

GKN

N.V. Gemeenschappelijke
Kernenergiecentrale Nederland

UFS-SS
210994 1/2

Het veiligheidsrapport van de kerncentrale Dodewaard

Technische samenvatting

CIP-GEGEVENS KONINLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Veiligheidsrapport

Het veiligheidsrapport van de kerncentrale Dodewaard :
technische samenvatting. - Dodewaard : Gemeenschappelijke
Kernenergiecentrale Nederland. - III.
ISBN 90-74977-03-0

Trefw. : kernenergiecentrales ; Dodewaard ; veiligheid.

© 1994 N.V. GKN

Tekst uit deze brochure mag worden overgenomen onder de
uitdrukkelijke voorwaarde dat de bron correct en volledig
wordt vermeld.

N.V. GKN
Waalbandijk 112^a
6669 MG Dodewaard

Het veiligheidsrapport van de kerncentrale Dodewaard

Technische samenvatting

Inhoud:

● Voorwoord	3
● Inleiding	5
● Kenmerken van de vestigingsplaats	6
● Het ontwerp van gebouwen, componenten en systemen	8
● De reactor	10
● Het reactor-koelsysteem en de direct daarmee verbonden systemen	12
● Veiligheidsvoorzieningen	14
● Meet- en regeltechniek	16
● De elektrische installatie	17
● Hulpsystemen	19
● Het turbine/generator-systeem voor elektriciteitsopwekking	20
● Radioactief afval	21
● Stralingsbescherming	22
● Bedrijfsvoering	24
● Het beproevingsprogramma voor modificaties van de installatie	25
● Ongevalsanalyses	26
● Technische specificaties	27
● Kwaliteitsborging	28
● Interactie tussen mens en machine	29
● Buiten-ontwerpongevallen	30
● Niet-nucleaire milieu-aspecten	31
● Ontmanteling	32
● Bedrijfservaringen	33

Het veiligheidsrapport van de kerncentrale Dodewaard

Voorwoord

De N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland (GKN) heeft, in samenwerking met ECN, KEMA en NUCON, een veiligheidsrapport opgesteld voor de Kernenergiecentrale Dodewaard (KCD). Dit gebeurde in het kader van de nieuwe vergunningsaanvraag. Om deze aanvraag juist te kunnen plaatsen, wordt hier kort het historisch perspectief geschetst.

In 1968 kreeg GKN een vergunning voor het bedrijven van de KCD, volgens de toen geldende Hinderwet. Toen in 1970 de Kernenergiewet van kracht werd, is de vergunning beschouwd als zijnde verleend onder die nieuwe wet. Nadien zijn vele wijzigingsvergunningen verleend. Dit resulteerde uiteindelijk in een uitgebreid en weinig overzichtelijk vergunningenbestand.

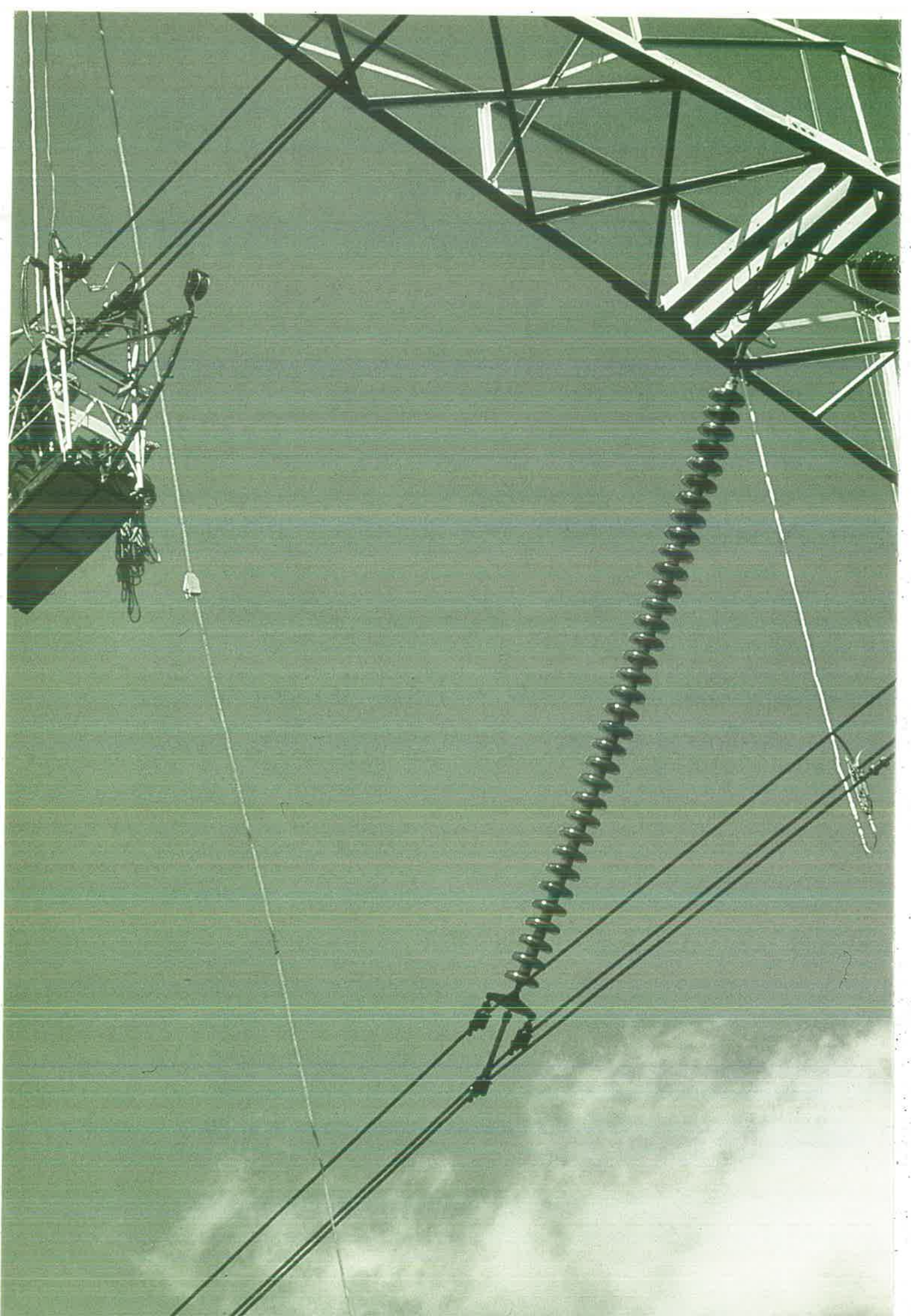
Op verzoek van het bevoegd gezag heeft GKN in 1987 een nieuwe vergunningsaanvraag ingediend. Doel was: de bestaande vergunning met alle wijzigingsvergunningen samen te vatten in één nieuwe, die de gehele installatie moest omvatten. Deze vergunning werd in 1988 verleend; daarna zijn nog diverse nadere voorschriften verstrekt. In 1992 heeft de Raad van State de nieuw verleende vergunning vernietigd. Deze uitspraak was hoofdzakelijk gebaseerd op de visie dat een uitgebreide vergunningsprocedure had moeten worden gevolgd. Bovendien zou het veiligheidsrapport van 1987 niet in overeenstemming zijn met de toen geldende normen.

Naar aanleiding van de uitspraak door de Raad van State verklaarde de Minister van Economische Zaken in de Tweede Kamer dat de

regering bereid was onder bepaalde voorwaarden een zogenoemde gedoogbeschikking (gewoonlijk aangeduid als 'gedoogvergunning') te verlenen voor het bedrijven van de centrale. GKN heeft een verzoek daartoe nog in 1992 ingediend. De gedoogbeschikking werd in 1993 verleend. Hiermee mocht GKN de installatie bedrijven overeenkomstig het bepaalde in de vernietigde beschikking van 1988 en de daarna afgegeven beschikkingen. Voorwaarde was dat GKN een programma zou starten dat zou leiden tot een ontvankelijke vergunningsaanvraag. GKN werd hierbij onder meer verplicht haar activiteiten zodanig te plannen dat deze aanvraag uiterlijk op 1 juli 1994 zou zijn ingediend.

Het veiligheidsrapport van de centrale geeft, in 22 hoofdstukken, een beschrijving van de KCD en van de maatregelen die zijn genomen om de veiligheid van de centrale - zowel tijdens normaal bedrijf als in ongevalsituaties - te verzekeren. Deze samenvatting geeft, volgens een gelijke structuur, de meest relevante punten weer uit het veiligheidsrapport.





1 Inleiding

Het veiligheidsrapport is ingedeeld overeenkomstig de structuur die is voorgeschreven in een handleiding voor het opstellen van een dergelijk rapport voor nieuw te bouwen kerncentrales. Deze handleiding (Regulatory Guide 1.70) is opgesteld door de United States Nuclear Regulatory Commission, waarvan de taken te vergelijken zijn met die van de Nederlandse Kernfysische Dienst (KFD). Op basis hiervan zijn de eerste 17 hoofdstukken geschreven. Naar aanleiding van verzoeken daartoe door de KFD zijn aan deze 17 hoofdstukken nog 5 extra hoofdstukken toegevoegd.

Bij een kerncentrale dienen installaties, bedrijfsvoering en organisatie te voldoen aan de daarvoor gestelde regels en richtlijnen (de zogeheten 'huidige vergunningsbasis'). Deze bestaan uit:

- **de Kernenergiewet met de daarbij behorende besluiten;**
- **de Nucleaire Veiligheidsregels (NVR) 1.1, 1.2 en 1.3;**
- **richtlijnen zoals vastgelegd in de NVR voor het ontwerp, de bedrijfsvoering en de kwaliteitsborging.**

Zonodig kunnen aanvullende richtlijnen of industriële normen van toepassing worden verklaard.

Hoofdstuk 1 omvat, behalve de hierboven samengevatte inleidende tekst:

- **een algemene beschrijving van de installatie;**
- **een vergelijking van de KCD met twee andere moderne typen kokend-waterreactoren;**
- **een overzicht van de leveranciers van de onderdelen die voor de beoordeling van de veiligheid van belang zijn;**
- **een overzicht van de toegepaste normen en voorschriften, met een verwijzing naar de plaats waar wordt beschreven op welke wijze aan de desbetreffende normen of richtlijnen wordt voldaan.**

2 Kenmerken van de vestigingsplaats

De centrale ligt aan de Waal, ruim 2 km ten oosten van Dodewaard en 2 km ten zuiden van de A15. De omgeving van de centrale is, tot op een afstand van 10 km, relatief dun bevolkt.

Het terrein van de KCD valt onder de verantwoordelijkheid van GKN. Om aan de veiligheidseisen te voldoen, is voor de gemeenten binnen een straal van 7 km rondom de centrale een intergemeentelijk rampenbestrijdingsplan opgesteld. De burgemeester van Dodewaard is coördinator van de activiteiten bij een ongeval. Operationeel leider is de commandant van de regionale brandweer te Arnhem.

Van de menselijke activiteiten buiten de centrale leveren het vliegverkeer nabij de centrale en het scheepvaartverkeer over de Waal de belangrijkste risico's op. De kans dat een vliegtuig op het terrein van de centrale neerstort, is eens per 1 miljoen jaar; de kans op ernstige hinder als gevolg van een scheepvaartongeval is ruwweg eens per 350.000 jaar.

De atmosferische omstandigheden rondom de centrale vormen een niet-menselijke externe risicofactor. Het lokale en regionale klimaat is echter rustig en stabiel, en de kans op destructieve windhozen en orkanen is gering. De Waal vormt eveneens een zekere risicofactor; in het bovenstroomse gedeelte van de Waal en de Rijn zijn echter geen sluizen en dammen opgenomen, zodat vloedgolven over de Waal zijn uitgesloten. Stroomafwaarts wordt de waterhuishouding op de Waal gedeeltelijk gereguleerd met behulp van sluizen. Verder vindt regulering plaats met behulp van kribben. Rivierdijken en uiterwaarden beschermen het aangrenzende land tegen overstromingen. Belangrijke delen van de centrale kunnen, wanneer geen tegenmaatregelen worden getroffen, beschadigd raken als het rivierpeil zou stijgen tot boven 13,2 m boven NAP; afdoende tegenmaatregelen zijn echter tijdig te treffen.

