



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

**Stralingsniveaumetingen rond het terrein
van COVRA N.V. te Borsele in de periode
2011-2014 met het MONET-meetnet**

RIVM Briefrapport 2016-0105
C.P. Tanzi



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

**Stralingsniveaumetingen rond het terrein
van COVRA N.V. te Borsele in de periode
2011-2014 met het MONET-meetnet**

RIVM Briefrapport 2016-0105
C.P. Tanzi

Colofon

© RIVM 2016

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 (auteur), RIVM

Contact:

Cristina P. Tanzi

VLH

cristina.tanzi@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van de ANVS, in het kader van project Site Monitoring Straling. In de rapportageperiode 2011-2014 zijn de projectnummers 610330 (2011) en 300002 (2012, 2013 en 2014) van toepassing.

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 COVRA N.V. te Borsele in de periode 2011-2014 met het MONET meetnet

Het stralingsniveau aan de terreingrens van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA N.V.) te Borsele lag in 2011, 2012, 2013 en 2014 onder het toegestane maximum. Dit blijkt uit controlemetingen van het RIVM.

Volgens de kernenergiewet-vergunning mag de stralingsdosis aan de terreingrens van COVRA N.V. ten hoogste 40 microsievert per jaar bedragen. Om dit te controleren wordt met stralingsmonitoren op zestien locaties het stralingsniveau gemeten. De monitoren zijn op de terreingrens, of langs een omheining binnen de terreingrens, geplaatst.

De stralingsmetingen horen bij het door het RIVM beheerde MONET-meetnet. Van deze bruto metingen wordt de natuurlijke achtergrondwaarde afgetrokken. Ook wordt gekeken naar bijdragen aan het stralingsniveau die niet door COVRA N.V. worden veroorzaakt. Om het netto resultaat te vertalen naar een 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.

Over de periode 2011-2014 is, na het toepassen van de ABC-factor en, na aftrek van de natuurlijke achtergrond, de hoogste berekende jaarwaarde 18 microsievert (in 2014).

Het RIVM rapporteert in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS, voorheen Kernfysische Dienst) en toetst of COVRA N.V. aan de vergunningseis voldoet. Voor de jaren 2011, 2012, 2013 en 2014 zijn de daggemiddelden van de zestien MONET-monitoren rond COVRA N.V. weergegeven, is de achtergrondwaarde bepaald, en is de netto effectieve stralingsdosis per jaar berekend.

Kernwoorden: Gammastraling, Omgevingsdosisequivalent, COVRA, radioactief afval, opslag

Synopsis

Radiation level measurements around the site of COVRA N.V. at Borsele with the MONET network over the years 2011-2014

Over the years 2011-2014, the radiation level at the site boundary of the Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA N.V.), the Central Organisation for Radioactive Waste, was below the maximum permitted level. This is the conclusion of this report based on field measurements carried out by RIVM.

Dutch legislation on the use of nuclear energy requires that the maximum dose rate at the site boundary of the COVRA N.V. does not exceed 40 microsievert annually. Control measurements of the radiation level were therefore carried out with radiation monitors placed at sixteen locations, chosen either at the site boundary or along a fence within the site itself.

The radiation monitors are part of the MONET monitoring network, which falls under the administrative management of the RIVM. The measurements are processed by subtracting contributions not caused by COVRA N.V., and the natural background value, from the measured value. This net result is then translated into the effective radiation dose for an individual, by applying the so-called 'Actual Exposure Correction factor' (ABC-factor). ABC-factors are closely linked with the specific use of the site where the effective radiation dose can be incurred.

Over the period 2011 to 2014 the highest yearly dose (after correction for the ABC-factor and the natural background), is found to be 18 microsievert (in 2014).

In order to fulfill the task assigned in the period 2011-2014 by the Authority of Nuclear Safety and Radiation Protection (ANVS, formerly known as KFD), RIVM reports on whether COVRA N.V. meets the criterion set out in its license. In this report the daily averages of the effective dose around COVRA N.V. are shown, together with an explanation of how the background level for the MONET monitors is determined.

Keywords: External radiation, ambient dose equivalent, COVRA, radioactive waste, storage

Inhoudsopgave

Samenvatting — 9

1 Inleiding — 11

1.1 Overzicht terreinopstelling COVRA — 12

1.2 De MONET methode — 12

2 De gemeten grootte — 15

2.1 Omgevingsdosistempo — 15

2.2 Werkwijze — 15

2.3 Onzekerheden in de metingen — 15

3 Operationaliteit MONET rond COVRA — 17

3.1 Operationaliteit in 2011 — 17

3.2 Operationaliteit in 2012 — 17

3.3 Operationaliteit in 2013 — 17

3.4 Operationaliteit in 2014 — 17

4 MONET metingen in 2011, 2012, 2013 en 2014 — 19

4.1 Bruto daggemiddelde en jaardosis in 2011 — 19

4.2 Bruto daggemiddelde en jaardosis in 2012 — 21

4.3 Bruto daggemiddelde en jaardosis in 2013 — 24

4.4 Bruto daggemiddelde en jaardosis in 2014 — 28

5 Trendonderzoek stralingsniveau en bepaling RTV_M — 33

5.1 Achtergrondinformatie — 33

5.2 Aantoonbaarheidsniveau in 2011 — 37

5.3 Aantoonbaarheidsniveau in 2012 — 37

5.4 Aantoonbaarheidsniveau in 2013 — 38

5.5 Aantoonbaarheidsniveau in 2014 — 39

6 Netto jaardosis in 2011, 2012, 2013 en 2014 — 41

6.1 Netto jaardosis in 2011 — 42

6.2 Netto jaardosis in 2012 — 45

6.3 Netto jaardosis in 2013 — 48

6.4 Netto jaardosis in 2014 — 51

7 Conclusie — 55

8 Referenties — 57

Samenvatting

In opdracht van de van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS, voorheen Kernfysische Dienst), heeft het centrum Veiligheid van het RIVM (voorheen RIVM/LSO) metingen verricht van het externe gammastralingsniveau aan de terreingrens van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA) te Borsele. Deze metingen worden uitgevoerd ter controle van de stralingsniveaus zoals vastgelegd in de vergunning van de COVRA ingevolge de kernenergiewet (KEW). Dit rapport beschrijft de resultaten van het MONET-meetnet in de periode 2011, 2012, 2013 en 2014.

Radioactieve bronnen of röntgentoestellen buiten het COVRA terrein kunnen verhogingen van het stralingsniveau veroorzaken. Omdat de COVRA niet de oorzaak is van deze zogenoemde externe verhogingen van het stralingsniveau, wordt in dit rapport gecorrigeerd voor de bijdrage van deze externe verhogingen.

In het rapport zijn de resultaten beschreven van het gammastralingsniveau aan de terreingrens van de COVRA. Dit gammastralingsniveau is gemeten met een correctie voor het natuurlijke achtergrondstralingsniveau.

Het maximale gemeten toegevoegde omgevingsdosisequivalent, $H^*(10)$, bedraagt 1053 μSv in 2011, 1255 μSv in 2012, 1680 μSv in 2013 en 1779 μSv in 2014. Gecorrigeerd voor de ABC-factor van 0,01 behorend bij de geldende gebruiksoptie, bedraagt de maximale gemeten bijdrage van gammastraling van COVRA aan de effectieve jaardosis 11 μSv in 2011, 13 μSv in 2012, 17 μSv in 2013 en 18 μSv in 2014.

De bijdrage van gammastraling aan de effectieve dosis overschrijdt op geen van de meetpunten de vergunde verhoging van de effectieve dosis voor COVRA N.V. van 40 μSv per jaar.

1 Inleiding

Het centrum Veiligheid, voorheen het Laboratorium voor Stralingsonderzoek (LSO) van het RIVM meet continu het gammastralingsniveau aan de terreingrens van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval N.V. (COVRA) in Borsele, met behulp van het MONET-meetnet¹. De metingen zijn van 2011 tot en met 2014 uitgevoerd in opdracht van de Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming (ANVS, voorheen Kernfysische Dienst) ter controle van de door COVRA N.V. aan de natuurlijke achtergrond toegevoegde stralingsniveaus, die zijn gelimiteerd in de beschikking van COVRA ingevolge de Kernenergiewet. Volgens voorschrift V.D.1 van deze beschikking [1] "*...dient COVRA ervoor te zorgen dat door alle aanwending van splijtstoffen, ertsen en radioactieve stoffen, 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. Voor de bepaling van de 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 straling² aan de effectieve dosis worden vermenigvuldigd met de ter plaatse geldende ABC-factor³ zoals gegeven in Tabel 6.2 van de bijlage van MR-AGIS [2].

In eerder aan de opdrachtgever aangeboden RIVM rapporten over de COVRA heeft het RIVM op verzoek van de opdrachtgever een ABC-factor van 0,2 gehanteerd voor de terreingrens van de Spanjeweg aan de zijde van het Verarmd uranium Opslag Gebouw (VOG). Door COVRA N.V. is voorgesteld [3] om bij de toetsing aan de vergunningslimiet voor de terreingrens van de Spanjeweg aan de zijde van de VOG (zie Figuur 1) een ABC-factor van 0,01 te hanteren. De stralingsautoriteit heeft ingestemd met het gebruiken van deze nieuwe ABC-factor van 0,01 [4], en deze waarde wordt in dit rapport gehanteerd. Dit betekent dat de vergunningslimiet pas wordt overschreden bij een gemeten bijdrage van de externe straling aan de effectieve dosis van 4000 μSv per jaar. Deze factor wordt ook toegepast voor de monitoren M36, M37, M38 en M41 t/m M45 die langs de omheining, maar binnen de terreingrens van de COVRA, zich bevinden (zie 1.1 hieronder).

In alle eerder aan de opdrachtgever aangeboden RIVM rapporten over de COVRA is de vastgestelde maximale verhoging altijd lager dan de vergunningslimiet. Deze conclusie verandert niet door de toepassing van de hier gebruikte correctiefactor van 0,01. De eerder gehanteerde ABC-factor van 0,2 biedt immers een meer conservatieve schatting van de stralingsdosis. Bovendien is in alle rapporten de stralingsdosis zowel met

¹ MONET: MOonitoring NEtwerk Terreinen.

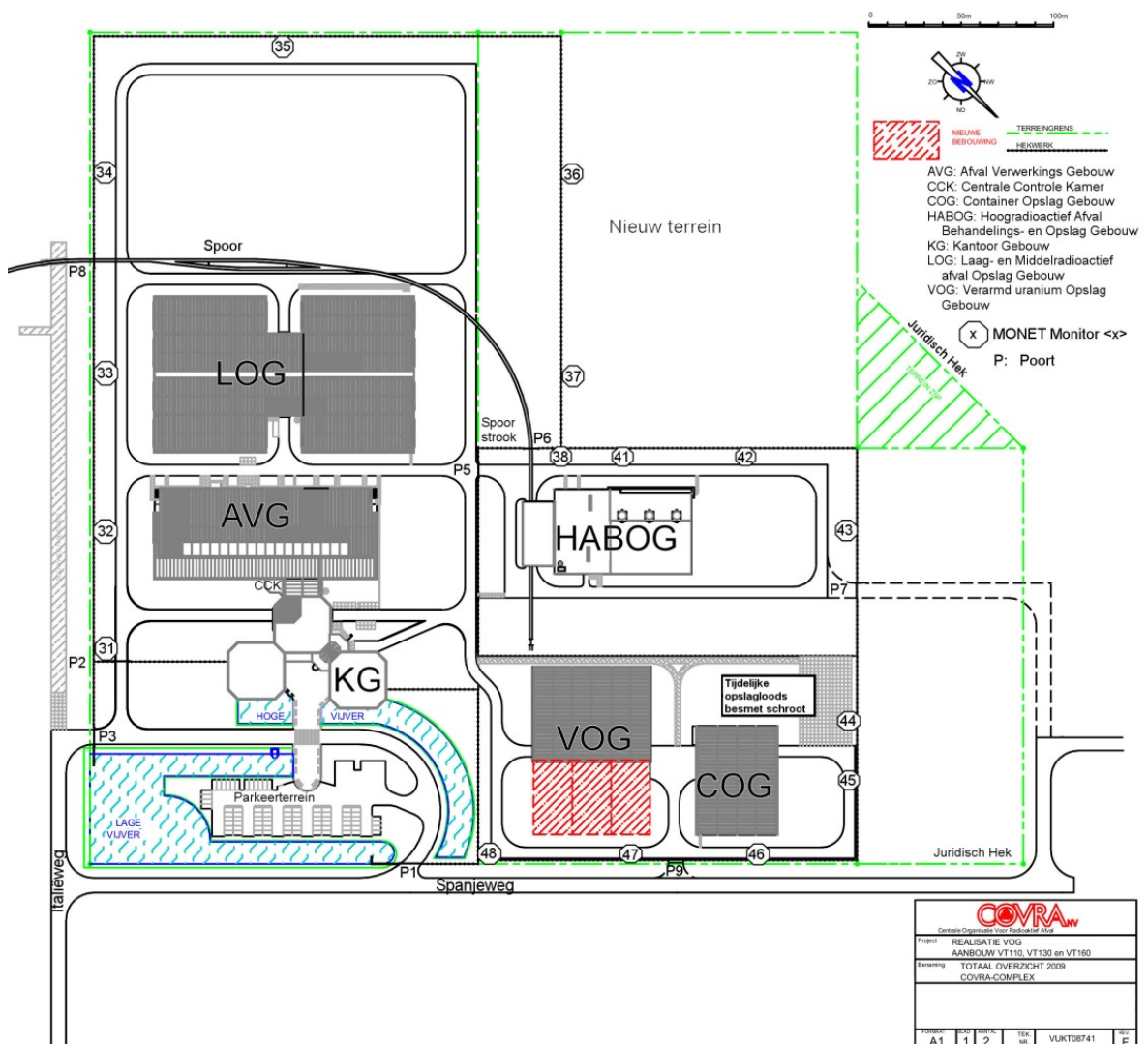
² Er is een duidelijk onderscheid tussen externe straling en een externe verhoging: Dit laatste is een verhoging van het stralingsniveau die niet aan de door COVRA N.V. veroorzaakte dosis dient te worden toegekend.

³ De ABC-factor of Actuele Blootstellingen Correctiefactor kan waarden tussen 0,001 en 0,2 aannemen, afhankelijk van de gebruiksbestemming ter plaatse.

als zonder hanteren van de correctiefactor weergegeven, zodat de lezer zelf de invloed van de correctiefactor kan reconstrueren.

1.1 Overzicht terreinopstelling COVRA

Op de terreingrens van COVRA zijn zestien stralingsmonitoren geplaatst, zie Figuur 1. Eind juni 2007 heeft COVRA terrein aangekocht aan de noordwestzijde van het LOG, HABOG en COG. Dit terrein is nog niet in gebruik genomen, en in overleg met de ANVS is afgesproken dat de MONET meetposten voorsnog niet zullen worden verplaatst. Dit betreft de monitoren M36, M37, M38 en M41 t/m M45.



Figuur 1 Overzicht terreinopstelling COVRA met de locaties van de MONET meetposten.

1.2 De MONET methode

Het MONET-netwerk bij de COVRA wordt elders beschreven [5-6]. De MONET-methode is ontwikkeld om met de MONET-metgegevens de netto of toegevoegde (jaar)dosis te bepalen. De netto jaardosis is het omgevingsdosis-equivalent $H^*(10)$, dat door COVRA N.V wordt

toegevoegd aan de dosis ten gevolge van de natuurlijke achtergrondstraling [7].

De MONET-methode gebruikt een referentieniveau dat wordt geconstrueerd op basis van data van gamma-monitoren van het door het RIVM beheerde Nationaal Meetnet Radioactiviteit (NMR). Als dit referentieniveau wordt bepaald op basis van alle NMR-monitoren in Nederland (tweede generatie NMR), dan wordt het de "landelijke referentie" genoemd. Het referentieniveau kan ook worden geconstrueerd uit een deel van de NMR-monitoren, bijvoorbeeld in de buurt van de installatie, en wordt dan de "lokale referentie" genoemd.

