kondenseerder na water gekondenseer sodat dit na die stoomontwikkelaars teruggepomp kan word en voltooi dit die sekondêre stelsel. Water uit die koue Atlantiese oseaan word deur die kondensator in die derde, of tersiêre,

## OPENBAAR

waterstelsel gepomp, en die oorblywende hitte wat uit die stoom in die konsenseerder onttrek word, word in die Atlantiese Oseaan vrygelaat.

Koeberg werk dus met behulp van drie afsonderlike waterstelsellusse, die primêre, die sekondêre en die tersiêre stelsel. Die doel van die skeiding van die drie stelsels is om te verseker dat die water uit die primêre stelsel heeltemal deur die sekondêre stelsel van die tersiêre stelsel geïsoleer word, wat enige interaksie tussen die primêre stelsel en die tersiêre stelsel voorkom, aangesien die tersiêre stelsel oop is vir die omgewing.

### 9.2.2 Radioaktiewe materiaal gebruik



Figuur 9: Illustrasie van 'n tipiese PWR-kernbrandstofelement, met die brandstofstaaf, beheerstaaf, en brandstofpilelemente afsonderlik getoon

Die Koeberg-kernreaktors lewer en beheer die vrystelling van energie deur die splitsingsproses (dit wil sê, splyting van atome) deur hoofsaaklik uraan-235- (U-235-) isotope te gebruik, in die vorm van uraanoksied- ( $\text{UO}_2$ -)pille, as brandstof. Die  $\text{UO}_2$ -pille word in buise gestapel om kernbrandstofstawe te vorm wat in die reaktorkern gelaai word as kernbrandstofelemente, geïllustreer in Figuur 9. In die reaktorkern splits of splyt die U-235-isotoop, wat baie hitte produseer gedurende 'n voortdurende proses wat 'n kettingreaksie genoem word.

Water word as moderator gebruik om die neutrone wat uit die splitsingsproses vrygestel word, te vertraag, sodat hulle meer splitsing kan veroorsaak, terwyl beheerstawe en opgeloste boor in die primêre verkoelingswater gebruik word om neutrone te absorbeer om die reaksietempo binne die reaktorkern te beheer.

## OPENBAAR



Die brandstofstawe bestaan uit uraan, verryk tot 'n maksimum van 4,95% U-235, in die vorm van silindriese pille van uraandioksied, wat in brandstofbekleding verseël is. Die brandstofbekleding word van 'n gepatenteerde legering van sirkonium vervaardig vanweë sy gunstige meganiese eienskappe, hoë weerstand teen korrosie en lae neutronabsorpsie. Brandstofstawe word gedurende vervaardiging intern onder druk geplaas met helium om spanning gedurende bedryf te verminder en bekledingsafplatting te voorkom. Die brandstofbekleding verskaf die eerste versperring om radioaktiewe materiaal binne die brandstofstaaf te hou. Brandstofstawe kan brandbare absorbeërs bevat in die vorm van met boriedbedekte brandstofpille of uraanoksiedbrandstofpille gemeng met gadoliniumoksied, of 'n kombinasie hiervan, vir reaktiwiteitsbeheer in die kern.

Die konsentrasie van splitsingsprodukte en swaar elemente sal toeneem gedurende bedryf tot die punt waar dit nie meer prakties is om die brandstof te gebruik nie. As die gebruikte brandstof uit 'n reaktor verwyder word, sal dit steeds straling en hitte vrystel. Tussen elke 12 en 24 maande word die eenhede tipies afsonderlik afgesluit vir herlading. Gedurende 'n herladingsafsluiting word slegs een derde van die brandstofsamestellings vervang, dit wil sê, twee derdes van die gebruikte kernbrandstofelemente word herlaai saam met een derde van nuwe (vars) brandstofsamestellings.

Vanuit die reaktorkern word die gebruikte kernbrandstofelemente in poele vir gebruikte brandstof geplaas om hitte en straling tot aanvaarbare vlakke te laat afneem voordat dit na die droëbergingshouers vir gebruikte brandstof oorgedra kan word. In die poele bied die water beskerming teen straling en absorbeer dit die hitte wat deur die brandstof vrygestel word. Die gebruikte kernbrandstofelemente word ten minste 10 jaar in die poele gehou om afkoeling moontlik te maak sodat die gebruikte brandstof baie lae energie oor het wanneer dit na die droëbergingsvate oorgedra word.

## **OPENBAAR**

## **10. RISIKO'S VIR VEILIGHEID, GESONDHEID EN DIE OMGEWING WAT VERBAND HOU MET LANGTERMYNBEDRYF**

Koeberg het veilig bly werk vandat dit in 1984 in gebruik geneem is. Dit is bereik deur robuuste aanlegontwerp, die toepassing van streng veiligheidsprogramme (byvoorbeeld instandhouding), konsekwente nakoming van prosesse (byvoorbeeld gehalteversekering), asook die deel van ervarings met internasionale organisasies soos WANO en die IAEA. Die NKR speel ook 'n deurslaggewende rol daarin om die voortgesette veilige bedryf van Koeberg te verseker deur streng en sistematiese regulatoriese toesig te verskaf.

### **10.1 Kernveiligheidsrisiko's**

Die risiko van 'n kernongeluk wat lei tot die vrystelling van radioaktiwiteit in die omgewing of die risiko vir die publiek as gevolg van normale bedryf is baie laag. Hierdie afdeling bespreek die kernveiligheidsrisikoperke wat deur die NKR vasgestel is, die konsep van verdediging-in-diepte (DiD), wat by Koeberg gebruik word om risiko's op 'n aanvaarbare vlak te hou, en ongelukbestuur.

#### **10.1.1 Kernveiligheidsrisikoperke**

Die NKR spesifiseer oorhoofse veiligheidskriteria (risikoperke) waaraan Koeberg moet voldoen [5]. Die veiligheidskriteria is beperkings op die jaarlikse risiko vir lede van die publiek en werkers weens blootstelling aan radioaktiewe materiaal as gevolg van normale of ongelukstoestande by Koeberg. 'n Waarskynlikheids-en-veiligheidsontleding (PSA) is 'n kwantitatiewe sistematiese en gestruktureerde metodologie om potensiële risiko's in ontwerp en bedryf te identifiseer en te ontleed om oplossings te ontwikkel om die impak daarvan op die aanleg en die bevolking te verminder. Die PSR het die huidige PSA beoordeel en bevestig dat Koeberg aan die veiligheidskriteria voldoen het en dat 'n doeltreffende stelsel van risikobestuur by Koeberg geïmplementeer is om te verseker dat bedryfsaktiwiteite nie 'n probleem vir die veiligheidskriteria skep nie.

Die maksimum jaarlikse risiko vir 'n individuele lid van die publiek en werkers as gevolg van ongelukstoestande by Koeberg mag nie die perk van  $5 \times 10^{-6}$  sterftes per jaar en  $5 \times 10^{-5}$  sterftes per jaar, onderskeidelik, oorskry nie. Die PSR het getoon dat Koeberg aan die veiligheidskriteria voldoen het en die hoogste openbare risiko op minder as 3% van die NKR-kriteria gehou het (ongeveer  $1,17 \times 10^{-7}$  sterftes per jaar) en die werkers se hoogste terreinrisiko teen minder as 20% van die NKR-kriteria (ongeveer  $7,56 \times 10^{-6}$  sterftes per jaar).

Om die konsep te verstaan, kan 'n mens die risiko van 'n sterfte as gevolg van 'n motorvoertuigongeluk (hetsy as 'n bestuurder, passasier of voetganger) in Suid-Afrika oorweeg. Die jaarlikse padveiligheidsverslag vir 2019 het berig dat 12 921 mense in 2018 weens padongelukke gesterf het [33]. Gebaseer op 'n bevolking van 60 miljoen mense, is

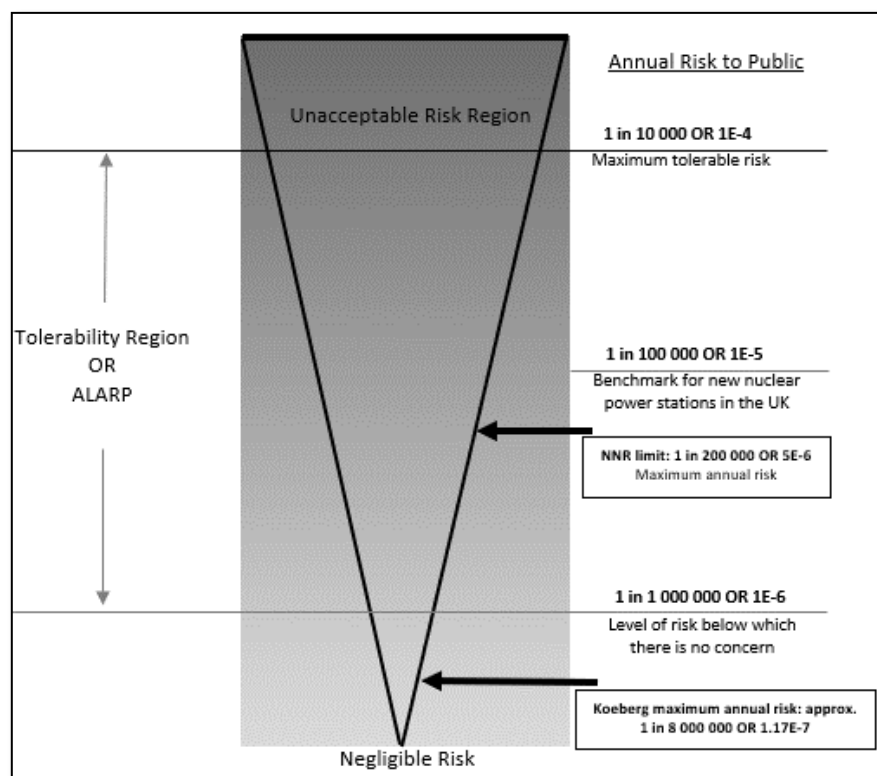
#### **OPENBAAR**

die gemiddelde risiko dat 22 mense vir elke 100 000 inwoners (of  $2,2 \times 10^{-4}$  per jaar) elke jaar waarskynlik in 'n padongeluk in Suid-Afrika sal sterf. Dit beteken dat 'n lid van die publiek meer as 1 000 keer meer waarskynlik in 'n padongeluk sal sterf as weens kernongeluktoestande by Koeberg.

Geen menslike aktiwiteit en veral geen metode van elektrisiteitsopwekking is vry van risiko nie. Volgens die IAEA is dit 'n fundamentele vereiste dat die risiko's wat 'n kernaansleg inhou, aantoonbaar so laag as redelik prakties (ALARP) is soos getoon word in Figuur 10 met inagneming van ekonomiese en veiligheidsvereistes. Die maksimum risiko van 'n nuwe kernkragssentrale vir enige lid van die publiek word gestel op  $1 \times 10^{-5}$  sterftes per jaar [6]. Die Koeberg-risiko is laer (veiliger) as dit en in die aanvaarbare risikogebied van die ALARP-diagram in Figuur 10.

Daar moet kennis geneem word dat hoewel hierdie veiligheidskriteria deur die NKR gestel word, dit hoogs onwaarskynlik is dat enigiemand gesondheidseffekte of dood sal ervaar as gevolg van die verlenging van die bedryf van Koeberg vir nog 20 jaar. Geen kernongelukke het plaasgevind vandat Koeberg in bedryf is nie. Daar is geen onnodige risiko vir lede van die publiek of werkers as gevolg van Koeberg-bedrywighede nie.

Koeberg sal voortgaan om gedurende die tydperk van LTO aan die oorhoofse veiligheidskriteria te voldoen.



Figuur 10: Bestuur van risiko so laag as redelik prakties (ALARP) aangepas vanaf [6]

## OPENBAAR

### 10.1.2 Verdediging-in-diepte

Die USNRC definieer “verdediging-in-diepte” as ’n benadering tot die ontwerp en bedryf van ’n kernkragssentrale wat ongelukke wat straling vrystel, voorkom en die gevolge verminder. Die verdediging-in-diepte-konsep word algemeen in die kernbedryf gebruik om die risiko van ’n ongeluk op aanvaarbare vlakke te hou. Die resultaat van die gebruik van hierdie benadering is om verskeie, oortollige lae van verdediging beskikbaar te hê (ook bepalinge genoem) om te vergoed vir potensiële menslike en meganiese foute. Geen enkele fout by Koeberg sal ’n ongeluk tot gevolg hê nie, ongeag hoe belangrik die foutiewe komponent is vir die veilige werking van die kernkragssentrale. As ’n fout wel voorkom, kan die probleem opgespoor word en alternatiewe middele verskaf word of regstellings gemaak word om ’n ongeluk te voorkom of die gevolge te verminder.

Tabel 3: Vlakke in verdediging-in-diepte [25]

| DiD-vlak | Oogmerk                                                                                                                                      | Noodsaaklike middele                                               |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Vlak 1   | Voorkoming van abnormale werking en foute                                                                                                    | Konserwatiewe ontwerp en hoë gehalte in konstruksie en bedryf      |
| Vlak 2   | Beheer van abnormale bedryf en opsporing van foute                                                                                           | Beheer-, beperkings- en beskermingstelsels en ander toesigkenmerke |
| Vlak 3   | Beheer van ongelukke in die ontwerp                                                                                                          | Gemanipuleerde veiligheidskenmerke en ongelukbestuur               |
| Vlak 4   | Beheer van ernstige aanlegtoestande, insluitende die voorkoming van ongelukprogressie en vermindering van die gevolge van ernstige ongelukke | Aanvullende maatreëls en ongelukbestuur                            |
| Vlak 5   | Vermindering van radiologiese gevolge van beduidende vrystellings van radioaktiewe materiaal                                                 | Noodreaksie weg van die terrein                                    |

Die PSR het al vyf vlakke van verdediging-in-diepte by Koeberg geëvalueer. Die doel van die ontleding was om die toereikendheid, aanvaarbaarheid en robuustheid van die verdediging-in-dieptevlakke by Koeberg te bepaal. Die vyf vlakke van verdediging-in-diepte word in die IAEA INSAG-10 gedefinieer [25] en in Tabel 3 gegee. Daar is bevestig dat Koeberg genoeg voorsienings beskikbaar het om te verseker dat sy vlakke van verdediging-in-diepte tans doeltreffend is en, deur voortdurende instandhouding en verbeterings, gedurende die tydperk van LTO doeltreffend sal bly. Verbeterings aan huidige voorsiening van verdediging-in-diepte word beplan en is aan die NKR voorgelê vir goedkeuring as deel van die uitslag van die PSR.

**OPENBAAR**

### **10.1.3 Ongelukbestuur**

Ongelukbestuur is 'n noodsaaklike komponent van verdediging-in-diepte. Dit sluit die prosedures en planne in wat nodig is om 'n aanleg tot 'n veilige toestand te herstel en die risiko van vrystelling van straling in die omgewing te voorkom of te verminder. Koeberg het 'n volledige stel noodbedryfsprosedures en riglyne vir die bestuur van ernstige ongelukke beskikbaar vir gebruik in die onwaarskynlike geval van 'n ongeluk om skade aan die kernbrandstof te voorkom en moontlike radioaktiewe vrystellings in die omgewing te voorkom of te beperk.

Ooreenkomstig nasionale en internasionale standaarde het Koeberg veelvuldige veiligheidstelsels om 'n reeks abnormale en ongelukstoestande te hanteer om te verseker dat daar geen onnodige risiko vir die publiek is nie. Daar word na hierdie abnormale en ongelukstoestande verwys as ontwerpsebaseerde ongelukke omdat die ontwerp van die aanleg hierdie gebeurtenisse kan weerstaan sonder om gemagtigde perke te oorskry. Koeberg is byvoorbeeld ontwerp om 'n aardbewing te weerstaan met 'n episentrum by die foutsone, 8 km vanaf Koeberg, wat 7 op die Richterskaal meet (dit wil sê, 'n groot aardbewing). Dit is ook in staat om 'n tsoenami met 'n golfhoogte van 8 m te weerstaan.

By Foekoesjima was die toestande en gebeure erger as die ontwerpsebaseerde voorwaardes en het 'n ongeluk erger as 'n ontwerpsebaseerde ongeluk veroorsaak. Die tsoenami was byvoorbeeld hoër as die versperringsmuur van 5,5 m en het veroorsaak dat vyf van die ses nooddieselgenerators by Foekoesjima oorstroom het [10]. Aangesien die elektriese netwerk gedurende die aardbewing vernietig is, het Foekoesjima geen elektriese krag (of rugsteunkrag) vir sy veiligheidstelsels vir vyf van sy kernreaktooreenhede gehad nie.

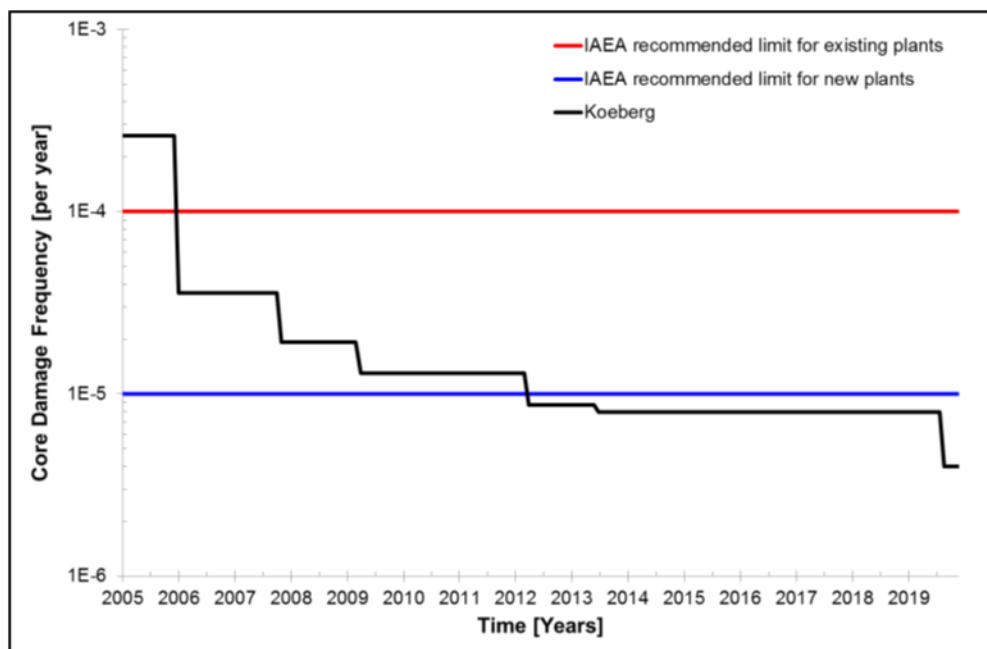
Die gebeurtenis by Foekoesjima het getoon dat toestande wat ernstiger is as dié wat as ontwerpsebaseerde ongelukke veronderstel word, kan voorkom, selfs al is dit hoogs onwaarskynlik. Dit staan bekend as ontwerpuitbreidingsvereistes.