De centrale is gebouwd op klei- en zandlagen die in de laatste 10.000 jaar zijn afgezet door de Waal. Deze lagen bedekken een overwegend zandige ondergrond, die werd gevormd tijdens de laatste ijstijd. Deze bodemgesteldheid zorgt voor een stabiele ondergrond voor de centrale. De aardbevingen die in Nederland optreden, hebben een hypocentrum dat enkele kilometers diep ligt. Hierdoor is de kracht van de aardbeving aan het aardoppervlak relatief gering. Een voor Nederland zeer zware aardbeving - zoals die van 1992 bij Roermond - is in de omgeving van Dodewaard gemiddeld eens per 1000 jaar te verwachten. De centrale is tegen een dergelijke aardbeving volledig bestand.



3 Het ontwerp van gebouwen, componenten en systemen

De sterkte-technische aspecten van de diverse gebouwen en van de relevante componenten en systemen daarbinnen worden beschreven en getoetst aan de hand van regelgeving, veiligheidsoverwegingen en internationaal gebruik.

Kerncentrales in Nederland moeten voldoen aan ontwerpcriteria die zijn vastgelegd in Nederlandse Nucleaire Veiligheidsregels (NVR). Het ontwerp van de KCD voldoet aan de in NVR 1.1 opgenomen veiligheidsdoelstellingen. De bedrijfsvoering vindt plaats conform NVR 1.2. Het kwaliteitsborgingsprogramma is gebaseerd op NVR 1.3.

De relevante componenten en systemen van de KCD zijn geklasseerd op basis van hun betekenis voor de nucleaire veiligheid.

Als aanvullende informatie wordt een overzicht gegeven van mogelijke schades ten gevolge van gebeurtenissen buiten de centrale (wind en wervelstormen, overstromingen) en binnen de centrale (door de turbine/generator weggeslingerde afgebroken delen, breuken in een leiding).

Geconcludeerd wordt dat de ontwerpvoorzieningen dusdanig zijn dat:

- **bij een aardbeving met een magnitude van 6,2 op de schaal van Richter (kans eens per 10.000 jaar), de reactor veilig kan worden afgeschakeld met behoud van de integriteit van het insluitsysteem;**
- **bij wervelstormen vermindering van de veiligheidsfuncties is uitgesloten;**
- **de centrale bij een dreigende overstroming tijdig uit bedrijf kan worden genomen;**
- **weggeslingerde objecten geen schade kunnen aanrichten die leiden tot lozingen van radioactieve stoffen boven de gestelde limieten;**
- **de reactor bij een leidingbreuk veilig kan worden afgeschakeld en dat lozingen binnen de limieten blijven;**
- **beproevingen en analyses aantonen dat de mechanische en elektrische apparatuur bestand is tegen de optredende omgevingscondities.**



4 De reactor

De KCD heeft een kokend-waterreactor. Deze omvat het reactorvat en diverse componenten in het vat, inclusief de reactorkern. Figuur 1 toont de hoofdcomponenten van het reactor-systeem.

De reactorkern heeft een hoogte van ca. 2 m en een diameter van ca. 1,60 m en bestaat uit een cilindervormige opstelling van 164 splijtstofelementen. De kern heeft een ingebouwd reactiviteitsregelsysteem, dat 37 neutronenabsorberende regelbladen omvat. Deze regelbladen kunnen hydraulisch tussen de splijtstofelementen omlaag of omhoog worden bewogen. Op deze wijze wordt de intensiteit en de verdeling van het splijtingsproces over de kern geregeld.

Splijtstofontwerp, belading van de kern en operationele condities (Tabel 4-1) voldoen te allen tijde aan de door de overheid gestelde veiligheidseisen. De KFD houdt nauwlettend toezicht op de naleving van de geldende veiligheidsregels.

Tabel 1 Kenmerkende nominale operationele reactorgegevens

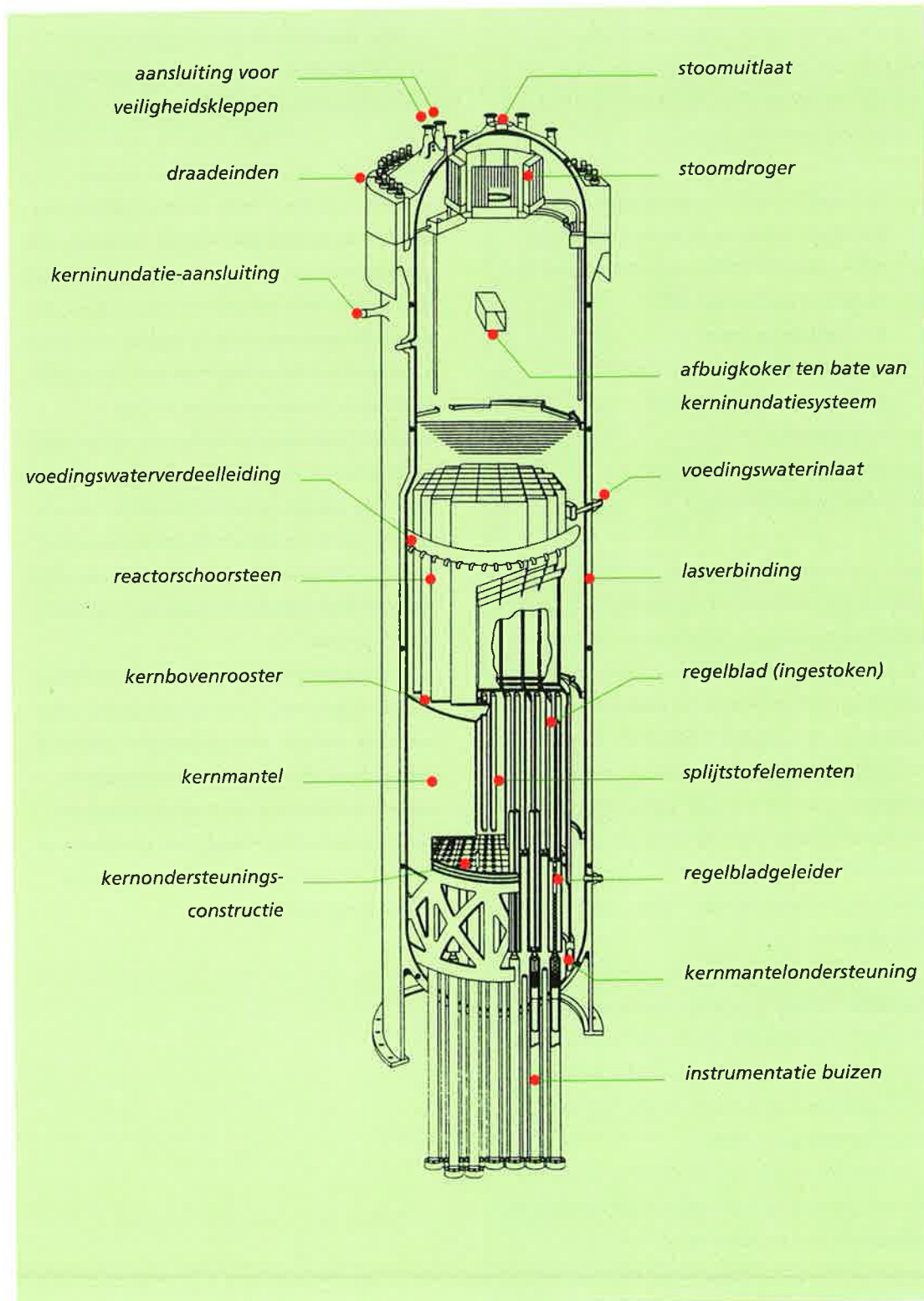
thermisch vermogen	183 MW
volume van de kern (splijtstofdeel)	4,0 m ³
hoeveelheid splijtstof in de kern	10.800 kg
aantal splijtstofelementen in de kern	164
stoomdruk	7,55 MPa
stoomtemperatuur	291 °C

Een karakteristieke eigenschap van de reactor is dat de splijtstof gekoeld wordt via natuurlijke circulatie van het reactorwater. Dit betekent dat geen voorzieningen (zoals pompen) nodig zijn om de circulatie van dit water in stand te houden.

Neutronenfluxverdelingen worden gedetailleerd gemeten. Het splijtingsproces kan zo zeer nauwkeurig worden gecontroleerd. De warmtebelasting van de splijtstofelementen kan met behulp van de regelbladen optimaal worden ingesteld. Beschadiging van de splijtstof door thermische overbelasting is hierdoor bijna uitgesloten; splijtingsproducten komen dan ook nauwelijks in het reactorwater terecht.

Het is mogelijk ongevalscondities te bedenken waarbij een aanmerkelijke verhoging van de splijtstoftemperatuur zou kunnen ontstaan. Het zogeheten doppler-effect gaat dit echter tegen. De bij deze condities optredende overreactiviteit kan ook worden beheerst door het automatisch afschakelen van de reactor. Daarbij worden alle regelbladen snel de reactor inbewogen. Daarnaast is er altijd een neutronengifstelsel bedrijfs gereed. Als het nodig is, wordt een sterk neutronenabsorberende boriumoplossing in het reactorwater gepompt, waardoor het splijtingsproces geheel wordt gestopt. Deze voorzieningen maken een zeer veilige en economisch optimale bedrijfsvoering mogelijk.

Figuur 1 Vereenvoudigd schema van de kokend-waterreactor van de kerncentrale Dodewaard.



5 Het reactor-koelsysteem en de direct daarmee verbonden systemen

Het reactor-koelsysteem (Figuur 2) dient om de warmte af te voeren die door kernsplijting in de reactorkern wordt geproduceerd. De warmte wordt - in de vorm van stoom - gebruikt om een turbine/generator-set aan te drijven voor de opwekking van elektriciteit. Dit water/stoom-systeem omvat:

- **het reactorvat met aangekoppelde leidingen, vanaf de isolatie-afsluiter van het voedingswatersysteem tot en met de isolatie-afsluiters van het hoofdstoomsysteem;**
- **de stromingsbegrenzer in de hoofdstoomleiding van het hoofdstoomsysteem;**
- **het afsluitsysteem van het hoofdstoomsysteem.**

Het reactorwater doorstroomt het reactorvat volgens het principe van natuurlijke circulatie. Het opstijgende water wordt deels omgezet in stoom. Deze wordt via het hoofdstoomsysteem naar de turbine gevoerd. Na passage van de turbine en de condensor wordt de weer in water (condensaat) veranderde stoom als voedingswater naar het reactorvat teruggevoerd. De stromingsbegrenzer beperkt de massastroom van uittredende stoom in geval van een breuk van de hoofdstoomleiding achter de begrenzer.

