



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

**Stralingsniveaumetingen rond het  
terrein van de EPZ kerncentrale te  
Borssele in 2011**

RIVM briefrapport 610330131/2012  
M. Farahmand



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

## **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2011**

RIVM Briefrapport 610330131/2012  
M. Farahmand

## Colofon

© RIVM 2012

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave'.

M. Farahmand

Contact:  
Majid Farahmand  
Laboratorium voor Stralingsonderzoek  
majid.farahmand@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van KFD, in het kader van project 610330, Site Monitoring Straling

## Rapport in het kort

### **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2011**

Het stralingsniveau aan de terreingrens van kerncentrale Borssele lag in 2011 onder het toegestane maximum. Dit blijkt uit controlemetingen van het RIVM.

Volgens de kernenergiewetvergunning moet de centrale ervoor zorgen dat personen buiten de terreingrens een effectieve stralingsdosis ontvangen van ten hoogste 40 microsievert per jaar. Om dit te controleren wordt op acht punten op de terreingrens het stralingsniveau gemeten.

Dit gebeurt met het door het RIVM beheerde MONET-meetnet. Van de meting wordt vervolgens de natuurlijke achtergrondwaarde afgetrokken. Om het resultaat te vertalen naar effectieve stralingsdosis voor een persoon, wordt de zogeheten Actuele Blootstellingen Correctiefactor (ABC-factor) toegepast. ABC-factoren hangen samen met de bestemming van het gebied waar de effectieve stralingsdosis kan worden opgelopen. Rond Borssele geldt een ABC-factor van 0,2.

In opdracht van de Kernfysische Dienst van het ministerie van Infrastructuur en Milieu rapporteert het RIVM jaarlijks of de kerncentrale aan deze vergunningseis voldoet. In dit rapport zijn voor 2011 de daggemiddelden van de acht MONET-monitoren rond de kerncentrale weergegeven. Ook wordt uitgelegd hoe op elk meetpunt de achtergrondwaarde is bepaald. In 2011 bedroeg de hoogste waarde, na aftrek van de natuurlijke achtergrond, 5,3 microsievert. Na toepassing van de ABC-factor resulteerde dit in een maximale effectieve dosis van 1,1 microsievert.

Trefwoorden:

Gammastralingsniveau, Omgevingsdosisequivalent, EPZ

## Abstract

### **Radiation level measurements around the site of Borssele nuclear power plant in 2011**

In 2011, the radiation level at the site boundary of the Borssele nuclear power plant (NPP) was below the maximum permitted level. This is the conclusion of this report based on field measurements carried out by the RIVM.

Dutch legislation on the use of nuclear energy requires that the maximum effective dose received by persons outside the site boundary of the NPP Borssele does not exceed 40 microsievert annually. Control measurements of the radiation level were therefore carried out at eight locations at the site boundary, within the framework of the MONET monitoring network, which falls under the administrative management of the RIVM. The measurements are processed by first subtracting the natural background value from the measured value. The result is then translated into the effective radiation dose for an individual, by applying the so-called Actuele Blootstellingen Correctiefactor (ABC-factor). ABC-factors are closely linked with the specific use of the site where the effective radiation dose can be incurred. An ABC-factor of 0.2 for the site boundary of the NPP Borssele has been set by legislation.

By order of the Department of Nuclear Safety, Security and Safeguards of the Ministry of Infrastructure and the Environment of the Netherlands, the RIVM reports annually on whether the NPP Borssele meets this criterion for maintaining its license. Both the daily averages of the eight MONET-monitors around the NPP Borssele and an explanation of how the background level at each measuring location was determined are provided in the report. In 2011, the highest value, following the correction for the natural background level, amounted to 5.3 microsievert. This was translated into a maximum effective dose of 1.1 microsievert following the application of the ABC-factor.

**Keywords:**

External radiation, Ambient dose, EPZ

## Inhoud

Samenvatting—6

**1 Inleiding—7**

1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele—8

**2 De gemeten grootheid—9**

**3 Operationaliteit MONET EPZ/KCB in 2011—11**

**4 MONET-resultaten 2011—13**

4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en bruto jaardosis—13

4.2 Netto jaardosis—15

4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode—19

4.4 Vergelijking tussen MONET-methode en EPZ/KCB-methode—20

**5 Waarschuwingsberichten aan de ILenT—21**

**6 Conclusies—22**

**7 Referenties—23**

## Samenvatting

In opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILenT) verricht het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het RIVM metingen van het externe stralingsniveau rond de EPZ-kerncentrale te Borssele. De metingen worden uitgevoerd ter controle van stralingsniveaus zoals vastgelegd in de vergunning van de kerncentrale ingevolge de Kernenergiewet (KEW). Dit rapport beschrijft de resultaten van het MONET-meetnet in 2011.

In het rapport zijn de resultaten beschreven van het bruto- en nettostralingsniveau aan de terreingrens van de kerncentrale, dat wil zeggen zonder en met correctie voor het achtergrondstralingsniveau. De nettoresultaten zijn ook vergeleken met resultaten van de methode die wordt toegepast door EPZ/KCB.

De resultaten van de MONET-monitoren laten geen of een geringe verhoging van het omgevingsdosisequivalent,  $H^*(10)$ , zien ten opzichte van het achtergrondstralingsniveau. Het maximale omgevingsdosisequivalent toegevoegd aan het achtergrondstralingsniveau in 2011 is 5,3  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 27. Na toepassing van de Actuele Blootstellingen Correctiefactor (ABC-factor) resulteerde dit in een maximale effectieve dosis van 1,1  $\mu\text{Sv}$ . De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40  $\mu\text{Sv}$  per jaar wordt, zelfs zonder de ABC-factor, op geen van de meetpunten overschreden.

De correctie voor het achtergrondstralingsniveau is tevens uitgevoerd met de methode die door EPZ/KCB wordt toegepast. Dit leidde tot aantoonbare toegevoegde stralingsniveaus voor de monitoren 22 en 27. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is goed.