De monitoren van het MONET-meetnet rondom COVRA meten ook zogenaamde "externe verhogingen", zie [8]. Deze "externe verhogingen" worden veroorzaakt door:

1. niet destructief onderzoek (NDO) dat wordt uitgevoerd bij een bedrijf dat zich op korte afstand van de COVRA-terreingrens bevindt. Hier wordt gebruik gemaakt van gamma- en/of röntgenbronnen om bijvoorbeeld lasnaden te controleren
2. het vervoer van radioactief materiaal van en naar COVRA. Deze verhogingen dienen niet aan COVRA te worden toegerekend bij het toetsen aan de limiet die is opgenomen in het vergunningsvoorschrift

Het corrigeren voor de externe verhogingen gebeurt door de data te filteren, waarbij de verhogingen van het stralingsniveau door externe oorzaken uit de dataset worden gehaald. Deze data wordt in het vervolg de gefilterde data genoemd. In dit rapport worden resultaten voor de periode 2011 - 2014 beschreven. Hier worden resultaten van berekeningen gegeven waarbij de externe invloeden wel en niet zijn verwijderd. De methode om voor de externe verhogingen te corrigeren met gebruikmaking van 10-minuutwaarden is uitgebreid beschreven in [8]. Vanaf 13 januari 2008 zijn routinematig de 1-minuutwaarden van de MONET meetposten beschikbaar en worden die gebruikt voor het filteren. Door de hogere tijdsresolutie is het filteren met 1-minuutwaarden nauwkeuriger dan wanneer de 10 minuutwaarden worden gebruikt. De aanpassingen aan de filtermethode voor 10-minuut gemiddelden worden beschreven in de memo "Beschrijving filteren MONET minuutwaarden". Deze memo is besproken met COVRA en akkoord bevonden door de opdrachtgever. Een samenvatting van deze memo is opgenomen in de bijlage van het MONET COVRA rapport 2008 [9].

De meetposten M46-M48 worden, gezien hun ligging, het meest beïnvloed door Niet Destructief Onderzoek activiteiten van een naburig bedrijf.

De meetposten M34-M36 en M41 worden niet waarneembaar beïnvloed door externe verhogingen. Bij deze monitoren wordt dan ook geen filtering toegepast en er worden geen pieken verwijderd.

2 De gemeten grootheid

2.1 Omgevingsdosistempo

De grootheid $\dot{H}^*(10)$ die door de MONET-monitoren wordt gemeten is de tijdsafgeleide van het omgevingsdosisequivalent $H^*(10)$, zoals gedefinieerd in [10]. In de beschikking [11] 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 [10] 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} [12]. 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].

2.2 Werkwijze

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 is hoekafhankelijkheid en ook gevoelig voor kosmische straling. Aangezien bij de berekening van de netto dosis de MONET-monitoren worden vergeleken met de NMR-monitoren, zal deze 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 [13]. 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/h [13]. Een dergelijke studie is niet uitgevoerd voor de RS03/X-monitor. Aangenomen wordt dat systematische fouten en de absolute onzekerheid hetzelfde zijn, aangezien de proportionele telbuis bij de RS03/X en RS02 een vergelijkbare bouw heeft.

2.3 Onzekerheden in de metingen

Voor het uitvoeren van metingen van het omgevingsdosisequivalent met dosistempo-monitoren geldt de Nederlandse norm NEN 5648 [14]. In deze norm wordt aangegeven hoe metingen moeten worden uitgevoerd en hoe onzekerheden in rekening kunnen worden gebracht. Bij de MONET-metingen wordt afgeweken van deze norm op het punt van de kalibratie van de Bitt-monitoren. 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 [13, 15].

Voor de Bitt RS02 bedraagt de onzekerheid op basis van deze gegevens en volgens de norm circa 15%, met name door de energieafhankelijkheid van de monitor. Voor de RS03/X monitor kan, gezien de overeenkomsten met de RS02 monitor, van eenzelfde onzekerheid worden uitgegaan.

3 Operationaliteit MONET rond COVRA

3.1 Operationaliteit in 2011

Voor de meetposten M32 en M35 is de betrouwbaarheid na 5 oktober 2011 zodanig verminderd, dat de detector van M32 is verwisseld met een andere detector. Tevens is er naast de meetpost M35 een extra, draagbare, monitor geplaatst. Door deze interventies is de operationaliteit van het MONET-meetsysteem gewaarborgd. Monitor M34 is in maart 2011 door een storing getroffen, die enkele dagen geduurd heeft. Door deze bijzonderheden worden de monitoren M34 en M35 niet betrokken bij de analyse van de jaarlijkse toegevoegde dosis aan de terreingrens in dit rapport.

Voor de locatie van meetpost M32 zijn de karakteristieken van de twee detectors dusdanig vergelijkbaar dat monitor M32 wel bij de analyse betrokken wordt.

Met 13 betrouwbare monitoren uit het totaal van 16 is de operationaliteit van het hele MONET systeem over het hele jaar meer dan 80% gebleven. Dit is boven de 75% grens waaronder RIVM een officiële melding aan de opdrachtgever moet sturen. De opdrachtgever is tijdig geïnformeerd over de vervanging van de vaste meetpost M35 met een draagbare monitor in oktober 2011.

3.2 Operationaliteit in 2012

In het begin van 2012 is er, in plaats van de defect geraakte monitor M35, gebruik gemaakt van een draagbare monitor, die eerder in 2011 ernaast was geplaatst. In de loop van het jaar is de detector van monitor M35 vervangen door een andere Bitt-monitor. Door dit voorval wordt de monitor M35 niet betrokken bij de analyse van de jaarlijkse toegevoegde dosis aan de terreingrens in dit rapport. Met 15 betrouwbare monitoren uit het totaal van 16 is de operationaliteit van het hele MONET systeem over het hele jaar meer dan 90% gebleven.

3.3 Operationaliteit in 2013

In 2013 is M32 enkele weken (van 28 september tot en met 7 november) niet operationeel geweest, en monitor M46 voor de dag van 13 augustus. Door dit voorval wordt de monitor M32 niet betrokken bij de analyse van de jaarlijkse toegevoegde dosis aan de terreingrens in dit rapport. Met 15 betrouwbare monitoren over het hele jaar uit het totaal van 16 is de operationaliteit van het hele MONET systeem over het hele jaar meer dan 90% gebleven.

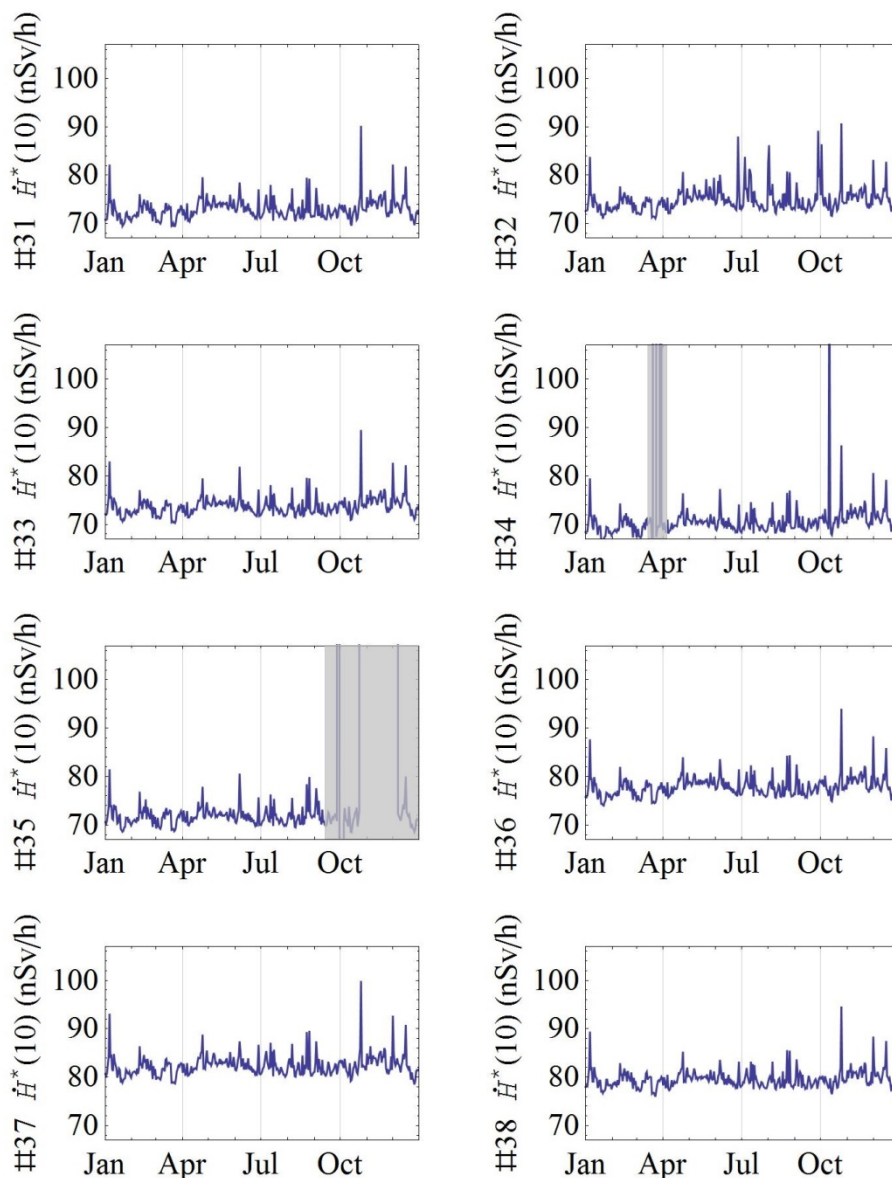
3.4 Operationaliteit in 2014

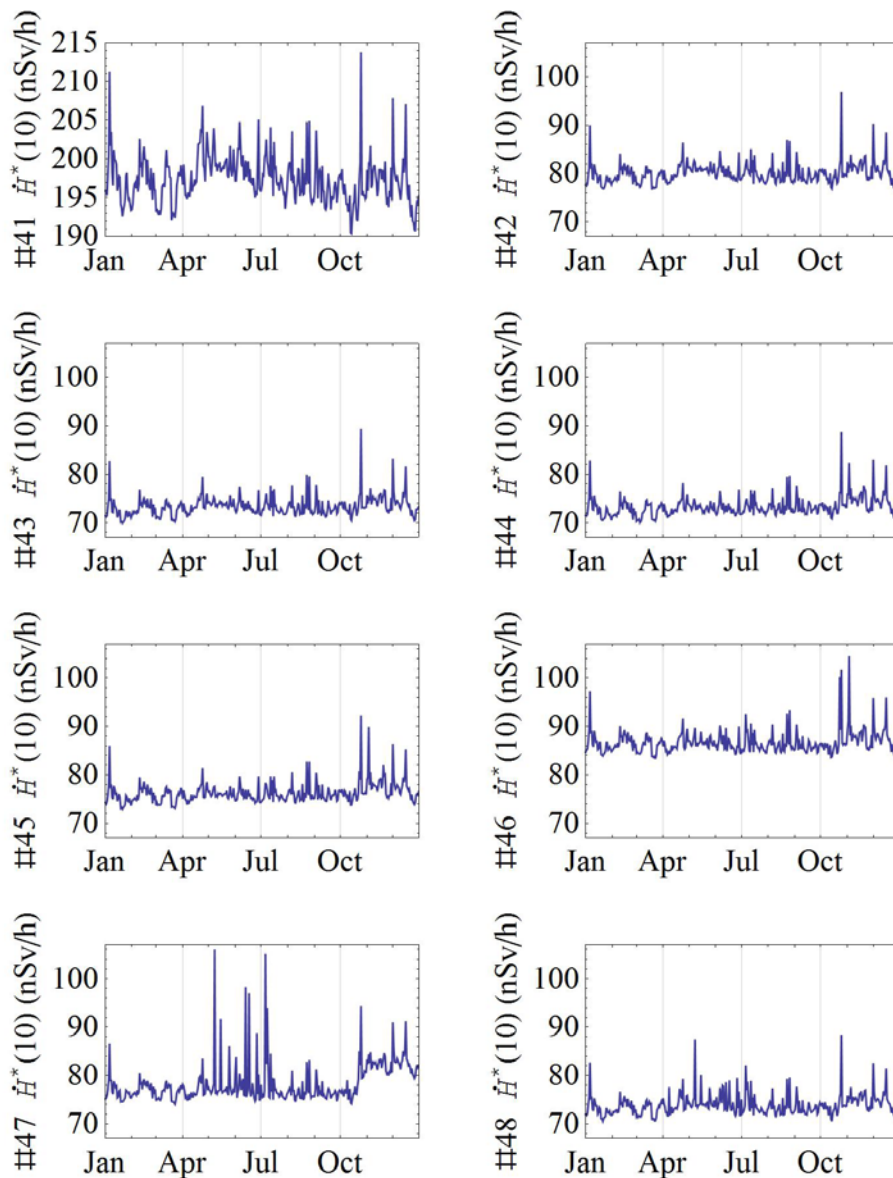
In 2014 is detector M46 aan het eind van september defect geraakt. Door dit voorval wordt de monitor M46 niet betrokken bij de analyse van de jaarlijkse toegevoegde dosis aan de terreingrens in dit rapport. Met 15 betrouwbare monitoren over het hele jaar uit het totaal van 16 is de operationaliteit van het hele MONET systeem over het hele jaar meer dan 90% gebleven.

4 MONET metingen in 2011, 2012, 2013 en 2014

4.1 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en jaardosis in 2011

De bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi $\dot{H}^*(10)$, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de Covra in 2011 zijn weergegeven in Figuur 2. Het aantal 1-minuutmetingen per jaar is dusdanig groot dat het onpraktisch is ze grafisch weer te geven. Aangezien de MONET-methode gebruik maakt van daggemiddelde stralingsniveaus zijn uit de 1-minuutwaarden de daggemiddelden bepaald en in Figuur 2 weergegeven. Voor monitor 34 en 35 zijn de onbetrouwbare data in een grijs kader omlijst, en worden deze twee monitoren 34 en 35 verder niet betrokken in de analyse van de meetgegevens in 2011.





Figuur 2 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo voor de MONET-monitoren rond COVRA in 2011. De figuur voor de monitor 41 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as. Voor monitor 34 en 35 zijn de onbetrouwbare data in een grijs kader omlijst.

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.

Na het verwijderen van de externe verhogingen uit de 1-minuutdata verkrijgen we de zogenaamde gefilterde data. Bij het verwijderen van de externe verhogingen is voor limiet de waarde 15,25 nSv/h gebruikt, zoals beschreven in [9]. Van de gefilterde data zijn ook de daggemiddelden bepaald: alleen voor meetposten 47 en 48 is het verschil tussen de gefilterde en niet gefilterde data groter dan 1 μ Sv. De bruto jaardosis voor de gefilterde data is, indien groter dan 1 μ Sv, ook in Tabel 1 gegeven.

Het daggemiddelde, niet gefilterde, bruto stralingsniveau in 2011 ligt voor alle monitoren tussen 67 en 106 nSv/h, behalve voor M41 waar het maximum daggemiddelde op 214 nSv/h ligt. De hoogste waarde in 2011 is 214 nSv/h voor M41 op 25 oktober: dat komt overeen met een bruto dagdosis van 5,1 μ Sv. Ook op 6 januari 2011 is de dagdosis boven 5 μ Sv.