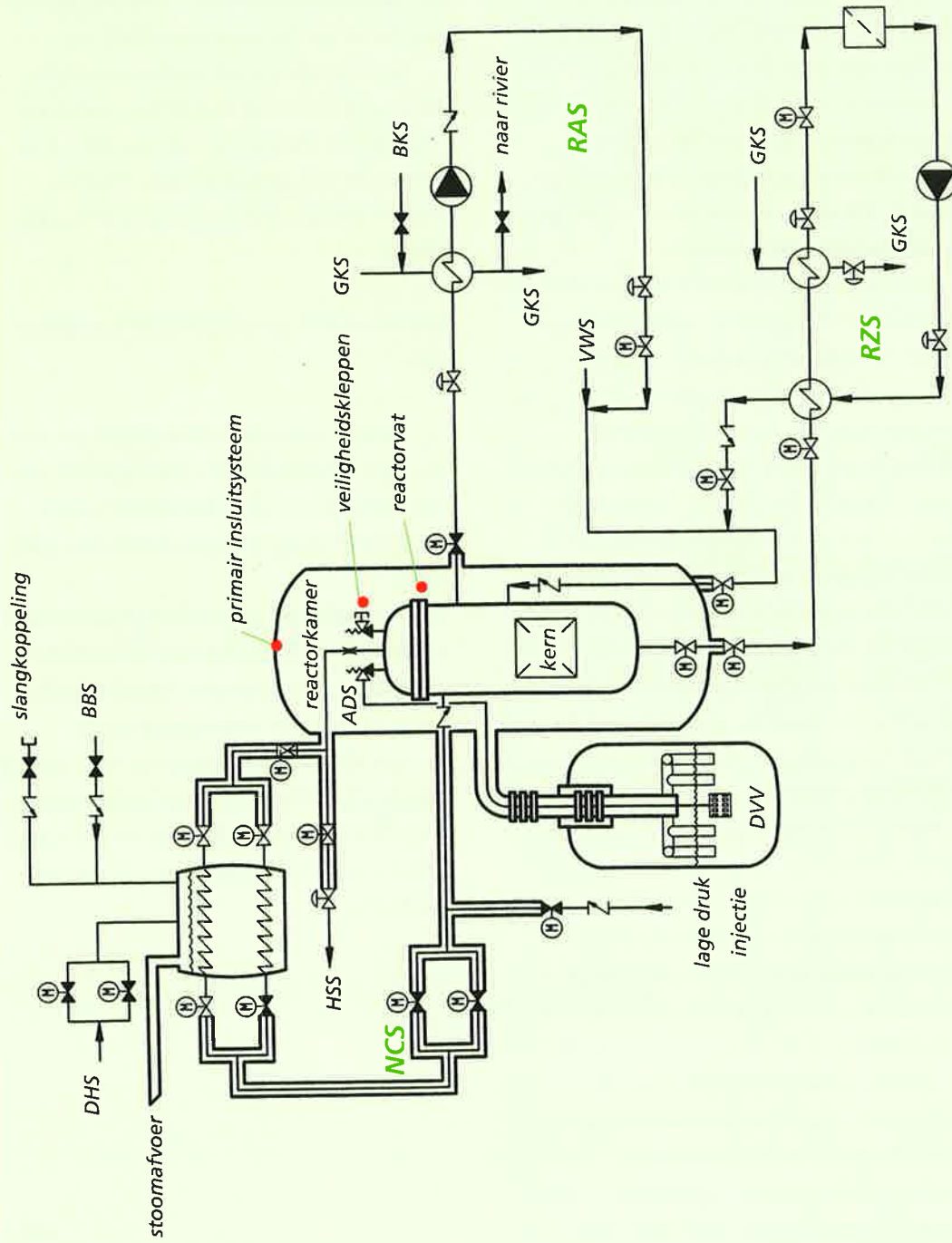
Isolatiekleppen beperken het verlies van koelwater bij een breuk van een leiding (loss-of-coolant accident: LOCA) in het reactor-koelsysteem. Bij een breuk binnen het primaire insluitsysteem wordt het water binnen dit insluitsysteem gehouden.

Voor een veilig en bedrijfszeker functioneren van het reactor-koelsysteem zijn hieraan de volgende systemen gekoppeld:

- **het reactor-afkoelsysteem;**
- **het reactorwater-zuiveringssysteem;**
- **het nood-condensatiesysteem;**
- **het automatisch drukaflaatsysteem;**
- **de veiligheidskleppen op het deksel van het reactorvat.**

Het reactor-afkoelsysteem dient om het primaire reactorsysteem, na afschakeling van de reactor, bij lage druk verder te koelen. Het reactorwater-zuiveringssysteem heeft tot doel de kwaliteit van het reactorwater binnen de gespecificeerde waarden te houden. Het nood-condensatiesysteem heeft tot doel de reactordruk onder de openingsdruk van de veiligheidskleppen te houden. Zo wordt zeker gesteld dat de reactorkern voldoende gekoeld wordt na isolatie en snelafschakeling van de reactor. De circulatie van stoom/water in het nood-condensatiesysteem komt op natuurlijke wijze tot stand zodra het systeem in werking wordt gesteld.

Het automatisch drukaflaatsysteem dient om het reactorvat, in het geval dat een LOCA optreedt, snel van druk te brengen. Hierna is het mogelijk de reactorkern voldoende te koelen met een lage-druknoedkoelsysteem. Veiligheidskleppen moeten het reactorvat en het reactor-koelsysteem beschermen tegen schade door overdruk.



Figuur 2 Principeschema van het reactor-koelsysteem en de direct daarmee verbonden systemen.

6 Veiligheidsvoorzieningen

De KCD kent een groot aantal veiligheidsvoorzieningen, die ten opzichte van elkaar aanvullende taken kunnen vervullen. Zij moeten garanderen dat geen schade wordt toegebracht aan mensen, dieren, planten, de omgeving of goederen (inclusief de centrale zelf) bij onverhoopt falen van één of meer van de systemen en voorzieningen waaruit de KCD is opgebouwd.

Tot de meest kenmerkende voorzieningen behoren de beide insluitsystemen: het primaire en het secundaire insluitsysteem.

Het primaire insluitsysteem bestaat uit de reactorkamer met daarop aangesloten twee - gedeeltelijk met water gevulde - drukvereffeningsvaten. De reactorkamer sluit het reactorvat plus een aantal bijbehorende systemen in. Dit primaire insluitsysteem dient om te voorkomen dat - bij een LOCA - radioactieve stoffen naar de omgeving geloosd worden. Het secundaire insluitsysteem omsluit het primaire insluitsysteem en wordt ten opzichte van de buitenlucht op onderdruk gehouden. Zo wordt een vertraagde en gecontroleerde afvoer naar de omgeving bereikt van radioactieve gassen die uit het primaire insluitsysteem zijn weggelekt.

Bij een LOCA binnen het primaire insluitsysteem stroomt een stoom/water-mengsel de reactorkamer binnen. De drukstijging ten gevolge van de vrijkomende stoom wordt binnen het primaire insluitsysteem tegengegaan door de stoom te condenseren. Daarvoor zorgt het water in de drukvereffeningsvaten.

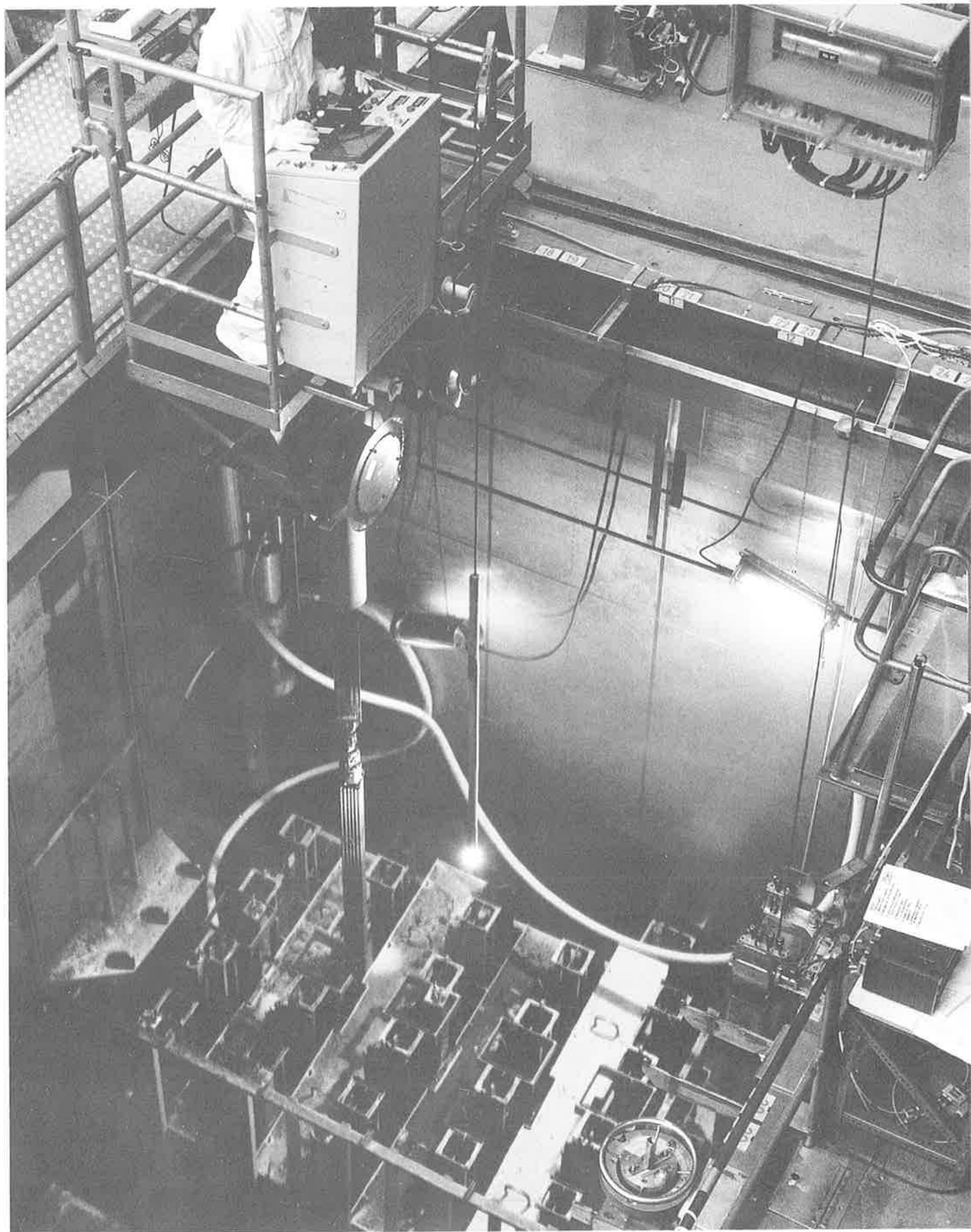
Om het verlies van koelwater in het reactorvat te compenseren en om de warmte uit de reactorkern te kunnen afvoeren, is een lage-druknoedkoelsysteem geïnstalleerd. Het bestaat uit lage-drukinjectiepompen. Deze kunnen het noedkoelwater, afkomstig uit de watervoorraad in de drukvereffeningsvaten, direct in het reactorvat pompen. Na koeling

van de kern stroomt het toegevoerde water (of de stoom) via de breuk, de reactorkamer en de overstroomleidingen weer terug naar de drukvereffeningsvaten. Het opgewarmde water in de drukvereffeningsvaten wordt gekoeld met een redundant uitgevoerd koelsysteem.

Met behulp van het automatisch drukaflaatsysteem kan de druk in het reactorvat snel worden afgebouwd wanneer dat via de breuk niet snel genoeg gebeurt. Hierdoor kunnen de lage-drukinjectiepompen in werking treden.

Andere aanwezige veiligheidsvoorzieningen zijn:

- isolatie-afsluiters in de leidingen die door de wand van het primaire insluitsysteem heenvoeren; daarmee wordt bereikt dat na een LOCA het primaire insluitsysteem wordt geïsoleerd;
- voorzieningen (adequate klimaatregeling en persluchtmaskers) waarmee de werkplek onder alle omstandigheden geschikt wordt gehouden voor de taken van de Wacht;
- een extra voorziening om bij falen van alle noedkoelsystemen (buiten-ontwerpcondities) ongecontroleerd bezwijken van het primaire insluitsysteem ten gevolge van overdruk te voorkomen.



7 Meet- en regeltechniek

De voor de veiligheid belangrijke meet-, regel- en beveiligingssystemen hebben een zelfstandige functie en/of zij starten en ondersteunen de diverse processystemen. Het meest cruciaal is het reactorbeveiligingssysteem. Dit systeem, dat de specifieke nucleaire veiligheid moet garanderen, detecteert afwijkingen van bedrijfsparameters en start daarop zondig automatisch de volgende veiligheidsfuncties:

- de snelafschakeling van de reactor door het geven van een commando om alle regelbladen de kern in te bewegen;
- het isoleren van het primaire en het secundaire insluitsysteem door afsluiters dicht te sturen;
- het starten van de noodkoelsystemen door afsluiters in de gewenste stand te sturen en door pompen te starten;
- het starten van de noodventilatie door ventilatoren te starten en afsluiters in de gewenste stand te sturen;
- het starten van de noodstroomaggregaten en het aansturen van de nodige elektrische omschakelingen.