## 1 Inleiding

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het RIVM meet continu het gammastralingsniveau aan de terreingrens van kernenergiecentrale Borssele van de N.V. ElektriciteitsProductie-maatschappij Zuid Nederland (EPZ/KCB) met behulp van het MONET-meetnet<sup>1</sup>. De metingen worden uitgevoerd in opdracht van de ILenT, ter controle van stralingsniveaus zoals vastgelegd in de vergunning van de kerncentrale ingevolge de kernenergiewet (KEW). Volgens deze vergunning [1, voorschrift II.D.3] *"...dient NV EPZ ervoor te zorgen dat door het in werking hebben van de inrichting en alle aanwending van splijtstoffen en radioactieve stoffen, met inbegrip van het zich daarvan ontdoen en het opslaan daarvan in verband met vervoer, tezamen met het gebruik van ioniserende stralen uitzendende toestellen in de inrichting, voor personen buiten de inrichting de ontvangen effectieve dosis zo laag als redelijkerwijs mogelijk is, doch in ieder geval lager dan 40 microsievert per jaar. In dit kader wordt onder effectieve dosis verstaan de dosis berekend voor de meest beperkende gebruiksoptie van het milieu buiten de inrichting. Voor de bepaling van de Multifunctionele en Actuele Individuele Dosis gelden de regels als gegeven in de bijlage van de Ministeriële Regeling Analyse Gevolgen Ioniserende Straling, MR-AGIS (Stcrt 2002, 22 en 73, en wijziging Stcrt 2003,81"*. Bij het toetsen aan de vergunningslimiet (40  $\mu$ Sv) mag de gemeten bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis worden vermenigvuldigd met de ter plaats geldende ABC-factor<sup>2</sup>, zoals gegeven in Tabel 6.2 van de bijlage bij MR-AGIS [2]. Voor EPZ/KCB wordt een ABC-factor van 0,2 voorgeschreven in de vergunning [3].

Het MONET-meetnet bij EPZ/KCB is uitvoerig beschreven in RIVM-rapport 610330011 [4]. De MONET-methode is ontwikkeld om met de MONET-meetgegevens de netto jaardosis, of toegevoegde dosis, te bepalen. De netto jaardosis is het omgevingsdosis-equivalent,  $H^*(10)$ , dat is toegevoegd aan de dosis ten gevolge van de natuurlijke achtergrondstraling [5].

Deze methode gebruikt een referentie die wordt geconstrueerd op basis van data van gamma-monitoren van het Nationaal Meetnet Radioactiviteit (NMR). Wanneer deze referentie wordt bepaald op basis van alle NMR-monitoren in Nederland (tweede generatie NMR) wordt het de "landelijke referentie" genoemd. De referentie kan ook worden geconstrueerd uit een deel van de NMR-monitoren, bijvoorbeeld in de buurt van de installatie.

In dit rapport worden de resultaten voor 2011 beschreven. Het rapport is als volgt opgebouwd. In Hoofdstuk 2 wordt in het kort de

<sup>1</sup> MONET: MOnitoring NEtwerk Terreinen

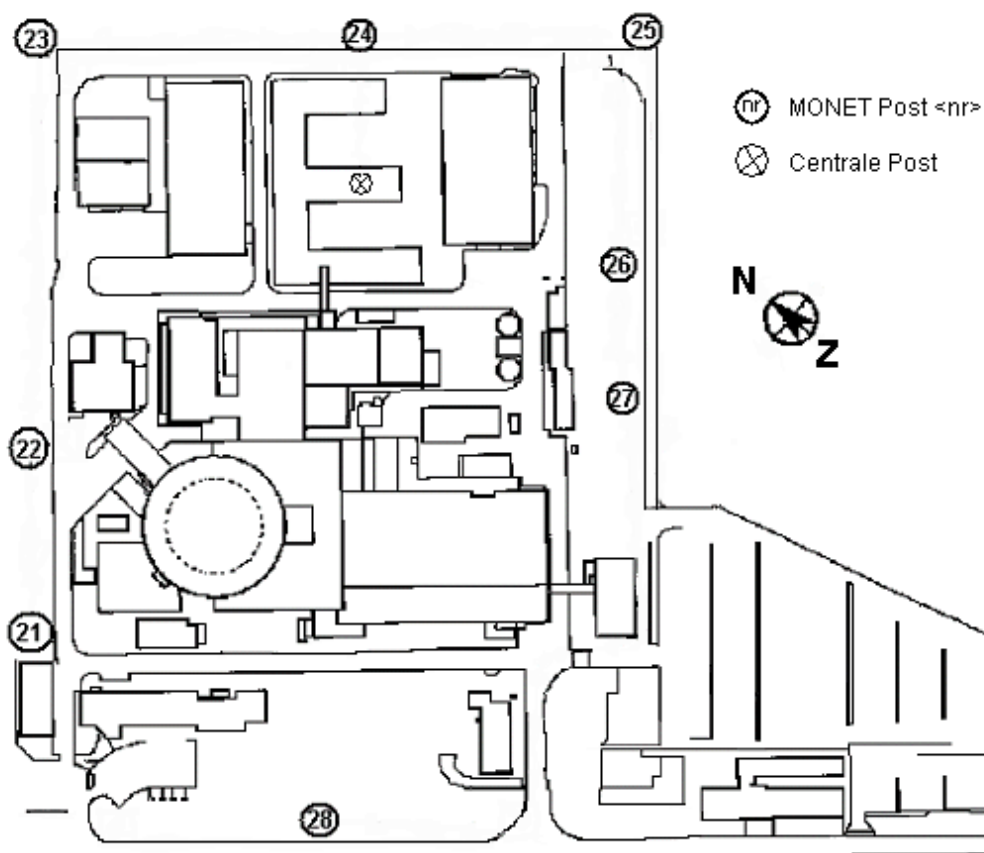
<sup>2</sup> De ABC-factor of Actuele Blootstellingen Correctiefactor kan waarden tussen 0,001 en 0,2 aannemen, afhankelijk van de gebruiksbestemming ter plaatse.



meetgrootte beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt de operationaliteit van het MONET-meetnet rond EPZ/KCB gegeven. Hoofdstuk 4 geeft de resultaten voor het MONET-meetnet rond de EPZ/KCB; het verloop van het daggemiddelde bruto dosisequivalenttempo, het verloop van het verschil tussen de MONET-monitoren en de voor iedere monitor berekende achtergrond (netto) en de netto jaardosis per monitor. Tevens wordt in Hoofdstuk 4 de netto jaardosis voor iedere MONET-monitor gegeven, berekend volgens de EPZ/KCB-methode [5,6]. In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de in 2011 aan de ILenT verstuurd waarschuwingsberichten. De afspraken over het versturen van waarschuwingsberichten zijn beschreven in [7]. In Hoofdstuk 6 worden de conclusies gegeven.

### 1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele

Op de terreingrens van de kerncentrale te Borssele zijn acht stralingsmonitoren geplaatst, zie Figuur 1.1. De monitoren 21 t/m 24 zijn ondergebracht in de ene tak van het netwerk, de monitoren 25 t/m 28 in de andere tak.



Figuur 1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele.

## 2 De gemeten grootheid

De grootheid die door de MONET-monitoren wordt gemeten is de tijdsafgeleide van het omgevingsdosisequivalent,  $\dot{H}^*(10)$ , zoals gedefinieerd in [8].

