2023

Veiligheidsbenchmark van de kerncentrale Borssele

Samenvatting en conclusies

De bevindingen van de Commissie Benchmark zijn opgenomen in het Engelstalige rapport.

Deze Nederlandse versie van de samenvatting is een weergave van de Engelstalige samenvatting, maar vervangt deze niet.

De taak van de Borssele Benchmark Commissie (de Commissie) is het vaststellen of de Elektriciteits Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (EPZ) ervoor zorgt dat

> *"De Kerncentrale Borssele (KCB) blijft behoren tot de 25% veiligste watergekoelde en watergemodereerde vermogensreactoren in de Europese Unie, de Verenigde Staten van Amerika en Canada. De veiligheid wordt, voor zover mogelijk, beoordeeld aan de hand van gekwantificeerde prestatie-indicatoren. Voor zover geen kwantitatieve vergelijking mogelijk is met betrekking tot ontwerp, bediening, onderhoud, veroudering en "safety management" zal de vergelijking worden gemaakt op basis van een kwalitatief oordeel van de Commissie."*

Deze voorwaarde is onderdeel van een afspraak om de kerncentrale niet te sluiten in 2013 – wat het voornemen was van de politiek – maar in beginsel toe te staan dat deze in bedrijf blijft tot 31 december 2033, zolang aan de veiligheidseisen wordt voldaan zoals vastgelegd in de wet- en regelgeving en in de vergunning. Deze afspraak werd geformaliseerd in een convenant, dat ook voorzag in de instelling van de Borssele Benchmark Commissie om naleving van deze voorwaarde te beoordelen. Dit is het derde rapport van de Commissie.

Sinds de publicatie van het eerste rapport van de Commissie zijn sommige reactoren definitief gesloten. Daarom is de lijst van reactoren aangepast, zodat alleen die reactoren zijn meegenomen die op 31 december 2021 nog operationeel waren (de datum die Commissie heeft bepaald voor de evaluatie). Dit resulteerde in een totaal van 220 reactoren.

De Commissie moest een eigen methodologie ontwikkelen om een deskundig oordeel te geven over het veiligheidsniveau van de KCB in vergelijking met de 219 andere watergekoelde en watergemodereerde reactoren in de EU, VS en Canada. Er zijn geen internationaal geharmoniseerde beoordelingen beschikbaar van alle veiligheidsaspecten van een kerncentrale, op basis waarvan de veiligheid kan worden uitgedrukt in één getal. Nucleaire veiligheidseisen worden in de meeste landen vastgesteld in lijn met internationale veiligheidsstandaarden van het Internationaal Atoomenergieagentschap (IAEA) en (binnen de EU) met de richtlijnen die zijn opgesteld door de Western European Nuclear Regulators Association (WENRA) en de European Nuclear Safety Regulators Group (ENSREG). De verantwoordelijkheid ligt echter bij de nationale nucleaire veiligheidsautoriteiten en ondanks de inspanning van de internationale organisaties om veiligheidseisen te harmoniseren, blijven er nationale verschillen bestaan en is het belang dat gehecht wordt aan de verschillende veiligheidsaspecten niet noodzakelijkerwijs uniform.

Geavanceerde Probabilistische Veiligheidsanalyse (PSA) zou het in beginsel mogelijk maken alle relevante veiligheidsaspecten van

ontwerp en bedrijfsvoering te combineren in één model. Echter, PSA-methodes zijn niet gestandaardiseerd en zijn niet voor alle kerncentrales uitgevoerd. De PSAs van de centrales die ze wel hebben, zijn niet allemaal beschikbaar voor de Commissie. Het ontwikkelen van PSA's zou een enorme inspanning vergen en zou bemoeilijkt worden door het ontbreken van gestandaardiseerde, specifieke informatie en gegevens van alle 220 vergeleken reactoren.

Bovendien veranderen de meningen over wat belangrijk is voor nucleaire veiligheid in de tijd als gevolg van bedrijfservaringen, inclusief analyses van de oorzaken van ongevallen.

Het rangschikken van de veiligheid van de installaties is daarom een moeilijke, zo niet onmogelijke, opgave met een in de tijd veranderend resultaat. Desalniettemin is de Commissie van mening een zinvolle methodologie ontwikkeld te hebben gebaseerd op de beschikbare informatie in combinatie met beoordelingen door experts, die gebruikt kan worden om de veiligheid van de KCB te vergelijken met die van de andere reactoren in de benchmark.

