

Reactorvat kerncentrale Borssele

Het reactorvat van kerncentrale Borssele (KCB) is in goede conditie. Bij de vervaardiging (1969-1972) is door de bouwer Siemens/Kraftwerkunión (KWU) gestreefd naar de hoogst haalbare kwaliteit. Strenge specificaties, goede kwaliteitszorg en gebruik van de beste materiaalsoorten betalen zich anno 2012 terug: het vat kan aantoonbaar mee tot zeker 2034.

Door de onvolkomenheden die zijn ontdekt in een reactorvat van de Belgische kerncentrale in Doel staan wereldwijd de reactorvaten van producent Rotterdamse Droogdok Maatschappij (RDM) in de belangstelling.

Hoewel Siemens/KWU het reactorvat van de kerncentrale Borssele ook heeft laten maken door de RDM, is het vat slechts beperkt vergelijkbaar met dat van Doel. De KCB is op een ander moment gebouwd dan Doel en door een andere leverancier. Siemens/KWU, de leverancier van de KCB, hanteerde eigen specificaties en had een andere visie op de constructie van het reactorvat. Zo is het vat van de KCB gemaakt van een staalsoort met andere eigenschappen waardoor een vergelijking met Doel niet zonder meer mogelijk is.

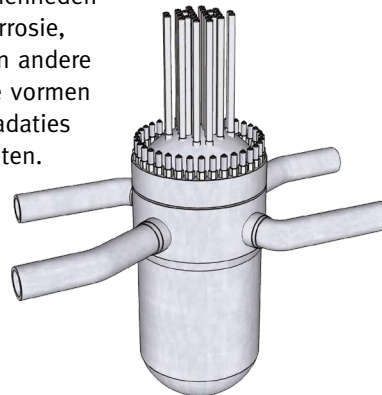
EPZ heeft goede historische en actuele kennis van de conditie van haar reactorvat. Al tijdens de vervaardiging van het vat van de KCB is in de jaren 1969-1972 wetenschappelijk onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van onvolkomenheden (zoals haarscheurtjes) in het staal. Daardoor en door alle periodieke inspecties daarna, is er een goed (historisch) beeld van de ontwikkeling van de conditie van het vat. Die is tijdens het veertigjarige bedrijf in feite niet veranderd.

Het KCB-vat en de deksel worden op meer dan vijftig plaatsen stelselmatig onderzocht. Deze plaatsen zijn vastgelegd door

de overheid op basis van Amerikaanse industriestandaarden voor kerncentrales (de ASME-code voor drukvaten). Het gaat voornamelijk om lassen en hoog belaste onderdelen zoals bouten. Die delen worden periodiek geïnspecteerd met ultrasoon geluid, röntgen- en gammadoorstraling, oppervlakte scheuronderzoeken en visueel (met een onderwatercamera) om aan te tonen dat er in de tijd geen veranderingen zijn opgetreden.

Reactorvat

Het reactorvat is de enige component van de kerncentrale die vrijwel niet te vervangen is. Het is gemiddeld twintig centimeter dik en bestaat uit hoogwaardig staal. Bij de bouw is het beste materiaal gebruikt dat hiervoor internationaal gekwalificeerd was. Jaarlijks worden lasnaden, materiaalovergangen, componenten en aansluitingen van alle drukvoerende systemen onderzocht. Er wordt nauwkeurig gekeken naar onvolkomenheden om zo corrosie, slijtage en andere mogelijke vormen van degradaties uit te sluiten.

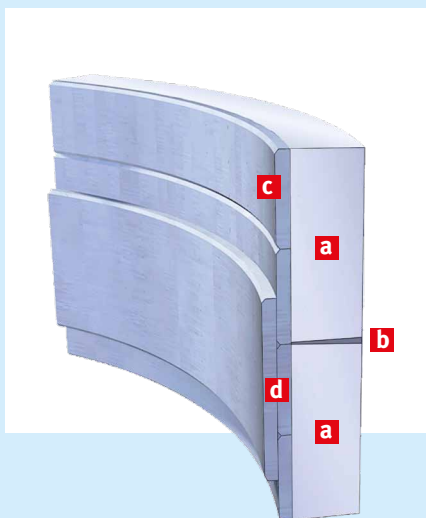


Constructie

Het vat is gemaakt van zes op elkaar gelaste segmenten van gemiddeld twintig centimeter dik koolstofstaal. De binnenzijde is bekleed met roest-vrijstaal (RVS).