In de vergunning [1] zijn de vergunningslimieten opgesteld in de grootheid effectieve dosis  $E$ . De bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis wordt  $E_{\text{ext}}$  genoemd. Ondanks het gebruik van de limiterende grootheid effectieve dosis  $E$  in de nieuwe vergunning, wordt hier toch de grootheid  $H^*(10)$  gebruikt. De reden hiervoor is dat de grootheid  $E_{\text{ext}}$  niet zonder uitgebreide aanvullende metingen van de energieverdeling van het gamma-stralingsveld is te bepalen. Vandaar dat, conform de aanbevelingen van de ICRP [9], de operationele grootheid  $H^*(10)$  wordt gebruikt als schatting van  $E_{\text{ext}}$ . Van belang hierbij is om op te merken dat  $H^*(10)$  een overschatting geeft van  $E_{\text{ext}}$  [9]. In het kader van de vergunningshandhaving wordt het verschil tussen de gemeten grootheid  $H^*(10)$  en de limiterende grootheid  $E_{\text{ext}}$  vooral van belang op het moment dat  $H^*(10)$  groter is dan de vergunningslimiet. Hier wordt nogmaals opgemerkt dat bij toetsen aan de vergunningslimiet de gebruiksoptie van de omgeving mag worden beschouwd [2].

De metingen van  $\dot{H}^*(10)$  worden uitgevoerd met een Bitt RS03/X proportionele telbuis. De energierespons van de monitor is zodanig dat de uitlezing overeenkomt met het omgevingsdosisequivalent-tempo. De monitor heeft een hoekafhankelijkheid en is overgevoelig voor kosmische straling. Aangezien bij de berekening van de nettodosis de MONET-monitoren worden vergeleken met de NMR-monitoren, zal deze verhoogde gevoeligheid voor kosmische straling slechts een zeer gering effect hebben, aangezien de twee netwerken vergelijkbare types monitoren gebruiken.

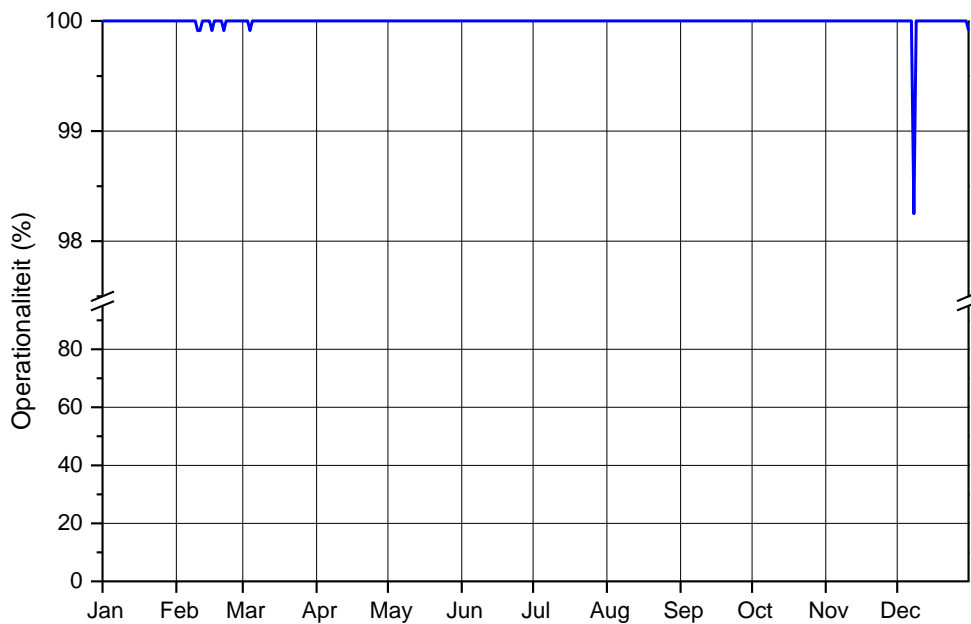
In een studie van de Bitt RS02 wordt de systematische onderschatting van de activiteit in de lucht geraamd op 3-7%, afhankelijk van de verdeling van de radionucliden in de lucht [10]. Met kennis van de natuurlijke achtergrond (nucliden en verdeling) kan hiervoor worden gecorrigeerd. Na correctie resteert een absolute onzekerheid ( $2\sigma$ ) in metingen van de natuurlijke achtergrond van minder dan  $5 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$  [10]. Een dergelijke studie is niet uitgevoerd voor de RS03/X-monitor. Aangenomen wordt dat systematische fouten en de absolute onzekerheid hetzelfde zijn, gezien dezelfde opbouw van de proportionele telbuis.

Voor het uitvoeren van metingen van het omgevingsdosisequivalent met dosistempo-monitoren bestaat de norm NEN 5648 [11]. In deze norm wordt aangegeven hoe metingen moeten worden uitgevoerd en hoe onzekerheden in rekening kunnen worden gebracht. Deze norm is bij de MONET-metingen niet toegepast, dat wil zeggen dat de kalibratie van de Bitt-monitoren afwijkt van de norm. In de norm wordt aangegeven hoe de hoek- en energieafhankelijkheid in rekening gebracht kan worden als onderdeel van de totale onzekerheid in de meetresultaten. Gegevens over de hoek- en

energieafhankelijkheid van de Bitt RS02 zijn te vinden in referenties [10,12]. Voor de Bitt RS02 bedraagt de onzekerheid, op basis van deze gegevens, volgens de norm circa 15%, met name door de energieafhankelijkheid van de monitor.

### 3 Operationaliteit MONET EPZ/KCB in 2011

In Figuur 3.1 is de operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2011 weergegeven. Het is de verhouding (in %) tussen het werkelijk aantal geregistreerde en bruikbare 10-minuut-waarden en het op een dag maximale aantal van 144 10-minuut-waarden, gemiddeld over de acht monitoren.

