

RIVM rapport 610330059/2004

**Stralingsniveaumetingen rond het terrein van  
COVRA N.V. gedurende de proefperiode**

Een uitbreiding van de MONET methode

PC Görts, HAJM Reinen

Contact:  
P.C. Görts  
RIVM / Laboratorium voor Stralingsonderzoek  
[peter.gorts@rivm.nl](mailto:peter.gorts@rivm.nl)

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

## Abstract

### **Measurements of the ambient dose around COVRA N.V. during the test period**

An extension of the MONET method

Under authority of the VROM Inspectorate RIVM/LSO measures the gamma radiation level around the Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA). In November 2002 the construction of the COVRA MONET-network was finished. This network replaces the thermoluminescence dosimetry network. In this report the results of the measurements with the MONET-network during the test period (30 August – 31 December 2002) are presented. Due to the presence of external influences the radiation level around COVRA can increase. These external influences are not to be attributed to COVRA when the excess ambient dose rate is compared to the permitted level. In this report a method to remove, or filter, these external influences is described.

The use of this method results in a decrease of the gross dose of less than 0.12% during the test period. Filtering the data can result in either a higher or a lower value for the background corrected dose (during the test period at most 13% higher and 44% lower). This shows that the removal of the external influences can be very important when the excess ambient dose rate is compared to the permitted level.

Keywords: Radiation monitoring, permitted dose regulation, ambient dose, radiation detector

## Rapport in het kort

### **Stralingsniveaumetingen rond het terrein van COVRA N.V. gedurende de proefperiode**

Een uitbreiding van de MONET methode

In opdracht van de VROM Inspectie meet RIVM/LSO het externe stralingsniveau rond het terrein van Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA). In november 2002 was het MONET-meetnet, dat het thermoluminescentiedosimetrie-meetnet vervangt, rond de COVRA gereed. In dit rapport worden de resultaten beschreven van de metingen van het MONET-meetnet tijdens de proefperiode, die de periode 30 augustus – 31 december 2002 besloeg. Door de aanwezigheid van externe verhogingen van het stralingsniveau, die niet aan COVRA moeten worden toegerekend, is het nodig de data te filteren. Een methode om dit uit te voeren wordt in dit rapport besproken. De afname van de brutodosis door het filteren van de data was gedurende de proefperiode maximaal 0,12%. Door toepassing van het filter kan de nettodosis veranderen: zowel een toename (van maximaal 13%) als een afname (van maximaal 44%) is waargenomen tijdens de proefperiode. Dit geeft aan dat het verwijderen van de externe pieken van grote invloed kan zijn bij het bepalen van de door COVRA veroorzaakte toegevoegde dosis.

Trefwoorden: Stralingsniveau, vergunningslimiet, omgevingsdosisequivalent, Kernenergiewet, stralingsdetector

# Inhoud

<b>1. Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2. Bruto stralingsniveau tijdens de proefperiode</b>	<b>6</b>
<b>3. Verwijderen van externe verhogingen</b>	<b>8</b>
3.1 <i>Eigenschappen externe verhogingen</i>	8
3.2 <i>De detectie van pieken</i>	10
3.3 <i>Bepaling van limit</i>	13
3.4 <i>Het filteren van de data</i>	14
<b>4. Resultaten</b>	<b>15</b>
4.1 <i>De gefilterde 10-minuutwaarden</i>	15
4.2 <i>De MONET-resultaten</i>	16
4.2.1 Brutodosis	16
4.2.2 Detectielimiet	17
4.2.3 Nettodosis	18
<b>5. Conclusie</b>	<b>21</b>
<b>Literatuur</b>	<b>22</b>

# 1. Inleiding

Het Laboratorium voor Stralingsonderzoek van het RIVM meet, in opdracht van de VROM Inspectie (VI), continu het gammastralingsniveau aan de terreingrens van de Centrale Organisatie voor Radioactief Afval (COVRA). Deze metingen worden uitgevoerd ter controle van de aan de achtergrond toegevoegde stralingsniveaus die zijn gelimiteerd in de vergunning van COVRA ingevolge de Kernenergiewet. Gedurende de jaren 1991 – 2002 werd het gammastralingsniveau gemeten middels thermoluminescentiedosimetrie (TLD). In 2000 gaf VI opdracht om het TLD-meetnet te vervangen door een on-line meetsysteem genaamd MONET<sup>1</sup>, zoals gebruikt bij de kerncentrales te Dodewaard<sup>2</sup> en te Borssele [1]. Het MONET-netwerk bij de COVRA wordt elders beschreven [2,3]. Dit meetnet werd aangelegd in de periode februari 2001 tot en met november 2002, waarbij het merendeel van de monitoren in de zomer van 2002 in gebruik werd genomen. In dit rapport worden resultaten van het meetnet gedurende de proefperiode beschreven. Deze proefperiode besloeg de periode van 30 augustus tot en met december 2002.

Een overzicht van het COVRA terrein met de monitorposities is gegeven in Figuur 1.