Door gebruik te maken van de beste eigenschappen van zowel RVS als koolstofstaal, ontstond een zeer sterk en betrouwbaar geconstrueerd reactorvat. Van het gedrag van koolstofstaal bestaat wereldwijd veel kennis. De gekozen staalsoort is goed gietbaar, smeedbaar en lasbaar zonder dat dit veel onvolkomenheden tot gevolg heeft. Er is ook ruime ervaring mee opgedaan in de praktijk en het wordt wereldwijd veelvuldig toegepast. Via mechanische analyses kunnen goede voorspellingen worden gedaan over het gedrag van dit staal onder bepaalde (extreme) condities.

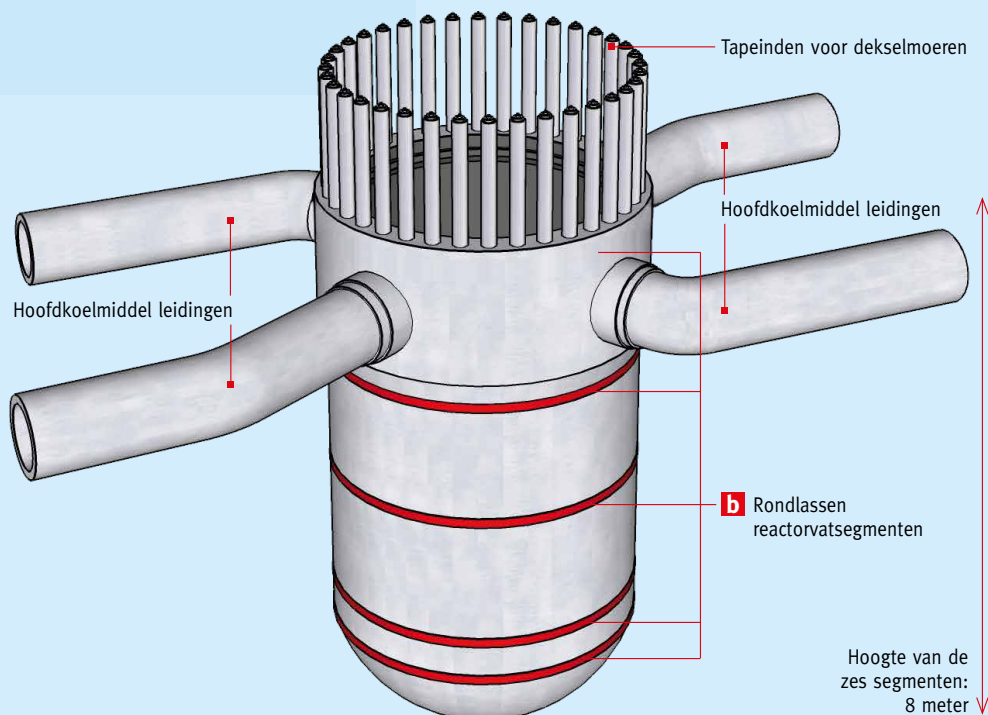
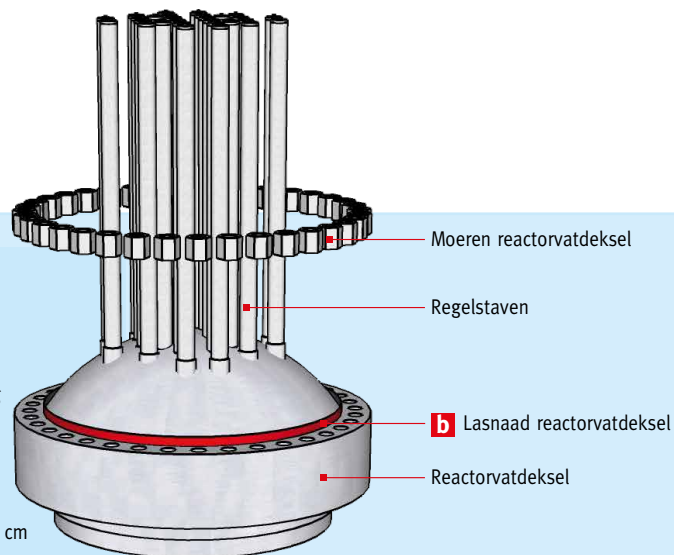
- De gemiddeld **twintig centimeter dikke wand van koolstofstaal a** geeft het reactorvat 'taaiheid' waardoor het zeer grote belastingen kan weerstaan zonder te scheuren.
- De **lasnaden b** tussen de segmenten en op het reactorvatdeksel worden periodiek gecontroleerd met ultrasoon onderzoek.



- Om te voorkomen dat het koolstofstaal zou gaan corroderen is de binnenzijde van het vat bekleed met roestvrijstaal (RVS). Deze **'cladding'** van gemiddeld vijf millimeter dik **c** voorkomt dat het koolstofstaal van de wand in contact komt met het water dat als koelmiddel functioneert.
- Op cruciale, zwaarbelaste plekken is de RVS-cladding in Borssele **dubbel uitgevoerd d**. Deze bekleding wordt periodiek geïnspecteerd met speciale camera's.