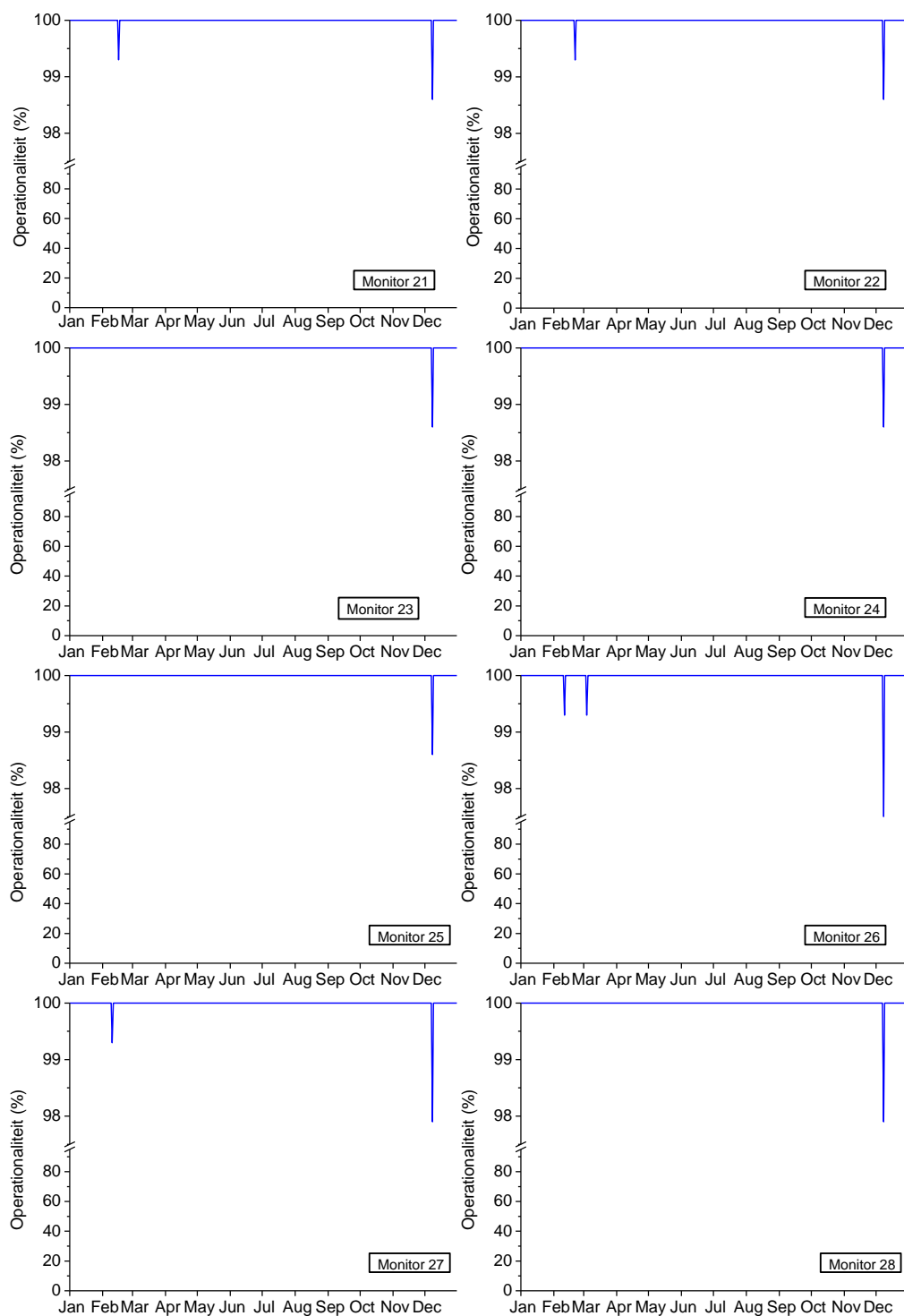


*Figuur 3.1 Operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2011, gemiddeld over de acht monitoren.*

Op 20 september 2006 is er overgegaan naar het NMR3 data acquisitie systeem. Met dit systeem is het minder vaak nodig de klok te synchroniseren zodat het mogelijk is om een maximale operationaliteit van 100% te hebben. De jaargemiddelde operationaliteit van de acht monitoren was groter dan 99%. De laagste gemiddelde operationaliteit was 98.3% op 8 december 2011.

In Figuur 3.2 is de operationaliteit per MONET-monitor in 2011 aangegeven. De operationaliteit van de monitoren was over het algemeen maximaal en steeds groter dan 97.2%.

De ILenT heeft met het RIVM afspraken gemaakt ten aanzien van meldingen met betrekking tot verminderde operationaliteit [7]. In 2011 was het niet nodig geweest om meldingen te doen, aangezien de operationaliteit niet lager dan 75% is geweest.



Figuur 3.2 Operationaliteit per MONET-monitor rond EPZ/KCB in 2011.

## 4 MONET-resultaten 2011

In dit hoofdstuk worden de resultaten voor 2011 gepresenteerd. Het verloop gedurende het jaar van het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en de bruto jaardosis worden gegeven voor iedere monitor. Het verloop, gedurende het jaar, van het verschil tussen MONET-metingen en de voor iedere monitor berekende achtergrond op basis van dag-gemiddelden alsmede de netto jaardosis per monitor worden gegeven. Tenslotte worden de resultaten gegeven van de berekening van de netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode op basis van de MONET-meetdata.

### 4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en bruto jaardosis

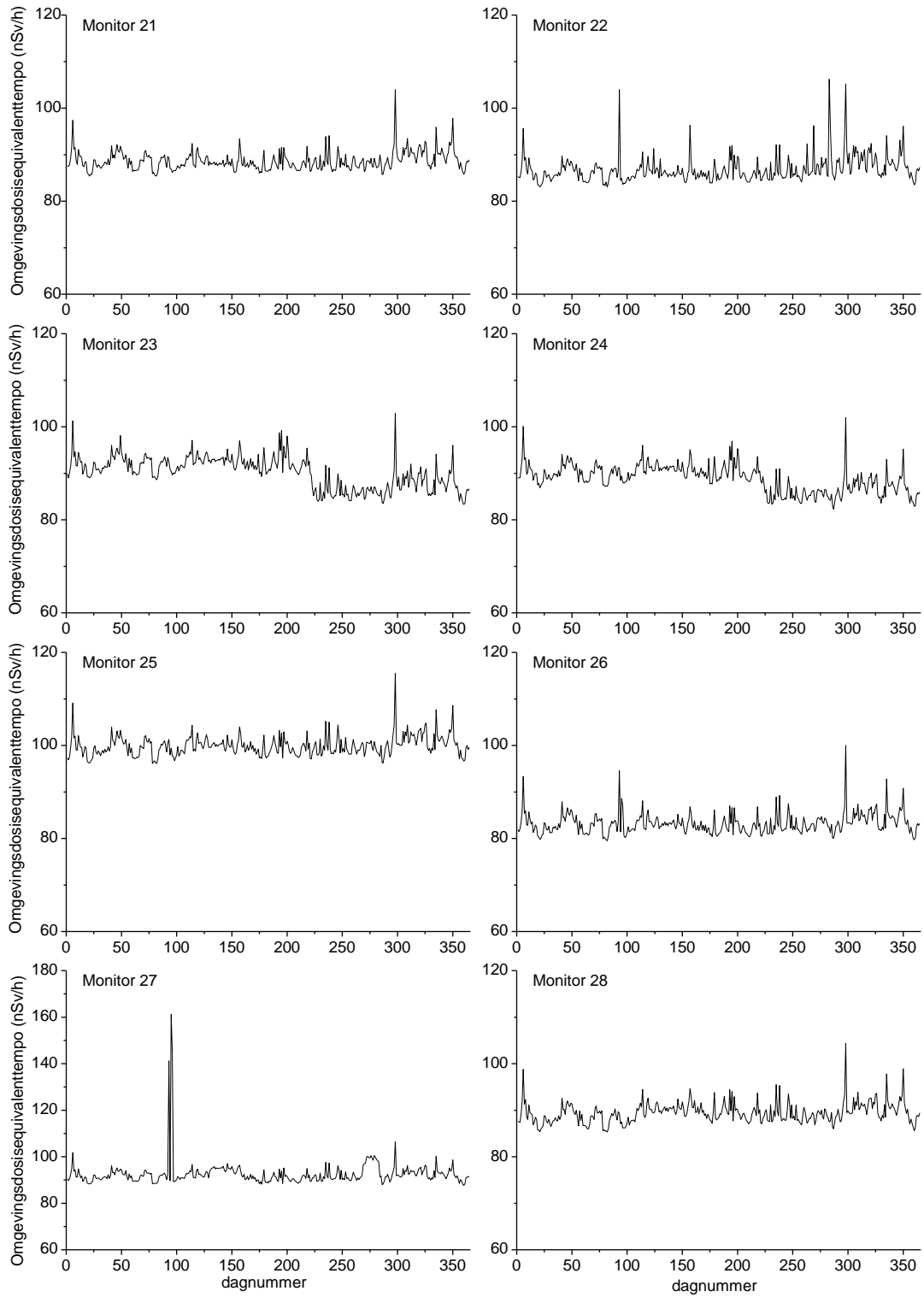
De bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB worden weergegeven in Figuur 4.1.