Het reactorbeveiligingssysteem bestaat uit drie onafhankelijke strangen. Per strang worden dezelfde procesvariabelen gemeten. Deze zijn echter afkomstig van aparte opnemers. Afwijkingen in het fysische proces worden veelal via twee verschillende parameters gemeten. Daardoor is - naast redundantie in opnemers - ook diversiteit in meetprincipes aanwezig. De drie strangen van het reactorbeveiligingssysteem stellen elk apart vast of de grenswaarde van een parameter wordt overschreden. Zodra twee van de drie strangen een overschrijding constateren, worden aanstuurcommando's gegeven aan - meestal twee redundante - componenten van een veiligheidssysteem, waardoor de gewenste acties worden uitgevoerd.

Niet alleen het reactorbeveiligingssysteem kan zorgdragen voor de automatische start van de nodige veiligheidssystemen; via handbediening kan ook de Wacht veiligheidssystemen starten en - op basis van het storingsverloop - de automatische acties verder uitbreiden of onderbreken. Alle informatie die de Wacht nodig heeft om de veiligheidssystemen te kunnen bedienen en bewaken is beschikbaar op aflees- en registratie-apparatuur.

De algehele bediening en bewaking van de centrale is in belangrijke mate geconcentreerd in de regelzaal. Op een aantal andere locaties zijn echter - met het oog op bijzondere situaties - eveneens bedienings- en bewakingsmogelijkheden aanwezig. Daarnaast zijn er, verspreid in de centrale, zelfstandige meet- en bewakingssystemen aanwezig. Daarmee wordt, onafhankelijk van de (proces)veiligheidssystemen, algemene informatie verzameld en gepresenteerd in de regelzaal.



8 De elektrische installatie

De elektrische installatie van de centrale (Figuur 3) is verdeeld in de (normale) eigen bedrijfsinstallatie, noodstroomdivisie I en noodstroomdivisie II.

Het elektrisch vermogen voor de centrale zelf wordt, in geval van een storing in de eigen vermogensvoorziening, betrokken van het openbare net. Dit gebeurt via drie (onafhankelijke) voedingen die garant staan voor een betrouwbare elektriciteitsvoorziening. De twee noodstroomdivisies zijn dusdanig van elkaar gescheiden dat een storing zich niet van de ene naar de andere noodstroomdivisie kan voortzetten. De gescheiden noodstroomdivisies voorzien de veiligheidssystemen - bij een willekeurige fout in de elektrische installatie - onder alle bedrijfsomstandigheden van elektrische voeding. Elk van beide noodstroomdivisies is namelijk voldoende om alle benodigde veiligheidssystemen van elektrische energie te voorzien. Elke divisie beschikt over drie systemen voor ononderbroken spanningen (respectievelijk 380/220-V wisselspanning, 220-V gelijkspanning en 24-V gelijkspanning). Deze systemen worden gevoed uit afzonderlijke accubatterijen.

Tijdens normaal bedrijf worden beide noodstroomdivisies vanuit het eigen bedrijf gevoed. Daarnaast beschikt elke noodstroomdivisie over twee afzonderlijke noodvoedingen: de zogeheten alternatieve voeding afkomstig uit het lokale 10-kV net, en een dieselaggregaat. De twee dieselgeneratoren zijn onder-

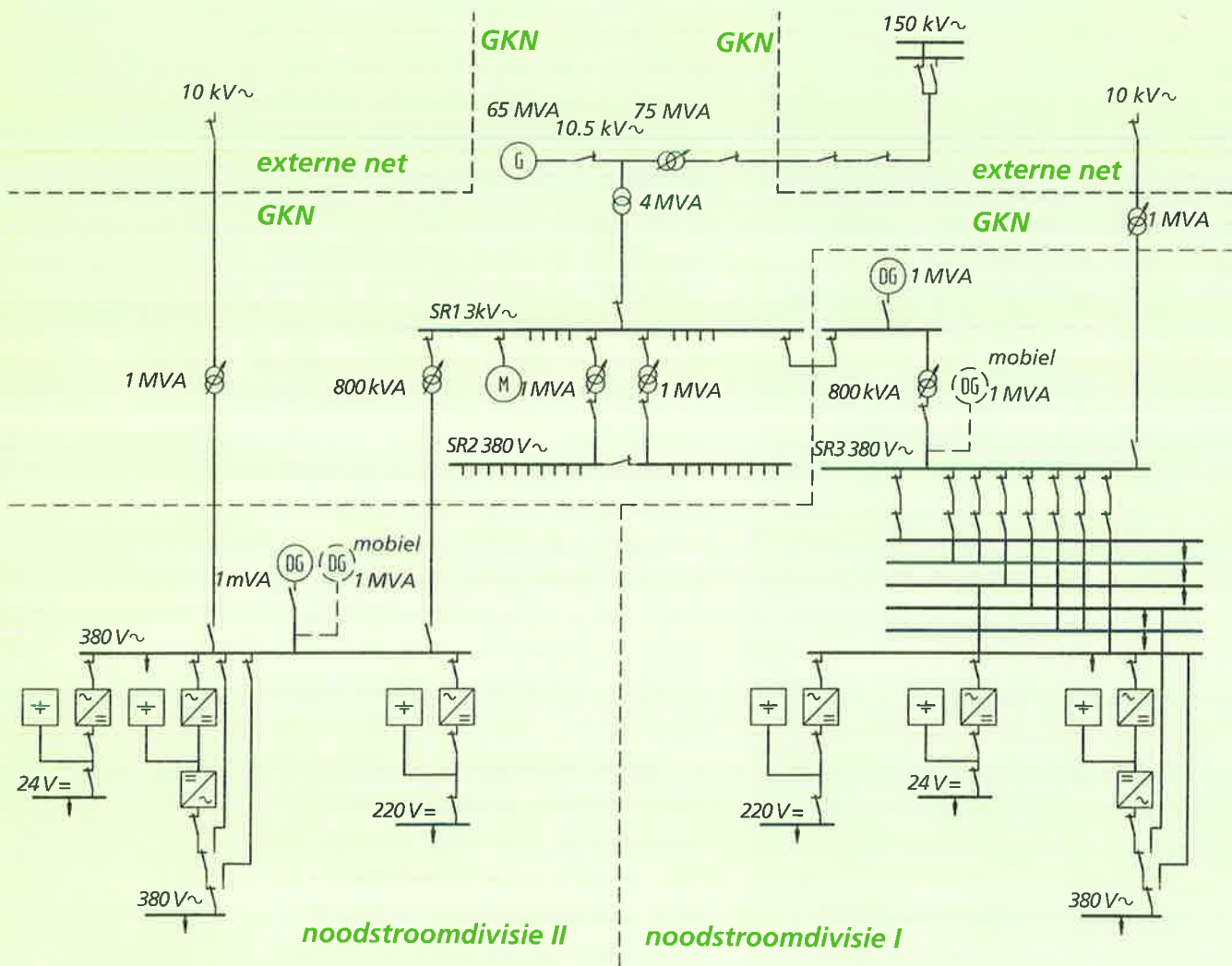
gebracht in gescheiden gebouwen.

Redundante veiligheidsrelevante verbruikers (systemen etc.) zijn zo aangesloten dat bij de uitval van één van de noodstroomdivisies hun functioneren gegarandeerd is. Enkele niet-redundant uitgevoerde veiligheidsrelevante verbruikers kunnen vanuit beide divisies worden gevoed. Hiermee wordt bereikt dat bij uitvallen van één van de divisies alle veiligheidssystemen voorzien blijven van spanning. Verbruikers die niet mogen worden blootgesteld aan korte spanningsonderbrekingen, zijn aangesloten op één van de drie ononderbroken voedingen.

Onder normale omstandigheden wordt de voeding van de centrale betrokken van het turbine/generator-systeem of eventueel van het landelijke 150-kV net. Bij wegvallen van het 150-kV net tijdens normaal bedrijf kan de centrale in eilandbedrijf functioneren. Na herstel van het 150-kV net wordt de koppeling hersteld.

Indien noch de generator noch het 150-kV net beschikbaar is, of indien zich storingscondities in het eigen bedrijf voordoen, treden automatisch de noodstroomvoedingen van beide noodstroomdivisies in werking. Elke divisie wordt dan ontkoppeld van het eigen bedrijf en overgeschakeld op de alternatieve voeding. Wanneer ook die uitvalt, levert het dieselaggregaat de nodige elektriciteit aan de desbetreffende noodstroomdivisie.

Figuur 3 Principeschema van de elektrische installatie.



9 Hulpssystemen

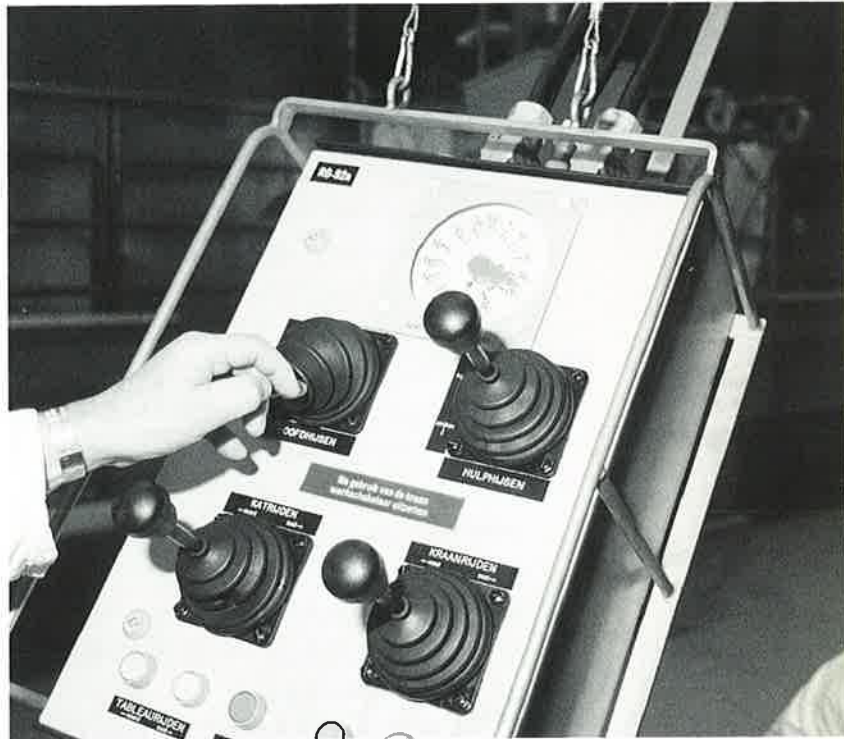
De centrale beschikt over diverse hulpssystemen voor het bedienen van de veiligheids- en bedrijfssystemen die een ondersteunende functie vervullen. De belangrijkste hulp-systemen worden kort behandeld.

Nieuwe en bestraalde splijstofelementen worden in speciale ruimten opgeslagen. Deze ruimten zijn zo ontworpen dat de verval-warmte die door de bestraalde elementen wordt afgegeven, veilig wordt afgevoerd.

Diverse systemen zorgen voor de toevoer, afvoer en opslag van water, dat voor allerlei doeleinden gebruikt wordt. Hierbij wordt zorg-vuldig onderscheid gemaakt tussen schone en potentieel radioactief besmette systemen. Koelwatersystemen zorgen voor de afvoer van de warmte die vrijkomt tijdens normaal bedrijf en bij het afschakelen, of wanneer nood-koeling van de centrale aan de orde is. De potentieel besmette systemen worden gekoeld via een gesloten koelwatersysteem dat op hogere druk werkt. Zo wordt lekkage van potentieel besmet water naar de omgeving voorkomen. Speciale aandacht wordt hierbij gegeven aan het bronwaterkoelsysteem. Dit is in staat om in extreme situaties - wanneer geen enkel ander systeem meer functioneert - koelwater naar de diverse systemen te voeren.

Via distributienetten worden de diverse systemen voorzien van stikstof en perslucht. Het stikstof-distributiesysteem wordt bovendien gebruikt voor het handhaven van een inerte atmosfeer in het primaire insluit-systeem. Dit wil zeggen dat een laag zuurstof-percentage wordt gehandhaafd. Bij eventueel vrijkomen van waterstofgas wordt zo het ontstaan van een brandbaar mengsel van zuurstof en waterstof tegengegaan.