Technische specificaties

Volume	: 72 m ³
Gewicht deksel	: 45.000 kg
Totaal gewicht	: 230.000 kg
Hoogte zonder deksel	: 8 m
Hoogte met deksel	: 10 m
Binnendiameter	: 3,81 m
Wanddikte	: 18 tot 36,5 cm



Hoogte van de zes segmenten: 8 meter



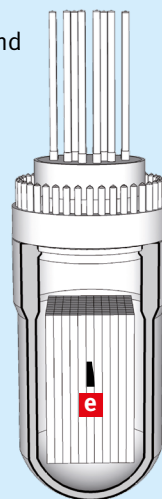
Conditie

Door de gebruikte materialen en de zeer stabiele bedrijfsvoering is dit vat bij de KCB in optimale conditie. Door inwerking van neutronenstraling zou een reactorvat zijn taaiheid kunnen verliezen (breukgevaar). Uit inspecties en onderzoeken blijkt dat dit bij de KCB niet gebeurt. Door optimaal beheer van de kern is de neutronenstraling op het reactorvat minder geweest dan bij de bouw werd verondersteld. Hierdoor is het reactorvat in goede conditie gebleven en ten opzichte van de inbedrijfname nauwelijks vermindert. Bedrijfsvoering op basis van de strenge veiligheidseisen van de toezichthouder is tot ver na 2034 mogelijk.

Onderzoek

Om deze goede conditie aantoonbaar te maken, vinden voortdurend allerlei onderzoeken plaats. Wat voorbeelden:

- Er zijn staalmonsters van het reactorvat genomen. Via analyse kon nauwkeurig worden bepaald hoeveel neutronenstraling het vat tot nu toe heeft opgelopen.
- **Onbestraalde proefmonsters**  van het reactorvatstaal (uit 1969) zijn rondom de kern geplaatst. Op deze plek zorgt extra hoge neutronenbelasting voor versnelling van het verouderingsproces. Met deze proef kan als het ware in de toekomst van het reactorvat worden gekeken. Hiermee kan EPZ niet alleen theoretisch, maar ook praktisch aantonen dat de conditie van het vat in 2034 nog steeds in orde is.



Onvolkomenheden in staal

Gebouwen, auto's, treinstellen en vliegtuigen: in alle staal- en metaalconstructies komen altijd 'onvolkomenheden' voor zoals haarscheurtjes, onzuiverheden en vermengingen. Die ontstaan bij het gieten, vormen, smeden en lassen van staal. In feite dus al bij het vervaardigen en assembleren van constructies. Met dergelijke onvolkomenheden wordt bij het ontwerpen van constructies ook

rekening gehouden. Onvolkomenheden kunnen tijdens het gebruik verergeren (degradatie). Zonder ingrijpen zou dat uiteindelijk kunnen leiden tot serieuze schade of ongelukken. Daarom wordt hierop bij risicovolle situaties (luchtvaart, kernenergie, enzovoort) geïnspecteerd en onderhoud gepleegd.

Er zijn internationale normen die bepalen tot welk niveau onvolkomenheden zijn

toegestaan (onder meer de ASME-code). Door gerichte periodieke inspecties met visuele-, wervelstroom-, ultrasoon-, röntgen- en oppervlakte scheuronderzoek technieken wordt gekeken of een constructie aan de norm voldoet. Dit is bij kerncentrale Borssele wettelijk geregeld.

Onvolkomenheden in KCB-staal

Siemens/KWU wilde met het KCB-vat de hoogst haalbare prestatie leveren door de RDM een vat te laten maken met zo min mogelijk afwijkingen. Om de prestatie te kunnen meten is er tijdens de bouw dus al veel onderzoek gedaan. Daar was indertijd grote wetenschappelijke belangstelling voor en er werd veel over gepubliceerd. Mede daardoor is de beginsituatie goed gedocumenteerd – inclusief de enkele kleine onvolkomenheden die vanaf het begin in het KCB-staal hebben gezeten.

Het gaat om een bekend fenomeen: oppervlakkige beschadigingen in het koolstofstaal die ontstaan bij het oplassen van de RVS-cladding. Deze zijn stabiel en hebben geen relevantie voor de veiligheid of de levensduur. De conditie van het vat van nu is in feite vergelijkbaar met die van 1973.

