

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 tweede 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 2016 nog

operationeel waren (de datum die Commissie heeft bepaald voor de evaluatie). Dit resulteerde in een totaal van 237 reactoren.

De Commissie moest een eigen methodologie ontwikkelen om een deskundig oordeel te geven over het veiligheidsniveau van de KCB in vergelijking met de 236 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.

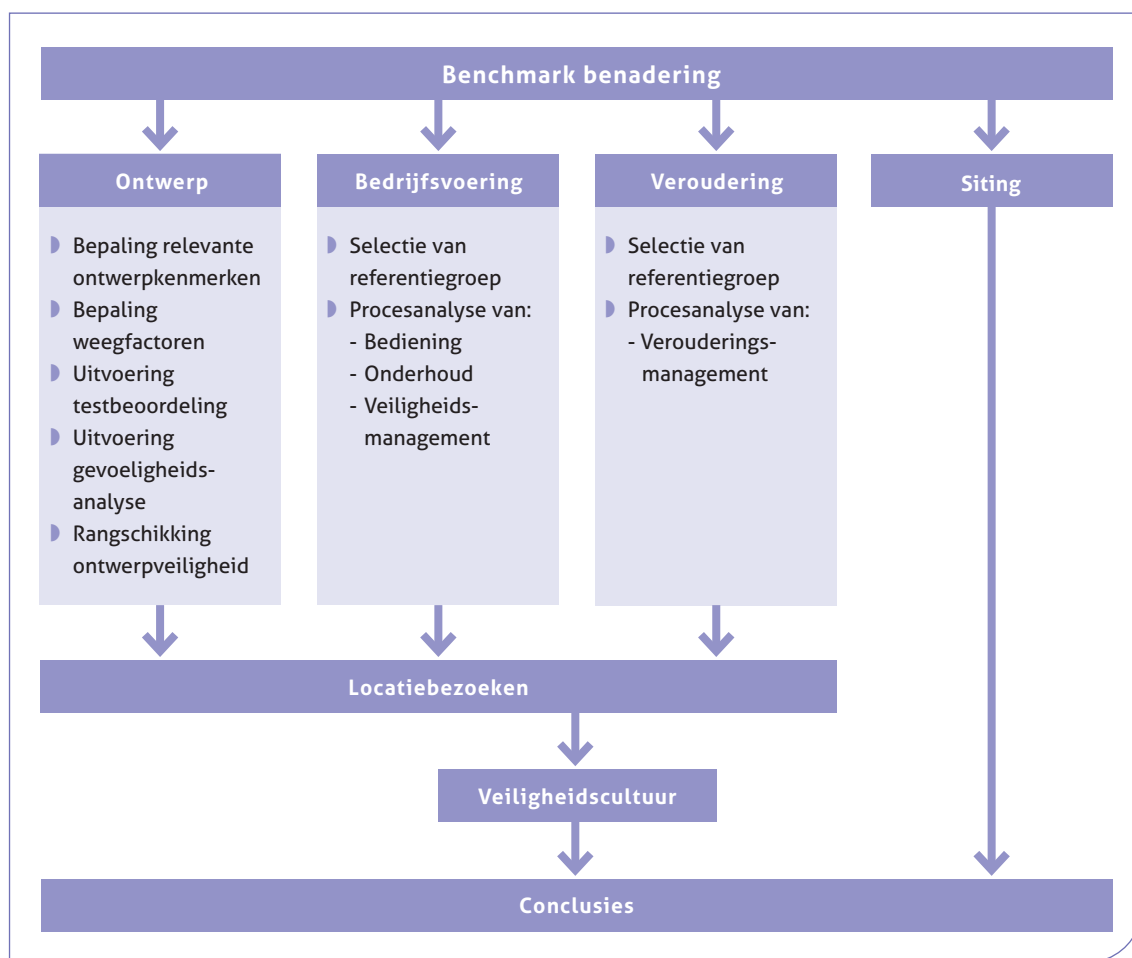
Geavanceerde Probabilistische Veiligheidsanalyse (PSA) zou het in beginsel mogelijk maken alle relevante veiligheidsaspecten van ontwerp en bedrijfsvoering te combineren in één model. Echter, PSA-methodes zijn niet gestandaardiseerd en zijn niet voor alle kern-

centrales 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 237 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.

Figuur 1-1: Schematische benadering van de benchmark



Voor het tweede rapport heeft de Commissie de overkoepelende structuur van de eerder ontwikkelde methodologie behouden, en verbeterd naar aanleiding van recente ontwikkelingen. Met name drie recente ontwikkelingen hebben geleid tot verfijningen en toevoegingen:

Ten eerste hebben post-Fukushima studies nieuwe inzichten opgeleverd over de veiligheid van het ontwerp, wat geleid heeft tot verfijning en uitbreiding van de methodologie voor de beoordeling van het ontwerp (hoofdstuk 4) en een aparte beoordeling van siting (hoofdstuk 6).