Het daggemiddelde is bepaald met alle beschikbare data. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen dagen met een hoge en een lage operationaliteit. Voor de meeste monitoren varieert het stralingsniveau rond een gemiddelde waarde van 83 tot 93 nSv·h<sup>-1</sup>. Monitor 25 laat een hoger gemiddeld niveau zien van 100 nSv·h<sup>-1</sup>. De verschillen worden waarschijnlijk veroorzaakt door omgevingsfactoren zoals de ondergrond en bebouwing. Alle monitoren laten incidenteel hogere waarden zien.

De hoogste waarde van het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo is 161 nSv·h<sup>-1</sup> voor monitor 27 op 5 april (dagnummer 95). Dit komt overeen met een bruto dagdosis van 3,9 µSv. Volgens de afspraken met de ILenT dienen dagen met een bruto dagdosis groter dan 5 µSv te worden gemeld. In Tabel 4.1 wordt de bruto jaardosis gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden. Tevens is in deze tabel het aantal dagen waarover de bruto jaardosis is bepaald aangegeven.

Tabel 4.1 Bruto jaardosis (µSv) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2011.

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (µSv)
21	365	776
22	365	761
23	365	790
24	365	778
25	365	875
26	365	729
27	365	812
28	365	783



Figuur 4.1 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosis-equivalententempo voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2011. De monitor 27 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as.

## 4.2 Netto jaardosis

De netto jaardosis wordt berekend volgens de MONET-methode zoals beschreven in [5].

In het kort gaat de MONET-methode als volgt:

1. Uit alle NMR-stations in Nederland wordt een landelijke referentie geconstrueerd.
2. De Reference Translation Value ( $RTV$ ) is een plaatselijke correctiefactor t.o.v. de landelijke referentie.
3. Voor iedere dag  $i$  is de  $RTV_i$  het verschil tussen MONET-monitor  $M$  en de landelijke referentie.
4. Uit de  $RTV_i$  waarden wordt de  $RTV_M$  bepaald. De  $RTV_M$  is het jaargemiddelde verschil tussen MONET-monitor  $M$  en de landelijke referentie.
5. Dagen waarop verhogingen zijn vastgesteld worden in de berekening van de  $RTV_M$  niet meegenomen.

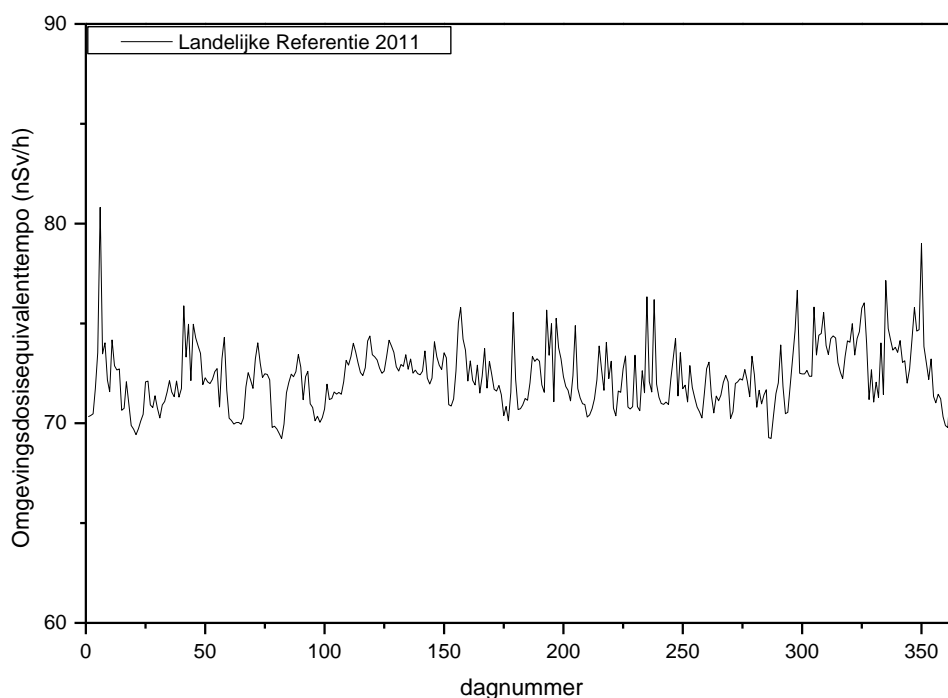
In Tabel 4.2 zijn de  $RTV_M$  en aantoonbaarheidsniveaus [5] voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB gegeven voor 2011. Het aantoonbaarheidsniveau is driemaal de spreiding van de  $RTV_i$  waarden die gebruikt zijn bij de berekening van de  $RTV_M$  voor het betreffende jaar. Bij de berekening van de netto dosis worden alleen dagen beschouwd met een stralingsniveau boven het aantoonbaarheidsniveau.