Voor het derde rapport is de structuur van de eerder ontwikkelde methode behouden. Vergeleken met het tweede rapport zijn geen grote aanpassingen gedaan.

De door de Commissie gekozen benadering is schematisch weergegeven in Figuur 1-1.

Volgens deze methodologie wordt een aparte beoordeling uitgevoerd van:

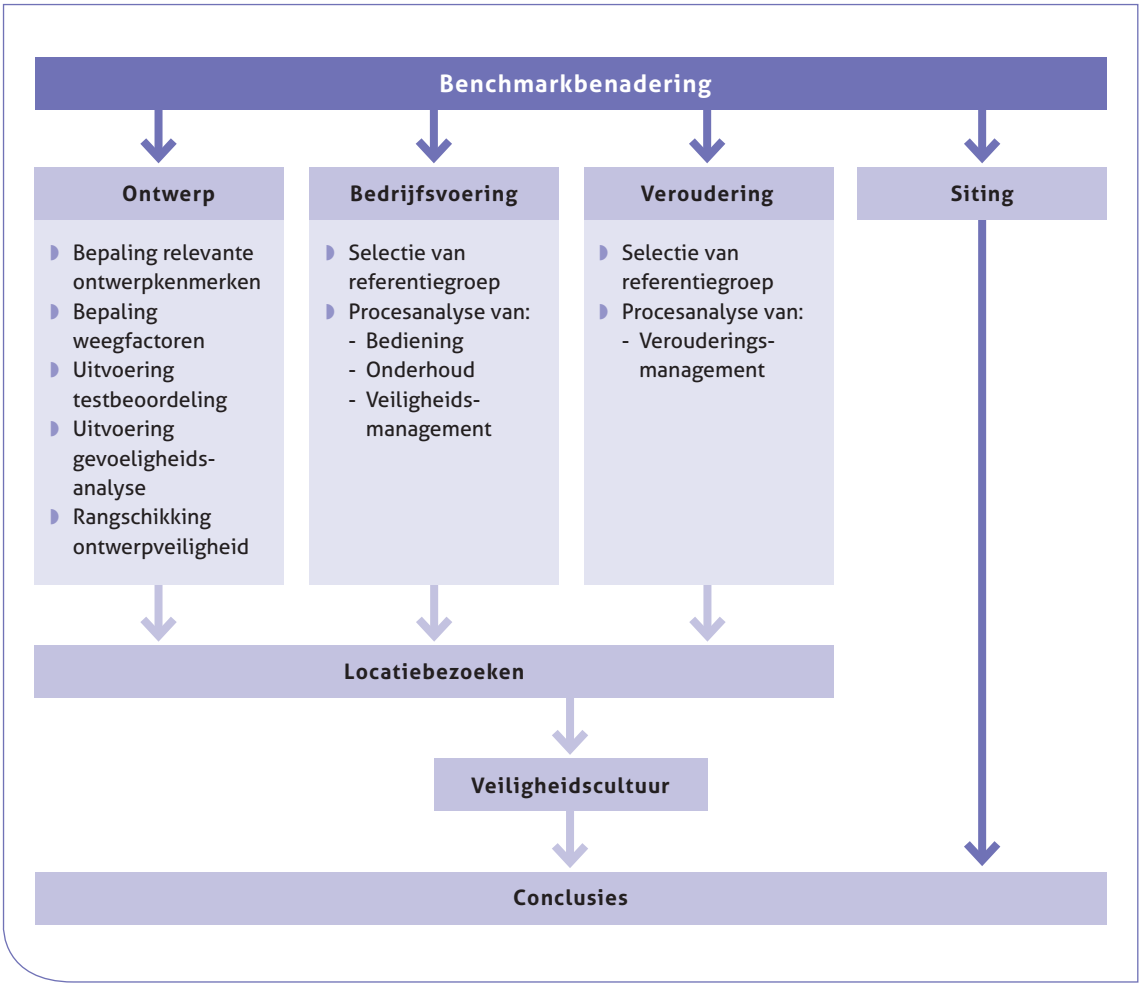
- Reactorontwerp (inclusief aanpassingen)
- Bedrijfsvoering (omvattend: bediening, onderhoud, veiligheidsmanagement)
- Verouderingsmanagement
- Siting
- Veiligheidscultuur

Conclusie

Door gebruik te maken van de ontwikkelde methodologie heeft de Commissie de veiligheid van 220 kerncentrales vergeleken. Op basis hiervan heeft de Commissie unaniem geconcludeerd dat de KCB behoort tot de groep van 25% veiligste watergekoelde en watergemodereerde reactoren van de EU, VS en Canada.