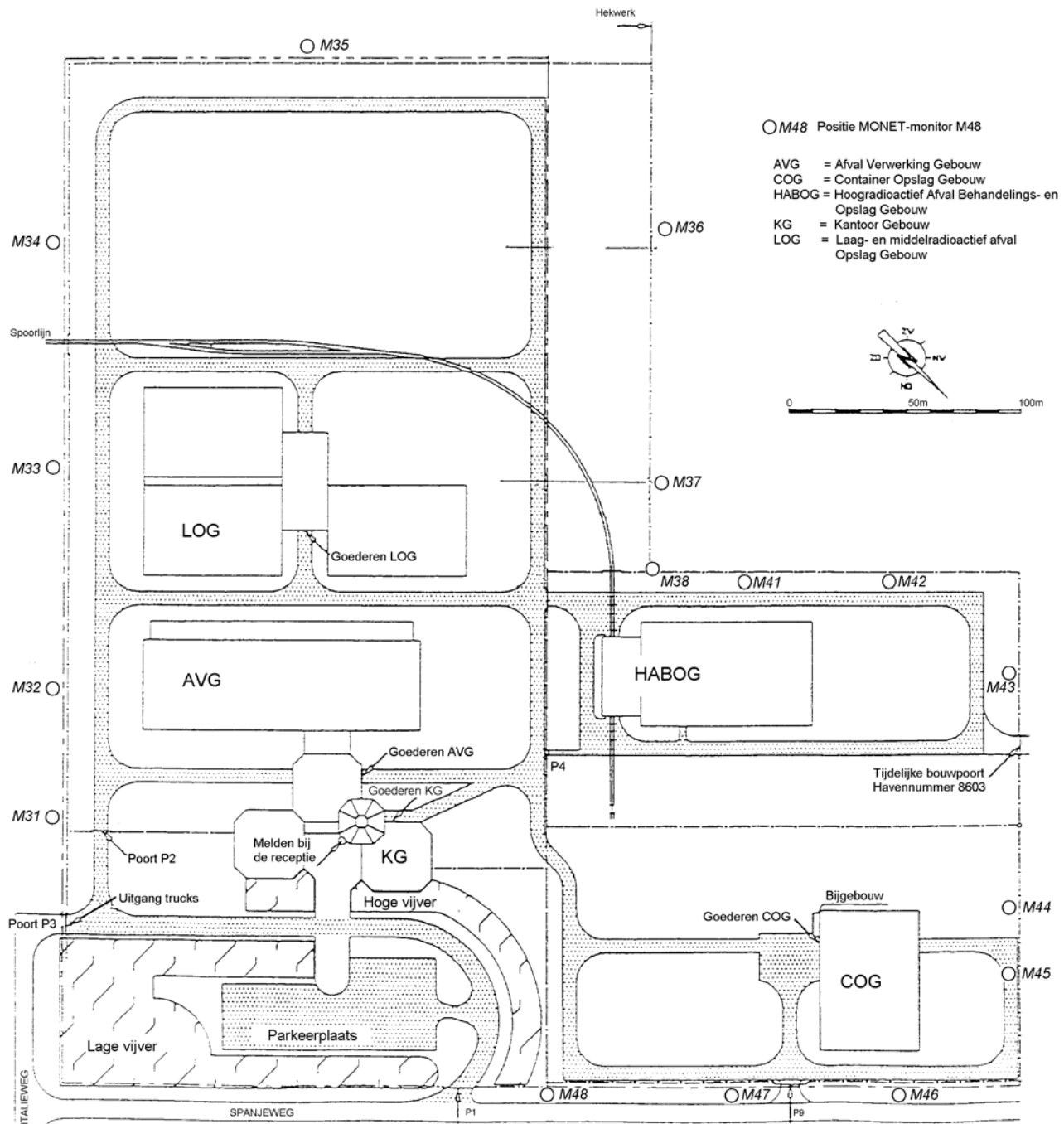
Met de “MONET-methode”, die uitgebreid is beschreven in [4], wordt uit de MONET-meetgegevens, zoals gemeten rond beide Nederlandse kerncentrales, het door de centrale toegevoegde omgevingsdosisequivalent,  $H^*(10)$ , aan de terreingrens bepaald. In het vervolg wordt dit de “toegevoegde dosis genoemd”. De MONET-methode kan niet zonder meer worden toegepast bij de COVRA. De reden hiervoor is dat de MONET-monitoren rond de COVRA zo nu en dan verhoogde stralingsniveaus zullen registreren die niet aan de COVRA dienen te worden toegerekend [5]. Deze zogenaamde externe verhogingen hebben twee mogelijke oorzaken. Het ene soort externe verhoging wordt veroorzaakt door niet destructief onderzoek (NDO) dat wordt uitgevoerd bij een bedrijf dat zich op korte afstand van de COVRA-terreingrens bevindt. Bij dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van gamma- en/of Röntgenbronnen om bijvoorbeeld lasnaden te controleren. De tweede soort externe verhoging hangt samen met het vervoer van radioactief materiaal van en naar COVRA. Ook deze verhogingen dienen niet aan COVRA te worden toegerekend bij het toetsen aan de limiet die is opgenomen in het vergunningsvoorschrift [6]. In dit rapport wordt een methode beschreven waarmee dergelijke, niet aan COVRA toe te rekenen, externe verhogingen uit de meetdata zijn te verwijderen. Hoewel het in principe mogelijk is om de externe verhogingen uit de data te verwijderen aan de hand van de registraties die bij het NDO onderzoek en het transport naar de COVRA worden gemaakt, is er voor gekozen om alleen gebruik te maken van door RIVM verzamelde meetgegevens. Hierdoor is de onafhankelijkheid van de MONET-resultaten gewaarborgd.

In dit rapport worden zowel resultaten van berekeningen gegeven waarbij de externe invloeden zijn verwijderd, als resultaten van berekeningen waarbij deze niet zijn verwijderd.

