

519-69



**Evaluatierapport m.e.r.
Modificaties Kernenergie-eenheid centrale Borssele**

MERlijn / OAG
Koninginnegracht 23, 2514 AB, Den Haag
tel. (070) 426 00 40, fax (070) 426 00 41
e-mail : merlijn@oag.nl
<http://www.oag.nl>

Den Haag : 1 mei 2000
Document : VR\KCB-99.3508/2
Printdatum : 1 mei 2000

Dit onderzoek dient ter voldoening van Art. 7.39 van de Wet milieubeheer.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van:
het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer;
het Ministerie van Economische Zaken;
het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid.

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	1
1 INLEIDING	3
2 DE ACTIVITEIT	5
3 EMISSIES EN AFVOER VAN RADIOACTIEVE STOFFEN	11
4 RESULTATEN OMGEVINGSMEETPROGRAMMA	15
5 GRONDWATER	19
6 GELUID	21
7 DE BEHEERSING VAN WATERSTOFEXPLOSIES	25
8 RESULTATEN PROBABILISTISCHE RISICOANALYSE	27
9 STORINGEN	31
10 REFERENTIELIJST	37
BIJLAGE 1 Projectgegevens	
BIJLAGE 2 Overzicht wijzigingen	
BIJLAGE 3 Jaaroverzichten lozingen	
BIJLAGE 4 Omgevingsmeetnet en resultaten omgevingsmeetprogramma	
BIJLAGE 5 Peilbuisgegevens grondwaterstanden	
BIJLAGE 6 Overzicht vergunningposities geluidsmetingen	
BIJLAGE 7 Overzicht storingen met melding aan de overheid	
BIJLAGE 8 Overzicht bedrijfsvoering 1997 en 1998	

SAMENVATTING EN CONCLUSIE

Aanleiding

De N.V. Elektriciteits-Productiemaatschappij Zuid-Nederland (NV EPZ) heeft sinds 1973 in Borssele een kernenergie-eenheid in bedrijf. In de Kernenergiewet-vergunning is verplicht gesteld dat 10 jaarlijks de uitgangspunten van het ontwerp vergeleken dienen te worden met de dan geldende inzichten op het gebied van nucleaire veiligheid en stralenbescherming. Dit onderzoek heeft in de periode 1991 - 1992 plaatsgevonden. Naar aanleiding van de uitkomsten heeft de EPZ een voorstel gedaan voor een aantal veiligheidsverhogende wijzigingen (modificaties).

Bij de vergunningaanvraag voor de modificatie is een milieueffectrapport (MER) ingediend. Het MER geeft een prognose van de milieu-effecten van de voorgenomen wijzigingen. Mede op basis van het MER heeft het bevoegd gezag de NV EPZ vergunning verleend voor het wijzigen van de centrale. De centrale is medio 1997 in gewijzigde vorm weer in bedrijf genomen. Het bevoegd gezag dient onderzoek te doen naar de daadwerkelijk opgetreden milieugevolgen, teneinde tijdig maatregelen te kunnen nemen indien de gevolgen voor het milieu groter zijn dan bij vergunningverlening werd verwacht. Het voorliggende rapport bevat de resultaten van deze zogenaamde evaluatie m.e.r. voor de modificatie van de kerncentrale Borssele. De evaluatieperiode omvat de jaren 1997 en 1998.

Resultaten

Ten tijde van het MER (1993) bestond er ten aanzien van twee onderwerpen nog onduidelijkheid, namelijk: de beste manier om bij een eventueel kernsmeltongeval de kans op waterstofexplosies te verminderen én de definitieve uitkomsten van de zogenoemde Probabilistische Risicoanalyse (PSA). In de vergunning werd aangegeven dat deze leemten in kennis in de evaluatie in ieder geval aan de orde zouden worden gesteld. Ten aanzien van deze onderwerpen kan nu het volgende worden gemeld.

Beheersing waterstofexplosies

Voor de beheersing van waterstofexplosies heeft de NV EPZ in navolging van andere Europese landen gekozen voor Passieve Autokatalytische Recombinatoren (PAR's). Deze zijn verspreid binnen de veiligheidsomhulling geplaatst. De PAR's bevorderen de reactie tussen zuurstof en waterstof onder vorming van water, waardoor een eventuele waterstofconcentratie binnen de veiligheidsomhulling daalt. De kans op ontbranding c.q. waterstofexplosie wordt hiermee aanzienlijk verminderd. Een recent onderzoek van de KEMA heeft uitgewezen dat PAR's voor dit moment de best bekende oplossing is en dat daarmee het restrisico op waterstofexplosies verwaarloosbaar klein is. Hiermee is de leemte in kennis uit de MER met betrekking tot waterstofexplosies afdoende ingevuld.

Stand van zaken PSA

Een PSA is een mathematisch/technisch hulpmiddel om de veiligheid van de centrale in beeld te brengen. Ten tijde van het MER was deze PSA nog niet voor alle bedrijfstoestanden voltooid. In het MER werd daarom volstaan met (conservatieve) schattingen. De NV EPZ beschikt nu overeenkomstig de vergunning over een voltooid PSA-model dat telkens weer op grond van nieuwe inzichten en veranderingen wordt geactualiseerd. De resultaten van de laatste PSA wijzen uit dat de schattingen in het MER inderdaad aan de voorzichtige kant waren en voorts dat de modificatie de risico's aanzienlijk heeft verkleind. De resterende risico's voldoen ruimschoots aan de normen. Hiermee is ook deze leemte in kennis ingevuld.

De modificatie is alleen van invloed op veiligheid c.q. de beperking van de gevolgen van ernstige ongevallen en niet op emissies en immissies van radioactieve stoffen bij normaal bedrijf. Omwille van de volledigheid zijn deze aspecten in deze evaluatie wel aan de orde gesteld. De emissies en immissies passen zoals mocht worden verwacht in het beeld van de voorgaande jaren en geven geen aanleiding tot het maken van bijzondere opmerkingen.

De milieuaspecten die naar aanleiding van de modificatie mogelijk wel gewijzigd zouden kunnen zijn, zijn grondwaterstand en geluid.

Grondwaterstand

Om in geval van noodsituaties onafhankelijk van de Westerschelde te kunnen voorzien in koelwater werd een bronnenveld aangelegd waarmee grondwater kan worden opgepompt. Het grondwater wordt onttrokken aan het tweede watervoerend pakket op een diepte van circa 25 meter. Enkele keren per jaar wordt bij wijze van proef gedurende een korte tijd een beperkte hoeveelheid grondwater onttrokken. Peilbuisgegevens wijzen uit dat deze onttrekkingen niet van invloed zijn op de ondiepe grondwaterstand. Het is niet aannemelijk dat ook grotere onttrekkingen een merkbare invloed zullen hebben op de ondiepe grondwaterstand.

Geluid

Een van de wijzigingen omvatte het plaatsen van twee noodstroomdiesels in een nieuw noodstroomdieselgebouw en het handhaven van een noodstroomdiesel in het al bestaande gebouw. Af en toe worden de diesels om beurten getest. Controlemetingen en berekeningen wijzen uit dat de equivalente geluidsniveaus bij het proefdraaien beneden de in de vergunning gestelde grenswaarden blijven. Ook de pompen van het bovengenoemde bronnenveld zouden van invloed kunnen zijn op het geluid. De geluidemissie van deze pompen is echter dermate gering dat bij proefdraaien het geluid van de pompen wegvalt tegen het al heersende geluidsniveau van normaal bedrijf.

Conclusie

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat de leemten in kennis die bij de vergunningverlening nog bestonden thans voldoende zijn ingevuld en dat de daadwerkelijk opgetreden milieugevolgen de resultaten van het milieu-effectrapport bevestigen en zelfs over het algemeen gunstiger uitkomen.

I INLEIDING

De N.V. Electriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland (NV EPZ) heeft sinds 1973 in Borssele een kernenergie-eenheid met een vermogen van 449 MWe in bedrijf. In de Kernenergiewet-vergunning is verplicht gesteld dat 10-jaarlijks de uitgangspunten van het ontwerp vergeleken dienen te worden met de dan geldende inzichten op het gebied van nucleaire veiligheid en stralenbescherming. Deze evaluatie heeft in de periode 1991 - 1992 plaatsgevonden. Op basis van de discrepantie tussen het ontwerp en het op dat moment wenselijk te achten veiligheidsniveau, is door NV EPZ een pakket aan veiligheidsverhogende maatregelen (modificaties) voorgesteld.

De toezichthouders, te weten de Directeur Kernfysische Dienst (korte tijdshalve 'Directeur KFD') en de Hoofdinspecteur van de Volksgezondheid voor de Milieuhygiëne ('Hoofdinspecteur voor de Milieuhygiëne'), konden er mee instemmen dat dit pakket aan maatregelen als uitgangspunt zou dienen voor verdere uitwerking en besluitvorming. Vervolgens is door de NV EPZ op 20 december 1993 een vergunningaanvraag ingediend voor het implementeren van de voorgestelde wijzigingen.

Op basis van deze vergunningaanvraag is op 2 augustus 1994 aan de NV EPZ onder kenmerk E/EE/KK/94053428 vergunning verleend krachtens de Kernenergiewet voor het wijzigingen van de kernenergiecentrale Borssele. Ten behoeve van de besluitvorming over die vergunning is destijds de procedure voor de milieu-effectrapportage (m.e.r.) doorlopen. Bijgevolg is de vergunning verleend mede op basis van de in het milieu-effectrapport (MER) beschreven milieugevolgen.

Nadat de Afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State bij uitspraak van 29 juni 1998 voornoemde vergunning op formele gronden had vernietigd, is op 26 mei 1999 onder kenmerk E/EE/KK/99004681 opnieuw een gelijklopende vergunning verleend. Daarbij werd opnieuw het eerder genoemde MER betrokken. In de nieuw verleende vergunning werd dienaangaande geconcludeerd dat het MER van 1993 inhoudelijk aan de daaraan te stellen eisen voldeed en opnieuw kon dienen als basis voor de besluitvorming.

Krachtens de artikelen 7.37, tweede lid, en 7.39 t/m 7.43 van de Wet milieubeheer dient door het bevoegd gezag een onderzoek plaats te vinden naar de daadwerkelijk opgetreden gevolgen voor het milieu wanneer de activiteit wordt ondernomen of is ondernomen. Indien uit dit evaluatieonderzoek mocht blijken dat de vergunde activiteit in belangrijke mate nadeliger gevolgen voor het milieu heeft dan die welke bij het nemen van het besluit werden verwacht dan kan het bevoegd gezag naar haar oordeel maatregelen nemen om de milieugevolgen te verzachten dan wel weg te nemen.

De voorgestelde wijzigingen zijn uitgevoerd en de centrale is in gewijzigde toestand in juli 1997 weer in bedrijf gesteld. In de vergunning is aangekondigd dat het evaluatieonderzoek de periode bestrijkt vanaf de realisatie van de modificaties tot 2 jaar daarna. Dit rapport bevat de resultaten van het evaluatieonderzoek. Het onderzoek heeft betrekking op de jaren 1997 en 1998.

In deze periode is tevens een aanvang gemaakt met wijziging van de hoeveelheid en de verrijkingsgraad van de splijtstof. Hiervoor werd in december 1996 vergunning verleend. Parallel aan de vergunning voor de Modificatie is deze vergunning in augustus 1998 vernietigd en op 26 mei 1999 opnieuw verleend. Ook van deze vergunning was inmiddels al gebruik gemaakt. In 1997 zijn de eerste vier elementen met een hogere verrijkingsgraad dan voorheen in de kern geplaatst. Deze wijzigingen hebben een marginale invloed op de stralingsbelasting bij normaal bedrijf voornamelijk als gevolg van een licht verhoogde tritiumlozing. Deze invloed wordt impliciet in de voorliggende evaluatie meegenomen. Formeel echter beperkt deze evaluatie zich tot de Modificatie.

2 DE ACTIVITEIT

2.1 Inleiding

Mede naar aanleiding van het ongeval in Chernobyl is de aandacht voor risico's van ouder wordende kerncentrales toegenomen, hetgeen heeft geleid tot het doen uitvoeren van periodieke veiligheidsevaluaties. Iedere 2 jaar vindt er een evaluatie plaats waarbij voorzieningen en bedrijfsvoering worden beoordeeld tegen de achtergrond van de uitgangspunten die ten grondslag liggen aan de geldende vergunning. Verder is in de vergunning verplicht gesteld dat iedere 10 jaar een meer omvangrijke evaluatie dient plaats te vinden waarbij ook de uitgangspunten van het ontwerp worden vergeleken met de dan geldende inzichten op het gebied van nucleaire veiligheid en stralenbescherming. Met ander woorden: in de 10 jaarlijkse evaluatie wordt gezien in hoeverre het ontwerp van de centrale voldoet aan de eisen die men op dat moment aan nieuw te bouwen centrales zou stellen.

Sinds de inbedrijfstelling van de centrale in 1973 hebben diverse invloeden geleid tot gewijzigde veiligheidsinzichten:

- de bedrijfservaring met de eigen en met andere kernenergiecentrales, zowel onder normale bedrijfsomstandigheden als bij storingen en ongevallen;
- de ontwikkeling van systematische probabilistische (waarschijnlijkheids-) veiligheidsanalyses, vooral ten aanzien van de evenwichtigheid van de veiligheidsvoorzieningen;
- de resultaten van technisch wetenschappelijk onderzoek;
- de verbeterde reken- en analysetechnieken.

De 10-jaarlijkse evaluatie heeft plaatsgevonden in de periode 1991-1992. Bij deze evaluatie heeft men ten aanzien van de bestaande installatie een aantal tekortkomingen geconstateerd ten opzichte van het anno 1992 gewenste veiligheidsniveau. Naar aanleiding hiervan heeft men een pakket wijzigingsvoorstellen geformuleerd met als doel om de KCB zoveel als redelijkerwijs mogelijk is in overeenstemming te brengen met de Nederlandse regelgeving zoals die van toepassing is voor nieuw te bouwen kernenergiecentrales. De eisen van nieuw te bouwen centrales zijn vervat in de Nucleaire Veiligheidsregels (NVR's) en de Nucleaire Veiligheidsrichtlijnen. In deze regels en richtlijnen is aansluiting gezocht bij het internationaal gehanteerde stelsel van veiligheidsnormen, de zogenaamde Codes en Safety Guides, van het Internationaal Agentschap voor Atoomenergie (IAEA).

De voorgestelde wijzigingen zijn het resultaat van een afwegingsproces, waarbij rekening werd gehouden met de veiligheidswinst aan de ene kant en de kosten van de maatregelen aan de andere kant. De wijzigingen zijn in een integraal modificatieprogramma begin 1997 uitgevoerd en in juli 1997 is de gewijzigde centrale in bedrijf genomen. Geen van de wijzigingen is van directe invloed op de bedrijfsvoering c.q. de emissies en immissies bij normaal bedrijf. Alle wijzigingen hebben ten doel de kans op een ernstig ongeval te verkleinen en mocht een dergelijk ongeval zich voordoen de gevolgen voor mens en milieu te voorkomen dan wel te beperken.

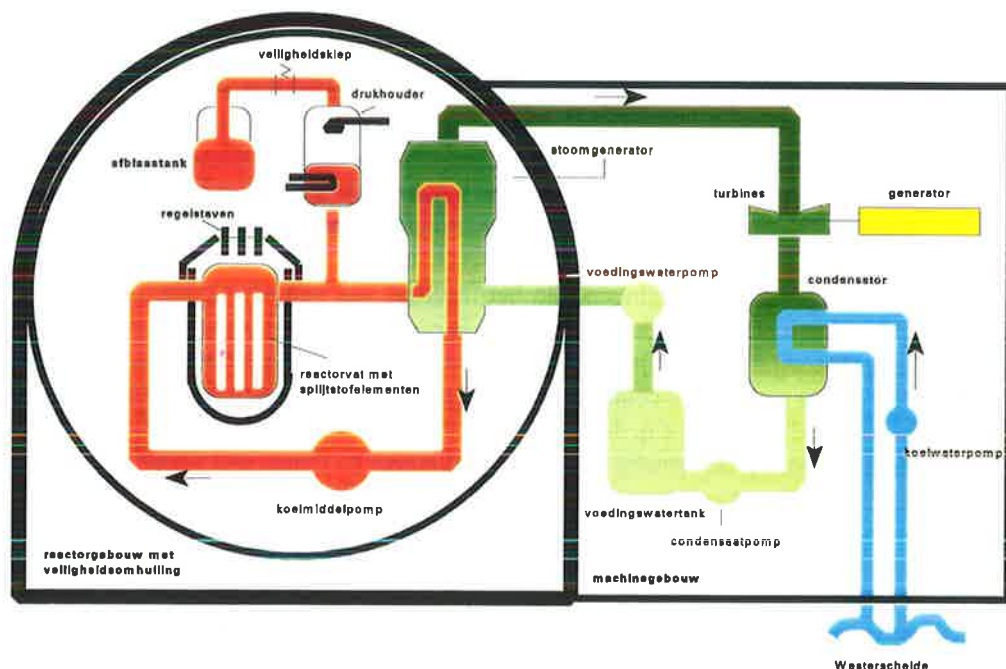
De wijzigingen zijn samengevat in bijlage 2. In paragraaf 2.4 wordt nader ingegaan op de ontwerpprincipes die ten grondslag liggen aan deze wijzigingen. Voor een beter begrip wordt in de navolgende paragrafen eerst het principe van de centrale uiteengezet en de werking van de bestaande veiligheidsvoorzieningen. Voor een meer uitgebreide beschrijving van de wijzigingen wordt verwezen naar het MER [1].

2.2 De centrale

De reactor van de KCB is een zogenaamde thermische drukwaterreactor. In figuur 2.1 is de werking schematisch weergegeven. Het hart van de centrale is het reactorvat. Hierin bevindt zich de reactorkern met de splijtstofelementen. Ieder splijtstofelement bestaat uit een bundel splijtstofstaven. Deze staven zijn gevuld met licht verrijkt uranium (splijtstof). In het uranium wordt door middel van neutronen een kernsplijtingsproces tot stand gebracht. Bij het splijten van een uraniumatoom ontstaan naast de splijtingsproducten een aantal neutronen en een hoeveelheid energie die omgezet wordt in warmte. De neutronen kunnen op hun beurt weer kernsplijtingen bij andere uraniumatomen veroorzaken, waardoor het proces zich zelf in stand kan houden. De hoeveelheid en de snelheid van de neutronen dient daartoe wel geschikt te zijn. Er moeten voldoende neutronen zijn en de snelheid van de neutronen mag niet te groot zijn. De neutronen worden daarom afgeremd door water. Dit water dient tevens voor de afvoer van de bij het splijtingsproces vrijgekomen warmte en wordt daarom koelmiddel genoemd. De gevormde splijtingsproducten vervallen onder het uitzenden van radioactieve straling uiteindelijk naar stabiele eindproducten die niet meer radioactief zijn. Hierbij komt ook warmte vrij, echter minder dan bij de splijting zelf.

De neutronenstroom en daarmee het splijtingsproces kan direct worden beïnvloed door de regelen elementen, die in of uit de kern kunnen worden bewogen. Deze elementen vangen de neutronen weg. Wanneer de elementen volledig zijn neergelaten stopt het kernsplijtingsproces vrijwel onmiddellijk. Het splijtingsproces kan voorts worden gestuurd door boorzuur aan het water toe te voegen. Ook het boorzuur vangt neutronen weg.

Het water heeft een temperatuur van circa 300 °C. Om te voorkomen dat het water kookt, wordt het onder een druk van circa 155 bar gehouden. Het water wordt rond gepompt in het zogenaamde primaire systeem, dat naast de reactorkern bestaat uit twee gescheiden koelmiddelkringlopen. Omwille van het overzicht is in figuur 2.1 slechts één kringloop weergegeven.



