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

Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2014

RIVM Briefrapport 2015-0093
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 2014

RIVM Briefrapport 2015-0093
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

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van ANVS, 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
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Stralingsniveaumetingen rond het terrein van de EPZ kerncentrale te Borssele in 2014

Het stralingsniveau aan de terreingrens van de kerncentrale in Borssele lag in 2014 onder het toegestane maximum. Dit blijkt uit controlemetingen van het RIVM. Het RIVM rapporteert jaarlijks of de kerncentrale aan de vergunningseis voldoet.

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 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 voor de kerncentrale een ABC-factor van 0,2.

Het RIVM rapporteert in opdracht van de Kernfysische Dienst van de Inspectie Leefomgeving en Transport. In dit rapport zijn de daggemiddelden van de metingen van de acht MONET-monitoren rond de kerncentrale in 2014 weergegeven. Ook wordt uitgelegd hoe voor elk meetpunt de natuurlijke achtergrondwaarde is bepaald. In 2014 was de hoogste waarde, na aftrek van de natuurlijke achtergrond, 1,7 microsievert per jaar. Na de toepassing van de ABC-factor, voor de toetsing van de vergunningslimiet, is de berekende maximale effectieve dosis 0,3 microsievert per jaar.

Kernwoorden: Gammastraling, Omgevingsdosisequivalent, EPZ, kerncentrale

Synopsis

In 2014, 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 Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor) is applied. ABC-factors are closely linked with the specific use of the site where the effective radiation dose is calculated.

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 2014, the highest value of all monitors, after correcting for the natural background level, was 1.7 microsievert per year. An ABC-factor of 0.2 for the site boundary of Borssele NPP has been set in the permit. This translates into a maximum effective dose of 0.3 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

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11
1.1 Overzicht terreinopstelling Borssele — 12

2 De gemeten grootheid — 13

3 Operationaliteit MONET EPZ/KCB in 2014 — 15

4 MONET resultaten in 2014 — 17
4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en bruto jaardosis — 17
4.2 Netto jaardosis — 18
4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode — 23
4.4 Vergelijking tussen MONET-methode en EPZ/KCB-methode — 24

5 Waarschuwingsberichten 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 2014.

In het rapport zijn de resultaten beschreven van het bruto- en netto stralingsniveau aan de terreingrens van de kerncentrale, dat wil zeggen zonder en met correctie voor het achtergrondstralingsniveau. De netto resultaten 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 zien van het omgevingsdosisequivalent, *H*(10)*, ten opzichte van het achtergrond-stralingsniveau. Het maximale omgevingsdosis-equivalent toegevoegd aan het achtergrondstralingsniveau in 2014 is 1,7 µSv voor monitor 22. Na toepassing van de Actuele Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor) is de maximale effectieve dosis 0,3 µSv. De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40 µSv 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 monitor 22. 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[1]. 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)"*. Vanaf 1 januari 2014 worden de regels voor de bepaling van de Multifunctionele en Actuele Individuele Dosis gegeven in bijlage 1.5, behorend bij de artikelen 1.4 tot en et 1.6 van de Uitvoeringsregeling stralingsbescherming EZ [2].

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 plaats geldende ABC-factor[2], zoals gegeven in Tabel 6.2 van de bijlage 1.5 bij de Uitvoeringsregeling stralingsbescherming EZ [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]. Eind 2014 is de geleidelijke vervanging van alle Bitt RS03/X monitoren met Saphymo monitoren [5] begonnen. Tussen 9 oktober 2014 en het eind van het jaar zijn er in totaal 57 monitoren vervangen. In dit rapport wordt uitsluitend gebruik gemaakt van de Bitt RS03/X monitoren; de 57 Saphymos monitoren, overwegend in het noordoosten van het land, worden buiten beschouwing gelaten.
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 [6].

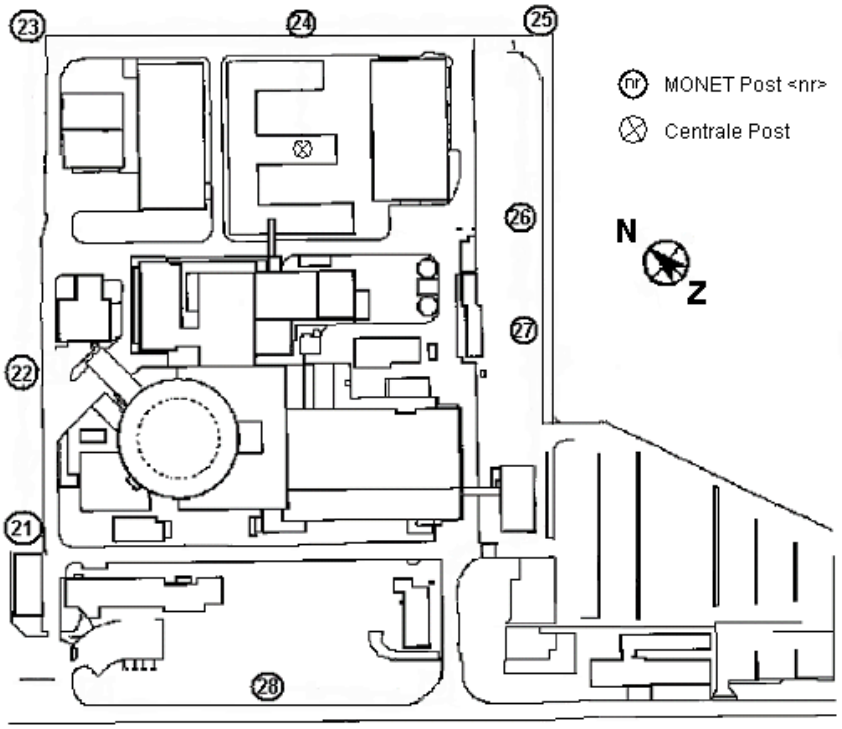
[1] MONET: MOnitoring NEtwerk Terreinen
[2] De ABC-factor of Actuele Blootstellings Correctiefactor kan waarden tussen 0,001 en 0,2 aannemen, afhankelijk van de gebruiksbestemming ter plaatse.