---

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

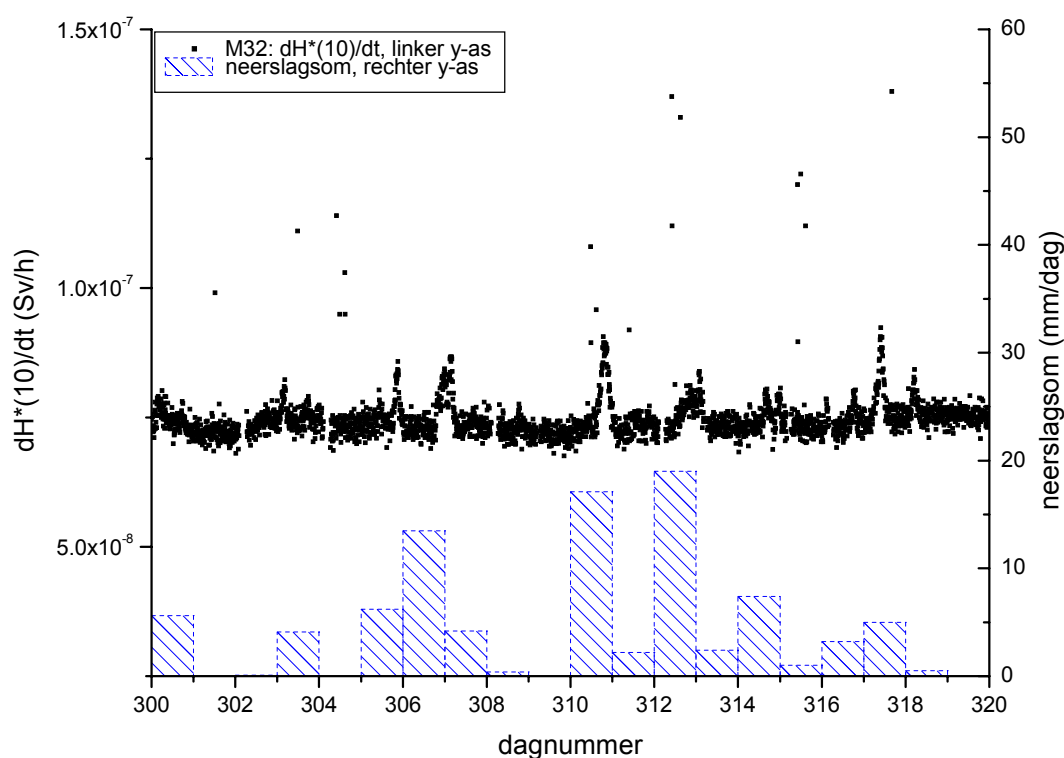
<sup>2</sup> De metingen met het MONET-netwerk te Dodewaard zijn op 1 juli 2004 beëindigd.



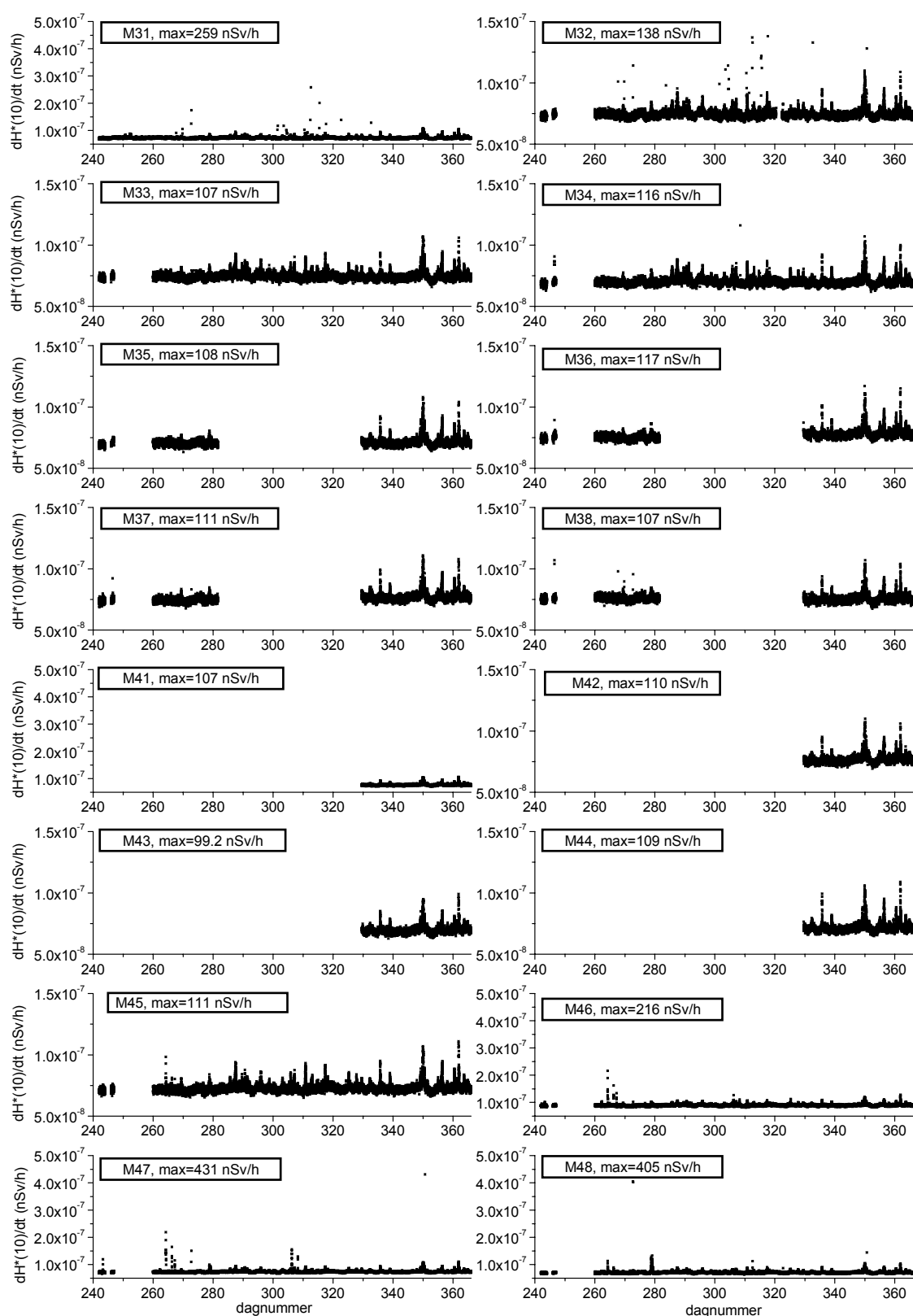
Figuur 1: Een overzicht van de MONET-monitor posities rond de COVRA.