Figuur 2.1 Schema van de installatie

Iedere koelmiddelkringloop bestaat uit een koelmiddelpomp en een stoomgenerator. In de twee stoomgeneratoren wordt de warmte van het primaire systeem afgegeven aan het secundaire systeem. In het secundaire systeem wordt water rond gepompt dat in de stoomgeneratoren aan de kook wordt gebracht en wordt verhit tot stoom. De secundaire kringloop is fysiek gescheiden van de primaire kringlopen zodat het water van het secundaire systeem in principe niet radioactief besmet kan raken.

De verzadigde stoom van de stoomgeneratoren expandeert in de turbines, waardoor mechanische energie ontstaat waarmee de elektriciteitsgenerator wordt aangedreven. De uitlaatstoom wordt in condensors gecondenseerd. De condensors worden gekoeld met water uit de Westerschelde. Het condensaat wordt verzameld in de voedingswatertanks van waaruit het door de voedingswaterpompen wederom naar de stoomgeneratoren wordt gepompt.

Het primaire systeem is voorzien van een drukhouder, waarmee door sproeien of door elektrisch verwarmen de volume- en drukvariaties binnen het primaire systeem kunnen worden gecompenseerd. Op de drukhouder bevinden zich veiligheids- en afblaaskleppen. Deze kleppen hebben tot doel de druk in het primaire systeem te begrenzen in geval in storingssituaties de druk te veel stijgt. De druk wordt dan afgevoerd naar een afblaastank waarin de stoom wordt gecondenseerd. Indien deze afblaastank de hoeveelheid stoom niet kan verwerken, wordt de resterende stoom afgeblazen binnen de veiligheidsomhulling.

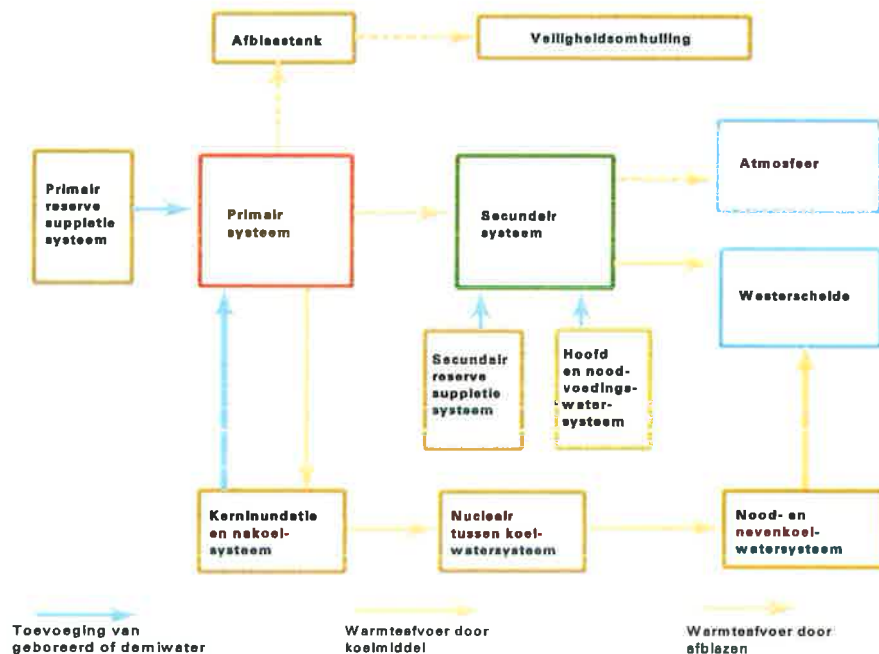
De gebruikte splijtstof wordt minimaal 1 jaar opgeslagen in het splijtstofopslagbassin. Dit bassin wordt voortdurend gekoeld om de restwarmte afkomstig van het radioactief verval van de splijttingsproducten af te voeren. Na de opslag is de gebruikte splijtstof een groot deel van de radioactiviteit kwijtgeraakt en geschikt om te worden vervoerd naar een opwerkingsfabriek.

2.3 Veiligheidsvoorzieningen

Het primaire systeem en de stoomgeneratoren zijn opgesteld in de installatieruimte welke wordt omsloten door de bolvormige stalen veiligheidsomhulling. Een mantel van gewapend beton beschermt het geheel tegen invloeden van buitenaf. In de verschillende ruimten wordt een van buiten naar binnen afnemende druk in stand gehouden. Hierdoor kunnen slechts naar binnen gerichte lekkages optreden en kan zich geen radioactiviteit ongecontroleerd naar de omgeving verspreiden. De lucht wordt door filters geleid en via de ventilatieschacht aan de atmosfeer vrijgegeven.

Het reactorbeveiligingssysteem vergelijkt een aantal grootheden in het proces met vooraf ingestelde en toelaatbaar geachte waarden. Bij overschrijding van die waarden worden automatisch de geëigende acties geïnitieerd, zoals het reactorsnelafschakelsysteem en het inschakelen van de overige veiligheidssystemen.

In geval van een storing die direct samenhangt met het (veilig) functioneren van het primaire systeem, wordt op de eerste plaats het reactorsnelafschakelsysteem in werking gesteld. Dit systeem zorgt er voor dat de regelementen in de reactor kern vallen, waarna het splijttingsproces binnen enkele seconden wordt afgeschakeld. Ook nadat het splijttingsproces is gestopt wordt, door het radioactief verval van de splijttingsproducten, nog langdurig warmte geproduceerd. Om te voorkomen dat in geval van bijvoorbeeld een lekkage van het primaire systeem en/of het niet functioneren van de gewone koeling het reactorvat droog kookt (en uiteindelijk smelt) dient deze restwarmte te worden afgevoerd. Hiertoe zijn een aantal veiligheidsvoorzieningen aangebracht. Deze zijn schematisch weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Schema van de veiligheidsvoorzieningen

Voor de koeling van de kern is het noodzakelijk dat deze in alle situaties onder water blijft staan. Twee veiligheidssystemen zijn in staat om vanuit voorraadtanks grote hoeveelheden geboreerd water aan het primaire systeem toe te voeren, namelijk het kerninundatie- en nakoelsysteem en het primaire reservesuppletiesysteem. Met het kerninundatie- en nakoelsysteem kan bovendien de restwarmte worden afgevoerd. Deze wordt afgegeven aan het nucleair tussenkoelwatersysteem dat op haar beurt wordt gekoeld door het nood- en nevenkoelwatersysteem. Het nucleaire tussenkoelwatersysteem vormt de schakel tussen de nucleaire systemen en de conventionele koelsystemen c.q. het oppervlaktewater. Dit systeem wordt ook gebruikt voor de koeling van het splijtstofopslagbassin.

De afvoer van restwarmte vindt ook in storingssituaties in eerste instantie plaats via de stoomgeneratoren. Deze kunnen worden gevoed door het noodvoedingswatersysteem en door het secundaire reservesuppletiesysteem. De gevormde stoom wordt eventueel afgeblazen. Is warmteafvoer via de stoomgeneratoren niet mogelijk dan wordt het kerninundatie- en nakoelsysteem ingeschakeld. In geval de druk binnen het primaire systeem te hoog oploopt dan kan druk en warmte worden afgevoerd naar de afblaastank van de drukhouder. Een teveel aan stoom kan eventueel uiteindelijk binnen de veiligheidsomhulling worden afgeblazen.

De noodstroomvoorziening, die uit twee stroomnetten met dieselgeneratoren bestaat, dient om in geval de externe stroomvoorziening uitvalt, de verbruikers die nodig zijn om de reactor af te schakelen en in veilige toestand te houden, van spanning te voorzien.

Alle hier genoemde veiligheidssystemen zijn dubbel uitgevoerd, zodat bij het niet functioneren van een systeem, het andere systeem de beoogde werking kan overnemen. Ook binnen een systeem zijn de individuele componenten, zoals pompen en voedingsstrangen, om dezelfde reden meervoudig uitgevoerd.

2.4 De wijzigingen

De activiteit bestaat uit 16 systeemtechnische wijzigingen. Deze zijn nader gespecificeerd in tabel b2.1 van bijlage 2. Het doel van deze wijzigingen is om de installatie betrouwbaarder te maken bij de beheersing van storingen en ongevallen. Aan deze wijzigingen liggen een aantal ontwerpprincipes te grondslag die hieronder worden genoemd. In tabel b2.2 van bijlage 2 is de relatie tussen de wijzigingen en deze ontwerpprincipes weergegeven.

Betrouwbaarheid

Om de algemene werking en de kans op falen van systemen te verbeteren wordt de betrouwbaarheid verhoogd. Voorbeelden hiervan zijn de vervanging van de hoofdstoomleidingen door leidingen met een hogere kwaliteit en het fixeren van diverse leidingen aan het reactorgebouw bij overgang naar het reactorhulpgebouw. Dit dient om de leidingen minder kwetsbaar te maken bij aardbevingen.

Redundantie

Redundantie betekent meervoudige uitvoering, zodat bij falen van één component of systeem een ander (identiek) systeem de beoogde werking kan overnemen. De meeste veiligheidssystemen, zoals het kerninundatie en nakoelsysteem zijn al meervoudig uitgevoerd. De redundantie kan worden verhoogd door de onafhankelijkheid van redundante systemen verder door te voeren zodat deze elkaar niet nadelig kunnen beïnvloeden. Voorbeelden van het verhogen van redundantie zijn het strikt scheiden van de twee kringlopen van het nucleair tussenkoelwatersysteem door in de verbindende leidingen afsluiters aan te brengen en het toevoegen van een extra koelwaterpomp.

Diversiteit

Diversiteit betekent dat voor het vervullen van een bepaalde veiligheidsfunctie verschillende systemen met andere werkingsmechanismen of constructies worden toegepast, zodat deze niet allen door een zelfde oorzaak kunnen uitvallen. Diversiteit wordt toegepast wanneer de redundantie alleen niet voldoende wordt geacht. Een voorbeeld van diversiteit is de reservekoelketen waarbij als koelwater grondwater wordt gebruikt in plaats van water uit de Westerschelde.

Ruimtelijke scheiding

Ter beveiliging tegen storingen die buiten het systeem zelf liggen (overstroming, brand), zijn meervoudig uitgevoerde systemen of componenten ruimtelijk gescheiden of op onderling grote afstand geplaatst. Voorbeelden hiervan zijn de ruimtelijke scheiding van het reactorbeveiligingssysteem, het verdelen over verschillende gebouwen van de noodstroomdiesels, en een reserveregelaar die in een nieuw aardbevings- en overstromingsbestendig gebouw is gehuisvest.

Automatisering

Automatische systemen hebben vanuit veiligheidsoogpunt de voorkeur boven handelingen van het bedieningspersoneel. Een voorbeeld van verdere automatisering is dat na voorgenomen wijzigingen het bij een ongeval de eerste 30 minuten niet nodig is dat handmatig wordt ingegrepen.

Beperking van gevolgen

De beperking tegen gevolgen kan enerzijds betrekking hebben op bescherming tegen externe invloeden (aardbeving, neerstortend vliegtuig). Een voorbeeld hiervan is het onderbrengen van het reactorbeveiligingssysteem in een tegen externe invloeden beschermd gebouw. Anderzijds kan het betrekking hebben op beperking van de gevolgen voor de omgeving van een ongeval binnen de centrale. Een voorbeeld is het gefilterd drukontlastsysteem dat bij een eventuele overdruk binnen de veiligheidsomhulling de radioactieve gassen gefilterd en beheerst af kan voeren.

3 EMISSIES EN AFVOER VAN RADIOACTIEVE STOFFEN

De modificatie c.q. de activiteit heeft alleen effect indien het normale technische functioneren wordt verstoord. Geen van de wijzigingen is op voorhand van invloed op de bedrijfsvoering of de emissies bij normaal bedrijf. Desalniettemin wordt omwille van de volledigheid in dit hoofdstuk kort ingegaan op de emissies van radioactieve stoffen bij normaal bedrijf.

3.1 Emissies naar de lucht

Radioactieve gasvormige stoffen en luchtgedragen activiteit (aërosolen) ontstaan op verschillende manieren:

- door activering van de lucht in de directe omgeving van de reactorkern;
- door lekkage van stoffen uit het primaire systeem of de nucleaire hulpsystemen;
- in alle tanks en toestellen waarin zich water van het primaire systeem bevindt.

Onderdruk in de betreffende gebouwen en systemen zorgt er voor dat de deze radioactiviteit zich niet ongecontroleerd naar de omgeving kan verspreiden. De lucht wordt afgezogen en na behandeling via de ventilatieschacht naar de buitenlucht afgevoerd.

In tabel 3.1 zijn de jaarlijkse emissies over de jaren 1997 en 1998 naar de atmosfeer gegeven.

Tabel 3.1 Jaarlijkse emissies van radioactieve stoffen naar de lucht via de ventilatieschacht

Geloosde stof	Jaarlijkse emissie in MBq		
	1997	1998	Vergunde waarde
Edelgassen	$6,41 \cdot 10^6$	$10,9 \cdot 10^6$	$500 \cdot 10^6$
Aërosolen	< detectiegrens	< detectiegrens	500
¹³¹ I	$0,03 \cdot 10^3$	$0,204 \cdot 10^3$	$5 \cdot 10^3$
Overige halogenen	7,86	155	50.000
Tritium	$0,177 \cdot 10^6$	$0,33 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$
¹⁴ C	$55,8 \cdot 10^3$	$85,8 \cdot 10^3$	$300 \cdot 10^3$

Ter vergelijking zijn in bijlage 3 alle jaarlozingen vanaf het jaar van ingebruikname (1973) tot en met 1998 grafisch weergegeven. Hieruit blijkt dat in 1998 de lozing van edelgassen, ¹³¹I en overige halogenen beduidend hoger was dan in voorgaande jaren. Dit is het gevolg van splijfstoflekkage van drie splijstofstaven (zie ook hoofdstuk 9) waardoor de concentratie splijtingsprodukten in het koelmiddel is toegenomen. Het koelmiddel wordt in de ringruimte uitgewisseld en gereinigd maar er is - afgezien van natuurlijk radioactief verval door vertraging - geen reinigingsmogelijkheid voor edelgassen en halogenen. Deze stoffen worden via de ventilatieschacht geloosd. In alle gevallen is de lozing van deze stoffen evenwel ruim beneden de jaarlimiet.

Op basis van internationale ervaringen kan worden opgemerkt dat splijstofschaade niet ongewoon is na omvangrijke werkzaamheden als bij de modificatie (zie ook paragraaf 9.3).

De in de tabel vermelde emissie van ^{14}C is in 1997 en 1998 groter dan voorheen. De oorzaak hiervan is dat met ingang van 1996 overeenkomstig de vergunning de bepalingsmethode is aangepast, waardoor ook de lozing van ^{14}C gebonden aan oxideerbare verbindingen wordt bepaald. Voorheen werd slechts het als CO_2 aanwezige ^{14}C bepaald. Verder is de toename over de jaren 1997 en 1998 een schijnbeeld omdat vanwege het modificatieproject in 1997 minder elektrisch vermogen werd geproduceerd en hierdoor ook minder ^{14}C (zie ook het overzicht bedrijfsvoering 1997 en 1998 in bijlage 8). Als de lozingen worden genormaliseerd op het geproduceerd vermogen dan komen de lozingen van 1997 en 1998 goed overeen, respectievelijk 211 en 197 GBq (GW_ea)⁻¹. Verder is gebleken dat de nieuwe monsternamen apparatuur in 1997 en 1998 niet goed functioneerde en dat ook nog een aantal fouten in de berekeningen zijn opgetreden. Voor de jaren 1996, 1997 en 1998 zijn de rekenfouten gecorrigeerd. Omdat over 1996 geen gegevens bekend zijn over storingsen aan de apparatuur kon hiervoor geen correctie plaatsvinden zodat de waarde in de grafiek in bijlage 3 vermoedelijk te laag is. De ^{14}C lozingen zijn evenwel ruim beneden de jaarlimiet.

3.2 Emissies naar de Westerschelde

Radioactieve afvalwaterstromen ontstaan als:

- afvalwater van de reiniging van het water uit het primaire systeem;
- lek- en vloerwater uit het gecontroleerde gebied;
- afvalwater van installaties, laboratoria, douches en dergelijke.

Het afvalwater wordt na behandeling en controle via de koelwateruitlaat geloosd op de Westerschelde. Radioactieve vloeistoffen die niet op het oppervlaktewater kunnen worden geloosd worden afgevoerd naar COVRA (Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval). In onderstaande tabel is de jaarlijkse lozing van radioactieve stoffen naar de Westerschelde voor de jaren 1997 en 1998 weergegeven. In bijlage 3 zijn ter vergelijking alle jaarlozingen vanaf het jaar van ingebruikname (1973) tot en met 1998 grafisch weergegeven.

Tabel 3.2 Jaarlijkse emissies van radioactieve stoffen naar water via de koelwateruitlaat

Geloosde stof	Jaarlijkse emissie in MBq		
	1997	1998	Vergunde waarde
β - en γ activiteit	$0,881 \cdot 10^3$ ¹⁾	$0,382 \cdot 10^3$ ¹⁾	$200 \cdot 10^3$
α -totaal	< detectiegrens	0,3	200
Tritium	$4,33 \cdot 10^6$	$7,5 \cdot 10^6$	$30 \cdot 10^6$
$^{89,90}\text{Sr}$	< detectiegrens	< detectiegrens	-
^{55}Fe	$2,83 \cdot 10^2$	$0,35 \cdot 10^2$	-
^{63}Ni	$1,57 \cdot 10^2$	$0,29 \cdot 10^2$	-

¹⁾ Dit is exclusief ^{55}Fe , ^{63}Ni

In 1997 was de tritiumlozing lager dan in 1998 als gevolg van de werkzaamheden in het modificatieproject, waardoor er minder elektriciteit werd geproduceerd. Alle lozingen via de koelwateruitlaat zijn evenwel ruim binnen de vergunde limieten.

3.3 Verwerking van radioactief afval

Radioactief afval, anders dan gebruikte splijstofelementen en afvalstoffen die naar lucht of oppervlaktewater worden afgevoerd, wordt onder andere gevormd bij de reiniging van water uit het primaire systeem, het reinigen van andere vloeibare radioactieve stoffen en het filteren van lucht. Het betreft voornamelijk verdamperconcentraat, filterresidu, ionenwisselaars, luchtfilters, constructiedelen, poetslappen en dergelijke. Het afval wordt verpakt in vaten en tijdelijk opgeslagen in het afvalopslaggebouw alvorens het wordt afgevoerd naar COVRA. In tabel 3.3 is een overzicht gegeven van verwerkte, opgeslagen en afgevoerde afvalstoffen. Splijstofelementen worden afgevoerd naar de opwerkingsfabriek van Cogema in La Hague (Frankrijk) waar de gebruikte splijstof wordt gescheiden in opnieuw bruikbare splijstof en afval. In 1997 werd relatief veel afval geproduceerd. De verhoging ten opzichte van voorgaande jaren werd veroorzaakt door de werkzaamheden in het kader van de modificatie.

Tabel 3.3 Verwerkte/opgeslagen/afgevoerde geconditioneerde afvalstoffen

Soort	1997		1998		Voorraad 31-12-1998
	Gemaakt	Afgevoerd	Gemaakt	Afgevoerd	
90 l-vaten persbaar afval	1353	1260	261	330	50
Vloeibaar afval 60 l vaten	2	2	2	2	-
Vloeibaar afval 30 l vaten	-	-	1	1	-
200 l-vaten gecementeerd	200	220	83	151	2590
200 l-vaten (componenten gecementeerd)	33	2	14	18	54
1000 l-vaten gecementeerd TT	-	11	-	5	56
1000 l-vaten gecementeerd TC	-	-	116	-	117
1000 l-vaten pakkingplaat	-	-	1	-	1
1000 l-vaten vast cement	-	1	-	1	8

3.4 Conclusies/samenvatting

Met uitzondering van de emissie naar de lucht van edelgassen en halogenen passen de lozingen over 1997 en 1998 in het beeld van de afgelopen jaren. De verhoogde emissie van edelgassen en halogenen is incidenteel en wordt veroorzaakt door splijstoflekkage in combinatie met beperkte reinigingsmogelijkheden voor deze gassen. De ^{14}C -lozing lijkt in 1997 en 1998 hoger te zijn dan in de periode daarvoor. Dit wordt echter toegeschreven aan een sinds 1996 nieuw toegepaste bepalingmethode. In combinatie met het tijdelijk uit bedrijf zijn van de centrale in 1997 is ook de toenemende trend van de ^{14}C -lozingen over de periode 1995 - 1998 slechts schijnbaar.