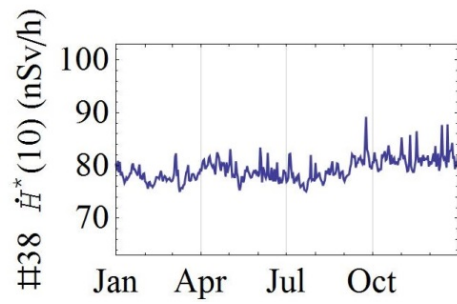
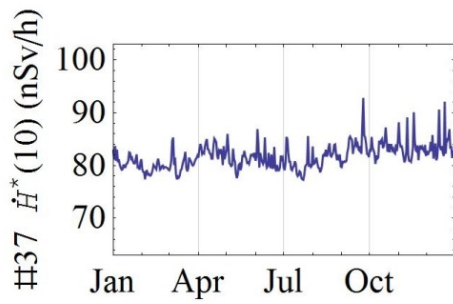
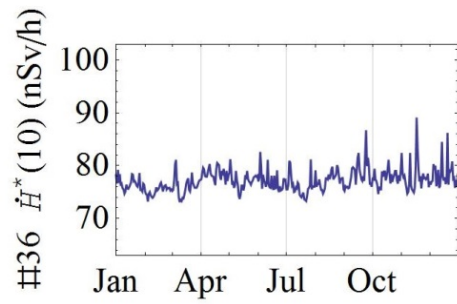
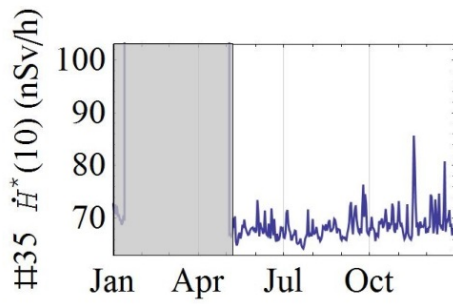
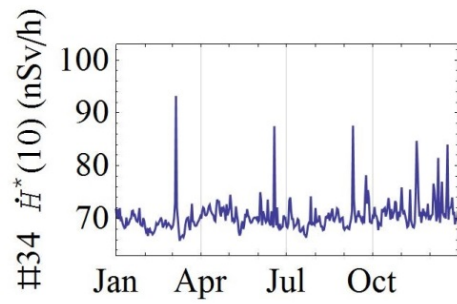
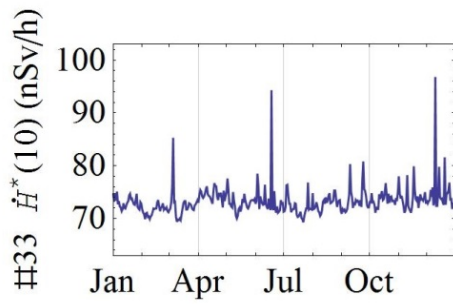
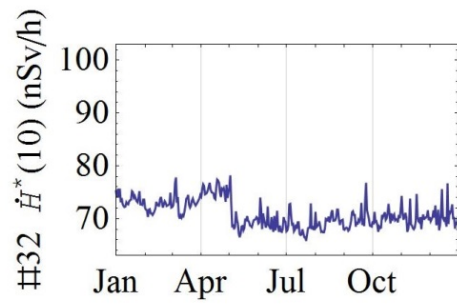
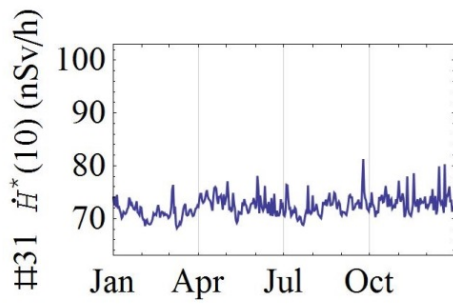
De zichtbare toename van de bruto daggemiddelden van meetpost 47 vanaf de maand oktober is het gevolg van het vullen (vanaf 20 oktober) van een module van het VOG (Verarmd uranium Opslag Gebouw) [16].

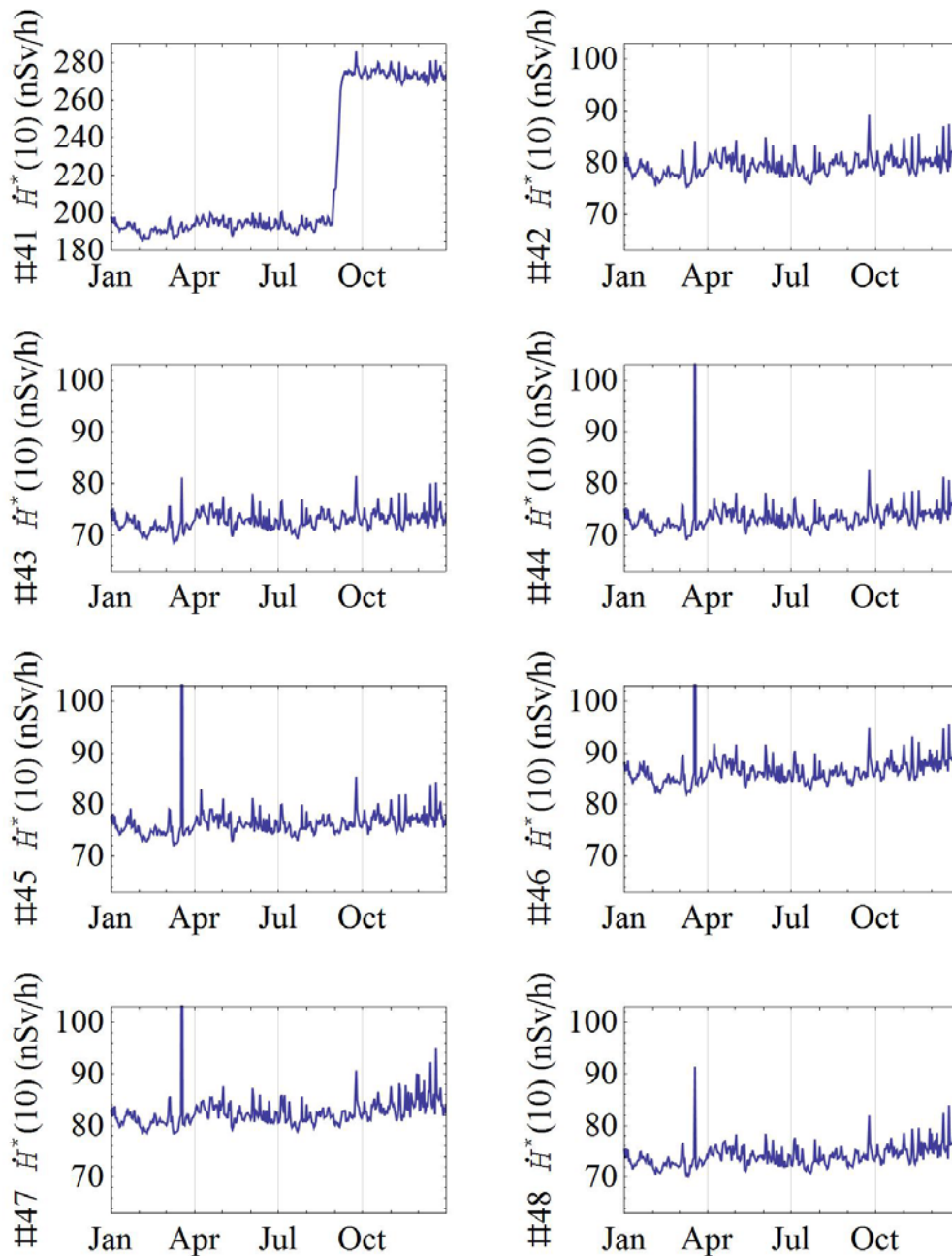
Tabel 1 Bruto jaardosis (μ Sv) voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2011. De waarde van de gefilterde data is in deze tabel tussen haakjes aangegeven in het geval dat het verschil groter is dan 1 μ Sv. Voor meetposten 36 en 41 wordt de filtering nooit toegepast.

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (μ Sv)
31	365	640
32	365	656
33	365	646
34	niet bepaald	niet bepaald
35	niet bepaald	niet bepaald
36	365	681
37	365	720
38	365	695
41	365	1729
42	365	702
43	365	643
44	365	642
45	365	668
46	365	760
47	365	687 (gefilterd: 683)
48	365	648 (gefilterd: 646)

4.2 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en jaardosis in 2012

De bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi $\dot{H}^*(10)$, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de Covra in 2012 zijn weergegeven in Figuur 3. Het aantal 1-minuutmetingen per jaar is dusdanig groot dat het onpraktisch is ze grafisch weer te geven. Aangezien de MONET-methode gebruik maakt van daggemiddelde stralingsniveaus zijn uit de 1-minuutwaarden de daggemiddelden bepaald en in Figuur 3 weergegeven. Voor monitor 35 zijn de onbetrouwbare data in een grijs kader omlijst, en wordt deze monitor 35 verder niet betrokken in de analyse van de meetgegevens in 2012.





Figuur 3 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-monitoren rond COVRA in 2012. De figuur voor de monitor 41 heeft een andere schaalverdeling voor de y-as. Voor monitor 34 zijn de onbetrouwbare data in een grijs kader omlijst.

In Tabel 2 wordt de bruto jaardosis in 2012 gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden, samen met het aantal dagen waarover de bruto jaardosis is bepaald.

Na het verwijderen van de externe verhogingen uit de 1-minuutdata verkrijgen we de zogenaamde gefilterde data. Bij het verwijderen van de externe verhogingen is voor limiet de waarde 15,25 nSv/h gebruikt, zoals beschreven in [7]. Van de gefilterde data zijn ook de daggemiddelden bepaald: het verschil tussen de gefilterde en niet

gefilterde data is in 2012 nooit groter dan 0,01 μSv , en wordt daardoor in Tabel 2 niet weergegeven.

Het daggemiddelde, niet gefilterde, bruto stralingsniveau in 2012 ligt voor alle monitoren tussen 64 en 260 nSv/h (voor M44), behalve voor M41 waar het maximum daggemiddelde op 286 nSv/h ligt. Vanaf 31 augustus is het bruto stralingsniveau van M41 hoger dan 200 nSv/h. De hoogste waarde in 2012 is 286 nSv/h voor M41 op 11 december: dat komt overeen met een bruto dagdosis van 6,4 μSv . Op 18 maart 2012 zijn er pieken op enkele monitoren zichtbaar; op die dag vinden NDO werkzaamheden bij een naastgelegen bedrijf plaats.

De zichtbare toename van de bruto daggemiddelden van meetpost 41 vanaf eind augustus is het gevolg van het arriveren van een transport van verglaasd afval uit Frankrijk en de opslag ervan in het HABOG (Hoog Actief Bovengronds Opslag Gebouw) [16].

Tabel 2 Bruto jaardosis (μSv) voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2012. Het verschil tussen gefilterde data is in 2012 nooit groter dan 0,01 μSv en wordt niet in de tabel weergegeven. Voor meetposten 34, 36 en 41 wordt de filtering nooit toegepast. Het jaar 2012 is een schrikkeljaar.

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (μSv)
31	365	634
32	365	621
33	365	642
34	365	617
35	niet bepaald	niet bepaald
36	365	676
37	365	716
38	365	694
41	366	1927
42	366	698
43	366	640
44	366	645
45	366	672
46	366	763
47	366	724
48	366	651

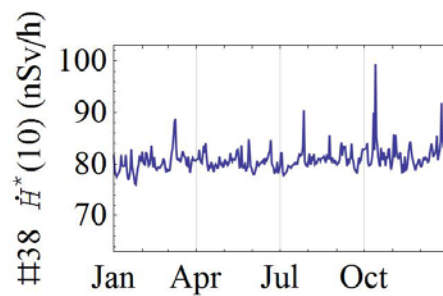
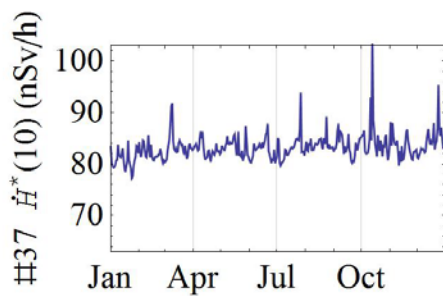
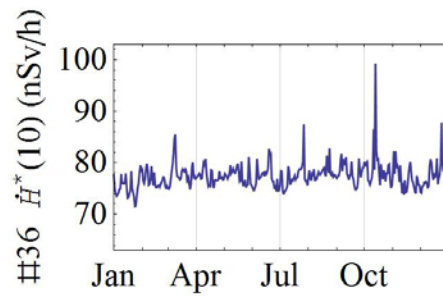
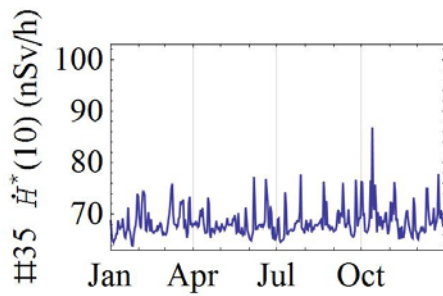
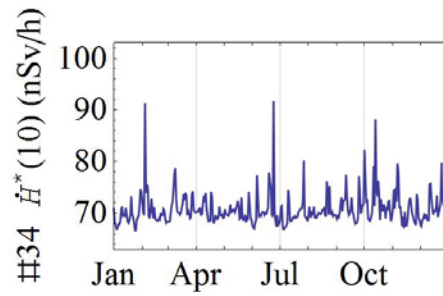
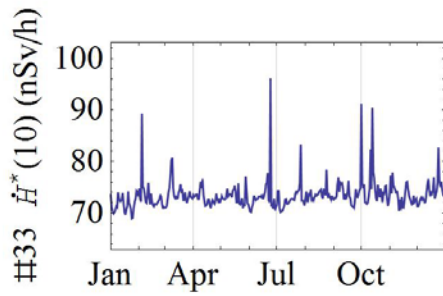
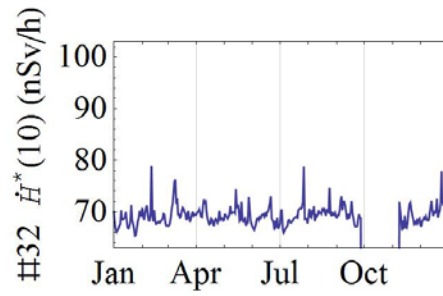
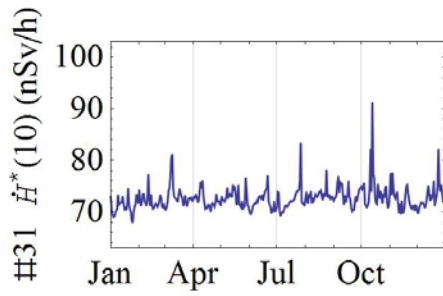
4.3 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en jaardosis in 2013

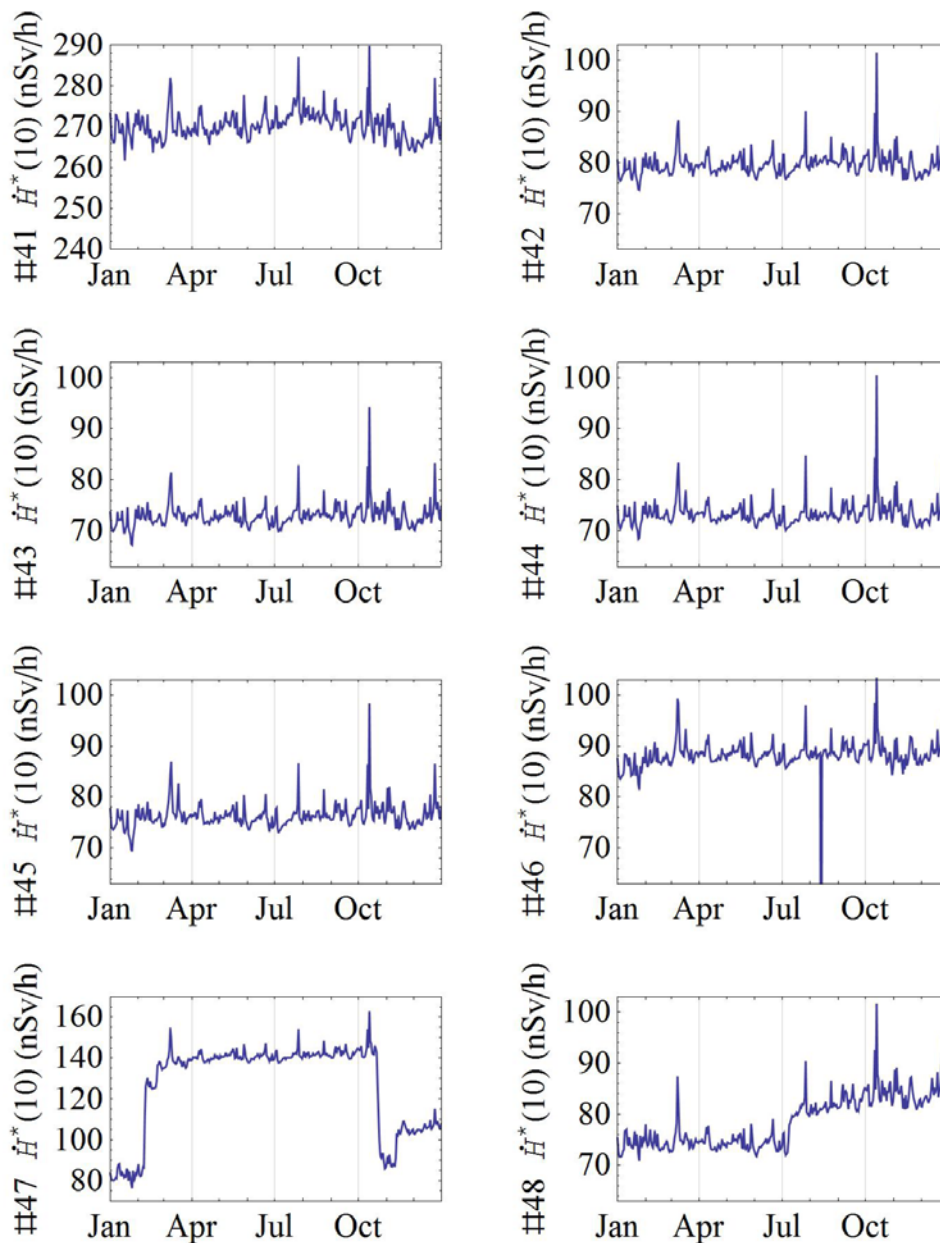
De bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi $\dot{H}^*(10)$, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de Covra in 2013 zijn weergegeven in Figuur 4.