Deze samenvatting bevat een relatief uitgebreide uiteenzetting van het rapport, om de achtergrond van deze conclusie goed weer te geven.

Figuur 1-1 | *Schematische benadering van de benchmark*



Veiligheid van het ontwerp

Voor de veiligheid van een kerncentrale is het van essentieel belang dat onder alle omstandigheden het volgende is verzekerd:

- Beheersing van de reactiviteit
- Koeling van de reactorkern (warmteafvoer)
- Voorkomen van de emissie van radioactieve stoffen

In het eerste rapport heeft de Commissie de bijdrage van de verschillende ontwerpeigenschappen om deze doelstellingen te bereiken besproken. In het bijzonder heeft de Commissie gekeken naar de mogelijkheden van de centrale om een ongeval te voorkomen, om de gevolgen ervan te beperken en om de radioactieve stoffen binnen de installatie te houden om de gevaren voor de omgeving te verkleinen.

Tijdens de eerste periode waarover gerapporteerd is, heeft de Commissie een methodologie ontwikkeld om de ontwerpkarakteristieken van alle ongeveer 250 vermogensreactoren in de benchmark te vergelijken met de KCB.
De vergelijking was gebaseerd op de score voor de vier meest relevante ontwerpkenmerken:

1) Redundantie en diversiteit van veiligheidssystemen;
2) Ontwerp van de insluitingsconstructie;
3) Beschikbaarheid van gebunkerde veiligheidssystemen;
4) Beheerssystemen voor ernstige ongevallen.

Het Fukushima Daiichi ongeval in 2011 heeft vragen doen rijzen over de klassieke ontwerpprincipes. De Commissie heeft daarom voor het tweede rapport de methodologie om het ontwerp te benchmarken uitgebreid en verfijnd, met als doel een betere weergave van de veiligheid van het ontwerp rekening houdend met de nieuwe inzichten naar aanleiding van Fukushima.

In het bijzonder is een vijfde ontwerpkenmerk toegevoegd (gebruikte splijtstof opslag) en zijn subkenmerken zijn toegevoegd die een beter onderscheid tussen de veiligheids niveaus mogelijk maakte.

Voor het derde rapport heeft de Commissie de methode opnieuw bekeken om te zien of de methode aangepast moest worden.
De Commissie heeft geconcludeerd dat er geen significante verandering in de veiligheidsfilosofie zijn geweest die een aanpassing van de methodologie nodig maakte.

Voor elk van de volgende ontwerpkenmerken en hun sub-kenmerken zijn ontwerpoplossingen geïdentificeerd en voorzien van een waardering afhankelijk van hun invloed op de veiligheid.

- Redundantie en diversiteit van veiligheidssystemen
- Ontwerp van de insluitingsconstructie
- Beschikbaarheid van gebunkerde veiligheidssystemen
- Beheerssystemen voor ernstige ongevallen
- Ontwerp van het opslagbassin voor gebruikte brandstof

Alle 220 reactoren in de benchmark zijn met de methodologie beoordeeld, waarbij gebruik is gemaakt van de grote hoeveelheid beschikbare informatie over het ontwerp van deze reactoren. Het verzamelen van alle relevante gegevens heeft een behoorlijk inspanning en toegang tot verschillende informatiebronnen (stresstestrapporten, vergunningaanvragen, etc.) gevergd.

De uitkomst is een score per reactor, die vervolgens is gebruikt om de 25% veiligste reactoren, wat betreft ontwerp, te identificeren.