Binnen alle ruimten van de centrale waar dat wenselijk is, wordt de lucht voortdurend verversd. Verder wordt op de essentiële plaatsen altijd een geringe onderdruk gehand-



haafd ten opzichte van de luchtdruk buiten de gebouwen. Op deze manier wordt voorkomen dat, wanneer er eventueel lekkage optreedt, radioactieve stoffen buiten de centrale komen. De ventilatielucht wordt via filters naar de ventilatieschacht afgevoerd. Daar controleert een continu monstername-systeem de ventilatielucht op mogelijke radio-activiteit. Door het nemen van diverse water- en luchtmonsters wordt de werking van de diverse systemen bewaakt.

Als de stroomvoorziening uitvalt, dan wordt deze door de noodstroomdivisies, met elk een onafhankelijke dieselgenerator, over-genomen. Daardoor blijven de vereiste voor-zieningen in functie en kan de centrale zonodig worden afgeschakeld. Naast de diverse systemen die nodig zijn voor de opwekking van elektriciteit, is tevens een adequaat netwerk aanwezig van systemen voor verlichting, com-municatie en alarmering, zowel binnen de centrale als naar de buitenwereld.

10 Het turbine/generator-systeem voor elektriciteitsopwekking

Via het voedingswatersysteem wordt voorverwarmd water naar het reactorvat gevoerd. De stoom die daar door verhitting van dit water wordt gevormd, wordt via een stoomleiding van het reactorvat naar het turbine/generator-systeem gevoerd. Daar doorloopt de stoom de stoomturbine. Deze drijft op zijn beurt een generator aan waarmee elektrische energie wordt opgewekt. Deze energie wordt afgegeven aan het openbare elektriciteitsnet. In een kerncentrale is het turbine/generator-systeem niet principieel anders dan in een centrale met een ketel die met fossiele brandstoffen wordt gestookt.

Na expansie in de turbine doorloopt de stoom de condensors, waarin zich een groot aantal pijpen bevindt. Door de relatief lage temperatuur van het koelwater uit de Waal dat door de condensorpijpen wordt gevoerd, condenseert de stoom tegen de buitenzijde van deze koude pijpen weer tot water. De uit het

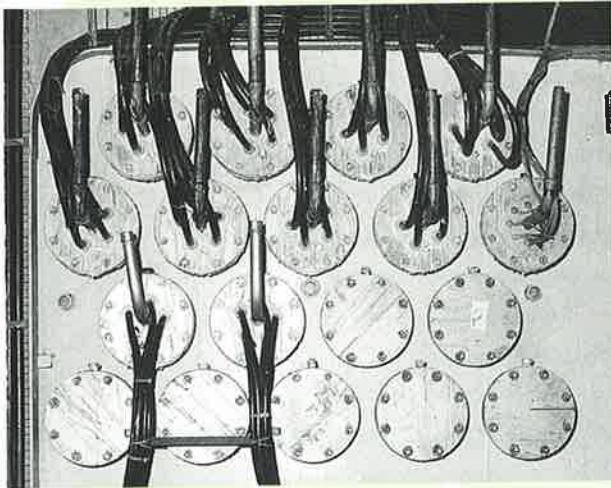
stoom- en turbinesysteem meegevoerde lucht en andere niet-condenseerbare gassen worden uit de condensors afgezogen en door filters geleid. Via de ventilatieschacht worden ze vervolgens afgevoerd naar de omgeving. Na passage door de condensorpijpen wordt het koelwater naar de Waal teruggevoerd.

De gecondenseerde stoom (condensaat) wordt uit de condensors gepompt en naar een reinigingsinstallatie gevoerd. Daar worden alle verontreinigingen uit het condensaat verwijderd. Na reiniging wordt het water verwarmd in zogeheten voorwarmers. Dit zijn vier in serie geplaatste warmtewisselaars, waarin het condensaat wordt voorverwarmd tot de gewenste temperatuur met uit de turbine afgetapte stoom. De kringloop wordt gesloten door het gereinigde, voorverwarmde water weer met behulp van hoge-drukpompen als voedingswater naar het reactorvat te voeren.



11 Radioactief afval

Tijdens het bedrijf van de centrale ontstaan radioactieve stoffen, vooral splijtingsproducten en actiniden. Omdat deze in de splijtstof ingesloten blijven, bevindt het grootste deel van de radioactiviteit zich in de reactorkern. Een ander deel zit in de bestraalde splijtstofelementen. Deze worden tijdelijk opgeslagen in het splijt-



stofopslagbassin, in afwachting van vervoer naar een opwerkingsfabriek of naar de landelijke ruimte voor interimopslag. Verder ontstaat radioactief afval door activering en door besmetting. Bij de verwerking van de afvalstromen speelt de aard van het afval een doorslaggevende rol. De belangrijkste gasvormige afvalstoffen zijn radioactieve stikstof (die door activering ontstaat) en radioactieve edelgassen. Nadat deze enige tijd zijn tegengehouden (vertraagd), waarbij de radioactiviteit van de stikstof en de kortlevende edelgassen vrijwel geheel is verdwenen, worden ze via filters door de ventilatieschacht afgevoerd. De filters dienen in het bijzonder voor de opvang van de meegevoerde sporen radioactief jodium en radioactieve stofdeeltjes. De restactiviteit in de afgevoerde lucht wordt continu bepaald via monsternamen.

Belangrijke radioactieve stoffen in het reactorwater zijn geactiveerde corrosieproducten, waaronder kobalt, mangaan en ijzer. Daarnaast kan dit water lage concentraties bevatten van splijtingsproducten zoals radioactief jodium en caesium. Deze kunnen zijn vrijgekomen door kleine lekkages van splijtstofelementen of uit materiaal dat is verontreinigd met uranium. Reactorwater, condensaat en water uit systemen die radioactieve stoffen bevatten, worden gereinigd door middel van filters, ionenwisselaars en indamping. Het gezuiverde water, dat nog sporen radioactieve stoffen bevat, wordt geloosd op de Waal. Daarbij wordt echter eerst gecontroleerd of de toegestane limieten niet worden overschreden.

Filters en ionenwisselaars, afkomstig van de waterzuiveringssystemen, en het natte afval dat niet verder kan worden bewerkt, worden na tijdelijke opslag, ontwatering en menging met cement in vaten gestort. Deze vaten worden volgens strikte procedures in transportcontainers opgeslagen en afgevoerd naar COVRA. Het vaste, droge radioactieve afval, zoals constructiedelen, wordt - voor zover mogelijk - samengeperst in vaten en eveneens naar deze organisatie afgevoerd.

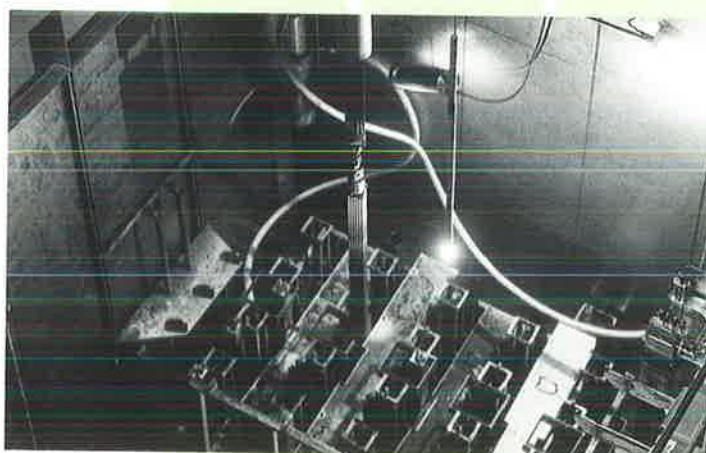
De hoeveelheden vrijgekomen radioactieve stoffen in lucht en oppervlaktewater worden geregistreerd. Periodiek vindt rapportage aan de overheid plaats. Daarnaast wordt het exposietempo in de directe omgeving van de centrale gemeten, evenals de concentratie van radioactieve stoffen in lucht, gras, melk en water (zowel oppervlakte- als grondwater). De resultaten worden ter beschikking gesteld aan de overheid en zijn daarna openbaar. Het Rijksinstituut voor Milieubeheer voert, in opdracht van de overheid, ter controle soortgelijke metingen uit.

12 Stralingsbescherming

De Kernenergiewet verplicht GKN om werknemers en omwonenden van de centrale te beschermen tegen blootstelling aan ioniserende straling. Het beleid van GKN ten aanzien van werknemers richt zich op het beperken en, zo mogelijk, voorkomen van blootstelling aan straling. Hiertoe wordt gewerkt volgens een programma waarin procedures en verantwoordelijkheden zijn vastgelegd. Bij de bescherming van omwonenden wordt het uitgangspunt gehanteerd dat hun risico kleiner moet zijn dan wat wettelijk als maximaal toelaatbaar is vastgesteld. Periodiek wordt onderzocht hoe een verdere beperking van de dosis kan worden bereikt.

De stralingsdeskundige is verantwoordelijk voor het invoeren van procedures ten behoeve van een optimale veiligheid en de controle op de naleving daarvan. Hij wordt daarbij ondersteund door de stralingscontroledienst. Deze dienst voert metingen uit, meldt de lozingen, registreert de doses van eigen personeel en personeel van derden, geeft adviezen omtrent gebruik van apparatuur en beschermingsmiddelen, en stelt voorschriften op ter beperking van de blootstelling aan ioniserende straling.

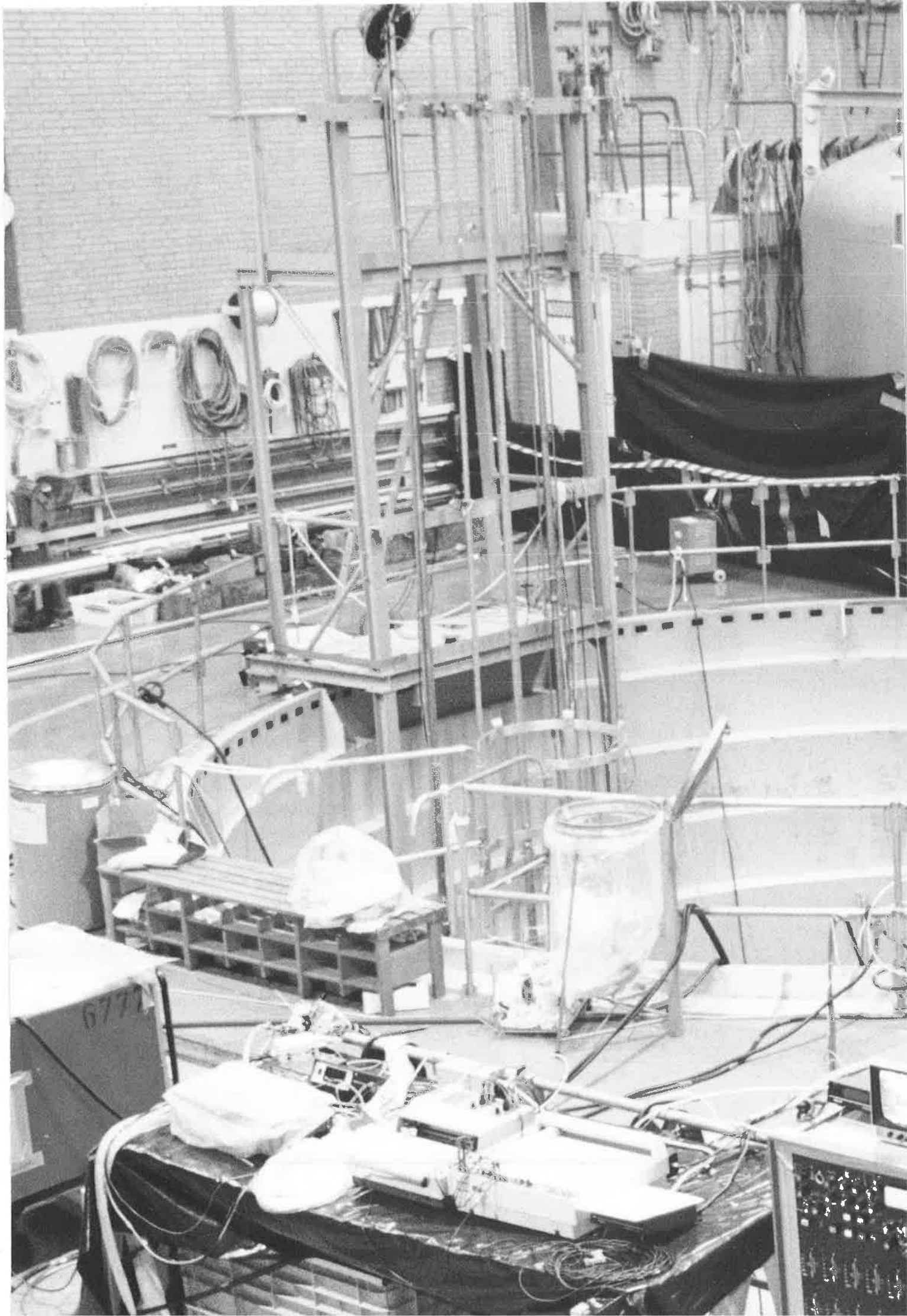
Organisatorische, procedurele en beschermende maatregelen tegen blootstelling moeten in- en uitwendige besmetting tegengaan. Bescherming tegen blootstelling