Koeberg het verskeie wysigings geïmplementeer om aandag te gee aan die lesse wat by Foekoesjima geleer is, en bykomende verbeteringsaksies is in die PSR-geïntegreerde verbeteringsplan ingesluit. Voorbeelde van wysigings wat by Koeberg geïmplementeer is en aan ontwerpuitbreidingsvereistes aandag gee, is bykomende mobiele dieselelgenerators, mobiele pompe vir alternatiewe bronne van verkoelingswater na die poele vir gebruikte kernbrandstof, mobiele toerusting om die puin van ernstige aardbewings op te ruim, en outomatiese katalistiese rekombineerders om die risiko van 'n waterstofontploffing te verminder. Daarbenewens maak Koeberg se riglyne vir die bestuur van ernstige ongelukke voorsiening vir mobiele rugsteunnooddieselgenerators in die geval van 'n verlies van die hoof- elektriese kragtoevoer van die nasionale netwerk en die rugsteunnooddieselgenerators. Meer werk word beplan as deel van voortdurende verbeteringspogings en om die risiko van ernstige ongelukke, wat reeds binne regulatoriese risikoperke is, verder te verminder (verwys na Figuur 11).

**OPENBAAR**

Soos bespreek in afdeling 10.1, het die uitslag van die PSR getoon dat Koeberg voldoen het aan die hoofveiligheidskriteria gespesifiseer in RD-0024 [5]. Die risiko van skade aan die kernbrandstof in die reaktor weens 'n kernongeluk by Koeberg het mettertyd verbeter namate veiligheidsverbeterings geïmplementeer is soos aangedui deur die vermindering in die voorkoms van kernskade in Figuur 11 vir die tydperk 2005 tot 2019. Die voorkoms van kernskade is die waarskynlikheid dat 'n ongeluk kan veroorsaak dat die kernbrandstof in die reaktor beskadig word en is nou minder as  $1\text{E-}5$  ( $1 \times 10^{-5}$  per jaar) vir Koeberg.

Ter opsomming, die waarskynlikheid van skade aan die kernbrandstof in die reaktor by Koeberg is nou baie laag en vergelykbaar met dié wat vir nuwe kernkragssentrales gestel word [6]. Dit is as gevolg van voortdurende verbeterings in veiligheid. Koeberg se risiko sal na verwagting vir die tydperk van LTO binne die hoofveiligheidskriteria bly.



Figuur 11: Voorkoms van kernskade per jaar

## 10.2 Menslike gesondheidsrisiko's van blootstelling aan straling

Die radiologiese uitwerking op menslike gesondheid word in hierdie afdeling bespreek. Hierdie afdeling sal toon dat daar geen onnodige risiko vir openbare gesondheid is as gevolg van nog 20 jaar van voortgesette veilige bedryf nie omdat radioaktiewe uitvloeisel gedurende LTO na verwagting ver onder regulatoriese perke sal bly (verwys na afdeling 10.2.3). Die beroepsdosis kan effens toeneem as gevolg van 'n toename in werk gekoppel aan LTO (byvoorbeeld, vervanging van stoomontwikkelaars en reaktordrukvatkoppe); aangesien die huidige beroepsdosisvlakke ver onder regulatoriese perke is, word daar egter

**OPENBAAR**



verwag dat die beroepsdosisperke nie gedurende LTO in gevaar gestel sal word nie (sien afdeling 10.2.4 en afdeling 11.5).

### **10.2.1 Straling in die daaglikse lewe**

Die volgende teks is geneem uit die IAEA-feiteblad oor straling [9]:

Natuurlike radioaktiewe materiale is teenwoordig in die aardkors, die vloere en mure van ons huise, skole en kantore, en in die kos wat ons eet en drink. Daar is radioaktiewe gasse in die lug wat ons inasem. Ons eie liggame – spiere, bene en weefsel – bevat natuurlik voorkomende radioaktiewe elemente.

Ons ontvang ook blootstelling van mensgemaakte straling (soos X-strale), straling wat gebruik word om siektes te diagnoseer en vir kankerterapie. Neerslag van kernplofstoftoetsing en klein hoeveelhede radioaktiewe materiale wat deur steenkool- en kernkragaanlegte in die omgewing vrygestel word, is ook bronne van blootstelling aan straling vir mense.

Radioaktiwiteit is die term wat gebruik word om die disintegrasie van atome te beskryf. Die atoom word gekenmerk deur die aantal protone in die kern. Party natuurlike elemente is onstabiel. Gevolglik disintegreer of verval hulle kerne en stel dus energie in die vorm van straling vry. Hierdie fisiese verskynsel word radioaktiwiteit genoem. Die radioaktiewe verval word uitgedruk in eenhede wat becquerel genoem word. Een becquerel is gelyk aan een disintegrasie per sekonde.

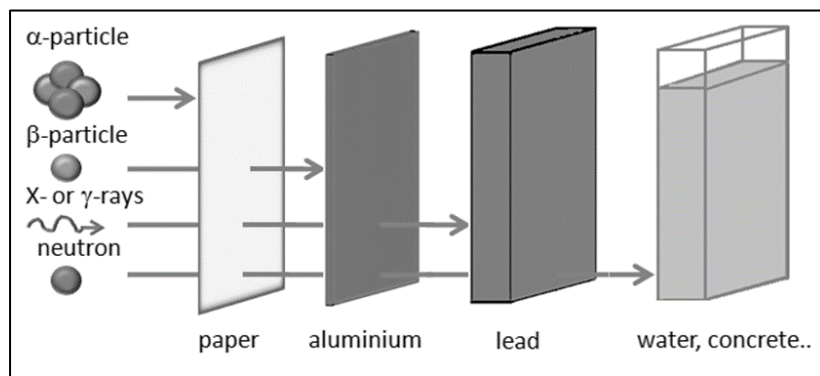
Die tyd wat dit neem vir die helfte van die radionuklide om te disintegreer of te verval, word die halfleeftyd genoem. Dit verskil vir elke radio-element, wat wissel van breukdele van 'n sekonde tot miljoene jare. Die halfleeftyd van jodium-131 is byvoorbeeld agt dae, maar vir uraan-238, wat in verskillende hoeveelhede oor die hele wêreld voorkom, is dit 4,5 miljard jaar. Kalium-40, die hoofbron van radioaktiwiteit in ons liggame, het 'n halfleeftyd van 1,42 miljard jaar.

Die term “straling” is baie breed en sluit dinge in soos lig en radiogolwe. In ons konteks verwys dit na “ioniserende” straling, wat beteken dat, omdat sulke straling deur materie gaan, dit kan veroorsaak dat dit elektries gelaai of geïoniseer word. In lewende weefsels kan die elektriese ione wat deur straling geproduseer word, normale biologiese prosesse beïnvloed. Die algemene ioniserende straling waaroor algemeen gepraat word, is soos volg:

1. Alfastraling wat bestaan uit swaar, positief gelaaide deeltjies wat deur atome van elemente soos uraan en radium vrygestel word. Alfastraling kan heeltemal gestop word deur 'n vel papier of deur die dun oppervlaklaag van ons vel (epidermis). As alfastralingsmateriale deur asemhaling, eet of drink in die liggaam opgeneem word, kan dit inwendige weefsels blootstel en biologiese skade veroorsaak.

## **OPENBAAR**

2. Betastraling bestaan uit elektrone. Hulle dring meer deur as alfadeeltjies en kan deur 1 cm tot 2 cm water gaan. Oor die algemeen sal 'n aluminiumplaat van 'n paar millimeter dik betastraling stop.
3. Gammastrale is elektromagnetiese straling soortgelyk aan X-strale, lig en radiogolwe. Gammastrale kan, afhangende van hulle energie, deur die menslike liggaam beweeg, maar kan deur dik mure van beton of lood gestop word.
4. Neutrone is ongelaai deeltjies en veroorsaak nie direkte ionisering nie, maar hulle interaksie met die atome van materie kan aanleiding gee tot alfa-, beta-, gamma- of X-strale, wat dan ionisering veroorsaak. Neutrone dring deur en kan slegs gestop word deur dik massas beton, water of paraffien.



Figuur 12: Soorte ioniserende straling saam met hulle onderskeie afskermingsmateriale

Om die skadelike gevolge van straling te verminder, word verskillende afskermingsmateriale gebruik om die publiek teen onnodige blootstelling aan straling te beskerm, soos aangedui in Figuur 12. Hoewel ons nie die teenwoordigheid van straling kan sien of voel nie, kan dit in die kleinste hoeveelhede met redelik eenvoudige stralingsmeetinstrumente opgespoor en gemeet word.

### 10.2.2 Stralingsdosis en biologiese gevare van blootstelling aan straling

Die stralingsdosis waaraan werkers en die publiek as gevolg van Koeberg-bedrywighede blootgestel word, is baie laer as die dosis wat na verwagting skade kan veroorsaak.

**OPENBAAR**

Die geabsorbeerde dosis is die energie wat deur straling aan 'n massa weefsel oorgedra word en word in gray (Gy) gemeet. Die biologiese uitwerking van ioniserende straling verskil volgens die soort en energie. 'n Maatstaf van die risiko van biologiese skade is die ekwivalente dosis straling wat die weefsel ontvang. Die eenheid van ekwivalente stralingsdosis is die sievert (Sv). Aangesien een sievert 'n groot hoeveelheid is, word stralingsdosisse wat gewoonlik teëgekome word, in millisievert (mSv) of mikrosievert ( $\mu$ Sv) uitgedruk, wat onderskeidelik een duisendste en een miljoenste van 'n sievert is. Die ouer eenheid vir ekwivalente stralingsdosis is die rem (roentgenekwivalent, mens). Omskakeling: 1 rem = 0,01 Sv; 1 Sv = 100 rem.

Een borskas-X-straal sal byvoorbeeld 'n stralingsdosis van ongeveer 0,1 mSv gee, terwyl 'n rekenaartomografie- (CT-)skandering van die hele liggaam 'n persoon aan ongeveer 10 mSv sal blootstel [26]. Gemiddeld beloop stralingsblootstelling as gevolg van alle natuurlike bronne ongeveer 2,4 mSv per jaar [9]; hierdie syfer kan egter met etlike honderde persent wissel, afhangende van die geografiese ligging. (Byvoorbeeld, in die Verenigde State van Amerika is dit ongeveer 3 mSv per jaar van natuurlike agtergrondstraling [26].)

Die effektiewe dosis neem die totale beswaarde som van die ekwivalente dosisse in al die weefsel en organe in ag. Verskillende weefsels en organe het verskillende sensitiviteit vir straling, en dus is die effektiewe dosis die dosis wat deur die hele liggaam ontvang word.

Gevare verbonde aan stralingsblootstelling hang af van die soort straling, tydperk van blootstelling en die hoeveelheid energie wat in die weefsel gelaat word. By blootstellingsvlakke wat hoog genoeg is, kan ioniserende straling veranderinge in selle, selskade of seldood veroorsaak saam met gepaardgaande nadelige gesondheidseffekte (byvoorbeeld velbrandwonde en katarakte). Dit staan bekend as deterministiese effekte. Deterministiese effekte kom gewoonlik by hoë dosisse voor. Geen deterministiese effekte word verwag onder 'n geabsorbeerde dosis van 100 mGy bo natuurlike blootstelling aan agtergrondstralings nie [8].

Stogastiese effekte van straling sluit kanker en oorerflikke effekte in. Stogastiese effekte word vertraag en manifesteer 'n sekere tyd nadat daar blootstelling aan straling was en dikwels baie jare later. Dosisse bo 100 mSv kan die risiko van kanker verhoog. Maar by lae stralingsdosisse (onder 100 mSv [8]) is daar steeds aansienlike onsekerheid oor die algehele uitwerking. Met al die kennis wat ingesamel is oor die uitwerking van straling, is daar steeds geen definitiewe gevolgtrekking of blootstelling as gevolg van natuurlike agtergrondvlakke van straling enige gesondheidsrisiko inhou nie.

Basiese benaderings tot stralingsbeskerming is grootliks konsekwent oor die hele wêreld. Die Internasionale Kommissie vir Radiologiese Beskerming (ICRP) beveel aan dat enige blootstelling bo die natuurlike agtergrondstraling so laag as wat redelikerwys haalbaar is (ALARA) maar laer as die individuele dosisperke gehou moet word. Die gemiddelde individuele dosisperk vir werkers wat gekwalifiseer is om in stralingsgebiede te werk, oor

## **OPENBAAR**

vyf jaar is 100 mSv, en dié vir lede van die algemene publiek is 1 mSv per jaar (wat minder is as die dosis van natuurlike agtergrondstraling).

Hierdie dosisperke word deur die ICRP aanbeveel en deur die kernkragaanlegbedryf aanvaar. Hulle is vasgestel op grond van 'n omsigtige benadering deur te aanvaar dat daar geen drempeldosis is waaronder geen nadelige gesondheidseffekte sal voorkom nie. Dit beteken dat enige bykomende dosis 'n proporsionele toename in die kans op 'n gesondheidseffek sal veroorsaak. Hierdie verband is nog nie vasgestel in die laedosisreeks (onder 100 mSv) nie. As 'n voorsorgbenadering word daar egter gereken dat enige dosis 'n gesondheidseffek kan veroorsaak.

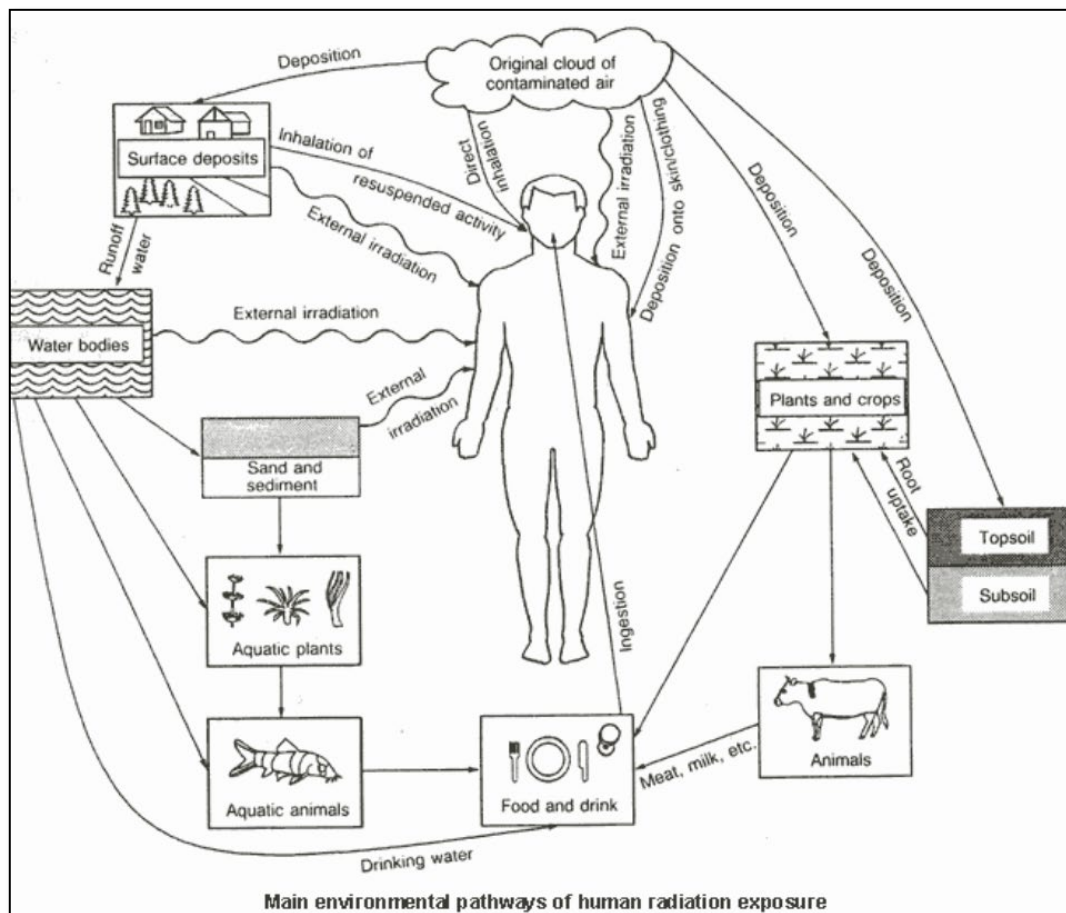
Die ICRP staan drie fundamentele beginsels van radiologiese beskerming voor: *regverdiging*: meer goed as skade moet uit 'n stralingsblootstellingsituasie verkry word; *optimalisering*: die dosis moet so laag gehou word as wat redelikerwys haalbaar is; en *dosisperke*: die totale dosis vir enige individu moet binne perke bly.

Oor die algemeen, en dit geld ook vir Koeberg, is die gemiddelde jaarlikse dosis wat werkers wat gekwalifiseer is om in stralingsgebiede te werk en die publiek ontvang aansienlik laer as die individuele dosisperke. Dit is dus uiters onwaarskynlik dat enige persoon (publiek of werker) enige gesondheidseffekte sal ly as gevolg van die verlenging van bedryf vir 20 jaar by Koeberg.

## OPENBAAR

### 10.2.3 Radiologiese impak op die publiek

Blootstelling kan ingedeel word in beroepsblootstelling (blootstelling van werknemers wat opgedoen word as gevolg van hulle werk), mediese blootstelling (blootstelling van pasiënte as deel van hulle diagnose of behandeling) en publieke blootstelling (blootstelling van lede van die publiek aan straling as gevolg van blootstelling aan allerhande bronne van straling, mensgemaak of natuurlik).



Figuur 13: Blootstellingsroetes [28]

Blootstelling aan straling kan inwendig of uitwendig wees en kan verkry word deur verskillende blootstellingsroetes, byvoorbeeld inaseming, inname of direk (verwys na Figuur 13). Inwendige blootstelling vind plaas wanneer 'n radionuklid ingesam of ingeneem word, terwyl uitwendige blootstelling kan plaasvind wanneer 'n individu bedek word deur 'n stralingsveld van 'n eksterne bron, soos 'n borskas-X-straal.

Die gesondheidsrisiko's verbonde aan blootstelling aan straling as gevolg van Koeberg-bedrywighede is baie laag omdat die hoeveelheid van die dosis waaraan die publiek blootgestel word, baie klein is. Die effektiewe dosisperk wat deur wetgewing vir lede van die publiek gestel word as gevolg van alle gemagtigde optrede is 1 mSv per jaar, terwyl die

**OPENBAAR**

individuele dosisbeperking vir 'n verteenwoordigende persoon wat op Koeberg van toepassing is, 0,25 mSv per jaar is [7]. Die dosisbeperking van 0,25 mSv is bedoel om te verseker dat die som van alle bronne wat tot die blootstelling van die verteenwoordigende persoon kan bydra, binne die dosisperk van 1 mSv per jaar bly.