## 2. Bruto stralingsniveau tijdens de proefperiode

Het resultaat van de metingen van de 10-minuut gemiddelden van het bruto stralingsniveau tijdens de proefperiode is weergegeven in Figuur 3. Daarnaast is in Figuur 2 voor één monitor (M32) het stralingsniveau afgebeeld over een kortere periode, om een beter beeld te geven van de verhogingen die optreden. Tevens is de neerslagsom, de hoeveelheid neerslag per dag, weergegeven [7]. Het gemiddelde bruto stralingsniveau ligt voor de meeste monitoren tussen de circa 70 en 80 nSv/h, alleen bij M46 ligt het wat hoger op circa 90 nSv/h. Opvallend is dat er bij enkele monitoren (met name M31, M32 en M46-M48) kortdurende verhogingen optreden van slechts één of enkele 10-minuutwaarden. Deze worden deels veroorzaakt door externe invloeden, zoals in de inleiding is aangegeven. Naast deze kortdurende verhogingen treden er bij alle monitoren langer durende verhogingen op door bijvoorbeeld regenval. In Figuur 2 is duidelijk te zien dat op alle dagen waarop neerslag viel deze langer durende verhogingen optraden, vooral op de dagen 306/307, 310 en 312.



*Figuur 2: Een deel van de metingen van het bruto stralingsniveau met M32 tijdens de proefperiode. In de grafiek zijn de perioden met neerslag ingetekend zoals gemeten op het nabij gelegen KNMI meetstation Vlissingen.*



Figuur 3: De metingen van het bruto stralingsniveautempo tijdens de proefperiode per monitor. In de kaders staan het monitornummer en de hoogste geregistreeerde 10- minuutwaarde aangegeven. NB: bij enkele monitoren is een andere schaalverdeling gebruikt.

### 3. Verwijderen van externe verhogingen

Bij de MONET-methode wordt gebruik gemaakt van het daggemiddelde dosistempo [4]. Om, bij de COVRA, te bepalen of er één of meerdere externe verhogingen optreden zal gebruik gemaakt moeten worden van meetwaarden met een hogere tijdsresolutie. Gezien de te verwachten typische lengte van een externe verhoging van enkele minuten, zie §3.1, is ervoor gekozen om gebruik te maken van de 10-minuutwaarden van de MONET-meetposten. Deze meetwaarden geven het over 10 minuten gemiddelde dosistempo aan en worden dagelijks door het RIVM uitgelezen. Op basis van deze 10-minuutwaarden worden de daggemiddelden bepaald. Om MONET-berekeningen uit te voeren zonder de niet aan COVRA toe te rekenen externe invloeden worden de hierdoor veroorzaakte verhogingen uit de 10-minuutwaarden verwijderd. Dit levert de “gefilterde data” waarmee daggemiddelden worden bepaald, die vervolgens als invoer worden gebruikt bij de MONET-methode. Op deze manier wordt de toegevoegde dosis bepaald, zonder de externe invloeden.

#### 3.1 Eigenschappen externe verhogingen

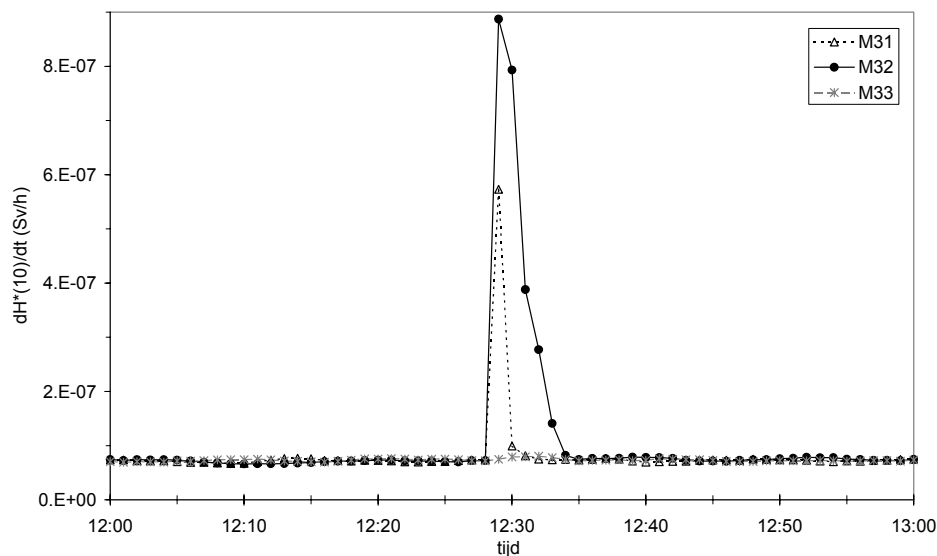
In het volgende worden de volgende definities gebruikt:

*Piek*: een verhoging van het stralingsniveau van één monitor boven een bepaalde, nader te definiëren, waarde. De tijdsduur van de piek is niet van belang.

*Externe piek*: pieken die bij verschillende monitoren (vrijwel) simultaan optreden en waaraan bepaalde eisen worden gesteld. Dit zijn bijvoorbeeld eisen betreffende tijdsduur of het nummer van de monitor. De externe pieken worden verwijderd.

De externe pieken hebben de eigenschap dat ze kortdurend zijn en dat ze bij vaste monitor combinaties optreden. Zo zal bij transport van radioactief materiaal naar de COVRA veelal gebruik worden gemaakt van de poorten P1 en P2 (zie Figuur 1). Hierdoor kunnen de monitoren M31, M32 en M48 een door het transport verhoogd stralingsniveau registreren. Het langs een MONET-monitor rijden duurt in het algemeen niet langer dan enkele minuten. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 4, waar de verhoging van het stralingsniveau is te zien die wordt veroorzaakt door een transport van radioactief materiaal door poort P2. Duidelijk is dat M31 en M32 significant zijn verhoogd, en dat de tijdsduur van de verhoging slechts enkele minuten bedraagt.





*Figuur 4: Een verhoging door radioactief transport door poort P2. Van de niet weergegeven monitoren was slechts M48 (in mindere mate) verhoogd.*

Bij NDO, dat aan de noordoostelijke kant van de Spanjeweg plaatsvindt, registreren vooral de monitoren M46, M47 en M48 mogelijk een verhoging van het stralingsniveau. De tijdsduur van de externe pieken zal enkele minuten bedragen aangezien het maken van één enkele NDO opname circa 3 minuten duurt [8]. Er wordt dan ook van uitgegaan dat de externe pieken slechts enkele minuten duren.

Een externe piek bestaat uit maximaal twee aaneengesloten verhoogde 10-minuutwaarden. Indien er meer dan twee 10-minuutwaarden aaneengesloten verhoogd zijn dan wordt dat als een langdurige verhoging beschouwd die niet verwijderd dient te worden<sup>3</sup>.

Gezien de verschillende mogelijke oorzaken van externe pieken is hiervan een onderverdeling gemaakt, zie Tabel 1. Hier is tevens aangegeven welke monitoren door de betreffende oorzaak mogelijk verhoogd zullen zijn.

*Tabel 1: De verschillende oorzaken van externe pieken en de daarbij beïnvloede monitoren.*

oorzaak externe piek	naam	belangrijkste monitoren	minder beïnvloede monitoren
NDO onderzoek	NDO	M45 t/m M48	M44,M31
Transport door poort P2	Transport-P2	M31,M32	M48
Transport door poort P9 of door de tijdelijke bouwpoort	Transport-P9/HABOG	M46,M47,M48	M43,M44,M45
Transport over spoor	Transport-Spoor	M37,M38	

<sup>3</sup> Door de eis aan de maximale lengte van de verhoging is het mogelijk dat een piek die door langdurig NDO onderzoek wordt veroorzaakt niet als NDO-piek wordt gedetecteerd. Als namelijk het NDO onderzoek bestaat uit een aantal opnames na elkaar is het mogelijk dat meer dan twee opeenvolgende 10-minuutwaarden verhoogd zijn. Aangezien dit niet te onderscheiden is van verhogingen die worden veroorzaakt door de bedrijfsvoering van COVRA zelf, worden dergelijke langer durende verhogingen niet verwijderd.

### 3.2 De detectie van pieken

Bij de detectie van pieken worden referentiemonitoren gebruikt. Dit zijn MONET-monitoren waarvan wordt verondersteld dat ze niet noemenswaardig worden beïnvloed door de externe verhogingen door transport van radioactief materiaal of NDO. De referentiemonitoren staan op een dusdanig grote afstand van de veroorzakers van de externe verhogingen dat ze deze verhogingen niet zullen registreren. Een algehele verhoging van het stralingsniveau door bijvoorbeeld regen wordt wel waargenomen door de referentiemonitoren. Als referentiemonitor dienen de monitoren M35 en M36<sup>4</sup>.