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 de Bitt RS03/X 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 2014 beschreven. Het rapport is als volgt opgebouwd. In Hoofdstuk 2 wordt in het kort de meetgrootheid beschreven. In Hoofdstuk 3 wordt in het kort de meetgrootheid beschreven. 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. Deze netto jaardosis is ook berekend volgens de EPZ/KCB-methode [7, 8]. Hoofdstuk 5 geeft een samenvatting van de afspraken over het opsturen van waarschuwingsberichten aan de ILT/I&M. De afspraken over het versturen van waarschuwingsberichten zijn beschreven in [8]. 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 van de terreinopstelling van de kerncentrale te 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 [9].
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_{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_{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_{ext}. Van belang hierbij is om op te merken dat *H*(10)* een overschatting geeft van E_{ext} [10].In het kader van de vergunningshandhaving wordt het verschil tussen de gemeten grootheid *H*(10)* en de limiterende grootheid E_{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 *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. Eind 2014 is de geleidelijke vervanging van alle Bitt RS03/X monitoren met de plaatsing van in totaal 57 Saphymo monitoren [5]. De overige 88 Bitt RS03/X worden in dit rapport gebruikt voor het construeren van de "landelijke referentie". In dit rapport wordt dus geen gebruik gemaakt van de 57 Saphymos monitoren, overwegend in het noordoosten van het land, vanwege de verschillen in de hoek- en energieafhankelijkheid met de Bitt RS03/X.

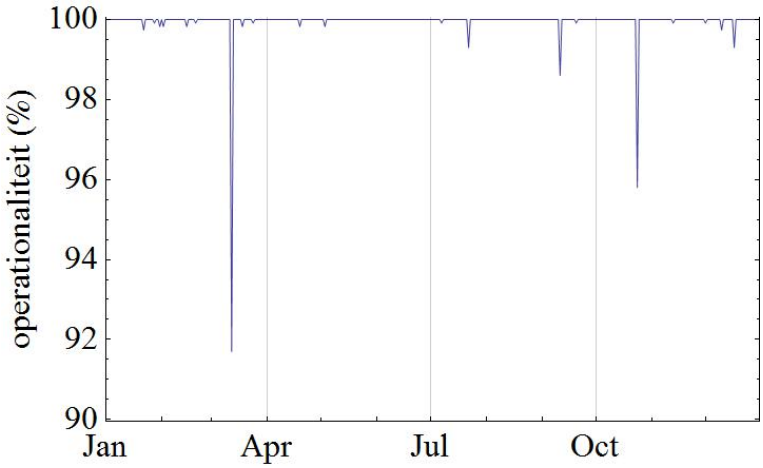
In een studie van de Bitt RS02 wordt de systematische onderschatting van de activiteit in de lucht geraamd op 3-7%, afhankelijk van de verdeling van de radionucliden in de lucht [11]. Met kennis van de natuurlijke achtergrond (nucliden en verdeling) kan hiervoor worden gecorrigeerd. Na correctie resteert een absolute onzekerheid (2σ) in metingen van de natuurlijke achtergrond van minder dan 5 $nSv \cdot h^{-1}$ [11]. 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 [12].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 [11, 13]. 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 2014