Het aantal 1-minuutmetingen per jaar is dusdanig groot dat het onpraktisch is ze grafisch weer te geven. Aangezien de MONET-methode gebruik maakt van daggemiddelde stralingsniveaus zijn uit de 1-minuutwaarden de daggemiddelden bepaald en in Figuur 4 weergegeven. Monitor 35 is tijdens de maand oktober buiten werking geweest; hierdoor wordt de netto stralingsdosis voor deze monitor in 2013 niet bepaald.

Op 13 oktober is een verhoging te zien op alle monitoren (met de uitzondering van de defecte M35): die dag is op de dichtbij gelegen KNMI weerstation van Vlissingen 50 mm neerslag gemeten (bron: KNMI). Hevige regenval heeft als gevolg verhoogde depositie (neerslag) van vervalproducten van radon, en dus een verhoging van het omgevingsdosis-equivalenttempo. Ook op 9 en 10 maart is er een verhoging te zien, die samen valt met een periode van langdurige neerslag.

Vanaf februari is de module van het VOG (Verarmd uranium Opslag Gebouw) die het dichtst ligt bij monitor M47, geleidelijk gevuld, en dit heeft geleid tot een toename van $\dot{H}^*(10)$. In de loop van oktober 2012 zijn de containers verplaatst. Dit heeft als gevolg dat aan het eind van oktober 2012 de door M47 gemeten $\dot{H}^*(10)$ niveaus laat zien die vergelijkbaar zijn met die van januari 2012, dus vóór het vullen van de module. Na het plaatsen van een betonnen afscherming zijn de containers teruggeplaatst: vanwege de aangebrachte afscherming is het niveau van $\dot{H}^*(10)$ lager dan vóór het bouwen van de afscherming. Vanaf 8 juli is de module die het dichtst ligt bij monitor M48 geleidelijk gevuld, en dit leidt ook tot een toename van $\dot{H}^*(10)$ [16].





Figuur 4 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo voor de MONET-monitoren rond COVRA in 2013. De figuren voor de monitoren 41 en 47 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as.

In Tabel 3 wordt de bruto jaardosis gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden, samen met het aantal dagen waarover de bruto jaardosis is bepaald.

Het daggemiddelde, niet gefilterde, bruto stralingsniveau in 2013 ligt voor alle monitoren tussen 64 en 163 nSv/h, behalve voor M41 waar het maximum daggemiddelde op 290 nSv/h op 18 oktober ligt: dat komt overeen met een bruto dagdosis van 7 μ Sv. Het bruto stralingsniveau van M41 is in 2013 altijd hoger dan 261 nSv/h.

Tabel 3 Bruto jaardosis (μSv) voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2013. Het verschil tussen gefilterde data is in de tabel weergegeven indien groter dan $1 \mu\text{Sv}$. De analyse wordt op 364 dagen in het jaar uitgevoerd, vanwege het ontbreken van de 1-minuutwaarden voor 20 maart. Voor meetpost 32 zijn er geen data in oktober beschikbaar.

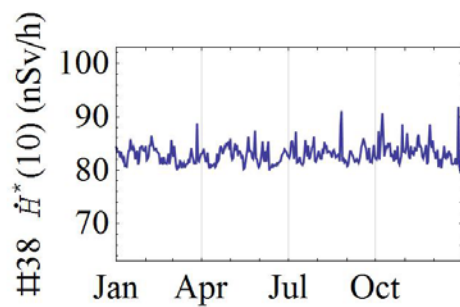
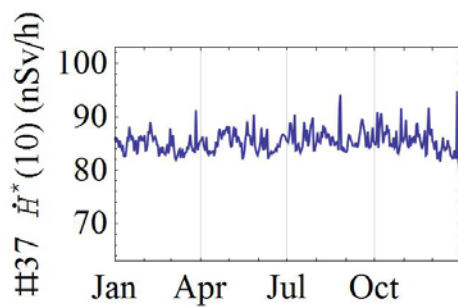
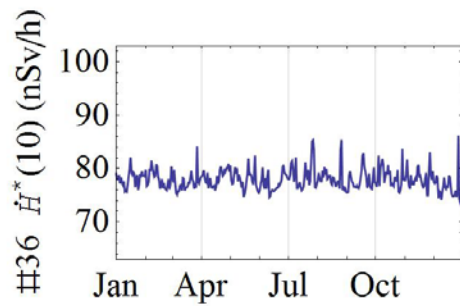
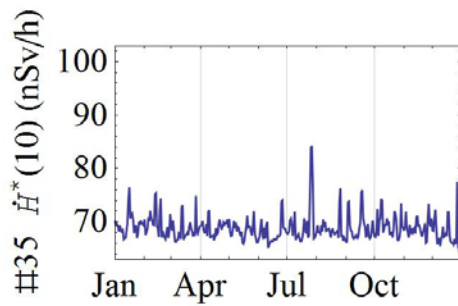
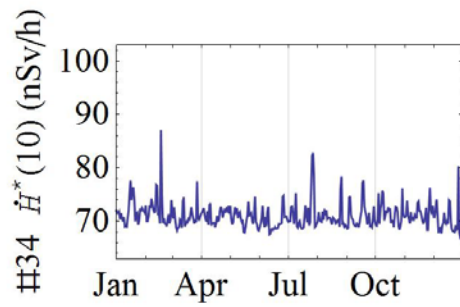
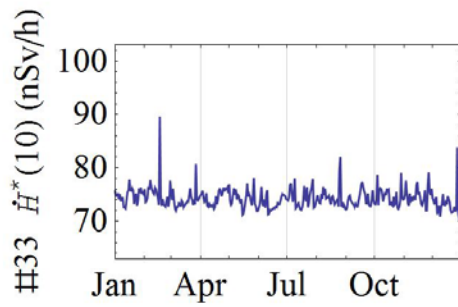
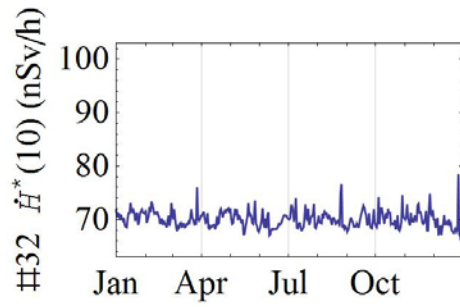
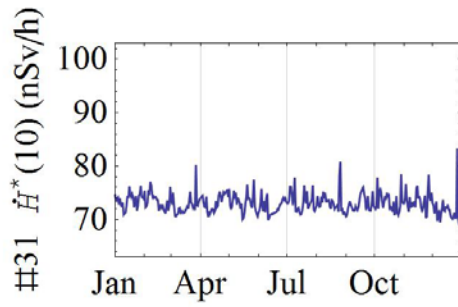
MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (μSv)
31	364	643,3
32	323	537,1 (geen data in oktober)
33	364	641,5
34	364	617,9
35	364	598,5
36	364	676,6
37	364	726,9
38	364	706,6
41	364	2361,6
42	364	696,4
43	364	637,9
44	364	641,7
45	364	670,0
46	364	772,2 (gefilterd: 770,8)
47	364	1107,0 (gefilterd: 1104,2)
48	364	687,4 (gefilterd: 685,9)

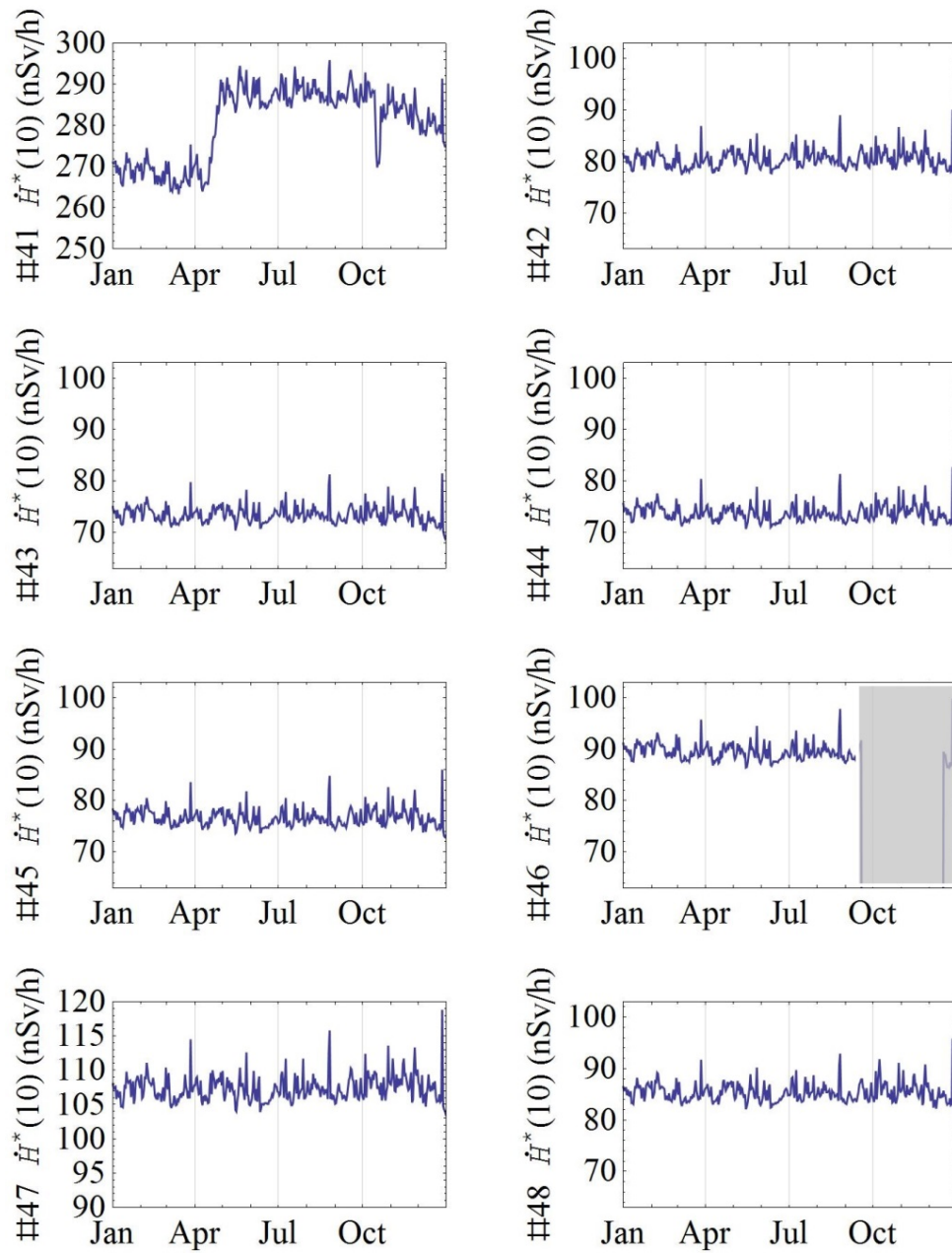
4.4 Bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo en jaardosis in 2014

De bruto daggemiddelde omgevingsdosisequivalenttempi $\dot{H}^*(10)$, dat wil zeggen niet gecorrigeerd voor de achtergrondstraling, voor de MONET-monitoren bij de Covra in 2014 zijn weergegeven in Figuur 5. Het aantal 1-minuutmetingen per jaar is dusdanig groot dat het onpraktisch is ze grafisch weer te geven. Aangezien de MONET-methode gebruik maakt van daggemiddelde stralingsniveaus zijn uit de 1-minuutwaarden de daggemiddelden bepaald en in Figuur 5 weergegeven.

In Tabel 4 wordt de bruto jaardosis gegeven, berekend als de som van de daggemiddelden, samen met het aantal dagen waarover de bruto jaardosis is bepaald.

Het daggemiddelde, niet gefilterde, bruto stralingsniveau in 2014 ligt voor alle monitoren tussen 64 en 119 nSv/h, behalve voor M41 waar het maximum daggemiddelde op 296 nSv/h op 21 augustus ligt: dat komt overeen met een bruto dagdosis van $7,1 \mu\text{Sv}$. Het bruto stralingsniveau van M41 is altijd hoger dan 263 nSv/h. De zichtbare toename van de bruto daggemiddelden van M41 vanaf eind april is het gevolg van het arriveren van een transport van verglaasd afval uit Frankrijk en het opslag ervan in het HABOG (Hoog Actief Opslag Gebouw [16]).





Figuur 5 Het bruto daggemiddelde omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-monitoren rond COVRA in 2014. De figuren voor de monitor 41 en 47 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as. Voor monitor 46 zijn de onbetrouwbare data in een grijs kader omlijst.

Tabel 4 Bruto jaardosis (μSv) voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2014. Het verschil tussen de wel en niet gefilterde data is in 2014 nooit groter dan $0,5 \mu\text{Sv}$ en wordt niet in de tabel weergegeven.

MONET-monitor	Aantal dagen	Bruto jaardosis (μSv)
31	365	641
32	365	620
33	365	652
34	365	624
35	365	604
36	365	685
37	365	749
38	365	729
41	365	2464
42	365	706
43	365	645
44	365	647
45	365	673
46	niet bepaald	niet bepaald
47	365	943
48	365	749

5 Trendonderzoek stralingsniveau en bepaling RTV_M

5.1 Achtergrondinformatie

De netto jaardosis wordt berekend volgens de MONET-methode, zoals beschreven in [7]. Bij deze methode wordt gebruikt gemaakt van de Reference Translation Value (RTV). Voor iedere dag i is de RTV_i het verschil tussen het dosistempo van MONET-monitor M en de referentie, bepaald uit de NMR-stations. Uit de RTV_i -waarden wordt de RTV_M bepaald. De RTV_M is het jaargemiddelde verschil van het dosistempo tussen monitor M en de landelijke referentie. Dagen waarop verhogingen zijn vastgesteld, bijvoorbeeld door neerslag, worden in de berekening van de RTV_M niet meegenomen.

Het is mogelijk dat bij een zekere monitor het stralingsniveau in een (deel) van het jaar structureel is verhoogd, bijvoorbeeld door de toename van de hoeveelheid radioactief materiaal in de buurt van die monitor. In dat geval is de RTV_M voor dat jaar geen bruikbaar uitgangspunt voor de berekening van de netto dosis. De RTV_M komt dan uit een deel van het jaar dat het stralingsniveau nog niet verhoogd was. Als dat niet mogelijk is wordt de RTV_M waarde van één of meerdere voorgaande jaren gebruikt als uitgangspunt voor de dosisberekening.

Door de waarde van de RTV_i te volgen over een langere periode kan worden vastgesteld of het stralingsniveau bij de beschouwde monitor in die periode verandert. Op deze manier kunnen ook langzame veranderingen van het stralingsniveau met het MONET meetnet worden gedetecteerd. Uitgangspunt hierbij is wel dat de landelijke referentie ook over een lange periode als referentieniveau kan worden beschouwd. Aangezien het hierbij om een groot aantal monitoren gaat, waarvan bovendien de plaatsing (en dus het door de omgeving veroorzaakte achtergrondstralingsniveau) niet verandert, is dit een geoorloofde aanname. Dagen waarop verhogingen zijn vastgesteld worden in de berekening van de RTV_{AVG} niet meegenomen.