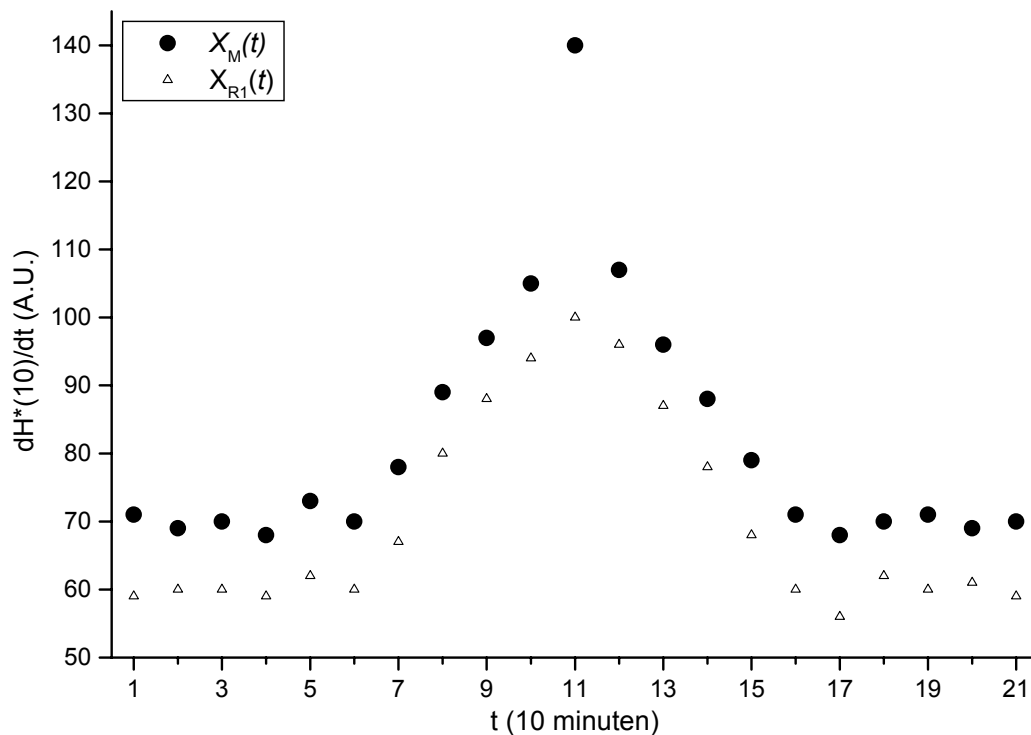
Er wordt gebruik gemaakt van de volgende definities:

- $t$  tijd (eenheid 10min), dus  $t+1$  is 10 minuten later dan  $t$
- $M$  monitornummer
- $R1, R2$  monitornummer van de twee referentiemonitoren
- $X_M(t)$  meetwaarde van monitor  $M$  op tijdstip  $t$
- $H_{M,med}$  de mediane waarde van monitor  $M$  op de beschouwde dag.
- $\Delta X_{Ref}(t)$  verhoging van de referentie: het gemiddelde van  $X_{R1}(t) - H_{R1,med}$  en  $X_{R2}(t) - H_{R2,med}$
- $\Delta X_M(t)$  verhoging van monitor  $M$ :  $X_M(t) - H_{M,med} - \Delta X_{Ref}(t)$

Bij het vaststellen of  $X_M(t)$  al dan niet tot een piek behoort wordt onder andere gebruikt gemaakt van  $H_{M,med}$ . Als alleen het verschil van  $X_M(t)$  en  $H_{M,med}$  zou worden gebruikt om pieken te bepalen dan worden sommige pieken niet gedetecteerd. Dit is bijvoorbeeld het geval bij pieken die optreden tijdens een regenbui, waarbij het stralingsniveau van alle monitoren verhoogd is. Een voorbeeld hiervan wordt gegeven in Figuur 5. Duidelijk is dat zowel monitor  $M$  als de referentiemonitor een verhoogd stralingsniveau registreren tussen  $t=7$  en  $t=16$ . Daarnaast is het meetpunt op  $t=11$  bij monitor  $M$  extra verhoogd, terwijl de referentie op dat moment niet extra verhoogd is. Deze extra verhoging moet als piek worden gedetecteerd. Door gebruik te maken van referentiemonitoren wordt rekening gehouden met verhogingen die bij alle monitoren optreden en zal de piek uit het voorbeeld in Figuur 5 wel worden gedetecteerd.

Op tijdstippen dat er noch een referentie noch een reservereferentie is, worden er geen 10-minuutwaarden verwijderd.