4 RESULTATEN OMGEVINGSMEETPROGRAMMA

4.1 Inleiding

Bij de in gebruik name van de Kernenergiecentrale Borssele werd een meetprogramma ingesteld ter bepaling van het dosistempo op de terreingrens en de activiteitsconcentraties in lucht, water, bodem en organisch materiaal in de omgeving van de centrale. Het meet- en bemonsteringsnet is weergegeven in bijlage 4. Jaarlijks worden de resultaten gerapporteerd aan de Directeur KFD en aan de Inspecteur Milieuhygiëne. In dit hoofdstuk worden de resultaten van het omgevingsmeetprogramma over de jaren 1997 en 1998 samengevat.

Zoals in hoofdstuk 2 is beschreven omvat de modificatie wijzigingen aan de bestaande installatie teneinde de veiligheid te verhogen. Geen van de wijzigingen heeft een op voorhand aanwijsbare invloed op de normale bedrijfsvoering c.q. het stralingsniveau en de lozingen naar lucht en water bij normaal bedrijf. De milieueffecten die mogelijk wel gewijzigd zijn als gevolg van de modificaties zijn geluid en grondwateronttrekking. Deze worden in de volgende hoofdstukken behandeld.

4.2 Dosistempometingen

Op diverse meetpunten, zowel op de terreingrens (bijlage 4, figuur b4.1) als in de omgeving (bijlage 4, figuur b4.2) wordt het dosistempo gemeten. Deze worden sinds medio 1996 gemeten met een systeem die het mogelijk maakt de netto door KCB op de terreingrens veroorzaakte jaardosis nauwkeurig te bepalen. De resultaten zijn in onderstaande tabel weergegeven. De waarden zijn ontleend aan de jaarlijkse rapportages [5], [8].

In tabel 3.1 is voor het jaar 1997 respectievelijk 1998 de netto jaardosis op de meetpunten weergegeven, dit is de gemeten jaardosis minus de achtergrond dosis. De achtergrondwaarde is circa 700 à 900 μSv .

Tabel 3.1 **Netto jaardosis op de terreingrens van de KCB in 1997 en 1998.**

Meetpunt (zie bijlage 4)	Netto jaardosis in μSv	
	1997	1998
12	1,5	2,2
9	15,5	5,2
31	23,1	5,4
32	292,8	5,8
33	48,9	2,9
5	28,0	6,5
4	4,1	1,5
8	3,6	1,9

De meest opvallende verhoging heeft plaatsgevonden op meetpunt 32 in de periode 17/2/97 - 28/2/97 met een netto dosistempo van circa 1 $\mu\text{Sv}/\text{uur}$ en een bijdrage aan de netto jaardosis van circa 270 μSv . In deze periode heeft in de directe nabijheid van het meetpunt een container met besmet gereedschap achter het afval opslag gebouw (AOG) gestaan. Nadat de verhoging van het dosistempo was geconstateerd is de container in het AOG geplaatst. Door deze verhoging is in 1997 de vergunningslimiet van 40 μSv overschreden. In de herziene vergunning van 1999 is de toepassing van de Actuele Blootstellingen Correctie (ABC) factor voor belendende industrie (0,2) toegestaan. De dosis had echter eenvoudig verlaagd kunnen worden door de container direct in het AOG te plaatsen. Uit ALARA oogpunt was het opstellen van de container nabij de terreingrens niet correct.

Soortgelijke situaties hebben zich in 1997 voorgedaan bij meetpunt 9, zij het dat de dosis vele malen geringer was en dat de containers niet eenvoudig elders hadden kunnen worden geplaatst. Overige verhogingen in 1997 werden onder meer veroorzaakt door afvoer van radioactief afval naar de COVRA en de afvalverwerkingscampagnes, waarbij de compartimenten van het AOG zeer frequent werden geopend (meetpunten 9, 31, 32 en 33).

Ook leverde het uitvoeren van niet-destructief onderzoek (NDO) met behulp van gammagrafie ten behoeve van het modificatieproject in 1997 bij de meetpunten 5 en 33 een bijdrage aan de dosis op de terreingrens. De dosis als gevolg van deze werkzaamheden valt onder de vergunning van de uitvoerder van het NDO-werk en niet onder de vergunning van de KCB. Voor toetsing aan de vergunning van de KCB dienen de waarden te worden gecorrigeerd. De dosis bij de meetpunten 5 en 33 wordt na correctie 2,2 μSv respectievelijk 25,3 μSv .

Onafhankelijk onderzoek door het RIVM [34] naar het stralingsniveau rond de terreingrens in 1998 bevestigt het beeld dat de waarden binnen het bereik liggen van het natuurlijk stralingsniveau in Nederland. Eenzelfde onderzoek over het jaar 1997 [33] bevestigt de plaatselijke verhoging van het stralingsniveau als gevolg van de gammagrafiewerkzaamheden. De verhoging bij meetpunt 32 in 1997 als gevolg van de tijdelijke plaatsing van een container met besmet materiaal wordt in dit onderzoek gemist. De oorzaak hiervan is dat het RIVM-onderzoek gebruik maakt van andere meetpunten dan het meetnet van de KCB. De meetpunten bevinden zich wel op de terreingrens.

Mede door verbetering van de bedrijfsvoering met betrekking tot de afvalverwerking is de netto jaardosis in 1998 op de meetpunten aanzienlijk geringer dan in 1997. Het RIVM-onderzoek [34] concludeert dat het jaargemiddelde van 1998 de laagste is uit de reeks jaren 1990 en 1995-1998. Tenslotte wordt opgemerkt dat doordat de dosistemporen worden gemeten in plaats van de totale dosis er vrij eenvoudig een relatie kan worden gelegd tussen een verhoging van de dosis en de oorzaak. Dit maakt tijdig ingrijpen mogelijk.

4.3 Compartiment lucht

De meetpunten voor lucht zijn weergegeven in figuur b4.2 van bijlage 4. De punten 27 en 29 liggen op grotere afstand en kunnen als referentie worden beschouwd. De meetresultaten zijn samengevat in tabel b4.1, b4.2 en b4.3 van bijlage 4 en worden hieronder kort besproken.

α -activiteit

Zowel in 1997 als in 1998 is de activiteitsconcentratie bij punt 23 op sommige momenten hoger dan op de andere punten. Deze verhoging wordt niet veroorzaakt door het bedrijven van de kernenergiecentrale, maar door erts verwerkende industrie in het Sloegebied [6], [9]. In beide jaren zijn geen α -stralen uitzendende stoffen aangetoond in de lucht die via de ventilatieschacht van de centrale is geloosd.

β-activiteit

De meetwaarden en de daarin waargenomen variaties zijn vergelijkbaar met de resultaten van voorgaande jaren. Ook de meetwaarden op de punten nabij de centrale en op grotere afstand vertonen onderling geen significante verschillen. Het beeld geeft derhalve geen aanleiding tot het maken van opmerkingen.

γ-activiteit

In beide jaren is geen ¹³¹I en ⁶⁰Co aangetoond. In enkele maanden is wel een kleine hoeveelheid ¹³⁷Cs gerapporteerd. De hoeveelheden komen overeen met de hoeveelheden die altijd in dergelijke luchtmonsters wordt aangetoond (maximaal ca 0,005 mBq/m³). Dit is afkomstig van kernproeven (fall-out) en Chernobyl [6], [9]. Er zijn in beide jaren geen aerosolen, zoals ¹³⁷Cs, aangetoond in de lucht die via de ventilatieschacht van de centrale is geloosd.

4.4 Compartiment water

De meetpunten voor water zijn weergegeven in figuur b4.2 van bijlage 4. De meetresultaten zijn samengevat in de tabellen b4.4 tot en met b4.8 van bijlage 4 en worden hieronder kort besproken.

β-activiteit (anders dan tritium)

De meetwaarden en de daarin waargenomen variaties in het water en het slib zijn vergelijkbaar met de resultaten van voorgaande jaren [6], [9]. Ook de meetwaarden op de punten stroomafwaarts en nabij de koelwateruitlaat (punten 1 en 2) en de stroomopwaarts gelegen punten (punten 3 en 4) vertonen onderling geen significante verschillen.

Tritium

Op 4 februari 1997 werd op monsterpunt 1 (2,5 km stroomafwaarts van de centrale) een eenmalige verhoging van 10,6 kBq/m³ gemeten, ten opzichte van 5,7 kBq/m³ gemiddeld. Het is niet met zekerheid te zeggen of dit het gevolg is van een lozing van $8,8 \cdot 10^7$ kBq tritium bij hoogwater enkele uren voor de monsternamen. Voor het overige zijn voor beide jaren de volumieke activiteitsconcentraties vergelijkbaar met voorgaande jaren [6], [9].

γ-activiteit van wier en gedroogd sediment

In beide jaren werd - evenals in voorgaande jaren - in de wiermonsters een aantal keren ¹³⁷Cs aangetoond met een activiteitsconcentratie van circa 1 Bq/kg. Het ¹³⁷Cs is hoogstwaarschijnlijk afkomstig van bovengrondse kernproeven en Chernobyl.

In de verschillende slib(meng)monsters werd in beide jaren ¹³⁷Cs en ⁶⁰Co aangetoond, met activiteitsconcentraties van circa 1,5 Bq/kg en 0,5 Bq/kg. Stroomopwaarts echter worden hogere activiteitsconcentraties gemeten dan stroomafwaarts. De bron van de lozingen kan niet toegekend worden aan de KCB [6], [9].

4.5 Compartiment bodem

In gedroogd gras én in de zandmonsters bij de koelwateruitlaat is enkele malen een kleine hoeveelheid ^{137}Cs gerapporteerd. Het ^{137}Cs is waarschijnlijk afkomstig van bovengrondse kernproeven en Chernobyl. Deze verhogingen worden sinds 1982 aangetoond. In de zandmonsters bij de koelwateruitlaat werd in twee gevallen, de punten 2 en 3, een geringe hoeveelheid ^{60}Co aangetoond. Het ^{60}Co is hoogst waarschijnlijk afkomstig van de lozingen via de koelwateruitlaat.

4.6 Conclusies/samenvatting

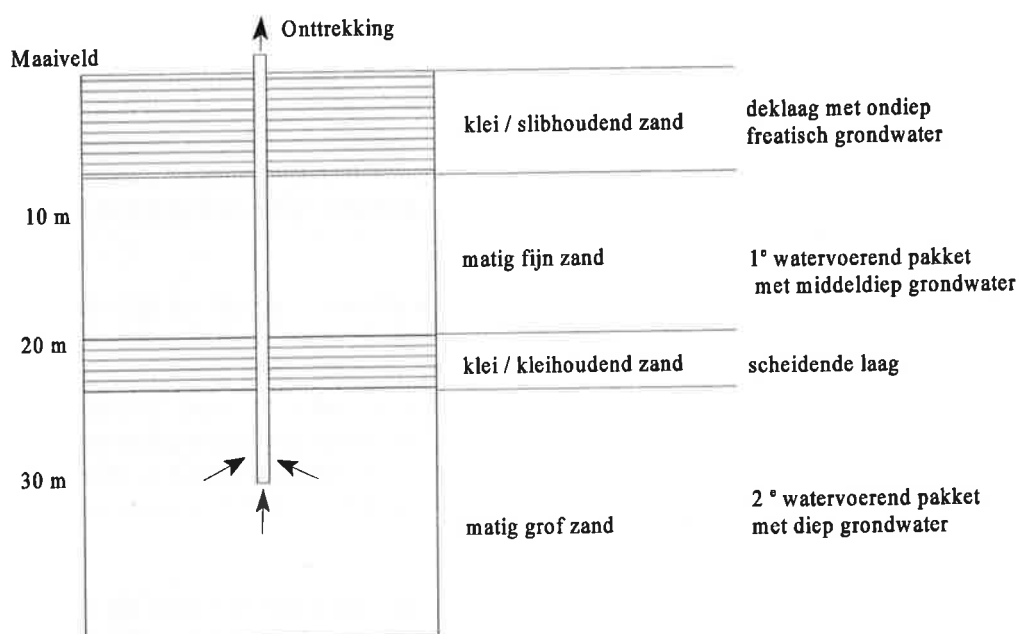
Door plaatsing van een container met besmet gereedschap achter het AOG is in 1997 een verhoogde stralingsdosis op de terreingrens veroorzaakt. Daardoor heeft overschrijding van de vergunningslimiet plaatsgevonden. Deze overschrijding heeft geen relatie met de modificatie. Voorts werd de dosisbelasting op de terreingrens in 1997 in geringe mate verhoogd door afvalverwerkingscampagnes en gammagrafiewerkzaamheden in het kader van het modificatieproject. Mede door verbetering van de bedrijfsvoering met betrekking tot afvalverwerking is de totale netto jaardosis in 1998 geringer dan in 1997.

Ten aanzien van de overige omgevingsmetingen kan geconcludeerd worden dat het algemene beeld niet afwijkt van voorgaande jaren. De beïnvloeding van de omgeving blijft beperkt tot een lichte ^{60}Co besmetting bij de koelwateruitlaat. Daarnaast valt niet uit te sluiten dat op 4 februari 1997 de verhoging van de waargenomen tritiumconcentratie ten westen van de centrale werd veroorzaakt door een gecontroleerde tritiumlozing die kort voor de monsternamen had plaatsgevonden.

5 GRONDWATER

De reservekoelketen is een nieuw koelsysteem dat gebruik maakt van grondwater. Het dient de functie van het bestaande nood- en nevenkoelwatersysteem over te nemen wanneer geen oppervlaktewater voorhanden is. Het systeem is in tegenstelling tot het bestaande koelsysteem onafhankelijk van de Westerschelde.

Het systeem bestaat uit een broninstallatie met 14 pompen die grondwaterwater oppompen uit de tweede watervoerende laag op een diepte van circa 25 meter. De bodemopbouw is schematisch weergegeven in figuur 5.1. Het bronnenveld bevindt op het noord-westelijk deel van het terrein.



Figuur 5.1 Schematische bodemopbouw en watervoerende lagen

Wanneer in geval van een calamiteit deze reservekoelketen daadwerkelijk wordt ingezet, wordt maximaal 300 m³ per uur onttrokken. Dit duurt maximaal 1 maand. In testsituaties wordt maximaal 43 m³ per uur onttrokken. Deze testen duren nooit langer dan 3 etmalen.

In tabel 5.1 is de daling van de ondiepe waterstand bij maximale onttrekking weergegeven zoals in het MER is voorspeld.

Tabel 5.1 Daling ondiepe grondwaterstand bij maximale onttrekking (MER, 1993)

Pompduur	Afstand tot bronnenveld		
	50 meter	200 meter	500 meter
1 etmaal	0,25 cm	0,25 cm	< 0,2
2 etmalen	2 cm	1 cm	1 cm
7 etmalen	8 cm	7 cm	4 cm

Ter monitoring van de grondwaterstand zijn 3 grondwaterstandsmeeptpunten geïnstalleerd op afstanden van circa 50 m, 200 m en 500 m van het hart van het bronnenveld. De meetpunten bevinden zich ten noord-oosten van het bronnenveld. Elk grondwaterstandsmeeptpunt bestaat uit 3 peilbuizen op een diepte van circa 3, 15 en 32 meter beneden maaiveld. In iedere peilbuis wordt ieder kwartaal de grondwaterstand gemeten. Bij de inbedrijfstelling was de meetfrequentie hoger, tot zelfs dagelijks. In bijlage 5 zijn de peilingen van de grondwaterstand van juni 1997 weergegeven. In deze maand zijn meerdere pompproeven uitgevoerd.

Uit de gegevens blijkt dat bij een pompactie de waterstand van het tweede watervoerend pakket (waaruit geput wordt) een sterke daling vertoont. Nadat de onttrekking is gestopt herstelt het peil zich snel. Het eerste watervoerend pakket is minder gevoelig voor onttrekkingen. In het ondiepe grondwater is een daling als gevolg van de pompproeven, ook in de meest nabij gelegen peilbuis, niet aantoonbaar. Uit de gegevens blijkt voorts dat - onafhankelijk van de pompproeven - de waterstanden sterk fluctueren. Een daling van de ondiepe grondwaterstand van enkele centimeters bij een grote onttrekking (300 m³ per uur gedurende 7 etmalen), zoals in het MER is voorspeld zal daarom in de 'ruis' verloren gaan.

Geconcludeerd kan worden dat bij kleine grondwateronttrekkingen zoals die bij de pompproeven plaatsvinden geen daling van de ondiepe grondwaterstand waarneembaar is. Ook dalingen bij grotere onttrekkingen zoals die in het MER zijn voorspeld zullen tegen de achtergrond van de natuurlijke fluctuaties nauwelijks waarneembaar zijn.

In 1997 werd na in bedrijfname de installatie frequent getest. In 1998 werd slechts 4 maal getest gedurende minder dan 1 etmaal.

6 GELUID

6.1 Normale bedrijfsomstandigheden

In december 1996 en februari 1997 is een akoestisch onderzoek verricht met betrekking tot de nalevingscontrole van voorschrift F5.a van de vergunning [32]. Daartoe zijn geluidsmetingen verricht in de vergunningposities 21.01 t/m 21.04 onder normale bedrijfsomstandigheden. De posities zijn weergegeven in bijlage 6. De resultaten zijn samengevat in tabel 6.1.

De geluidsmetingen zijn verricht bij de navolgende bedrijfscondities:

- kernenergiecentrale normaal in bedrijf, nagenoeg vollast;
- conventionele centrale in bedrijf;
- ventilatieopeningen in NO-gevel machinezaal open.

In de tweede kolom van tabel 6.1 is het gemeten immissiegeluidniveau L_i in dB(A) weergegeven. Uit de gemeten L_i -waarden is volgens de voorschriften het equivalente geluidsniveau (LAeq) berekend volgens de formule $LAeq = L_i - C_b - C_m$, waarin C_b de correctieterm voor de bedrijfsduur en C_m de meteorocorrectieterm. De bedrijfsduurcorrectieterm C_b is afhankelijk van de bedrijfstijd van de geluidsbronnen gedurende de verschillende etmaalperioden. Voor de onderhavige situatie geldt $C_b = 0$.

De meteorocorrectieterm C_m is afhankelijk van de afstand tussen bron en ontvanger. Voor alle posities behoudens 21.01 geldt $C_m = 0$. Voor positie 21.01 geldt $C_m > 0$. Omdat echter tijdens de metingen de weersomstandigheden niet voldeden aan de voorgeschreven meteorologische condities kon deze C_m voor positie 21.01 niet worden bepaald c.q. worden toegepast. Op basis van de bij eerdere onderzoeken vastgestelde L_i -niveaus en rekening houdend met het extra afschermend effect van de prefab-kantoren welke zijn gesitueerd ter hoogte van de zuidoostelijke terreingrens werd vastgesteld dat het LAeq-niveau in positie 21.01 maximaal 44 dB(A) zal bedragen.

Het resultaat is weergegeven in de derde kolom. In de vierde kolom is de LAeq conform de vergunningvoorschrift weergegeven. Uit de tabel blijkt dat onder normale bedrijfsomstandigheden het geluidsniveau van de kernenergiecentrale voldoet aan de grenswaarden.

Tabel 6.1 Berekende LAeq-niveaus en grenswaarden.