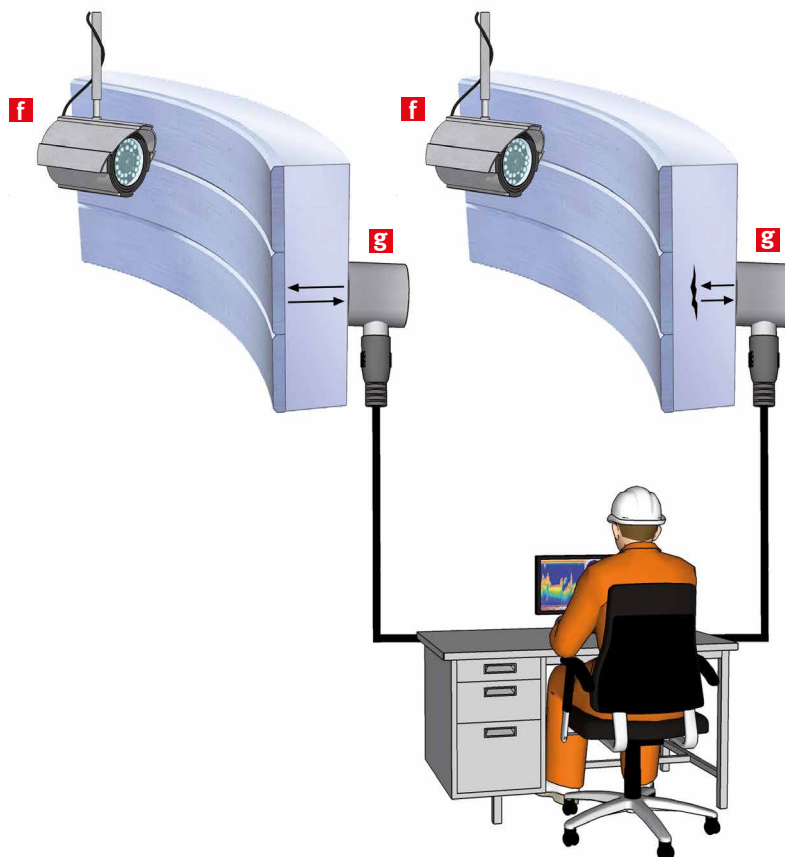


Inspecties

Het reactorvat en ook de andere vitale delen van het primaire systeem van de KCB vallen onder een streng inspectieregime. Inspectie gebeurt met name tijdens de jaarlijkse splijtstofwissel als de centrale uit bedrijf is. Ook tijdens bedrijf controleren wacht- en onderhoudsmensen voortdurend de conditie van de installatie. Afwijkingen worden gemeld, zo nodig wordt ingegrepen.

De periodieke inspecties worden gedaan door gespecialiseerde gekwalificeerde externe bedrijven. Het kwalificeren voor een bepaalde inspectie vindt plaats op een proefstuk met voor de inspectiespecialisten onbekende onvolkomenheden. Hiermee moeten ze aantonen dat onvolkomenheden met honderd procent zekerheid worden opgespoord. De kwalificatie staat onder toezicht van een onafhankelijk instituut dat als enige de onvolkomenheden in het proefstuk kent.

De resultaten van de in Borssele uitgevoerde inspecties worden ter verificatie en acceptatie voorgelegd aan een internationaal kennisinstituut (Lloyd's Register). Op basis van de beoordeling van de inspectieresultaten geeft de toezichthouder Kernfysische Dienst toestemming de kerncentrale in bedrijf te nemen. Al vanaf de opstart van de kerncentrale in 1973 is het totale verloop van de conditie van het vat jarenlang nauwgezet geïnspecteerd. Kleine fabrieksonvolkomenheden in het reactorvat zijn een tiental jaren gevolgd. Hiermee werd verzekerd dat de conditie van het vat niet veranderde.



Elke tien jaar is het volledige reactorvat ten minste één keer geïnspecteerd. In Borssele gebeuren inspecties met speciale camera's, wervelstroom-, röntgen- en ultrasoon technieken.

- Iedere tien jaar wordt een visuele (**onderwatercamera f**) inspectie uitgevoerd naar de kwaliteit van de RVS-cladding.
- Met **hoogfrequente (Ultrasone) geluidsgolven g** wordt systematisch in de lasnaden van het vat en pijpenansluitingen gezocht naar haarscheurtjes of andere veranderingen ten opzichte van eerdere inspecties.

Zodra uit deze inspecties blijkt dat onderhoud (direct of op termijn) nodig is, wordt dit ingepland en uitgevoerd.

EPZ

**voortdurend
verbeteren**



Zeedijk 32, 4454 PM Borssele
Postbus 130, 4380 AC Vlissingen
Telefoon 0113 - 356 000
Telefax 0113 - 352 550
E-mail: info@epz.nl
Algemene website: www.epz.nl
Vacatures: www.werkenbijepz.nl