aan straling binnen de centrale gebeurt door stralingsbronnen af te schermen of door de ruimten waarin ze zijn geplaatst ontoegankelijk te houden. Systemen die een stralingsbron vormen worden bediend vanuit de regelzaal en/of vanaf een afgeschermd lokaal bedieningspaneel. Bescherming tegen in- en uitwendige besmetting is onder meer verkregen door een hoge mate van lekdichtheid van componenten en systemen waarin zich radioactieve vloeistoffen en gasen bevinden. Eventueel toch weggelekte radioactieve vloeistoffen worden afgevoerd en verwerkt; weggelekte radioactieve gasen worden verwijderd door ventilatiesystemen.

De stralingsbelasting van werknemers wordt beperkt door indeling van de centrale in een gecontroleerd en een niet-gecontroleerd gebied. Het gecontroleerde gebied (onder meer het reactor- en het turbinegebouw) is onderverdeeld in een tussenzone en een kernzone. Deze kernzone omvat een schoon gedeelte en twee besmettingszones, waarbinnen de kans op het vrijkomen van radioactiviteit verschillend is. Deze gebieden zijn van elkaar gescheiden door zogeheten 'overstapbanken'. Er gelden ook verschillende kledingvoorschriften.

Buiten het bedrijfsterrein vindt blootstelling plaats door directe straling uit de gebouwen. Deze is op de terreingrens echter al gering ten opzichte van de achtergrondstraling. Daarnaast worden radioactieve stoffen, conform de voorschriften, in lucht en water geloosd. De doses zijn zeer laag; de maximale dosis (in de directe omgeving van de centrale) leidt tot een individueel risico dat lager is dan toelaatbaar volgens de normen. Ook de consumptie van visserijproducten en het drinken van leidingwater dat aan de Waal wordt onttrokken, leiden niet tot overschrijding van de toelaatbare individuele dosis.



13 Bedrijfsvoering

De organisatiestructuur van GKN is in eerste instantie afgestemd op de normale bedrijfsvoering, inclusief bijzondere omstandigheden. Voor uitzonderlijke, zeer omvangrijke activiteiten

De bedrijfsorganisatie is gericht op het veilig en economisch verantwoord produceren van elektriciteit. Bij een kerncentrale zijn ongevallen, al dan niet gepaard gaande met lozing van radioactieve stoffen, echter nooit geheel uit te sluiten. Daarom zijn de wijze van besluitvorming en de te nemen maatregelen tijdens dergelijke omstandigheden vastgelegd in een (extern) overheidsalarmplan en een (intern) alarmplan.

Ter voorkoming van ongevalsituaties zijn goede procedures essentieel. Deze procedures regelen onder meer de beoordeling van wijzigingsvoorstellen t.a.v. de opbouw van de veiligheidsrelevante systemen. Dat geldt evenzeer voor wijzigingen van procedures, beproevingen en onderzoeken. De beoordeling van belangrijke activiteiten of wijzigingsvoorstellen vindt onafhankelijk plaats. Een audit-programma zorgt ervoor dat de beheersingsprogramma's effectief worden toegepast.

De procedures zijn te onderscheiden in administratieve, bedrijfs- en onderhoudsprocedures voor normale bedrijfsomstandigheden en bedieningsprocedures voor ongevalsituaties.

Een ander aspect dat nauw verbonden is met een veilige bedrijfsvoering, is de bewaking en beveiliging van de centrale. Binnen de mogelijkheden die de Nederlandse wetgeving biedt, is daarom een beveiligingsorganisatie opgezet met het doel de integriteit van de centrale en de eigendommen van GKN zeker te stellen. Dit mede om te voorkomen dat processen en materialen door onbevoegden worden beïnvloed.

(zoals modificatieprojecten) wordt een daarop toegespitste projectstructuur opgebouwd.

Van wezenlijk belang voor een goede bedrijfsvoering is de aanwezigheid van gekwalificeerd personeel, mensen die in staat zijn de toegekende verantwoordelijkheden te dragen. Het correct uitvoeren van de veelheid aan taken vergt niet alleen een goede opleiding van deze medewerkers, maar ook een regelmatige hertraining. Waar taken overgaan naar anderen, moet bovendien worden gezorgd voor een vervangingstraining. Al deze trainingen zijn gebonden aan voorschriften.



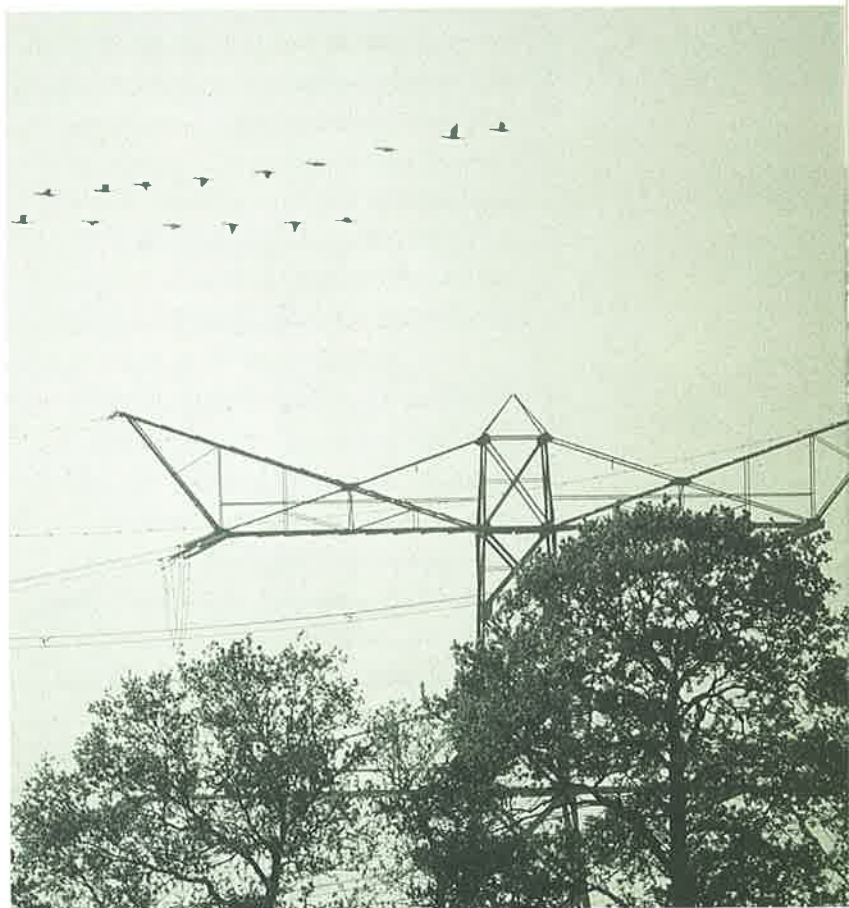
14 Het beproevingsprogramma voor modificaties van de installatie

Na uitvoering van modificaties dienen alle gewijzigde systemen te worden beproefd om aan te tonen dat aan de gestelde functionele eisen wordt voldaan. Gedurende de beproevingsperiode, vanaf het moment dat de montage gereed is tot het moment waarop de vermogensproductie wordt hervat, houdt een coördinatiegroep toezicht op alle proeven.

De uitvoering van het beproevingsprogramma is onderverdeeld in drie fasen:

- **acceptatiebeproevingen van onderdelen moeten aantonen dat het systeem waarvan zij deel uitmaken, volledig bedrijfs gereed is;**
- **beproevingen voor de inbedrijfname van systemen moeten aantonen dat het systeem aan de gestelde eisen voldoet;**
- **tijdens de integrale inbedrijfname wordt de onderlinge samenhang van alle systemen getest; dit gebeurt onder diverse, representatief te achten, bedrijfscondities.**

De bij GKN aanwezige kennis van bedrijfs- en beproevingservaringen zal, aangevuld met kennis die elders in de wereld is opgedaan met soortgelijke reactoren, in het beproevingsprogramma worden verwerkt. De verkregen resultaten worden door de coördinatiegroep beoordeeld en - bij gevonden afwijkingen - met de betrokken partijen besproken. Voordat de centrale weer in normaal bedrijf wordt genomen, moeten de resultaten in overeenstemming zijn met de eisen die door de vergunningverlenende instanties worden gesteld.



15 Ongevalsanalyses

Via analyses van bedrijfsstoringen en ongevallen, voor zover niet veroorzaakt door externe invloeden, is nagegaan hoe de systemen van de centrale dergelijke gebeurtenissen beheersen. De wijze waarop de centrale is ontworpen tegen externe invloeden zoals overstroming, storm of aardbeving, staat beschreven in hoofdstuk 3; de zogeheten 'buiten-ontwerpongevallen' worden in hoofdstuk 19 besproken.

De analyses van ontwerpongevallen geven de gevolgen aan van inleidende gebeurtenissen (eventuele overschrijding van technische criteria en onbedoelde lozingen van radioactieve stoffen). Naarmate de verwachte frequentie van een inleidende gebeurtenis toeneemt, moeten de gevolgen geringer zijn. De talrijke inleidende gebeurtenissen zijn onderverdeeld in vijf categorieën, op basis van de verwachte frequentie van optreden:

- **normaal bedrijf: alle bedrijfstoestanden die een groot aantal keren per jaar kunnen optreden of gedurende lange tijd voortduren (bijv. vermogensproductie, opstarten);**
- **bedrijfsstoringen: verwachte frequentie 0,1 - 1 maal per reactorbedrijfsjaar;**
- **gebeurtenissen met matige frequentie: verwachte frequentie 0,01 - 0,1 maal per reactorbedrijfsjaar;**
- **gebeurtenissen met lage frequentie: verwachte frequentie 0,0001 - 0,01 maal per reactorbedrijfsjaar;**
- **gebeurtenissen met zeer lage frequentie: verwachte frequentie 0,000001 - 0,0001 maal per reactorbedrijfsjaar.**

Gebeurtenissen uit de eerste categorie en een groot aantal uit de tweede categorie hebben geen gevolgen voor de omgeving.

Op basis van veiligheidsbeschouwingen zijn de gepostuleerde inleidende gebeurtenissen onderverdeeld in acht klassen:

- **afname van temperatuur van koelwater;**
- **toename van reactordruk;**
- **afname van het debiet van het koelwater door de kern;**
- **storingen van reactiviteit en van vermogensverdeling;**
- **toename van de hoeveelheid koelwater;**
- **afname van de hoeveelheid koelwater;**
- **lekkage van radioactiviteit uit deelsystemen of componenten;**
- **een transiënt zonder snelafschakeling van de reactor.**

Voor elke inleidende gebeurtenis worden de oorzaken vastgesteld, de verwachte frequentie bepaald en het ongevalsverloop beschreven (ook de automatische acties vanuit het reactorbeveiligingssysteem en de acties van de Wacht). Verder worden de reacties van de systemen geanalyseerd, het gedrag van de barrières bepaald, en de gevolgen van radioactieve lozingen gekwantificeerd. Conservatieve aannames worden als zodanig vermeld.