In Figuur 6 en Figuur 7 wordt de RTV_{AVG} gegeven voor de jaren 2002-2014. De verandering in 2002 bij M36, M37 en M38 wordt veroorzaakt door het verplaatsen van deze monitoren en is verder niet van belang. Ook de stijging van de RTV_{AVG} in 2003 bij M43, waarschijnlijk veroorzaakt door een veranderende omgeving van deze monitor door bouwwerkzaamheden, wordt verder niet beschouwd.

De monitoren M38, M41, M42 en M46, en voor het jaar 2012 ook monitor M47, vertonen over de jaren een dusdanig trend in de RTV_{AVG} dat voor de RTV_M de waarde uit een eerder jaar wordt gebruikt. Voor M38, M42 en M46 wordt hiervoor het jaar 2006 gebruikt, voor M41 de RTV_M uit het eerste deel (dag 1 t/m dag 278) van 2004 en voor M46 is de RTV_M van 2005 gebruikt.

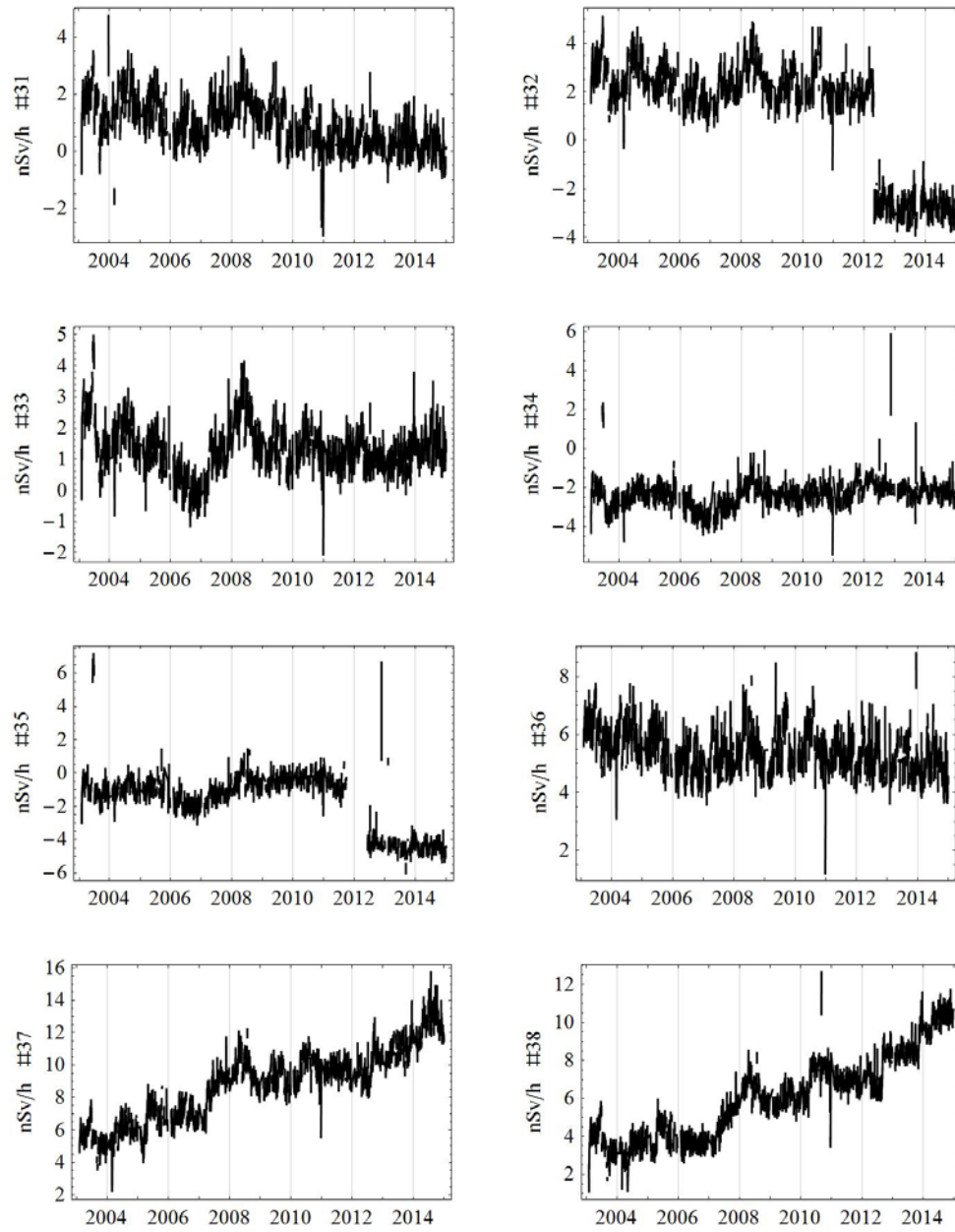
Bij de monitoren M37, M43 t/m M45 en M47 en M48 vertoont de RTV_{AVG} een geringe trend. De RTV_M voor deze monitoren wordt bepaald uit die waarden van de RTV_i die liggen in de range van RTV_i waarden die in

2006 ook voorkwam. Dit jaar is gekozen omdat de RTV_{AVG} toen stabiel was voor deze monitoren.

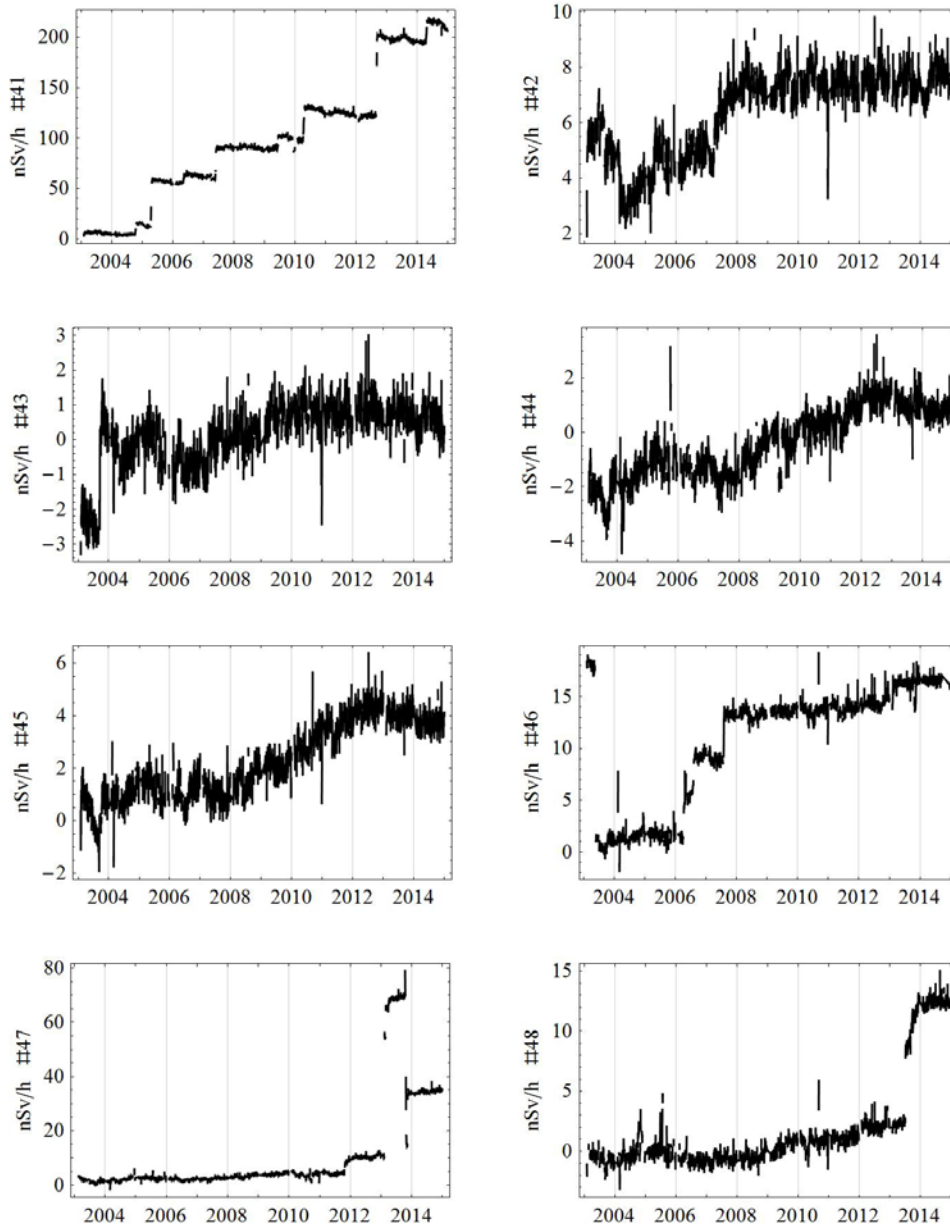
De stijging bij M37, M38, M41 en M42 vanaf 2004 wordt waarschijnlijk veroorzaakt door het verder toenemen van de hoeveelheid radioactief materiaal in het HABOG, het Hoog Activiteit Opslag Gebouw.

De daling bij M46 in 2003 wordt veroorzaakt door een herschikking van het calcinaat in het COG, de stijgingen in 2006 en 2007 wordt mogelijk veroorzaakt door de toenemende calcinaatopslag in het COG. De (lichte) stijging in 2009 van de RTV_{AVG} bij M47 en M48 is waarschijnlijk toe te schrijven aan de toename van de hoeveelheid radioactief materiaal in het VOG en/of COG.

De daling bij M35 tussen 2011 en 2012 is veroorzaakt door het verwisselen van een defecte detector met een werkende detector. De toename van M47 en M48 is veroorzaakt door het vullen van het VOG: bij M47 is er in de loop van het jaar 2013 een afscherming geplaatst die tot een afname leidt. De reden van de afname van de RTV_{AVG} voor monitor M32 in 2012 is niet bekend.



Figuur 6 Het verloop van de RTV_{AVG} van monitoren 31 t/m 38 over de jaren 2002-2014.



Figuur 7 Het verloop van de RTV_{AVG} van meetposten 41 t/m 48 over de jaren 2002-2014.

5.2 Aantoonbaarheidsniveau in 2011

In Tabel 5 staan, voor de gefilterde data, de aantoonbaarheidsniveaus [7] en RTV_M voor de COVRA MONET-monitoren in 2011. Het aantoonbaarheidsniveau is driemaal de spreiding van de RTV_i waarden die gebruikt zijn bij de berekening van de RTV_M voor het betreffende jaar. Zowel de RTV_M als het aantoonbaarheidsniveau zijn voor iedere monitor verschillend. Voor de monitoren waar de RTV_M van een voorgaande jaar wordt gebruikt, wordt ook het aantoonbaarheidsniveau uit dat jaar gebruikt.

Tabel 5 De RTV_M , het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling daarvan en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de COVRA in 2011 uitgaande van gefilterde data en de landelijke referentie. Bij monitoren waar de RTV_M uit een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt de gebruikte periode aangegeven.

MONET-monitor	Aantal dagen	RTV_M (nSv/h)	Aantoonbaarheidsniveau (nSv/h)
31	265	0,3	1,5
32	236	1,9	1,7
33	270	1,1	1,3
34	niet bepaald	niet bepaald	niet bepaald
35	niet bepaald	niet bepaald	niet bepaald
36	259	5,3	1,9
37	RTV_M van 2006	6,9	1,9
38	RTV_M van 2006	3,6	1,1
41	RTV_M van 1 ^e deel 2004	4,7	1,6
42	RTV_M van 2006	4,8	1,5
43	208	0,6	0,9
44	268	0,6	1,6
45	176	3,3	0,9
46	RTV_M van 2005	1,7	1,6
47	101	3,9	0,9
48	283	1,1	1,2

5.3 Aantoonbaarheidsniveau in 2012

In Tabel 6 staan, voor de gefilterde data, de aantoonbaarheidsniveaus [7] en RTV_M voor de COVRA MONET-monitoren 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. Zowel de RTV_M als het aantoonbaarheidsniveau zijn voor iedere monitor verschillend. Voor de monitoren waar de RTV_M van een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt ook het aantoonbaarheidsniveau uit dat jaar gebruikt.

Tabel 6 De RTV_M , het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling daarvan en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de COVRA in 2013 uitgaande van gefilterde data en de landelijke referentie. Bij monitoren waar de RTV_M uit een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt de gebruikte periode aangegeven.

MONET-monitor	Aantal dagen	RTV_M (nSv/h)	Aantoonbaarheidsniveau (nSv/h)
31	278	0,4	1,4
32	279	-0,8	7,0
33	281	1,2	1,5
34	257	-1,8	2,3
35	niet bepaald	niet bepaald	niet bepaald
36	278	5,2	1,9
37	14	8,2	0,5
38	RTV_M van 2006	3,6	1,1
41	RTV_M van 1 ^e deel 2004	4,7	1,6
42	RTV_M van 2006	4,8	1,5
43	192	0,7	0,8
44	284	1,4	1,1
45	16	3,6	0,4
46	RTV_M van 2005	1,7	1,6
47	RTV_M van 2006	2,0	1,4
48	283	2,1	1,3

5.4 Aantoonbaarheidsniveau in 2013

In Tabel 7 staan, voor de gefilterde data, de aantoonbaarheidsniveaus [7] en RTV_M voor de COVRA MONET-monitoren voor 2013. 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, en is voor iedere monitor verschillend. Voor de monitoren waar de RTV_M van een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt ook het aantoonbaarheidsniveau uit dat jaar gebruikt.

Tabel 7 De RTV_M , het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling daarvan en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de COVRA in 2013 uitgaande van gefilterde data en de landelijke referentie.

MONET-monitor	Aantal dagen	RTV_M (nSv/h)	Aantoonbaarheidsniveau (nSv/h)
31	285	0,3	2,7
32	243	-2,8	1,7
33	274	1,0	2,8
34	230	-2,1	3,5
35	233	-4,3	4,0
36	251	5,0	2,9
37	9	6,8	3,7
38	RTV_M van 2006	3,6	1,1
41	RTV_M van 1 ^e deel 2004	4,7	1,6
42	8	4,8	2,3
43	229	0,6	1,1
44	289	1,0	1,6
45	52	3,2	2,8
46	RTV_M van 2005	1,7	1,6
47	13	10,3	1,4
48	146	2,4	1,4

5.5 Aantoonbaarheidsniveau in 2014

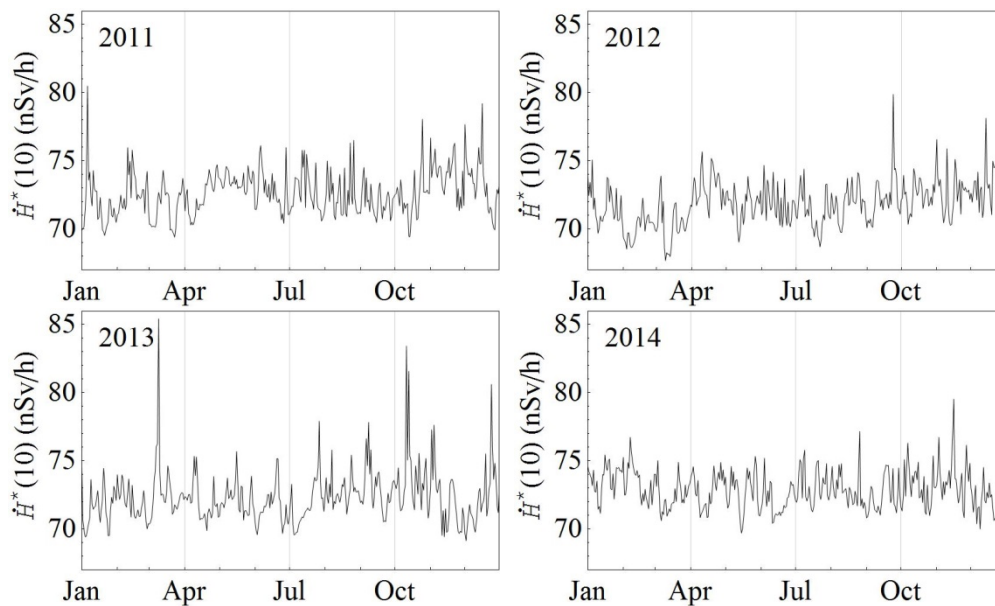
In Tabel 8 staan, voor de gefilterde data, de aantoonbaarheidsniveaus [7] en RTV_M voor de COVRA MONET-monitoren voor 2014. Het aantoonbaarheidsniveau is driemaal de spreiding van de RTV_i waarden die gebruikt zijn bij de berekening van de RTV_M voor het betreffende jaar. Voor de monitoren waar de RTV_M van een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt ook het aantoonbaarheidsniveau uit dat jaar gebruikt.