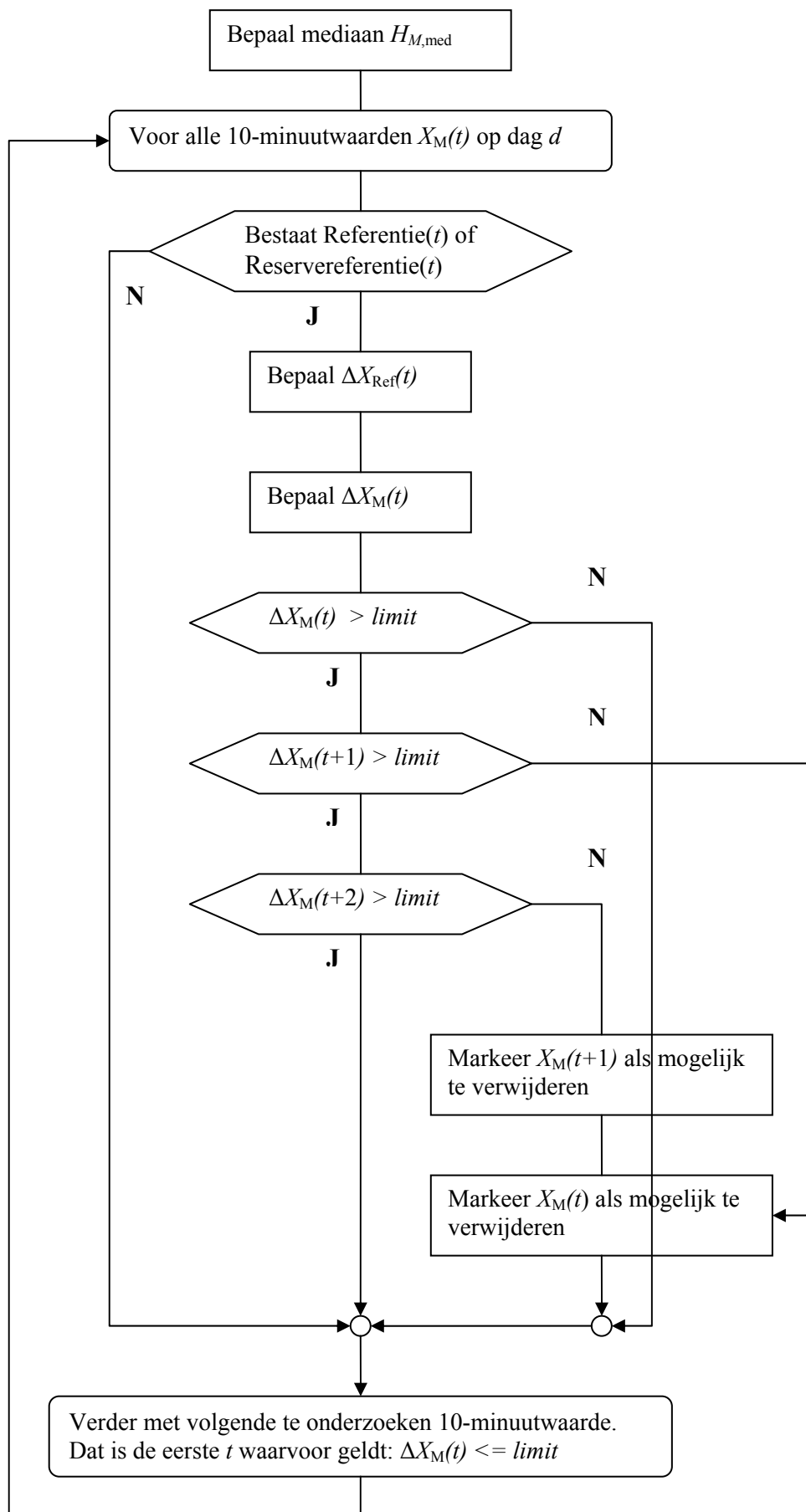
<sup>4</sup> Bij afwezigheid van meetgegevens van de referentiemonitoren wordt gebruik gemaakt van de zogenaamde reservereferentie, bestaande uit de monitoren M33 en M34.



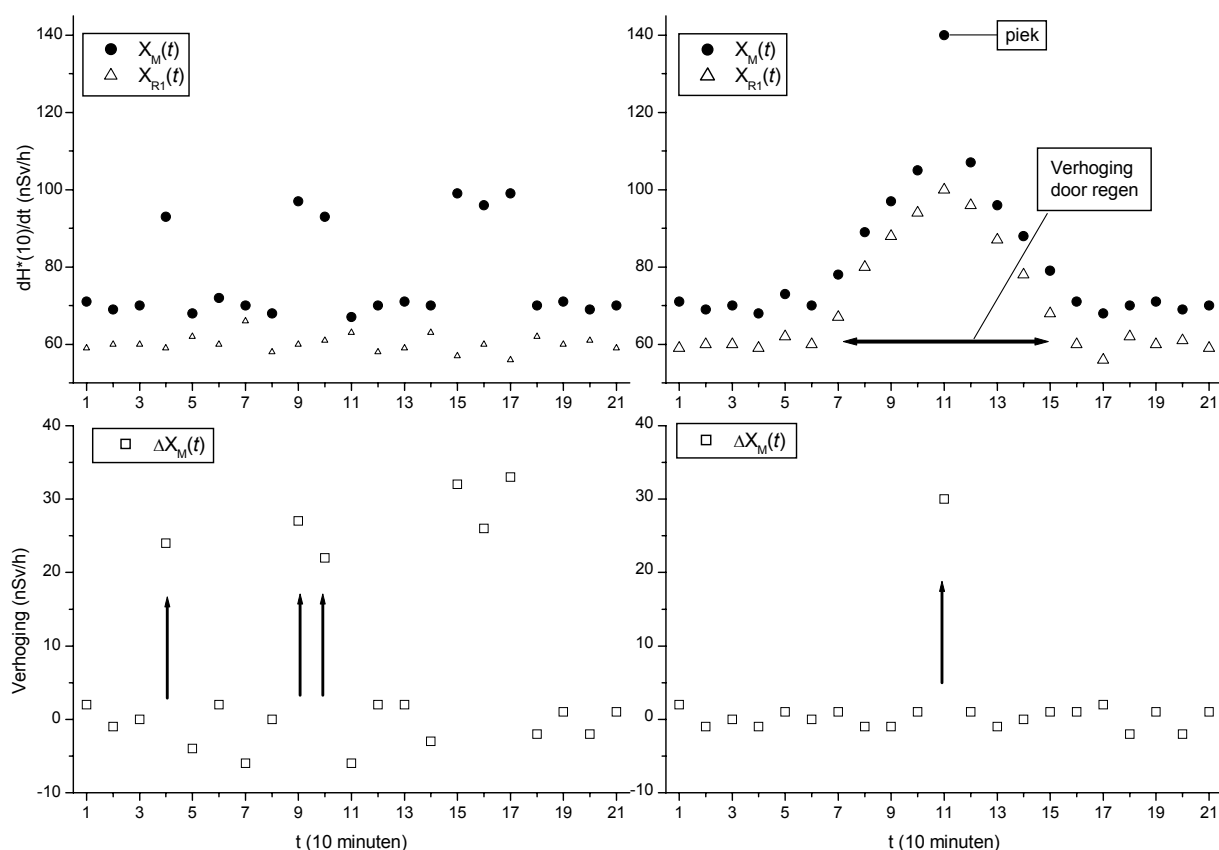
Figuur 5: Een enkel verhoogde 10-minuutwaarde,  $X(11)$  bij monitor M, tijdens een verhoging door regen. Er is slechts één referentiemonitor (R1) weergegeven.