Die veiligheidsstandaarde en regulatoriese praktyke (SSRP) [7] wat ingevolge die WNKR uitgereik is, vereis dat maatreëls in ooreenstemming met die omvang en waarskynlikheid van blootstelling geïmplementeer moet word om te verseker dat blootstellings wat met Koeberg-bedrywighede verband hou, so laag as wat redelikerwys haalbaar is (ALARA) gehou word, met inagneming van ekonomiese en sosiale faktore. Dit beteken dat alle redelike stappe gedoen moet word om die stralingsbeskerming aan te pas sodat dit geoptimaliseer word, en dit kan definisie van die stralingsbron, die beskikbare opsies om die gewenste uitslag te bereik, monitering en meetmetodes en afskerming insluit.

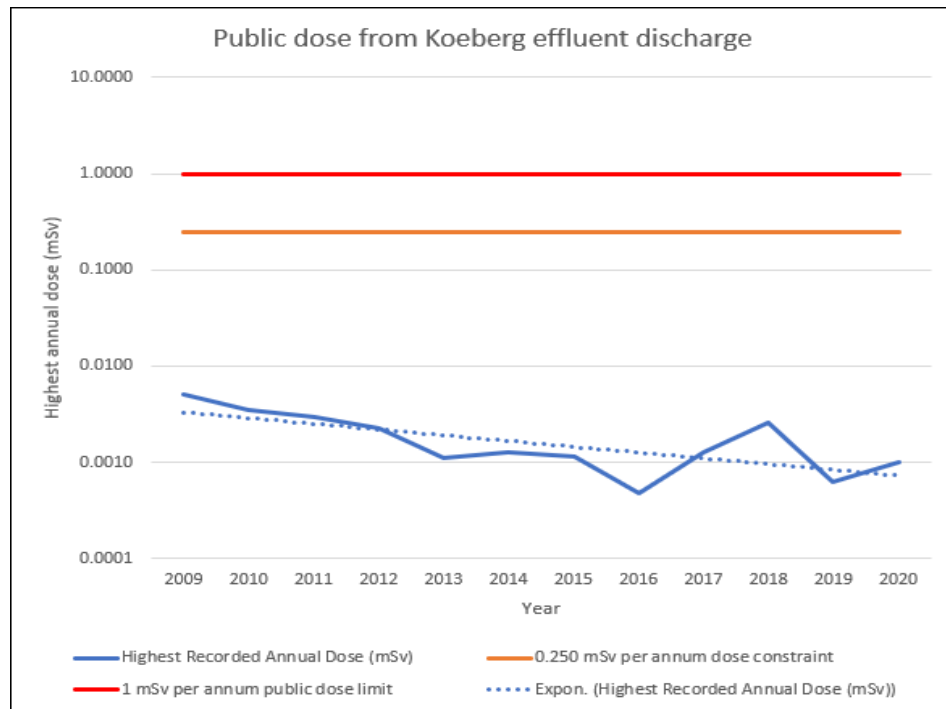
Daarbenewens, as deel van normale bedrywighede stel Koeberg vloeibare sowel as gasuitleisels onder beheerde en gemoniteerde toestande in die omgewing vry, om te verseker dat die risiko vir die publiek ALARA gehou word. Die vloeistof- en gasvrystellings word beperk tot die jaarlikse gemagtigde vrystellingshoeveelhede (AADQ's), wat nakoming van die maksimum jaarlikse effektiewe dosisperk verseker. AADQ's is regulatoriese perke, en die uitwerking op die omgewing is minimaal en word as veilig beskou wanneer vrystellings onder hierdie perke gehou word. By Koeberg word die dosis wat verband hou met die radioaktiewe uitleiselsvrystellings kwartaalliks en jaarliks bereken en aan die NKR gerapporteer. Die publieke dosis as gevolg van Koeberg se radioaktiewe uitleiselsvrystelling word in Figuur 14 getoon vir die tydperk 2009 tot 2020.

Die resultate toon dat die stralingsdosis aansienlik laer is as die 0,25 mSv per jaar dosisbeperking vir radioaktiewe uitleiselsvrystellings. Die dosisneiging verminder (verbeter) met verloop van tyd as gevolg van 'n vermindering in radioaktiewe vrystellings wat hoofsaaklik verkry word deur verbeterings in die betroubaarheid van kernbrandstofbekleding. Hierdie verbeterende neiging (vermindering in radioaktiewe vrystellings) met verloop van tyd is 'n voorbeeld van die voordele wat kernkragsentrales kry uit hulle etos om bedryfservaring tussen hulleself en, in hierdie geval, vervaardigers van kernbrandstof te deel om veiligheid en werkverrigting te verbeter. Die terugwerkende

## **OPENBAAR**



dosisassessering toon dat die publieke dosis oor die afgelope dekadende minder as 1% van die publieke dosisperk volgens wetgewing van 1 mSv per jaar gebly het.



Figuur 14: Publieke blootstelling as gevolg van Koeberg-bedrywighede

Daar word nie verwag dat Koeberg se bedrywighede gedurende LTO sal verander nie; daarom word verwag dat toekomstige vrystellings nie nadelig beïnvloed sal word nie, en die geproekteerde jaarlikse publieke dosis sal na verwagting gedurende LTO ver onder die regulatoriese perke bly. (Verwys ook na afdeling 10.3.)

#### 10.2.4 Beroepsblootstelling aan straling

Hoewel daar verwag word dat die beroepsdosis, hoofsaaklik as gevolg van bykomende werk om party aanlegstelsels en komponente op te knap, op die kort termyn sal toeneem, word daar nie verwag dat dit betekenisvol sal wees nie, en die regulatoriese dosisperke vir werkers sal nie enige tyd gedurende LTO oorskry word nie.

Werknemers en kontrakteurs wat gewerf word om vir Eskom te werk as werkers wat gekwalifiseer is om in stralingsgebiede te werk, ondergaan 'n uitgebreide mediese ondersoek om te bepaal of hulle geskik is om in 'n stralingsomgewing te werk. Voordat hulle in die stralingsone werk, word werknemers dienooreenkomstig opgelei en gesertifiseer. Dit stel die werknemers in staat om ingelig te word van die risiko's verbonde aan blootstelling aan hoë vlakke van radioaktiwiteit en dit te verstaan, asook om maatreëls te tref om hulle

**OPENBAAR**

te beskerm. Hierdie werkers kry 'n elektroniese persoonlike dosimeter en 'n termoluminesserende detektor wat in Figuur 15 en Figuur 16, onderskeidelik, getoon word. Hierdie instrumente word gedra om hulle stralingsblootstellingsvlakke (stralingsdosis) te monitor wanneer hulle in gebiede werk waar hulle aan straling blootgestel word (beheerde sones genoem).



Figuur 15: Elektroniese persoonlike dosimeter (EPD)



Figuur 16: Termo-luminesserende dosimeter (TLD)

Hierdie werkers wat in 'n beheerde sone werk doen, kry persoonlike beskermende toerusting ooreenkomstig die beskerming wat hulle nodig het om kontaminasie te voorkom en met dosimetrie om hulle dosis te meet.

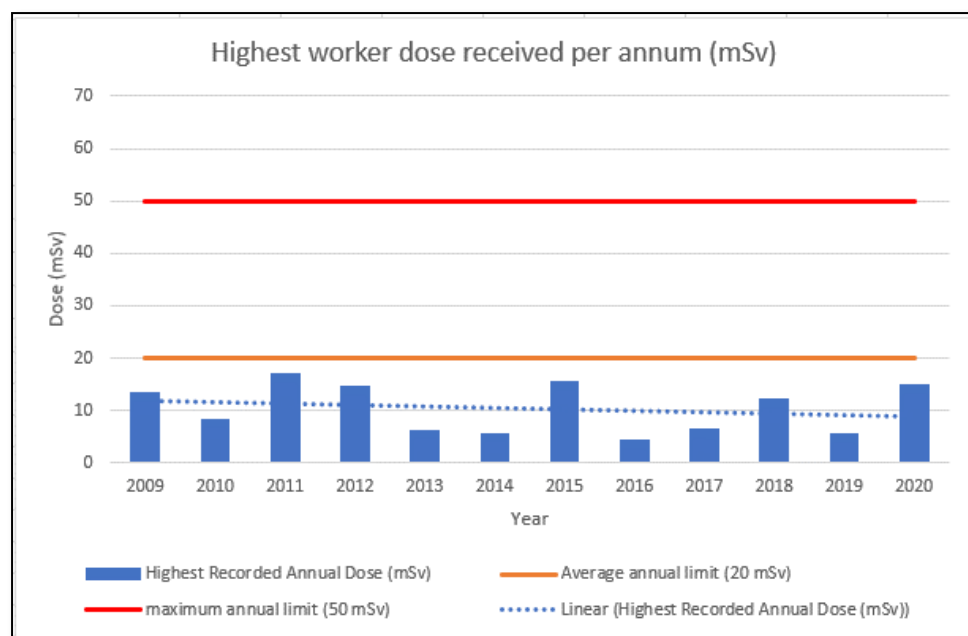
Om die skadelike gevolge van straling by die hantering van stralingsbronne te verminder, word die aspekte van "tyd, afstand en afskerming" wat die ALARA-beginsel van stralingsbeskerming ondersteun, toegepas, wat soos volg verduidelik kan word:

## OPENBAAR

- Hoe meer tyd 'n mens in die omgewing van 'n stralingsbron deurbring, hoe hoër is die dosis wat ontvang word en hoe groter is die potensiele gesondheidsrisiko's gevolglik.
- Hoe korter die afstand tussen die stralingsbron en die persoon wat dit hanteer, hoe hoër is die dosis wat ontvang word en die potensiele gesondheidsrisiko's.
- Hoe dikker die afskermingsmateriaal is wat vir 'n gegewe soort straling gebruik word, hoe beter is die beskerming teen die skadelike gevolge van straling.

Vir beroepsblootstelling in beplande blootstellingsituasies is die hoogste individuele dosisperk 20 mSv per jaar gemiddeld oor 'n bepaalde tydperk van vyf jaar (100 mSv in vyf jaar), op voorwaarde dat die effektiewe dosis in geen enkele jaar 50 mSv oorskry nie. Die werkerdosisse by Koeberg is binne regulatoriese perke; byvoorbeeld, die maksimum individuele dosis was 17 mSv in 2011 (perk van 50 mSv). Figuur 17 verskaf die hoogste werkerdosisse wat oor die tydperk 2009 tot 2020 ontvang is. Daar is 'n dalende (verbeterende) neiging oor die tydperk.

'n ALARA-teiken van 4 mSv word gestel vir die gemiddelde jaarlikse dosis vir werkers [5]. Die teiken is baie laer as die effektiewe dosisperk van 20 mSv per jaar vir werkers gemiddeld oor vyf opeenvolgende jare. Koeberg het konsekwent die dosisteiken van 4 mSv oor die verslagtydperk van 2009 tot 2020 bereik, soos getoon in Figuur 18. Die gemiddelde dosis is minder as 1 mSv per werker per jaar. Daarbenewens verbeter (verminder) die neiging met verloop van tyd as gevolg van dosisverminderingsinisiatiewe wat by Koeberg geïmplementeer is.

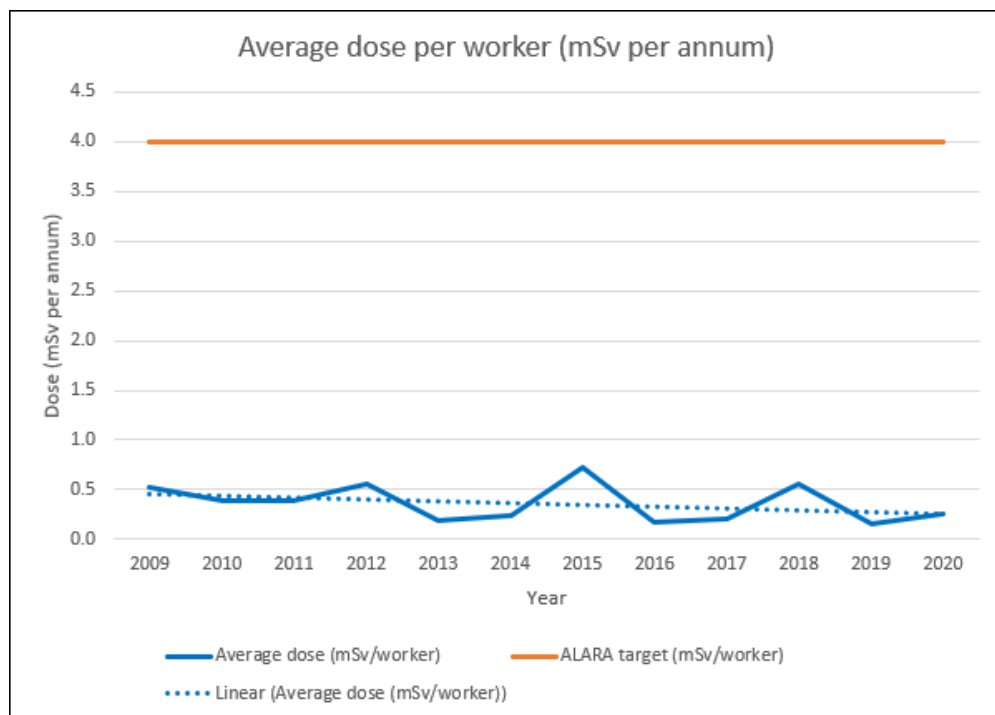


Figuur 17: Hoogste werkersdosis per jaar ontvang

## OPENBAAR

Die regulatoriese perke en teikens vir die beroepsdosis sal na verwagting gedurende die tydperk van LTO onveranderd bly, en die beroepsdosis sal na verwagting gedurende die volle tydperk van LTO binne die regulatoriese perke en teikens bly.

Die PSR het die program vir stralingsbeskerming geassesseer en gevind dat dit ooreenstem met internasionale, nasionale en regulatoriese vereistes. Die fundamentele beginsels van radiologiese beskerming (regverdiging, optimalisering en dosisperke) sal streng toegepas word om te verseker dat die dosis slegs ontvang word as daar 'n voordeel is en daar geen onnodige risiko vir werkers of die publiek is nie.



Figuur 18: Gemiddelde dosis per werker per jaar (mSv)

### 10.3 Impak van LTO op die omgewing

Koeberg is verbind tot 'n omgewingsbeleid van geen skade en wil verseker dat stralingsveiligheid die hoogste prioriteit geniet. Sy omgewingsbestuurstelsel voldoen aan ISO 14001 ('n internasionale standaard wat vereistes vir 'n doeltreffende omgewingsbestuurstelsel spesifiseer). Sy geïntegreerde bestuurstelsel voldoen aan ISO 9001 ('n internasionale standaard wat vereistes vir 'n gehaltebestuurstelsel spesifiseer) en RD-0034 (NKR se regulatoriese dokument oor gehalte- en veiligheidsbestuursvereistes vir Koeberg) [11].

Die uitwerking van die aanlegbedrywighede op die verskillende omgewingsroetes is vir LTO geassesseer om te bevestig dat radioaktiewe en nieradioaktiewe omgewingsvrystellings

**OPENBAAR**

binne die vasgestelde perke bly en by die beginsels bly wat die relevante regulatoriese owerhede bepaal het.

Koeberg het 'n doeltreffende program om die uitwerking van sy radiologiese uitvloeisel op die omgewing te monitor, soos vereis deur veiligheidstandaarde en regulatoriese praktyke (SSRP) wat afgekondig is ingevolge die WNKR [7]. Die Koeberg-prosesse en -programme om vrystellings te beheer, is goed gevestig en verseker dat vrystellings binne regulatoriese perke gehou word en ALARA is. Die volgende afdelings sal wys dat die omgewingsimpak as gevolg van huidige Koeberg-bedrywighede minimaal en heeltemal binne regulatoriese perke is en na verwagting sal voortgaan om gedurende die volle duur van LTO ver binne regulatoriese perke te bly.

### **10.3.1 Bedryfsperke vir vrystellings in die omgewing**

As deel van normale bedrywighede stel Koeberg vloeibare sowel as gasuitvloeisel onder beheer en gemoniteerde toestande in die omgewing vry om te verseker dat die dosis vir die publiek ALARA gehou word. Die vloeibare en gasvrystellings moet voldoen aan die jaarlikse gemagtigde vrystellingshoeveelhede (AADQ's), wat die maksimum jaarlikse effektiewe dosisperk nakom wat deur die SSRP gestel is [7].

Soos genoem in afdeling 10.2.3, is die effektiewe dosisperk vir lede van die publiek as gevolg van alle gemagtigde optrede 1 mSv per jaar, terwyl die individuele dosisbeperking vir 'n verteenwoordigende persoon van toepassing op Koeberg 0,25 mSv per jaar is [7]. Laasgenoemde dosisbeperking is bedoel om te verseker dat die som van alle bronne wat tot die blootstelling van die verteenwoordigende persoon kan bydra, binne die dosisperk van 1 mSv per jaar bly.

Die Koeberg-uitvloeisel- en -omgewingsmoniteringsprogram is gedurende die PSR hersien. Die PSR het bevestig dat die jaarlikse geraamde publieke dosis deur gebruik van uitvloeiseldata en omgewingskonsentrasies oor die afgelope dekade minder as 1% van die publieke dosisperk van 1 mSv per jaar was, wat heelwat laer is as natuurlike agtergrondstralingsvlakke. Aangesien die standaard in lyn is met regulatoriese dosisperke vir internasionale standaard, word daar nie verwag dat dit gedurende LTO sal verander nie, en dit is nie nodig om die uitvloeisel- en omgewingsmoniteringsprogram spesifiek vir LTO te verander nie.

Daar is egter inisiatiewe om monitoring van grondwater op die terrein te verbeter en bykomende nukliede by die uitvloeiselmonitoring en dosisbepaling in te sluit. Dit is gebaseer op aanbevelings van die onlangse PSR om radioaktiewe vrystellings beter te identifiseer en te karakteriseer.

**OPENBAAR**

### **10.3.2 Monitering van radioaktiewe vloeibare en gasafval om vrystellings te beheer**

Koeberg het 'n groot droë inperkingstruktuur, wat die vrystelling van radionuklide in die omgewing in die geval van 'n ongeluk verhoed. Die normale werking van die kragssentrale vereis egter wel die vrystelling van sekere radioaktiewe uitvloeisel onder beheerde toestande deur gebruik te maak van Koeberg se moniteringstelsels vir radioaktiewe uitvloeisel. Hoewel die meeste van die radioaktiwiteit in die brandstofpille en bekleding bevat word, ontsnap 'n klein breukdeel van die radioaktiwiteit uit die brandstofstawe en besoedel die reaktorverkoelingswater. Afgesien van die radioaktiwiteit van die brandstof, bevat die primêre stelsel se verkoelingswater ook radioaktiewe kontaminante weens neutronaktivering.