Tabel 8 De RTV_M , het aantal dagen dat is gebruikt bij de bepaling daarvan en de aantoonbaarheidsniveaus voor de MONET-monitoren bij de COVRA in 2014 uitgaande van gefilterde data en de landelijke referentie. Bij monitoren waar de RTV_M uit een voorgaand jaar wordt gebruikt, wordt de gebruikte periode aangegeven.

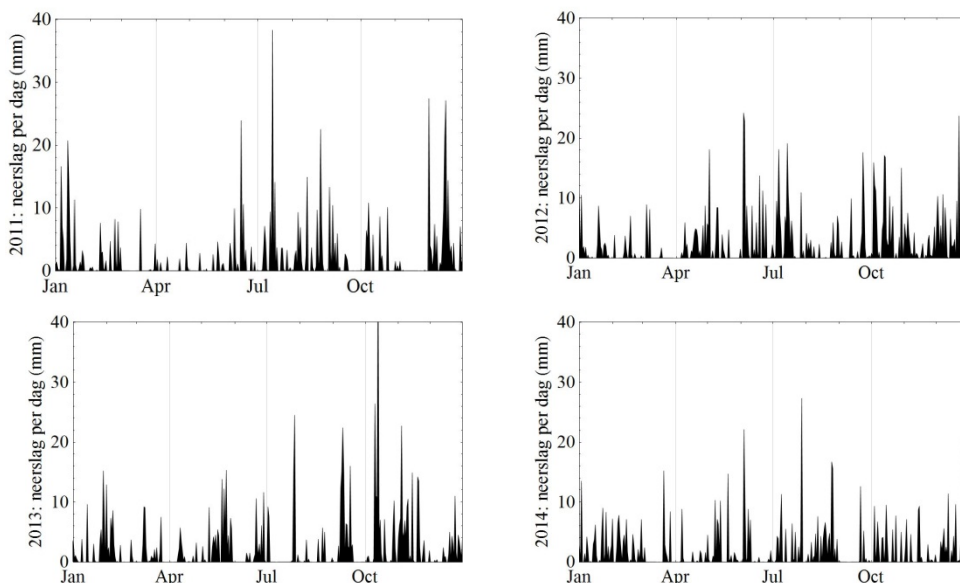
MONET-monitor	Aantal dagen	RTV_M (nSv/h)	Aantoonbaarheidsniveau (nSv/h)
31	291	0,1	1,6
32	298	-2,8	1,3
33	290	1,4	1,6
34	252	-2,3	1,7
35	246	-4,5	1,8
36	267	4,9	2,2
37	RTV_M van 2006	6,9	1,9
38	RTV_M van 2006	3,6	1,1
41	RTV_M van 1 ^e deel 2004	4,7	1,6
42	RTV_M van 2006	4,8	1,5
43	273	0,4	1,1
44	292	0,8	1,0
45	159	3,4	0,6
46	niet bepaald	niet bepaald	niet bepaald
47	RTV_M van 2006	2,0	1,4
48	RTV_M van 2006	-0,7	2,0

6 Netto jaardosis in 2011, 2012, 2013 en 2014

De landelijke referentie die wordt gebruikt bij de berekening van de netto jaardosis is weergegeven in Figuur 8. Hevige regenval veroorzaakt een verhoogde depositie van vervalproducten van radon, en kan dus een verhoging van het omgevingsdosisequivalenttempo veroorzaken. Dit is het geval op 13 oktober 2013 waar 50 mm neerslag in Vlissingen wordt gemeten. Figuur 9 toont de neerslag, gemeten op het KNMI weerstation Vlissingen, nabij COVRA.



Figuur 8 De landelijke referentie zoals bepaald uit alle NMR-stations voor de jaren 2011 t/m 2014.



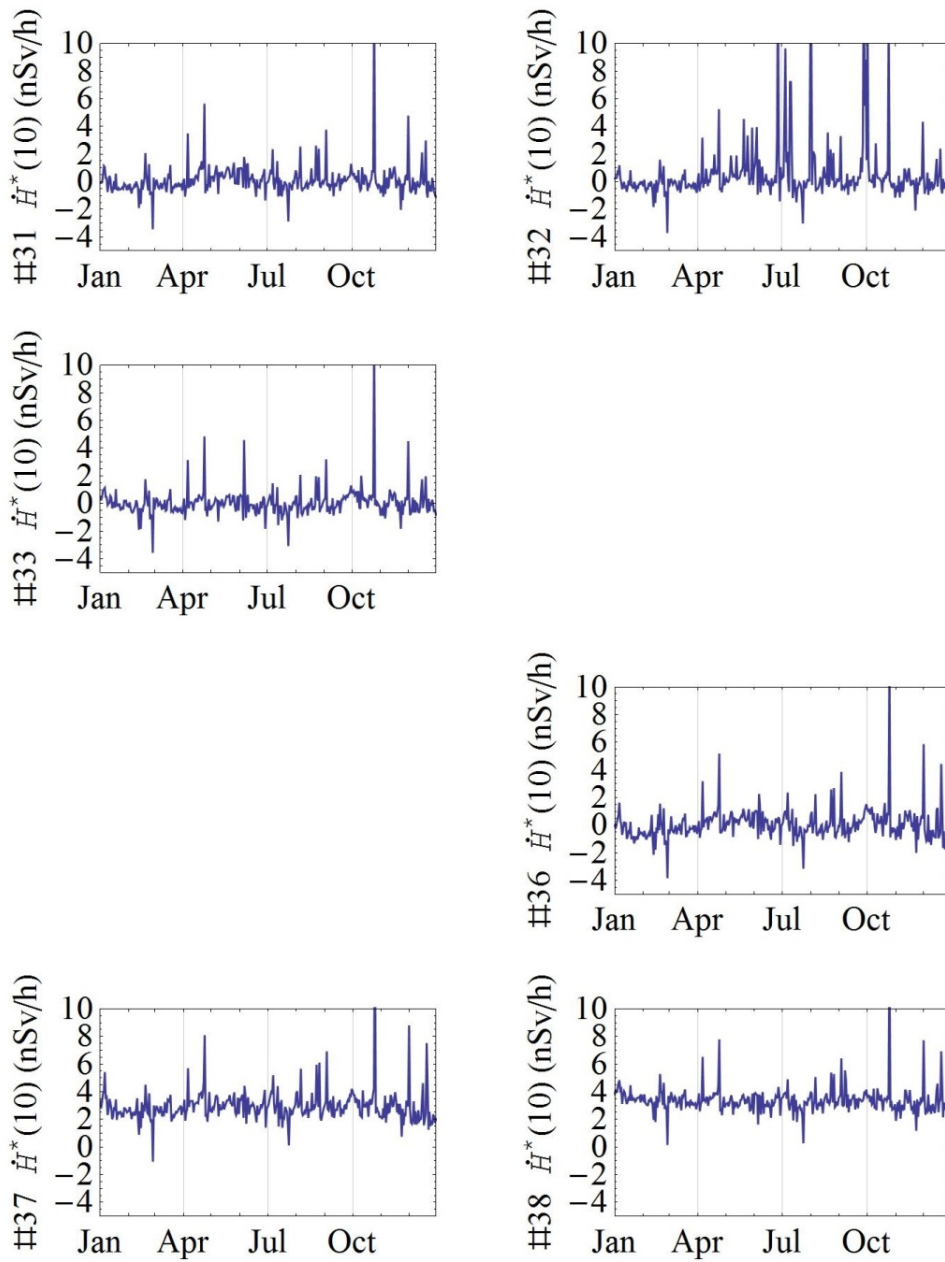
Figuur 9 Neerslag per dag, in mm, gemeten door het KNMI weerstation van Vlissingen (bron: KNMI).

6.1 Netto jaardosis in 2011

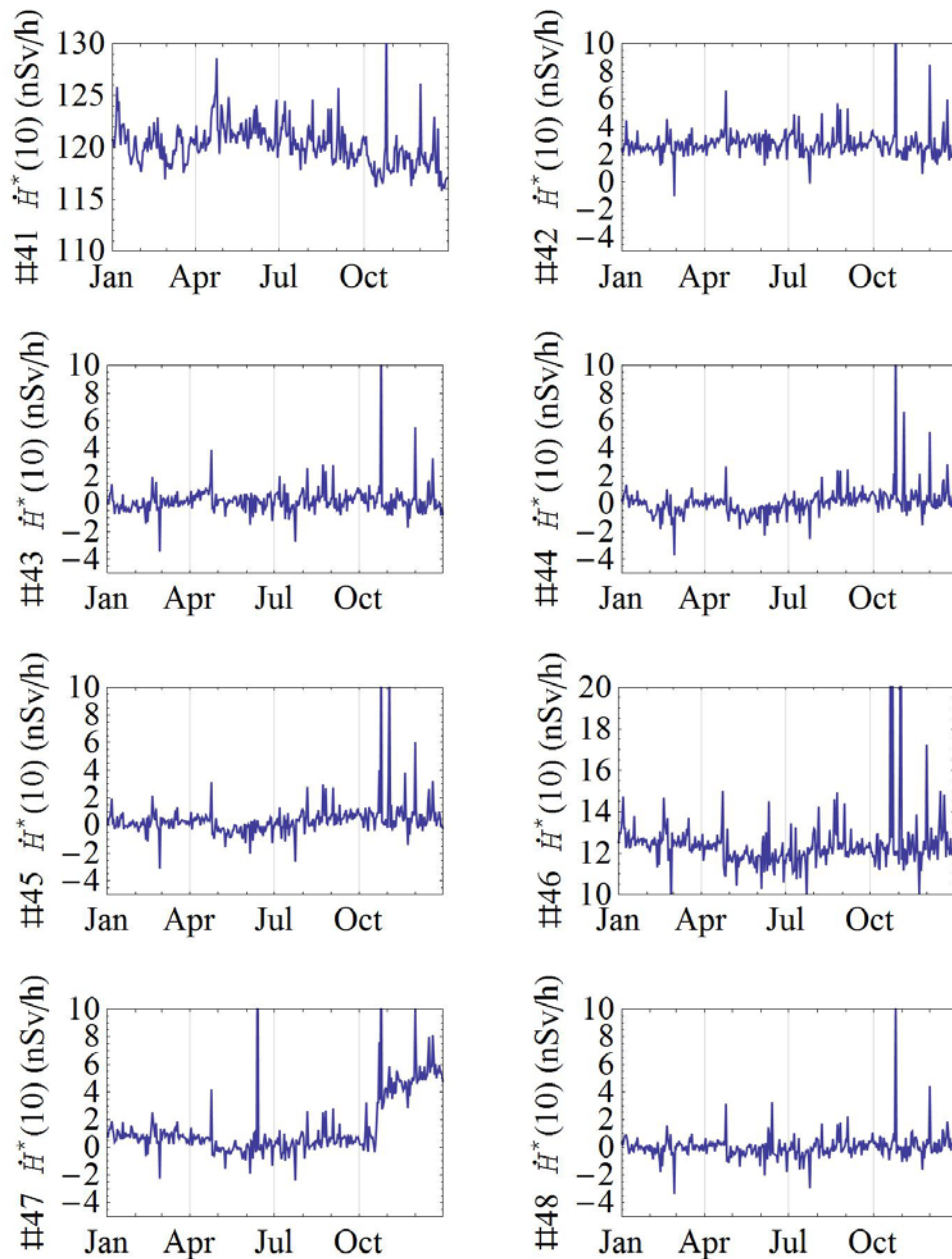
Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 10 en Figuur 11, waar de monitoren 34 en 35, die door storingen getroffen zijn (zie 4.1), niet worden getoond. De netto jaardosis over het hele jaar is in Tabel 9 gegeven.

Tabel 9 Netto jaardosis voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2011, waar het resultaat van de analyse voor de gefilterde data weergegeven wordt. De netto jaardosis na de toepassing van de gebruiksoptie (de ABC-factor) is berekend voor toetsing aan de waarde in de vergunning.

Monitor	Netto jaardosis (μSv)	ABC- factor	Netto jaardosis na toepassing ABC-factor (μSv)
31	1,3	0,01	0,01
32	4,6	0,01	0,05
33	1,1	0,01	0,01
34	niet bepaald	0,01	niet bepaald
35	niet bepaald	0,01	niet bepaald
36	1,1	0,01	0,01
37	24,9	0,01	0,25
38	29,4	0,01	0,29
41	1052,6	0,01	10,5
42	23,8	0,01	0,24
43	1,7	0,01	0,02
44	1,1	0,01	0,01
45	2,6	0,01	0,03
46	109,0	0,01	1,1
47	11,2	0,01	0,1
48	0,8	0,01	0,01



Figuur 10 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 31 tm 38 in 2011, met de uitzondering van de monitoren 34 en 35, waarvoor geen jaardosis wordt bepaald, omdat ze door een storing getroffen zijn.



Figuur 11 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 41 tm 48 in 2011. De figuren voor de monitoren 41 en 46 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as.

De in Figuur 11 zichtbare toename van de netto daggemiddelden van meetpost 47 vanaf de maand oktober is het gevolg van het vullen van een module van de VOG (Verarmd Uranium Opslag Gebouw), dat op 20 oktober gestart is [16].

In 2011 is de hoogste jaardosis 1053 μSv voor M41. Dat komt overeen met 11 μSv , met de toepassing van een ABC-factor van 0,01 voor toetsing aan de vergunde waarde van 40 μSv .

6.2 Netto jaardosis in 2012

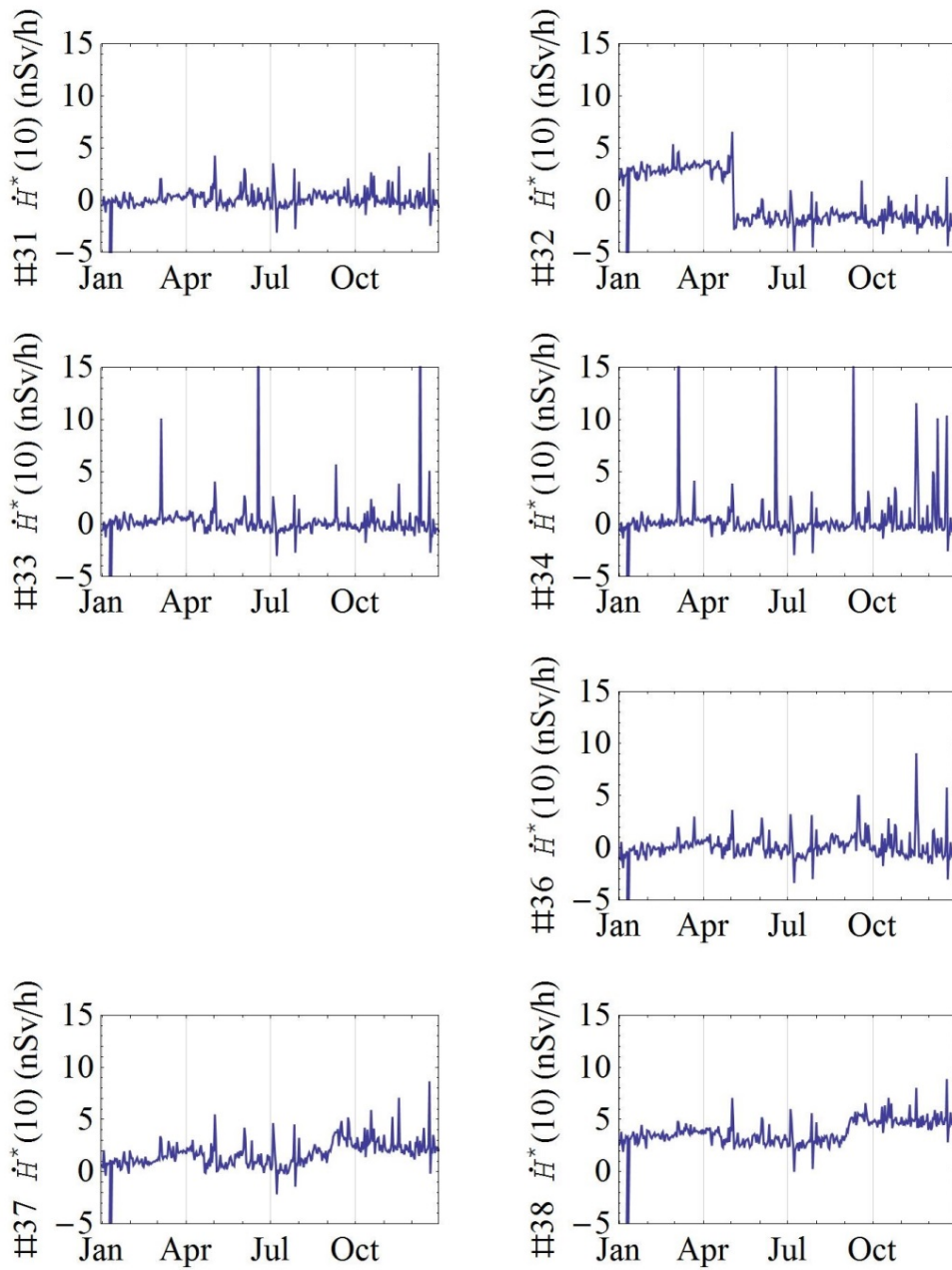
Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 12, waar monitor 35, die door storingen getroffen is (zie 3.2), niet wordt getoond, en Figuur 13. De netto jaardosis over het hele jaar is in Tabel 10 weergegeven.