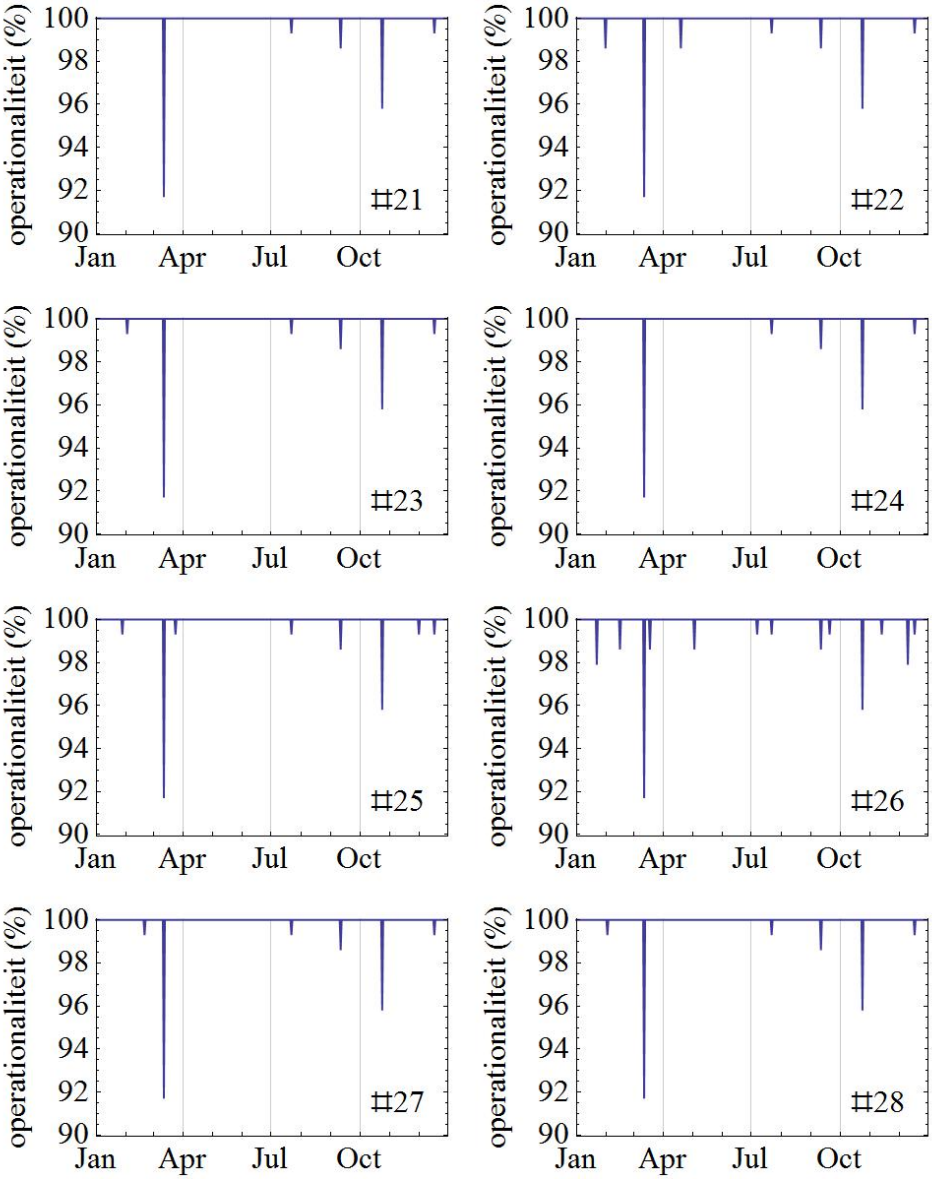
In Figuur 2 is de operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2014 weergegeven. Het is de verhouding (in %) tussen het werkelijk aantal geregistreerde en bruikbare 10-minuut-waarden en het op een dag maximale aantal van 144 10 minuut-waarden, gemiddeld over de acht monitoren.
De jaargemiddelde operationaliteit van de acht monitoren was groter dan 99,95%.



Figuur 2 Operationaliteit per dag van MONET rond EPZ/KCB in 2014, gemiddeld over de acht monitoren.

In Figuur 3 is de operationaliteit per MONET-monitor in 2014 aangegeven. De operationaliteit van de monitoren was altijd groter dan 91%.

De ILT/I&M heeft met het RIVM afspraken gemaakt ten aanzien van meldingen met betrekking tot verminderde operationaliteit [8]. In 2014 is het niet nodig geweest om meldingen te doen, aangezien de operationaliteit niet lager dan 75% is geweest.



Figuur 3 Operationaliteit per MONET-monitor rond EPZ/KCB in 2014.

4 MONET resultaten in 2014

In dit hoofdstuk worden de resultaten voor 2014 gepresenteerd. Het verloop gedurende het jaar van het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalent-tempo 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.

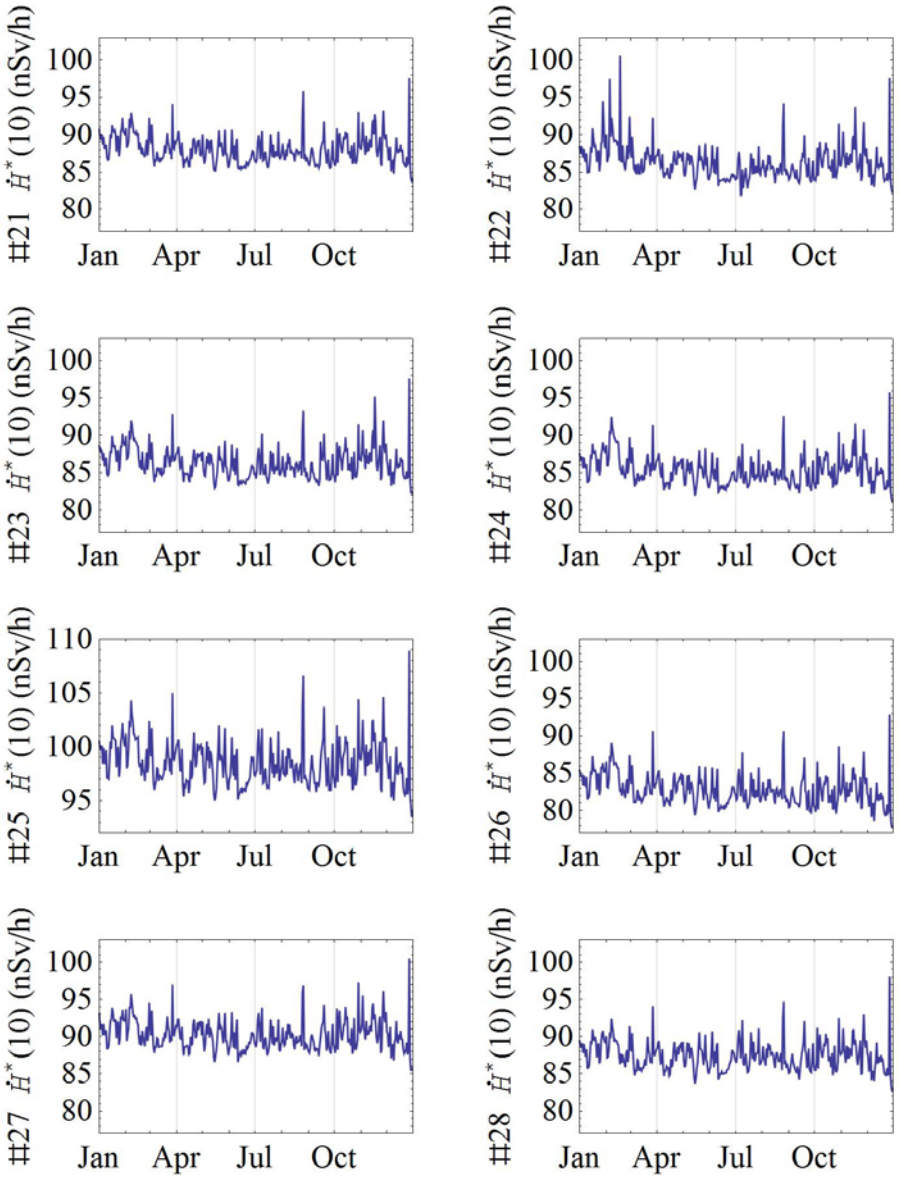
De hoogste waarde van het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalent-tempo is 109 $nSv \cdot h^{-1}$ voor monitor 25 op 27 december 2014. Dit komt overeen met een bruto dagdosis van 2,6 µSv. Deze dosis is lager dan de afgesproken bruto dagdosis voor een melding aan de ILT/I&M. Volgens de afspraken met de ILT/I&M dient een bruto dagdosis groter dan 5 µSv te worden gemeld.