#### **Bestuur van radioaktiewe gasuitvloeisel**

Die bestuurstelsel vir gasafval samel die radioaktiewe gasse van die reaktorverkoelingswater in die primêre baan in. Die gasse word verwyder en na twee gasopgaartenke gelei. Die opgaartenk laat die radioaktiewe gasse met 'n kort halfleeftyd toe om te verval as die tyd dit toelaat, wat gewoonlik net relatief klein hoeveelhede radionuklide met 'n lang halfleeftyd laat om onder beheerde toestande en binne toelaatbare perke in die atmosfeer vrygestel te word.

LTO sal nie die hoeveelheid radioaktiewe gasuitvloeisel verhoog nie, want die hoofbron is die kernbrandstof, en die brandstofbekleding se betroubaarheid het mettertyd verbeter, wat gelei het tot minder radioaktiewe gas wat in die primêre baan vrygestel word. Die verbeterings in die betroubaarheid van brandstofbekleding is te danke aan verbeterings in die ontwerp- en vervaardigingsprosesse.

#### **Bestuur van radioaktiewe vloeibare uitvloeisel**

Radioaktiwiteit in die primêre stelsel is een van die hoofbronne van vloeibare radioaktiewe uitvloeisel. Die ander hoofbron is die aktivering van verkoelingswater in die reaktorverkoelingstelsel. Die radioaktiewe uitvloeisel word deur die bestuurstelsels en substelsels vir vloeibare uitvloeisel bestuur. Die omvang en soorte behandeling hang af van die chemiese en radionuklieinhoud van die uitvloeisel. Verhoogde uitvloeiselbehandeling kan die radioaktiwiteit wat vrygestel word, verminder, maar hierdie proses het beperkings, aangesien party radionuklide soos tritium feitlik onskeibaar is. 'n Kompromie word soms in hierdie verband vereis deur die beginsel van ALARA toe te pas.

Die ontwerp en werklike toestand van die vloeibare afvalbehandelingstelsels is gedurende die PSR hersien. In die PSR is gevind die ontwerp van die afvalbehandelingstelsels voldoende is vir die tydperk van LTO. Voortdurende verbeterings sal egter oorweeg word vir die bestuurstelsels vir gas- en vloeibare uitvloeiselaafval as deel van Koeberg se pogings om voortdurend die hoeveelheid vrystellings in die omgewing te verminder.

### **OPENBAAR**



### **10.3.3 Uitwerking op die omgewing as gevolg van groot opknapping van die aanleg vir LTO**

Soos genoem is, het Koeberg reeds en sal Koeberg voortgaan om verskeie groot verbeteringsaktiwiteite te onderneem om te verseker dat Koeberg in goeie toestand is en steeds veilig en betroubaar gedurende die volle duur van LTO sal kan funksioneer, onderhewig aan NKR-goedkeuring.

Die wesenlike samestelling van die vervangingskomponente (soos die stoomontwikkelaars) kan verskil van die oorspronklike komponente, wat kan lei tot 'n verandering in samestelling van die radioaktiewe produkte wat in radioaktiewe uitvloeisel voorkom. 'n Tydelike toename in die volume radioaktiewe uitvloeisel, hoofsaaklik gedurende die installasiefase, kan ook voorkom. Elke vervangingsprojek van hierdie aard neem dit in ag om te verseker dat slegs 'n minimum hoeveelheid radioaktiewe uitvloeisel vrygestel word en dat die uitwerking op die AADQ's verstaan en binne perke gehou word.

Die blootstelling van die materiaal van die nuwe stoomontwikkelaars aan die stelsel vir reaktorverkoelingswater sal tydelik tot hoër radioaktiwiteit in die stelsel vir reaktorverkoelingswater lei. Hierdie uitwerking is geëvalueer, en daar is tot die gevolgtrekking gekom dat die potensiële toename in uitvloeisel minimaal is en goed binne die AADQ's gebly het. Daar is ook bepaal dat die uitwerking op die publieke dosis minimaal en binne die regulatoriese perke is.

Die vervanging van groot komponente kan tot die behoefte aan groot neerleggingsgebiede en nuwe fasiliteite vir toerustingberging of vervaardiging lei. Groot hyskrane is moontlik nodig. Al hierdie aktiwiteite word gekeur vir potensiële uitwerking op die omgewing. Tot op hede het twee sulke projekte die behoefte aan 'n omgewingsmagtiging ingevolge die Wet op Nasionale Omgewingsbestuur 108 van 1998 veroorsaak. Die eerste projek is die uitbreiding van die parkeerterrein om 'n groter arbeidsmag te akkommodeer wat nodig is vir groot komponentuitruilprojekte, en die ander projek is die vervanging van die elektriese hoogspanningsarea wat nog moet begin. Die uitbreiding van die parkeerterrein het geen radiologiese uitwerking nie, en NKR-goedkeuring is nie nodig nie.

### **10.3.4 Uitwerking op die omgewing wat veroorsaak word deur verouderende aanleg**

Vir LTO is daar 'n sterk fokus op die bestuur van die nadelige uitwerking van veroudering op aanlegtoerusting. Aanlegtoerusting wat vir uitvloeiselbehandeling en -vrystelling gebruik is, is gedurende die PSR geassesseer. Die enigste aanlegtoerusting wat die omgewing kan beïnvloed as gevolg van veroudering, is die verdampers vir die behandelingstelsel vir vloeibare afval en siviele strukture, waar die siviele strukture 'n versperring tussen radioaktiewe materiaal en die omgewing vorm.

Die verdampers werk nie optimaal nie, maar die huidige werkverrigting van die stelsel bly voldoende omdat die demineraliseerders wat aan die afwaartse kant van die stroom geleë

**OPENBAAR**

is, vergoed vir die verminderde werkverrigting van die verdampers. Aksies wat gedurende die PSR geïdentifiseer is, word beplan om die werkverrigting van die verdampers te verbeter.

Siviele strukture gaan agteruit namate hulle ouer word, veral wanneer dit aan 'n harde omgewing blootgestel word. Vermindering van die impak in die vorm van die monitering van die toestand van die siviele strukture en gereelde beplande instandhouding word geïmplementeer om die moontlikheid van onbeplande vrystellings in die omgewing via siviele strukture te beperk.

### **10.3.5 Radioaktiwiteit in die omgewing as gevolg van LTO**

Die opbou van radioaktiwiteit in organismes staan bekend as bioakkumulasie. Party radionuklide (radioaktiewe chemikalieë) wat in die omgewing vrygestel word, het hoër bioakkumulasiefaktore as ander (die neiging van 'n chemikalie om in lewende organismes op te hoop). Die halfleeftyd van radionuklide (die tyd wat nodig is vir die helfte van die radioaktiewe atome om te verval) en die biologiese halfleeftyd (die tyd wat dit neem vir die helfte van die radionuklid om uit die organisme uitgeskei te word) is belangrike oorwegings wanneer die uitwerking op die omgewing bepaal word. 'n Omgewingsmoniteringsprogram bestaan wat die radionuklidkonsentrasie in monsters wat uit die omgewing rondom die Koeberg-terrein geneem is, naspoor (verwys na afdeling 10.3.7).

Soos hierbo verduidelik, vind opbou van radioaktiwiteit in die omgewing plaas vanaf radionuklide wat 'n langer halfleeftyd het. As radioaktiewe verval in ag geneem word, word ewewig in die radioaktiwiteit in die omgewing bereik voor 40 jaar van bedryf vir radionuklide met halfleeftyd van minder as 10 jaar. Daar is geen verdere opbou in radioaktiwiteit as gevolg van bioakkumulasie gedurende LTO vir hierdie nuklide met 'n kort halfleeftyd nie.

Radionuklide met 'n halfleeftyd van langer as 10 jaar en met hoë bioakkumulasiefaktore kan 'n risiko vir die omgewing inhou as gevolg van LTO. Dit is koolstof-14 (halfleeftyd van 5 730 jaar), stronsium-90 (halfleeftyd 29 jaar), sesium-137 (halfleeftyd 30 jaar) en nikkel-63 (halfleeftyd 96 jaar). Met inagneming van die beraamde opbou van radioaktiwiteit in die mariene omgewing, word daar egter slegs 'n klein toename in opbou verwag as gevolg van LTO vir 'n paar meer belangrike langlewende nuklide, soos getoon in Tabel 4. Daar is getoon dat die uitwerking van hierdie opbou op verwysingsplant- en dierspesies minimaal is.

## **OPENBAAR**

Tabel 4: Geskatte toename in radioaktiwiteit in mariene omgewing vir bedryf van 60 jaar  
in vergelyking met 40 jaar vir belangrike nukliede met 'n lang halfleeftyd

| Radionuklied | Persentasie<br>toename in<br>seesediment | Persentasie<br>toename in<br>skaaldiere en<br>visse | Persentasie<br>toename in<br>seewier | Persentasie<br>toename in<br>weekdiere |
|--------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------|
| C-14         | 1,2                                      | 0,0                                                 | 0,0                                  | 0,0                                    |
| Cs-137       | 2,3                                      | 0,0                                                 | 0,0                                  | 0,0                                    |
| Ni-63        | 5,8                                      | 0,3                                                 | 0,1                                  | 0,0                                    |
| Sr-90        | 1,3                                      | 0,0                                                 | 0,0                                  | 0,0                                    |

Die voorspelde publieke dosis is bereken met inagneming van omgewingsopbou van 60 jaar vir LTO. Anders as die terugwerkende berekening van die publieke dosis, wat gebaseer is op werklike monsters en uitvloeiselvrystellingswaardes, is die voorspelde publieke dosis bepaal op grond van aannames van byvoorbeeld uitvloeiselvrystellingshoeveelhede in die toekoms. Die voorspelde dosis vir LTO is konserwatief geraam op 0,094 mSv per jaar deur aannames gegrond op die swakste geval te gebruik, wat onder die dosisbeperking van 0,25 mSv per jaar is.

Die radiologiese omgewingsbewakingsprogram spoor die radionukliedkonsentrasie in omgewingsmonsters na en bepaal neigings vir enige belangrike omgewingsopbou gedurende normale bedrywighede. Die radiologiese bewakingsprogram sal betekenisvolle veranderinge in neigings van bioakkumulasie gedurende die LTO-tydperk opspoor as dit plaasvind.

Studies is gedoen om die dosisuitwerking op plante en diere te bepaal. Die dosisuitwerking van die opbou van radionukliede vir 'n tydperk van 60 jaar is geassesseer. Assessering het getoon dat die dosis vir verwysingsplante en -diere onder die dosissiftingswaarde van 40/400  $\mu\text{Gy/h}$  van die IAEA en UNSCEAR (die Verenigde Nasies se Spesiale Komitee oor die Uitwerking van Atoomstraling) is.

### 10.3.6 LTO-uitwerking op grondgebruik rondom Koeberg

Die omgewingsmoniteringsprogram by Koeberg word geïmplementeer om alle belangrike blootstellingsweë te monitor. Hierdie weë kan van tyd tot tyd verander afhangende van veranderinge in menslike bedrywighede rondom die kragstasie en as belangrike veranderinge aan die aanleg aangebring word. In ooreenstemming met regulatoriese vereistes word 'n jaarlikse hersiening van grondgebruik binne 10 km van die kragstasie uitgevoer. Die doel van die opname is om nuwe grondgebruike, veranderinge in reseptorliggings of nuwe blootstellingsroetes te identifiseer.

**OPENBAAR**

In die PSR-verslagtydperk (2009 tot 2019) is geen nuwe bronne of weë uitgelig wat vereis het dat 'n steekproefligging geassesseer moes word nie. Landbou-aktiwiteit rondom die kragstasie is blykbaar relatief staties, met inagneming van die swak gehalte van die grond rondom die kragstasie vir landbou en die beperkings op ontwikkeling ingevolge die noodplan.

Die moontlikheid van 'n groot ontsoutingsaanleg in die omgewing van Koeberg is geassesseer en daar is nie gevind dat dit 'n belangrike verandering in grondgebruik vanuit 'n publieke dosisperspektief is nie.

Enige potensiële veranderinge sal gedurende die jaarlikse oorsig geïdentifiseer word en die impak daarvan sal wanneer nodig geassesseer word. Nietemin word daar geen nuwe ontwikkelings gedurende die LTO-tydperk verwag wat na verwagting nuwe blootstellingsweë sal veroorsaak nie.

### **10.3.7 Omgewingsmoniteringsprogram**

Koeberg het 'n omgewingsmoniteringsprogram om die radiologiese gevolge van enige radioaktiewe vrystellings in die omgewing te bepaal. Die program voldoen aan die NKR-vereistes en dié van die IAEA. Monsterneming wat deur die laboratorium vir omgewingsopnames by Koeberg gedoen is, sluit inaseming, inname en direkte blootstellingsweë in. Monsters wat by verskeie plekke en frekwensies geneem is, sluit die volgende in:

- Lug
- Drinkwater
- Oppervlakwater
- Melk
- Vis
- Grond
- Seesediment
- Breëblaargroente
- Voedsel wat in die gebied geproduseer word
- Direkte stralingslesings met behulp van termo-lumineserende dosimeters

Die steekproefresultate word kwartaalliks en jaarliks aan die NKR gerapporteer. Die resultate van alle monsters wat oor die verslagtydperk van die laaste PSR (2009 tot 2019) geneem is en aan die bedryf van Koeberg toegeskryf is, was onder 10% van die rapporteringsvlakke en het geen kommer vir die omgewing of die publiek ingehou nie.

**OPENBAAR**

Die omgewingsmoniteringsprogram volg die radionukliedekonsentrasie in omgewingsmonsters en sal voortgaan om enige belangrike omgewingsopbou gedurende die LTO-tydperk te identifiseer.

## **11. TEGNIESE ARGUMENTE VIR LANGTERMYNBEDRYF**

Hierdie hoofstuk som die tegniese argumente vir LTO op. Dit dokumenteer die belangrikste tegniese uitslag van die assesserings, met die fokus op die SALTO-verouderingsbestuur en PSR-uitslae. Daarbenewens sal fisiese en kubersekuriteit in beperkte mate bespreek word, met inagneming van die sensitiwiteit van die onderwerp. Die kernveiligheid-, gesondheids- en omgewingsrisiko's word in Hoofstuk 10 bespreek en die organisatoriese bepalings vir LTO in Hoofstuk 12.

### **11.1 Ontwerp van Koeberg**

Koeberg se ontwerp is soortgelyk aan baie ander kernkragreaktors wêreldwyd en veral in Frankryk. Dit is deel van 'n vloot van 900 MW-, drielus-, drukwaterreaktors wat in die 1970's en 1980's hoofsaaklik in Frankryk deur Framatome gebou is, en deur die Franse kragvoorsiener, 'Électricité de France' (EDF), bedryf word. Dit het 'n geskiedenis van betroubare, veilige werking. Die ontwerp van die Koeberg-aanleg is gedurende die PSR geassesseer om te bepaal of die aanlegstelsels, -strukture en -komponente wat belangrik is vir veilige bedryf, toepaslik ontwerp is in vergelyking met huidige ontwerpstandaarde om gebeurtenisse wat veiligheid in gevaar kan stel, te voorkom en die gevolge te verminder. Oor die algemeen is gevind dat die huidige Koeberg-ontwerp voldoende was wanneer dit aan die lisensiëeringsbasis en nasionale en internasionale standaarde beoordeel word. Die lisensiëeringsbasis is die reeks dokumente, prosedures en kriteria wat nagekom moet word kragtens NIL-01 wat deur die NKR uitgereik is.

Die ontwerp van die Koeberg-aanleg is oor die jare verbeter deur bygewerkte tegnologie, plaaslike en internasionale bedryfservaring (lesse geleer), sowel as die nuutste veiligheidstandaarde, in ag te neem. Wysigings wat geïmplementeer is om die veiligheid en betroubaarheid van Koeberg te verbeter, sluit in die vervanging van die herlaaiwaterstoortenks, vervanging van die reaktorvatkoppe, vervanging van die turbinebeskermings- en beheerstelsel, vervanging van die reaktiwiteitbeheerstaafstelsel, opgradering van die radioaktiwiteitmoniteringstelsel, opgradering van die poelstelsel vir gebruikte brandstof, en vele meer. Ander wysigings word beplan, soos die vervanging van die stoomontwikkelaar.

Ná die Foekoesjima-ongeluk in Japan in 2011, het Koeberg 'n veiligheidsherassessering uitgevoer soos deur die NKR voorgeskryf. Die herassessering het gefokus op ernstige eksterne gebeurtenisse (soos aardbewings en tsoenami's) wat veilige bedryf en noodgereedheid en -reaksie nadelig kan beïnvloed. Verskeie wysigings en verbeterings is

**OPENBAAR**

geïdentifiseer om aandag te gee aan die lesse wat uit die Foekoesjima-ongeluk geleer is. Koeberg het reeds verbeterings geïmplementeer om op ernstige eksterne gebeure te reageer, soos bykomende mobiele elektriese kragtoevoer en alternatiewe bronne van verkoelingswater vir die poel vir gebruikte brandstof. Meer verbeterings word beplan om beloftes wat aan die NKR gemaak is, na te kom.

'n Hoë vlak van veiligheid word bereik deur Koeberg se drie fisiese versperrings wat die radioaktiewe materiaal bevat. Die eerste versperring is die kernbrandstofbekleding wat van gevorderde materiale gemaak is om hoë temperature en druk te weerstaan. Die tweede versperring is die reaktor se verkoelingswaterstelsel wat ontwerp is om hitte van die kernbrandstof oor te dra na die sekondêre stelsels wat die turbines aandryf. Die reaktor se verkoelingswaterstelsel is in staat om temperatuur, druk en die kernkettingreaksie te beheer. Die derde versperring is die inperkingsgebou, wat die reaktor se verkoelingswaterstelsel bevat. Dit is ontwerp en gebou met 'n binneste staalvoering en 'n betonbuitelaag wat met staalversterkings gewapen is.

'n Veiligheidsgrens kan gedefinieer word as die hoeveelheid waarmee 'n normale bedryfsparameter kan toeneem voordat faling plaasvind. Kernkragsentrales soos Koeberg is ontwerp met groot grense voor faling om die risiko en erns van 'n kernongeluk te verminder. Veiligheidsgrense word bereik deur die gebruik van bewese materiale en ontwerpkode, toetsing van komponente en die maak van konserwatiewe aannames. Die ontwerp van Koeberg se veiligheidstelsel maak voorsiening vir die moontlikheid van faling van 'n aanlegkomponent wat belangrik is vir veiligheid sonder dat dit lei tot die verlies van die stelsel se vermoë om sy veiligheidsfunksie te verrig (bekend as die enkelfalingskriterium).

