

Inleiding

Die Koeberg-kernkragentrale (KNPS) is tans besig met die aansoekproses vir 'n lisensie-verlenging. Die huidige kerninstallasielisensie is geldig vir 40 jaar, en goedkeuring deur die Nasionale Kernreguleerder (NKR) is nodig om die veilige bedryf daarvan ná die 40-jaar-lisensiëringstydperk voort te sit. Die doel van hierdie storieboek is om die feite rakende Koeberg te verduidelik en hoe die veiligheid van die aanleg verseker word. Daar is ekstra inligting vir die publiek beskikbaar, soos byvoorbeeld die [Openbare Inligtingsdokument](#). Die volgende aktuele kwessies met betrekking tot Koeberg word in hierdie storieboek behandel:

- [Die veiligheid van Koeberg.](#)
- [Voorkoming van menslike foute.](#)
- [Die inperkingsintegriteit.](#)
- [Die seismiese risiko-ontleding.](#)
- [Radioaktiewe afvalbestuur.](#)
- [Radioaktiewe vloeibare en gasafval \(insluitend tritium\).](#)



1. Hoe veilig is Koeberg?

Koeberg is veilig omdat dit goed ontwerp is en behoorlik bedryf, onderhou en getoets word. Dit het op hoogte gebly van moderne praktyke deur lesse wat geleer is uit gebeure soos Tsjernobil en Foekoesjima, en word gereeld hersien deur onafhanklike internasionale organisasies en die Nasionale Kernreguleerder (NKR).

In ooreenstemming met die veiligheidsstandaarde van die bedryf gebruik Koeberg-kernkragsentrale 'n **'verdediging-in-diepte'-benadering** om optimale veiligheid te bewerkstellig. Sleutelaspekte van die benadering is:

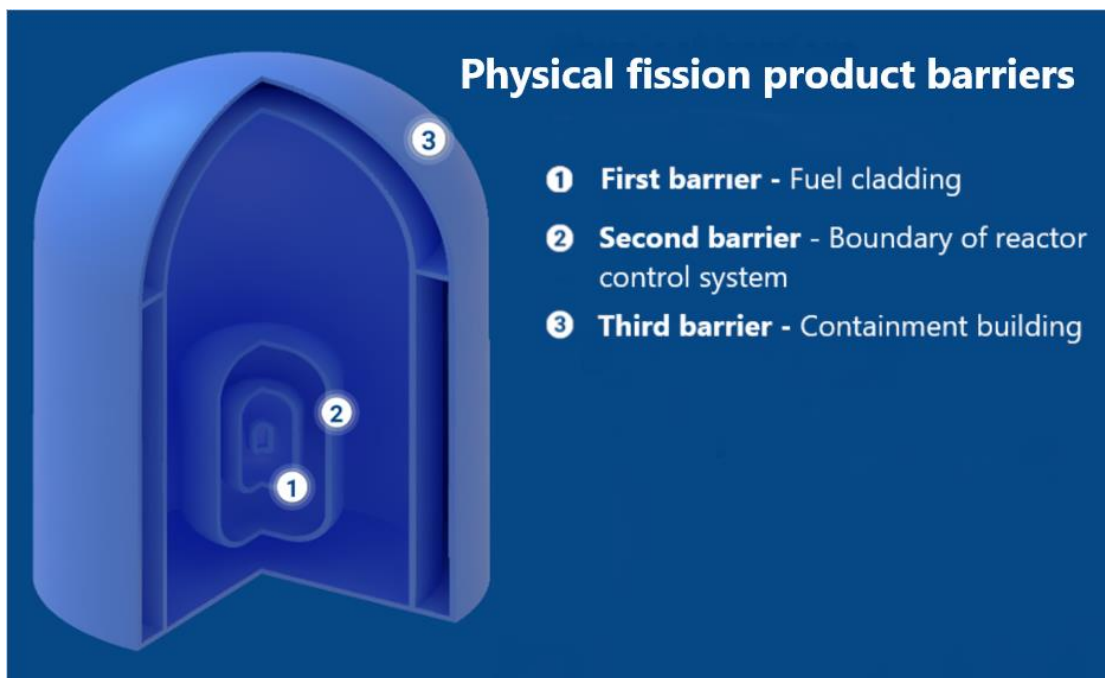
- Hoëgehalte-ontwerp en -konstruksie.
- Toerusting wat nie geneig is tot menslike foute of menslike ingryping benodig nie.
- Omvattende monitering en gereelde toetsing om toerusting- of operateursfoute te vind.
- Veelvuldige rugsteunstelsels om skade aan kernbrandstof en radioaktiewe vrystellings te voorkom.
- Veelvuldige fisiese versperrings om radioaktiewe materiaal te beperk en beduidende vrystellings te voorkom.
- Versagtende aksies (noodplanne) in die onwaarskynlike geval van radioaktiewe vrystellings.

Die veiligheidsvoorsienings sluit 'n reeks fisiese versperrings in (ook genoem splitsingsprodukversperrings, omdat dit die vrystelling van splitsingsprodukte bevat of voorkom) tussen die radioaktiewe kernbrandstof en die omgewing, asook die voorsiening van veelvuldige veiligheidstelsels. Die splitsingsprodukversperrings by Koeberg is:

- Brandstof in die vorm van soliede keramiekkorrels, verpak in verseëelde sirkoniumlegeringsbuis om brandstofstawe te vorm (**eerste splitsingsprodukversperring**).
- Hierdie brandstofstawe (gegroepeer in brandstofsamstellings) is beperk binne 'n groot staalreaktordrukvat en die gepaardgaande pypwerk. Die staalwande van die reaktordrukvat is 200 mm dik, met 'n bykomende vlekvrystaal-bekleding van 7,5 mm dik (**tweede splitsingsprodukversperring**).
- Dit alles is op sy beurt ingesluit in 'n robuuste struktuur van gewapende beton met vertikale mure van 900 mm dik (**derde splitsingsprodukversperring**).

Dit kom neer op drie splitsingsprodukversperrings rondom die kernbrandstof, asook die integriteit van die versperrings wat voortdurend gemonitor word. Die brandstofbekleding word gemonitor deur die hoeveelheid radioaktiwiteit in die koelwater te meet. Die hoëdrukverkoelingstelsel word gemonitor deur die hoeveelheid water wat uit die stelsel lek, te monitor. Die spanning en vervorming van die inperkingstruktuur word kwartaalliks gemonitor, en 'n geïntegreerde lektempotoets word elke 10 jaar uitgevoer, wat beteken dat die geboue met lug gedruk word en die lug wat uit die geboue lek, word dan teen 4 atmosfere van druk gemeet.

Hierdie fisiese splitsingsprodukversperrings word in Figuur 1 getoon.