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.

Drie pieken, aanwezig op alle MONET-monitoren rond de EPZ/KCB, vallen samen met dagen wanneer de dagelijkse neerslag meer dan 14 mm op het KNMI station Vlissingen was: op25 en 26 augustus (17 en 16 mm) en op 27 december (20 mm) (bron: KNMI). Op 27 maart, wanneer ook een piek duidelijk te zien is, was de neerslag 8 mm.

Tabel 1 Bruto jaardosis (µSv) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2014.

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (µSv)
21	365	771
22	365	756
23	365	756
24	365	748
25	365	863
26	365	725
27	365	790
28	365	766



Figuur 4 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2014. De figuur voor de monitor 25 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as.

4.2 Netto jaardosis

De netto jaardosis wordt berekend volgens de MONET-methode zoals beschreven in [6], met het verschil dat alleen NMR-stations die het hele jaar de omgevingsdosisequivalenttempo met Bitt RS03/X gemeten hebben zijn meegenomen in de berekening. De 57 NMR-stations die geleidelijk vanaf medio oktober 2014 met Saphymo XL-2-3 voorzien zijn, worden dus buiten beschouwing gelaten, zoals beschreven in Hoofdstuk 2. In het kort gaat de MONET-methode als volgt:

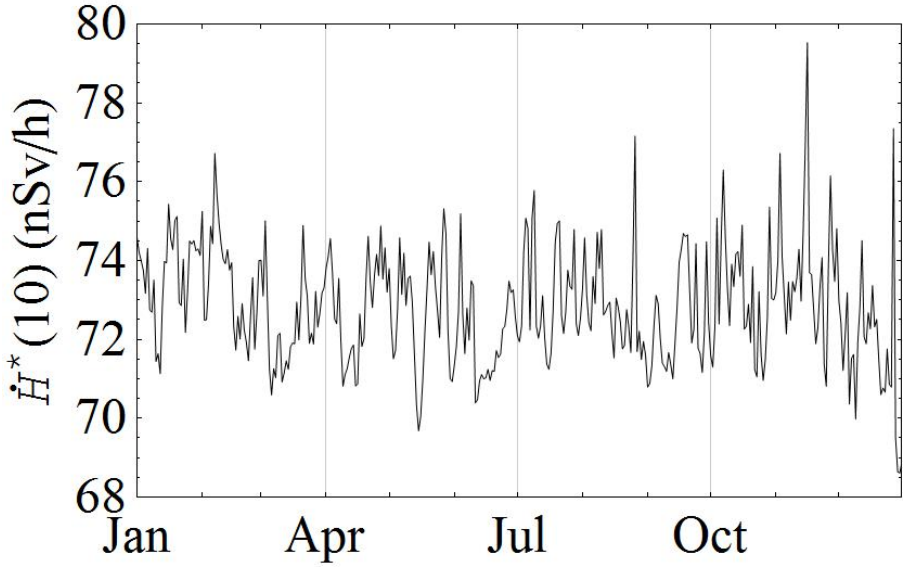
1. Uit de meetgegevens van alle NMR-stations in Nederland die continu met Bitt RS03/X gemeten hebben wordt een landelijke referentie berekend.
2. De Reference Translation Value (RTV) is een plaatselijke correctiefactor t.o.v. de landelijke referentie.

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.