Op basis van de resultaten heeft de Commissie het volgende geconstateerd:

- De scores van de beschouwde reactoren zijn breed verspreid over de beoordelingsschaal, met een groter aantal reactoren met een lagere score en een kleiner aantal met een hogere score.
- Er is geen duidelijke relatie tussen de leeftijd van de reactor en de bijbehorende score: zowel oudere als nieuwere reactoren hebben hoge én lage waarderingen.
- De resultaten worden beïnvloed door álle kenmerken, zonder dat één enkel kenmerk dominant is.

Conclusie voor Ontwerp

De resultaten van de benchmark tonen dat wat het ontwerp betreft, de KCB overtuigend blijft behoren tot de groep van 25% veiligste reactoren.
Zoals in 2013 en 2018 is de Commissie van mening dat de goede score van het ontwerp van de KCB het gevolg is van het goede oorspronkelijke ontwerp, maar meer nog van de voortdurende verbeteringsprogramma's die sinds 1986 zijn uitgevoerd, met name op grond van periodieke veiligheidsevaluaties.

Veiligheid van bedrijfsvoering

Voor de beoordeling van veiligheid van de bedrijfsvoering heeft de Commissie dezelfde tweestaps aanpak gebruikt die was ontwikkeld tijdens de eerste benchmark periode en ook is toegepast in de tweede. In de eerste stap zijn de top 25% best presterende centrales geselecteerd op basis van prestatie-indicatoren. Deze indicatoren geven bedrijfs- (en niet alleen veiligheids-) prestaties weer in het verleden; ze geven geen garanties voor de prestaties in de toekomst.

Daarom heeft de Commissie in de tweede stap geanalyseerd of de veiligheidsprestatie het resultaat is van goed gedefinieerde en goed beheerste processen onder aansturing van het management van de centrale.
Gezien de grote hoeveelheid informatie die nodig is voor een gedetailleerde procesanalyse was deze slechts mogelijk voor een beperkt aantal centrales. Om vast te stellen of wat betreft bedrijfsvoering de prestatie van de KCB vergelijkbaar is met die van de 25% best presterende kerncentrales, is het voldoende om de KCB in een gedetailleerde analyse te vergelijken met een steekproef.

Stap 1: Selectie van de 25% best presterende centrales wat betreft bedrijfsvoering

Om de prestaties te verbeteren heeft de nucleaire industrie een intern rapportage-systeem ingesteld om de bedrijfsvoering te monitoren, gebaseerd op een aantal prestatie-indicatoren, waarvan de meeste ook relevant zijn voor de beoordeling van de veiligheid.

De Commissie heeft toegang gekregen tot deze prestatie-indicatoren en heeft deze gebruikt in de eerste stap om de 25% best presterende kerncentrales wat betreft bedrijfsvoering te selecteren van de 220 centrales in de benchmark. Hiertoe heeft de Commissie de prestatie-indicatoren voor iedere kerncentrale gecombineerd tot één samengesteld getal, gebruik makend van weegfactoren om hun relevantie voor nucleaire veiligheid uit te drukken.
De resultaten zijn genormaliseerd naar een maximale score van 100.

Omdat de scores van zulke monitoring-systemen sterk beïnvloed kunnen worden door incidentele gebeurtenissen, heeft de Commissie besloten om de gemiddelde score over meerdere jaren te gebruiken, net als in de eerste en tweede benchmark periode.

De KCB behoort overtuigend tot de 25% best presterende kerncentrales op basis van de beschouwde indicatoren.

Stap 2: Evaluatie van de interne processen van de centrale

Om te beoordelen of de veiligheidsprestatie het resultaat was van goed gedefinieerde en goed beheerste processen onder aansturing van het management van de centrale, is een grote hoeveelheid informatie nodig over de bedrijfsvoering van de centrale. De Commissie kwam tot de conclusie dat voor de evaluatie van bediening, onderhoud en veiligheidsmanagement de rapporten van het Operational Safety Review Team (OSART) programma van het IAEA nog steeds de enige geschikte beschikbare bron van informatie zijn.

Voor de evaluatie van *bediening, onderhoud, en veiligheidsmanagement* is een referentiegroep van 12 centrales geselecteerd die bij de 25% best presterende centrales in operaties en waarvoor recente OSART rapporten beschikbaar waren.