De landelijke referentie die bij de berekening van de netto jaardosis is gebruikt, is per dag weergegeven in Figuur 4.2. Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 4.3. Voor de monitoren 23 en 24 is te zien dat het stralingsniveau vanaf half augustus verlaagd is. Dit is vermoedelijk veroorzaakt doordat ter plaatse van deze monitoren een aanzienlijk deel van het gras- en grondoppervlak door grind is vervangen.

Tabel 4.2 Het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling van de  $RTV_M$ , de  $RTV_M$  en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB in 2011. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de landelijke referentie.

MONET-monitor	Aantal dagen voor berekenen $RTV_M$	$RTV_M$ ( $\text{nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ )	Aantoonbaarheidsniveau 'referentie landelijk' ( $\text{nSv}\cdot\text{h}^{-1}$ )
21	282	16,2	1,9
22	237	14,0	2,3
23	275	17,7	1,9
24	265	16,3	2,0
25	295	27,5	1,8
26	272	10,7	1,9
27	287	19,8	5,6
28	303	17,0	2,1





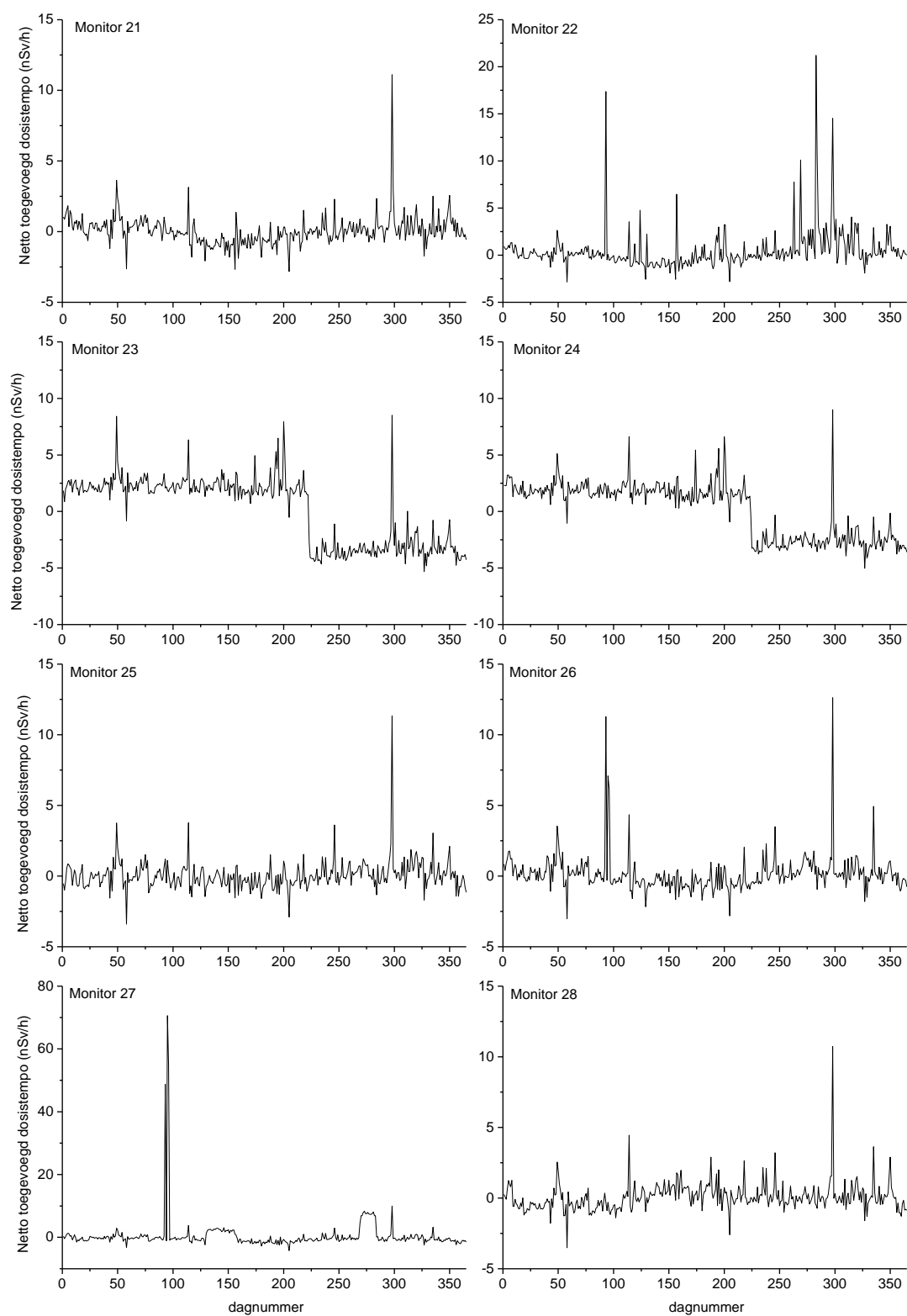
Figuur 4.2 De landelijke referentie zoals is bepaald uit alle NMR-stations.

Om te laten zien dat in 2011 lokale weersinvloeden geringe invloed hadden op het verschil tussen de MONET-monitoren en de referentie op basis van alle NMR-monitoren (landelijke referentie), is in Figuur 4.4 het berekende netto toegevoegde dosistempo van monitor 22 nogmaals weergegeven samen met het verschil tussen een referentie op basis van 14 NMR-monitoren in de omgeving van de EPZ/KCB en de landelijke referentie (op dezelfde  $\gamma$ -schaal). De verhogingen voor monitor 22 zijn niet, of niet in dezelfde mate, terug te vinden in het verschil tussen de referenties, afgezien van de verhogingen op een aantal dagen in februari en november (lokale neerslag).