Ten tweede heeft een meer verbreid gebruik van de Safety Aspects of Long Term Operation (SALTO) missies van de IAEA het mogelijk gemaakt om voor de beoordeling van veroudering de door het IAEA recent ontwikkelde en internationaal consistente SALTO methodologie te gebruiken. De resultaten van de SALTO rapporten vormen nu de basis voor de benchmark voor veroudering, vergelijkbaar met de manier waarop de IAEA OSART resultaten voor de beoordeling van de bedrijfsvoering worden gebruikt (hoofdstuk 5).

Ten derde heeft de wereldwijde toegenomen bewustwording van het belang van veiligheids-cultuur geleid tot een meer consistente en gestandaardiseerde aanpak (hoofdstuk 8).

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

Door gebruik te maken van de ontwikkelde en uitgebreide methodologie heeft de Commissie de veiligheid van 237 kerncentrales vergeleken. Op basis hiervan heeft de Commissie unaniem geconcludeerd dat de KCB behoort tot de groep van 25% veiligste watergekoelde en water-gemodereerde 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.

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 ontwerp-eigenschappen 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 ontwerp-karakteristieken 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: redundantie en diversiteit van veiligheidssystemen, ontwerp van de insluitingsconstructie, beschikbaarheid van gebunkerde veiligheidssystemen en beheerssystemen voor ernstige ongevallen.

Het Fukushima Daiichi ongeval in 2011 heeft vragen doen rijzen over de klassieke ontwerp-principes. 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.

De Commissie heeft de methodologie aangepast door het herdefiniëren van de bestaande ontwerpkenmerken, het toevoegen van sub-kenmerken, en door het toevoegen van een vijfde relevant ontwerpkenmerk (ontwerp van het opslagbassin voor gebruikte brandstof). 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

Om het relatieve belang van de invloed op de veiligheid te waarderen, is een methode gebruikt gebaseerd op probabilistische veiligheidsanalyse.

Vanwege de complexiteit van de beoordelingsmethode is de waardering getest in een pilot. Uiteindelijk gaf dit de Commissie het vertrouwen dat de uitgebreide en verfijnde methodologie geschikt is voor de beoordeling van de ontwerpveiligheid, rekening houdend met de nieuwe inzichten.

Alle 237 reactoren in de benchmark zijn met de nieuwe 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 geleverd en toegang tot verschillende informatiebronnen (stresstestrapporten, vergunningaanvragen, etc.). Ten behoeve van de benchmark zijn alle geplande veiligheidswijzigingen voor de reactoren als geïmplementeerd beschouwd, ook als de afronding van de werkzaamheden gepland was na 31 december 2016.

De uitkomst is een score per reactor, waarbij hogere scores een veiliger ontwerp aanduiden. De scores zijn vervolgens 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.
- ▶ De uitgebreide en verfijnde methodologie maakt beter onderscheid tussen de

ontwerpkarakteristieken van de reactoren dan degene gebruik voor het eerste rapport.

- 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 alle kenmerken, zonder dat één enkel kenmerk dominant is.

Conclusie voor ontwerp

De resultaten van de uitgebreide en verfijnde methodologie tonen dat wat betreft het ontwerp de KCB overtuigend blijft behoren tot de groep van 25% veiligste reactoren. Zoals in 2013 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 aanpak, in twee stappen, gebruikt die was ontwikkeld tijdens de eerste benchmark periode. 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 237 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 monitoringsystemen 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 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 de enige geschikte beschikbare bron van informatie vormen.

Voor de evaluatie van *bediening, onderhoud, en veiligheidsmanagement* is een referentiegroep van tien centrales geselecteerd waarvoor recente OSART rapporten beschikbaar waren.

De Commissie heeft hetzelfde scoringssysteem gebruikt dat ontwikkeld was gedurende de eerste benchmarking periode.

Uit de resultaten blijkt dat de score van KCB de vierde beste is vergeleken met scores van de centrales in de referentiegroep. De gevoeligheidsanalyse liet zien dat dit resultaat niet gevoelig was voor variaties van de weegfactoren die gebruikt zijn in het scoringssysteem. De aanpak zorgt ervoor dat de resultaten van de evaluatie robuust zijn; dit is belangrijk gezien de onzekerheden in de invoergegevens die verband houden met het moment van uitvoering van de OSART missie en met de subjectiviteit van de OSART evaluatie.