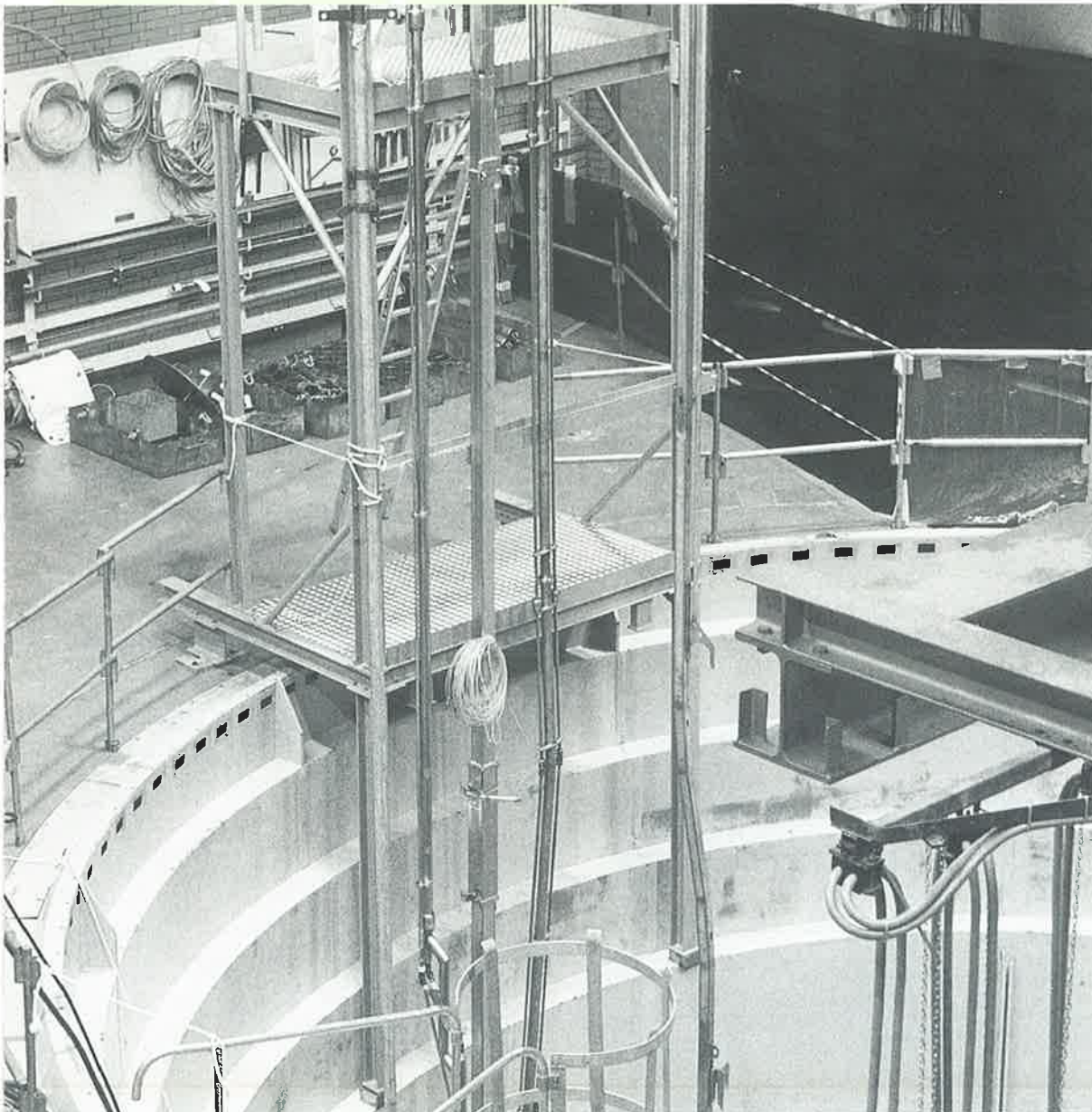
Uit de analyses blijkt dat geen van de inleidende gebeurtenissen leidt tot beschadiging van de reactorkern en dat de stralingsdoses beneden de toegestane waarden blijven.

16 Technische Specificaties

Voor een veilige bedrijfsvoering van de centrale is het van belang dat tijdens alle normaal voorkomende bedrijfstoestanden aan bepaalde voorwaarden wordt voldaan en dat vastgestelde grenswaarden niet worden overschreden. Zo worden situaties vermeden die tot een ongeval zouden kunnen leiden en worden de nadelige gevolgen van een desondanks optredend ongeval zoveel mogelijk beperkt.

Als niet aan de gestelde eisen kan worden voldaan, moet de reactor naar een veilige, koud-onderkritieke toestand worden gebracht.

De diverse voorwaarden en grenswaarden zijn vastgelegd in de Technische Specificaties. Daarin worden tevens de metingen en beproevingen beschreven die moeten worden uitgevoerd om de beschikbaarheid van systemen en componenten aan te tonen en zeker te stellen.



17 Kwaliteitsborging

Formele kwaliteitsborgingsprogramma's voor in bedrijf zijnde nucleaire installaties zijn als zodanig in Nederland betrekkelijk nieuw. Voor kerncentrales zijn de eerste regels op dit terrein van kracht geworden via NVR 1.3 (1989). In 1991 volgden hierop aanvullende en ondersteunende richtlijnen (NVR 2.3.1 - 2.3.11). De Nederlandse regels zijn in sterke mate gebaseerd op de 'Codes' en 'Safety Guides' van het IAEA. Deze zijn tot stand gekomen in samenwerking tussen de internationale lichamen die met nucleaire regelgeving zijn belast, en de nucleaire industrie.

In de periode voorafgaand aan de inbedrijfname van de KCD waren de van toepassing zijnde maatregelen aanvankelijk geënt op de Nederlandse regelgeving en normen, en - voor zover het componenten van General Electric (Verenigde Staten) betrof - op het Amerikaanse kwaliteitsborgingsprogramma dat de voorloper vormde van dat van het IAEA.

De huidige maatregelen van GKN op het gebied van de op de NVR gebaseerde kwaliteitsborging vallen in twee groepen uiteen. Enerzijds betreffen zij het onder normale en bijzondere omstandigheden bedrijven van de centrale; anderzijds hebben zij betrekking op het uitvoeren van speciale projecten zoals



belangrijke modificaties. De maatregelen die voor alle omstandigheden zijn getroffen om de activiteiten te beheersen die de veiligheid en kwaliteit beïnvloeden, betreffen onder meer:

- **bestuurlijke activiteiten zoals:**
 - organisatie, personeel en opleidingen;
 - het kwaliteitsborgingsprogramma met de daarbij behorende procedures, instructies en tekeningen;
 - beheersing van afwijkingen, alsmede corrigerende maatregelen;
 - beheersing van documenten en het in stand houden van een correcte registratie- en archiveringssysteem;
- **uitvoerende activiteiten zoals:**
 - ontwerp en/of modificatie;
 - inkoop van goederen en diensten;
 - beheer van zaken waaronder traceerbaarheid van materialen, componenten, onderdelen en processen, alsmede behandeling, opslag en transport van zaken;
 - keuringen en beproevingen, alsmede het beheer van meet- en beproevingsapparatuur en van de correcte status hiervan;
- **beoordelingsactiviteiten zoals:**
 - periodieke interne en externe audits;
 - periodieke beoordeling door de bedrijfsleiding van alle voor de veiligheid belangrijke aspecten van de centrale.

18 Interactie tussen mens en machine

Een juiste interactie tussen mens en machine is essentieel voor het veilig functioneren van de centrale. Deze interactie is zodanig geoptimaliseerd dat de kans op ongevallen hierdoor tot een minimum is beperkt. Dit is bereikt door maatregelen op verschillende niveaus. Ze zijn gericht op het ontwerp van systemen en voorzieningen in en buiten de regelzaal, op het functioneren van de Wacht, en op de procedures.

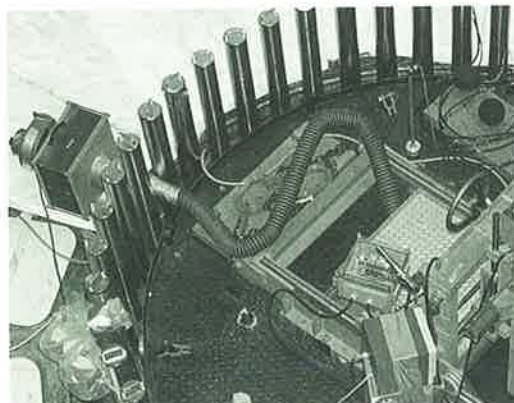
De informatie- en bedieningsmiddelen zijn zodanig ontworpen dat eventuele fouten die door de Wacht kunnen worden gemaakt bij het opnemen van informatie en bij het uitvoeren van handelingen, tot een minimum worden beperkt. In de regelzaal is daarom zeer veel aandacht geschonken aan een systeemgeoriënteerde indeling, een overzichtelijke rangschikking door middel van markeringen en groeperingen, een taak- en probleemgerichte presentatie en bewerking van informatie, en de inrichting van de werkplek. Buiten de regelzaal is, voor lokale bedieningshandelingen en voor reparatie- en onderhoudswerkzaamheden, tevens rekening gehouden met de voor die plaatsen specifieke eisen. Deze betreffen toegankelijkheid, optimale taakuitoefening en werkomstandigheden. Automatische meet- en regelapparatuur ontlast het personeel van routine-activiteiten. Bovendien zijn daarvoor in aanmerking komende systemen zo ontworpen dat zij voldoen aan de eisen die voortvloeien uit het zogeheten 30-minuten criterium voor het automatisch in werking stellen van veiligheidsvoorzieningen.

De verantwoordelijkheden en bevoegdheden van de Wacht zijn duidelijk gespecificeerd. Een goede coördinatie van taken, zoals zorgvuldige werkvoorbereiding, bevordert het goed functioneren van de Wacht. Tijdens normaal bedrijf moet de Wacht ervoor zorgdragen dat

elektriciteit wordt geproduceerd in overeenstemming met de Technische Specificaties. Daarbij heeft de Wacht de taak voortdurend na te gaan of de status van de installatie verandert. Op basis daarvan dient zij te beslissen welke procedures van toepassing zijn. Bij storingen en ongevallen die een potentiële bedreiging inhouden voor de veiligheidsbarrières, is het de taak van de Wacht om zeker te stellen dat de actieve veiligheidssystemen naar behoren functioneren. Daarbij moeten de consequenties van een eventueel ongeval, zo mogelijk, worden geminimaliseerd. De Wacht heeft voor de uitoefening van deze taken de beschikking over drie typen procedures:

- **procedures voor normaal bedrijf, ondersteund door instructies uit de bedrijfsvoorschriften;**
- **procedures voor afwijkende bedrijfsomstandigheden, die aanwijzingen geven voor de bediening bij afwijkend gedrag van systemen;**
- **noodbedieningsprocedures, ontwikkeld als leidraad voor bedieningshandelingen in geval van lozingen of ongevallen.**

Voor het toepassen van procedures en instructies wordt in ruime mate groepsgewijs door de Wacht getraind op een specifiek voor de KCD ontworpen simulator.