Positie	Gemeten immissieniveau L_i in dB(A)	Berekende LAeq in dB(A)	LAeq volgens vergunningvoorschrift
21.01	46	max 44 ¹⁾	44
21.02	52	52	56
21.03	52	52	62
21.04	55	55	60

¹⁾ In positie 21.01 werd bij de meting niet voldaan aan de voorgeschreven meteo-condities. Derhalve moest worden volstaan met een conservatieve schatting.

6.2 Bijzondere bedrijfsomstandigheden

Voor bedrijfsonderdelen die slechts incidenteel in bedrijf zijn gelden andere toetsingscriteria dan voor continu (normaal) bedrijf. Voor deze onderdelen geldt dat de totale geluidimmissie (van het betreffend bedrijfsonderdeel en normaal bedrijf samen) op de vergunningposities niet meer mag bedragen dan de in tabel 6.1 genoemde grenswaarden vermeerderd met 8 dB(A).

Van de wijzigingen zijn er twee die een gewijzigde geluidemissie tot gevolg hebben maar die alleen incidenteel tijdens proefdraaien in bedrijf zijn. Dit zijn:

- de noodstroomdiesels.
- de reserve koelketen

Noodstroomdiesels

Een van de wijzigingen betrof de plaatsing van twee noodstroomdiesels (diesel EY010 en EY020) in het nieuwe noodstroomdieselgebouw én de handhaving van één noodstroomdiesel (diesel EY030) in het bestaande dieselgebouw. De plaats van deze gebouwen is aangegeven in bijlage 2, figuren b2.1 en b2.2. In 1997 zijn een aantal metingen verricht ter controle van de geluidemissie en -immissie van deze noodstroomdiesels (ref [29], [30], [31]). Er is telkens slechts één diesel tegelijk in bedrijf, zodat de metingen en berekeningen zijn uitgevoerd voor alle diesels afzonderlijk. De resultaten zijn in onderstaande tabel samengevat. Voor iedere diesel is in de meest linkse kolom het geluidsniveau (LAeq) ten gevolge van de diesel alleen vermeld. In de rechtse kolom is het berekende geluidsniveau (LAeq +) van de diesel en de centrale samen weergegeven. Deze laatste waarden dienen te worden vergeleken met de grenswaarden voor bijzondere bedrijfsomstandigheden. Uit de tabel blijkt dat voor de noodstroomdiesels op alle vergunningposities wordt voldaan aan de grenswaarden

Tabel 6.2 LAeq-niveaus voor de noodstroomdiesels

Positie	LAeq-niveaus in dB(A)							Grens-waarden
	Immissieniveau normaal bedrijf (zie tabel 6.1)	EY010		EY020		EY030		
		LAeq	LAeq +	LAeq	LAeq +	LAeq	LAeq +	
21.01	44	49	49	49	49	48	50	52
21.02	52	59	59	58	58	62	62	64
21.03	52	65	65	58	58	- ¹⁾	-	70
21.04	55	49	55	49	55	-	-	68

¹⁾ De geluidimmissie van EY030 is alleen van belang voor de posities 21.01 en 21.02. Voor de overige posities wordt het 'oude' noodstroomdieselgebouw geheel afgeschermd door bedrijfsgebouwen.

Reservekoelketen

De extra geluidemissie van de reservekoelketen (zie hoofdstuk 5) wordt veroorzaakt door de ondergrondse pompen. Ook deze pompen zijn alleen bij proefdraaien in bedrijf. Ten aanzien van de werkelijke geluidemissie van deze pompen zijn voor dit moment geen controlemetingen bekend. In tabel 6.3 zijn daarom in de derde kolom de LAeq-niveaus vermeld die in het MER [1] zijn gegeven. Deze zijn berekend aan de hand van de bronniveaus. Het LAeq-niveau is het immissieniveau voor de pompen alleen. Deze waarden zijn gecombineerd met het immissieniveau bij normaal bedrijf (eerste kolom) tot de LAeq + waarden (vierde kolom). Deze laatste waarden dienen te worden vergeleken met de grenswaarden.

Tabel 6.3 LAeq-niveaus van de bronpompen.

Positie	LAeq-niveaus in dB(A)			
	Immissieniveau normaal bedrijf (zie tabel 6.1)	LAeq (MER)	LAeq +	Grenswaarden
21.01	44	29	44	52
21.02	52	49	52	64
21.03	52	27	52	70
21.04	55	25	55	68

De gegeven LAeq-waarden zijn dermate gering dat deze geen invloed hebben op het totale geluidsniveau (LAeq +). Op alle punten wordt daarom ruim voldaan aan de grenswaarden. Het is niet te verwachten dat controlemetingen tot andere conclusies zullen leiden.

7 DE BEHEERSING VAN WATERSTOFEXPLOSIES

Bij zeer zeldzame ongevallen kan de reactorkern smelten. Bij dit proces komt waterstofgas vrij. In combinatie met zuurstof kan dit waterstofgas binnen de veiligheidsomhulling tot ontbranding komen. In bepaalde situaties zou dit tot explosies kunnen leiden die mogelijk de veiligheidsomhulling beschadigen. Met betrekking tot dit onderwerp bestonden ten tijde van het opstellen van het MER en de vergunningaanvraag internationaal nog de volgende vragen:

- is het hierboven beschreven scenario een werkelijke bedreiging van de veiligheidsomhulling?
- welke oplossingsmethoden zijn effectief of eventueel contra-productief?
- welke computermodellen zijn nodig om de processen voldoende te voorspellen?

Sedertdien is op verschillende plaatsen in de wereld onderzoek uitgevoerd om meer duidelijkheid te verschaffen. Op dit moment is er consensus in de USA en Japan dat de kans op het bezwijken van de veiligheidsomhulling door waterstofexplosies zodanig klein is dat over het algemeen geen verdere hardware modificaties noodzakelijk zijn. Volstaan kan worden met speciale procedurele maatregelen. De zogenaamde Severe Accident Management Procedure.

In West-Europa staat men wat genuanceerder tegenover het probleem. Men is van mening dat de kans op bezwijken weliswaar klein is, maar niet geheel te verwaarlozen. Vandaar dat in België en Zwitserland is overgegaan tot de installatie van Passieve Autokatalytische Recombinatoren (PAR's). De PAR's bevorderen de reactie tussen waterstof en zuurstof onder vorming van water waardoor de waterstofconcentratie in de veiligheidsomhulling daalt. De PAR's worden verspreid binnen de veiligheidsomhulling geplaatst. Ook in Borssele is gekozen voor deze oplossing, welke bij de modificatie in 1997 is aangebracht. Deze oplossing is ook in voorbereiding voor alle drukwaterreactoren in Zweden, Duitsland en Frankrijk.

Voor toepassing in KCB zijn daarboven nog drie aanvullende methoden onderzocht op hun toepasbaarheid, te weten ontstekers, na inertisatie en vroegtijdige drukontlasting. Deze oplossingen bleken of onvoldoende effectief of in sommige gevallen zelfs contraproductief.

De toezichthoudende overheid (KFD) heeft aangegeven geen bezwaar te hebben tegen de gekozen oplossing (PAR's) en heeft EPZ middels de vergunning verzocht de ontwikkelingen in de wereld te volgen. EPZ heeft deze activiteit opgedragen aan de KEMA, die hierover op 17 december 1998 een eindrapport [16] heeft opgesteld. De conclusie van de KEMA was dat de gekozen oplossing voor KCB overeenkomt met de state-of-the-art en dat het restrisico hierdoor tot verwaarloosbaar wordt gereduceerd.

Verdere vervolging met betrekking tot dit onderwerp zal worden meegenomen in het 10-jaarlijkse veiligheidsevaluatieprogramma. Hiermee is de leemte in kennis uit de MER met betrekking tot de beheersing van waterstofexplosies voor dit moment afdoende ingevuld.

8 RESULTATEN PROBABILISTISCHE RISICOANALYSE

8.1 Inleiding

De laatste jaren is het gebruikelijk geworden de veiligheid van kernenergiecentrales te bestuderen door gebruik te maken van een 'Probabilistic Safety Assessment'.

Een PSA is een systematisch onderzoek naar de kans van optreden van kernbeschadiging (niveau 1 analyse), het vervolgens bezwijken van de veiligheidssomhulling (niveau 2) en het bepalen van de gevolgen voor de omgeving (niveau 3). Een dergelijke analyse modelleert de centrale in groot detail. Ook wordt bijvoorbeeld rekening gehouden met het onderhoudsconcept en de bedienings- en ongevalsprocedures. De PSA wordt gebruikt als een instrument om 'zwakke' plekken in ontwerp en bedrijfsvoering op te sporen teneinde veiligheidsrelevante verbeteringen te kunnen aanbrengen

De analyse methoden waren begin negentiger jaren nog sterk in beweging, met name op het gebied van niet-vermogensbedrijf (afschakelen, het uit-bedrijf zijn en opstarten) en externe invloeden. Dit laatste heeft er toe geleid dat deze onderwerpen slechts kwalitatief in de MER (1993) behandeld konden worden. Een overzicht van de stand van zaken toentertijd is gegeven in figuur 8.1.

Niveau	Vermogensbedrijf		Niet-vermogensbedrijf	
	interne invloeden	externe invloeden	interne invloeden	externe invloeden
1				
2				
3				

= kwantitatief behandeld

= kwalitatief behandeld

Figuur 8.1 **Overzicht omvang uitgevoerde PSA in 1993**

In de overwegingen van de vernietigde vergunning van 1994 werd vermeld:

'Voor de toestand van vermogensbedrijf is de PSA thans geheel gereed. Voor niet-vermogen bedrijfstoestanden (opstarten, uit bedrijf gaan en afgeschakeld zijn) is de PSA in kwantitatieve zin nog niet geheel afgerond, maar geeft voldoende inzicht in de uitkomsten om te kunnen stellen dat er naar redelijkheid niet te verwachten is dat er wezenlijke wijzigingen in de uitkomsten voor de risicoberekeningen zullen komen. De bevestiging daarvan zal uit het MER-evaluatieprogramma moeten blijken'.

8.2 Stand van zaken

Inmiddels is de PSA voltooid en zijn de resultaten daarvan weergegeven in het MER behorende bij de aanvraag voor de verhoging van de maximale verrijkingsgraad uit 1996. De overwegingen op basis van het MER en de PSA uit 1993 worden door de in 1996 voltooide PSA bevestigd en versterkt. Inmiddels kan daar aan worden toegevoegd dat in 1997 deze laatste PSA nog weer verder is geactualiseerd op grond van de uiteindelijke realisatie van het modificatieproject (LPSA 97). In onderstaande tabel worden de belangrijkste uitkomsten samengevat weergegeven.

Tabel 8.1 Stand van zaken PSA

	Situatie 1993	Na modificatie op basis van PSA 93 (MER-93)	Na modificatie op basis van PSA 96	Na modificatie op basis van LPSA 97	Criterium
Normaal bedrijf					
Individueel risico	$1 * 10^{-9}/\text{jr}^{1)}$	$1 * 10^{-9}/\text{jr}^{1)}$	$1 * 10^{-9}/\text{jr}^{1)}$	$1 * 10^{-9}/\text{jr}^{1)}$	$10^{-6}/\text{jr}$
Ernstige ongevallen					
Kernbeschadigingskans	$8 * 10^{-5}/\text{jr}$	$< 1 * 10^{-5}/\text{jr}$	$4,3 * 10^{-6}/\text{jr}$	$2,8 * 10^{-6}/\text{jr}$	$10^{-4}/\text{jr}^{2)}$
Individueel risico	$5 * 10^{-7}/\text{jr}$	$5 * 10^{-8}/\text{jr}$	$3 * 10^{-8}/\text{jr}$	$2 * 10^{-8}/\text{jr}$	$10^{-5}/\text{jr}^{3)}$
Groepsrisico					
kans op ≥ 10 doden	$10^{-5}/\text{jr}$	$6 * 10^{-6}/\text{jr}$	$1 * 10^{-6}/\text{jr}$	$< 1 * 10^{-10}/\text{jr}$	$10^{-5}/\text{jr}$
kans op ≥ 100 doden	$10^{-7}/\text{jr}$	$1 * 10^{-8}/\text{jr}$	$2 * 10^{-9}/\text{jr}$	$< 10^{-11}/\text{jr}$	$10^{-7}/\text{jr}$
kans op ≥ 1000 doden	$10^{-9}/\text{jr}$	$2 * 10^{-10}/\text{jr}$	$4 * 10^{-11}/\text{jr}$	$< 10^{-11}/\text{jr}$	$10^{-9}/\text{jr}$
¹⁾ Hierbij zijn de waarden vermeld behorend bij de geconstateerde daadwerkelijke (maximale) lozingen. Deze zijn lager dan de vergunde limietwaarden. Deze zouden leiden tot een individueel risico van $2 * 10^{-9}/\text{jr}$. ²⁾ Voor nieuwe installaties geldt $10^{-5}/\text{jaar}$. ³⁾ Voor nieuwe installaties geldt $10^{-6}/\text{jaar}$.					

De opzet en de resultaten van deze PSA's zijn op verschillende momenten tijdens de uitvoering door externe deskundigen getoetst. Zo is gebruikt gemaakt van de International Peer Review Service (IPERS) van het Internationaal Atoomagentschap (IAEA) te Wenen en zijn de niveau-3 analyses door het Energieonderzoek Centrum Nederland getoetst. Op basis daarvan kan geconcludeerd worden dat de PSA aan de daaraan te stellen eisen voldoet.

Uit tabel 8.1 blijkt dat na de modificatie de risico's aanzienlijk zijn verkleind en dat in voldoende mate toepassing is gegeven aan het ALARA-beginsel. Verder wordt opgemerkt dat EPZ sinds 1997 in het bezit is van een 'levend' PSA-model. Dit wil zeggen dat het PSA-model regelmatig wordt geactualiseerd met betrekking tot verandering in de installatie, onderhouds- en bedieningsprocedures. Hiermee wordt invulling gegeven aan artikel B14 van de modificatievergunning. Beschouwing van de resultaten van deze laatste analyse (LPSA) laat zien dat het veiligheidsniveau in geringe mate nog verder verbeterd is.

8.3 Conclusie

De in het MER aangegeven leemte in kennis met betrekking tot de volledigheid van het PSA-model is niet meer aan de orde. De in het MER vermelde uitspraken ten aanzien van de PSA-resultaten blijven van toepassing. EPZ is in het bezit van een levend PSA-model, zoals geëist in de vergunning.

9 STORINGEN

9.1 Inleiding

Veiligheidsrelevante afwijkingen en storingen die zich in de KCB voordoen worden door de daartoe ingestelde Storingswerkgroep (SWG) systematisch vastgelegd, geanalyseerd en geëvalueerd. De storingen en ongevallen worden naar gelang de betekenis voor de veiligheid ingedeeld in de uit acht klassen bestaande "International Nuclear Event Scale" (INES) van het International Atomic Energy Agency (IAEA). Een storing met een significant gevolg voor de veiligheid wordt ingedeeld in klasse 1 (INES=1). Een niet-significante veiligheidsrelevante storing wordt ingedeeld in klasse 0. Een groot ongeval (Chernobyl) wordt op deze schaal ingedeeld als klasse 7. Niet veiligheidsrelevante storingen worden in relatie tot de INES-schaal beoordeeld als Out Of Scale (OOS).

Gebeurtenissen die van belang zijn voor een veilige bedrijfsvoering en/of gebeurtenissen waarbij sprake was of had kunnen zijn van een verhoging van de normaal voorziene radiologische belasting van het milieu of het onbedoeld buiten de inrichting raken van radioactieve stoffen, dienen te worden gemeld aan de toezichthoudende instanties. Deze gebeurtenissen worden jaarlijks aan de Tweede Kamer voorgelegd. In bijlage 7 zijn de meldplichtige storingen van de jaren 1997 en 1998 vermeld.

Doelstelling van de SWG is om herhaling van storingen te vermijden door de oorzaken op te sporen en tijdig corrigerende maatregelen te nemen. Prioriteit wordt daarbij gegeven aan meldplichtige en andere veiligheidsrelevante gebeurtenissen. Een bijkomende doelstelling is, op basis van trendanalyses vast te stellen of het globale veiligheids- en prestatieniveau gehandhaafd wordt dan wel verbeterd kan worden. Daartoe wordt ook gebruik gemaakt van storingsrapporten van andere kerncentrales en het uitwisselen van ervaring in internationale gremia.

9.2 Aantal storingen

In tabel 9.1 wordt een overzicht gegeven van het aantal interne storingen die in de SWG zijn geëvalueerd en hun indeling op de INES-schaal.

Tabel 9.1 Aantal storingen en classificering

Aantal storingen	1997	1998
Melding aan de overheid	14	12
· OOS	0	4
· INES=0	13	7
· INES=1	1	1
Overige veiligheidsrelevante storingen (alle INES=0)	25	11
Overige niet-veiligheidsrelevante storingen (alle OOS)	25	42
Totaal	64	65

Zowel in 1997 als in 1998 werd 1 maal een storing als INES=1 geclassificeerd. Deze beide storingen worden hieronder kort besproken.

- *Het niet beschikbaar zijn van het reactorbeveiligingssysteem (30-06-1997).*

Op 30 juni 1997 werd geconstateerd dat het automatische kerninundatiesysteem niet beschikbaar was. De signalen voor automatische kerninundatie bleken niet werkzaam te zijn, doordat de ingangssignalen met simulatiepennen in de kasten van beide redundanties onwerkzaam gemaakt waren. Deze pennen waren tijdens een test op 25 juni aangebracht en na voltooiing van de test niet weggenomen. Op 26 juni werd de centrale opgewarmd en pas op 30 juni - bij nominale druk en temperatuur - werd de afwijking geconstateerd en verholpen. De kerninundatiesystemen waren in deze tussenliggende periode wel op handbediening vanaf de regelzaal beschikbaar. In de voorlopige melding aan de overheid is een indeling INES=0 aangehouden die naderhand intern op advies van de SWG is opgehoogd tot INES=1. De storing heeft verschillende 'human factors' aspecten. Als maatregel is vastgesteld dat de procedure voor de betreffende werkzaamheden is aangescherpt, terwijl inmiddels een adequate kastcontrole wordt aangestuurd.

- *Systematische afwijking van de noodvoedingswaterdebietmetingen (16-10-1998)*

Door onderzoek werd aangetoond dat de debietmetingen in het noodvoedingswatersysteem circa twee keer meer aangaven dan het werkelijk geleverd debiet. Het gevolg was dat hierdoor de cavitatiebeveiliging te vroeg zou worden aangesproken waardoor de individuele noodvoedingswaterpompen niet in staat waren het ontwerpdebiet te leveren. De capaciteitsbeperking van het noodvoedingswatersysteem zou alleen gevolgen hebben gehad indien in geval het noodvoedingswatersysteem had moeten worden aangesproken meerdere bijkomende storingen van veiligheidssystemen zouden zijn opgetreden. De geconstateerde afwijking heeft daarom geen significante feitelijke betekenis voor de veiligheid gehad. Deze storing is daarom in eerste instantie als INES=0 ingedeeld. Omdat de afwijkende situatie echter, als gevolg van tekortkomingen in de configuratiebeheersing, 13½ jaar onopgemerkt heeft kunnen bestaan, is de indeling door EPZ naderhand tot INES=1 verzaamd wegens procedurele tekortkomingen.