Figuur 1: Fisiese splitsingsprodukversperrings

Tsjernobil – 'n Ander veiligheidsfilosofie: vroeë Sowjet-ontwerpte reaktors

Op 26 April 1986 het die nommer vier-reaktor by die Tsjernobil-kernkragentrale in die voormalige Sowjetunie beheer verloor tydens onbehoorlike toetsing by laekragbedrywighede, en dit het gelei tot 'n ontploffing en brand wat die reaktorgebou vernietig het en groot hoeveelhede straling in die atmosfeer vrygestel het. Omdat veiligheidsmaatreëls geïgnoreer is, het die uraanbrandstof in die reaktor oorverhit en deur die beskermende versperrings gesmelt. Die ramp by die Tsjernobil-kernkragentrale in Oekraïne was die gevolg van groot ontwerptekorte in die RBMK- (Reaktor Bolshoy Moshchnosty Kanalny) tipe reaktor, die skending van bedryfsprosedures en die afwesigheid van 'n goeie kernveiligheidskultuur. 'n Vreemde kenmerk van die RBMK-ontwerp was dat dit 'n positiewe leemte-reaktiwiteitskoëffisiënt gehad het. Dit het beteken dat, terwyl meer leemtes (borrels) in die reaktor gevorm het, die krag toegeneem het, wat meer hitte en leemtes in die reaktorkoelmiddel tot gevolg gehad het. Dit het ook nie 'n robuuste inperkingsgebou gehad nie.

Koeberg, soos ander soortgelyke, meer moderne ontwerpe, verskil aansienlik van Tsjernobil. Koeberg het 'n negatiewe leemte-reaktiwiteitskoëffisiënt wat baie veiliger is. Dit het ook 'n robuuste inperkingsgebou. Die belangrikste is dat Koeberg 'n goeie kernveiligheidskultuur het en gereeld deur eksterne, onafhanklike organisasies, soos die Wêreldvereniging van Kernkragoperateurs (WANO) en die Internasionale Agentskap vir Atoomenergie (IAEA), hersien word.

'n Sterk veiligheidskultuur word in Figuur 2 hieronder geïllustreer (met vergunning van IAEA):



Figuur 2: IAEA-benadering tot kernveiligheidskultuur

Die Tsjernobil-ongeluk was 'n unieke gebeurtenis en die enigste keer in die geskiedenis van kommersiële kernkrag dat stralingsverwante sterftes plaasgevind het. Die belangrikste positiewe uitkoms van hierdie ongeluk vir die bedryf was die stigting van die Wêreldvereniging van Kernkragoperateurs (WANO), waarby Eskom geaffilieer is.

Foekoesjima Daiichi

Op 11 Maart 2011 het Japan 'n aardbewing met 'n sterkte van 9 beleef, gevolg deur 'n tsoenami met golfhoogtes van meer as 10 meter. Daar was elf reaktoreenhede in die betrokke streek en almal het outomaties afgeskakel, soos ontwerp. Die aanvanklike aardbewing en die daaropvolgende aardbewings het nie belangrike skade aan enige van die reaktoreenhede aangerig nie, maar hulle was kwesbaar vir die tsoenami wat gevolg het.

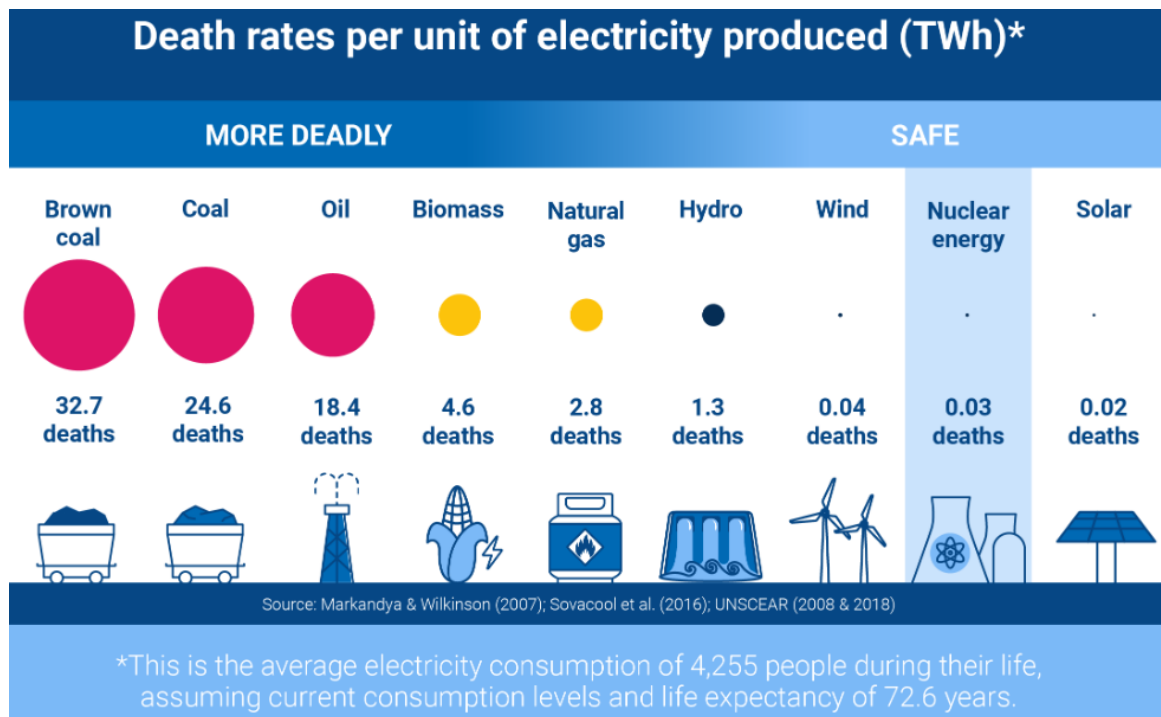
Krag van die netwerk of rugsteunopwekkers was beskikbaar om elektriese krag aan koelwaterpompe te verskaf by agt van die elf reaktoreenhede wat almal veilig afgeskakel het. Drie reaktoreenhede by die Daiichi-aanleg in Foekoesjima het oorverhit weens 'n gebrek aan elektriese krag om die reaktor af te koel en die kernbrandstof het gesmelt en radioaktiwiteit in die omgewing vrygestel.

Die Koeberg-terrein is 'n gebied met 'n lae mate van seismisiteit in vergelyking met die ligging van die Daiichi-aanleg by Foekoesjima. Gereedheid vir 'n aardbewing bly egter noodsaaklik. Koeberg is ontwerp vir 'n aardbewing met 'n sterkte van 7 met 'n fokuspunt 8 km vanaf Koeberg. Dit het 'n terrasvlak van 8 m bo seespieël om teen tsoenami's te beskerm.

Die gebeurtenis by Foekoesjima het beklemtoon dat bykomende elektriese draagbare rugsteunvoorrade wat nie deur 'n tsoenami geraak kan word nie, van die mees kritieke toerusting is wat nodig is om skade aan die reaktor te voorkom. Ander aspekte is, onder meer, bykomende koelwatervoorrade, die vermoë om waterstof uit die reaktor te verwyder en 'n doeltreffende noodplan.

Na aanleiding van die lesse wat uit Foekoesjima geleer is, het Koeberg bykomende draagbare elektriese rugsteunvoorrade aangekoop om sy veiligheidstelsels aan te dryf en het hy sy noodplan bygewerk. Koeberg het ook passiewe waterstofrekombineerders in die reaktorgeboue om waterstofontploffings te voorkom. Daarbenewens is daar tans rugsteun-verkoelingswatervoorsieningsvermoë, en nog twee seismies robuuste watervoorsienings-tenks wat in aanbou is.

Figuur 3 hier onder (met vergunning van IAEA) bied 'n vergelyking van die veiligheidsvlak van kernenergie teenoor ander bronne van elektriese energie. Die veiligheid van kernenergie is vergelykbaar met wind- en sonenergie.