Die Koeberg-ontwerp maak voorsiening vir oortolligheid en diversiteit van veiligheidstelsels deur 'n onafhanklike duplikaat van elke stelsel bekend as Spoor A en Spoor B vir elke eenheid (oortolligheid) in te sluit. Dit het rugsteunstelsels van alternatiewe ontwerpe soos voerwaterstelsels wat deur elektriese motors aangedryf word en 'n aparte voerwaterstelsel aangedryf deur 'n stoomturbine (diversiteit). Diversiteit beskerm teen faling van die algemene modus.

Die PSR het ook tot die gevolgtrekking gekom dat die ontwerp van die aanleg gegrond is op algemene veiligheidsbeginsels wat grootliks met relevante goeie praktyk ooreenstem. Die organisatoriese strukture, prosesse en prosedures vir aanlegontwerp word as sterk genoeg beskou om die deurlopende integriteit van die aanlegontwerp te handhaaf ter ondersteuning van voortgesette veilige bedryf van Koeberg.

## **OPENBAAR**



## **11.2 Werklike toestand van die stelsels, strukture en komponente**

Die werklike toestand van SSK's wat belangrik is vir veiligheid, is in die PSR geëvalueer om nakoming van die huidige lisensiëringsbasis te bewys, Koeberg-praktyke te meet aan die nuutste standaarde en internasionale riglyne met betrekking tot alle aktiwiteite by die aanleg wat die verouderingsbestuur van SSK's behels en die prestasie en betroubaarheid daarvan gedurende LTO te assesseer. Die PSR het tot die volgende gevolgtrekkings gelei:

- Die huidige veiligheidsstandaarde en -praktyke met betrekking tot SSK-toestand, instandhouding, toesig, indiensinspeksies en toetsing voldoen aan nasionale sowel as internasionale veiligheidskodes, -standaarde en -praktyke.
- Die volwasse programme vir verouderingsbestuur (instandhoudingsprogramme, toesig, indiensinspeksies en toetsprogramme, ens.) is omvattend en goed geïmplementeer, wat verseker dat die vereiste veiligheidsfunksies van SSK's wat belangrik is vir veiligheid, gedurende LTO vervul kan word. Hoewel 'n toename in komponentfaling as gevolg van die uitwerking van veroudering waargeneem is, het geen van die SSK's wat belangrik is vir veiligheid, dringende aandag vereis in vergelyking met internasionale falingstendense nie, en falings is goed deur die verouderingsbestuurprogram bestuur.
- Alle instandhouding, toesig, inspeksies, toetse en kalibreringsaktiwiteite word goed uitgevoer met streng nakoming van prosesse, prosedures en beplande skedules. Waar aktiwiteite in die skedule weens 'n gebrek aan onderdele of veroudering nie uitgevoer kon word nie, is die nodige kwytskeldings en regverdigings ingestel om te verseker dat kernveiligheid nie in gevaar gestel word nie.
- Die hersiening van bestaande rekords het bevestig dat alle inligting wat opgeteken is, volledig was en die werklike toestand van SSK's wat belangrik is vir veiligheid, akkuraat verteenwoordig het.
- Spesifieke aandag is gevestig op hoofkomponente en strukture wat nie vir LTO vervang sal word nie, gebaseer op inspeksies, monitering, bedryfservaring en instandhouding soos die reaktordrukivate (RPV's), inperkingsgeboue, aseismiese laers, skakelborde en elektriese kables. Verdere besonderhede word hier onder oor hierdie komponente verskaf.
  - Die RPV is onderwerp aan 'n omvattende inspeksieprogram en ontleding deur ingenieurs wat deur die oorspronklike toerustingvervaardiger uitgevoer is. Die ontleding dui aan dat die RPV vir die volle tydperk van LTO geskik is vir die doel. Inspeksies en monitering van die RPV sal deur die loop van LTO voortgaan ooreenkomstig regulatoriese vereistes.

**OPENBAAR**

- Die inperkingsgeboue is onderhewig aan deurlopende inspeksies en instandhouding. Die onlangsste, 10-jaarlikse geïntegreerde lektempotoets wat in 2015 uitgevoer is, het die lekdigtheid en strukturele integriteit van die inperkingsgeboue bevestig. Ontleding deur ingenieurs dui daarop dat die strukturele integriteit deur die volle tydperk van LTO gehandhaaf sal word. Deurlopende instandhouding en wysigings soos die katodiese beskerming deur opgelegde stroom (ICCP) sal deurlopende strukturele duursaamheid verseker om die harde mariene omgewing se impak te verminder.
- Die kerneilandgeboue word ondersteun deur aseismiese laers van rubber, wat Koeberg in staat stel om seismiese aktiwiteit te weerstaan deur die omvang van die kragte op die geboue wat deur aardbewings veroorsaak word, te beperk. Die laers word onderwerp aan 'n omvattende moniteringsprogram vir aanduidings van agteruitgang. Karakterisering van die aseismiese laers is tans aan die gang om te bevestig dat die laers geskik bly vir die doel en geskik is vir langtermynwerking. Monitering en inspeksies van die aseismiese laers sal deur die hele tydperk van LTO voortduur.
- Elektriese skakelbordvervangings word weens hulle huidige betroubaarheid en die beskikbaarheid van onderdele nie verwag nie. Deurlopende periodieke toetsing van die skakelborde gee vertroue in die bedryfbaarheid van die skakelborde gedurende die tydperk van LTO.
- Weens hulle huidige betroubaarheid, toestand en bedryfservaring word grootskaalse vervanging van elektriese kables nie vir LTO verwag nie. Party kables wat nodig is om gedurende moeilike toestande te werk, sal geherkwalifiseer word deur verdere toetsing en ontleding om hulle vermoë om gedurende die volle tydperk van LTO te werk, te bevestig.
- Soos vroeër in hierdie dokument genoem, word daar beplan om die stoomontwikkelaars te vervang. Die ou stoomontwikkelaars is vatbaar vir spanningskorrosiekrake van die buise. Dit word bestuur deur inspeksies en herstel van die buise. Om volgehoue veiligheid en betroubaarheid gedurende die volle tydperk van LTO te verseker, word nuwe stoomontwikkelaars egter geïnstalleer wat nie vir hierdie falingsmeganisme vatbaar is nie.
- Uit die PSR is die gevolgtrekking gemaak dat daar geen fundamentele struikelblokke vir LTO is wat verband hou met aanlegontwerp of die werklike toestand van SSK's wat belangrik is vir veiligheid nie, met die veronderstelling dat die geïdentifiseerde afwykings betyds opgelos word ooreenkomstig die PSR se geïntegreerde implementeringsplan.

**OPENBAAR**

### **11.3 Verouderingsbestuurassessering vir SALTO**

Doeltreffende verouderingbestuurpraktyke en -prosesse kan voorkom dat die nadelige gevolge van veroudering die betroubaarheid van SSK's gedurende die tydperk van LTO beïnvloed. Die verouderingsbestuurassessering vir SALTO is deur 'n span plaaslike en internasionale kundiges uitgevoer. Dit was daarop gemik om die volledigheid van die Koeberg se bestaande praktyke en prosesse ten opsigte van verouderingsbestuur te bepaal deur internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes te gebruik.

Die aard en tempo van nadelige gevolge van veroudering hang af van faktore soos die ontwerp, toestand van die materiaal, konstruksie, werkswyse en omgewing waarin die toerusting bedryf word. 'n Omvattende begrip van die wyse waarop SSK's mettertyd agteruitgaan (ouderdom) en die uitwerking van veroudering op die betroubaarheid van die SSK's om hulle funksie te verrig, is belangrik vir die ontwikkeling van 'n stelselmatige verouderingsbestuurproses. Daarom begin die evaluering van verouderingsbestuur met die identifisering van alle aanlegstelsels, -strukture en -komponente wat belangrik is vir kernveiligheid (soos reaktordrukuate, primêre stelselkomponente en hoëdrukpype). Daar word veral aan die strukture en komponente wat moeilik vervangbaar is, aandag gegee; hulle ontwerp, werklike toestand en programme vir verouderingsbestuur word geldig verklaar om te verseker dat hulle gedurende die volle tydperk van LTO betroubaar kan funksioneer.

'n Uitgebreide databasis van bedryfservaring oor die veroudering van toerusting by kernaanlegte, soortgelyk aan toerusting wat by Koeberg gebruik word, is beskikbaar en kan saam met Koeberg se eie interne ervaring oor toerustingveroudering gebruik word. Die databasis van inligting beskikbaar aan Koeberg oor toerustingveroudering is verkry uit EDF-verouderingservaring en die IAEA se 'International Generic Aging Lessons Learned' (IGALL). Dit verskaf uitgebreide inligting oor bewese verouderingbestuurspraktyke en gereedheid vir LTO. Verouderingsmeganismes is dus goed bekend en word goed verstaan. Hierdie inligting word gebruik om die programme en prosesse ten opsigte van veroudering wat by Koeberg gebruik word, te beïnvloed sodat die verouderingsmeganismes deur voortdurende monitering opgespoor, voorkom, uitgeskakel of bestuur kan word.

Die regulatoriese gids oor verouderingsbestuur en langtermynbedryf van kernkragsentrales [12] skryf die aktiwiteite voor wat nodig is om doeltreffende programme vir verouderingsbestuur te verseker. Die aktiwiteite ten opsigte verouderingsbestuur by Koeberg stem ooreen met die vereistes van die regulatoriese gids [12] en sluit die volgende aktiwiteite in:

- Hersiening van die toereikendheid en doeltreffendheid van Koeberg se verouderingsbestuurprogramme teenoor spesifieke eienskappe gespesifiseer in [12].
- Vergelyking van die verouderingsbestuurprogramme met die toepaslike IAEA IGALL-kennisbasis.

**OPENBAAR**

- Identifisering van SSK's wat 'n beperkte bedryfslewe het en hergeldigheidsverklaring van die oorblywende lewensduur vir veilige bedryf. Dit is veiligheidsontledings wat aannames gebruik wat gebaseer is op tyd of bedryfsduur en word tydbepaalde verouderingsontledings (TLAA's) genoem.
- Evaluering van die geskiktheid van die prosesse ten opsigte van verouderingsbestuur soos die proses vir toerustingbetroubaarheid, databasis vir verouderingsbestuur, program vir tegnologiese veroudering, ens.
- Assessering van die geskiktheid van die prosesse vir die verandering van die aanleg wat nodig is vir die evaluering van die uitwerking van veroudering, soos om te evalueer of vervangingskomponente die uitwerking van veroudering en programme vir verouderingsbestuur kan weerstaan
- Identifisering en implementering van verbeteringsaksies binne toepaslike tydlime om die bevindinge wat gedurende die SALTO-assessering geïdentifiseer is, op te los

Koeberg het die evaluering vir verouderingsbestuur voltooi, en die uitslag het bevestig dat LTO ondersteun kan word. Verbeterings in programme vir verouderingsbestuur, toetsing en monitering van SSK's sal voor LTO en deur die volle tydperk van LTO voortgaan om veilige, betroubare werking te verseker. Hierdie aktiwiteite sluit in die voltooiing van die paar oorblywende TLAA's, karakterisering van die aseismiese laers, en toetsing van elektriese kables.

#### **11.4 Periodieke veiligheidsoorsig**

PSR is 'n NKR-lisensievereiste wat elke 10 jaar uitgevoer word. Dit is daarop gemik om die ontwerp van die kernkragssentrale, dokumentasie, bestuurstelsels en aanvaarde programme, prosesse en prosedures volledig teen huidige nasionale en internasionale veiligheidsstandaarde en bedryfspraktyke te evalueer en te meet sodat die algehele veiligheid van die kernkragssentrale bepaal kan word en versekering verskaf kan word dat dit veilig is om met werk voort te gaan. Een van die uitslae van 'n PSR is die identifisering van veiligheidsverbeterings wat voor die volgende PSR geïmplementeer moet word om voortdurend die veiligheid van die kernkragssentrale te verbeter.

Die eerste PSR het gelei tot 'n grootskaalse aanvaarding van administratiewe prosesse, bestuurspraktyke en die implementering van aanpassings in aanlegveiligheid wat daarop gemik is om die vlak van kernveiligheid te verbeter en die risiko vir die publiek en werkers te beskerm. Die einde van die eerste PSR het daartoe gelei dat die NKR die finale veiligheidsontledingverslag en aansienlike verbeterings in die veiligheidsontwerp van Koeberg aanvaar het.

Die tweede PSR van Koeberg het daarop gefokus om sleutelemente van die aanlegontwerp en bedryfspraktyke te vergelyk met dié van baie soortgelyke aanlegte wat

**OPENBAAR**

deur die Franse nutsmaatskappy, EDF, bedryf word. Afgesien van die opgradering van die veiligheid van die aanleg het die ander belangrike uitslae van die PSR die bykomende veiligheidstudies, 'n omvattende bywerking van die praktyke vir verouderingsbestuur van die aanleg en die behoefte aan die herevaluering van die liggingstudies wat oorspronklik gebruik is om voor die konstruksie van die aanleg agtergrondkennis vir die ontwerp van Koeberg te gee, ingesluit.

Ná die Foekoesjima-ongeluk in Japan het Koeberg 'n veiligheidsherassessering uitgevoer wat gefokus het op hewige eksterne gebeurtenisse (soos aardbewings en tsoenami's) wat 'n nadelige uitwerking kan hê op veilige bedryf en die noodgereedheid en reaksie om sulke gebeurtenisse met lae waarskynlikheid maar ernstige gevolge te hanteer. Verskeie verbeterings is geïmplementeer as gevolg van hierdie hersiening, en nog verbeterings word beplan.

Die derde PSR wat ter ondersteuning van LTO uitgevoer is, het meer as 1 150 vereistes beoordeel teen spesifieke kriteria wat die huidige nasionale en internasionale standaarde verteenwoordig. Dit is gedoen in samewerking met plaaslike en internasionale deskundiges, insluitende tegniese ondersteuning van die IAEA. Die volgende is 'n paar van die belangrike gevolgtrekkings wat uit die derde PSR gemaak word:

- Die huidige ontwerp van die aanleg is voldoende wanneer dit aan die lisensiëringsbasis en nasionale en internasionale standaarde beoordeel word. Die ontwerpprosesse en -prosedures vir die aanleg is robuust genoeg om die voortdurende integriteit van die aanlegontwerp en veiligheidsargument te handhaaf.
- Die programme wat verband hou met die handhawing van die toestand van die SSK's is voldoende en goed geïmplementeer. Die werklike toestand van die SSK's wat belangrik is vir veiligheid, verskaf vertroue in die lewering van veiligheidsfunksies tot die volgende PSR, insluitende LTO.
- Die toerustingkwalifikasieprogram is goed belyn met internasionale standaarde en in staat om gekwalifiseerde toerusting deur die loop van LTO te verseker.
- Die verouderingsbestuurprogramme, -prosesse en -bestuursmetodes word grootliks nagekom, en LTO kan bereik word met die voorgestelde verbeterings.
- Die deterministiese veiligheidsontleding het tot die gevolgtrekking gekom dat voldoende vergoedingsmaatreëls bestaan het vir die afwykings wat die deterministiese veiligheidsontleding beïnvloed het. Die doel van deterministiese veiligheidsontleding is om te bevestig dat veiligheidsfunksies vervul kan word.
- Die resultate van die algehele waarskynlikheidsveiligheidsassessering is binne die regulatoriese perke wat in RD-0024 gedefinieer word (vereistes vir risiko-assessering en nakoming van oorhoofse veiligheidskriteria) vir piek- en gemiddelde risiko vir die publiek.

#### **OPENBAAR**

- Die gevare (intern en ekstern) word verstaan, en daar is maniere om die gevare se impak te verminder.
- Die algehele kernveiligheidsprestasië van Koeberg is op 'n aanvaarbare vlak.
- Koeberg kom al die gekonsolideerde vereistes met betrekking tot die gebruik van ervaring (lesse geleer) van ander aanlegte en navorsingsbevindinge voldoende na. Die oorsig het tot die gevolgtrekking gelei dat daar geen gebiede was wat kernveiligheid of LTO in gevaar stel nie.
- 'n Geïntegreerde bestuurstelsel, in lyn met internasionale standaarde, is geïmplementeer wat 'n omvattende program vir gehalteversekering insluit.
- Die administratiewe en werksvlakprosedures is oor die algemeen volwasse en doeltreffend. Alle NKR-vereistes met betrekking tot prosedures word gehanteer en nagekom. Die dokumentstel is omvattend in die voldoening aan standaarde van die IAEA en die Wes-Europese Kernreguleerdersvereniging (WENRA).
- Die prosesse en prosedures ten opsigte van menslike hulpbronne is goed gedokumenteer en in ooreenstemming met internasionale standaarde. Daar is 'n werkmagplan wat voorsiening maak vir voldoende personeel vir veilige bedryf en LTO.
- Noodbeplanning (EP) en reaksiereëlins is voldoende en toepaslik gedokumenteer om voortgesette veilige bedryf van die aanleg te verseker, tans sowel as vir die duur van LTO.
- Die omgewingsimpak van die aanleg is nie betekenisvol in vergelyking met ander bronne van straling nie, en die bestaande maatreëls om uitvloeielsvrystellings te beheer en uitvloeisel en die omgewingsimpakte daarvan te monitor, is toepaslik en voldoen aan verwagtinge.
- Die sterk punte lewer bewys dat voorbeelde van organisatoriese uitnemendheid bestaan. Byvoorbeeld, die sterk punt op die gebied van internasionale operasionele ervaring kan Koeberg ondersteun in die voortgesette veilige bedryf, insluitende LTO.
- Op grond van die uitwerking van die kumulatiewe risiko van die leemtes wat gedurende die hersiening geïdentifiseer is, is geskikte verbeteringsaksies bepaal, en die tydskale vir die implementering daarvan word as toepaslik beskou en is in ooreenstemming met die veiligheidsimpak daarvan.

Twee vername soorte leemtes is geïdentifiseer. Eerstens, leemtes wat verband hou met aktiwiteite wat opgelos moes word voordat LTO begin, soos die bywerking van toerustingverouderingsbestuurprogramme. Tweedens was daar leemtes wat voor die volgende PSR opgelos moet word. Die verbeteringsaksies om hierdie leemtes te hanteer, is ingesluit in 'n geïntegreerde verbeteringsplan, wat aan die NKR voorgelê is vir goedkeuring, en sal opgespoor en gemonitor word totdat alle verbeteringsaksies voltooi is.

#### **OPENBAAR**



Nadat die leemtes en sterk punte ontleed is en met inagneming van die tydige implementering van die verbeteringsaksies, het die PSR tot die gevolgtrekking gelei dat voortgesette veilige bedryf, insluitende LTO, ondersteun word.