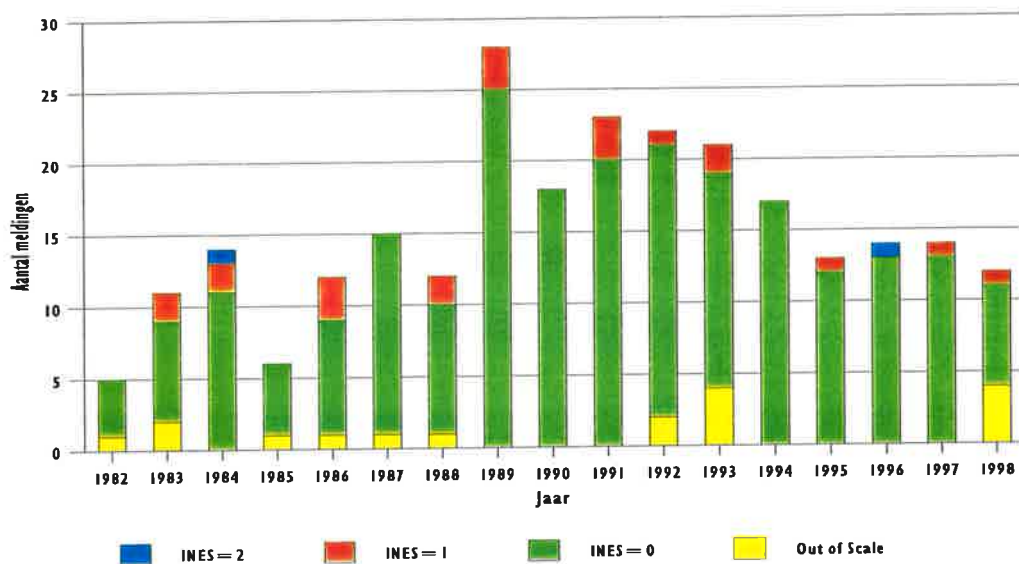
9.3 Wisselwerking met het Modificatieproject

Een aantal storingen werd in 1997 direct dan wel indirect veroorzaakt door de wijzigingen in het kader van het Modificatieproject. Ook in 1998 zijn een aantal storingen aan te merken als nasleep van de Modificatie. Een van deze storingen is bijvoorbeeld de splijtstoflekkage waaraan in paragraaf 3.2 wordt gerefereerd. Na de splijtstofwisseling in 1997 is een splijtstoflekkage van 3 splijtstofstaven opgetreden. Ook na de splijtstofwisseling in 1998 werd lekkage geconstateerd. De oorzaak hiervan is beschadiging van de splijtstofomhulling door vreemde materiaaldeeltjes die na de modificatie in het reactorvat zijn achtergebleven. Samenhang met het modificatieproject wordt bevestigd door de internationale ervaring dat na een dergelijk omvangrijk project in de daarop volgende 2 à 3 cycli rekening gehouden moet worden met een verhoogde kans op dit soort splijtstofschade [26]. Ook de hierboven genoemde storing met betrekking tot de het gedeeltelijk niet beschikbaar zijn van het reactorbeveiligingssysteem is aan te merken als een direct gevolg van het Modificatieproject.

Door de wijzigingen en de bijzondere omstandigheden waaronder gewerkt moest worden was het aantal veiligheidsrelevante storingen in 1997 groter dan normaal. Gelet op de omvang van de modificaties was dit te verwachten, en de algemene conclusie is dat in het licht van alle uitgevoerde werken *geen* abnormaal aantal storingen is opgetreden. In 1998 is het aantal storingen dat direct dan wel indirect terug te voeren is op het Modificatieproject aanzienlijk lager dan in 1997. De veiligheidsrelevantie van deze storingen was bovendien beperkt.

9.4 Trends

In figuur 9.1 is het aantal meldingen aan de overheid sinds 1982 weergegeven. In deze periode werd het meldsysteem twee maal gewijzigd, namelijk in 1989 (lagere melddrempel) en in 1997 (duidelijkere meldcriteria).

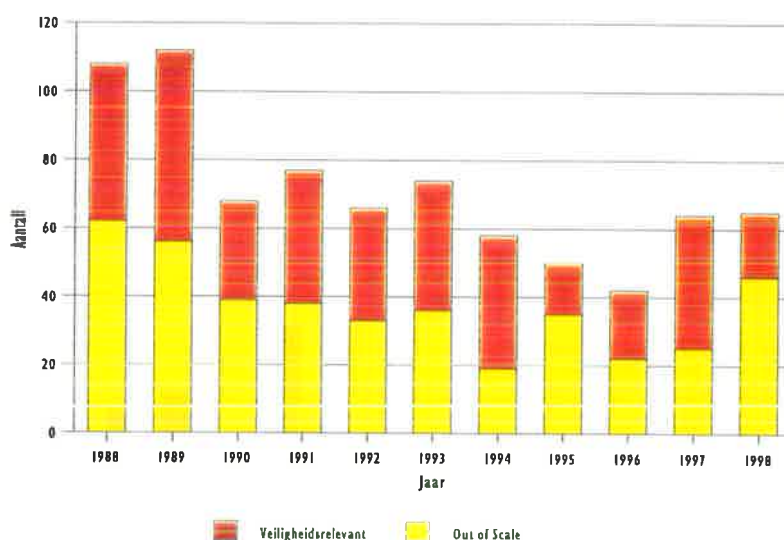


Figuur 9.1 Aantal meldingen aan de overheid

Mede de in 1989 gewijzigde melddrempel in aanmerking genomen vertoont het aantal meldingen aan de overheid een dalende tendens. Opgemerkt wordt dat niet alle meldingen aan de overheid betrekking hebben op de veiligheid. In 1998 werd de overheid 4 maal geïnformeerd over gebeurtenissen die niet significant waren voor de veiligheid (zogenamd Out of Scale). Dit betroffen de volgende gebeurtenissen.

- De constatering dat vloeistof met een radioactiviteit hoger dan de normen buiten gecontroleerd gebied was gebracht.
- Verlies van de organische ^{14}C -fractie in het monsternameapparaat waarmee de ^{14}C en tritiumlozing via de ventilatieschacht wordt bepaald. Hierdoor zijn meetwaarden verloren gegaan. Dit is twee maal opgetreden.
- Geproduceerd reactorvermogen was circa 9MW lager dan het toegestane vermogen als gevolg van een afwijking in de thermische vermogensberekening.

In figuur 9.2 is het jaarlijks aantal interne storingsrapporten sinds de invoering van de SWG-procedure (1988) weergegeven, onderverdeeld naar veiligheidsrelevante en out of INES-scale storingen.



Figuur 9.2 Jaarlijks aantal storingen

Een verdere indeling van veiligheidsrelevante gebeurtenissen naar veiligheidsbetekenis is gebaseerd op de Gebruikershandleiding van het INES-systeem. De lichtste categorie, waar alle veiligheidsrelevante storingen van de KCB in passen, zijn de degradaties van Defense-in Depth. Deze storingen hebben geen feitelijke consequenties maar zijn alleen van betekenis wegens vermindering van de veiligheidsmarge. Binnen deze categorie wordt de volgende indeling gehanteerd:

1) *inoperability of safety systems*

Dit is de zwaarste sub-categorie, waarbij een (deel)functie van het veiligheidssysteem niet beschikbaar bleek te zijn. De in 1997 geconstateerde storing met betrekking tot het automatische kerninundatiesysteem (zie paragraaf 9.2) valt in deze sub-categorie. In 1998 waren er geen storingen in deze categorie

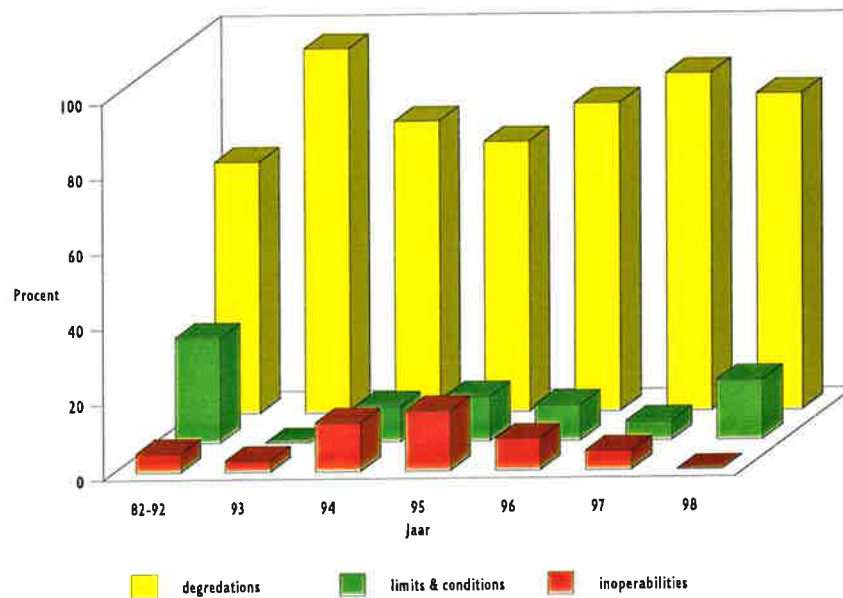
2) *outside limits and conditions*

Dit is de middelste sub-categorie, waarbij bedrijfsparameters buiten de limieten zijn gekomen. De in 1998 geconstateerde systematische afwijking van de noodvoedingswaterdebietmetingen is ondergebracht in deze sub-categorie. In 1998 waren er totaal 3 gevallen binnen deze categorie en in 1997 2 gevallen.

3) *degradation of safety provisions*

Alle andere veiligheidsrelevante storingen vallen in deze lichtste categorie. Hierbij is bijvoorbeeld sprake van het falen van een enkele component of onderdeel zonder dat het wezenlijke kenmerk van de betrokken functie (bijvoorbeeld door redundantie) is aangetast.

In figuur 9.3 is deze toedeling naar veiligheidskenmerken, genormeerd naar 100% per jaar, grafisch weergegeven. Figuur 9.3 laat zien dat er relatief weinig storingen optreden met significante relevantie voor de veiligheid en dat er in de loop der jaren een lichte verschuiving is van relevante naar minder relevante storingen.



Figuur 9.3 Verdeling veiligheidsrelevante storingen naar kenmerk

9.5 Conclusies/samenvatting

In de jaren 1997 en 1998 hebben zich, tegen de achtergrond van een lichte daling in de laatste jaren, meer lichte storingen voorgedaan. Een groot deel van deze storingen kan worden toegeschreven aan het Modificatieproject en de nasleep daarvan. De veiligheidsrelevantie van deze storingen was echter betrekkelijk gering. Zowel in 1997 als in 1998 werd een storing als INES=1 geclassificeerd.

10 REFERENTIELIJST

1. Milieu-effectrapport Modificaties kernenergie-eenheid centrale Borssele (EPZ / KEMA, EPZ Ref. Moddoc nr. 063-001 Rev. 0, KEMA Ref. 53388-KET, december 1993).
2. Beschikking inzake Optimalisatie splijtstof kernenergiecentrale Borssele (Ministeries VROM, EZ, SW, kenmerk E/EE/KK/99004680, 1999).
3. Beschikking inzake Modificatie kernenergie-eenheid centrale Borssele (Ministeries VROM, EZ, SW, kenmerk E/EE/KK/94053428, 2 augustus 1994).
4. Beschikking inzake Modificatie kernenergie-eenheid centrale Borssele (Ministeries VROM, EZ, SW, kenmerk E/EE/KK/99004681, 26 mei 1999).
5. Resultaten van de dosistempo- en radioactiviteitsmetingen in de omgeving van Borssele over het jaar 1997, KEMA rapportnr. 22716-NUC 97-9142, Rev. 0, 18 maart 1998).
6. Bespreking van de resultaten van de radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de Kernenergiecentrale Borssele over 1997 (NV EPZ, Referentie R0276, 30 maart 1998).
7. Brief van NV EPZ aan KFD; betreft resultaten omgevingsmetingen kernenergiecentrale Borssele over 1997 (ref. ZN/MCr/Lous/dJ/B98002313, 30 maart 1998).
8. Resultaten van de dosistempo- en radioactiviteitsmetingen in de omgeving van Borssele over het jaar 1998 (KEMA rapportnr. 22927-NRG 98-5974, Rev. 0, 30 januari 1999).
9. Bespreking van de resultaten van de radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de Kernenergiecentrale Borssele over 1998 (NV EPZ, Referentie R0118, 20 februari 1999).
10. Brief van NV EPZ aan KFD; betreft resultaten omgevingsmetingen kernenergiecentrale Borssele over 1998 (ref. Lous/dJ/B99002023, 3 maart 1999).
11. Rapportage van de geloosde gasvormige en vloeibare ioniserende stralen uitzendende stoffen in het eerste kwartaal van 1997 (NV EPZ, rapportnr. R0534, 18 juni 1997).
12. Rapportage van de geloosde gasvormige en vloeibare ioniserende stralen uitzendende stoffen in het tweede kwartaal van 1997 (NV EPZ, rapportnr. R0753, 13 augustus 1997).
13. Rapportage van de geloosde gasvormige en vloeibare ioniserende stralen uitzendende stoffen in het derde kwartaal van 1997 (NV EPZ, rapportnr. R1072, 14 november 1997).
14. Jaaroverzicht ontvangen dosis ioniserende stralen, lozingen van vloeibare en gasvormige ioniserende stralen uitzendende stoffen en ioniserende stralen uitzendende afvalstoffen in 1997 (NV EPZ, referentie Lous/Rmp/R0163, 20 februari 1998).
15. Jaaroverzicht ontvangen dosis ioniserende stralen, lozingen van vloeibare en gasvormige ioniserende stralen uitzendende stoffen en ioniserende stralen uitzendende afvalstoffen in 1998 (NV EPZ, referentie Lous/Rmp/R0085 Rev. 1, 20 juli 1999).

16. Status Report on Hydrogen Management in the Borssele NPP (KEMA rapport nr. 30052-NUC 98-2909, 17 december 1998).
17. Report of the Expert Mission on Applications of Living PSA in The Netherlands, 14-18 june 1999 (International Atomic Energy Agency, IAEA-J4-CT-99-02327).
18. Milieujaarrapport Kernenergiecentrale Borssele 1997 (NV EPZ, referentie N08-31-002, 9 maart 1998).
19. Milieujaarrapport Kernenergiecentrale Borssele 1998 (NV EPZ, referentie N08-31-003, 23 februari 1999).
20. Brief van NV EPZ aan Inspectie Milieuhygiëne; betreft: Definitieve melding aan de overheid (melding N01-55-98.1004 inzake gebeurtenis die had kunnen leiden tot het onbedoeld buiten de inrichting geraken van radioactieve stoffen, ref. ZK/JKr/ABe/B99001983, 2 augustus 1999).
21. Brief van NV EPZ aan Inspectie Milieuhygiëne; betreft: Definitieve melding aan de overheid (melding N01-55-97.1009 inzake splijfstoflekkage van drie splijststofstaven, ref. ZK/JKr/ABe/B99001983, 12 februari 1999).
22. Brief van NV EPZ aan Inspectie Milieuhygiëne; betreft: Definitieve melding aan de overheid (melding N01-55-98.1004 inzake gebeurtenis die had kunnen leiden tot het onbedoeld buiten de inrichting geraken van radioactieve stoffen, ref. ZK/JKr/ABe/B99001983, 2 augustus 1999).
23. Brief van EPZ aan Inspectie Milieuhygiëne; betreft: storting TL080R019, ref. ZN/AdB/dJ/B98002388, 13 mei 1998).
24. Brief van EPZ aan Inspectie Milieuhygiëne, betreft: correcties lozingsrapportage, ref. KM/Lrs/AJB/B99002334, 7 september 1999).
25. Jaarverslag Storingswerkgroep 1997 (NV EPZ, rapport nr.R0131 rev. 1, 10 maart 1998).
26. Jaarverslag Storingswerkgroep 1998 (NV EPZ, rapport nr. ZTB-R9902, 8 juni 1999).
27. Rapportpeilingen grondwaterstand omgeving KCB 1997
28. Rapportpeilingen grondwaterstand omgeving KCB 1998
29. Onderzoek in het kader van de geluidcontrole betreffende noodstroomdiesels EY010 en EY020 (Adviesbureau Peutz & Associates BV, rapportnr. FB2306-6, 3 december 1996).
30. Onderzoek in het kader van de geluidcontrole betreffende noodstroomdiesel EY020 (Adviesbureau Peutz & Associates BV, rapportnr. FB2306-7, 11 februari 1997).

31. Onderzoek in het kader van de geluidcontrole betreffende noodstroomdiesel EY030 (Adviesbureau Peutz & Associates BV, rapportnr. FB2306-8, 20 mei 1997).
32. Nalevingscontrole voorschrift II.37.a.1. verbonden aan de vergunning ex. art. 15 van de Kernenergiewet m.b.t. de Kernenergiecentrale Borssele (BS-30) (Adviesbureau Peutz & Associates BV, rapportnr. FC 1883-7, 24 februari 1997).
33. Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ-kerncentrale te Borssele gedurende het jaar 1997 (RIVM, rapportnr. 610330003, mei 1998).
34. Stralingsniveaumetingen met behulp van TLD rond het terrein van de EPZ-kerncentrale te Borssele in 1998 (RIVM, rapportnr. 610330019, oktober 1999).

BIJLAGE I

Projectgegevens

Initiatiefnemer:	N.V. Elektriciteits-Produktiemaatschappij Zuid-Nederland EPZ
Bevoegd Gezag:	Ministers van Economische Zaken, van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en van Volksgezondheid, Welzijn en Sport. In overeenstemming met de Ministers van Verkeer en Waterstaat en van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij.
Activiteit:	Het aanbrengen van een aantal veiligheidsverhogende voorzieningen en systemen aan de kernenergiecentrale te Borssele.
Besluit:	Vergunningverlening krachtens de Kernenergiewet.
Vergunningaanvraag:	d.d. 20 december 1993
Beschikking:	Beschikking E/EE/KK/99004681 d.d. 26 mei 1999
Categorie Besluit m.e.r.	Artikel 22.6 (volgens het Besluit van 4 juli 1994)
Evaluatieperiode:	1997 - 1998

BIJLAGE 2

De wijzigingen

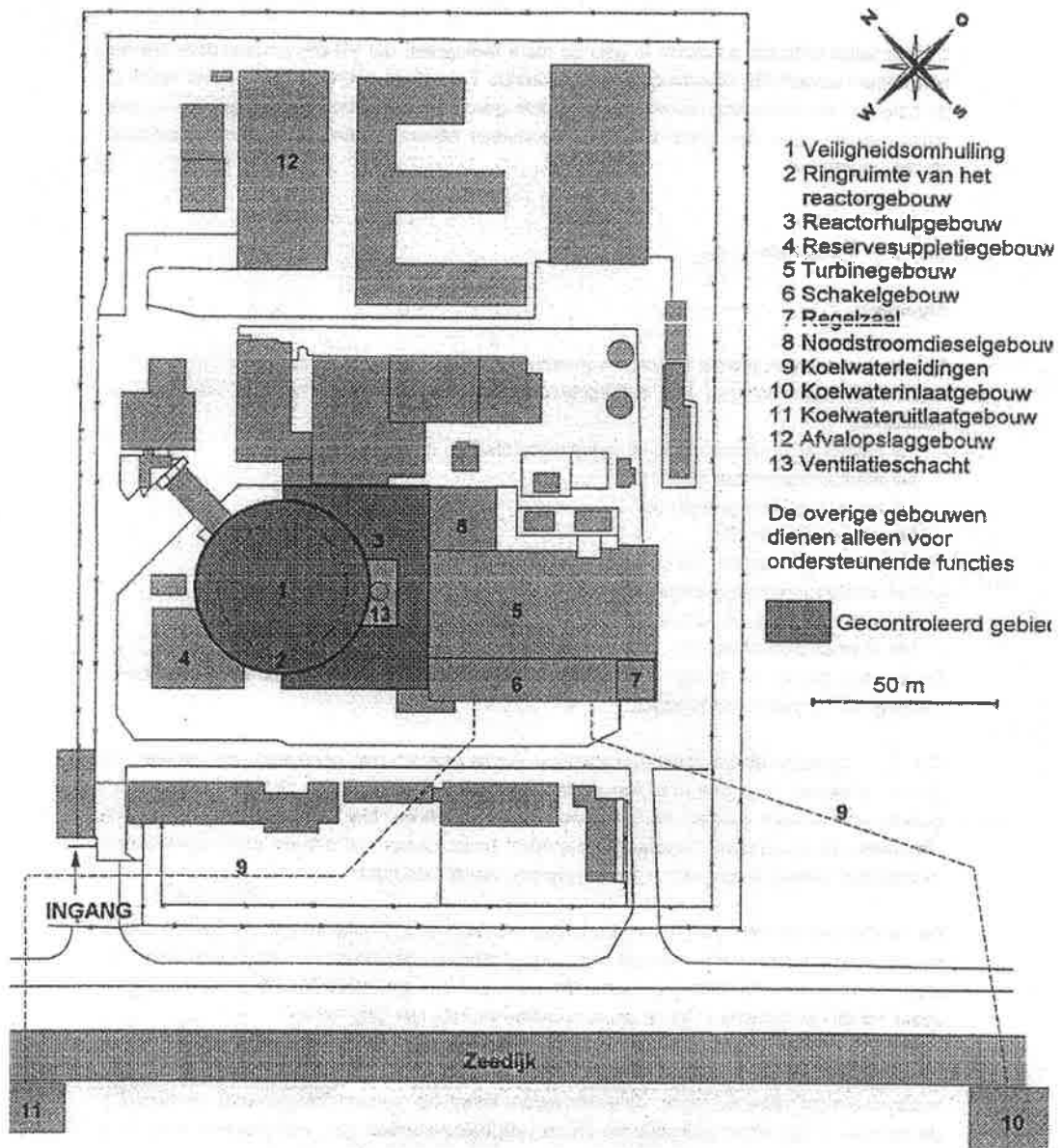
Tabel bl.1 De uitgevoerde systeemtechnische wijzigingen