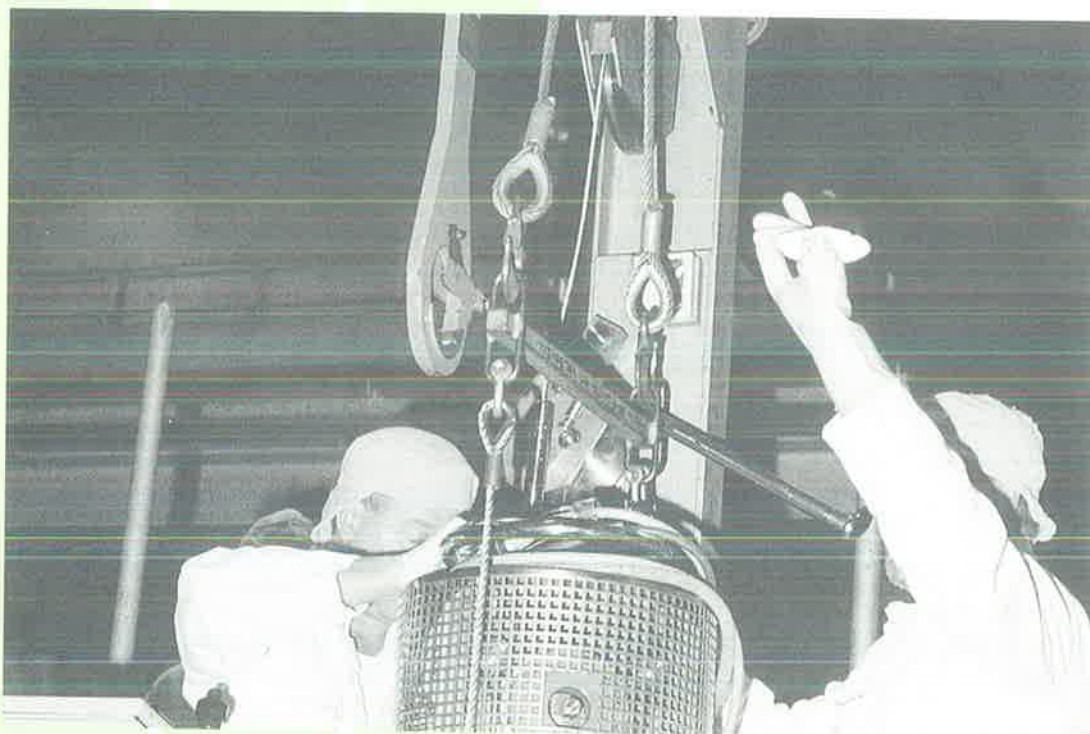
19 Buiten-ontwerpongevallen

GKN heeft een probabilistische veiligheidsanalyse (probabilistic safety analysis: PSA) van de centrale laten uitvoeren. Volgens het Nederlands risicobeleid dient bij een buiten-ontwerpongeval of de dreiging daarvan te worden voldaan aan criteria voor zowel het individuele als het groepsrisico (ook wel 'maatschappelijk risico' genoemd). Toetsing van de resultaten van de PSA aan deze criteria levert als resultaat op dat het individuele risico dat voortvloeit uit het bedienen van de centrale vrijwel gelijk is aan de gestelde norm en dat het groepsrisico geringer is dan de norm toelaat.

Het ontwerp van de centrale is per definitie gebaseerd op ontwerpongevallen. Voor de beheersing van buiten-ontwerpongevallen zijn dus extra voorzieningen nodig. Hierbij wordt voortgebouwd op het veiligheidsconcept van de centrale. De extra maatregelen

die worden genomen, zijn gericht op het behoud van de integriteit van de reactorkern, het reactorvat en het primaire insluitsysteem. Buiten-ontwerpsituaties die hierbij aan de orde komen, betreffen 'station blackout' (het volledig wegvallen van de externe wisselstroomvoorziening), 'ATWS' (anticipated transient without scram = het niet afschakelen van de reactor op een moment dat de situatie daarom vraagt), en verlies van de functie van de regelzaal.

Kenmerk van de extra maatregelen is het gebruik van systemen voor een ander dan het eigenlijke doel, als consequentie van de noodbedieningsprocedures. Daartoe zijn soms aanpassingen van of toevoegingen aan deze systemen nodig. De additioneel beschouwde buiten-ontwerpsituaties worden procedureel afgedekt door de noodbedieningsprocedures.



20 Niet-nucleaire milieu-aspecten

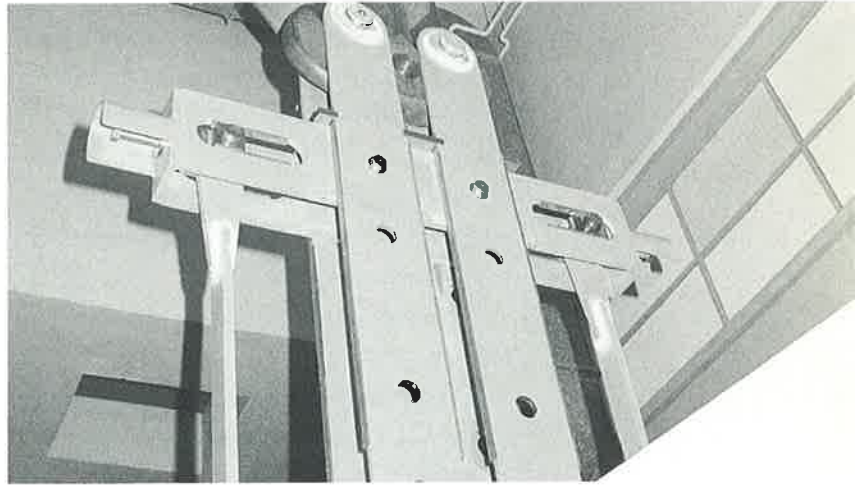
Bij een omvangrijke installatie zoals een kerncentrale dienen ook de niet-nucleaire aspecten van bescherming van mensen, planten, dieren en goederen te worden bekeken. Dit is als doelstelling voor de KCD vastgelegd. Om deze doelstelling te bereiken is een Bedrijfsintern Milieuzorgsysteem (BIM) opgezet. Dit maakt deel uit van het kwaliteitszorgsysteem. Zo wordt de conventionele milieuzorg in de totale bedrijfsvoering opgenomen.

GKN heeft in 1992 een begin gemaakt met de invoering van het BIM. In de eerste fase zijn de verplichtingen geïnventariseerd en geordend in een meerjaren-actieplan. Vervolgens is vastgesteld en gedocumenteerd welke functionarissen voor de uitvoering van de verplichtingen verantwoordelijk zijn. Aansluitend is onderzocht of er nog andere milieuregels van toepassing zijn, waarvoor geen vergunningen zijn verleend, maar die wel verantwoordelijkheden geven. Ook deze verantwoordelijkheden zijn vastgelegd en gedocumenteerd.

Op de niet-nucleaire milieu-aspecten is de Wet Milieubeheer van toepassing. Deze moet worden gezien als een algemene milieuwet, met daarin opgenomen hoofdstukken over inrichtingen, plannen, milieukwaliteitseisen en handhaving. De Wet streeft naar de grootst mogelijke bescherming van het milieu, tenzij die redelijkerwijze niet kan worden gevergd. Naast de milieu-aspecten die worden geregeld in de Wet Milieubeheer en de Kernenergiewet, worden specifieke milieu-aspecten betreffende oppervlaktewaterverontreiniging geregeld in een vergunning ingevolge de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren.

Bij de KCD is door het toepassen van doelvoorschriften en maatregelen gewaarborgd dat de gevolgen voor de volksgezondheid en het milieu zoveel mogelijk beperkt blijven. Voor

zover de Wet Milieubeheer met een vergunningssysteem werkt, bestaan er voor de daarin genoemde onderwerpen in het algemeen standaardvoorschriften. De volgende potentiële milieuproblemen en de in dat verband genomen maatregelen worden in dit hoofdstuk van het Veiligheidsrapport behandeld:



- **luchtverontreiniging door emissie van stoffen in de atmosfeer die een gevaar voor de volksgezondheid opleveren, danwel in algemene zin een bijdrage leveren aan de luchtverontreiniging;**
- **brand- en/of explosiegevaar;**
- **bodem- en/of grondwaterverontreiniging;**
- **grondwateronttrekking;**
- **oppervlaktewaterverontreiniging;**
- **geluidshinder;**
- **visuele aspecten;**
- **overige hinder, zoals stank- en/of stofhinder, storing van radio- en/of tv-ontvangst en verkeersoverlast.**

21 Ontmanteling

Na het verstrijken van de levensduur van de centrale wordt deze definitief buiten bedrijf gesteld en daarna ontmanteld. Onder ontmanteling wordt verstaan: 'alle acties die worden ondernomen na het definitief uit bedrijf nemen van de installatie en die zijn gericht op de bescherming van mens en milieu'. Het primaire doel van de ontmanteling is het veilig afvoeren van de splijtstof en het afbreken en afvoeren van de radioactieve materialen met zo min mogelijk nadelige gevolgen voor personeel, omwonenden en milieu. Bij de ontmanteling worden drie fasen onderscheiden: veilige omsluiting, gedeeltelijke ontmanteling en eind-ontmanteling.

De achterliggende gedachte bij de eerste fase (veilige omsluiting) is de volgende. Door natuurlijk verval zal de latere ontmanteling een (veel) geringere stralingsbelasting tot gevolg hebben en mogelijk goedkoper zijn dan onmiddellijke opruiming. In deze fase worden de splijtstofelementen en de radioactieve bedrijfsstoffen verwijderd zoals dat tijdens het normale bedrijf gebruikelijk was. Verder worden de nucleaire systemen gedecontamineerd. Hiermee wordt ca. 99% van de radioactiviteit van de locatie verwijderd. De resterende gebouwen en installaties bestaan uit een deel waarin radioactiviteit aanwezig is en een deel waarin dat niet het geval is. Het gaat hierbij om geactiveerde materialen en onderdelen die al dan niet gedeeltelijk besmet zijn door radioactieve verontreinigingen. Via een meet- en inspectieprogramma worden de stralingsniveaus in de gebouwen vastgelegd en bewaakt.

De resterende radioactieve delen worden op de vestigingsplaats veilig ingesloten, waarbij de bewaking gehandhaafd blijft. De gebouwen en terreinen blijven toegankelijk voor controle en inspectie.



In de tweede fase wordt een deel van de radioactieve en de niet-radioactieve gebouwdelen en componenten afgevoerd. Het niet-radioactieve deel kan grotendeels op de normale wijze worden behandeld. De overgebleven radioactieve resten worden ingesloten voor langdurige opslag; de bewaking en de toegankelijkheid blijven gehandhaafd. Slechts een klein deel van de installatie blijft hierbij staan.

In de derde fase (eind-ontmanteling) worden alle radioactieve en niet-radioactieve delen van de installatie opgeruimd. De radioactieve delen worden afgevoerd naar een daartoe ingerichte opslagplaats. Eind-ontmanteling betekent dus het nemen van de nodige stappen om de locatie van de centrale terug te brengen in een toestand die afhangt van de nieuwe bestemming.

De uiteindelijke wijze van ontmanteling van de KCD zal mede afhangen van de technieken die internationaal worden ontwikkeld. Hierbij zal worden uitgegaan van een vooraf opgesteld ontmantelingsplan. Tijdens de ontmanteling zal ervoor worden zorggedragen dat de stralingsbelasting voor het personeel en de omgeving zo laag mogelijk blijft en binnen de geldende normen.

22 Bedrijfservaringen

De KCD heeft een bedrijfservaring van ruim 25 jaar. De belangrijkste en meest principiële ervaring is de gebleken mogelijkheid om de installatie en de organisatie continu op flexibele wijze aan te passen aan de voortdurend veranderende inzichten en regelgeving. Deze liggen op het terrein van zowel de nucleaire als de niet-nucleaire veiligheid, de stralingsbescherming, de kwaliteitszorg, de opleiding en training van personeel, en de positie binnen de samenleving.

Daarnaast werden bijzondere technische prestaties geleverd, zoals op het gebied van onderwater-stiftlassen op afstand, het realiseren van een vrijwel lekdichte splijtstof-omhulling, het vergroten van de opbrand van de splijtstof, het drastisch verlagen van de stralingsdoses voor het personeel, en het evenzeer drastisch verlagen van de lozingen van radioactieve stoffen op de omgeving. De aandacht voor deze aspecten vloeit voort uit de doelstelling om kennis en inzicht te verwerven op het gebied van kernfysica en kerntechniek.

Daarnaast heeft de centrale, ook wereldwijd gezien, een uitzonderlijk hoge beschikbaarheidsgraad.

Deze positieve ervaringen waren alleen mogelijk door de combinatie van het ontwerp en de grote inzet en betrokkenheid van medewerkers; het personeel van de KCD zelf en van de bedrijven die deel uitmaken van de nucleaire infrastructuur. Deze betrokkenheid, die ook is blijven bestaan in de periode dat het maatschappelijk draagvlak voor kernenergie aanzienlijk afnam, vormt de beste garantie voor de succesvolle afloop van toekomstige aanpassingen.