Figuur 3: Vergelyking tussen kernenergie en ander energiebronne

Ten slotte, Koeberg is veilig omdat dit 'n goed ontwerpte aanleg is wat behoorlik bedryf, onderhou en getoets word. Koeberg bly op hoogte van moderne praktyke deur lesse geleer uit gebeure soos Tsjernobil en Foekoesjima en dit word gereeld aan hersienings deur onafhanklike internasionale organisasies en die NKR onderwerp. Dit word gerugsteun deur 40 jaar se veilige en betroubare werking.

2. Wat doen Koeberg om menslike foute te verminder?

Ons kerntoesigliggame (IAEA, WANO, ens.) vereis dat alle kommersiële kernverskaffers 'n menslike prestasie- (HP) program moet hê, en Koeberg is geen uitsondering nie.

Alle werkers by Koeberg, insluitend kontrakteurs, neem deel aan 'n HP-bewusmakingsessie as deel van hulle inlywing om die Koeberg-terrein te betree. Dit stel hulle bekend aan foutvermindingsmetodes en -hulpmiddels om hulle werksveiligheid te verseker. Alle werkers moet elke twee jaar weer geëvalueer en bemagtig word ten opsigte van die gebruik van HP-hulpmiddels, onder leiding van die Fitness for Duty (FFD)-program.

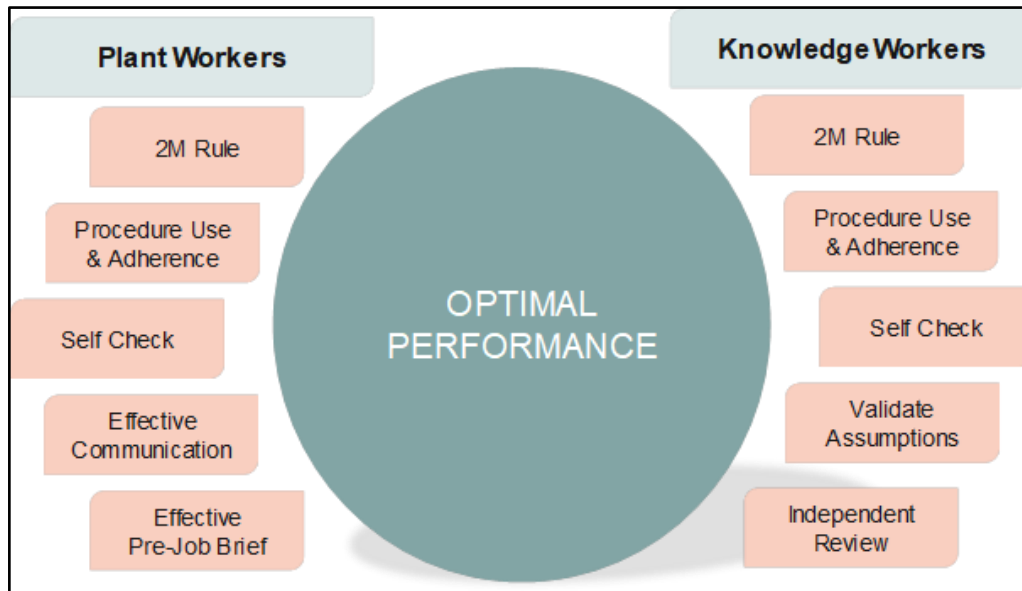
Die doel van die hulpmiddels en foutverminderingstegnieke is om hulle minder kwesbaar te maak vir foutwaarskynlike situasies.

Koeberg het 'n gevestigde Menslike Prestasie-program, waar die program oor meer gaan as net die werker en die voorkoming van glipse en foute by die werkplek. Dit spreek ook die organisatoriese faktore aan wat werkersgedrag beïnvloed wat soms foutwaarskynlike situasies kan skep. Twee ondersteunende programme is die Korrektiewe Aksieprogram (CAP) en die Waarnemingsprogram:

Met CAP kan alle werkers (Eskom en kontrakteurs) probleemsituasies in hul werkplek, aanmeld. Hierdie kwessies word dan gekeur, gekodeer, gegradeer en 'n toepaslike vlak van ondersoek toegeken, indien dit geregverdig is.

Die Waarnemingsprogram stel leiers en kollegas in staat om werkersgedrag in die veld waar te neem en te sien hoe werkers (in werklike tyd) take verrig, aan standaarde en verwagtinge voldoen, asook struikelblokke identifiseer wat hulle teëkom.

Menslike prestasie is ook 'n belangrike element van 'n veiligheidskultuur. Koeberg het 'n sterk kernveiligheidskultuur (NSC) volgens internasionale standaarde ontwikkel. 'n Gesonde NSC maak goeie menslike prestasie en aanlegveiligheidsprestasie moontlik, wat menslike foute voorkom. Benewens die twee ondersteunende programme hierbo genoem, pas kernkundiges by Koeberg die volgende menslike prestasie-hulpmiddels toe (sien Figuur 4) om werk veilig en betroubaar uit te voer:



Figuur 4: Menslike prestasie-hulpmiddels

Ter opsomming, Koeberg het 'n gevestigde HP-program wat deel vorm van 'n breër veiligheidskultuurprogram wat daarop gemik is om menslike foute te verminder en veiligheid te verbeter.

3. Die Koeberg-inperkingsgeboue

Soos hierbo beskryf, is die radioaktiewe reaktorkern ingesluit in 'n robuuste struktuur van gewapende beton. Hier onder is die feite wat verband hou met die veiligheid en strukturele integriteit van die inperkingsgeboue.

Wat is die funksie van die inperkingsgeboue?

Die inperkingsgebou huisves die reaktordrukvat en verwante reaktorverkoelingstelsels, stoomopwekkers en ander belangrike komponente wat nodig is om stoom te produseer om elektrisiteit op te wek. Die belangrikste funksie daarvan is om die vrystelling van radioaktiewe materiaal daarin te hou in die onwaarskynlike geval van 'n kernongeluk. Om dit te kan doen, bestaan die ontwerp uit baie dik, hoogs versterkte en nagespanne betonmure (wat die sterkte bied) en 'n interne staalvoering (wat die lekdigtheid bied).



Figuur 5: Die Koeberg-inperkingsgebou

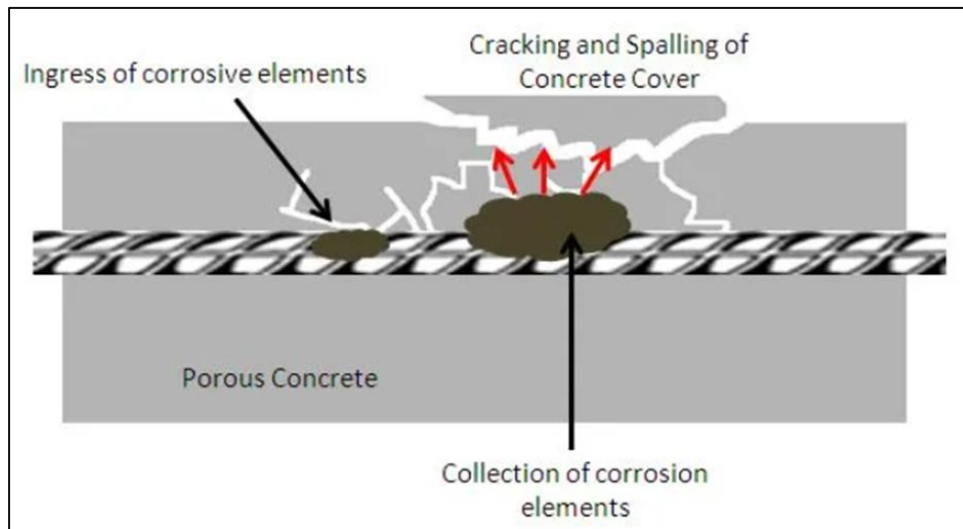
Watter bekommernisse word geopper oor die inperkingsgeboue by Koeberg?

Daar is twee hoofbekommernisse. Eerstens is die insluitingsgeboue naby die see geleë, en hulle word blootgestel aan hoë vlakke van chloriede. Die chloriede dring die buitenste laag beton binne, en as dit nie behandel word nie, kan dit tot korrosie van die staalversterking lei. Dit lei tot splintering (delaminering) van die beton. Tweedens is daar 'n paar jaar gelede 'n kraak in die koepels van die inperkingsgeboue opgemerk.

Hoeveel van die oppervlak van die inperkingsgebou word deur delaminering beïnvloed?

Die buitenste oppervlakke wat na die see front, word die meeste geraak. Altesaam ongeveer 700 m² per gebou word geraak. Die oppervlak wat reeds herstel is, is ongeveer 500 m² per gebou. Daarom moet ongeveer 4% van elk van die geboue se oppervlakke nog herstel word, en dit word beplan as deel van deurlopende instandhouding.

Die delamineringsproses word in Figuur 6 getoon.

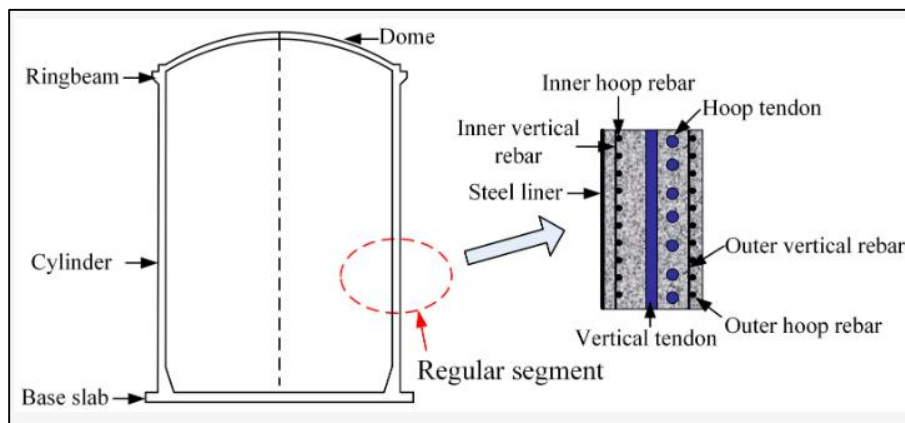


Figuur 6: Delaminering van die buitenste oppervlak (splintering)

Hoe beïnvloed die delaminering die strukturele integriteit van die inperkingsgeboue?

Die delaminering beïnvloed nie die strukturele integriteit van die inperkingsgeboue nie, omdat die delaminering slegs die buitenste laag van die beton beïnvloed. Die betonmuur is 900 mm dik, en delaminering beïnvloed gewoonlik net sowat 80 mm (minder as 10% diepte).

Die deursnit van die insluitingsmuur word in Figuur 7 getoon.



Figuur 7: Die inperkingsgebou en deursnit van die muur

Hoe word die betonoppervlak-delaminering bestuur om te verseker dat die strukturele integriteit nie beïnvloed word nie?

In die verlede is herstelwerk van die dele van die gedelamineerde gebiede gedoen deur die beskadigde gebiede oop te maak, die versterkende staal te vervang soos nodig en die oopgemaakte dele met nuwe beton te vul. Visuele inspeksies word gedoen om te bepaal of daar nuwe areas van delaminering is en om die vlakke van chloried en die diepte van die chloried in die beton te monitor. Indien nodig, word verdere herstelwerk geskeduleer.

Teoretiese modellering is gebruik om die oorkoepelende invloede te bestudeer en daar is tot die gevolgtrekking gekom dat die strukturele integriteit aanvaarbaar bly.

Wat is die langtermynplan om die skadelike uitwerking van chloried aan te spreek?

'n Deskundige paneel het Eskom aangeraai om 'n katodiese beskerming deur opgelegde stroom (ICCP) te installeer om die staalversterking en naspanningskanale teen korrosie te beskerm. ICCP-stelsels word algemeen gebruik om staalversterking te beskerm in beton wat blootgestel word aan korrosiewe omgewings (byvoorbeeld brûe, damme). Die ICCP-stelsel is in 'n gevorderde stadium van ontwikkeling, en installasie word oor die volgende paar jaar verwag. 'n Replikastelsel is gebou en getoets.

Hoe beïnvloed die kraak in die koepel die strukturele integriteit van die inperkingsgebou?

Die kraak in die koepel van die inperkingsgebou beïnvloed nie die strukturele integriteit van die inperkingsgebou nie. Hoewel dit 'n 110 m lange kraak langs die omtrek van die koepel is, word dit gemonitor en dit is verseël en geverf. Dit is soortgelyk aan krake wat in inperkingsgeboue in ander lande opgemerk word. Dit is nie ongewoon dat beton kraak nie en ontwerpkode maak voorsiening vir krake in beton. Hierdie kraak word spesifiek tydens die druktoetse vir die inperkingsgebou gemonitor en deur internasionale kundiges geëvalueer. Die kraak het nie vergroot nie, selfs toe die gebou aan die druktoetse onderwerp is, en dit is nie 'n bron van kommer vir die strukturele integriteit van die inperkingsgebou nie.



Figuur 8: Kraak op inperkingskoepel verseël en bedek

Hoe kan ons seker wees dat die inperkingsgebou sy funksie sal kan verrig wanneer nodig?

Die inperkingsgebou word onderwerp aan verskeie tipes monitering, toetsing, inspeksie en ontleding as deel van die Koeberg-lisensievoorwaardes. Al die resultate wys dat die inperkingsgebou geskik is vir sy doel en kan voortgaan om sy funksie veilig te verrig vir die bykomende 20 jaar van verlengde bedryf. Party van hierdie toetse, moniterings, inspeksies en ontledings sluit in:

- Die spanning in die beton word elke kwartaal gemonitor en die resultate dui nie op enige probleme ten opsigte van inperkingsintegriteit nie.
- Die spanning in die voorafgespanne kables van die beton word elke kwartaal gemonitor (met behulp van dinamometers wat op sekere kables geïnstalleer is), en die resultate dui nie op enige probleme ten opsigte van die inperkingsintegriteit nie.
- Visuele inspeksies van die beton word tydens elke afskakeling gedoen (ongeveer elke 18 maande). Hoewel daar addisionele gebiede van delaminering opgemerk is, was daar geen kommer oor strukturele integriteit wat tydens die visuele inspeksies waargeneem is nie.
- Die 10-jaarlikse druktoets is in 2015 op albei inperkingsgeboue voltooi en die toetse het geslaag. Nog 'n toets sal tydens die volgende afskakeling van elke eenheid gedoen word en die resultate sal deur internasionale kundiges geëvalueer word.
- 'n Ontleding van die betonvervorming en dinamometermetings toon dat die inperkingsgebou veilig is vir nog 20 jaar, met deurlopende toetsing en monitering.

Sal besmette stowwe deur die krake in die beton uitlek?

- Nee, besmette stowwe sal nie deur die krake in die beton uitlek nie. Eerstens word die lekdigtheid verskaf deur 'n staalvoering van 6 mm aan die binnekant van die betoninperkingsgebou en nie deur die beton nie. Tweedens beïnvloed die krake en delaminering slegs die buitenste oppervlak van die vertikale mure van gewapende beton van 900 mm. Die koepel is 800 mm dik.

Is die funksies van die moniteringstelsel vir inperkingstrukture ten volle herstel soos aanbeveel deur die IAEA?

Die volle funksionaliteit word tans herstel. Die dinamometers is gekalibreer en die herstel van die invardrade en pendulums is tans aan die gang. Monitering van die inperkingstruktuur word egter steeds gedoen met behulp van die beskikbare moniteringstoerusting en deur visuele inspeksies. Die beskikbare moniteringsinstrumente maak voorsiening vir 'n geïntegreerde siening/status van inperking.

Kan die inperkingsgeboustruktuur steeds gemonitor word in die afwesigheid van 'n ten volle funksionele moniteringstelsel?

Ja, die monitering van die inperkingsgebou kan voortgaan met die gebruik van die oorblywende beskikbare moniteringstoerusting. Met verloop van tyd sal daar breekskade wees en toerusting wat nie werk nie, en die moniteringstelsel bestaan uit verskeie komplementêre strukturele moniteringstelsels.

Vir die druktoets van die insluitingsgeboue word bykomende tydelike moniteringsinstrumente aangebring om die bestaande moniteringsinstrumente aan te vul.

Wat is die langtermynplan vir die inperkingsmoniteringstelsel?

Die huidige moniteringstelsels vir inperking word as voldoende beskou en sal herstel word namate breekskade plaasvind. 'n Verandering word beplan om nuwe moniteringsinstrumente op medium- tot langtermyn te installeer wat beter monitering van die inperkingsgeboustruktuur moontlik sal maak as deel van Eskom se deurlopende poging tot verbetering.

Hoe kan die publiek seker wees dat die inperkingsgebou veilig kan funksioneer gedurende die tydperk van langtermynbedryf (LTO)?

'n Ontleding van die veroudering van die struktuur van die inperkingsgebou is voltooi in ooreenstemming met internasionale standaarde wat toon dat die inperkingsgebou vir 'n bykomende 20 jaar veilig is.

Toetsing, monitering en inspeksies sal gedurende die LTO-tydperk voortduur en hierdie toetse word lisensiebindende waarneming genoem. Dit wil sê, dit word gedoen onder die lisensie wat deur die Nasionale Kernreguleerder uitgereik is en onder hulle toesig is.

Hierdie monitering en die 10-jaarlikse druktoets wat tydens die volgende afskakeling op eenheid 1 en eenheid 2 gedoen sal word, sal deurlopend regdeur die lewensverlenging demonstreer dat die inperkingsgeboue binne die ontwerp kriteria bly en veilig is.

4. Koeberg se seismiese risiko-ontleding

Net soos met enige ander kernkragssentrale is die ligging van Koeberg noukeurig gekies, met inagneming van verskeie faktore soos voorgeskryf deur die internasionale standaarde en regulatoriese vereistes wat beskikbaar is ten tyde van die keuse van die terrein.

Die primêre kriteria vir die keuse van die terrein is om te verseker dat daar geen onnodige risiko vir die gesondheid en veiligheid van die publiek is as gevolg van die bedrywighede van Koeberg nie. Een van die faktore wat tydens die terreinkeuse geëvalueer is, is seismologie – die studie van aardbewings wat Koeberg kan beïnvloed. Die eerste studies vir die keuse van 'n geskikte terrein vir Koeberg is in die 1960's en 1970's uitgevoer, wat daartoe gelei het dat Duynefontyn die voorkeurplek vir Koeberg was.

Die Wes-Kaap word gekenmerk deur lae vlakke van seismisiteit vergeleke byvoorbeeld met Japan of Kalifornië. Dit beteken dat die kans baie skraal is dat 'n aardbewing ernstige skade aan Koeberg sal aanrig. Dit is egter noodsaaklik dat Koeberg voorbereid is vir 'n aardbewing.

Koeberg is ontwerp om 'n aardbewing met 'n sterkte van 7 met 'n fokuspunt van 8 km vanaf Koeberg te weerstaan op grond van die kriteria van Dames and Moore se seismiese ontledings wat van 1973 tot 1981 gedoen is. (Dames and Moore was 'n baanbreker in siviele ingenieurswese in die VSA.)

Sedertdien het Eskom vier seismiese risiko-ontledings vir Duynefontyn, die Koeberg-terrein, laat doen. Hierdie seismiese risiko-ontledings word hieronder getoon:

- Raad vir Geowetenskap (1999 en weer in 2005)
- Rizzo Associates (2008)
- Tussentydse seismiese evaluering (2022)
- Raad vir Geowetenskap se seismiese waarskynlikheidsrisiko-ontleding (PSHA) (2021 - 2024)

Die mees onlangse studie, PSHA (2024), is aangevra weens beperkings in die Dames and Moore- en ander vroeëre ontledings, om die nuutste data, tegnieke en standaarde toe te pas en om aan regulatoriese vereistes te voldoen.

Die PSHA het die modernste metodologieë en standaarde ter wêreld gebruik, wat verseker dat Koeberg se seismiese risiko-ontleding omvattend en vergelykbaar is met die beste ter wêreld. 'n Internasionale span wat deur die Raad vir Geowetenskap aangestel is, het die meerjarige studie uitgevoer.

Die tussentydse seismiese evaluering (2022) is uitgevoer om die robuustheid van die Koeberg-aanleg teen 'n beduidende seismiese gebeurtenis te verifieer en te help met die regverdiging van LTO terwyl die PSHA gefinaliseer is.

Koeberg se vermoë om 'n groot aardbewing te weerstaan, is te danke aan sy robuuste ontwerp. Daarbenewens is die kerneiland (bestaande uit die inperkingsgebou en ander noodsaaklike strukture) op 1829 laers gebou wat as skokbrekers dien om die skadelike gevolge van 'n aardbewing te verminder, in die onwaarskynlike geval dat daar een sou wees, en die veilige afskakeling van die kragstasie moontlik sal maak.

Die PSHA-studie is nou voltooi en bied 'n uitstekende, moderne ontleding van die seismiese situasie van die Koeberg-terrein. Al die bekende, onbekende en gepostuleerde seismiese foutlyne en insette is in die studie oorweeg. Die robuustheid van die aanleg teenoor die uitkoms van die PSHA (d.w.s. die seismiese gebeurtenis wat deur die studie bepaal word) word ingesluit deur die tussentydse seismiese evaluering wat vir die LTO uitgevoer is. Daarom bied die tussentydse seismiese evaluering die versekering dat die Koeberg-aanleg sterk is en robuus bly teen noemenswaardige seismiese gebeure.

5. Radioaktiewe afvalbestuur

Veiligheid van radioaktiewe afval

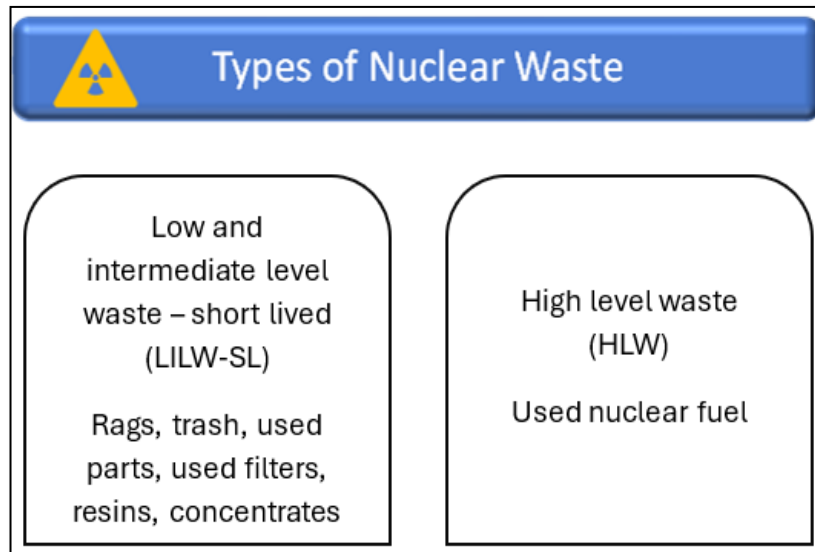
Eskom se radioaktiewe vasteafvalbergings- en wegdoeningsprosesse voldoen aan die NKR se vereistes en is in ooreenstemming met internasionale standaarde. Die berging van laevlak- vaste afval in slote is veilig. Die afval self het slegs lae vlakke van radioaktiwiteit en die afvalhouers is sterk.

'n Soortgelyke metode om laevlak- en intermediêrevlak- vaste afval te verwyder, word veilig in baie lande, waaronder Frankryk, die VSA en die Verenigde Koninkryk, gebruik. Die berging van gebruikte brandstof in gebruiktebrandstof-poele en droëbergingshouers word al dekades lank veilig by Koeberg en in baie ander lande gedoen. Die benadering wat Eskom gebruik vir die berging van gebruikte kernbrandstof word ook algemeen in die VSA en Europa gebruik.

'n Belangrike faktor in die veiligheid van vasteafvalbestuur is die robuuste ontwerp van die afvalhouers (betondromme, staaldromme en droëbergingshouers) en die gebruikte brandstofpoelverkoelingsstelsels, wat aan streng regulatoriese kriteria voldoen.

Tipes radioaktiewe afval wat geproduseer word

As deel van sy normale bedrywighede en voortdurende opknappings produseer Koeberg gas-, vloeibare en vaste radioaktiewe afval. Die gas- en vloeibare afval word behandel en slegs onder beheerde toestande vrygestel wanneer dit binne veilige, toelaatbare perke is, soos voorgeskryf in regulatoriese vereistes. Die behandeling van vloeibare en gasafval genereer vaste laevlak- en intermediêrevlak- radioaktiewe afval wat in staal- of betonhouers verseël word (afhangende van die tipe afval). Die afvalhouers (ontwerp, toetsing, inhoud en vervoer) word aan streng internasionale en regulatoriese vereistes onderwerp om te verseker dat die vaste afval veilig binne gehou word. Die vaste hoëvlak-afval (gebruikte brandstof) word eers in die gebruiktebrandstof-poel geberg en dan oorgedra na droëbergingshouers wat op die Koeberg-terrein geberg word.



Figuur 10: Voorbeelde van die verskillende soorte kernafval

Vir meer inligting kan die Openbare inligtingsdokument vir die langtermynbedryf van Koeberg verkry word met hierdie skakel:

https://www.eskom.co.za/wp-content/uploads/2023/11/240-165294677_Rev_3_PID_for_LTO_Afrikaans.pdf

Laevlak- en intermediêrevlak- radioaktiewe afval (LILW - SL)

Laevlak- en intermediêrevlak-afval vorm ongeveer 97% van die afval wat geproduseer word. Die laevlakafval (LILW-SL) bevat relatief lae vlakke van radioaktiwiteit en die waarskynlikheid dat die dromme sal lek en die omgewing sal beïnvloed, is laag. Die LILW-SL-beton- en staaldromme is ontwerp om afvalmateriaal veilig te berg en lekkasie te voorkom. Die afval word in verseëde, duidelik gemerkte staaldromme saamgepers en op die terrein geberg totdat dit na die aangewese nasionale afvalverwyderingsterrein by Vaalputs in die Noord-Kaap vervoer word. Harse en konsentrate wat 'n hoër radioaktiwiteitsvlak het as gevolg van die behandeling van vloeibare en gasuitvloeiing word gestol deur dit met sement te meng en in betondromme te giet voordat dit na Vaalputs vervoer word. Afvalpakkette voldoen aan streng regulatoriese aanvaardingskriteria om te verseker dat die afval veilig vervoer en verwyder kan word.

Die nasionale afvalverwyderingsfasiliteit is ontwerp om menslike gesondheid en die omgewing te beskerm en het moniteringstelsels in plek om die risiko van omgewingsimpak te verminder. Die fasiliteit word bestuur deur die Kernenergiekorporasie van Suid-Afrika namens die Nasionale Instituut vir die Wegdoening van Radioaktiewe Afval (NRWDI). Slegs 'n klein persentasie van die beskikbare bergingsplek is tot dusver gebruik.



Figuur 11: Radioaktiewe afval in staaldromme wat by die Vaalputs- Nasionale Afvalverwyderingsfasiliteit geberg word

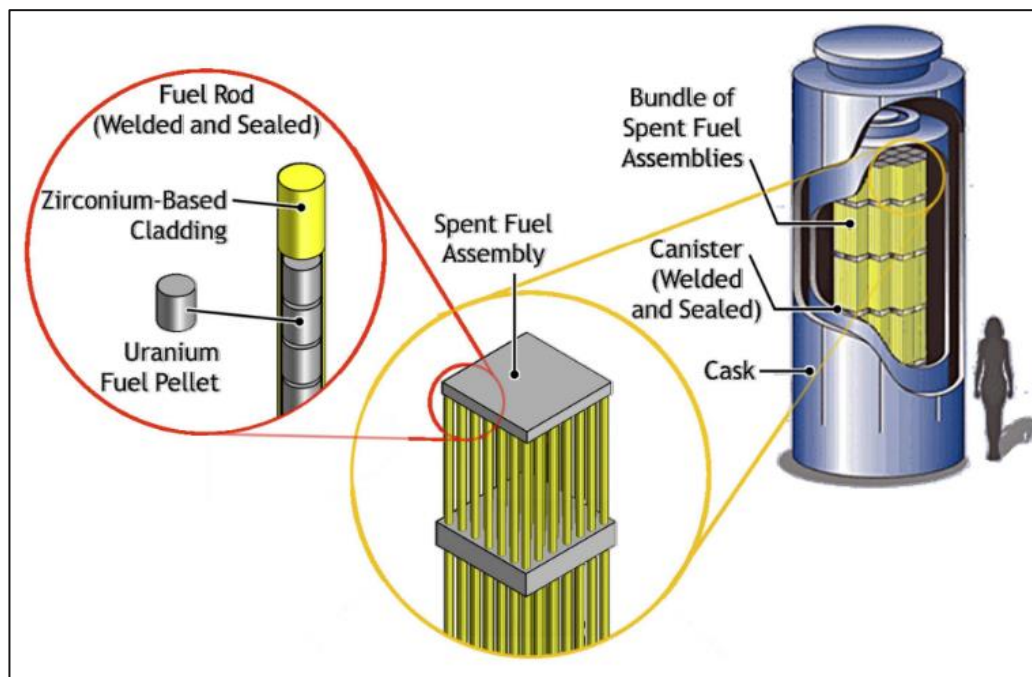


Figuur 12: Radioaktiewe afval in betonafvaldromme wat by Vaalputs- Nasionale Afvalverwyderingsfasiliteit geberg word

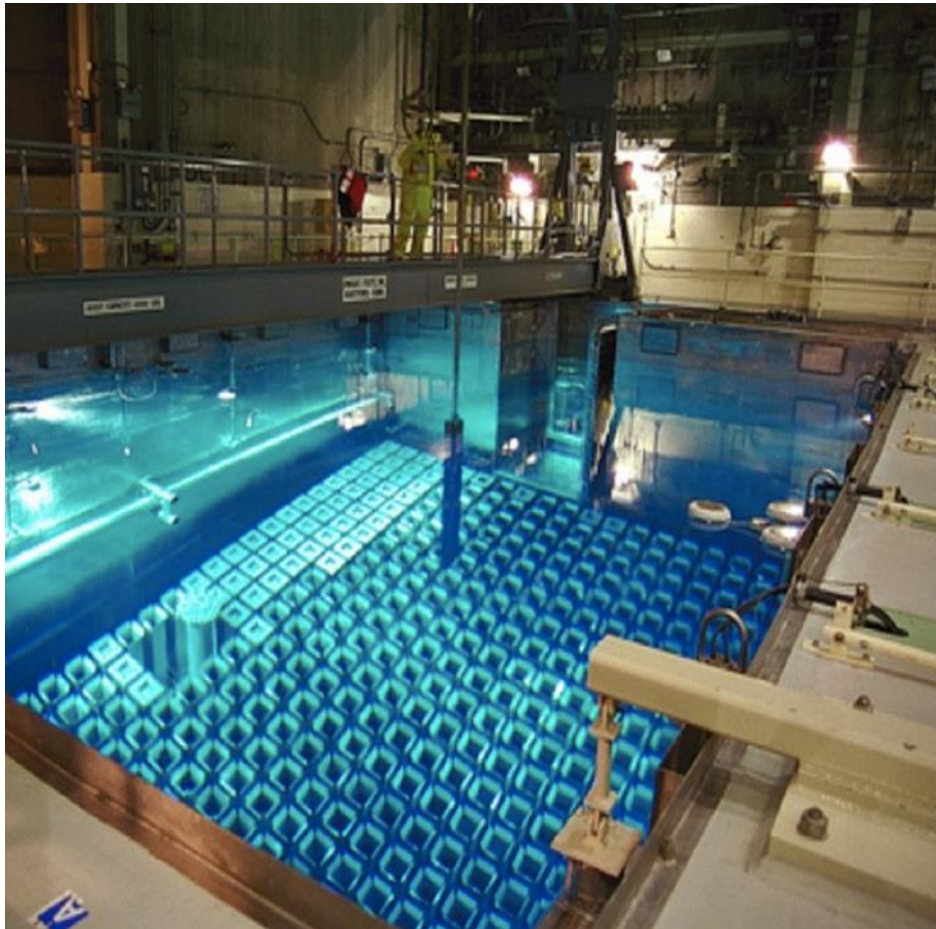
Hoëvlakafval

Hoëvlakafval (sou gebruikte kernbrandstof uiteindelik as sodanig verklaar word) maak ongeveer 3% van die geproduseerde afval uit. Dit bestaan uit klein korrels uraanoksied wat in 'n brandstofstaaf gestapel is (sien Figuur 13). Die brandstofsamestelling bestaan uit veelvuldige stawe wat aan mekaar vasgemaak is om 'n reghoek te vorm, soos getoon.

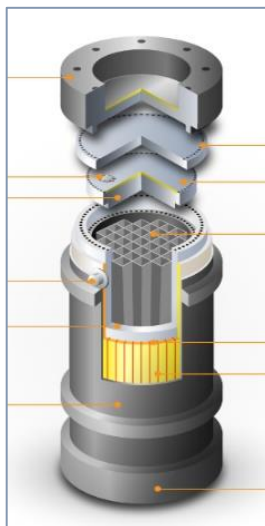
Gebruikte brandstof word in gebruiktebrandstof-poele (sien Figuur 14) en in droëbergingshouers by Koeberg (sien Figuur 15) geberg. Voorsiening vir bykomende bergingshouers word beplan en sal beskikbaar wees wanneer nodig. Gebruiktebrandstof-poele en droëbergingshouers is veilige en betroubare middele om gebruikte brandstof te berg. Die metode word algemeen gebruik en stem ooreen met internasionale praktyke.



Figuur 13: Hoëvlakafval – gebruikte kernbrandstof wat in dromme geberg word



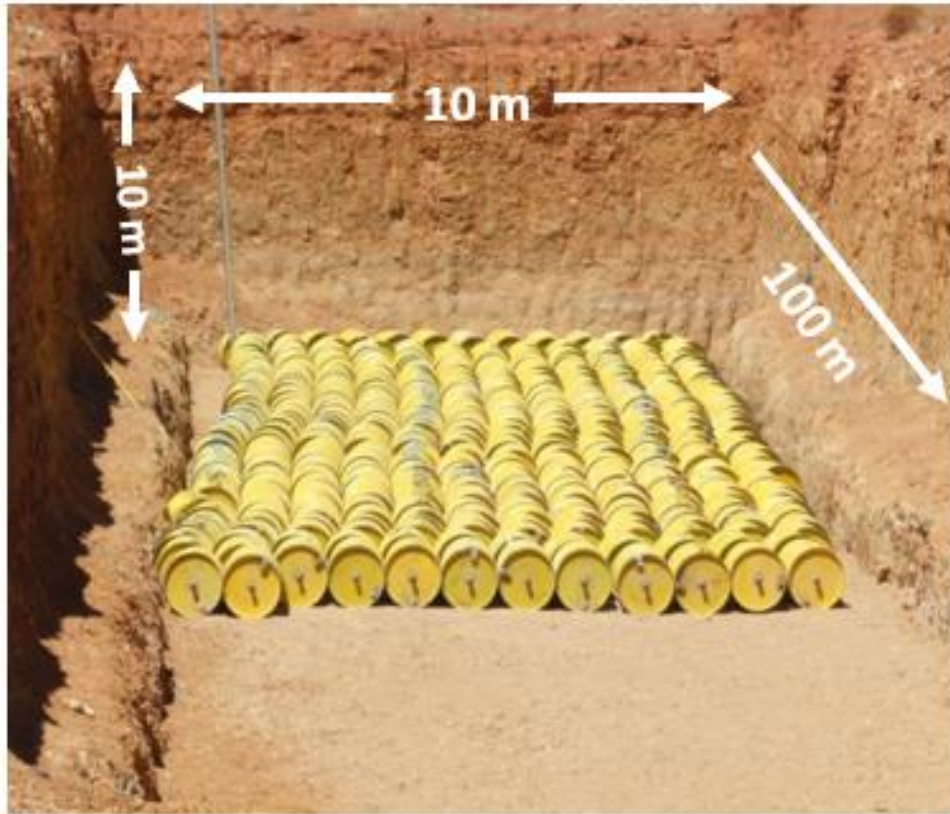
Figuur 14: Gebruiktebrandstof-poel



Figuur 15: Droëbergingshouer vir die berging van kernbrandstof

Volume hoëvlak- en laevlakafval geproduseer oor die lewensverlenging van 20 jaar

Die totale volume van laevlakafval wat tydens die lewensverlenging van 20 jaar geproduseer sal word, word geskat op minder as 10 000 m³. Hierdie volume sluit die volume van die afvalverpakking in, d.w.s. die beton- en staaldromme. Die totale aantal gebruikte kernbrandstofsamestellings wat gedurende die lewensverlenging van 20 jaar geproduseer word, word geskat op 1750. Hierdie brandstofsamestellings kan in ongeveer 60 droëbergingshouers geberg word wat 'n oppervlakte van ongeveer 600 m² sal beslaan.