## **11.5 Stralingsbeskermingsprogram**

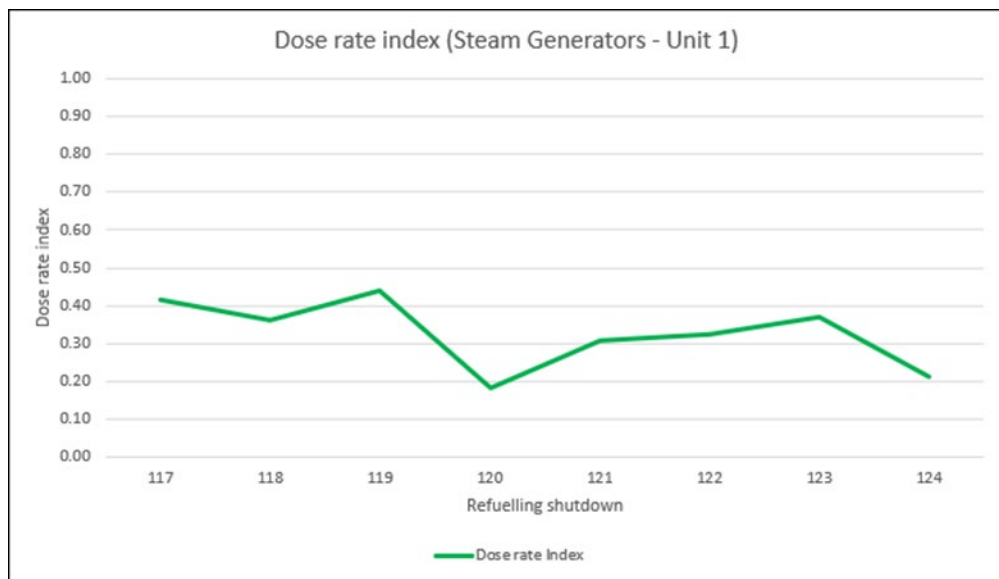
'n Evaluering van die stralingsbeskermingsprogram teen regulatoriese en internasionale vereistes is gedurende die PSR gedoen. Die assessering het bevestig dat die stralingsbeskermingsprosesse en -prosedures in lyn is met regulatoriese en internasionale vereistes. Prosesse en prosedures bestaan vir die monitering en beheer van die vrystelling van radioaktiewe uitvloeisel in die omgewing en beroepsblootstelling. Die dosisperke vir beroeps- en publieke blootstelling is vasgestel sodat dit binne die perke is wat deur die NKR voorgeskryf word. (Verwys na afdeling 10.2.3 en afdeling 10.2.4.)

Benewens die PSR, vind die stralingsbeskermingsprogram baat by internasionale ervaring deur ander hersienings soos tegniese ondersteuningsmissies (een uitgevoer in 2016) en portuurbeoordelings (een uitgevoer in 2021). Die tegniese ondersteuningsmissie en portuurbeoordelings is deur WANO uitgevoer. Albei hersienings was gunstig, met verbeteringsaksies wat die stralingsbeskermingsprogram verder verbeter het.

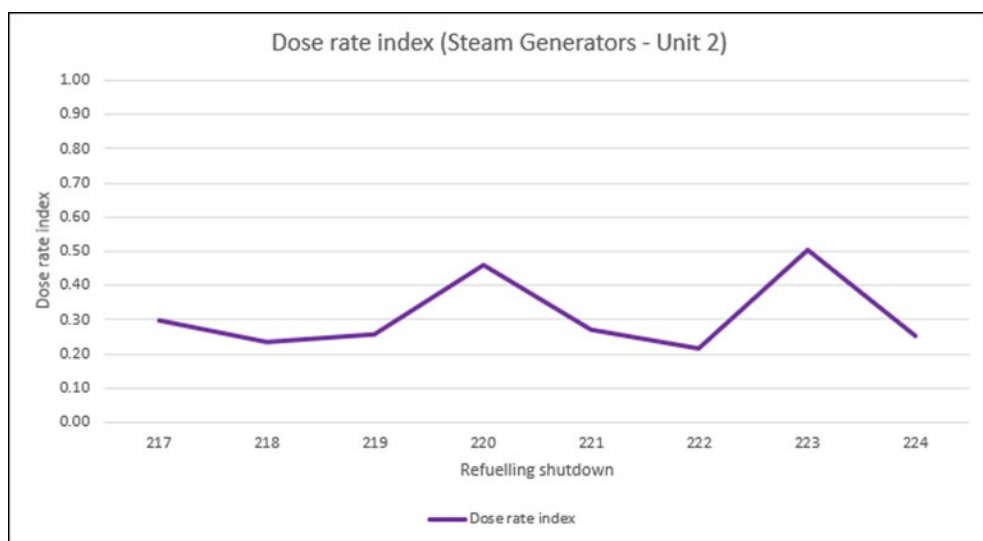
Die stralingsbeskermingsprogram maak voorsiening vir gereelde monitering van die aanleggebied se dosistempo's om moontlike toename in dosistempo's te monitor as gevolg van veranderinge soos die aanleg se bedryfstoeistande, radioaktiewe kontaminasie en 'n opbou van aktiveringsprodukte. Aanleggebiede is gemerk, en toegang word toepaslik beheer, afhangende van die dosisse. Gebiede met hoë dosisse word gesluit of versper om te voorkom dat personeel toegang verkry. Dosishoeveelhede in beheerde gebiede (aanleggebiede waar werkers aan straling blootgestel kan word) waarheen werkers gaan vir instandhouding of bedryfsredes word gereeld gemonitor, en planne en inisiatiewe word geïmplementeer (soos spoel van stelsels, dekontaminasie en afskerming) om die dosistempo's so laag as moontlik te hou.

Dosistempo's gemeet in die aanleggebiede het met verloop van tyd stabiel gebly, gebaseer op die gereelde resultate van die opname van die aanlegarea. Figuur 19 en Figuur 20 verskaf die dosistempo-indeks van die Eenheid 1- en Eenheid 2-stoomontwikkelaar-aanlegareas onderskeidelik. Hierdie neigings verskaf 'n verteenwoordigende steekproef van toenemende of dalende dosistempo's, veral in hoëdosistempogebiede van die aanleg. Die dosistempo-indeks vir die stoomontwikkelaargebiede het ongeveer tussen 0,2 en 0,5 op beide reaktoreenhede gebly gedurende die verslagtydperk 2009 (herladingsafsluiting 117) en 2019 (herladingsafsluiting 124) vir Eenheid 1 en 2009 (herladingsafsluiting 217) en 2020 (herladingsafsluiting 224) vir Eenheid 2.

### **OPENBAAR**



Figuur 19: Dosistempo-indeks vir Eenheid 1-stoomontwikkelaars



Figuur 20: Dosistempo-indeks vir Eenheid 2-stoomontwikkelaars

Inisiatiewe om dosistempo's te verminder is geïmplementeer (soos sinkinspuiting en veranderinge in bedryfstrategieë), wat gehelp het om dosistempo's in aanlegareas te verminder of stabiel te hou. Die vervanging van die stoomontwikkelaars sal ook 'n beduidende afname in dosistempo's in die reaktorgebou gedurende instandhoudingsperiodes (herladingafsluiting) tot gevolg hê. Met inagneming van die reeds lae beroepsdosisneigings (verwys na afdeling 10.2.4), word daar verwag dat die beroepsdosis gedurende die tydperk van LTO goed binne die regulatoriese perke sal bly.

## OPENBAAR

Die stralingsbeskermingsprogram sal na verwagting nie verander nie en sal deur die tydperk van LTO doeltreffend bly. Voortdurende verbeterings sal uit deurlopende hersiening en inspeksies deur Koeberg, internasionale organisasies, sowel as die NKR, voortspruit. Koeberg sal voortgaan om te verseker dat bevoegde personeel, voldoende stralingsopsporingsinstrumente, hulpmiddele vir die veilige hantering van radioaktiewe materiaal en persoonlike beskermende toerusting beskikbaar is om stralingsgevaar by Koeberg te bestuur.

#### **11.6 Fisiese en kubersekuriteit**

Die program vir fisiese en kubersekuriteit by Koeberg sal voortgaan om die kwesbaarheid vir enige moontlike bedreigings tot die minimum te beperk. Doeltreffende sekuriteitstandaarde, -prosedures en -stelsels, insluitende fisiese beskermingstelsels, word geïmplementeer en hersien en verbeter op grond van bedryfservaring, veranderende toestande, inspeksies en NKR-toesig.

Sekuriteitsprosesse sluit kubersekuriteitsmaatreëls in om te verseker dat Koeberg voldoende teen ongemagtigde toegang en kuberaanvalle beskerm word.

Die program vir fisiese en kubersekuriteit is doeltreffend en ondersteun veilige voortgesette bedryf. Die deurlopende oudits, hersienings en assesserings van die program vir fisiese en kubersekuriteit en gevolglike verbeterings sal verseker dat dit gedurende die volle tydperk van LTO doeltreffend sal bly.

#### **11.7 Noodbeplanning en gereedheid**

Ingevolge NIL-01 word van Koeberg verwag om 'n noodplan te hê om die uitwerking van radioaktiewe vrystellings in die onwaarskynlike geval van 'n ongeluk te verminder. Die bestaande noodplan is goed gevestig, in lyn is met regulatoriese [30] en internasionale vereistes en word jaarliks uitgeoefen in die teenwoordigheid van die NKR. Verbeteringsaksies word geïdentifiseer en geïmplementeer om te verseker dat die gereedheid en -reaksiereëlins vir die noodplan doeltreffend bly.

Die kriteria vir die implementering van beskermingsaksies word vooraf bepaal en gestel. Noodbeplanningsones word rondom die Koeberg-terrein afgebaken, wat die gebiede verteenwoordig wat in die onwaarskynlike geval van 'n ongeluk deur 'n vrystelling van radioaktiwiteit geraak kan word. Beskermingsaksies soos ontruiming, skuiling, skildklierblokkering en hervestiging word geïmplementeer om die uitwerking op die publiek wat deur blootstelling aan eksterne straling, inaseming van lugradioaktiwiteit en inname van besmette voedsel veroorsaak word, te beperk.

Die soneradiusse vir Koeberg-noodbeplanning word soos volg gedefinieer in die geïntegreerde Koeberg-noodplan:

**OPENBAAR**

- Voorsorgaksiegebied (PAZ): hierdie gebied strek van die terreingrens van Koeberg tot 'n afstand van ongeveer 5 km van die reaktors af, waarvan die suidelikste punt tot ongeveer 8 km van die reaktors strek.
- Beplanningsgebied vir dringende beskermingsaksie (UPZ): hierdie gebied strek vanaf 'n radius van ongeveer 5 km tot 16 km van die reaktors.
- Beplanningsgebied vir langtermynbeskermingsaksie (LPZ): hierdie gebied strek vanaf 'n radius van ongeveer 16 km tot 80 km van die reaktors.

Die PAZ is 'n aangewese gebied waar spesifieke beskermingsaksies onmiddellik uitgevoer word ná die verklaring van 'n algemene noodgeval. Die doel is om die risiko van deterministiese gevolge aansienlik te verminder deur beskermingsaksies te implementeer voordat (of so gou as moontlik ná) radioaktiwiteit in die omgewing vrygestel word. Die UPZ is 'n vooraf aangewese gebied waar voorbereidings gedoen word 'n paar uur ná die vrystelling om mense onmiddellik *in situ* te beskerm, omgewingsmonitering uit te voer en beskermingsaksies binne 'n paar uur ná 'n vrystelling te implementeer. Die LPZ is 'n voorafbepaalde gebied rondom Koeberg waar voorbereidings getref word om beskermingsaksies te implementeer om die langertermyndosis aan die publiek te verminder, dit wil sê, om die risiko van stogastiese effekte te verminder. Dit is tipies langertermynbeskermingsaksies soos die voorkoming van inname van plaaslik verboude voedsel in spesifieke gebiede wat moontlik geraak is.

Daar bestaan toepaslike ooreenkomste met plaaslike, provinsiale en nasionale owerhede en internasionale organisasies om te verseker dat noodgereedheid en -reaksie doeltreffend is. Koeberg het reëlins getref om gedurende 'n noodgeval van EDF, Framatome, WANO/INPO, en die IAEA bystand te ontvang. Die reëlins en verantwoordelikhede van elke organisasie word in die Koeberg se geïntegreerde noodplan gedokumenteer.

Koeberg het 'n sentrum vir noodbeheer, tegniese ondersteuning en bedryfsondersteuning wat as basis dien van waar noodspanne tegniese, bedryfs- en logistieke ondersteuning kan verskaf om die noodgeval te bestuur. Hulle is ten volle toegerus met fasiliteite en inligting soos kommunikasie, meteorologiese en aanleginligting en word teen straling beskerm.

Die noodbeplanningspersoneel word opgelei in die noodbeplanningsprosedures en bou praktiese ervaring gedurende noodplanoefeninge op.

Ooreenkomstig die plaaslike regulatoriese vereistes, moet die noodplan aan hersienings en tegniese audits onderwerp word. Die Koeberg-noodplan het baat gevind by die lesse wat uit die Foekoesjima-kernongeluk geleer is. 'n Assessering is ná die Foekoesjima-ongeluk deur Koeberg gedoen om verbeterings in die bestuur van ongelukke wat deur ernstige gebeurtenisse (soos tsoenami's en aardbewings) veroorsaak is, te bepaal, soos die NKR vereis. Verskeie verbeterings aan Koeberg se noodplanprosedures is aangebring om Koeberg se noodgereedheid en reaksie op sulke gebeure te verbeter (soos prosedures vir

**OPENBAAR**

bystandpersoneel, riglyne vir strawwe weer, beskermingsaksies en verbeterings aan ingrypingsvlakprosedures).

Die noodplan is gedurende die derde PSR hersien, en die grootte van die noodbeplanningsgebiede is geherassesseer, met inagneming van 'n reeks potensiele ongelukke en die impak wat dit op die publiek en die omgewing kan hê. Daar is bevestig dat die huidige noodbeplanningsgebiede voldoende is vir 'n doeltreffende noodplan.

Verder het die PSR bevestig dat Koeberg voldoende planne, personeel, fasiliteite en toerusting het om noodgevalle te hanteer en dat reëlins met plaaslike en nasionale owerhede voldoende gekoördineer is en gereeld toegepas word. Dit sal steeds die geval wees gedurende die tydperk van LTO, terwyl verbeterings hanteer word wanneer dit geïdentifiseer word.

## **12. ORGANISATORIESE BEPALINGS VIR LANGTERMYNBEDRYF**

### **12.1 Bestuurstelsel**

Die kernbedryfseenheid (NOU) is deur Eskom gemagtig om die Eskom-kernbeleid te implementeer om Eskom se kerndoelwitte te bereik om kernenergie van wêreldgehalte veilig te lewer, vandag, môre en in die toekoms. Die beleidsvereistes word bestuur deur middel van 'n bedryfsplan wat jaarliks hersien word.

Die kernbestuursbeleid en die kernveiligheid- en -kwaliteithandleiding is gedurende die jongste PSR teen internasionale en nasionale vereistes hersien. Die hersiening het tot die gevolgtrekking gelei dat die huidige beleid en bestuurstelsel voldoende is vir aanlegbedryf en dat die beleid voldoen aan die NKR-vereistes soos uiteengesit in RD-0034 [11].

Koeberg se bestuurstelsel gee 'n uiteensetting van die organisasie se struktuur, gesagsvlakke en vereistes waaraan alle funksionele eenhede binne die NOU moet voldoen om te verseker dat daar aan die regulatoriese vereistes voldoen word en hoë vlakke van veiligheid kan bereik.

### **12.2 Reëlins vir finansiële hulpbronne**

Voortgesette bedryf vir nog 20 jaar vorm 'n formele verbintenis om te verseker dat finansiële voorsienings voldoende bly vir die LTO- en uitbedryfstellingtydperk.

**OPENBAAR**

Deur sy inkomstebepalings verbind Eskom SOC Ltd hom daartoe om die nodige finansiële hulpbronne beskikbaar te stel om veilige en betroubare aanlegbedryf vir die LTO-tydperk moontlik te maak. Die Eskom-raad beoordeel en hersien jaarliks Eskom se finansiële status en verskaf die nodige finansiële hulpbronne vir aanlegbedrywighede. Ooreenkomstig die Wet op Openbare Finansiële Bestuur (PFMA) en verwante bemagtigende wetgewing, oorweeg en bepaal die Eskom-raad die befondsingsstrukture van Eskom, met inagneming van die befondsingsvereistes van Eskom van tyd tot tyd (verwys na die Akte van Oprigting van Eskom Holdings SOC Ltd beskikbaar op die Eskom-webwerf).

Onderhewig aan die bepalings van die PFMA (en in die besonder artikel 66 van die PFMA), kan die Raad van tyd tot tyd fondse insamel of leen vir Eskom of die betaling verseker van sodanige bedrae wat in ooreenstemming is met sy Korporatiewe Plan en die leenprogram wat aan die Aandeelhouer voorgelê is.

### **12.3 Menslike hulpbronne**

Om voldoende menslike hulpbronne te verseker om deurlopende bedrywighede te ondersteun, het Eskom 'n volledige reeks prosesse en prosedures ten opsigte van menslike hulpbronne wat in lyn is met internasionale goeie praktyke. Ingesluit in die reeks prosesse en prosedures ten opsigte van menslike hulpbronne is 'n strategie ten opsigte van menslike hulpbronne en 'n arbeidsmagplan wat faktore soos aftrede, bedankings en nuwe personeelwerwings in ag neem om voldoende bekwame personeel vir LTO te verseker.

Koeberg is trots daarop dat hy die afgelope 38 jaar 'n beduidende rolspeler in die ontwikkeling van nuwe talent in die kernkragsektor was. Dit is bereik deur prosesse ten opsigte van menslike hulpbronne, programme vir die opleiding van studente en fasiliteite vir ambagsmanne, tegnici en ingenieurs van wêreldklas. Baie van hierdie leerlinge het sukses behaal by Koeberg en in die breër internasionale kerngemeenskap, en baie bly beskikbaar om Koeberg te ondersteun.

In afwagting van LTO en die behoefte aan bykomende personeel, het Koeberg 'n werwingsveldtog begin om vakatures permanent te vul, van binne Eskom en die eksterne mark. Hoogs ervare kontrakteurs is ook verkry om die korttermyn-toename in werksomvang as gevolg van LTO te ondersteun.

Koeberg is vol vertroue dat sy strategieë en planne voldoende is om die volgehoue beskikbaarheid van bekwame menslike hulpbronne vir die hele tydperk van LTO te verseker.