In 2012 is de hoogste jaardosis 1255 μSv voor M41. Dat komt overeen met 13 μSv , met de toepassing van een ABC-factor van 0,01 voor toetsing aan de vergunde waarde van 40 μSv .

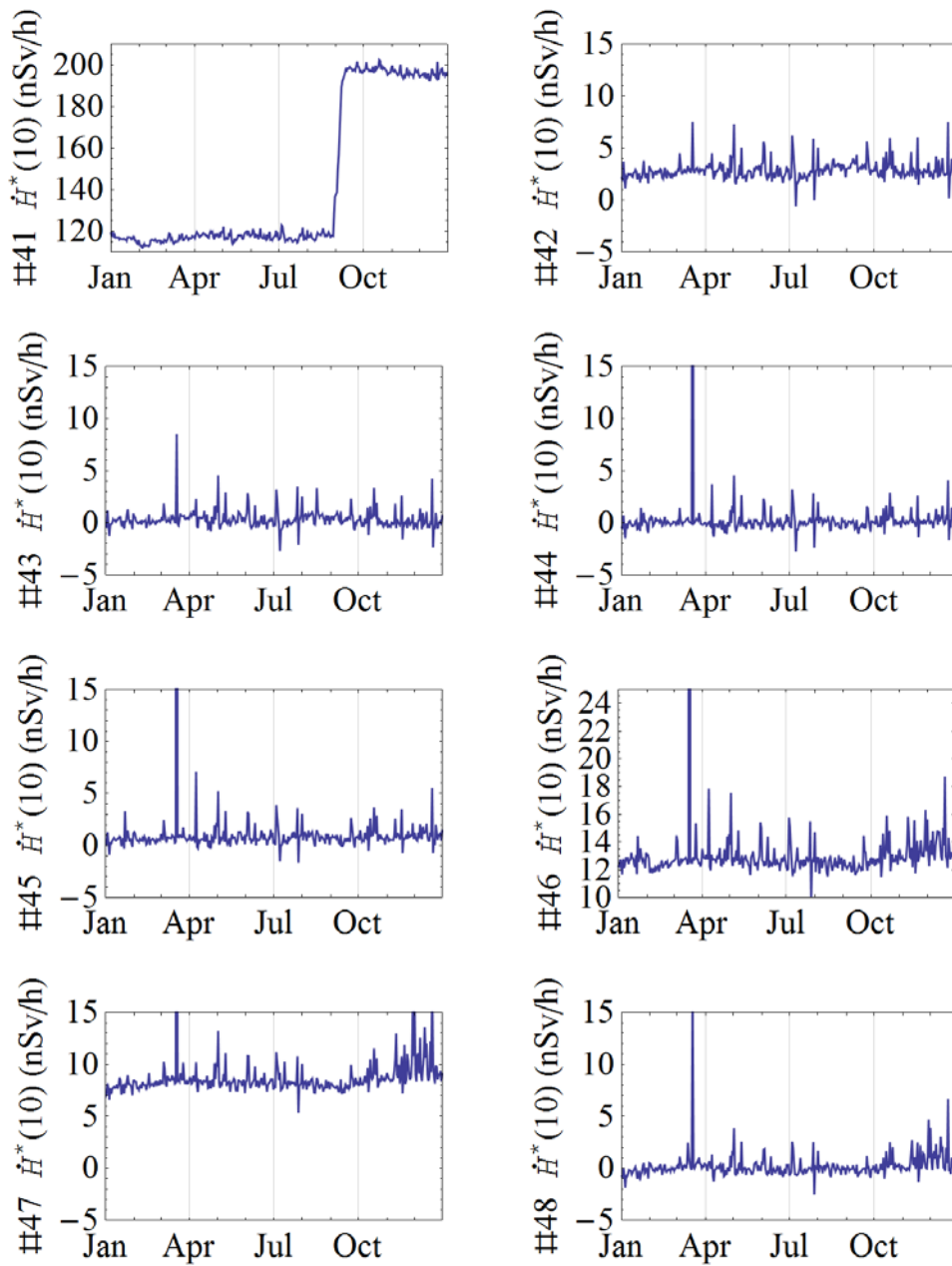
De in Figuur 13 zichtbare toename van de netto daggemiddelden van meetpost 41 vanaf de maand september is het gevolg van de opslag van verglaasd afval uit Frankrijk die in het HABOG (Hoog Actief Opslag Gebouw), opgeslagen wordt [16].

Tabel 10 Netto jaardosis voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2012, waar het resultaat van de analyse voor de gefilterde data weergegeven wordt. De netto jaardosis na de toepassing van de gebruiksoptie (de ABC-factor) is berekend voor toetsing aan de waarde in de vergunning.

Monitor	Netto jaardosis (μSv)	ABC-factor	Netto jaardosis na toepassing ABC-factor (μSv)
31	1,3	0,01	0,01
32	0,0	0,01	0,0
33	2,4	0,01	0,02
34	3,6	0,01	0,04
35	niet bepaald	0,01	niet bepaald
36	1,5	0,01	0,02
37	15,1	0,01	0,15
38	33,4	0,01	0,33
41	1255,4	0,01	12,6
42	24,9	0,01	0,25
43	2,4	0,01	0,02
44	2,6	0,01	0,03
45	9,8	0,01	0,09
46	117,2	0,01	1,17
47	76,6	0,01	0,77
48	2,1	0,01	0,02



Figuur 12 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 31 t/m 38 in 2012, met de uitzondering van monitor 35, waarvoor geen jaardosis wordt bepaald, omdat deze door een storing getroffen is.



Figuur 13 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 41 t/m 48 in 2012. De figuren voor de monitoren 41 en 46 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as.

6.3 Netto jaardosis in 2013

Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 14 en Figuur 15. De netto jaardosis over het hele jaar is in Tabel 11 weergegeven.

In 2013 is de hoogste jaardosis 1680 μSv voor M41. Dat komt overeen met 17 μSv , met de toepassing van een ABC-factor van 0,01 voor toetsing aan de vergunde waarde van 40 μSv .

Tabel 11 Netto jaardosis voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2013, waar het resultaat van de analyse voor de gefilterde data weergegeven wordt. Voor 20 maart ontbreken de 1-minuutwaarden, en daarom wordt de analyse op 364 dagen in het jaar uitgevoerd. De netto jaardosis na de toepassing van de gebruiksoptie (de ABC-factor) is berekend voor toetsing aan de waarde in de vergunning.

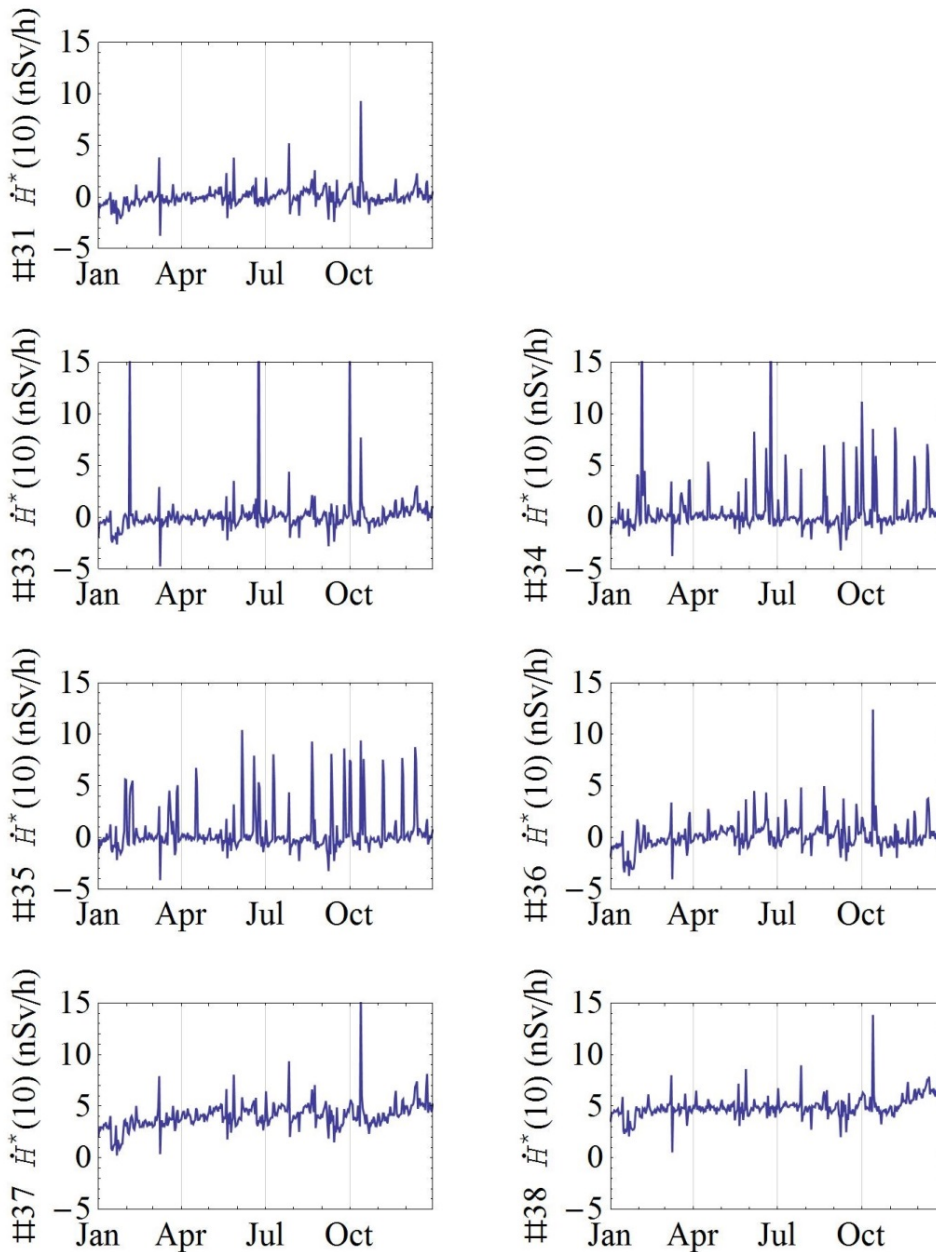
Monitor	Netto jaardosis (μSv)	ABC-factor	Netto jaardosis na toepassing ABC-factor (μSv)
31	0,9	0,01	0,01
32	niet bepaald	0,01	niet bepaald
33	2,2	0,01	0,02
34	5,9	0,01	0,06
35	5,9	0,01	0,06
36	1,9	0,01	0,02
37	34,8	0,01	0,35
38	43,0	0,01	0,43
41	1680,1	0,01	16,8
42	21,7	0,01	0,22
43	1,2	0,01	0,01
44	1,0	0,01	0,01
45	0,8	0,01	0,08
46	124,2	0,01	1,2
47	453,9	0,01	4,6
48	35,0	0,01	0,35

Op 13 oktober is een verhoging te zien op alle monitoren (met de uitzondering van de defecte M32): dit wordt veroorzaakt door hevige regenval in heel Nederland. Daardoor kan de verhoging van het omgevingsdosisequivalenttempo, die een gevolg is van verhoogde depositie van vervalproducten van radon, niet volledig door het bepalen van de landelijke referentie verdisconteerd worden. Ook op 9 en 10 maart is er een verhoging te zien, die samen valt met een periode van langdurige neerslag over heel Nederland.

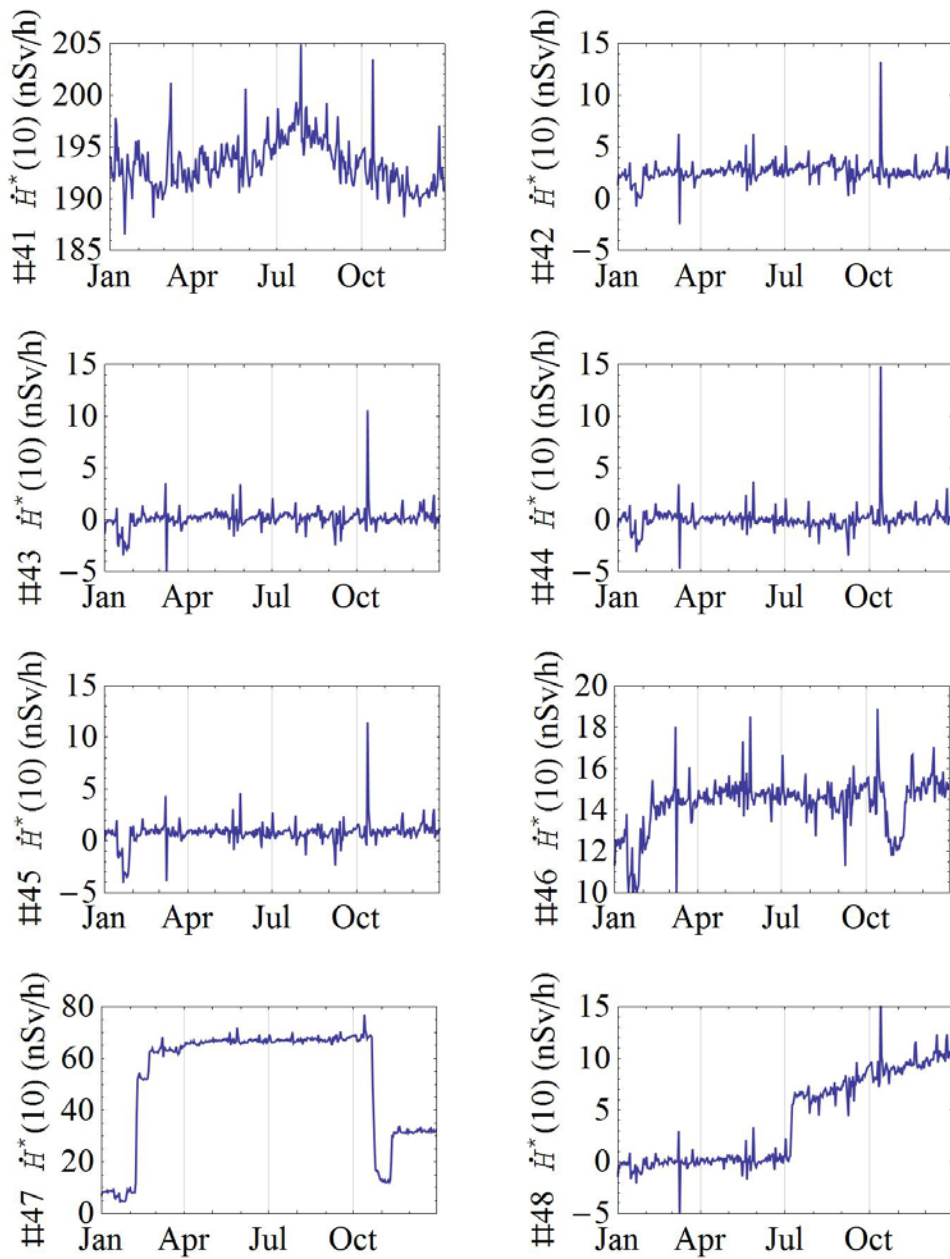
De verhoging op 4 februari, zichtbaar op M33 en M34, valt samen met splijtstof overslagactiviteiten. Die van 24 juni valt samen met overslagactiviteiten die plaatsvonden in verband met een EPZ aftransport [16].