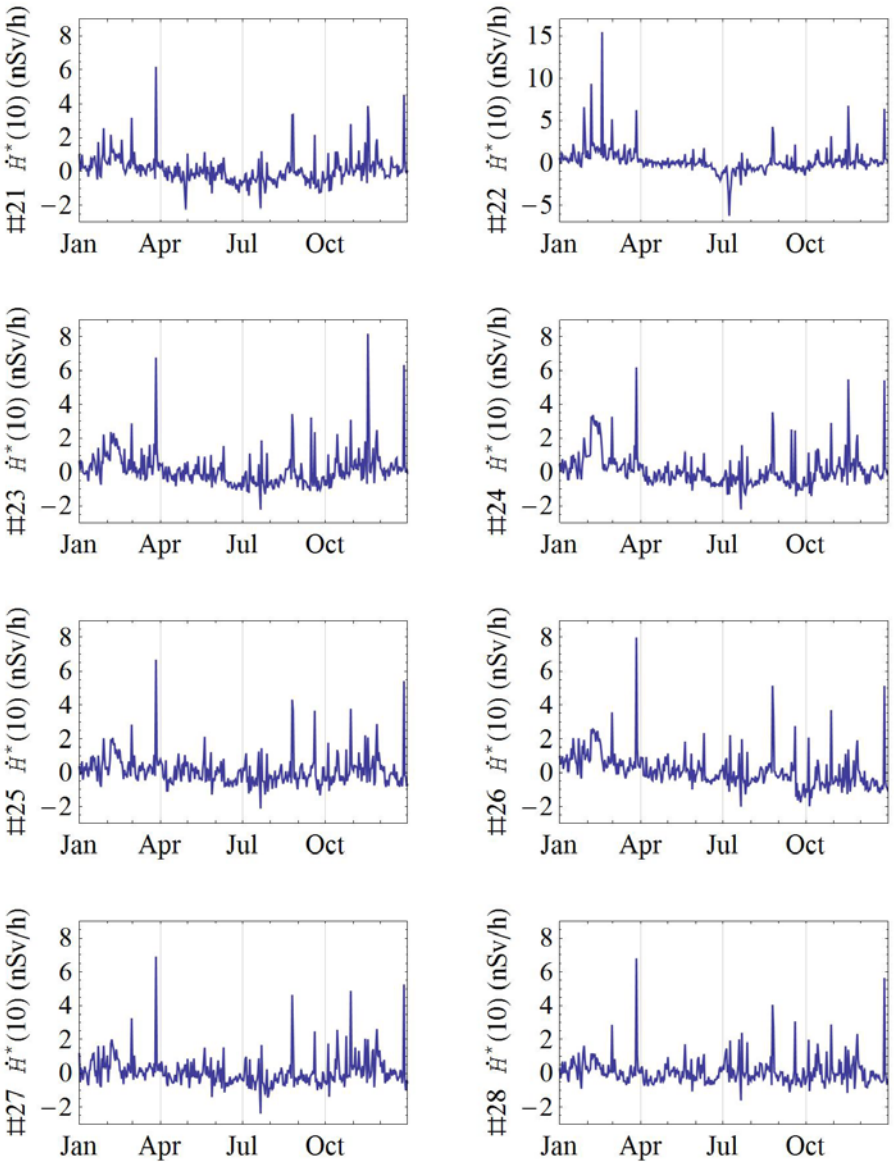
Tabel 2 Het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling van de RTV_M, de RTV_M en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de EPZ/KCB in 2014. Bij de berekeningen is gebruik gemaakt van de landelijke referentie.

MONET-monitor	**Aantal dagen voor berekenen RTV_M**	**RTV_M ($nSv \cdot h^{-1}$)**	**Aantoonbaarheidsniveau referentie landelijk ($nSv \cdot h^{-1}$)**
21	309	15,1	1,7
22	292	13,3	2,6
23	295	13,4	2,1
24	307	12,5	2,4
25	320	25,6	1,9
26	303	9,9	2,3
27	311	17,4	1,8
28	314	14,6	1,5

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.



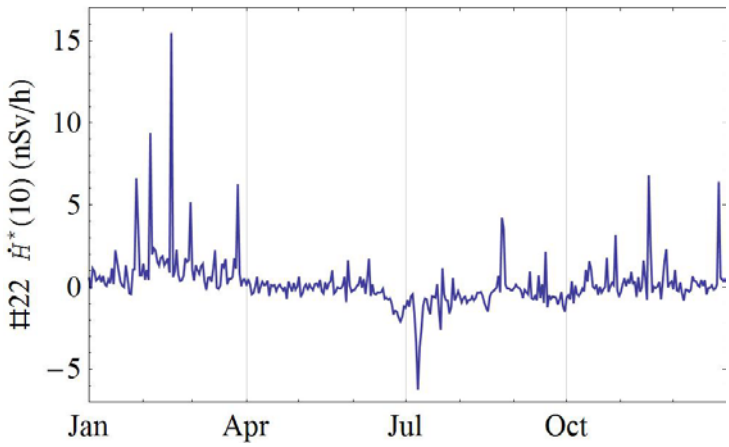
Figuur 5 Landelijke referentie, bepaald uit alle NMR-stations waar met Bitt RS03/X gedurende het hele jaar 2014 gemeten is.