Systeem	Specificatie
1. Kerninundatie en nakoelsysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. scheiding van het systeem in twee onafhankelijke systemen b. wijziging van de regeling, zodat tijdens kerninundatie continue watertoevoer beter is verzekerd c. toevoeging van terugslagkleppen om bij lege kerninundatievoorradetanks terugstroming uit de reactorput te voorkomen d. automatisering van de afschakeling van de kerninundatiepompen e. uitbreiding van signalering van de klepstanden
2. Nucleair tussenkoelwatersysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. scheiding van de twee kringlopen b. toevoeging van een vierde tussenkoelwaterpomp c. toevoeging van een tweede activiteitsmeting
3. Nood- en nevenkoelwatersysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. scheiding van de twee kringlopen b. toevoeging van een vierde tussenkoelwaterpomp c. aardbevingsbestendig maken van het systeem binnen het reactorhulpgebouw
4. Reserve koelketen	De reserve koelketen is een nieuw systeem, dat is aangesloten op het kerninundatie- en nakoelsysteem en het splijststofopslagbassinakoelsysteem. De installatie bestaat uit 14 pompen en pijpleidingen die grondwater oppompen uit het tweede watervoerende pakket op een diepte van circa 25 meter. Met dit systeem kan - onafhankelijk van de Westerschelde - de vervalwarmte uit het primaire systeem en het splijststofopslagbassin, langdurig worden afgevoerd.
5. Primair reservesuppletiesysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. de mogelijkheid van sproeien in de drukhouder met water uit het primaire reservesuppletiesysteem (aanleg van leidingen) b. de mogelijkheid van het toevoeren van geboreerd water in het primaire systeem onder hoge druk (wijziging in de regeling)
6. Drukhoudsysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. vervanging van de veiligheids- en afblaaskleppen op de drukhouder door een type dat ook geschikt is om water/stoommengsels af te blazen b. toepassing van een met de hand aanstuurbare drukontlastingsvoorziening
7. Hoofdstoomsysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. vervanging van de hoofdstoomleidingen binnen de veiligheidsomhulling door leidingen van een betere kwaliteit b. mantelbuizen om de hoofdstoomleidingen in de ringruimte c. fixatie van de hoofdstoomleidingen aan het reactorgebouw bij de overgang naar het reactorhulpgebouw d. de installatie van een stromingsbegrenzer in elke hoofdstoomleiding e. de ruimtelijke scheiding van de hoofdstoomleidingen in het hoofdstoomafblasstation f. aanvullende wijzigingen aan de hoofdstoomleidingen op het reactorhulpgebouw
8. Voedingswatersysteem	<ul style="list-style-type: none"> a. vervanging van de hoofdvoedingswaterleidingen binnen de veiligheidsomhulling van het reactorgebouw door leidingen van een betere kwaliteit b. het aanbrengen van mantelbuizen om de hoofdvoedingswaterleidingen in de ringruimte van het reactorgebouw c. de installatie van extra afsluiters in de hoofdvoedingswaterleidingen. d. vervanging van de aandrijving van één van de beide stoomturbine-aangedreven noodvoedingswaterpompen door een elektrische aandrijving e. fixatie van de voedingswaterleidingen aan het reactorgebouw bij de overgang naar het reactorhulpgebouw.
9. Secundair reservesuppletiesysteem	Vervanging van de beide suppletiepompen door pompen met grotere capaciteit.

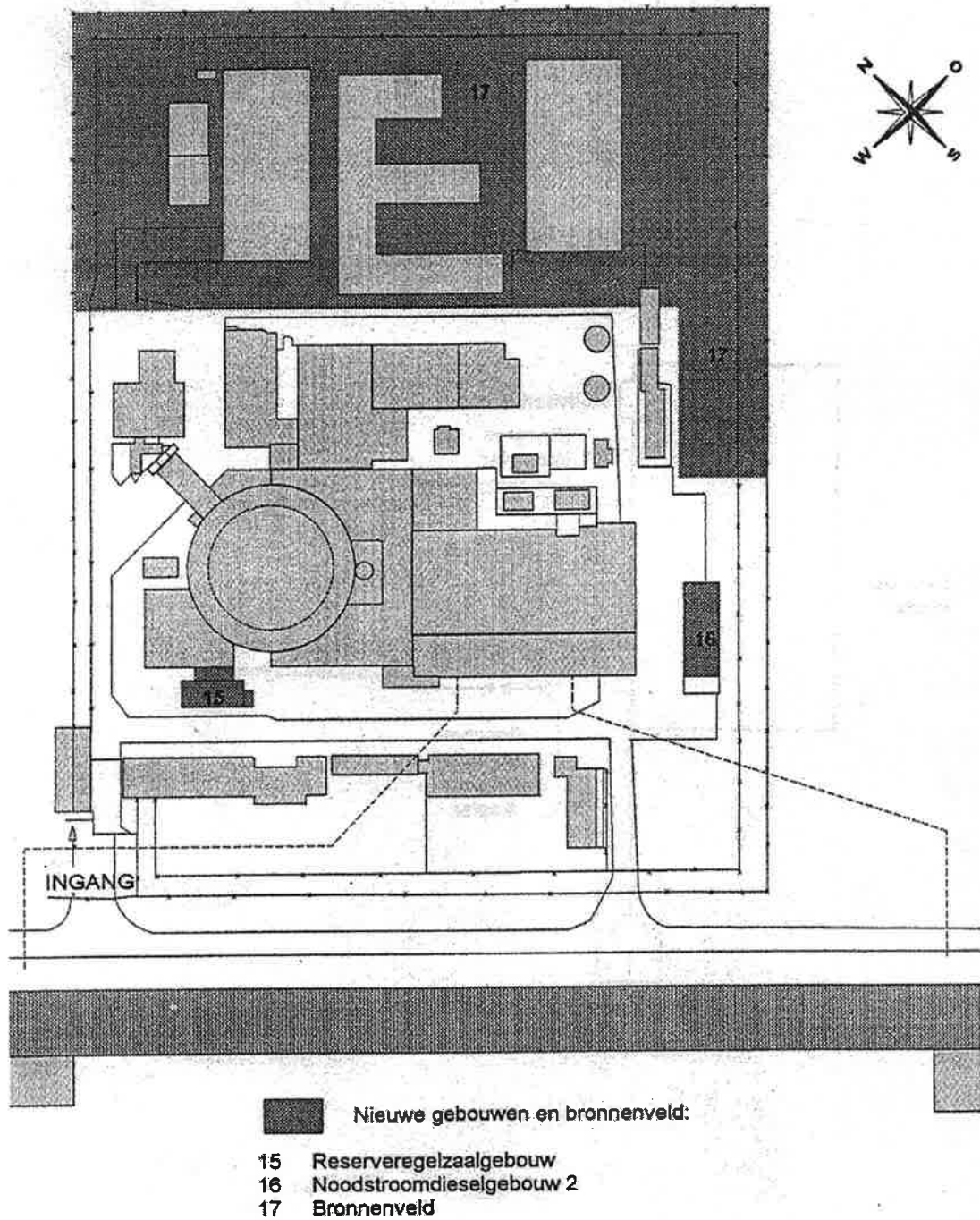
Systeem	Specificatie
10. Noodstroomvoorziening	<ul style="list-style-type: none"> a. de verdeling van deelsystemen van veiligheidstechnisch belangrijke systemen over de deelsystemen van de noodstroomvoorziening b. vervanging van de dieselaggregaten van noodstroomnet I alsmede het plaatsen van twee van deze aggregaten het nieuwe noodstroomdieselgebouw c. uitbreiding van de noodstroomvoorziening als gevolg van de wijzigingen in de totale installatie d. de installatie van een tweede onafhankelijke voeding uit het elektriciteitsnet.
11. Meet- en regeltechniek / reactorbeveiliging	<ul style="list-style-type: none"> a. aanpassing van het reactorbeveiligingssysteem b. verhoging van de automatiseringsgraad c. installatie van een reserve regelzaal in een nieuw gebouw d. verplaatsing van delen van de meet- en regeltechniekinstallatie naar gebouwen die beter bestendig zijn tegen externe invloeden.
12. Ventilatiesysteem van het reservesuppletiegebouw	<ul style="list-style-type: none"> a. dubbele uitvoering van de ventilatoren b. toevoeging van ventilatie van het nieuwe reserveregelzaalgebouw c. opname van koeling van de bassins van het secundaire reservesuppletiesysteem
13. Brandbeveiliging	<p>De brandbeveiliging is zodanig aangepast dat grote branden in het reactorgebouw, het reservesuppletiegebouw en het reserveregelzaalgebouw zoveel mogelijk worden vermeden. Verder zijn de brandgevaarlijke onderdelen in het machinegebouw, het schakelgebouw, de noodstroomdieselgebouwen en het koelwaterinlaatgebouw tegen brand beveiligd. De belangrijkste wijzigingen zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. uitbreiding van branddetectie en -melding b. uitbreiding van de brandbestrijdingsmogelijkheden c. maatregelen ter beperking van de verspreiding van de brand
14. Bescherming tegen externe invloeden	<p>Betere bescherming tegen externe invloeden is bereikt door versterking van bevestigingen van componenten zodat deze bestand zijn tegen een aardbeving en volledige afdichting van het reactorgebouw tot op een bepaalde hoogte ten aanzien van overstroming. Het nieuwe reserveregelzaalgebouw en het nieuwe noodstroomdieselgebouw zijn tot 7.30 m + N.A.P. overstromingsdicht uitgevoerd. Veiligheidstechnische componenten (o.a. delen van het reactorbeveiligingssysteem) zijn naar deze gebouwen overgeplaatst.</p>
15. Drukontlastingsstelsel van de veiligheidsomhulling	<p>Er is een gefilterd drukontlastingsstelsel van de veiligheidsomhulling ingebouwd, met het doel de druk binnen de veiligheidsomhulling in alle mogelijke gevallen onder de bezwijkgrens te houden. Alleen in speciale buitenontwerpongevallen kan het nodig zijn deze te openen. Door toepassing van een filter wordt bereikt dat bij afblazen de lucht uit de veiligheidsomhulling in belangrijke mate wordt ontdaan van radioactieve stoffen voordat deze wordt afgevoerd naar de buitenlucht. Het filter is opgesteld in de ringruimte.</p>
16. Waterstofgasbeperking	<p>Om te voorkomen dat bij bepaalde buitenontwerpongevallen grote hoeveelheden waterstofgas binnen de veiligheidsomhulling worden gevormd zijn binnen de veiligheidsomhulling circa 35 katalytische recombinatoren aangebracht. Dit om het vrijgekomen waterstof om te zetten in water.</p>

Tabel b2.2 Relatie tussen de wijzigingen en de ontwerpprincipes

Wijzigingen	Ontwerpprincipes					
	Betrouwbaarheid	Redundantie	Diversiteit	Ruimtelijke scheiding	Automatisering	Beperking gevolgen
1. Kerninundatie- en nakoelsysteem	X	X		X	X	
2. Nucleair tussenkoelwatersysteem		X				
3. Nood- en nevenkoelwatersysteem		X				
4. Reserve koelketen		X	X			X
5. Primair reservesuppletiesysteem	X	X	X			X
6. Drukhoudsysteem	X				X	X
7. Hoofdstoomsysteem	X			X	X	X
8. Voedingswatersysteem	X		X			
9. Secundair reserve-suppletiesysteem	X					
10. Noodstroomvoorziening	X	X		X		
11. Meet en regeltechniek	X	X		X	X	X
12. Ventilatiesysteem reservesuppletiegebouw	X	X				
13. Brandbeveiliging	X			X		X
14. Bescherming tegen externe invloeden		X		X		X
15. Drukontlastsysteem veiligheidsomhulling						X
16. Waterstofgasbeperking						X



Figuur b2.1 Overzicht van de gebouwen, 'oude' situatie.



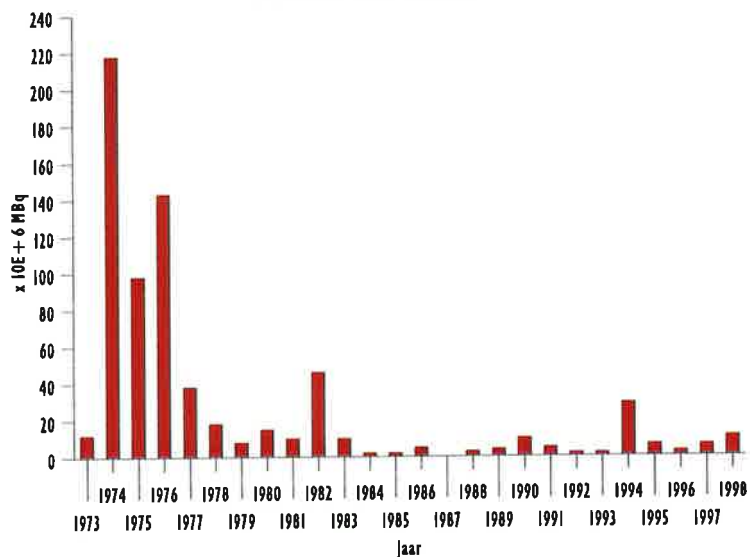
Figuur b2.2 Toegevoegde gebouwen

BIJLAGE 3

Jaaroverzichten lozingen

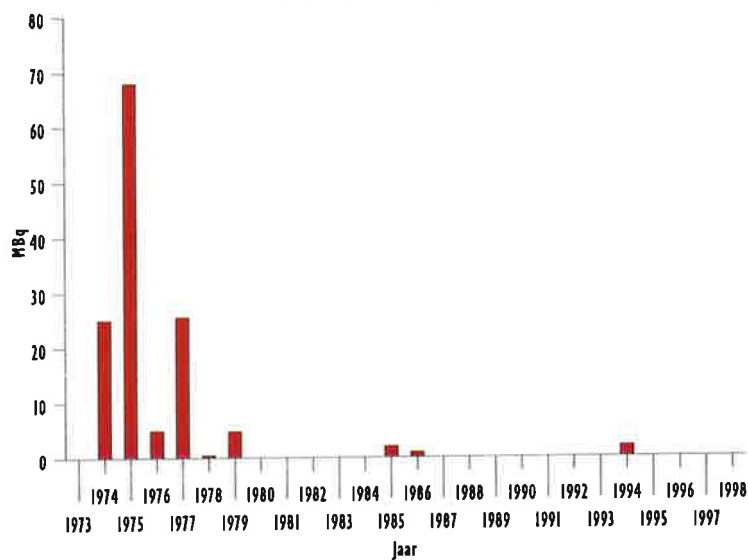
Lozing edelgas via ventilatieschacht

(vergunningnorm is $500 \cdot 10^6 + 6 \text{ MBq}$)



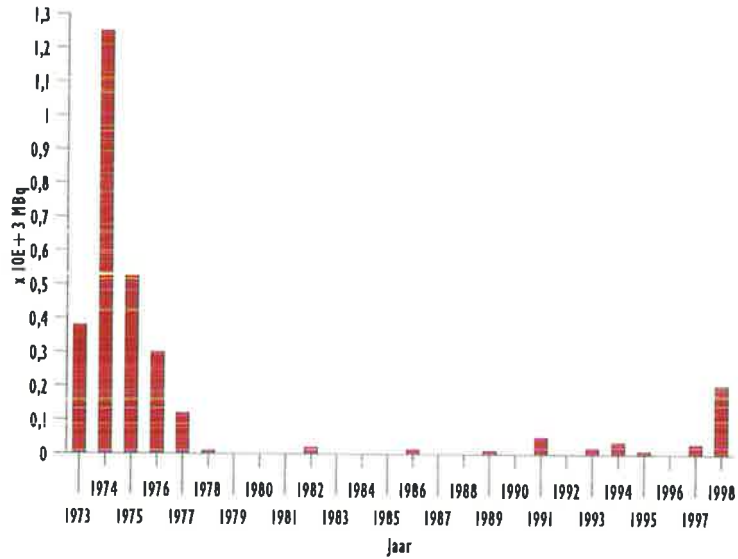
Lozing aerosolen via ventilatieschacht

(vergunningnorm is 500 MBq)



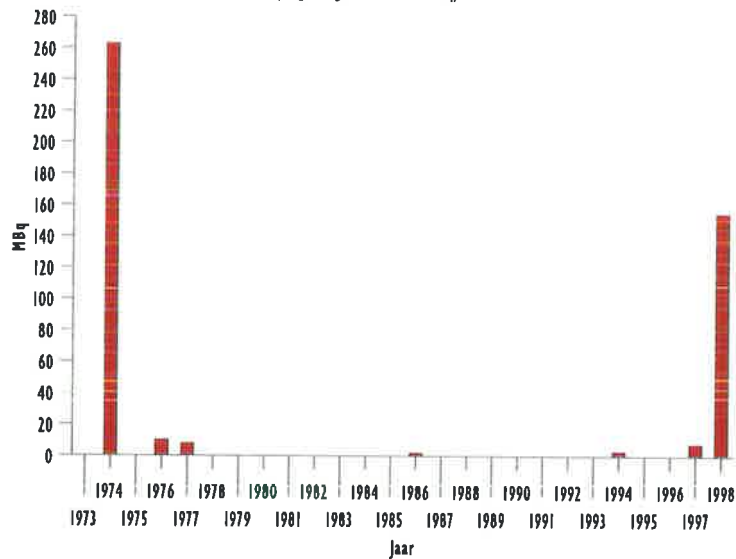
Lozing I-131 via ventilatieschacht

Vergunningsnorm is $5 \cdot 10^6 + 3$ MBq



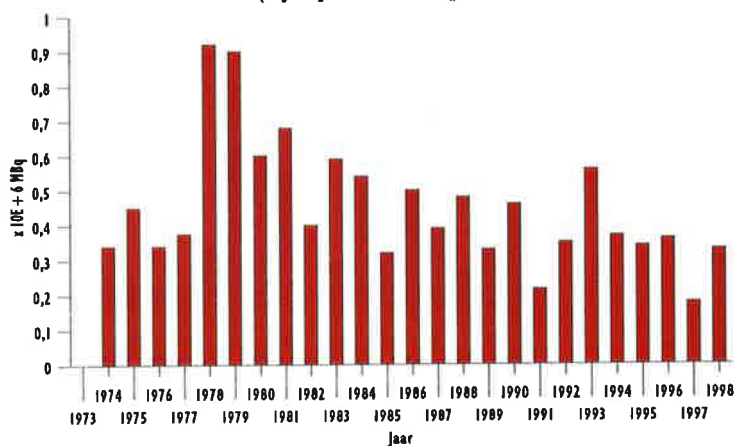
Lozing overige halogenen via ventilatieschacht