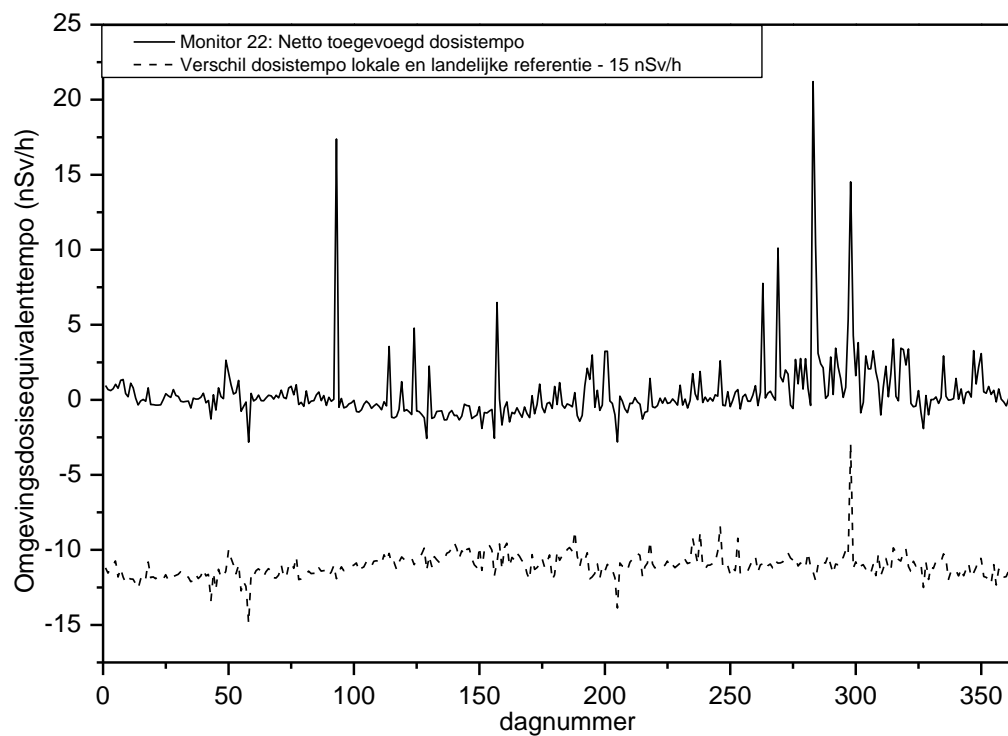
In Tabel 4.3 is de netto jaardosis per monitor voor 2011 weergegeven. De hoogste netto maanddosis bedraagt 4,3  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 27 in april, de hoogste jaardosis bedraagt 5,3  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 27.

Tabel 4.3 Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2011.

MONET-monitor	Aantal dagen	Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ )
21	365	0,8
22	365	3,7
23	365	1,5
24	365	1,3
25	365	0,8
26	365	1,5
27	365	5,3
28	365	0,9



Figuur 4.3 Netto daggemiddeld omgevingsdosisequivalenttempo voor de MONET-monitoren rond de EPZ/KCB in 2011. De monitoren 22 en 27 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as.



Figuur 4.4 Het berekende netto toegevoegd dosistempo voor monitor 22 bij EPZ/KCB in 2011 en het verschil in dosistempo tussen de lokale referentie op basis van 14 NMR-monitoren in de omgeving van EPZ/KCB en de landelijke referentie van alle NMR-monitoren in 2011. Voor de duidelijkheid is dit verschil 15 nSv/h omlaag geschoven.

### 4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode

De methode van EPZ/KCB is toegepast op de daggemiddelde dosisequivalenttempi van de MONET-monitoren. Dit houdt in:

1. Voor iedere monitor wordt een rekenkundig bruto daggemiddelde berekend [6].
2. De achtergrondwaarde wordt bepaald uit de mediane waarde van alle daggemiddelden. Door toepassing van de mediaan worden uitschieters uitgefilterd.
3. De netto toegevoegde dosis is het verschil tussen het bruto daggemiddelde en de achtergrondwaarde.

In Tabel 4.4 zijn jaartotalen weergegeven berekend volgens deze methode. De resultaten zijn vergeleken met waarden voor de MONET-methode in Tabel 4.4. De EPZ/KCB-methode is ook toegepast op alle operationele NMR-stations in Nederland. De resulterende waarden geven aan wat de variatie is in de natuurlijke achtergrond in Nederland. Dit ligt in het jaar 2011 tussen de 0,8 en 4,0  $\mu\text{Sv}$ . Vandaar dat 4,0  $\mu\text{Sv}$  wordt beschouwd als een betrouwbaar aantoonbaarheidsniveau van de EPZ/KCB methode. Op basis hiervan signaleren alleen monitoren 22 en 27 een verhoging (zie ook Figuur 4.3); de overige waarden vallen binnen de natuurlijke variatie.

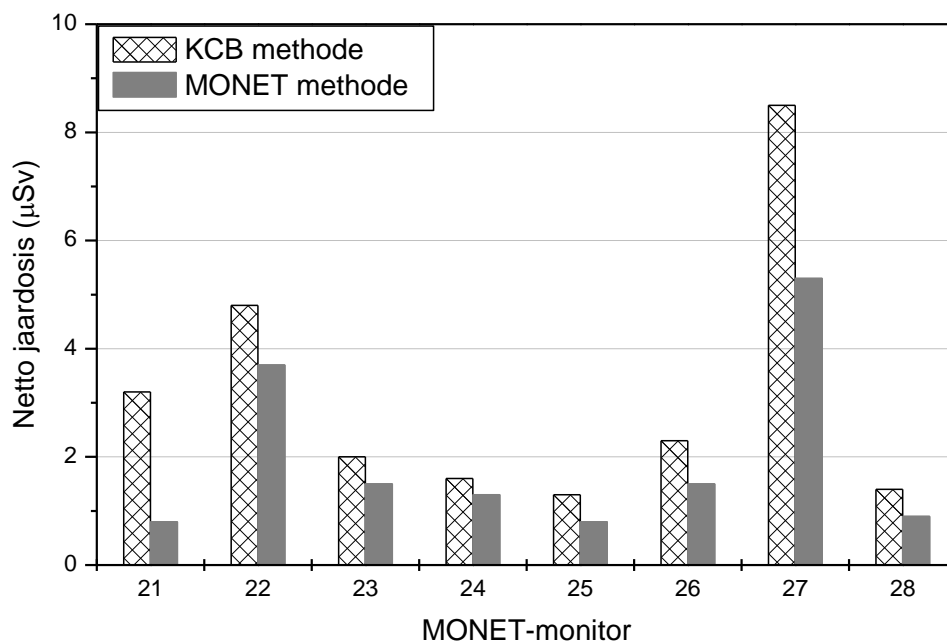
Tabel 4.4 Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2011, berekend volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.

MONET-monitor	Aantal dagen	Nettojaardosis MONET ( $\mu\text{Sv}$ )	Nettojaardosis EPZ/KCB ( $\mu\text{Sv}$ )
21	365	0,8	3,2
22	365	3,7	4,8
23	365	1,5	2,0
24	365	1,3	1,6
25	365	0,8	1,3
26	365	1,5	2,3
27	365	5,3	8,5
28	365	0,9	1,4

#### 4.4 Vergelijking tussen MONET-methode en EPZ/KCB-methode

Ondanks het feit dat de beide methoden andere principes hanteren voor de bepaling van de netto toegevoegde jaardosis is de trend ongeveer gelijk.

De jaardosis volgens de EPZ/KCB methode en de MONET-methode is vergeleken en weergegeven in Figuur 4.5.