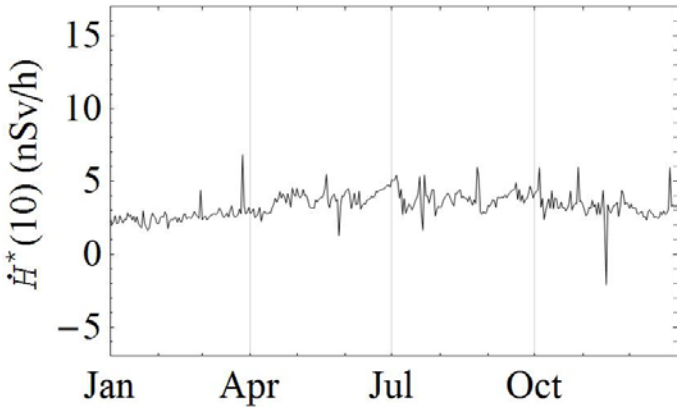
Figuur 6 Netto daggemiddeld omgevingsdosisequivalenttempo $\dot{H}^*(10)$ voor de MONET-monitoren rond de EPZ/KCB in 2014. De figuur voor de monitor 22 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as.

Monitor 22 laat drie pieken zien in het begin van het jaar. Deze pieken (op 28 januari, 5 en 17 februari) vallen samen met het geplande aftransport van brandstof elementen [14] .
Drie pieken, aanwezig op alle MONET-monitoren rond de EPZ/KCB, vallen samen met dagen wanneer de dagelijkse neerslag meer dan 14 mm op het KNMI station Vlissingen was: 25 en 26 augustus (17 en 16 mm) en 27 december (20 mm) (bron: KNMI). Op 27 maart, wanneer ook een piek duidelijk te zien is, was de neerslag 8 mm. Bij de piek zichtbaar op 17 november daarentegen, is er op station Vlissingen minder dan 1 mm gemeten. Deze piek valt samen met de bewegingen ten behoeve van het jaarlijks aftransport van TT- & vast radioactief afval richting COVRA [14].

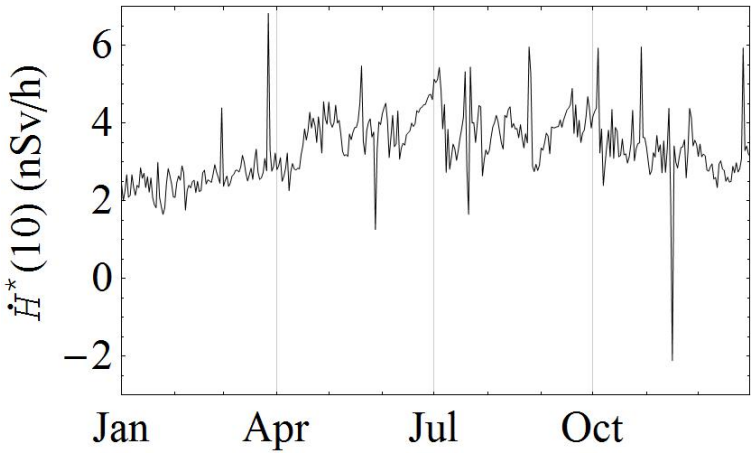
Om te laten zien dat in 2014 lokale weersinvloeden geringe invloed hadden op het verschil tussen de MONET-monitoren en de referentie op basis van alle Bitt RS03/X NMR-monitoren (landelijke referentie, zie Figuur 5) wordt het verschil tussen een referentie op basis van 14 NMR-monitoren in de omgeving van de EPZ/KCB en de landelijke referentie getoond in Figuur 8 (met dezelfde schaalverdeling van de y-as) en Figuur 9. Ook wordt het berekende netto toegevoegde dosistempo van monitor 22 nogmaals weergegeven in Figuur 7. De verhogingen voor monitor 22 zijn niet, of niet in dezelfde mate, terug te vinden in het verschil tussen de referenties, met de uitzondering van de verhogingen, (genoemd in de paragrafen 4.1 en 4.2) op 27 maart, op 25 en 26 augustus en op 27 december. Op die dagen is er hevige neerslag op de dichtbij gelegen KNMI weerstation van Vlissingen gemeten, op 27 maart meer dan 8 mm en op alle andere dagen meer dan 14 mm (zie Figuur 10, bron KNMI). Hevige regenval heeft als gevolg verhoogde depositie van vervalproducten van radon, en dus een verhoging van het omgevingsdosisequivalenttempo.



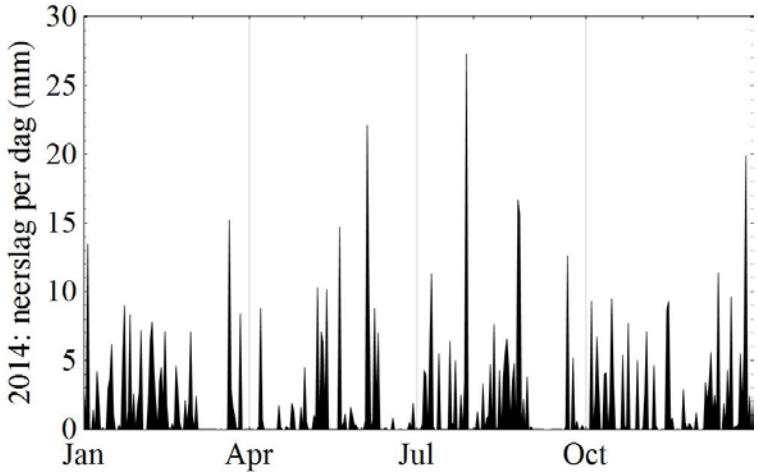
Figuur 7 Het berekende netto toegevoegd dosistempo voor monitor 22 bij EPZ/KCB in 2014 (uit Figuur 6).