De Commissie heeft hetzelfde scoringssysteem gebruikt dat ontwikkeld was gedurende de eerste benchmarkingperiode. Anders is dat de volledige OSART rapporten meestal niet meer beschikbaar zijn. De aanbevelingen en suggesties uit de OSART rapporten zijn nog steeds beschikbaar, maar de aantekeningen niet.
Om te kijken of de methode nog steeds bruikbaar was zonder aantekeningen, is een test gedaan op de resultaten uit het rapport van 2018, maar dan zonder aantekeningen. Hoewel alle centrales een lagere score hadden, was de relatieve verandering voor alle centrales vergelijkbaar en bleef de volgorde nagenoeg gelijk. Slechts twee centrales verwisselden van plaats. Daaruit concludeerde de Commissie dat de methode ook zonder de aantekeningen nog steeds bruikbaar was.

Uit de resultaten blijkt dat de score van KCB ruimschoots binnen de scores van de centrales in de referentiegroep ligt. Dit ondersteunt de conclusie dat de veiligheidsprestaties van KCB op het gebied van bediening, onderhoud, en veiligheidsmanagement vergelijkbaar zijn met de referentiecentrales in de top 25% best presterende reactoren voor wat betreft bedrijfsvoering.

Conclusie voor Bedrijfsvoering

De score van de KCB ondersteunt de conclusie dat de veiligheidsprestatie voor wat betreft bediening, onderhoud en veiligheidsmanagement van de KCB goed te vergelijken is met die van de 25% best presterende reactoren voor wat betreft bedrijfsvoering.

Verouderingsmanagement

Voor het derde rapport heeft de Commissie gebruik gemaakt van dezelfde methode als in het tweede rapport, gebaseerd op de veiligheidsaspecten van verouderingsmanamagent voor lange termijn operaties zoals beschouwd in de IAEA SALTO missies.

De methodologie voor de benchmark voor veroudering is gestructureerd op dezelfde manier als die gebruikt in de tweede stap van de benchmark voor bedrijfsvoering.
De Commissie heeft een scoringssysteem ontwikkeld om de resultaten van de SALTO missies te combineren in één samengesteld getal, dat aangeeft in hoeverre verouderingsmanagement het resultaat is van goed beheerste processen. Onderzoek bevestigde dat de methode nog up to date is en geen verandering behoefde.

Het verouderingsmanagementprogramma van KCB is vergeleken met dat van een referentie-

groep van vijf watergekoelde en watergemoderereerde centrales die een IAEA SALTO missie hebben ondergaan tijdens de huidige benchmarkperiode, in de top 25% best presterende centrales staan voor wat betreft bedrijfsvoering en die geografisch zo goed als mogelijk gespreid zijn over het benchmarkgebied. Omdat KCB geen recente SALTO missie had, heeft de Commissie een vergelijkbaar onderzoek gedaan volgens de methodologie van de SALTO-richtlijnen om de relevante data te verkrijgen.

Conclusie voor Veroudering

De resultaten van de beoordeling van het verouderingsmanagementprogramma van de KCB ten opzichte van de referentiegroep tonen aan dat de score van de KCB goed vergelijkbaar is met die van de referentiegroep voor veroudering.

Siting

Het belangrijkste voor de beoordeling van de risico's van siting is te bekijken op welke manier de veiligheidsimplicaties van externe gevaren op de locatie van de reactor zijn beschouwd en op welke manier hun gevolgen gemitigeerd worden door de ontwerpkarateristieken van de reactor.

In het tweede rapport focuste de Commissie zich op KCB en beoordeelde of de siting risico's bij KCB bepaald zijn in lijn met internationale goede praktijken en goed zijn meegenomen in het ontwerp. De Commissie concludeerde dat de siting risico's bij KCB grondig en uitgebreid waren onderzocht volgens moderne internationale goede praktijken en dat de nieuwste eisen voor bestaande kerncentrales en de bevindingen naar aanleiding van Fukushima waren meegenomen.

De Commissie is van mening dat het herhalen van dezelfde beoordeling van de siting risico's als in het tweede rapport van beperkte toegevoegde waarde is en niet tot nieuwe inzichten zou leiden. Echter, omdat de WENRA (Western European Nuclear Regulators Association) heeft aanbevolen dat externe gevaren systematischer moeten worden beoordeeld in de periodieke veiligheidsevaluatie van kerncentrales, heeft de Commissie besloten te onderzoeken hoe systematisch externe gevaren worden beoordeeld in de periodieke veiligheidsevaluatie van kerncentrales in verschillende landen in de EU, de VS en Canada.