(Vergunningsnorm is 50.000 MBq)



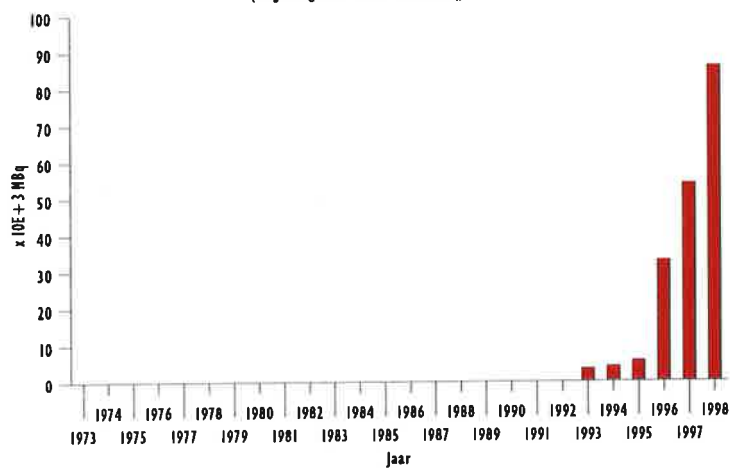
Lozing tritium via ventilatieschacht

(Vergunningnorm is $2 \cdot 10^6 + 6 \text{ MBq}$)



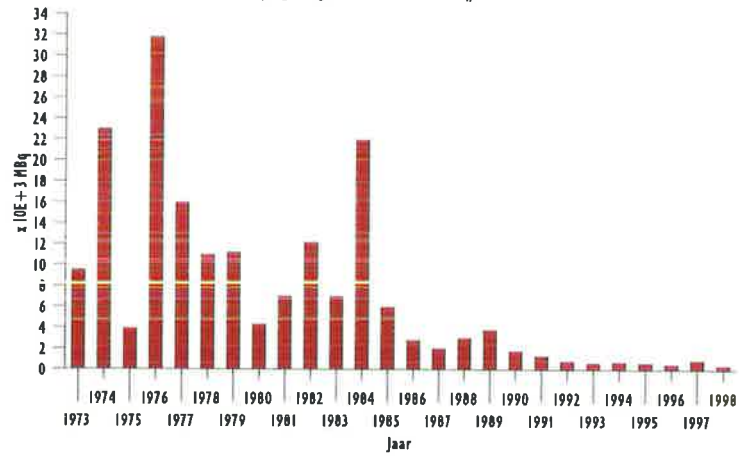
Lozing I4-C via ventilatieschacht

(Vergunningnorm is $300 \cdot 10^6 + 3 \text{ MBq}$)



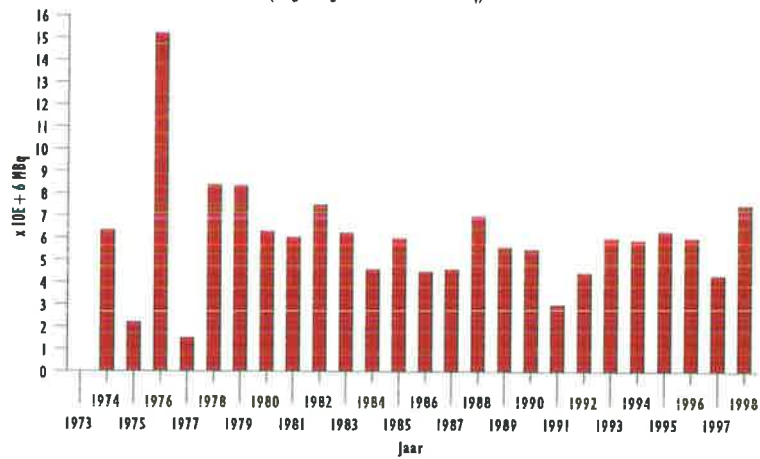
Lozing beta/gamma activiteit via de koelwateruitlaat

(Vergunningsnorm is $200 \cdot 10^6 + 3 \text{ MBq}$)



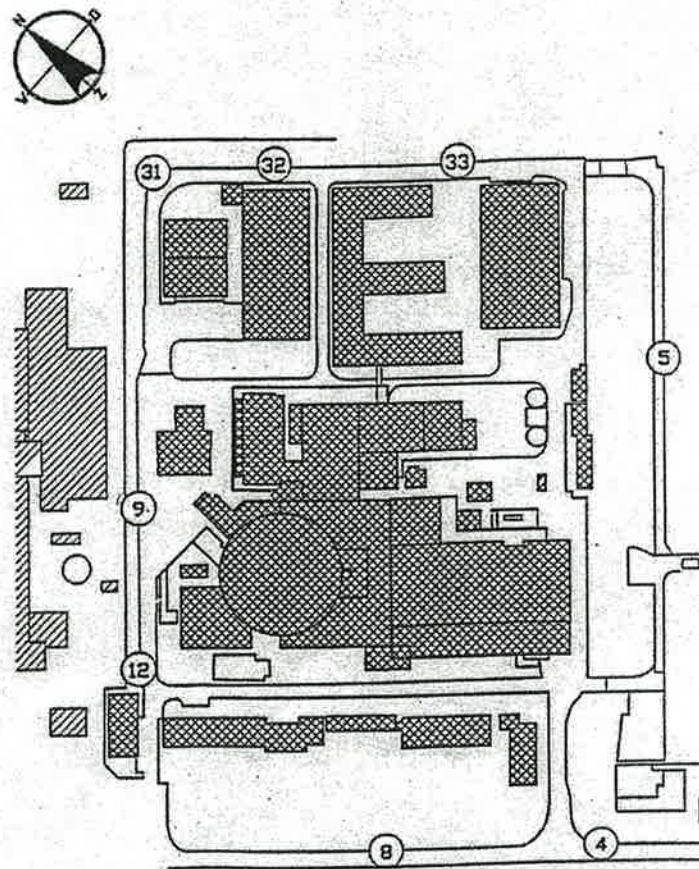
Lozing tritium via de koelwateruitlaat

(Vergunningsnorm is $30 \cdot 10^6 + 6 \text{ MBq}$)

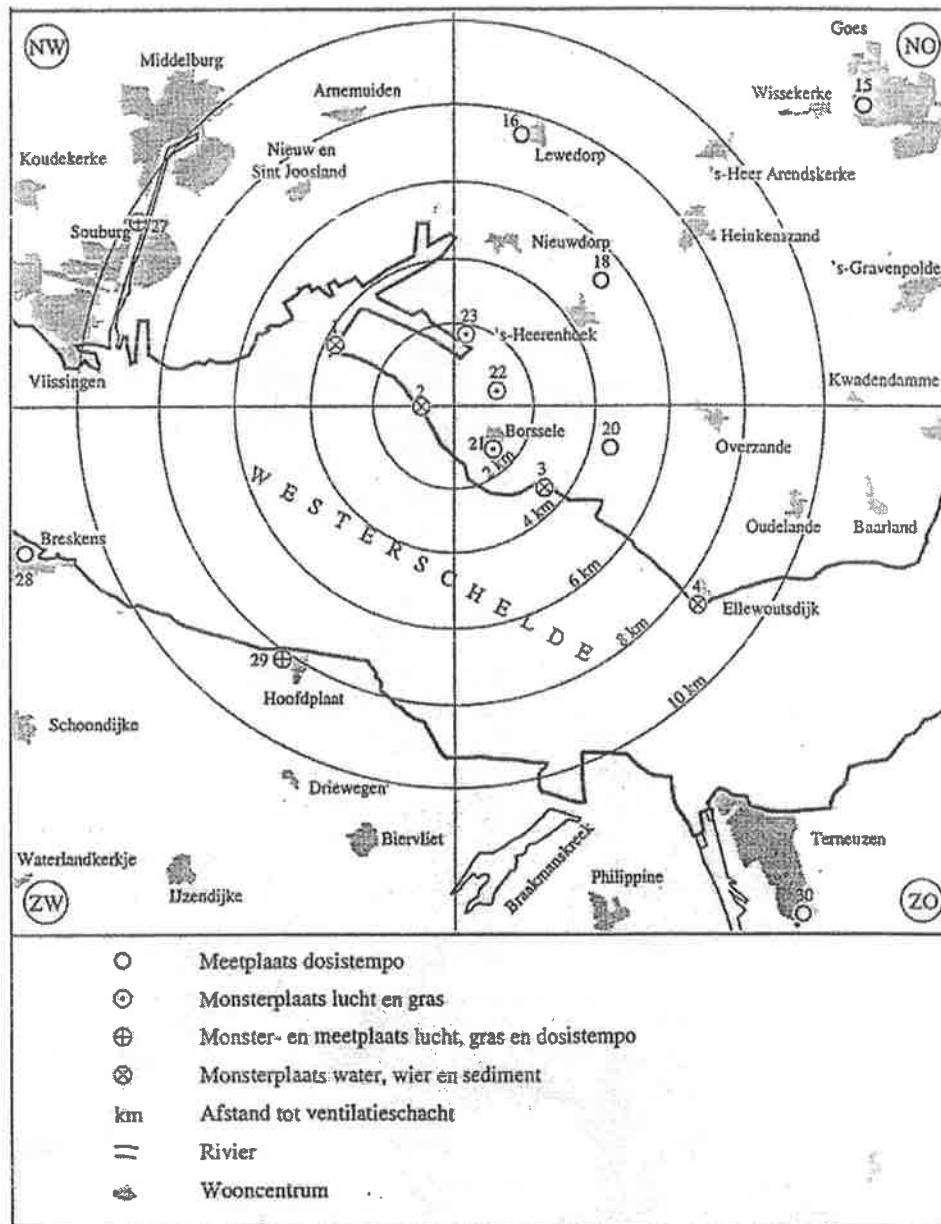


BIJLAGE 4

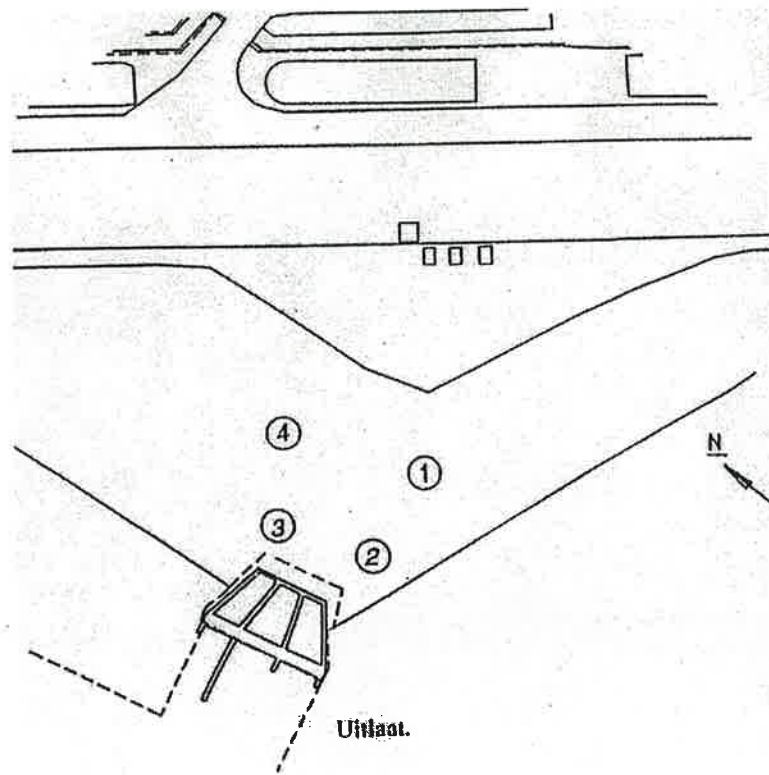
Omgevingsmeetnet en resultaten omgevingsmeetprogramma



Figuur b4.1 Meetpunten dosistempo nabij kerncentrale Borssele



Figuur b4.2 Meetpunten omgeving centrale Borssele



Figuur b4.3 **Overzicht zandbemonsteringsplaatsen**

Omgevingsmeetresultaten lucht

Tabel b4.1 Alfa-activiteit in luchtstof

Meetpunt (zie figuur 2)	1997	1998
	mBq/m ³	
21 (1 km ZO)	0,047	0,088
22 (1 km NO)	0,074	0,122
23 (2 km N)	0,120	0,398
27 (10 km W)	0,034	0,045
29 (8 km ZW)	0,048	0,042

De vermelde waarden zijn het gemiddelde van de maandelijkse meetwaarden

Tabel b4.2 Gemiddelde Bèta-activiteit in lucht

Meetpunt (zie figuur 2)	1997	1998
	mBq/m ³	
21 (1 km ZO)	0,27	0,40
22 (1 km NO)	0,31	0,43
23 (2 km N)	0,37	0,43
27 (10km W)	0,23	0,32
29 (8 km ZW)	0,36	0,34

De vermelde waarden zijn het gemiddelde van de maandelijkse meetwaarden

Tabel b4.3 Activiteitsconcentraties ¹³¹I, ⁶⁰Co, ¹³⁷Cs in lucht

Nuclide	1997	1998
	mBq/m ³	
¹³¹ I elementair	< 0,19	< 0,2
¹³¹ I organisch	< 0,28	< 0,3
⁶⁰ Co	< 0,08	< 0,08
¹³⁷ Cs	< 0,05	< 0,06

De vermelde waarden zijn bepaald als het gemiddelde van de maandelijks gemeten maximale waarden of geconstateerde detectielimieten. De maandelijkse metingen zijn verricht aan een mengmonster van de lokaties 21, 22, 23, 27 en 29 (zie figuur 2).

Omgevingsmeetresultaten water

Tabel b4.4 Bèta-activiteit van water uit de Westerschelde

Monsterplaats (zie figuur 2)	1997	1998
	kBq/m ³	
1 (2,5 km NW)	0,041	0,062
2 (Centrale)	0,053	0,054
3 (1,5 km ZO)	0,034	0,056
4 (8,5 km O)	0,072	0,052
De vermelde waarden zijn het gemiddelde van de maandelijkse meetwaarden.		

Tabel b4.5 Gemiddelde Bèta-activiteit van zwevend slib uit de Westerschelde

Monsterplaats (zie figuur 2)	1997	1998
	kBq/m ³	
1 (2,5 km NW)	0,038	0,043
2 (Centrale)	0,032	0,028
3 (1,5 km ZO)	0,099	0,071
4 (8,5 km O)	0,068	0,053
De vermelde waarden zijn het gemiddelde van de maandelijkse meetwaarden.		

Tabel b4.6 Gemiddelde ³H-activiteit van water uit de Westerschelde

Monsterplaats (zie figuur 2)	1997	1998
	kBq/m ³	
1 (2,5 km NW)	5,7	5,3
2 (Centrale)	5,8	6,4
3 (1,5 km ZO)	6,2	5,9
4 (8,5 km O)	6,3	5,5
De vermelde waarden zijn het gemiddelde van de maandelijkse meetwaarden.		

Tabel b4.7 Activiteit van gedroogde wieren uit de Westerschelde

Nuclide ¹⁾	1997	1998
	Bq/kg	
¹³¹ I	< 2,5	< 2,7
¹³⁷ Cs	< 1,9	< 2,3
⁶⁰ Co	< 3,4	< 3,7

De vermelde waarden zijn bepaald als het gemiddelde van de maandelijks gemeten maximale waarden of geconstateerde detectielimieten. De maandelijks metingen zijn verricht aan een mengmonster van de lokaties 1, 2, 3 en 4 (zie figuur 2).

Tabel b4.8 Activiteit van gedroogd sediment uit de Westerschelde

Nuclide ¹⁾	1997	1998
	Bq/kg	
¹³¹ I	< 0,23	< 0,2
¹³⁷ Cs	1,52	1,26
⁶⁰ Co	0,42	0,42

De vermelde waarden zijn bepaald als het gemiddelde van de maandelijks gemeten maximale waarden of geconstateerde detectielimieten. De maandelijks metingen zijn verricht aan een mengmonster van de lokaties 1, 2, 3 en 4 (zie figuur 2).

Omgevingsmeetresultaten bodem

Tabel b4.9 Activiteit van gedroogd gras

Nuclide	1997	1998
	Bq/kg	
¹³¹ I	< 3,9	< 4,6
¹³⁷ Cs	< 3,6	< 3,8
⁶⁰ Co	< 3,8	< 4,6

De vermelde waarden zijn bepaald als het gemiddelde van de maandelijks gemeten maximale waarden of geconstateerde detectielimieten. De maandelijkse metingen zijn verricht aan een mengmonster van de lokaties 21, 22, 23, 27 en 29 (zie figuur 2).

Tabel b4.9 Activiteit van zand

Nuclide	Monsterplaats (zie figuur 3)	1997	1998
		Bq/kg	
¹³⁷ Cs	Zand 1	$0,18 \pm 0,06$	$0,87 \pm 0,06$
	Zand 2	$1,41 \pm 0,07$	$1,82 \pm 0,08$
	Zand 3	$0,84 \pm 0,05$	$0,61 \pm 0,04$
	Zand 4	$0,87 \pm 0,06$	$0,92 \pm 0,06$
¹³⁴ Cs	Zand 1	< 0,22	< 0,3
	Zand 2	< 0,33	< 0,3
	Zand 3	< 0,26	< 0,2
	Zand 4	< 0,31	< 0,2
⁶⁰ Co	Zand 1	< 0,19	< 0,3
	Zand 2	$0,25 \pm 0,03$	$0,21 \pm 0,04$
	Zand 3	$0,18 \pm 0,04$	$0,28 \pm 0,02$
	Zand 4	< 0,21	< 0,3
⁵⁴ Mn	Zand 1	< 0,17	< 0,2
	Zand 2	< 0,19	< 0,2
	Zand 3	$0,04 \pm 0,04$	< 0,2
	Zand 4	< 0,20	< 0,2

BIJLAGE 5

Grondwaterpeilingen

In de navolgende figuren zijn de grondwaterpeilingen gedurende de maand juni 1997 van de drie peilbuizen weergegeven. De afstanden tot het bronnenveld zijn (in noord-oostelijke richting):

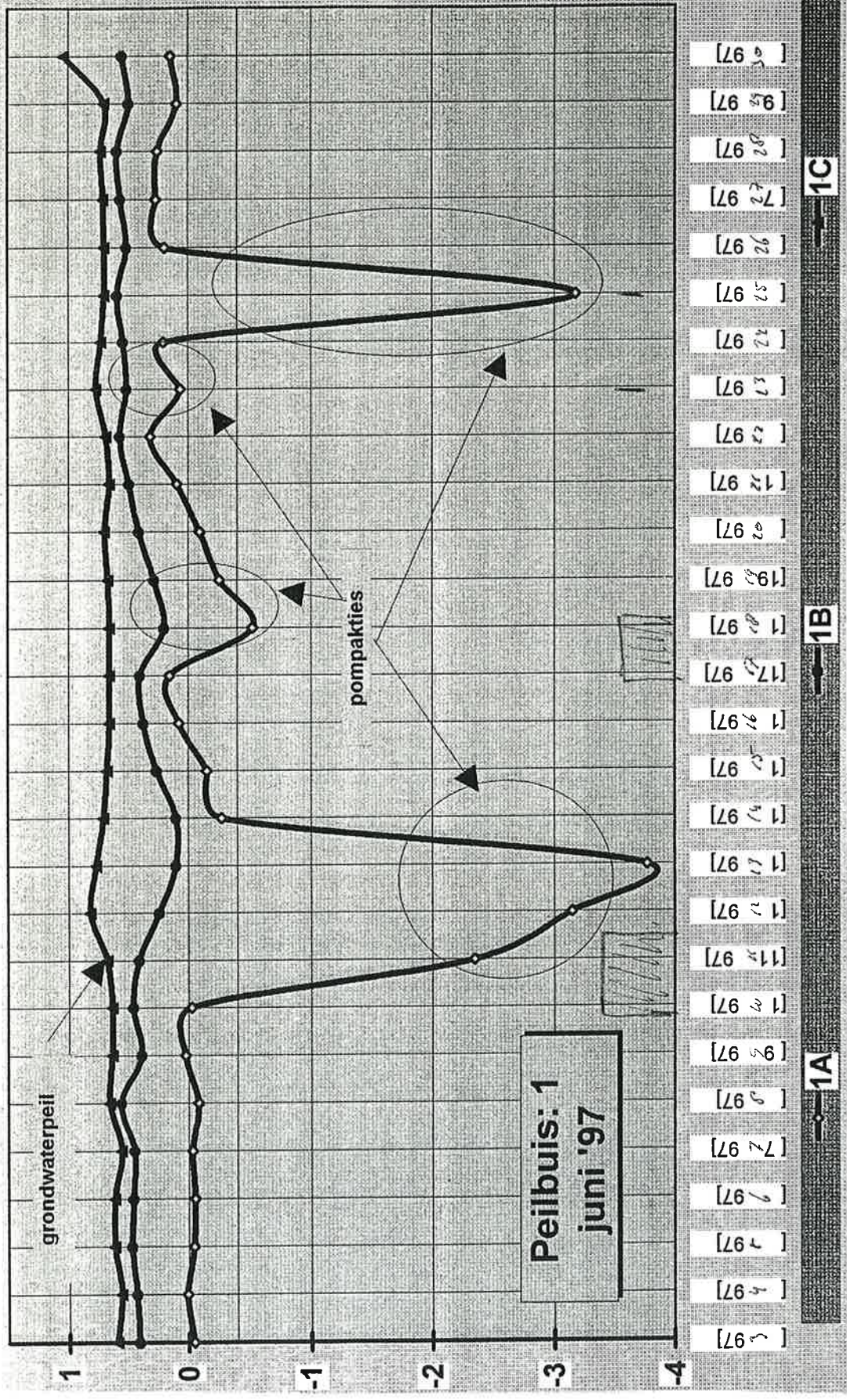
Peilbuis 1:	50 meter	(figuur b5.1)
Peilbuis 2:	200 meter	(figuur b5.2)
Peilbuis 3:	500 meter	(figuur b5.3)

In iedere figuur is het peil van het diepe grondwater (A), het middeldiepe grondwater (B) en het ondiepe grondwater (C) weergegeven.