### **12.4 Bekwaamheid en kennisbestuur**

Die NOU het 'n opleidings- en kwalifikasieprogram om te verseker dat personeel opgelei, gekwalifiseer en as bevoeg beoordeel word om die toegewese pligte uit te voer. Daar is

**OPENBAAR**



spesifieke kwalifikasievereistes vir kritieke en unieke of ongewone poskategorieë waar gespesialiseerde vaardighede vereis word, met spesiale klem op die program vir operateursopleiding. Die program is internasionaal geakkrediteer en word gereeld deur internasionale toesighoudende instansies hersien. Die Koeberg-spesifieke opleidingsprogram is ontwikkel in ooreenstemming met internasionale vereistes, veral die Instituut vir Kernkragbedrywighede (INPO) se stelselmatige benadering tot opleiding.

Koeberg het twee volkskaalse simulators vir die opleiding van operateurs. Beheerkameroperateurs en bedryfskofbestuurders ontvang uitgebreide opleiding en eksamens oor die simulators, wat uitloop op 'n operateurslisensie wat deur die NKR uitgereik word. Dit word gevolg deur gereelde herkwalifikasie-opleiding en assessering om deurlopende bevoegdheid te verseker.

Koeberg se tegniese fasiliteite en programme vir die opleiding van ambagsmanne, tegnisi en ingenieurs sluit teoretiese en praktiese opleidingskomponente in. Dit word gevolg deur eksamens en assesserings wat geskik is vir spesifieke poskategorieë. Die NOU se program vir bestuursopleiding is gemik op leierskap- en bestuursontwikkeling sowel as ontwikkeling van sagte vaardighede vir werknemers in leiersposisies.

Kennisbestuur is noodsaaklik vir die opbou en behou van kernkennis om veilige, betroubare en koste-effektiewe werking te ondersteun. Soos vereis word deur die NKR in RG-0027 [12], en sodat Eskom voldoende kennis deur die hele leeftyd van die aanleg kan verseker, is prosesse vir kennisbestuur geïmplementeer. Dit word verder ontwikkel en bly groei namate verbeterings geïmplementeer word en die program oor die hele organisasie uitgebrei word. Koeberg se prosesse vir kennisbestuur maak van 'n geïntegreerde benadering gebruik wat deur die IAEA voorgestaan word om alle Koeberg-inligtingsbates (soos databasisse, dokumente, beleide, prosedures en voorheen onbekende kundigheid en ervaring by individuele werkers) te identifiseer, vas te lê, te evalueer, te herwin en te deel [34]. Verskeie ander prosesse ten opsigte van menslike hulpbronne by Koeberg, soos opvolgbeplanning, talentbestuur, opleiding en skaduwerk, word gebruik om Koeberg se program vir kennisbestuur te ondersteun. Die bedoeling is om die arbeidsmag in staat te stel om gesamentlik nuwe kennis te skep en te verseker dat kritieke kennis beskikbaar is vir personeel wat dit nodig het om veilige, betroubare bedryf gedurende LTO te ondersteun.

## **12.5 Veiligheidskultuur**

Volgens die IAEA is 'n kernveiligheidskultuur (NSC) die samestelling van eienskappe en gesindhede by organisasies en individue, wat bepaal dat die veiligheidskwessies van kernkragaanlegte as 'n oorwegende prioriteit die aandag geniet wat vereis word deur hulle belangrikheid. Eskom het die beginsels en eienskappe van die INPO-veiligheidskultuur aanvaar. Hierdie veiligheidskulturbeginsels en -eienskappe is opgeneem in

**OPENBAAR**

beleidsdokumentasie en vorm die basis van die assessering, verbetering en versterking van die kernveiligheidskultuur by Koeberg.

Om die versekering te gee dat Koeberg se bedrywighede voortdurend gebaseer is op veiligheidskultuurbeginsels wat aangeneem is, word Koeberg se veiligheidskultuur jaarliks gemonitor en as deel van 'n driejaarlikse siklusoorsig geassesseer. Daarbenewens word die prestasie van kernveiligheid ook as deel van die bestuursverantwoordelikhede op verskillende vlakke van die organisasie gemonitor en gerapporteer.

Opnames oor kernveiligheidskultuur word driejaarliks uitgevoer, met gebruikmaking van INPO 12-012 (Eienskappe van 'n gesonde NSC) [13]. Die opnames is in 2014, 2016 en 2019 gedoen en by die NKR ingedien. Die 10 eienskappe van 'n gesonde NSC (elk met sy eie eienskappe en gedrag) word in drie breë kategorieë gegroepeer (verwys na Tabel 5). 'n Vergelyking van die resultate van die NSC-opnames het aan die lig gebring dat die telling vir alle eienskappe oor die tydperk van 2014 tot 2019 verbeter het.

Aanbevelings van die 2019 NSC-opname is sedertdien geïmplementeer. Die verbeteringsaksies hou verband met kommunikasie- en betrokkenheidstrategieë oor kernveiligheid op alle vlakke van die organisasie, sigbare en konsekwente belonings en erkenning van goeie gedrag, en organisatoriese leierskapspanontwikkeling. Dit sal gedurende die jaarlikse NSC-selfevaluering vir doeltreffendheid beoordeel word.

Gebaseer op die NSC-opnames, is NSC by Koeberg aanvaarbaar en word dit toepaslik gemonitor vir voortgesette veilige bedryf tot LTO.

Tabel 5: Eienskappe van 'n gesonde kernveiligheidskultuur

| <b>Eienskappe van 'n gesonde kernveiligheidskultuur (INPO 12-012)</b> |                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Individuele verbintenisse tot veiligheid                              | Persoonlike aanspreeklikheid<br>Vraende houding<br>Doeltreffende veiligheidskommunikasie               |
| Bestuur se verbintenis tot veiligheid                                 | Respekvolle werksomgewing<br>Leierskapveiligheidswaardes en -aksies<br>Besluitneming                   |
| Bestuurstelsels                                                       | Voortdurende leer<br>Probleemidentifikasie<br>Omgewing om bekommernisse uit te spreek<br>Werksprosesse |

**OPENBAAR**

### 13. BESTUUR VAN RADIOAKTIEWE AFVAL EN UITBEDRYFSTELLINGSTRATEGIE

Koeberg genereer gas-, vloeibare en vaste radioaktiewe afval as neweprodukte van sy bedrywighede. Radioaktiewe afval word gedefinieer as afval wat radionuklide bevat of daarmee besmet is by konsentrasies of aktiwiteite groter as uitskeivlakke soos deur die NKR bepaal word. Dit moet bestuur word op 'n manier wat mense en die omgewing beskerm teen die nadelige gevolge van straling, wat oor lang tydperke kan voortduur.

Hierdie afdeling toon dat afvalbestuur in plek is en voldoende is vir LTO. 'n Wetgewende raamwerk vir afvalbestuur bestaan, en Koeberg se prosedures en prosesse vir afvalbestuur is in lyn met internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes. Finansiële voorsiening word gemaak vir uitbedryfstelling. Alle soorte radioaktiewe afval wat by Koeberg vervaardig word, word veilig geberg.

#### 13.1 Regulatoriese raamwerk vir radioaktiewe afval

In Suid-Afrika word aktiwiteite wat kernenergie en radioaktiewe afval behels, gereguleer deur die Wet op Kernenergie 46 van 1999, die Wet op die Nasionale Kernreguleerder 47 van 1999 [35], die Wet op Nasionale Radioaktiewe Afvalverwyderingsinstituut 53 van 2008 [36], die Wet op Nasionale Omgewingsbestuur 107 van 1998, en ander geskikte wetgewing soos bepaal in die Nasionale Radioaktiewe Afvalbestuursbeleid en -strategie [37]. Eskom se kerninstallasielisensie bevat voorwaardes oor vervoer en verwydering van radioaktiewe afval.

Ingevolge die Nasionale Radioaktiewe Afvalbestuursbeleid en -strategie is die Suid-Afrikaanse regering verantwoordelik om geskikte strukture vir die bestuur van radioaktiewe afval op nasionale vlak daar te stel. Vir hierdie doel is die nasionale komitee vir die bestuur van radioaktiewe afval ingestel om toesig te hou oor die implementering van die beleid en strategie, terwyl die nasionale radioaktiewe afvalverwyderingsinstituut (NRWDI) die verantwoordelikheid het om radioaktiewe afval op 'n nasionale grondslag te bestuur. Ingevolge die NRWDI-wet [36] is Eskom as die skepper van radioaktiewe afval "... verantwoordelik vir tegniese, finansiële en administratiewe bestuur van [sy] afval binne die nasionale regulatoriese raamwerk op [sy] perseel en wanneer sodanige afval na 'n gemagtigde afvalverwyderingsfasiliteit vervoer word".

Die kerninstallasielisensie vereis dat Eskom programme implementeer om radioaktiewe afval tot die minimum te beperk en om dit veilig te bestuur en dat die veiligheid van opsies vir die berging van radioaktiewe afval vir die beoogde bergingstydperk verseker moet word. Die Radioaktiewe Afvalbestuursbeleid [37] vereis dat skeppers van afval terreinplanne vir afvalbestuur ontwikkel wat alle strome van radioaktiewe afval op die terrein dek vir goedkeuring deur die minister van minerale hulpbronne en energie.

**OPENBAAR**

Bogenoemde wetgewing sal na verwagting geldig bly vir LTO.

### 13.2 Klassifikasie van afval

Radioaktiewe afval kan vir verskillende doeleindes geklassifiseer word, en verskillende klassifikasieskemas kan in opeenvolgende stappe in afvalbestuur gebruik word. In Suid-Afrika klassifiseer die Radioaktiewe Afvalbestuursbeleid [37] radioaktiewe afval op grond van die volgende kategorieë:

Tabel 6: Klassifikasie van radioaktiewe afval

| Klassifikasie van afval                                     | Beskrywing                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Hoëvlakafval (HLW)                                          | Hittegenererende radioaktiewe afval met hoë lang- en kortlewende radionukliedkonsentrasies, byvoorbeeld gebruikte brandstof                                                                                                                          |
| Lae- en intermediêrevlakafval – langlewend (LILW-LL)        | Radioaktiewe afval met lae of intermediêre kortlewende radionuklied- en intermediêre langlewende radionukliedkonsentrasies, byvoorbeeld afval van verwerkingsbrandstof soos brandstofbekleding. Hulle het baie lang halfleeftyte.                    |
| Lae- en intermediêrevlakafval – kortlewende afval (LILW-SL) | Radioaktiewe afval met lae of intermediêre kortlewende radionukliede of lae langlewende radionukliedkonsentrasies, byvoorbeeld voorwerpe wat besmet is soos instandhoudingsgereedskap, skoonmaaklappe, ens. Hulle het hoofsaaklik kort halfleeftyte. |
| Baie laevlakafval (VLLW)                                    | Radioaktiewe afval wat baie lae konsentrasies radioaktiwiteit bevat, byvoorbeeld besmette of effens radioaktiewe materiaal.                                                                                                                          |
| NORM-L                                                      | Potensiële radioaktiewe afval wat lae konsentrasies natuurlik voorkomende radioaktiewe materiaal bevat (NORM)                                                                                                                                        |
| NORM-E                                                      | Radioaktiewe afval wat verhoogde konsentrasies NORM bevat                                                                                                                                                                                            |

Die ontwerp van die afvalbergingsfasiliteit hang af van die soort radioaktiewe afval, die kenmerke daarvan en gepaardgaande gevare, die volume en die verwagte bergingstydperk. By Koeberg bestaan toepaslike prosedures om te verseker dat alle radioaktiewe afval behoorlik geïdentifiseer, gekwantifiseer, gekarakteriseer en geklassifiseer word. Die prosedures bied die nodige stappe wat lei tot veilige uitskeiding, gemagtigde vrylating, verwydering en van die berging van die radioaktiewe afval.

Slegs LILW-SL en HLW is van toepassing op Koeberg. LILW-SL kom uit baie verskillende bronne. Dit is hoofsaaklik afval van instandhoudingsbedrywighede (byvoorbeeld toerusting, gereedskap, skoonmaaklappe, ens.) of van die bedryf van fasiliteite, soos afval van die behandeling van vloeibare of gasuitvloeiels by kernfasiliteite (byvoorbeeld filters en harse

**OPENBAAR**

van die behandeling van water uit reaktors). Gebruikte kernbrandstof word as HLW geklassifiseer.

### **13.3 Bestuur van radioaktiewe afval by Koeberg**

Die PSR het Koeberg se praktyke met betrekking tot afvalbestuur geëvalueer om die doeltreffendheid van die programme te bepaal om te verseker dat die afval tot die minimum beperk en veilig bewaar word. Die hersiening het nie afwykings van internasionale, nasionale of regulatoriese veiligheidsvereistes in die prosedures en prosesse wat gebruik is om die radioaktiewe afval by Koeberg te bestuur, geïdentifiseer nie.

LILW-SL en HLW radioaktiewe afval word by Koeberg gegenereer as 'n nuwe produk van sy bedrywighede en instandhoudingsprosesse. Radioaktiewe afval word ook geproduseer as gevolg van groot opknapping en wysigings aangesien ou komponente weggegooi word. Bykomende opknappings sal voor en gedurende LTO gedoen moet word, onderhewig aan goedkeuring deur die NKR. Die radioaktiewe afvalbestuursplan van Koeberg gee 'n uiteensetting van die strome van radioaktiewe afval wat deur Koeberg gegenereer word en is deur die Departement van Minerale Hulpbronne en Energie goedgekeur.

Geïndividualiseerde afvalbestuursplanne word opgestel vir groot vervangingskomponente (soos die opgaartenks vir poelwater vir gebruikte brandstof wat vervang is en die stoomontwikkelaars wat beplan word om op die kort termyn vervang te word). Hierdie planne word deur die Nasionale Komitee vir Radioaktiewe Afvalbestuur goedgekeur. Die afvalbestuursplanne het ten doel om die radioaktiewe afval te minimaliseer en voorsiening te maak vir die veilige berging en verwydering daarvan.

Gebruikte brandstof (HLW) bewaring word in afdeling 13.4 bespreek. Die totale gebruikte brandstof wat sedert ingebruikneming geproduseer is, word in Tabel 7 getoon. Ongeveer 55 gebruikte kernbrandstofelemente moet geberg word ná elke eenheid se herladingsiklus (wat kan wissel na gelang van faktore soos die duur van herladingsiklusse). Die totale volume van gebruikte brandstof (HLW) is relatief veel minder as byvoorbeeld steenkool: 1 kg kernbrandstof (U-235) bevat twee tot drie miljoen keer meer energie as 1 kg steenkool. Die totale volume gebruikte brandstof vir 60 jaar se werking van Koeberg kan teoreties in 'n kubus van ongeveer 10 m × 10 m × 10 m bevat word. Realisties gesproke sou die bergingsgebied baie groter wees om voorsiening te maak vir verkoeling, afskerming, verpakking en monitering.

**OPENBAAR**

Tabel 7: Totale gebruikte brandstof geproduseer vanaf ingebruikneming tot 2022

|                                      | Houers<br>vir droë<br>berging | Poel vir<br>gebruikte<br>brandstof | Poel vir<br>gebruikte<br>brandstof | Totale gebruikte<br>kernbrandstofelemente |
|--------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------------|
|                                      |                               | Eenheid 1                          | Eenheid 2                          |                                           |
| Hoeveelheid<br>kernbrandstofelemente | 336                           | 1 229                              | 1 116                              | 2 681                                     |

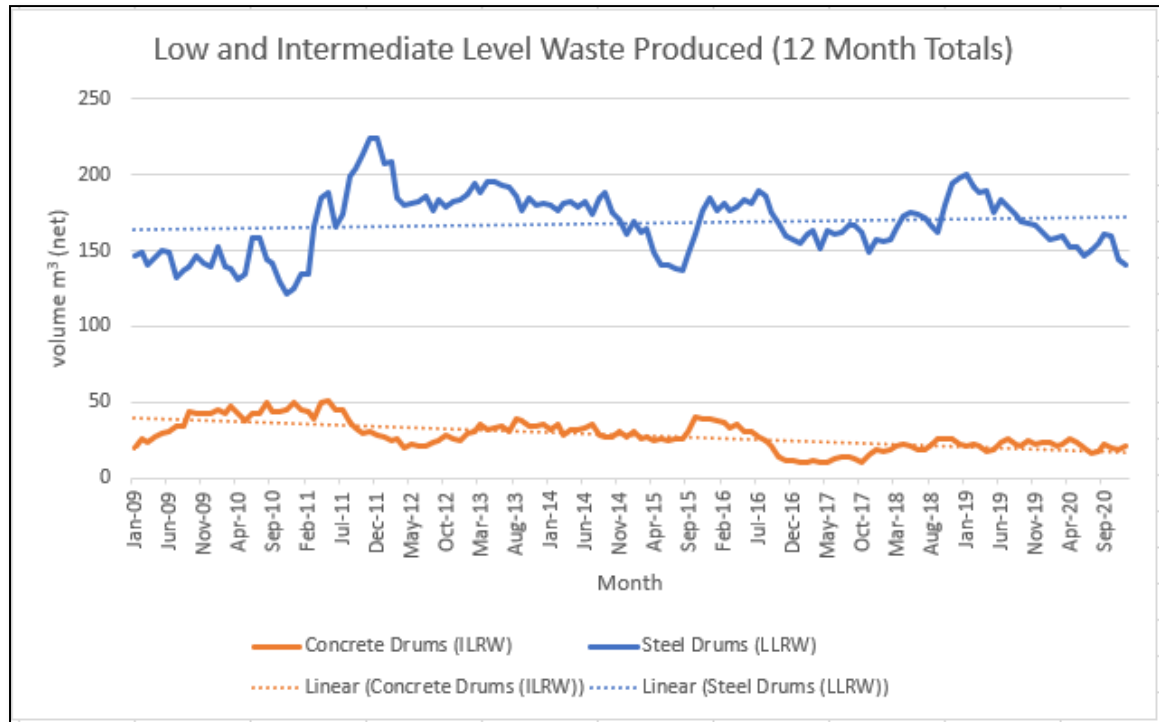
Figuur 21 verteenwoordig die lopende 12-maandelikse totale van die volume LILW-SL-afval wat by Koeberg vir die PSR-tydperk geproduseer is. Die volume van staaldromme wat vervaardig is, was bestendig, gemiddeld sowat 170 m<sup>3</sup> per jaar, terwyl die volume van betondromme wat geproduseer is, oor die PSR-verslagtydperk afgeneem het. Die volume afval wat geproduseer word, vergelyk redelik goed met die bedryfsgemiddelde, behalwe vir laevlak-afvalhars, intermediêrevlakafvalfilters en totale nat vaste afval, wat hoër is as in die VSA en Frankryk. Die hoofafwyking kan toegeskryf word aan verskillende benaderings wat toegepas word op die behandeling van laevlakafvalhars, wat Koeberg as afval behandel, maar óf skoongemaak óf as baie laevlakafval in die VSA en Frankryk weggedoen word.

Radioaktiewe afval wat by Koeberg gegenereer word, word op so 'n wyse bewaar dat dit herwin kan word vir opruiming, verwerking en/of verwydering later of, in die geval van uitvloeisel, vir gemagtigde vrystelling as dit aan regulatoriese perke voldoen. Die konsep van “vertraag en verval”, “konsentreer en bevat” en “verdun en versprei” voordat die afval na verwydering van radioaktiewe afval vervoer word. Dit verseker dat die dosis aan die publiek en die omgewing so laag gehou word as wat redelikerwys haalbaar is.

Die radionuklidvoorraad van radioaktiewe afval wat na die verwyderingsfasiliteit gestuur word, word aangeteken en nagespoor.

## OPENBAAR





Figuur 21: Lae- en intermediêrevlakafval wat by Koeberg geproduseer word

#### 13.4 Berging van hoë-, intermediêre- en lae-vlakafval

Tans word gebruikte brandstof (HLW) veilig geberg in die eenheid se poele vir gebruikte brandstof en in die droogberginghouers by Koeberg. 'n Strategie vir die bestuur van gebruikte brandstof is ontwikkel om die langtermynberging en finale verwydering van gebruikte brandstof te hanteer. Gebruikte brandstof sal ten minste 10 jaar in die poele geberg word om die energie tot aanvaarbare vlakke te verminder voordat die brandstof na droëbergingshouers op die Koeberg-terrein oorgeplaas word. Die poele en droëbergingshouers bied 'n veilige en betroubare manier van berging vir HLW en is belyn met huidige internasionale strategieë. Figuur 22 en Figuur 23 wys 'n kernbrandstofelement wat geskuif word om onderskeidelik in 'n poel vir gebruikte brandstof en droëbergingshouers geberg te word.

**OPENBAAR**

Koeberg maak voorsiening vir die tydelike tussentydse bergingsfasiliteit (TISF), onderhewig aan NKR-goedkeuring, om bykomende brandstofbergingshouers te huisves wat gebruik word vir die droë berging van gebruikte kernbrandstof.



Figuur 22: Kernbrandstofelement wat geskuif word vir berging in 'n poel vir gebruikte brandstof soortgelyk aan Koeberg

Openbare betrokkenheid, sowel as skakeling met geaffekteerde belanghebbendes, sal gedurende die verskillende stadiums van die bestuursproses van gebruikte brandstof plaasvind. 'n Gesentraliseerde tussentydse bergingsfasiliteit (CISF) word ontwikkel en sal

### **OPENBAAR**



Figuur 23: Droë brandstofbergingshouers vir die berging van  
kernbrandstofsamestellings

die volgende fase van berging vir gebruikte brandstof voorsien. Totdat die CISF deur die Nasionale Radioaktiewe Afvalverwyderingsinstituut gestig is, sal Koeberg verseker dat gebruikte brandstof veilig op die terrein bewaar word. Vir hierdie doel, word die droëstoorruimte (houers) uitgebrei, onderhewig aan NKR-goedkeuring (die verbygaande tussentydse bergingsfasiliteit genoem). Die Bestuursbeleid en Strategie oor Radioaktiewe Afval vir die Republiek van Suid-Afrika [37] laat toe vir 'n droëbergingstydperk van tot 100 jaar. Daarna sal die gebruikte brandstof geënkapsuleer word en in 'n diep geologiese bewaarplek gestort word.

Koeberg sal voortgaan om wêreldpraktyke en nuwe ontwikkelings te monitor om te verseker dat die beste moontlike verwyderingsmetodes toegepas word om gebruikte brandstof te bewaar. Koeberg sal tegniese en finansiële planne voorberei wat, sover moontlik terwyl dit ontwikkel, sy planne vir die langtermynbestuur van gebruikte kernbrandstof uiteensit (verwys na afdeling 13.6, uitbedryfstellingsplanne).

LILW-SL radioaktiewe afval word geënkapsuleer of in dromme bewaar in afvalhouers bewaar wat aan Vaalputs se kriteria vir afvalaanvaarding voldoen en deur die NKR goedgekeur is. Die kriteria vir afvalaanvaarding spesifiseer die radiologiese, meganiese, fisiese, chemiese en biologiese eienskappe van die afvalpakket om te verseker dat die afval behoorlik bevat is en veilig bewaar kan word. Byvoorbeeld, die soort, afmetings en massa van die dromme word so ver moontlik gestandaardiseer om eenvormigheid, verenigbaarheid en veilige hantering gedurende alle prosesse vir afvalbestuur te verseker.

Terwyl daar op vervoer na Vaalputs gewag word, word die LILW-SL in die laevlakafvalgebou op die Koebergterrein bewaar. Voorsiening word gemaak vir die gereelde monitering, inspeksie en instandhouding van die afval en van die

#### OPENBAAR

laevlakafvalgebou om hulle volgehoue integriteit te verseker. Waar enige agteruitgang in die toestand van die gebou gedurende die inspeksies opgemerk word, word volledige herstelwerk volgens gekwalifiseerde prosedures uitgevoer. Hierdie praktyk sal voortduur tot in die tydperk van LTO.

Die Vaalputs-afvalverwyderingsterrein werk onder sy eie kernlisensievoorwaardes. Dit is in die Noord-Kaap geleë en is ontwerp met voldoende kapasiteit om die LILW-SL radioaktiewe afval van Koeberg te hanteer. Verwydering op die terrein word ingevolge sy kernlisensie uitgevoer. In 2019 het Eskom formeel die NWRDI ingelig dat Koeberg besluit het om, onderhewig aan goedkeuring deur die NKR, met LTO te begin en ook die NWRDI versoek om die Vaalputs-diensleweringstydperk te verleng om vir LTO voorsiening te maak. Die oorblywende reserwebewaringskapasiteit by Vaalputs bly voldoende om afval wat gedurende die LTO-tydperk gegenereer is, te akkommodeer en is onderhewig aan NKR-goedkeuring.

Die NRWDI-webwerf verskaf gedetailleerde inligting oor die veilige berging van radioaktiewe afval. Die gebied het geskikte geologiese kenmerke soos lae seismiese aktiwiteit. Vaalputs se afvalbergingslote is 8 m diep, omring deur klei, en is 50 m bo die watertafel. Wanneer die slote vol afval is, word dit opgevul en met 2 m gekompakteerde klei bedek om reënwater uit te sluit voordat dit met sand bedek en met die oorspronklike plantegroei beplant word. Figuur 24 illustreer die afvalbergingssterrein by Vaalputs.



Figuur 24: Vaalputs-afvalverwyderingsfasiliteit [29]

## **OPENBAAR**



### 13.5 Radioaktiewe afval vir LTO

Radioaktiewe afval sal steeds ooreenkomstig die Koeberg NIL-01 [1] en die Nasionale Radioaktiewe Afvalbestuursbeleid en -strategie [37] gedurende die tydperk van LTO bestuur word.

Die soort afval wat as gevolg van LTO gegenereer word, sal soortgelyk wees aan die soort afval wat tot op hede gegenereer is. Afval word tans veilig op die terrein of by Vaalputs bewaar. 'n Strategie bestaan vir die veilige berging van alle soorte afval wat deur Koeberg gegenereer word vir die volle bedryfstydperk, insluitende LTO.

Die PSR het bevestig dat Koeberg se prosesse en prosedures vir afvalbestuur in lyn is met nasionale, internasionale en regulatoriese vereistes vir gas-, vloeibare en vaste afvalbestuur.

### 13.6 Uitbedryfstellingsplan en finansiële hulpbronne

Die verskaffing van 'n uitbedryfstellingsplan aan die NKR is een van Koeberg NIL-01 se voorwaardes. 'n Uitbedryfstellingsplan moet by die NKR ingedien word voor die aanvang van uitbedryfstellingsaktiwiteite, en Koeberg moet toon dat voldoende menslike en finansiële hulpbronne vir die volle uitbedryfstellingsproses beskikbaar is.

Die "DECON"- (onmiddellike dekontaminasie en aftakeling-)uitbedryfstellingsopsie, met die eindpunt vir onbeboude gebied van die uitbedryfstelling, is deur Koeberg as die voorkeuropsie gekies. Eskom het 'n uitbedryfstellingplan ontwikkel, wat 60 jaar se bedryf in ag neem, ooreenkomstig die NKR se regulatoriese gids oor die uitbedryfstelling van kernfasiliteite [32].

Eskom het voorsiening gemaak om te verseker dat voldoende finansiële hulpbronne beskikbaar gestel word, soos aangedui in sy finansiële jaarverslag, vir die uitbedryfstelling van Koeberg, insluitende die rehabilitasie van die gepaardgaande grond en die bestuur van die gebruikte kernbrandstofelemente en radioaktiewe afval. Die finansiële bepalings word jaarliks hersien.

## 14. VERVOER VAN RADIOAKTIEWE AFVAL EN RADIOAKTIEWE MATERIAAL

Suid-Afrika is 'n lidland van die IAEA en onderskryf die vervoerregulasies uiteengesit in die IAEA se veiligheidsvereistes, spesifieke veiligheidsvereistes, SSR-6 vir die veilige vervoer van radioaktiewe materiale [31]. Hierdie vereistes is opgeneem in Koeberg se lisensievoorwaardes (NIL-01). Magtiging moet dus van die NKR verkry word voordat enige radioaktiewe materiaal vervoer word.

Die doel van die aanvaarding van die IAEA-vervoerregulasies en insluiting daarvan in NIL-01 is om die veilige vervoer van radioaktiewe materiaal en radioaktiewe afval te verseker.

**OPENBAAR**

Koeberg bereik die veilige vervoer van radioaktiewe afval deur te voldoen aan die vereistes uiteengesit in die IAEA-vervoerregulasies, wat insluitingsmetodes vir radioaktiewe inhoud, afskerming en beheer van eksterne dosistempo insluit. Die vereistes word bevredig deur te voldoen aan die prestasiestandaarde vir die ontwerp van die afvalpakket en administratiewe beheermaatreëls.

Gedurende die tydperk van LTO sal kernbrandstof en radioaktiewe toerusting wat vir instandhouding gebruik word, steeds per see (verskeping) na die Kaapstadse hawe vervoer word in spesiaal ontwerpte, robuuste staalhouers. Radioaktiewe afval (LILW) wat gedurende LTO gegenereer word, sal per pad na die Vaalputs- radioaktiewe afvalverwyderingsterrein vervoer word. Dit sal gedoen word in ooreenstemming met die IAEA-vervoerregulasies [31].

## **15. GEVOLGTREKKING**

Koeberg is al vir meer as 36 jaar lank veilig in bedryf en hou die toestand van die aanleg in stand volgens aanvaarde internasionale norme. Gedurende hierdie tydperk het Koeberg sy bedrywighede en bestuurspraktyke hersien en herevalueer deur internasionale vergelykings, veiligheidsassesserings en verskeie portuurbeoordelings. Daar was ook die implementering van etlike aanlegopgraderings. Koeberg se veiligheidsprestasie en -standaarde is dus op 'n vlak wat van meer moderne kernkragsentrales verwag word.

Daar is getoon dat daar geen onnodige risiko vir veiligheid, gesondheid of die omgewing is nie. Koeberg funksioneer goed binne die regulatoriese perke, insluitende risikoperke (hoofveiligheidskriteria), publieke en beroepsdosisperke en uitvloeielsvrystellingsperke. Die dosisperke is ver onder die vlakke waarteen biologiese skade verwag word. Moniteringstelsels en robuuste bestuursprosesse (insluitende ALARA-beginsels) bestaan om te verseker dat Koeberg sal voortgaan om goed te funksioneer binne die risiko-, dosis- (openbare en beroeps-) en uitvloeielsvrystellingsperke gedurende die volle tydperk van LTO.

Die voorbereiding vir LTO word uitgevoer ooreenkomstig internasionale, nasionale en regulatoriese veiligheidsvereistes. Daar is volle nakoming van die LTO-regulasies [2]. 'n Omvattende PSR en SALTO is voltooi ter voorbereiding vir LTO. Die PSR het 'n algehele beoordeling van die veiligheid van Koeberg verskaf en tot die gevolgtrekking gekom dat voortgesette veilige bedryf, insluitende LTO, ondersteun is. Verouderingsbestuur by Koeberg is gedurende die PSR en SALTO geassesseer, en daar is bevestig dat die verouderingsbestuurprogramme LTO veilig kan ondersteun. Veiligheidsverbeterings wat gedurende die PSR en SALTO geïdentifiseer is, sal binne toepaslike tydlyne geïmplementeer word.

**OPENBAAR**



Vorige areaevalueringstudies het gewys dat daar geen kwessies gevind is wat die area ongeskik maak vir die voortgesette gebruik van 'n kernaanleg nie. Hierdie studies word tans bygewerk, met inagneming van die lesse van die Foekoesjima-ongeluk. Die studies sal dan die onlangsste en akkuraatste situasie van die area weergee en gebaseer wees op die nuutste beskikbare inligting en ontledingsmetodes.

Koeberg het die nodige bestuurstelsels, prosesse ten opsigte van menslike hulpbronne en opleidingsfasiliteite om te verseker dat voldoende, bekwame personeel beskikbaar is om LTO te ondersteun. Koeberg se prosesse ten opsigte van kennisbestuur stel sy arbeidsmag in staat om gesamentlik nuwe kennis te genereer en te verseker dat kritieke kennis beskikbaar is vir personeel wat dit nodig het. Koeberg se bedryfsprestasie en 'n kultuur van kernveiligheid is gesond en aanvaarbaar.

Die Eskom-raad oorweeg en bepaal die befondsingstrukture van Eskom van tyd tot tyd ooreenkomstig die Wet op Openbare Finansiële Bestuur en verwante magtigingswetgewing en met inagneming van die befondsingsvereistes van Eskom. Eskom het hom daartoe verbind om die nodige finansiële hulpbronne beskikbaar te stel om veilige en betroubare werking vir die LTO-tydperk moontlik te maak.

'n Plan bestaan vir die veilige berging en verwydering van radioaktiewe afval wat gegenereer word vir die volle tydperk van bedrywigheide, insluitende LTO.

Koeberg doen effektiewe selfevaluerings en monitering van sy aktiwiteite, terwyl die NKR streng toesig hou oor Koeberg-bedrywigheide deur monitering van die lisensievoorwaardes en algemene bedrywigheide. Hierdie gesamentlike strengheid bou vertroue dat Koeberg sal voortgaan om veilige, skoon elektrisiteit gedurende die volle tydperk van LTO te produseer.

#### **OPENBAAR**

## 16. VERWYSINGS

- [1] NNR NIL-01, Koeberg-kerninstallasielisensie, variasie 19, Maart 2019.
- [2] Departement van Minerale Hulpbronne en Energie (DMRE), R.266, Regulasies oor die langtermynbedryf van kerninstallasies.
- [3] IAEA, Power reactor information system, toegang verkry Maart 2022, <https://pris.iaea.org/PRIS/WorldStatistics/OperationalByAge.aspx>.
- [4] U.S.NRC, Background on reactor license renewal, toegang verkry Maart 2022, <https://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/fact-sheets/fs-reactor-license-renewal.html>.
- [5] NNR RD-0024, Requirements on risk assessments and compliance with principal safety criteria, Hers. 0, Augustus 2008.
- [6] The Health and Safety Executive (HSE), The tolerability of risk from nuclear power stations, 1992.
- [7] DMRE R.388, Regulasie ingevolge artikel 36 (gelees met NKR=wet No. 47 van 1999), April 2006.
- [8] International Commission on Radiological Protection (ICRP), ICRPaedia, toegang verkry Maart 2022, [http://icrpaedia.org/Effects\\_of\\_Exposure](http://icrpaedia.org/Effects_of_Exposure).
- [9] IAEA, Radiation in everyday life, toegang verkry Maart 2022, <https://www.iaea.org/Publications/Factsheets/English/radlife>.
- [10] IAEA, GC(59)/14, The Fukushima Daiichi accident, Augustus 2015.
- [11] NNR RD-0034, Quality and safety management requirements for nuclear installations, Hers. 0, September 2008.
- [12] NNR RG-0027, Ageing management and long-term operations of nuclear power plants (interim regulatory guide), Hers. 0, Maart 2019.
- [13] Institute of Nuclear Power Operations (INPO) 12-012, Traits of a healthy nuclear safety culture, Hers. 1, April 2013.
- [14] National Radioactive Waste Disposal Institute (NRWDI), Centralised Interim Storage Facility (CISF), toegang verkry 2022, <https://www.nrwdi.org.za/cisf.html>.
- [15] World Nuclear Association, How can nuclear combat climate change, toegang verkry April 2022, <https://world-nuclear.org/nuclear-essentials/how-can-nuclear-combat-climate-change.aspx>.
- [16] IAEA SRS 57, Safe Long-Term Operation of Nuclear Power Plants, 2008.
- [17] DMRE R.927, Regulasies oor lisensiëring van terreine, 2011.
- [18] NNR RG-0011, Interim guidance for the siting of nuclear facilities.
- [19] IAEA SSR-1, Site evaluation for nuclear installations, 2019.
- [20] NNR RG-0028, Periodic Safety Review of Nuclear Power Plants, Interim Regulatory Guide, Hers. 0, Maart 2019.

**OPENBAAR**

- [21] U.S.NRC, The pressurised water reactor, toegang verkry Maart 2022, <https://www.nrc.gov/reading-rm/basic-ref/students/animated-pwr.html>.
- [22] Eskom, Koeberg Nuclear Power Station, toegang verkry Maart 2022, <https://www.eskom.co.za/eskom-divisions/gx/nuclear/>.
- [23] U.S.NRC ML023020519, Reactor concepts manual.
- [24] IAEA, The science of nuclear energy, accessed March 2022, <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-is-nuclear-energy-the-science-of-nuclear-power>.
- [25] IAEA INSAG-10, Defence in depth in nuclear safety, 1996.
- [26] U.S.NRC, Doses in our daily lives, toegang verkry Maart 2022, <https://www.nrc.gov/about-nrc/radiation/around-us/doses-daily-lives.html>.
- [27] NNR RD-0022, Radiation Dose Limitation at Koeberg Power Station, Hers. 0, Julie 2008.
- [28] IAEA, The international Chernobyl project technical report, 1991.
- [29] NRWDI, NRWDI-COM-0001, Rev. 1, Vaalputs national radioactive waste disposal facility public information document.
- [30] NNR RD-0014, Emergency Preparedness and Response Requirements for Nuclear Installations, Hers. 0, Junie 2005.
- [31] IAEA Safety Standard Series 6 (Rev. 1), Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, 2018.
- [32] NNR RD-0026, Decommissioning of nuclear facilities, 2008.
- [33] Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Road Safety Annual Report South Africa, 2019.
- [34] IAEA-TECDOC-1510, Knowledge management for nuclear industry operating organisations, 2006.
- [35] DMRE, NNR Act No. 47 of 1999, 1999.
- [36] DMRE, NRWDI Act No. 53 of 2008, 2008.
- [37] DMRE, Radioactive Waste Management Policy and Strategy for the Republic of South Africa, 2005.

**OPENBAAR**