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

De Commissie heeft een nieuwe methodologie voor de benchmark van verouderingsmanagement ontwikkeld ter vervanging van de aanpak gebruikt in het eerste rapport. De reden is dat gedurende de afgelopen jaren de internationaal consistente methode van de Safety Aspects of Long Term Operation (SALTO) van de IAEA verfijnd is en gebruikt is in een groter aantal centrales. Hierdoor kon de Commissie de beoordeling op een vergelijkbare manier uitvoeren als de beoordeling van de veiligheid voor bedrijfsvoering waarbij de IAEA OSART resultaten zijn gebruikt.

In de nieuwe methodologie worden veiligheidsaspecten van verouderingsmanagement beschouwd, zoals geëvalueerd in de IAEA SALTO missies en OSART missies met een SALTO module. De aandachtsgebieden tijdens de IAEA missies zijn consistent met de aandachtsgebieden geëvalueerd in het eerste rapport van de Commissie.

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. Hoe lager het getal, hoe beter het verouderingsmanagement. Een gevoeligheidsstudie bevestigde dat de methodologie niet overmatig gevoelig is voor variaties van de weegfactoren die gebruikt zijn in het scoringssysteem en dat geschikt was voor de beoordeling.

Het verouderingsmanagementprogramma van KCB is vergeleken met dat van een referentiegroep van vijf watergekoelde en watergemodeerde reactoren die een IAEA SALTO missie of OSART missie met SALTO module hebben ondergaan tijdens de huidige benchmarkperiode en die geografisch gespreid zijn over de EU, VS en Canada.

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

Siting refereert naar de beoordeling in hoeverre een locatie geschikt is voor een nucleaire faciliteit, waarbij gebeurtenissen van natuurlijke of menselijke oorsprong worden geïdentificeerd die de veiligheid van de reactor kunnen bedreigen. Deze gebeurtenissen worden externe gevaren genoemd omdat ze van buiten de reactor komen en de gebeurtenissen zelf (aardbeving, hoog waterniveau, etc.) niet beïnvloed worden door het ontwerp van de reactor. De grootte en waarschijnlijkheid van externe gevaren worden bepaald en gebruikt voor het ontwerp van de reactor, zodat de reactor adequaat ontworpen kan worden om deze gevaren te weerstaan.

Het belangrijkste voor de beoordeling van de risico's van siting is dus 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 ontwerpkerate-ristieken van de reactor.

De Commissie heeft besloten de beoordeling te richten op de siting aspecten van de KCB. De bedoeling is te beoordelen of de siting risico's voor de KCB bepaald zijn in lijn met 'state of the art' internationale praktijk, beschouwd zijn in het ontwerp en of externe gevaren een risico vormen voor KCB.

Voor deze beoordeling heeft de Commissie informatie gebruikt van de EU Post-Fukushima stresstest, aangevuld met de onderliggende veiligheidsanalyses van de KCB, en de analyses uitgevoerd als onderdeel van de meest recente tienjaarlijkse periodieke veiligheidsevaluatie. Hierbij is gekeken naar aardbevingen, overstromingen, extreme weersomstandigheden, vliegtuigongelukken en scheepvaartongelukken op de Westerschelde, die de KCB zouden kunnen treffen.

Conclusie voor siting

De Commissie concludeert dat de siting risico's bij de KCB grondig en uitgebreid zijn onderzocht, volgens 'state of the art' internationaal gangbare methoden. De nieuwste eisen voor bestaande kerncentrales en de bevindingen naar aanleiding van Fukushima zijn ook meegenomen. De Commissie is overtuigd dat siting de positie van de KCB in de algehele veiligheidsbenchmark niet negatief beïnvloedt.

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:

- 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
- 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 nauwkeurig gespecificeerd en gecontroleerd worden. Hoewel er verschillen bestaan in de manier waarop centrales worden geleid, het is duidelijk dat het bedrijfsvoeringresultaat verband houdt met het nauwgezet volgen 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 veiligheids-cultuur vormen of beïnvloeden.

Om de veiligheidscultuur bij KCB te vergelijken met die van andere centrales, heeft de Commissie een methodologie ontwikkeld voor gebruik tijdens de bezoeken. De methodologie is gebaseerd op de evaluatie van:

- ▶ De manier waarop de centrale wordt geleid en veilig beheerd;
- ▶ De manier waarop de organisatie omgaat met (elementen van) het veiligheids-managementsysteem;
- ▶ De manier waarop de organisatie het personeel betreft en motiveert.

De Commissie constateerde dat in alle bezochte centrales veiligheidscultuur veel meer aandacht krijgt dan vijf jaar geleden, hoewel er een groot verschil is in de methode en de manier van implementatie.

Conclusie voor veiligheidscultuur

De Commissie constateerde dat de KCB heel actief is op dit gebied. Op basis van de uitgevoerde evaluatie concludeert de Commissie dat de veiligheidscultuur bij de KCB is gelijk aan of beter dan die bij de andere bezochte centrales.

Dankwoord

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