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 (met Bitt RS03/X) in 2014 (zie Figuur 5). Voor deze figuur is de schaalverdeling van de y-as hetzelfde als Figuur 7, terwijl Figuur 9 een compactere schaalverdeling voor de y-as heeft.



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 (met Bitt RS03/X) in 2014 (zie Figuur 5). De getoonde data zijn hetzelfde als Figuur 8, met een compactere schaalverdeling voor de y-as.



Figuur 10 Neerslag per dag, in mm, gemeten door het KNMI weerstation van Vlissingen (bron: KNMI). Hevige neerslag op27 maart, op 25 en 26 augustus en op 27 december valt samen met een verhoging van het omgevingsdosisequivalenttempo van de lokale referentie op basis van 14 NMR-monitoren in de omgeving van EPZ/KCB (zie Figuur 9) en van de MONET-monitoren rond EPZ/KCB (zie Figuur 4 en Figuur 6).

In Tabel 3 is de netto jaardosis per monitor voor 2014 weergegeven. De hoogste netto maanddosis is 0,8 µSv voor monitor 24 in februari, gevolgd door de netto maanddosis van 0,7 µSv voor monitor 22, ook in februari. De hoogste jaardosis is 1,7 µSv voor dezelfde monitor 22.

Tabel 3 Netto jaardosis (µSv) voor de MONET-monitoren bij EPZ/KCB in 2014.

MONET-monitor	Aantal dagen	Netto jaardosis (µSv)
21	365	1,0
22	365	1,7
23	365	1,3
24	365	1,6
25	365	1,1
26	365	1,2
27	365	1,0
28	365	1,1

4.3 Netto jaardosis volgens de EPZ/KCB-methode

De methode van EPZ/KCB [7] 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.

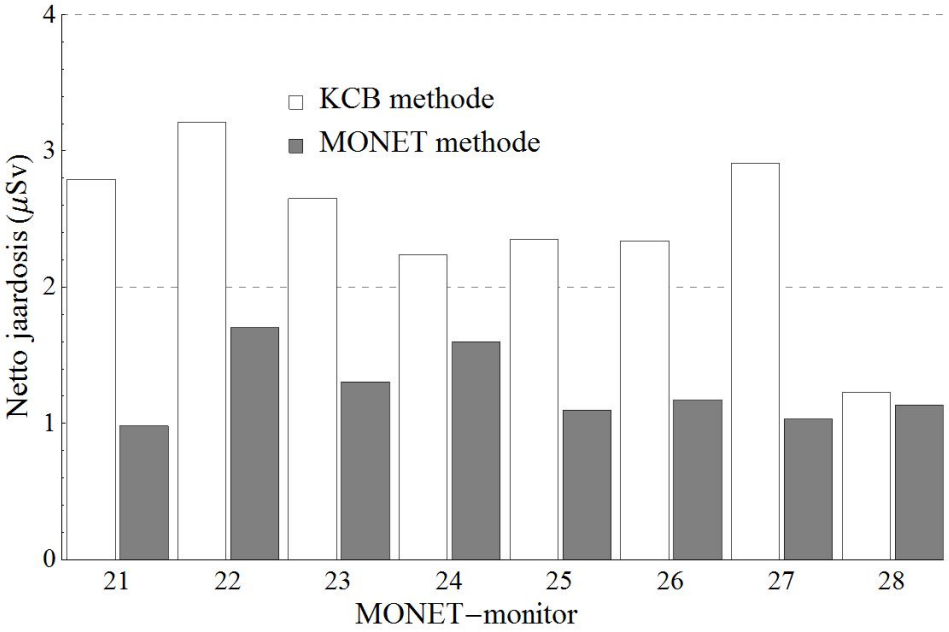
In Tabel 4 is de netto jaardosis weergegeven berekend volgens deze methode, en vergeleken met waarden berekend volgens de MONET-methode, uit Tabel 3**.** De EPZ/KCB-methode is ook toegepast op alle operationele NMR-stations in Nederland. De resulterende waarden geven aan wat de variatie is in de natuurlijke achtergrond in Nederland. Dit ligt in het jaar 2014 tussen 0 en 2,8 µSv. Vandaar dat 2,8 µSv wordt beschouwd als een betrouwbaar aantoonbaarheids-niveau van de EPZ/KCB methode. Op basis hiervan signaleert alleen de monitors 22 (zie ook Figuur 7) en 27 een verhoging; de overige waarden vallen binnen de natuurlijke variatie.

Tabel 4 Netto jaardosis (µSv) voor de MONET-monitoren rond EPZ/KCB in 2014, berekend volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.

MONET-monitor	Aantal dagen	Netto jaardosis MONET (µSv)	Netto jaardosis EPZ/KCB (µSv)
21	365	1,0	2,8
22	365	1,7	3,2
23	365	1,3	2,7
24	365	1,6	2,2
25	365	1,1	2,4
26	365	1,2	2,3
27	365	1,0	2,9
28	365	1,1	1,2

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



Figuur 11 Vergelijking tussen de jaardosis voor het jaar 2014 bepaald volgens de EPZ/KCB- en de MONET-methode.