Figuur 16: Die volume wat benodig word vir die laevlakafval wat tydens die lewensverlenging van 20 jaar geproduseer word



Figuur 17: 'n Voorbeeld van 'n droëbergingshouer-area vir gebruikte kernbrandstof

Hoe veilig is Eskom se benadering tot radioaktiewe afvalberging en -verwydering?

Veiligheid van radioaktiewe afval

Eskom se radioaktiewe afvalbergings- en voorverwyderingsprosesse en die Vaalputs-verwyderingsaktiwiteite voldoen aan die NKR se vereistes en is in ooreenstemming met internasionale standaarde. Die berging van LILW-SL in slote is veilig. Die afval self het slegs lae vlakke van radioaktiwiteit en die afvalhouers is sterk. Die afvalhouers en die inhoud daarvan voldoen aan streng afvalaanvaardingskriteria.

'n Soortgelyke metode om vaste afval van lae en intermediêre vlak te verwyder, word veilig in baie lande, waaronder Frankryk, die VSA en die Verenigde Koninkryk, gebruik. Die berging van gebruikte brandstof in gebruiktebrandstof-poele en droëbergingshouers word al dekades lank veilig by Koeberg en in baie ander lande gedoen. Die benadering wat Eskom vir die berging van gebruikte kernbrandstof gebruik, word ook algemeen in die VSA en Europa gebruik.

'n Belangrike faktor in die veiligheid van afvalbestuur is die robuuste ontwerp van die afvalhouers (betondromme, staaldromme en droëbergingshouers) en die gebruiktebrandstof-poelverkoelingstelsels, wat aan streng regulatoriese kriteria voldoen.

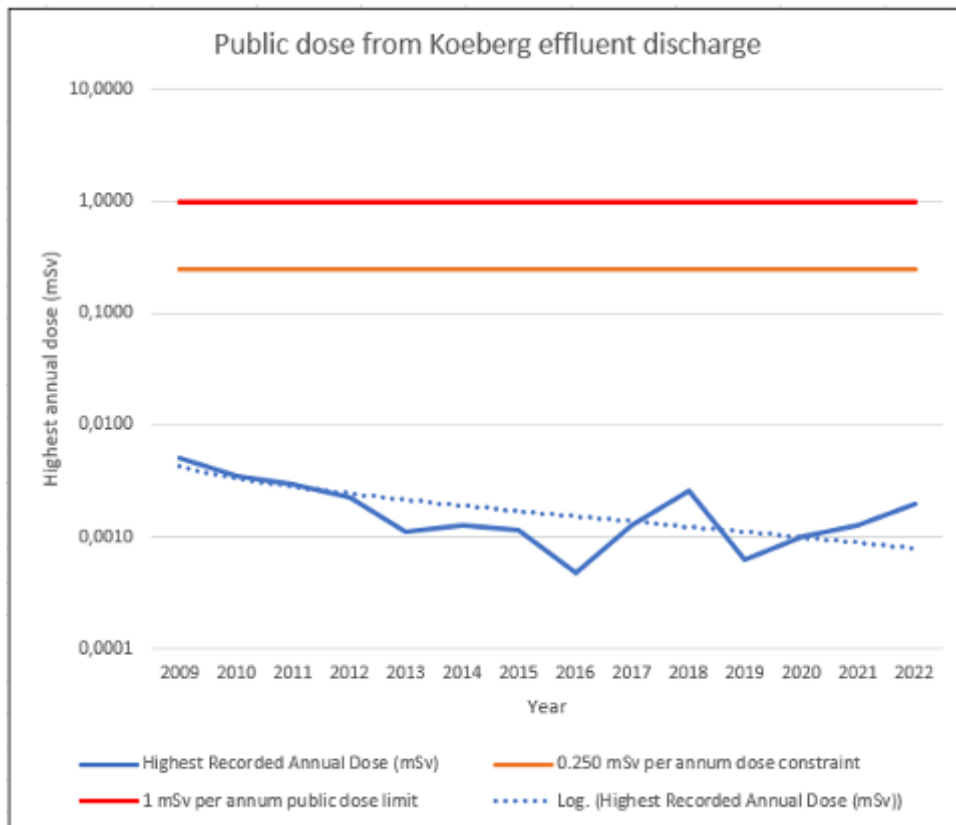
6. Radioaktiewe vloeibare en gasafval (insluitend tritium)

Tydens die normale werking van die kernkragssentrale word 'n bietjie radioaktiewe uitvloei (insluitend tritium) onder beheerde toestande en binne toelaatbare perke vrygestel, met behulp van Koeberg se moniteringstelsels en -prosesse vir radioaktiewe uitvloei.

Radioaktiewe gasse en vloeistowwe word deur Koeberg se afvalbestuurstelsels en -prosesse behandel om die radioaktiwiteit te minimaliseer en om dit binne toelaatbare perke te kry voordat dit in die omgewing vrygestel word. Uitvloei wat vrygestel word, sluit tritium in vloeibare en gasvorm in. Tritium bestaan van nature in die omgewing, maar word ook geproduseer deur mensgemaakte kernreaksies, soos kernkragssentrales.

Die vloeibare en gasuitvloei wat in die omgewing vrygestel word, word tot die minimum beperk en voldoen aan die maksimum jaarlikse effektiewe dosisbeperking soos deur wetgewing bepaal. Die effektiewe dosisbeperking wat deur wetgewing vir lede van die publiek gestel word as gevolg van alle gemagtigde aksies is 1 mSv per jaar, terwyl die individuele dosisbeperking van toepassing op Koeberg vir 'n verteenwoordigende persoon 0,25 mSv per jaar is. Dit is ver onder die gemiddelde agtergrondstralingsvlakke van ongeveer 2,4 mSv per jaar.

Die gemiddelde jaarlikse dosis vir iemand wat naby Koeberg woon, is oor die algemeen meer as 100 keer laer as die dosis wat van natuurlike agtergrondstraling ontvang word. Daarom is die waarskynlikheid van enige gesondheidsgevolge as gevolg van Koeberg-bedrywighede baie laag. Buiten die radioaktiwiteit van tritium, het tritium geen chemiese toksiese uitwerking op die menslike liggaam nie. Maar soos in die tendens hier onder gesien kan word, is die radioaktiwiteit van uitvloei (insluitend tritium) wat vrygestel word ver binne wetgewende vereistes en op 'n dalende tendens.



Figuur 18: Die tendens van die openbare dosis as gevolg van Koeberg se uitvloeisel (tritium ingesluit)

By Koeberg word tritium gemonitor in die reaktor-koelmiddelwater, lug-binne-inperking en alle gasse en vloeistowwe wat uit die aanleg vrygestel word. Die maksimum jaarlikse blootstelling is oor die algemeen minder as 0,002 mSv, wat 100 keer minder is as die maksimum toegelate blootstelling per jaar.