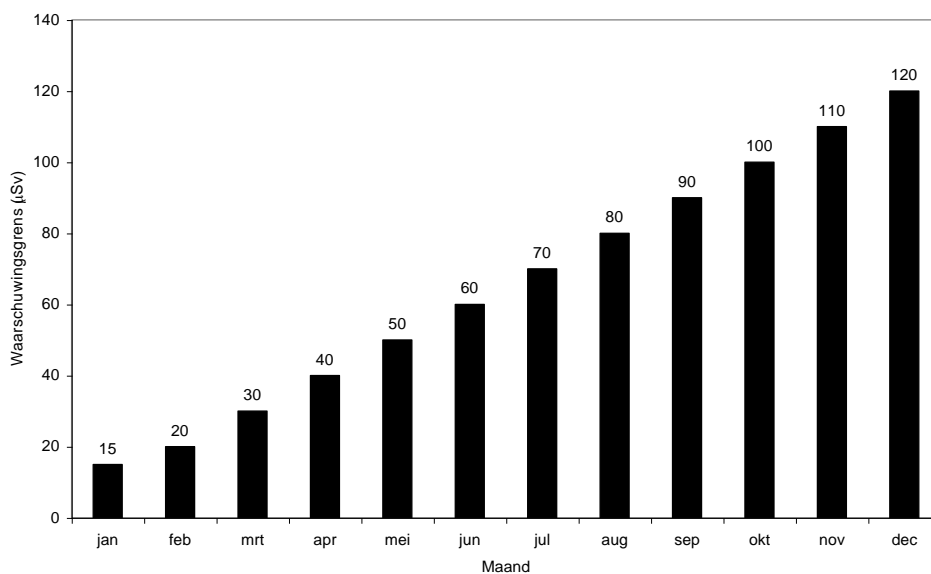
Figuur 4.5 Vergelijking tussen jaardosis bepaald via de EPZ/KCB- en MONET-methode

## 5 Waarschuwingsberichten aan de ILenT

Het RIVM heeft met de ILenT afspraken gemaakt ten aanzien van het sturen van waarschuwingsberichten bij overschrijding van bepaalde niveaus of verminderde operationaliteit van de terreinopstelling [7]. Waarschuwingsberichten worden verstuurd indien:

- de brutodagdosis, zoals gemeten door een MONET-monitor, groter is dan  $5 \mu\text{Sv}$ ,
- wanneer de nettomaanddosis groter is dan  $15 \mu\text{Sv}$ ,
- wanneer de cumulatieve nettomaanddosis de waarden uit Figuur 5.1 overschrijdt,
- wanneer de operationaliteit van de terreinopstelling minder is dan 75%.

In 2011 is het niet nodig geweest om waarschuwingen aan de ILenT te versturen.



Figuur 5.1 De waarschuwingsgrenzen voor de cumulatieve nettomaanddosis voor een melding aan de ILenT.

## 6 Conclusies

In 2011 zijn metingen uitgevoerd van het externe stralingsniveau aan de terreingrenzen van de kerncentrale te Borssele (EPZ/KCB) met het MONET-meetnet. Het maximale omgevingsdosisequivalent toegevoegd aan het achtergrondstralingsniveau in 2011 is  $5,3 \mu\text{Sv}$  voor monitor 27. Na toepassing van de Actuele Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor) resulteert dit in een maximale effectieve dosis van  $1,1 \mu\text{Sv}$ . De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van  $40 \mu\text{Sv}$  per jaar wordt, zelfs zonder de ABC-factor, op geen van de meetpunten overschreden.

De bruto dagdosis is in 2011 niet boven het waarschuwningsniveau van  $5 \mu\text{Sv}$  gekomen en de netto maanddosis is niet boven de  $15 \mu\text{Sv}$  gekomen. De hoogste netto maanddosis berekend met de MONET methode bedraagt  $4,3 \mu\text{Sv}$  voor monitor 27 in april.

De berekening van de netto maanddosis is tevens uitgevoerd met de methode die door EPZ/KCB wordt toegepast. Dit leidde tot aantoonbare toegevoegde stralingsniveaus voor de monitoren 22 en 27. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is goed.

De jaargemiddelde operationaliteit, gemiddeld over de acht monitoren, is in 2011 groter dan 99%.

## 7 Referenties

- [1] Kernenergiewet-vergunning verleend aan N.V. EPZ voor het wijzigen van de kernenergiecentrale Borssele (gem. Borsele), Ministerie van VROM, Kenmerk SAS/2004084087, 22 september 2004.
- [2] Ministeriële Regeling Analyse Gevolgen Ioniserende Straling MR-AGIS (Stcrt 2002, 22 en 73, en wijziging Stcrt 2003,81).
- [3] Beschikking inzake Modificaties kernenergiecentrale Borssele (EPZ), Ministerie van VROM, Kenmerk E/EE/KK/99004681, 26 mei 1999.
- [4] Romijn J, Lunenburg van APPA, Meyer ES, Aldenkamp FJ, Smetsers RCGM (ed.), MONET - Netwerk voor monitoring van externe straling rond bedrijfsterreinen, RIVM rapport nr. 610330011, Bilthoven, maart 2000 (vertrouwelijk).
- [5] Reinen HAJM, Stoop P, Slaper H, Methode voor de bepaling van het aan de achtergrond toegevoegde stralingsniveau voor het MONET meetnet, RIVM rapport nr. 610330021, Bilthoven, juni 2000 (Beperkte verspreiding).
- [6] Lous C, Bespreking van de resultaten van de radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de Kernenergiecentrale Borssele over 1998, referentie R0118, EPZ, 1999.
- [7] Brief met afspraken ten aanzien van meldingen aan IMH-ZW in het kader van de bewaking van de omgevingsdosis rond de kerncentrales te Borssele en Dodewaard, kenmerk 1018/99 LSO Sto/lvl, 1999.
- [8] International Commission on Radiation Units and Measurements. Quantities and units in radiation protection dosimetry, ICRU Report 51. Bethesda MD (1993).
- [9] ICRP publication 74, Conversion Coefficients for use in Radiological Protection against External Radiation, ISSN 0146-6453, Annals of the ICRP Volume 26 No. 3/4, 1996.
- [10] Smetsers RCGM, Blaauboer RO, Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands, proefschrift, Universiteit Groningen, april 1996, ISBN 90-367-0621-1.
- [11] Nederlands Normalisatie-instituut, NEN 5648:2007 nl, Radioactiviteitsmetingen - Bepaling van het over de tijd gemiddelde omgevingsdosis-equivalenttempo met momentaan aanwijzende apparatuur, 2007.
- [12] Dijk van E, Aalbers AHL, De calibratie en de energieresponsie van de Bitt RM10/RS02 gammastralingsdetectoren, RIVM rapport nr. 243504003, Bilthoven, maart 1990.



Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven  
[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)