Conclusie voor Siting

De Commissie concludeert dat de manier waarop KCB met siting aspecten omgaat in de periodieke veiligheidsevaluatie vergelijkbaar is met die van de meeste centrales in de benchmark en beter dan sommige. De Commissie heeft er vertrouwen in dat siting de positie van KCB in de algehele veiligheidsbenchmark niet negatief beïnvloed.

Locatiebezoeken

De Commissie heeft de KCB en vijf kerncentrales uit de referentiegroep voor bedrijfsvoering bezocht. Om een goed gestructureerd resultaat te verkrijgen, heeft de Commissie bij ieder bezoek gebruik gemaakt van een uitgebreid document met vragen en een scoreformulier.

Het doel van de bezoeken was tweeledig:

1) Om te controleren of de conclusies van de desktop analyse over bedrijfsvoering (bediening, onderhoud en veiligheidsmanagement) en verouderingsmanagement ondersteund werden door de indrukken op locatie over het management van de centrales en

2) Om de veiligheidscultuur bij KCB te vergelijken met die van de andere centrales.

Tijdens de bezoeken heeft de Commissie gesproken met het management en het personeel van de centrales en hun gedrag geobserveerd. Ook heeft de Commissie een rondgang door de centrales gedaan, en daarbij de activiteiten in de regelzaal, de toestand van het materieel, de werkplaatsen, de opslag van apparatuur t.b.v. ongevalsbeheersing en de toestand van veiligheidssystemen kunnen observeren.

In alle bezochte centrales werd duidelijk dat bedrijfsprocessen in de nucleaire industrie tot in detail gespecificeerd en gecontroleerd worden. Hoewel er verschillen waren in de manier waarop centrales werden geleid, is duidelijk dat de prestaties van de bedrijfsvoering verband houden met de strikte naleving van gecontroleerde processen en procedures.

Conclusie voor Locatiebezoeken

Op basis van de bezoeken concludeert de Commissie dat hun waarnemingen in lijn zijn met de resultaten van de desktopanalyse en dat KCB voldoet aan de internationale praktijken en voorwaarden wat betreft de bestudeerde onderwerpen.

Veiligheidscultuur

De benchmark van veiligheidscultuur kan niet op dezelfde manier worden uitgevoerd als andere aspecten beschreven in dit rapport. Veiligheidscultuur gaat over de manier waarop veiligheid benaderd wordt op de werkplek. Het weerspiegelt vaak de houding, waarden, overtuiging en gedrag die medewerkers met elkaar delen als het gaat om veiligheid, en hoe het management dat beïnvloedt.

"Houding, waarden en overtuiging" laten zich niet makkelijk meten. Wel kunnen kenmerken worden geïdentificeerd die de veiligheidscultuur vormen of beïnvloeden.

Om de veiligheidscultuur bij KCB te vergelijken met die bij andere centrales, heeft de Commissie een methode ontwikkeld voor gebruik tijdens de locatiebezoeken, gebaseerd op het Principles-document van de World Association of Nuclear Operators (WANO), *Traits of a Healthy Nuclear Safety Culture, 2013*. De methode is gebaseerd op de beoordeling van:

- Individuele toewijding aan veiligheid
- Toewijding van het management aan veiligheid
- Beheersystemen

De Commissie constateert dat in alle bezochte centrales de veiligheidscultuur veel aandacht krijgt. Er is echter nog steeds een groot verschil in de methodologie en manieren van implementatie.

Conclusie voor Veiligheidscultuur

De Commissie constateert dat KCB op dit terrein nog steeds zeer actief is. Op basis van de uitkomsten van het uitgevoerde onderzoek concludeert de Commissie dat de veiligheidscultuur bij KCB gelijk aan of beter is dan bij de andere bezochte kerncentrales.

Dankwoord

De Commissie wil haar waardering uitspreken aan de kerncentrales die meegedaan hebben aan deze benchmark voor hun medewerking, vooral tijdens de bezoeken.

Deze Nederlandse versie van de samenvatting is een weergave van de Engelstalige samenvatting, maar vervangt deze niet.