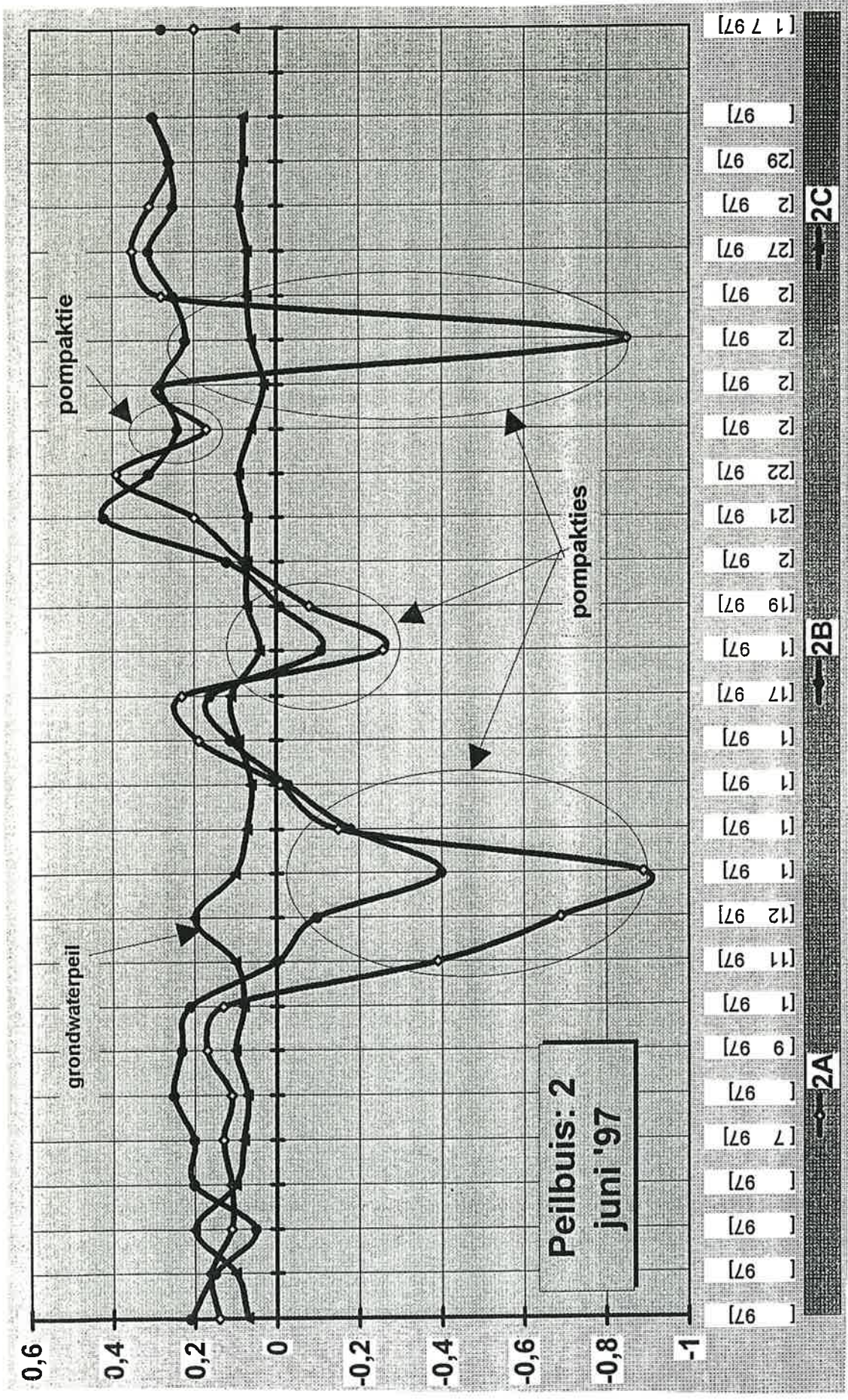
In de maand juni 1997 zijn op meerdere dagen pompproeven uitgevoerd. Deze kunnen als volgt worden geclusterd:

- 1: 10-06-1997
11-06-1997
13-06-1997
- 2: 17-06-1997
18-06-1997
- 3: 23-06-1997
- 4: 25-06-1997

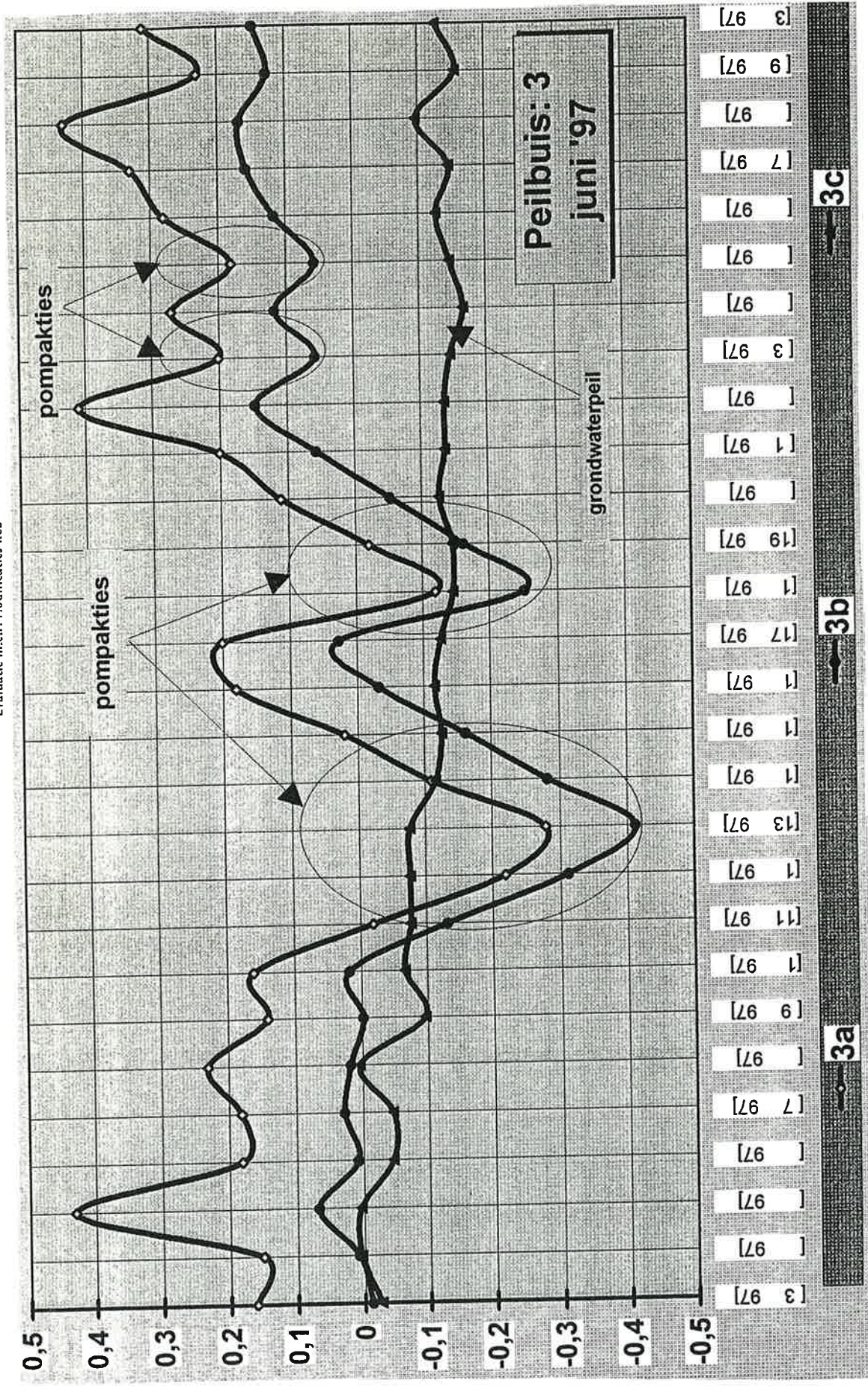
Het debiet was telkens circa 40 m³ per uur.



Figuur b5.1 Waterstanden peilbuis I (in mtr t.o.v. NAP)



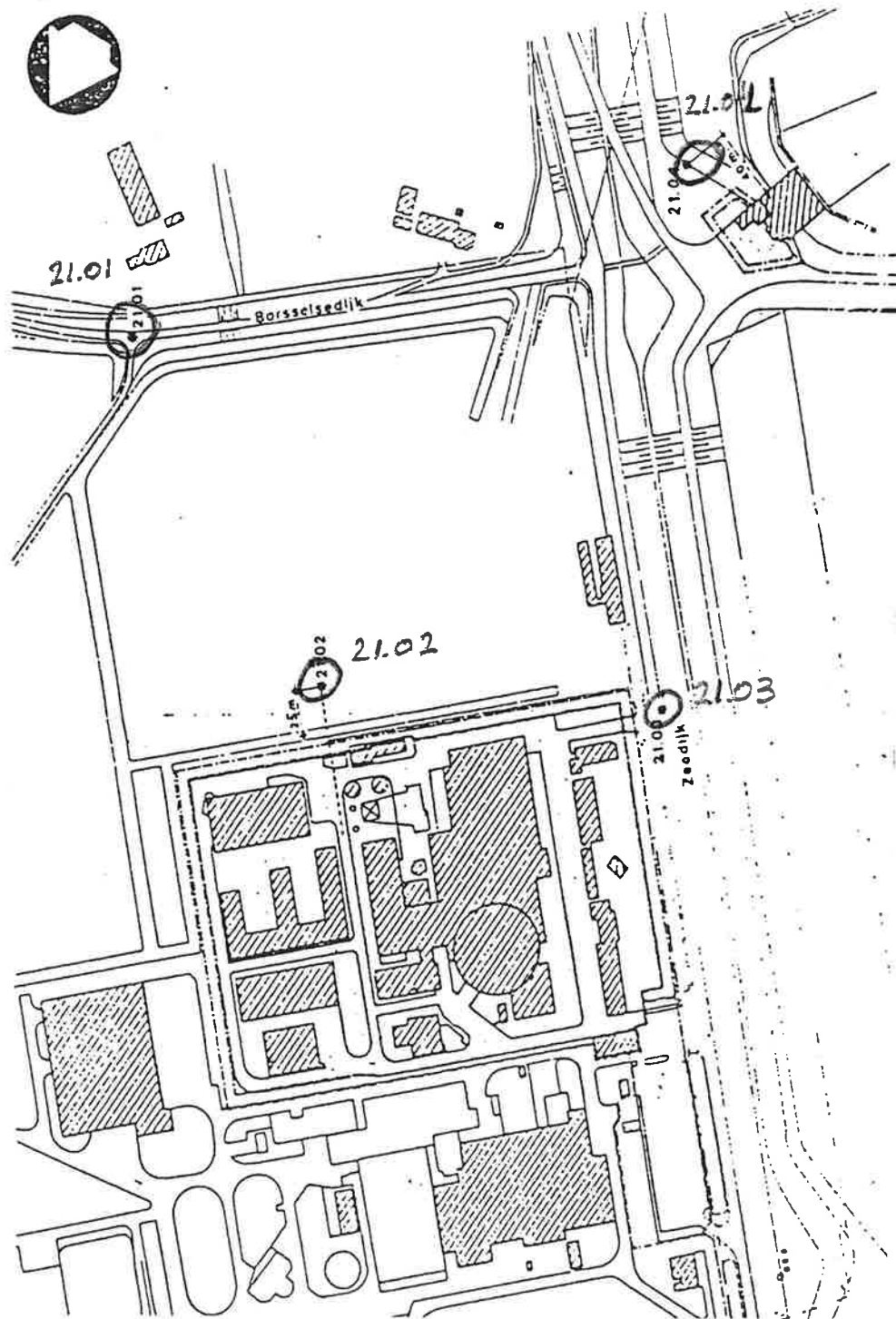
Figuur b5.2 Waterstanden peilbuis 2 (in mtr t.o.v. NAP)



Figuur b5.3 Waterstanden peilbuis 3 (in mtr t.o.v. NAP)

BIJLAGE 6

Controlepunten geluidmetingen



Figuur b6.1 Controlepunten 21.01 t/m 21.04 voor geluidmetingen

BIJLAGE 7

Storingen met melding aan de overheid

Tabel b7.1 Meldplichtige storingen in 1997

SWG-nr.	Storingsrapport	Datum	Omschrijving	INES schaal	Kenmerk
97/004	N07-70-286	18-02-97	Uitval CL- en CM-rails, waardoor tevens uitval VF-systeem en kortstondig verlies van de koelketen TG/TF/VF	0	deg. of safety prov.
97/005	N07-70-287	08-03-97	Onderbreking van de bekkenkoeling bij inbedrijfname van de VF800 strang	0	deg. of safety prov.
97/014	N07-70-295	24-05-97	Uitval VF003D001 als gevolg van verlies CL/CM railspanning	0	deg. of safety prov.
97/019	N07-70-299	05-06-97	Uitval van de EN- en EP-rails tijdens vervanging van de schakelaar voor de ER30 omvormer	0	deg. of safety prov.
97/023	N07-70-301	22-06-97	Verlies van het nakoelsysteem gedurende 45 minuten tijdens het testen van een Prüfverriegelung in YZ.	0	operational limits and conditions
97/029	N07-70-304	30-06-97	Openen veiligheid YP011S001 t.g.v. het onterecht aanspreken van YZ104 signaal.	0	deg. of safety prov.
97/030	N07-70-311	30-06-97	Constatering van een tijdelijke onbeschikbaarheid van het reactorbeveiligingssysteem.	1	inoperability of safety systems
97/031	N07-70-310	01-07-97	Noodstroomrail BU spanningloos.	0	deg. of safety prov.
97/036	N07-70-314	08-07-97	Instabiel voedingswaterbedrijf wat aanleiding was om hand-RESA te geven.	0	deg. of safety prov.
97/038		08-07-97	Aanspreken van de reactor snelafschakeling YZ011 op de Anfahrueberbrueckung.	0	operational limits and conditions
97/039	N07-70-325	25-07-97	Splijststoflekkage.	0	deg. of safety prov.
97/041	N07-70-320	12-08-97	13 maal openen van veiligheidsklep YP012S001	0	deg. of safety prov.
97/044	N07-70-324	12-08-97	Ten onrechte aanspreken ATWS-signaal na RESA	0	inoperability of safety systems
97/059	N07-70-335	13-11-97	Aanspreken YZ141K201, YZ142K202 en K203 t.g.v. railomschakeling rail BE.	0	deg. of safety prov.

Tabel b7.2 Meldplichtige storingen in 1998

SWG-nr.	Storingsrapport	Datum	Omschrijving	INES schaal	Kenmerk
98/001	N07-70-344	5-1-98	RESA als gevolg van het onterecht aanspreken van de gradiëntbewaking voor het reactorvermogen	0	deg. of safety prov.
98/007	N07-70-349	13-1-98	PUMA gevolgd door RL-RELEB na terug steken spanningsbewakingbouwsteen BĀ-rail	0	deg. of safety prov.
98/013	N07-70-355	7-4-98	Uitval centrale ingeleid door openen van de koppelschakelaar CM001.E	0	operational limits and conditions
98/022		2-4-98	Verlies van de organische fractie van TL80-monster.	-	n.v.t.
98/027	N07-70-365	8-6-98	Door voertuigmonitor geconstateerde afvoer van besmette vloeistof boven EPZ-vrijgavelimiet.	-	n.v.t.
98/028	N07-70-369	15-6-98	Uitval BU-rail tijdens montagewerk in HD14.	0	deg. of safety prov.
98/035	N07-70-373	19-6-98	Noodstroom ingeleid door het starten van een rookgasventilator van de kolencentrale.	0	deg. of safety prov.
98/052	N07-70-389	16-10-98	Constatering van systematische afwijking van de noodvoedingwater debietmetingen waardoor verminderde beschikbaarheid van de functie.	1	operational limits and conditions
98/058	N07-70-394	2-11-98	Verlies van de organische fractie van de TL080R019 meting benodigd voor milieurapportage aan VROM	-	n.v.t.
98/063	N07-70-400	11-12-98	CX-rail spanningloos.	0	deg. of safety prov.
98/067		7-8-98	Activiteitsverhoging in het primair systeem ten gevolge van een vermindering van de integriteit van de splijtstofbekleding.	0	deg. of safety prov.
98/045	N07-70-380	24-7-98	Geproduceerd reactorvermogen was circa 9 MW lager dan het toegestane vermogen als gevolg van een afwijking in de thermische vermogensberekening.	-	n.v.t.

BIJLAGE 8

Overzicht bedrijfsvoering 1997 en 1998

01-01-1997 t/m 07-02-1997	stretchout bedrijfsvoering
08-02-1997 t/m 13-07-1997	revisie-periode vanwege het modificatieproject en splijststofwisseling
14-07-1997 t/m 11-08-1997	bedrijfsvoering op 100% vermogen
12-08-1997 t/m 15-08-1997	stilstand vanwege storing aan de gemodificeerde veiligheidskleppen
16-08-1997 t/m 04-01-1998	bedrijfsvoering op 100% vermogen
05-01-1998 t/m 07-01-1998	stilstand vanwege storing niet-veiligheidsrelevante regeling
08-01-1998 t/m 10-05-1998	bedrijfsvoering op 100% vermogen
11-05-1998 t/m 11-06-1998	stretchout bedrijfsvoering
12-06-1998 t/m 08-07-1998	normale revisie-periode en splijststofwisseling
09-07-1998 t/m 22-12-1998	bedrijfsvoering op 100% vermogen
23-12-1998	stilstand door storing in turbineregeling
24-12-1998 t/m 31-12-1998	bedrijfsvoering op 100% vermogen

