

*rivm*

Rapport 610330082/2009  
M. Farahmand | P.C. Görts

## Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2007

RIVM-rapport 610330082/2009

## **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2007**

M. Farahmand  
P.C. Görts

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

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van VROM-Inspectie en is beschreven in het RIVM-jaarplan onder projectnummer 610330, Site Monitoring Straling.

© RIVM 2009

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'.

## Rapport in het kort

### Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2007

Het stralingsniveau aan de terreingrens van kerncentrale Borssele lag in 2007 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 Blootstellings 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 VROM rapporteert het RIVM jaarlijks of de kerncentrale aan deze vergunningseis voldoet. In dit rapport zijn voor 2007 de daggemiddelden van de acht MONET-monitoren rond de kerncentrale weergegeven. Ook wordt uitgelegd hoe op elk meetpunt de achtergrondwaarde is bepaald. In 2007 bedroeg de hoogste waarde, na aftrek van de natuurlijke achtergrond, 2,8 microsievert. Na toepassing van de ABC-factor resulteerde dit in een maximale effectieve dosis van 0,6 microsievert.

Trefwoorden:

kerncentrale Borssele, extern stralingsniveau, MONET-meetnet

## Abstract

### **Radiation level measurements around the site of the EPZ nuclear power plant at Borssele in 2007**

In 2007, 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 and then translating the result into the effective radiation dose for an individual, by applying the so-called ABC-factor (actual exposure correction 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 Housing, Spatial Planning 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 2007, the highest value, following the correction for the natural background level, amounted to 2.8 microsievert. This was translated into a maximum effective dose of 0.6 microsievert following the application of the ABC-factor.

Key words:

nuclear power plant Borssele, external radiation, MONET monitoring network

## Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele	8
<b>2 De gemeten grootheid</b>	<b>9</b>
<b>3 Operationaliteit MONET rond EPZ/KCB in 2007</b>	<b>10</b>
<b>4 MONET-resultaten 2007</b>	<b>12</b>
4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en brutojaardosis	12
4.2 Nettojaardosis	14
4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode	18
4.4 Vergelijking tussen MONET-methode en EPZ/KCB-methode	19
<b>5 Waarschuwingsberichten aan de VROM-Inspectie</b>	<b>20</b>
<b>6 Conclusies</b>	<b>21</b>
<b>Literatuur</b>	<b>22</b>

## Samenvatting

In opdracht van de VROM-Inspectie 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 2007.

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 2007 is 2,8  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 21. De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40  $\mu\text{Sv}$  per jaar, zelfs zonder de Actuele Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor), wordt 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 21 en 23. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is redelijk 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. Electriciteits-Productie maatschappij Zuid Nederland (EPZ/KCB) met behulp van het MONET-meetnet<sup>1</sup>. De metingen worden uitgevoerd in opdracht van de VROM-Inspectie, 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 µSv) mag de gemeten bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis worden vermenigvuldigd met de ter plaatse geldende ABC-factor<sup>2</sup>, zoals gegeven in Tabel 6.2 van de bijlage bij MR-AGIS [8]. Dat betekent dat de vergunningslimiet wordt overschreden bij een gemeten bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis van 200 tot 800 µSv per jaar<sup>3</sup>, afhankelijk van het gebruiksdoel van de omgeving (industrieterrein) van de kerncentrale.

Het MONET-meetnet bij EPZ/KCB is uitvoerig beschreven in RIVM-rapport 610330011 [2]. De MONET-methode is ontwikkeld om met de MONET-meetgegevens de nettojaardosis, of toegevoegde dosis, te bepalen. De nettojaardosis is het omgevingsdosis-equivalent,  $H^*(10)$ , dat is toegevoegd aan de dosis ten gevolge van de natuurlijke achtergrondstraling [3].

Deze methode gebruikt een referentie die wordt geconstrueerd op basis van data van gammamonitoren 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 2007 beschreven. Het rapport is als volgt opgebouwd. In hoofdstuk 2 wordt in het kort de 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 brutodosis-equivalenttempo, het verloop van het verschil tussen de MONET-monitoren en de voor iedere monitor berekende achtergrond (netto) en de nettojaardosis per monitor. Tevens wordt in hoofdstuk 4 de nettojaardosis voor iedere MONET-monitor gegeven, berekend volgens de EPZ/KCB-methode [3,4]. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op 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.

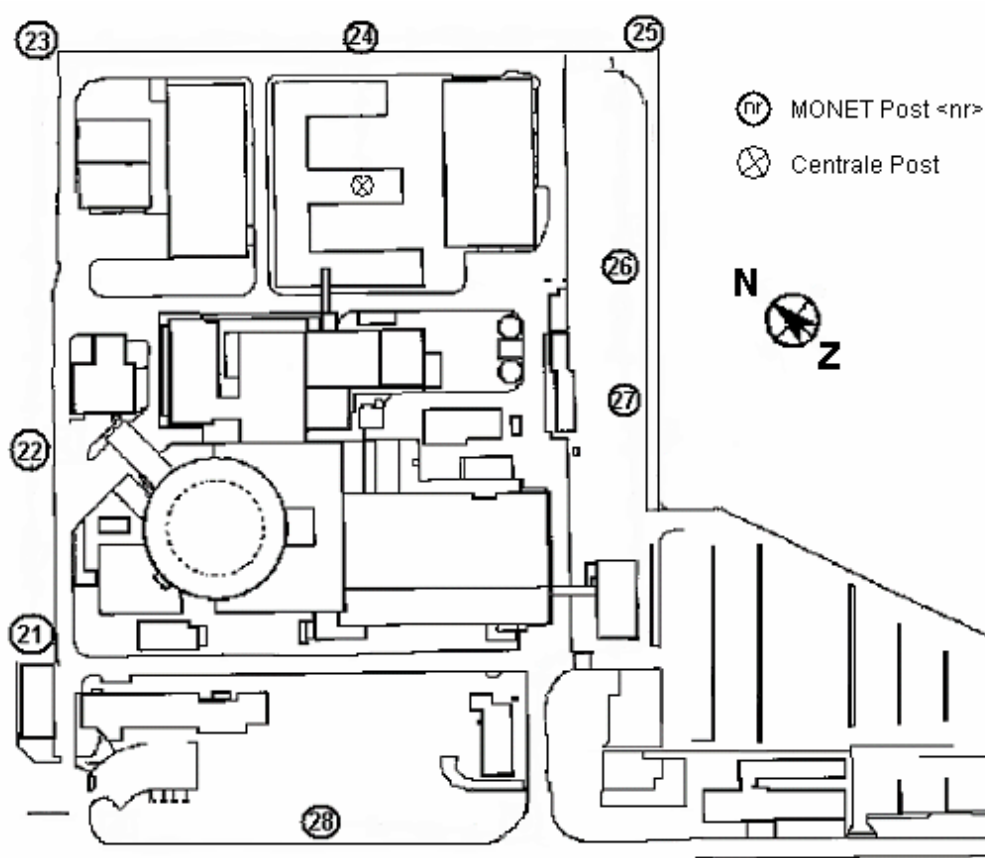
<sup>3</sup> Indien er naast de externe straling ook andere belastingspaden van belang zijn bij het bepalen van de effectieve dosis, zijn de hier genoemde bijdragen van de externe straling aan de effectieve dosis lager.



in 2007 aan de VROM-Inspectie verstuurde waarschuwingsberichten. De afspraken over het versturen van waarschuwingsberichten zijn beschreven in [5]. In hoofdstuk 6 worden de belangrijkste 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 tot en met 24 zijn ondergebracht in de ene tak van het netwerk, de monitoren 25 tot en met 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 [6].

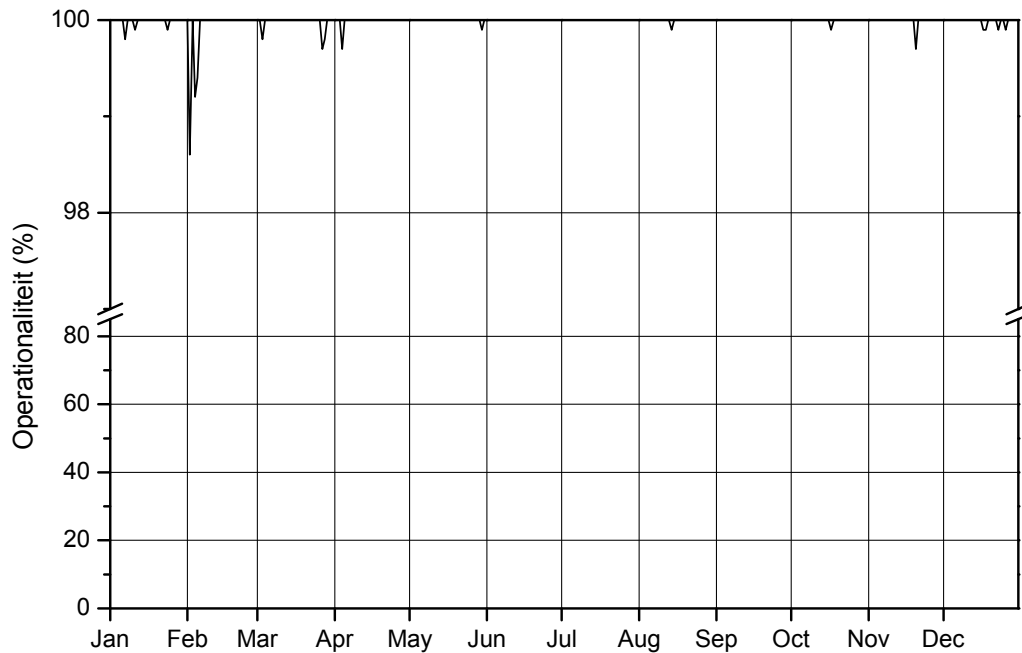
In de vergunning [1] zijn de vergunningslimieten opgesteld in de grootheid effectieve dosis  $E$ . De bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis wordt  $E_{\text{ext}}$  genoemd. Ondanks het gebruik van de limiterende grootheid effectieve dosis  $E$  in de nieuwe vergunning, wordt hier 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 gammastralingsveld is te bepalen. Vandaar dat, conform de aanbevelingen van de ICRP [7], 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  $E_{\text{ext}}$  [7]. 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 [8].

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 omgevingsdosisequivalenttempo. 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 [9]. 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  $5 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$  [9]. 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 dosistempomonitoren bestaat de norm NEN 5648 [10]. 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 de referenties [9, 11]. 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 rond EPZ/KCB in 2007

In Figuur 3.1 is de operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2007 weergegeven. Het is de verhouding (in %) tussen het werkelijk aantal geregistreeerde en bruikbare 10-minuut-waarden en het op een dag maximale aantal van 144 10-minuut-waarden, gemiddeld over de acht monitoren.

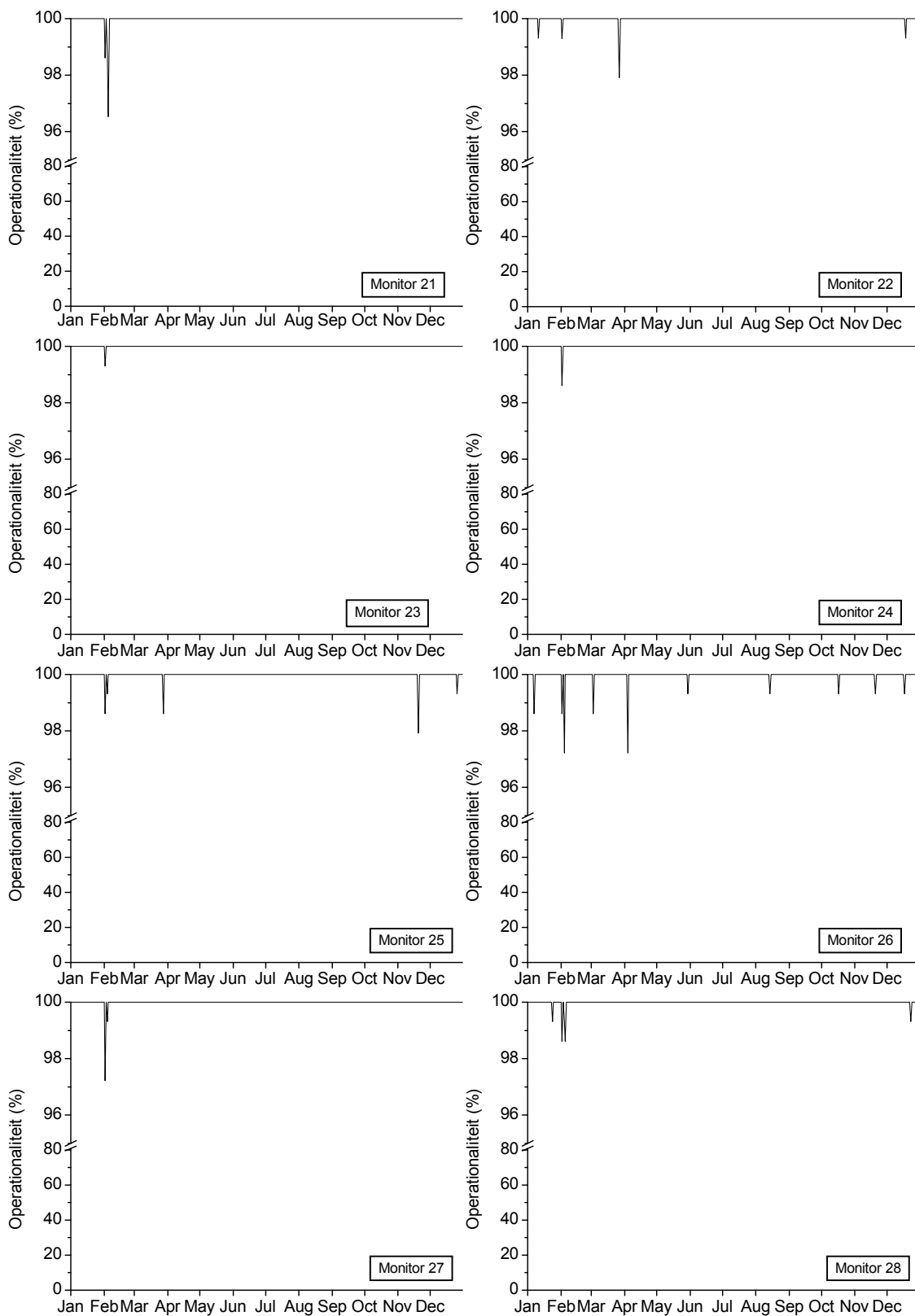


**Figuur 3.1** Operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2007, gemiddeld over de acht monitoren.

Op 20 september 2006 is er overgegaan naar het NMR3-data-acquisitiesysteem. Met dit systeem is het minder vaak nodig de klok te synchroniseren zodat het wel mogelijk is om een maximale operationaliteit van 100% te hebben. De jaargemiddelde operationaliteit van de acht monitoren was 99,99%. De laagste gemiddelde operationaliteit was 98,6% op 5 februari 2007.

In Figuur 3.2 is de operationaliteit per MONET-monitor in 2007 aangegeven. De operationaliteit van de monitoren was over het algemeen maximaal en steeds groter dan 96%.

De VROM-Inspectie heeft met het RIVM afspraken gemaakt ten aanzien van meldingen met betrekking tot verminderde operationaliteit [5]. In 2007 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 2007.

## 4 MONET-resultaten 2007

In dit hoofdstuk worden de resultaten voor 2007 gepresenteerd. Het verloop gedurende het jaar van het bruto daggemiddeld omgevingsdosisequivalenttempo en de brutojaardosis 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 daggemiddelden alsmede de nettojaardosis per monitor worden gegeven. Ten slotte worden de resultaten gegeven van de berekening van de nettojaardosis volgens de EPZ/KCB-methode op basis van de MONET-meetdata.

### 4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en brutojaardosis

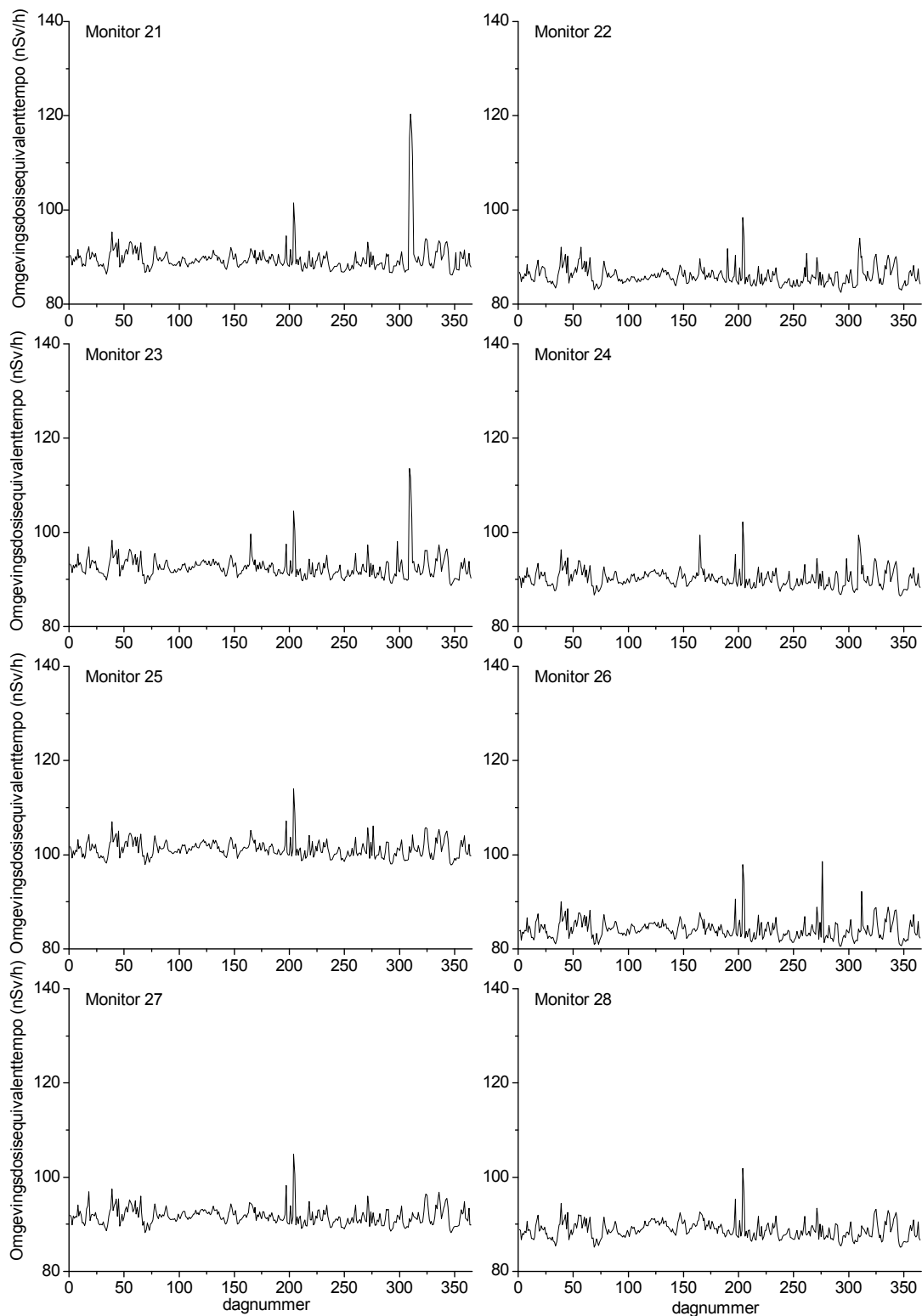
De brutodaggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB worden weergegeven in Figuur 4.1. Het daggemiddelde is bepaald met alle beschikbare data. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen dagen met een hoge en een lage operationaliteit. Voor de meeste monitoren varieert het stralingsniveau rond een gemiddelde waarde van 84 tot 93 nSv·h<sup>-1</sup>. Monitor 25 laat een hoger gemiddeld niveau zien van 101 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 120 nSv·h<sup>-1</sup> voor monitor 21 op 6 november. Dit komt overeen met een bruto dagdosis van 2,9 µSv. Volgens de afspraken met de VROM-Inspectie dienen dagen met een brutodagdosis groter dan 5 µSv te worden gemeld.

In Tabel 4.1 wordt de brutojaardosis gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden. Tevens is in deze tabel het aantal dagen waarover de brutojaardosis is bepaald aangegeven.

Tabel 4.1 Brutojaardosis (µSv) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2007.

MONET-monitor	Aantal dagen	Brutojaardosis (µSv)
21	365	786
22	365	753
23	365	811
24	365	790
25	365	887
26	365	737
27	365	803
28	365	778



**Figuur 4.1** Het bruto daggemiddeld omgevingsdosissequivalenttempo voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2007.

## 4.2 Nettojaardosis

De nettojaardosis wordt berekend volgens de MONET-methode zoals beschreven in [3]. 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 ten opzichte van 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.

Toelichting bij monitor 21:

de  $RTV_M$  die wordt gebruikt voor monitor 21<sup>4</sup> wordt berekend door de  $RTV_i$ -waarden van een aantal dagen van begin november 2007 waarop verhogingen zijn vastgesteld niet mee te nemen in de berekening. Bij de overige monitoren wordt immers het gemiddelde van alle dagelijkse  $RTV_i$ -waarden van het jaar 2007 berekend.

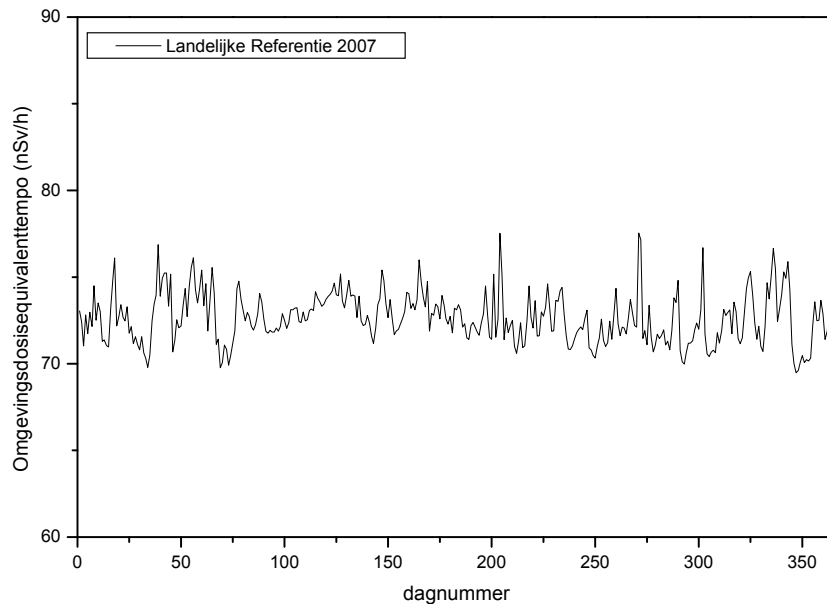
In Tabel 4.2 zijn de  $RTV_M$  en aantoonbaarheidsniveaus [3] voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB gegeven voor 2007. Het aantoonbaarheidsniveau is driemaal de spreiding van de  $RTV_i$  waarden die gebruikt zijn bij de berekening van de  $RTV_M$  voor het betreffende jaar. Bij de berekening van de nettodosis worden alleen dagen beschouwd met een stralingsniveau boven het aantoonbaarheidsniveau.

De landelijke referentie die bij de berekening van de nettojaardosis is gebruikt, is per dag weergegeven in Figuur 4.2. Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 4.4.

**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 2007. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de landelijke referentie.

MONET-monitor	Aantal dagen voor berekenen $RTV_M$	$RTV_M$ (nSv·h <sup>-1</sup> )	Aantoonbaarheidsniveau 'referentie landelijk' (nSv·h <sup>-1</sup> )
21	313	16,7	1,9
22	316	13,2	2,2
23	316	19,8	2,5
24	314	17,5	1,7
25	325	28,6	1,7
26	311	11,4	1,5
27	323	19,0	1,4
28	320	16,1	1,5

<sup>4</sup> Voor de overige monitoren zijn de verhogingen gering zodat dit weinig effect heeft op de  $RTV_M$ .



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

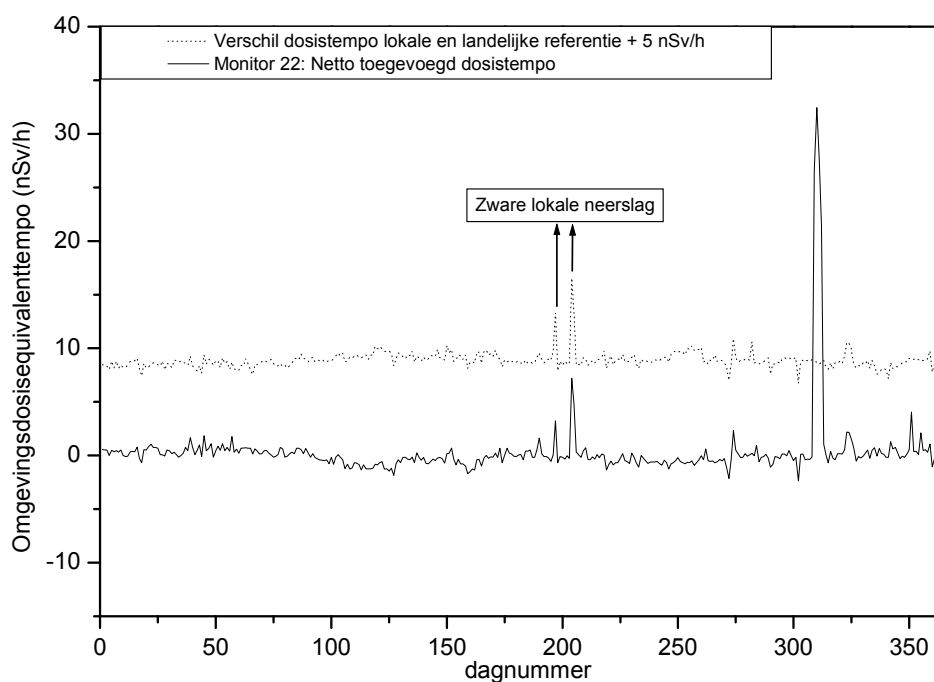
Om te laten zien dat in 2007 lokale weersinvloeden geringe invloed hadden op het verschil tussen MONET-monitoren en de referentie op basis van alle NMR-monitoren (landelijke referentie), is in Figuur 4.3 het berekende netto toegevoegde dosistempo van monitor 21 nogmaals weergegeven samen met het verschil tussen een referentie op basis van 12 NMR-monitoren in de omgeving van de EPZ/KCB en de landelijke referentie (op dezelfde y-schaal). De verhogingen voor monitor 21 zijn niet, of niet in dezelfde mate, terug te vinden in het verschil tussen de referenties, afgezien van de verhogingen op de dagen 16 juli (dagnummer 197), en 23 en 24 juli (dagnummers 204 en 205). Deze verhogingen worden veroorzaakt door zware lokale neerslag.

In Tabel 4.3 is de nettojaardosis per monitor voor 2007 weergegeven. De hoogste nettomaandosis bedraagt 2,6  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 21 in november, de hoogste jaardosis bedraagt 2,8  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 21.

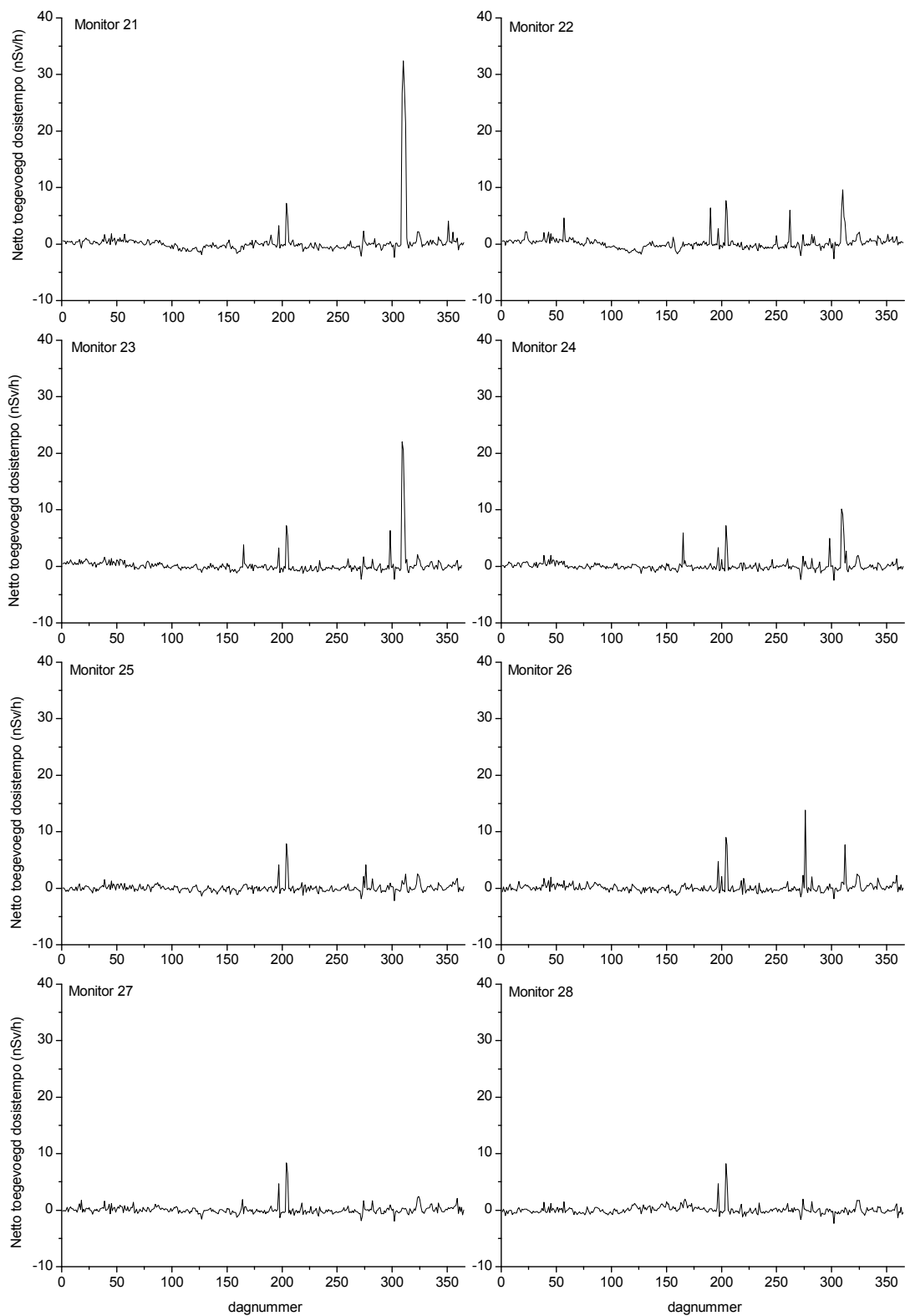
**Tabel 4.3 Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2007.**

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





**Figuur 4.3** Netto toegevoegd dosistempo voor monitor 21 bij EPZ/KCB (landelijke referentie) in 2007 en het verschil in dosistempo tussen de lokale referentie op basis van 12 NMR-monitoren in de ruimere omgeving van EPZ/KCB en de landelijke referentie van alle NMR-monitoren in 2007. Voor de duidelijkheid is dit verschil 5 nSv/h omhoog geschoven.



**Figuur 4.4** Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-monitoren rond de EPZ/KCB in 2007.

### 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 brutodaggemiddelde berekend [4].
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 brutodaggemiddelde 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 2007 tussen de 0,4 en 3,4  $\mu\text{Sv}$ . Vandaar dat 3,4  $\mu\text{Sv}$  wordt beschouwd als een betrouwbaar aantoonbaarheidsniveau van de EPZ/KCB-methode. Op basis hiervan signaleren alleen de monitoren 21 en 23 een verhoging (zie ook Figuur 4.4); de overige waarden vallen binnen de natuurlijke variatie.

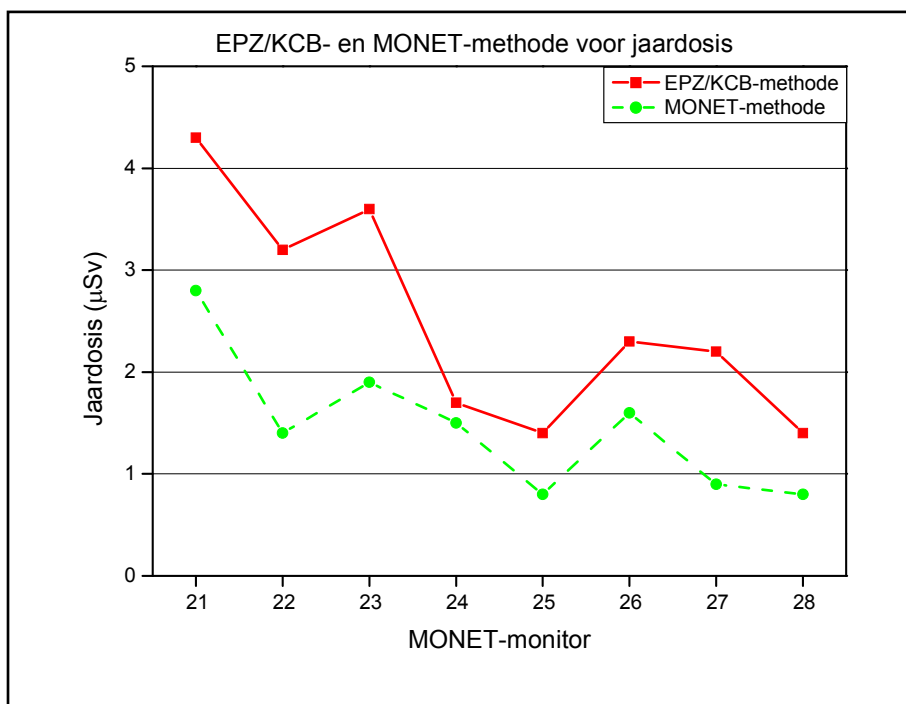
**Tabel 4.4 Nettojaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2007, berekend volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.**

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

#### 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 over het jaar gelijk.

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



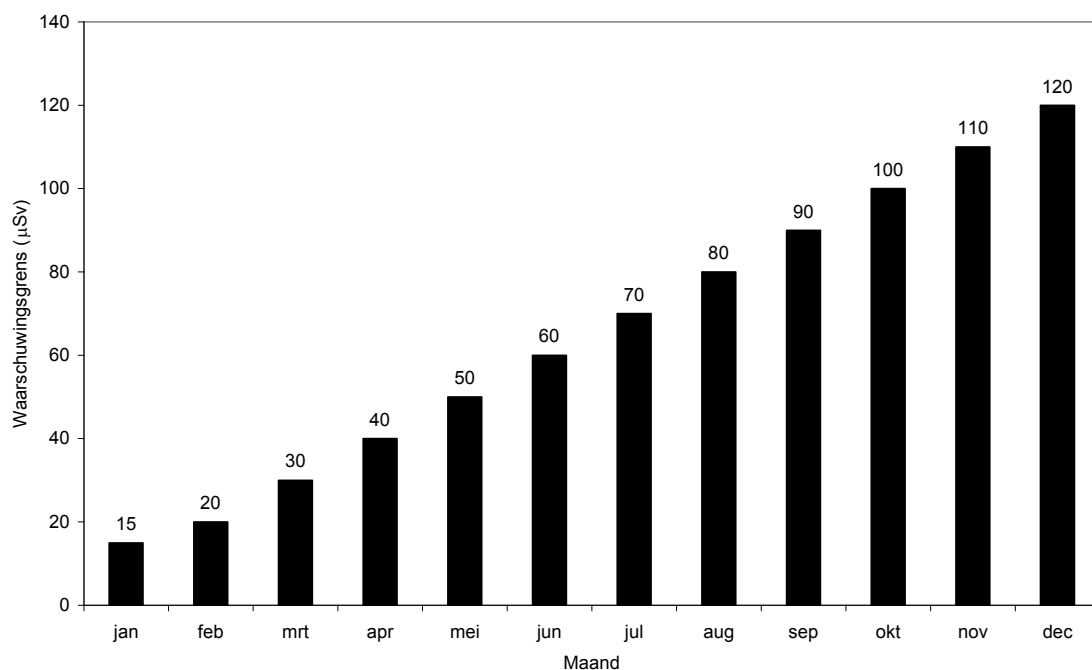
Figuur 4.5 Vergelijking tussen jaardosis bepaald via de EPZ/KCB- en MONET-methode.

## 5 Waarschuwingsberichten aan de VROM-Inspectie

Het RIVM heeft met de VROM-Inspectie afspraken gemaakt ten aanzien van het sturen van waarschuwingsberichten bij overschrijding van bepaalde niveaus of verminderde operationaliteit van de terreinopstelling [5]. 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 2007 is het niet nodig geweest om waarschuwingen aan de VROM-Inspectie te versturen.



**Figuur 5.1** De waarschuwingsgrenzen voor de cumulatieve nettomaanddosis voor een melding aan de VROM-Inspectie.

## 6 Conclusies

In 2007 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 2007 is 2,8  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 21. De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40  $\mu\text{Sv}$  per jaar wordt, zelfs zonder de Actuele Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor), op geen van de meetpunten overschreden.

De brutodagdosis is in 2007 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 nettomaanddosis berekend met de MONET methode bedraagt 2,6  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 21 in november.

De berekening van de nettomaanddosis is tevens uitgevoerd met de methode die door EPZ/KCB wordt toegepast. Dit leidde tot aantoonbare toegevoegde stralingsniveaus voor de monitoren 21 en 23. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is redelijk goed.

De jaargemiddelde operationaliteit, gemiddeld over de acht monitoren, is in 2007 99,99%. De laagste gemiddelde operationaliteit is 98,6% op 5 februari 2007.

## Literatuur

- [1] Kernenergiewetvergunning verleend aan N.V. EPZ voor het wijzigen van de kernenergiecentrale Borssele (gem. Borsele), Ministerie van VROM, Kenmerk SAS/2004084087, 22 september 2004.
- [2] 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).
- [3] 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).
- [4] Lous C, Bespreking van de resultaten van de radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de Kernenergiecentrale Borssele over 1998, referentie R0118, EPZ, 1999.
- [5] 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.
- [6] International Commission on Radiation Units and Measurements. Quantities and units in radiation protection dosimetry, ICRU Report 51. Bethesda MD (1993).
- [7] 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.
- [8] Ministeriële Regeling Analyse Gevolgen Ioniserende Straling MR-AGIS (Stcrt 2002, 22 en 73, en wijziging Stcrt 2003,81).
- [9] Smetsers RCGM, Blaauboer RO, Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands, proefschrift, Universiteit Groningen, april 1996, ISBN 90-367-0621-1.
- [10] Nederlands Normalisatie-instituut, NEN 5648:2007 nl, Radioactiviteitsmetingen - Bepaling van het over de tijd gemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo met momentaan aanwijzende apparatuur, 2007.
- [11] Dijk van E, Aalbers AHL, De calibratie en de energieresponsie van de Bitt RM10/RS02 gammastralingsdetectoren, RIVM rapport nr. 243504003, Bilthoven, maart 1990.

**RIVM**

Rijksinstituut  
voor Volksgezondheid  
en Milieu

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