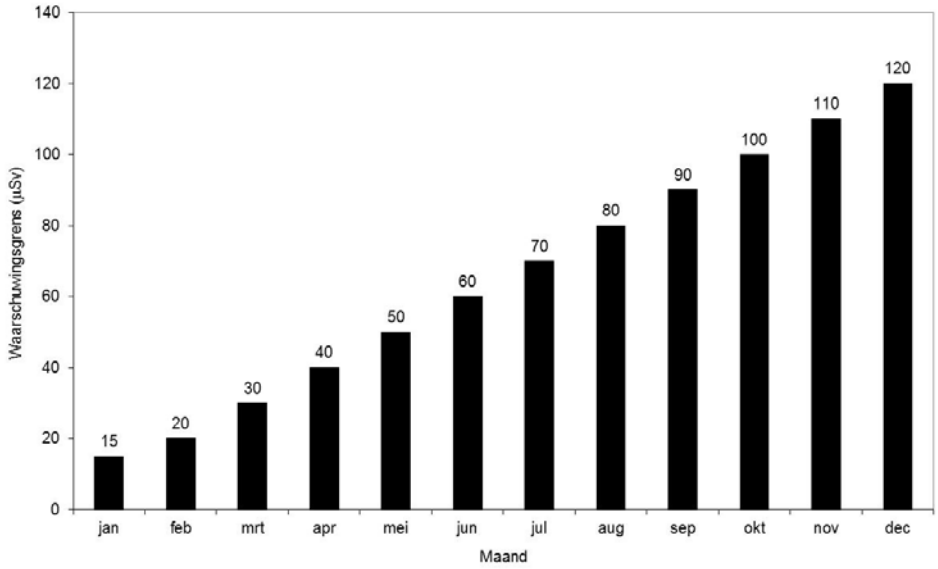
5 Waarschuwingsberichten aan ILT/I&M

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 [8].

Waarschuwingsberichten worden verstuurd indien:

- de brutodagdosis, zoals gemeten door een MONET-monitor, groter is dan 5 µSv
- wanneer de netto maanddosis groter is dan 15 µSv
- wanneer de cumulatieve netto maanddosis de waarden uit Figuur 12 overschrijdt
- wanneer de operationaliteit van de terreinopstelling minder is dan 75%.

In 2014 is het niet nodig geweest om waarschuwingen aan ILT/I&M te versturen voor een overschrijding van de dosis.



Figuur 12 De waarschuwingsgrenzen voor de cumulatieve netto maanddosis voor een melding aan de ILT/I&M.

6 Conclusies

In 2014 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 2014 is 1,7 µSv voor monitor 22. Na toepassing van de Actuele Blootstellings Correctiefactor (ABC-factor) van 0,2 geeft dit een maximale effectieve dosis van 0,3 µSv. De vergunde verhoging van de effectieve dosis voor EPZ/KCB van 40 µSv per jaar wordt, ook zonder toepassing van de ABC-factor, op geen van de meetpunten overschreden.

De bruto dagdosis is in 2014 niet boven het waarschuwingsniveau van 5 µSv gekomen en de netto maanddosis is niet boven de 15 µSv gekomen. De hoogste netto maanddosis berekend met de MONET methode is 0,8 µSv voor monitor 24, gevolgd door 0,7 µSv voor monitor 22, in februari.

De berekening van de netto maanddosis is tevens uitgevoerd met de methode die door EPZ/KCB wordt toegepast. Dit leidt tot aantoonbare toegevoegde stralingsniveaus voor monitor 22 en 27. De overeenstemming van deze berekeningen met de MONET-resultaten is goed.
De jaargemiddelde operationaliteit, gemiddeld over de acht monitoren, is in 2014 groter dan 99,95%.

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] Regeling van de Minister van Economische Zaken, de Minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid en de Minister van Volksgezondheid, Welzijn en Sport van 18 oktober 2013, nr. WJZ/12066857, tot vaststelling van de uitvoeringsregeling voor stralingsbescherming van de Minister van Economische Zaken (Uitvoeringsregeling stralingsbescherming EZ), BWBR0034213.
(tot de inwerktreding van deze reling op 1 januari 2014: 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] Manual GammaTRACER XL2, Saphymo, version 08/2012.
[6] 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).
[7] Lous C, Bespreking van de resultaten van de radioactiviteitsmetingen in de omgeving van de Kernenergiecentrale Borssele over 1998, referentie R0118, EPZ, 1999.
[8] 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.
[9] International Commission on Radiation Units and Measurements. Quantities and units in radiation protection dosimetry, ICRU Report 51. Bethesda MD (1993).
[10] 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.
[11] Smetsers RCGM, Blaauboer RO, Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands, proefschrift, Universiteit Groningen, april 1996, ISBN 90-367-0621-1.
[12] Nederlands Normalisatie-instituut, NEN 5648:2007 nl, Radioactiviteitsmetingen - Bepaling van het over de tijd gemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo met momentaan aanwijzende apparatuur, 2007.
[13] Dijk van E, Aalbers AHL, De calibratie en de energieresponsie van de Bitt RM10/RS02 gammastralingsdetectoren, RIVM rapport nr. 243504003, Bilthoven, maart 1990.
[14] Goulooze, G., Notities “Dosis terreingrens eerste kwartaal 2014”, 1 februari 2014, kenmerk GGo2014.001, “Dosis terreingrens vierde kwartaal 2014”, 11 februari 2015, kenmerk GGo2014.004.

RIVM
De zorg voor morgen begint vandaag