Het verloop van het omgevingsdosisequivalenttempo voor M47 is veroorzaakt door het geleidelijk vullen van het (Verarmd Uranium Opslag Gebouw), het verplaatsen van de containers in de loop van oktober, en het weer terugplaatsen na het plaatsen van een betonnen

afscherming (zie 4.3). De toename van $\dot{H}^*(10)$ van monitor M46 is ook door het geleidelijk vullen van de VOG veroorzaakt (zie 4.3) [16].



Figuur 14 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 31 t/m 38 in 2013. Voor monitor M32 zijn er geen meetgegevens voor de maand oktober.



Figuur 15 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 41 t/m 48 in 2013. De figuren voor de monitoren 41, 46 en 47 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as.

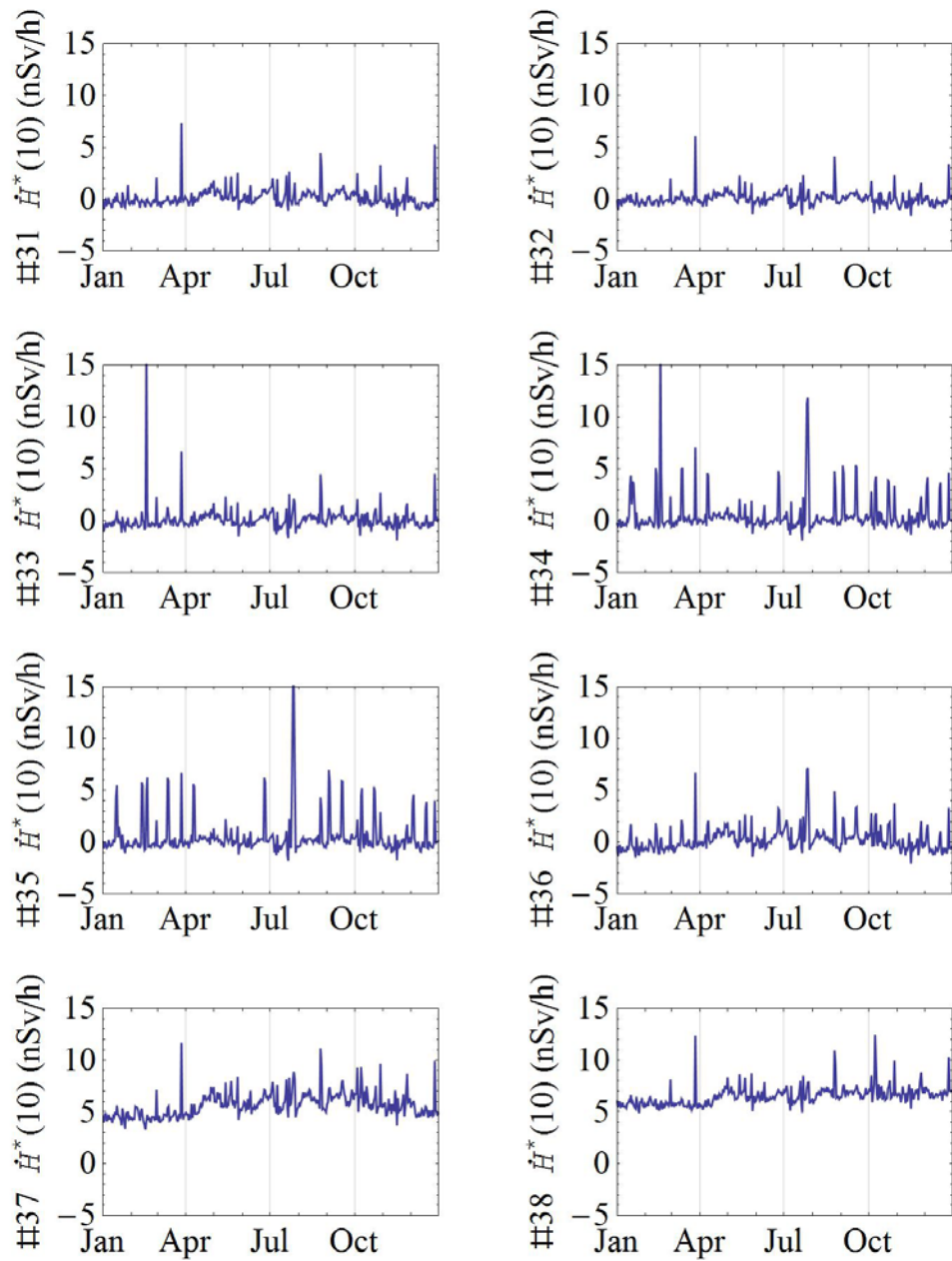
6.4 Netto jaardosis in 2014

Het berekende netto toegevoegde dosistempo is weergegeven in Figuur 16 en Figuur 17. De netto jaardosis over het hele jaar is in Tabel 12 weergegeven.

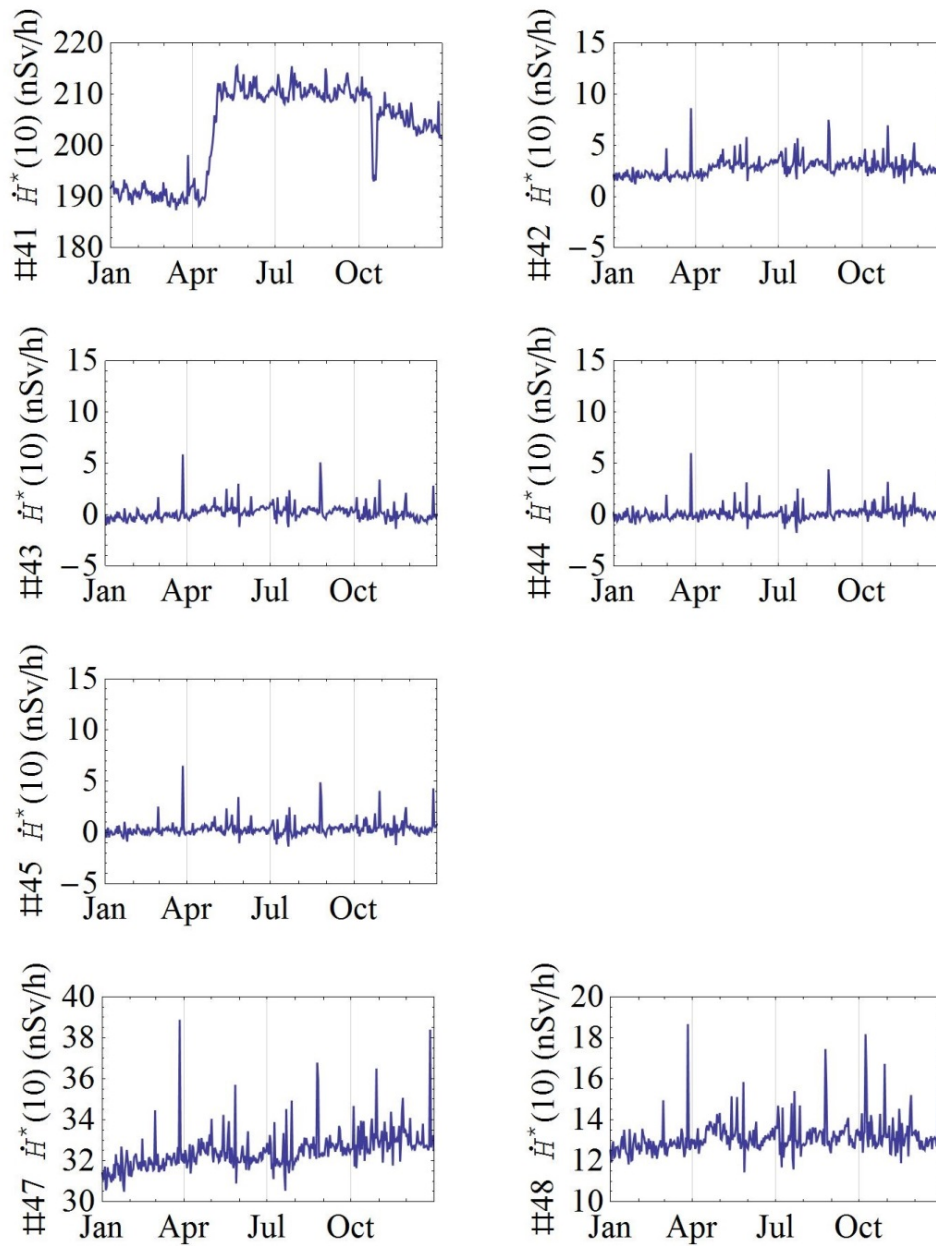
In 2014 is de hoogste jaardosis 1779 μSv voor M41. Dat komt overeen met 18 μSv , met de toepassing van een ABC-factor van 0,01 voor toetsing aan de vergunde waarde van 40 μSv .

Tabel 12 Netto jaardosis voor de MONET-monitoren bij COVRA in 2014, waar het resultaat van de analyse voor de gefilterde data weergegeven wordt. De netto jaardosis na de toepassing van de gebruiksoptie (de ABC-factor) is berekend voor toetsing aan de waarde in de vergunning.

Monitor	Netto jaardosis (μSv)	ABC-factor	Netto jaardosis na toepassing ABC-factor (μSv)
31	1,2	0,01	0,01
32	0,8	0,01	0,01
33	1,3	0,01	0,01
34	4,7	0,01	0,05
35	4,8	0,01	0,05
36	1,9	0,01	0,02
37	49,6	0,01	0,50
38	57,3	0,01	0,57
41	1778,9	0,01	17,8
42	24,9	0,01	0,25
43	1,2	0,01	0,01
44	1,2	0,01	0,01
45	2,5	0,01	0,03
46	niet bepaald	0,01	niet bepaald
47	259,9	0,01	2,6
48	115,1	0,01	1,1



Figuur 16 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 31 t/m 38 in 2014



Figuur 17 Netto daggemiddeld omgevingsdosis-equivalenttempo voor de MONET-meetposten 41 t/m 48 in 2014. De figuren voor de monitoren 41, 47 en 48 hebben een andere schaalverdeling voor de y-as. Voor monitor 46 zijn betrouwbare data niet over het hele jaar beschikbaar.

7 Conclusie

Van 2011 tot en met 2014 zijn metingen uitgevoerd van het gammastralings-niveau aan de terreingrenzen van COVRA N.V. te Borsele met het MONET-meetnet. Voorafgaand aan het berekenen van de toegevoegde dosis zijn externe verhogingen uit de data gefilterd. Dit zijn verhoogde stralingsniveaus door niet-destructief onderzoek dat plaatsvindt bij een bedrijf in de omgeving van de COVRA, en verhogingen door transport van radioactief materiaal naar de COVRA. Hierbij is gebruik gemaakt van de MONET 1-minuutwaarden.

Uit de metingen is het maximale omgevingsdosisequivalent zonder de externe verhogingen bepaald. In alle jaren is M41 de monitor met de hoogste jaardosis: in 2011 is het 1053 μSv , in 2012 is het 1255 μSv , in 2013 is het 1680 μSv en in 2014 is het 1778 μSv . Dit is een netto dosisequivalent, dus met aftrek van de achtergrond.

Bij de toetsing aan de vergunningslimiet mag gebruik worden gemaakt van de ABC-factor om de gebruiksoptie van de omgeving in rekening te brengen. Gecorrigeerd voor de huidige gebruiksopties bedraagt de maximale bijdrage van het toegevoegde omgevingsdosisequivalent aan de effectieve jaardosis 11 μSv voor monitor 41 in 2011, 13 μSv in 2012, 17 μSv in 2013 en 18 μSv in 2014, waarbij in overleg met de opdrachtgever een ABC factor van 0,01 is gehanteerd. De bijdrage van gammastraling aan de effectieve dosis heeft in de periode 2011 t/m 2014 op geen van de meetpunten de vergunde verhoging van de effectieve dosis voor de COVRA N.V. van 40 μSv per jaar overschreden.

8 Referenties

- [1] Ministerie van VROM, Kernenergiewet-vergunning verleend aan de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA NV) voor het wijzigen van haar inrichting te Borsele (Opslag Mosaik-Containers en geluidsvoorschriften), kenmerk SAS/2003093537, 17 oktober 2003.
- [2] Ministeriële Regeling Analyse Gevolgen Ioniserende Straling MR-AGIS (Stcrt 2002, 22 en 73, en wijziging Stcrt 2003, 81). Deze is de vigerende regeling tot 1 januari 2014, wanneer de volgende regeling in werking is getreden: 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.
- [3] Brief van van J.G. Welbergen, Afdelingshoofd Controle en Zorg van COVRA N.V. aan P.J.W.M. Müskens, Ministerie van Infrastructuur en Milieu VI/KFD, dd. 6 december 2011, COVRA kenmerk MdN/JL/110402, VROM kenmerk 2011-375
- [4] Brief van G.M. Breas, Coördinerend/Specialist Inspecteur van ILT/I&M aan J. Welbergen, COVRA, dd. 18 september 2013, kenmerk H80966-01
- [5] Realisatie van een MONET-systeem voor monitoring van de omgevingsdosis rond COVRA – fase 1. Stoop P, Perfors HM, Lunenburg van APPA, RIVM-rapport 610330047, 2003.
- [6] Realisatie van een MONET-systeem voor monitoring van de omgevingsdosis rond COVRA – update met fase 2, Stoop P, Perfors HM, Lunenburg van APPA, RIVM rapport 610330056/2003.
- [7] 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).
- [8] Stralingsniveaumetingen rond het terrein van COVRA N.V. gedurende de proefperiode - Een uitbreiding van de MONET methode, Görts PC, Reinen HAJM, RIVM rapport 610330059/2004.
- [9] Stralingsniveaumetingen rond het terrein van COVRA N.V. te Borsele in 2008 met het MONET-meetnet, Görts, PC, RIVM Rapport 610330099/2010
- [10] International Commission on Radiation Units and Measurements. Quantities and units in radiation protection dosimetry, ICRU Report 51, Bethesda MD (1993).

[11] Ministerie van VROM, Kernenergiewet-vergunning verleend aan de Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval (COVRA NV) voor het wijzigen van haar inrichting te Borsele (Opslag Mosaik-Containers en geluidsvoorschriften), kenmerk SAS/2003093537, 17 oktober 2003.

[12] 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.

[13] Smetsers RCGM, Blaauboer RO, Variations in outdoor radiation levels in the Netherlands, proefschrift, Universiteit Groningen, april 1996, ISBN 90-367-0621-1.

[14] Nederlands Normalisatie Instituut, NEN 5648, Radioactiviteitsmetingen - Bepaling van het over de tijd gemiddelde omgevingsdosisequivalenttempo met momentaan aanwijzende apparatuur. NEN, Delft.

[15] Dijk van E, Aalbers AHL, De calibratie en de energieresponsie van de Bitt RM10/RS02 gammastralingsdetectoren, RIVM rapport nr. 243504003, Bilthoven, maart 1990.

[16] M.M. de Nood, COVRA:
"registraties COVRA omgevingsmeetsysteem 2011",
"Overzicht COVRA omgevingsmetingen 2012 voor RIVM",
"Overzicht COVRA omgevingsmetingen 2013 voor RIVM",
"Overzicht COVRA omgevingsmetingen 2014 voor RIVM",
en pers. communicaties van M.M. de Nood aan stralingsdeskundigen van het RIVM over de jaren 2011 t/m 2015.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag