



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

## **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2012**

RIVM Briefrapport 2014-0139  
C.P. Tanzi





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

## **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2012**

RIVM Briefrapport 2014-0139  
C.P. Tanzi

## Colofon

© RIVM 2014

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.

C.P. Tanzi (stralingsdeskundige)

Contact:

Cristina P. Tanzi

VLH

[cristina.tanzi@rivm.nl](mailto:cristina.tanzi@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Inspectie Leefomgeving en Transport, in het kader van project 300002/01/SM, Site Monitoring Straling

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Publiekssamenvatting

Het stralingsniveau aan de terreingrens van kerncentrale Borssele lag in 2012 onder het toegestane maximum. Dit blijkt uit controlemetingen van het RIVM.

Volgens de kernenergiewetvergunning moet de kerncentrale 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 vergelijken met het toegestane niveau, 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 voor de kerncentrale een ABC-factor van 0,2.

In opdracht van de Kernfysische Dienst van de Inspectie Leefomgeving en Transport, Ministerie van Infrastructuur en Milieu rapporteert het RIVM jaarlijks of de kerncentrale aan deze vergunningseis voldoet. In dit rapport zijn voor 2012 de daggemiddelden van de metingen van de acht MONET-monitoren rond de kerncentrale weergegeven. Ook wordt uitgelegd hoe voor elk meetpunt de natuurlijke achtergrondwaarde is bepaald. In 2012 was de hoogste waarde, na aftrek van de natuurlijke achtergrond, 6,1 microsievert per jaar. Na toepassing van de ABC-factor, voor toetsing aan de vergunningslimiet, is de berekende maximale effectieve dosis 1,2 microsievert per jaar.

Kernwoorden:

Gammastraling, Omgevingsdosisequivalent, EPZ, NPP



## Abstract

In 2012, 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, which is based on measurements carried out by the RIVM on location.

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

RIVM is tasked to annually report on whether the NPP Borssele meets the criterion stipulated in the license by the Department of Nuclear Safety, Security and Safeguards of the Human Environment and Transport Inspectorate, Dutch Ministry of Infrastructure and Environment of the Netherlands. 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 2012, the highest value of all monitors, after correcting for the natural background level, was 6.1 microsievert per year. This translates into a maximum effective dose of 1.2 microsievert per year, following the application of the ABC-factor, and allows comparison with the value stipulated in the permit.

**Keywords:**

External radiation, ambient effective dose, EPZ, NPP





## Inhoudsopgave

### **Inhoudsopgave – 7**

#### **Samenvatting – 9**

#### **1 Inleiding – 11**

1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele – 12

#### **2 De gemeten grootte – 13**

#### **3 Operationaliteit MONET EPZ/KCB in 2012 – 15**

#### **4 MONET resultaten in 2012 – 17**

4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en bruto jaardosis – 17

4.2 Netto jaardosis – 18

4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode – 22

4.4 Vergelijking tussen MONET-methode en EPZ/KCB-methode – 23

#### **5 Waarschuwingberichten aan ILT/I&M – 25**

#### **6 Conclusies – 27**

#### **7 Referenties – 29**



## Samenvatting

In opdracht van de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT/I&M) verricht het centrum Veiligheid (voorheen 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. Dit rapport beschrijft de resultaten van het MONET-meetnet in 2012.

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 2012 is 6,1  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 22. Na toepassing van de Actuele Blootstellingen Correctiefactor (ABC-factor) is de maximale effectieve dosis 1,2  $\mu\text{Sv}$ . De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40  $\mu\text{Sv}$  per jaar wordt, ook 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 leidt tot een aantoonbare toegevoegde stralingsniveau voor de monitoren 22 en 23. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is goed.



## 1 Inleiding

Het centrum Veiligheid, voorheen 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 ILT/I&M, 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 omgevingsdosisequivalent,  $H^*(10)$ , 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 2012 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 bruto dosisequivalenttempo, het verloop van het verschil tussen de MONET-monitoren

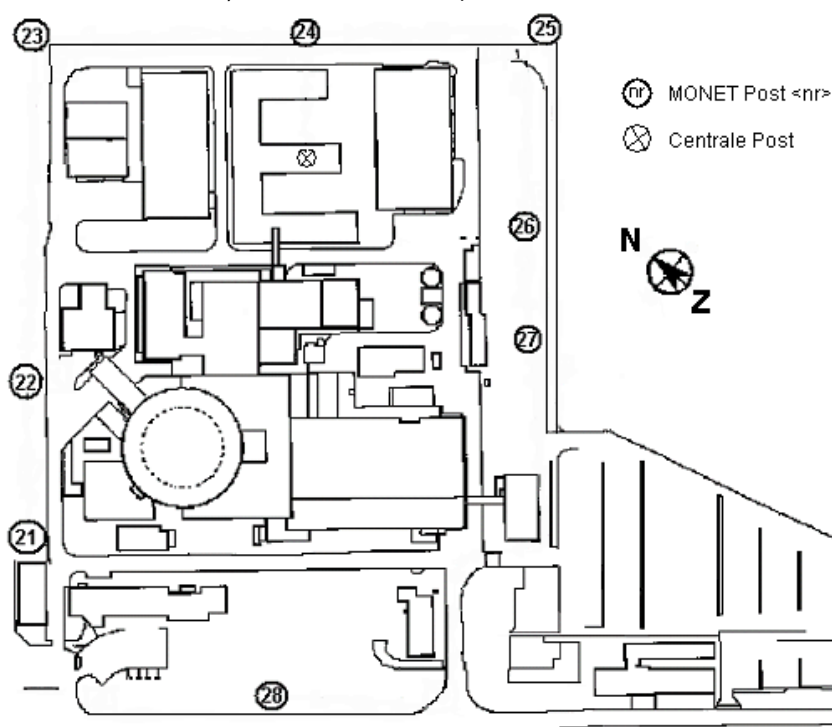
<sup>1</sup> MONET: MONitoring NETwerk Terreinen

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

en de voor iedere monitor berekende achtergrond (netto) en de netto jaardosis per monitor. Deze netto jaardosis is ook berekend volgens de EPZ/KCB-methode [5, 6]. In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de in 2012 aan de ILT/I&M 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. 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 Overzicht terreinopstelling Borssele.

## 2 De gemeten grootheid

De grootheid  $\dot{H}^*(10)$  die door de MONET-monitoren wordt gemeten is de tijds-afgeleide van het omgevingsdosisequivalent,  $H^*(10)$ , zoals gedefinieerd in [8]. In de vergunning [1] zijn de vergunningslimieten opgesteld in een limiterende grootheid, de 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 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 [8], 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 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 [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.

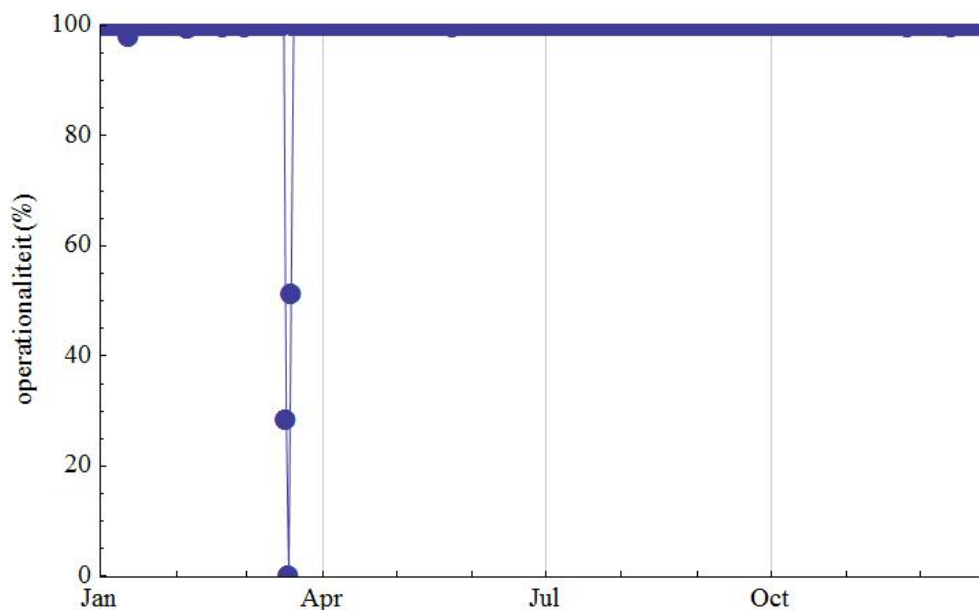
Voor het uitvoeren van metingen van het omgevingsdosisequivalent met dosistempo-monitoren bestaat de norm NEN 5648 [11]. In deze norm wordt aangegeven hoe metingen moeten worden uitgevoerd en hoe onzekerheden in rekening kunnen worden gebracht. Deze norm is bij de MONET-metingen niet toegepast, dat wil 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 2012

In Figuur 2 is de operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2012 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. De jaargemiddelde operationaliteit van de acht monitoren was groter dan 99%.



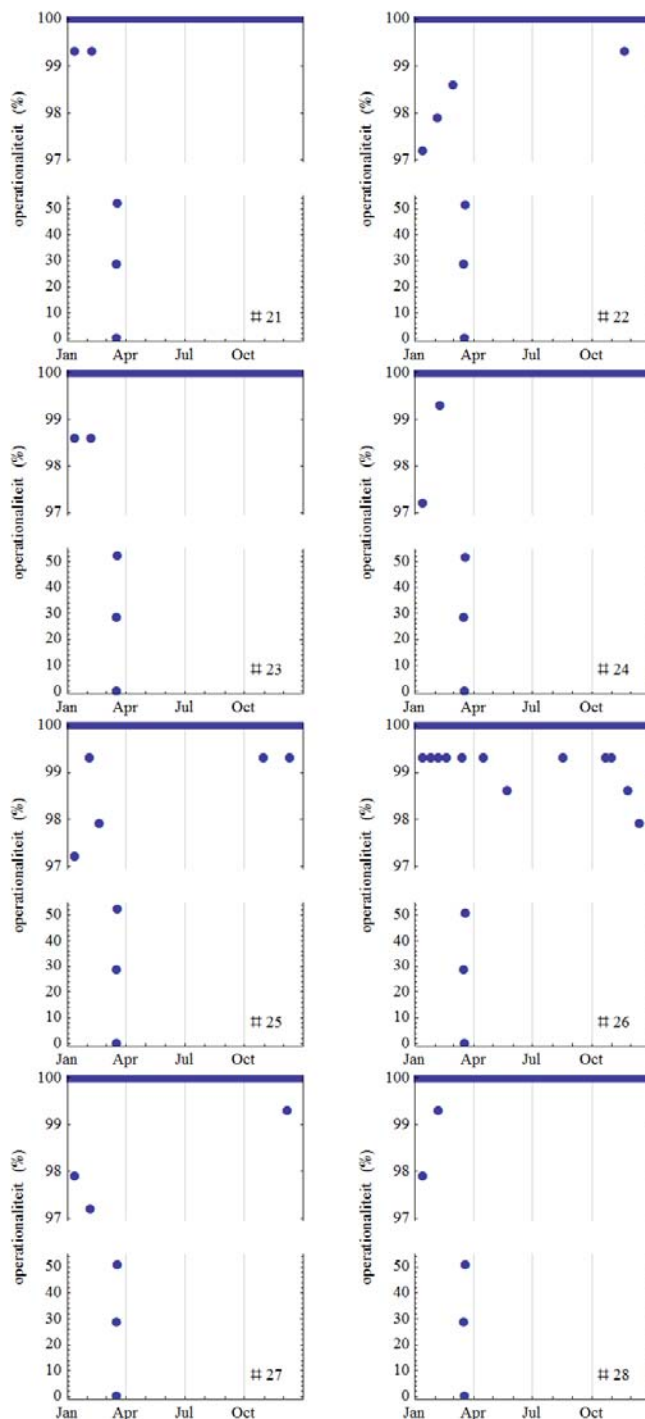
*Figuur 2 Operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2012, gemiddeld over de acht monitoren.*

Op 17 maart is er een storing rond 7:40 opgetreden, en is opgelost rond het middaguur op 19 maart 2012. Op 17 maart daalde de gemiddelde operationaliteit van het MONET meetnet EPZ/KCB tot circa 33%, op 18 maart was het 0%, en op 19 maart boven 50%. De storing werd veroorzaakt door een spanningstest door EPZ/KCB, waarbij de MONET opstelling ook spanningsvrij is gemaakt. Op 19 maart is de stroomvoorziening weer hersteld en het systeem opnieuw opgestart.

In Figuur 3 is de operationaliteit per MONET-monitor in 2012 aangegeven. De operationaliteit van de monitoren was, met uitzondering van de bovengenoemde drie dagen, 17 t/m 19 maart, altijd groter dan 97%. Omdat er op 18 maart 2012 géén metingen beschikbaar zijn, zijn er 365 dagen waarover de jaardosis bepaald kan worden (2012 is een schrikkeljaar).

De ILT/I&M heeft met het RIVM afspraken gemaakt ten aanzien van meldingen met betrekking tot verminderde operationaliteit [7]. Volgens deze afspraak is er op 19 maart 2012 melding gemaakt van de verminderde operationaliteit<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Brief "Uitval MONET meetnet EPZ", van 19 Maart 2012, kenmerk LSO 57/12



*Figuur 3 Operationaliteit per MONET-monitor rond EPZ/KCB in 2012. De schaalverdeling van de y-as is door middel van een gebroken as weergegeven, en is dus anders dan in Figuur 2. Op drie dagen (17 t/m 19 maart) is de operationaliteit minder dan 97% (33%, 0% en 51% respectievelijk). Omdat er géén metingen zijn op 18 maart 2012, zijn er 365 dagen waarover de jaardosis kan worden bepaald (2012 is een schrikkeljaar).*

## 4 MONET resultaten in 2012

In dit hoofdstuk worden de resultaten voor 2012 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 daggemiddelden 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  $\dot{H}^*(10)$ , dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB worden weergegeven in Figuur 4.

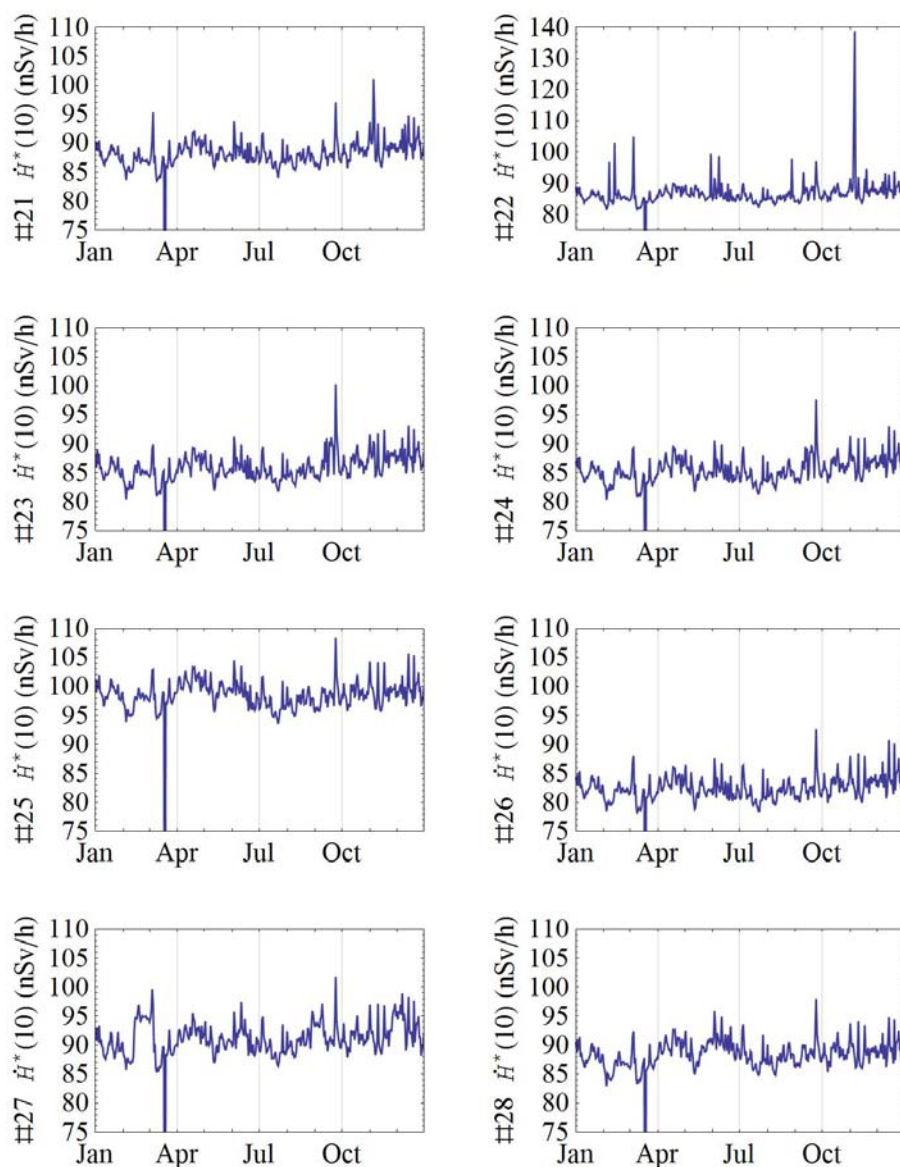
De hoogste waarde van het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo is  $139 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$  voor monitor 22 op 6 november. Dit komt overeen met een bruto dagdosis van  $3,3 \text{ }\mu\text{Sv}$ . Deze dosis is lager dan de afgesproken bruto dagdosis voor een melding aan de ILT/I&M (volgens de afspraken met de ILT/I&M dienen dagen met een bruto dagdosis groter dan  $5 \text{ }\mu\text{Sv}$  te worden gemeld). Eén groot deel van deze hoge bruto daggemiddelde wordt veroorzaakt door tien achtereenvolgende piekwaarden, waar de gemeten 1-minuut gemiddelde van  $\dot{H}^*(10)$  boven  $5000 \text{ nSv}\cdot\text{h}^{-1}$  is. De oorzaak hiervan kan aan het transport van gecementeerd nucleaire afval naar de COVRA toegewezen worden [13].

Voor monitor 27 is er één verhoging zichtbaar, tussen februari en maart: deze wordt veroorzaakt door het laden van containers voorafgaand aan een nucleair transport van opgebrande brandstofstaven.

In Tabel 1 wordt de bruto jaardosis gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden, samen met het aantal dagen waarover de bruto jaardosis is bepaald. Op 18 maart 2012 zijn er géén metingen beschikbaar. Vandaar dat in het schrikkeljaar 2012 de jaardosis is bepaald over 365 dagen.

*Tabel 1 Bruto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2012. Omdat er op 18 maart 2012 géén metingen beschikbaar zijn, is de jaardosis bepaald op basis van 365 dagen (2012 is een schrikkeljaar).*

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ )
21	365	773
22	365	760
23	365	753
24	365	749
25	365	864
26	365	723
27	365	799
28	365	775



Figuur 4 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2012. De figuur voor de monitor 22 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as. Op 18 maart 2012 zijn er geen metingen beschikbaar vanwege een storing, waardoor de dosis voor die dag als een nul wordt weergegeven.

## 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 de meetgegevens van alle NMR-stations in Nederland wordt een landelijke referentie berekend.
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.

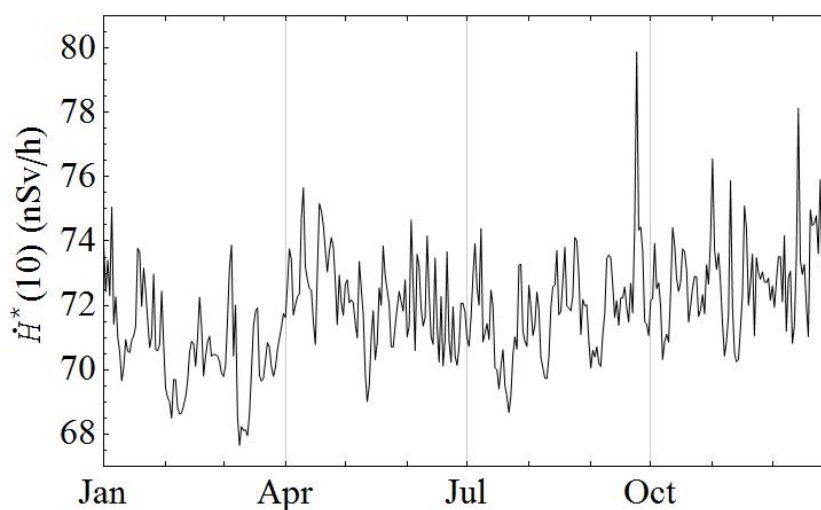
4. Uit de  $RTV_i$  waarden wordt de  $RTV_M$  bepaald. De  $RTV_M$  is het jaargemiddelde verschil tussen MONET-monitor  $M$  en de landelijke referentie.
5. Dagen waarop verhogingen zijn vastgesteld worden in de berekening van de  $RTV_M$  niet meegenomen.

In Tabel 2 zijn de  $RTV_M$  en aantoonbaarheidsniveaus [5] voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB gegeven voor 2012. 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.

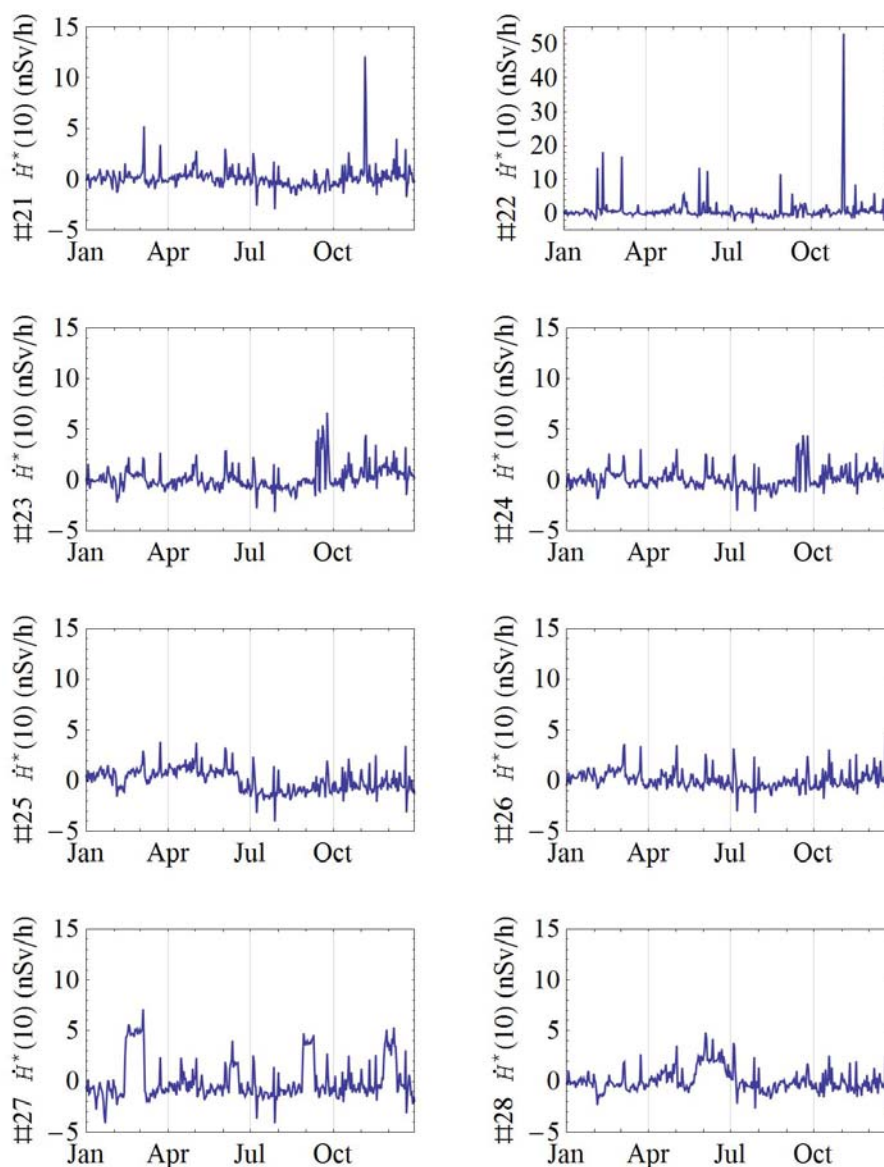
*Tabel 2 Het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling van de  $RTV_M$ , de  $RTV_M$  en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB in 2012. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de landelijke referentie.*

MONET-monitor	Aantal dagen voor berekenen $RTV_M$	$RTV_M$ ( $nSv \cdot h^{-1}$ )	Aantoonbaarheidsniveau referentie landelijk ( $nSv \cdot h^{-1}$ )
21	290	16,3	1,7
22	240	14,2	2,1
23	280	14,0	2,4
24	290	13,5	2,1
25	306	26,7	3,1
26	288	10,6	2,0
27	289	19,4	5,8
28	294	16,6	3,1

De landelijke referentie die bij de berekening van de netto jaardosis is gebruikt, is per dag weergegeven in Figuur 5. Het berekende netto toegevoegde dosistempo voor alle MONET monitoren is weergegeven in Figuur 6.



*Figuur 5 Landelijke referentie, bepaald uit alle NMR-stations.*



Figuur 6 Netto daggemiddeld omgevingsdosisequivalenttempo  $\dot{H}^*(10)$  voor de MONET-monitoren rond de EPZ/KCB in 2012. Het figuur voor de monitor 22 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as.

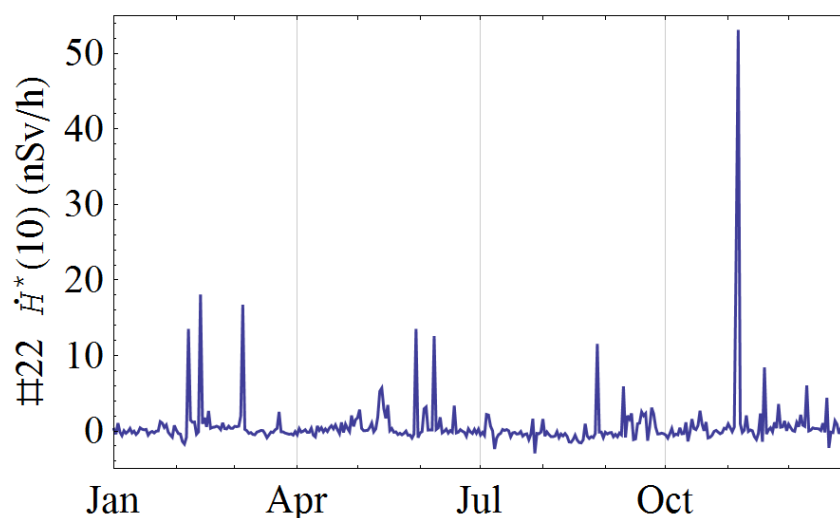
Voor monitor 27 zijn er vier verhogingen zichtbaar: tussen februari en maart, in juni, in het begin van september en het begin van oktober: deze worden veroorzaakt door het laden van containers voorafgaand aan transporten van opgebrande brandstofstaven.

Voor monitor 22, en in vele mindere mate voor monitor 21, is er een verhoging zichtbaar op 6 november 2012: deze is veroorzaakt door tien achtereenvolgende pieken die toegeschreven kunnen worden aan het transport van gecementeerd nucleaire afval naar de COVRA [13], zie hierover ook paragraaf 4.1.

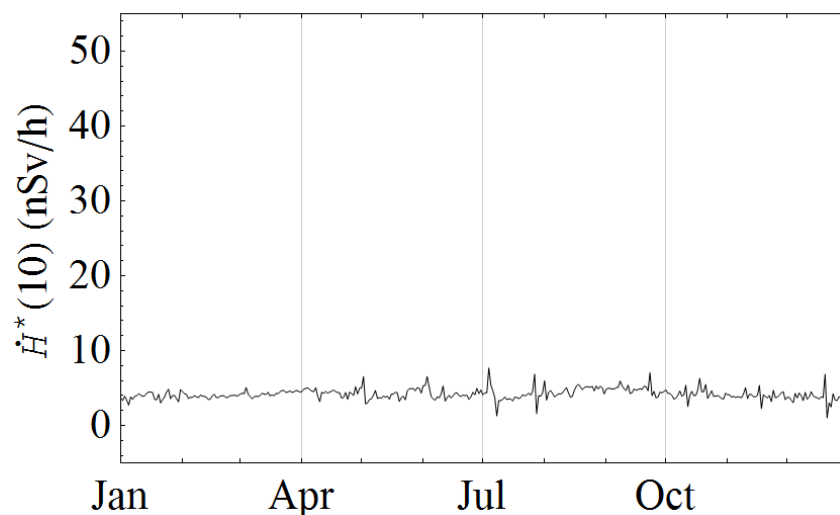
Voor monitor 25 is het mogelijk om een systematisch verschil tussen de eerste en het tweede semester van het jaar te herkennen. De oorzaak hiervan is onbekend, net zoals de verhoogde pieken die in de monitoren 23 en 24 in de tweede helft van september zichtbaar zijn.

Om te laten zien dat in 2012 lokale weersinvloeden geringe invloed hadden op het verschil tussen de MONET-monitoren en de referentie op basis van alle NMR-

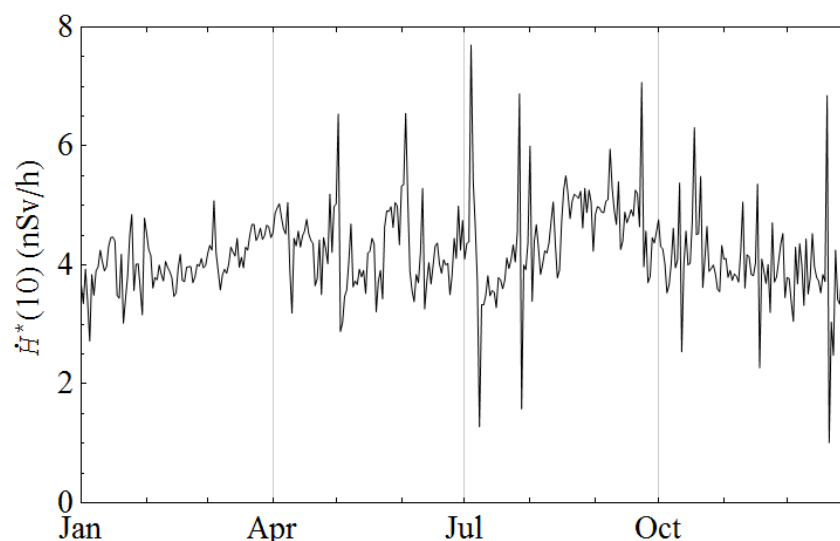
monitoren (landelijke referentie), is in Figuur 7 het berekende netto toegevoegde dosistempo van monitor 22 nogmaals weergegeven. Het verschil tussen een referentie op basis van 14 NMR-monitoren in de omgeving van de EPZ/KCB en de landelijke referentie (zie Figuur 5) is getoond in Figuur 8 (met dezelfde schaalverdeling van de y-as) en Figuur 9. De verhogingen voor monitor 22 zijn niet, of niet in dezelfde mate, terug te vinden in het verschil tussen de referenties.



Figuur 7 Het berekende netto toegevoegd dosistempo voor monitor 22 bij EPZ/KCB in 2012 (uit Figuur 6).



Figuur 8 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 2012 (zie Figuur 5).



Figuur 9 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 2012 (zie Figuur 5). De getoonde data zijn hetzelfde als bij Figuur 8, met een fijnere schaalverdeling voor de y-as.

In Tabel 3 is de netto jaardosis per monitor voor 2012 weergegeven. De hoogste netto maanddosis is 2,3  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 22 in november, de hoogste jaardosis is 6,1  $\mu\text{Sv}$  voor dezelfde monitor 22.

Tabel 3 Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2012. Omdat er op 18 maart 2012 géén metingen beschikbaar zijn, is de jaardosis bepaald op basis van 365 dagen (2012 is een schrikkeljaar).

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

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

De methode van EPZ/KCB [6] is toegepast op de daggemiddelde dosisequivalenttempi van de MONET-monitoren. Dit houdt in:

1. Voor iedere monitor wordt een rekenkundig bruto daggemiddelde berekend.
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 is de netto jaardosis weergegeven berekend volgens deze methode, en vergeleken met waarden berekend volgens de MONET-methode, uit Tabel 3. Voor monitor 25 is de netto jaardosis, berekend volgens de EPZ/KCB-methode,



nul: dit is vermoedelijk veroorzaakt door het systematisch verschil tussen de eerste en het tweede semester van het jaar (zichtbaar in Figuur 7).

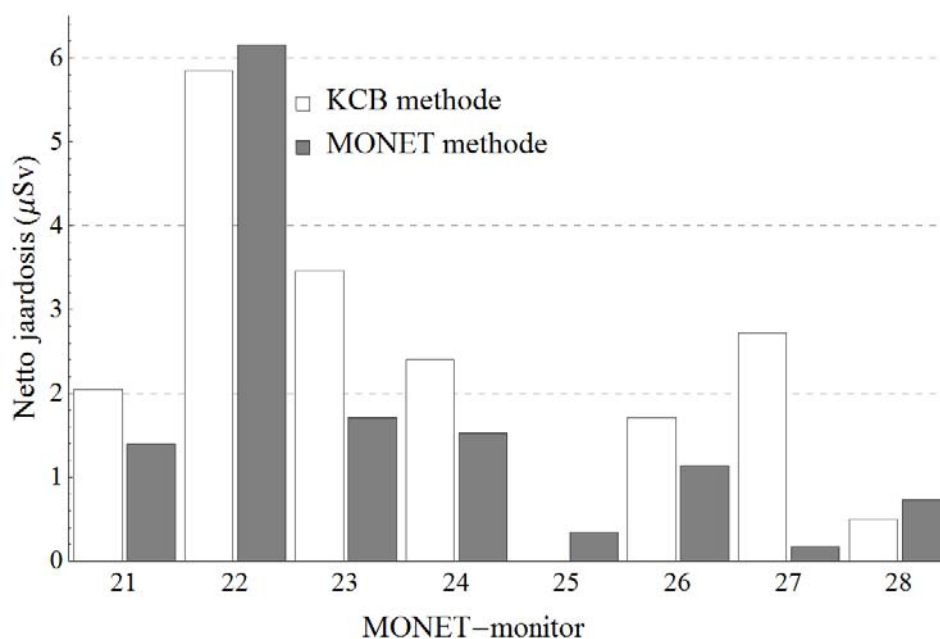
De EPZ/KCB-methode is ook toegepast op alle operationele NMR-stations in Nederland. De resulterende waarden geven aan wat de variatie is in de natuurlijke achtergrond in Nederland. Dit ligt in het jaar 2012 tussen 0 en 2,8  $\mu\text{Sv}$ . Vandaar dat 2,8  $\mu\text{Sv}$  wordt beschouwd als een betrouwbaar aantoonbaarheids-niveau van de EPZ/KCB methode. Op basis hiervan signaleren alleen de monitoren 22 (zie ook Figuur 7) en 23 een verhoging; de overige waarden vallen binnen de natuurlijke variatie.

Tabel 4 Netto jaardosis ( $\mu\text{Sv}$ ) voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2012, berekend volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.

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

#### 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 10.



Figuur 10 Vergelijking tussen de jaardosis voor het jaar 2012 bepaald volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.



## 5 Waarschuwingsberichten aan ILT/I&M

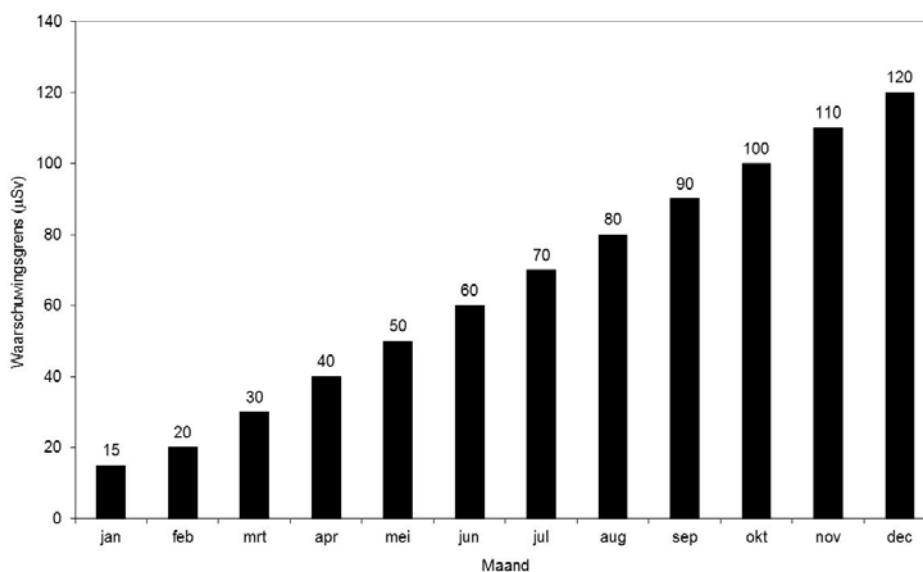
Het RIVM heeft met de ILT/I&M afspraken gemaakt ten aanzien van het sturen van waarschuwingsberichten bij overschrijding van bepaalde niveaus of verminderde operationaliteit van de terreinopstelling [7].

Waarschuwingsberichten worden verstuurd indien:

- de bruto dagdosis, zoals gemeten door een MONET-monitor, groter is dan 5  $\mu\text{Sv}$
- wanneer de netto maanddosis groter is dan 15  $\mu\text{Sv}$
- wanneer de cumulatieve netto maanddosis de waarden uit Figuur 11 overschrijdt
- wanneer de operationaliteit van de terreinopstelling minder is dan 75%.

In 2012 is het niet nodig geweest om waarschuwingen aan ILT/I&M te versturen voor een overschrijding van de dosis.

Op 19 maart 2012 is er melding gemaakt van verminderde operationaliteit<sup>4</sup>, zie Hoofdstuk 3.



Figuur 11 De waarschuwingsgrenzen voor de cumulatieve nettomaanddosis voor een melding aan de ILT/I&M.

<sup>4</sup> Brief "Uitval MONET meetnet EPZ", van 19 Maart 2012, kenmerk LSO 57/12.



## 6 Conclusies

In 2012 zijn metingen uitgevoerd van het externe stralingsniveau aan de terreingrens van de kerncentrale te Borssele (EPZ/KCB) met het MONET-meetnet. Het maximale omgevingsdosisequivalent ( $H^*(10)$ ) toegevoegd aan het achtergrondstralingsniveau in 2012 is 6,1  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 22. Na toepassing van de Actuele Blootstellingen Correctiefactor (ABC-factor) van 0,2 geeft dit een maximale effectieve dosis van 1,2  $\mu\text{Sv}$ . De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40  $\mu\text{Sv}$  per jaar wordt, ook zonder toepassing van de ABC-factor, op geen van de meetpunten overschreden.

De bruto dagdosis is in 2012 niet boven het waarschuwniveau 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 2,3  $\mu\text{Sv}$  voor monitor 22 in november.

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 23. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is goed.

De jaargemiddelde operationaliteit, gemiddeld over de acht monitoren, is in 2012 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 omgevingsdosisequivalenttempo 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.
- [13] Goulooze, G., Notitie "Dosis terreingrens vierde kwartaal 2012", 18 januari 2013, kenmerk GGo2012.004.

**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*