In Figuur 6 wordt schematisch weergegeven hoe de bepaling van de pieken in zijn werk gaat, hieronder wordt dit nader beschreven.

Voor de monitoren die geen deel uitmaken van de referentie geldt dat  $X_M(t)$  tot een piek behoort als de verhoging  $\Delta X_M(t)$  groter is dan een nader te bepalen waarde (*limit*, zie §3.3). Van deze pieken moet worden bekeken of het een kortdurende of een langdurende verhoging betreft. Als de verhoging van de volgende 10-minuutwaarde kleiner is dan *limit* (dus als  $\Delta X_M(t+1) < limit$ ) dan betreft het een enkele verhoogde 10-minuutwaarde en moet  $X_M(t)$  mogelijk worden verwijderd. Als zowel  $\Delta X_M(t)$  als  $\Delta X_M(t+1)$  groter zijn dan *limit*, maar  $\Delta X_M(t+2)$  weer kleiner is dan *limit*, dan moeten beide 10-minuutwaarden  $X_M(t)$  en  $X_M(t+1)$  mogelijk worden verwijderd. In andere gevallen betreft het een langdurige verhoging en horen de 10-minuutwaarden dus niet tot een externe piek. Op deze wijze wordt voor alle monitoren vastgesteld wat de mogelijk te verwijderen 10-minuutwaarden zijn. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 7. Of de mogelijk te verwijderen 10-minuutwaarden daadwerkelijk moeten worden verwijderd wordt vastgesteld aan de hand van de criteria die in §3.4 worden beschreven.



Figuur 6: Schematische weergave van de piekbepaling voor monitor  $M$  op dag  $d$ .



Figuur 7: Voorbeelden van het detecteren van een piek, waarbij limit 10 nSv/h is. Er is slechts één referentiemonitor (R1) weergegeven. Linksboven zijn drie pieken zichtbaar, waarbij de referentiemonitor geen verhogingen aangeeft. Daaronder is  $\Delta X_M(t)$  afgebeeld. De pijlen geven de mogelijk te verwijderen 10-minuutwaarden aan. In het rechter deel van de figuur staat een enkel verhoogde 10-minuutwaarde,  $X(11)$ , bij monitor M geplot tijdens een langdurige verhoging veroorzaakt door regen. Daaronder is in de plot van  $\Delta X_M(t)$  te zien dat deze als mogelijk te verwijderen 10-minuutwaarden wordt gedetecteerd.

### 3.3 Bepaling van limit

Bij het bepalen van de waarde van *limit* wordt gebruik gemaakt van de standaarddeviatie,  $STDEV_M(d)$ , van de 10-minuutwaarden op dag  $d$  voor de betreffende monitor  $M$ . Voor monitoren waarbij het stralingsniveau door externe invloeden wordt beïnvloed is  $STDEV_M(d)$  op de betreffende dag hoger dan op dagen waar geen externe invloeden optreden. Ditzelfde geldt voor  $STDEV_M(d)$  op dagen waarop een aanzienlijke hoeveelheid neerslag valt, waardoor het stralingsniveau verhoogd is. *Limit* wordt bepaald aan de hand van  $AVG_{STDEV(M)}$ : het gemiddelde van  $STDEV_M(d)$  voor alle dagen dat er, volgens het KNMI [7], minder dan 0,05 mm neerslag viel. Variaties in het stralingsniveau door neerslag hebben hierdoor een verwaarloosbare invloed op *limit*. Voor de neerslaggegevens worden de gegevens van het nabij gelegen KNMI station Vlissingen gebruikt. Bij het vaststellen van

*limit* worden verder alleen de referentiemonitoren M35 en M36 gebruikt, zodat externe verhogingen ook geen invloed hebben op de waarde van *limit*.

Voor M35 resulteert dit in  $AVG_{STDEV(M35)} = 1,05$  nSv/h en voor M36 resulteert dat in  $AVG_{STDEV(M36)} = 1,55$  nSv/h. Het aantal dagen dat hierbij is gebruikt bedraagt 30. Op de overige 32 dagen tijdens de proefperiode dat er gegevens van M35 en M36 beschikbaar zijn, was de neerslaghoeveelheid hoger dan 0,05 mm/dag. Voor *limit* wordt de waarde 3,9 nSv/h gekozen oftewel drie keer het gemiddelde van  $AVG_{STDEV(M35)}$  en  $AVG_{STDEV(M36)}$ .

### 3.4 Het filteren van de data

Nadat de pieken zijn gevonden, wordt bepaald welke pieken moeten worden verwijderd. Er worden geen pieken verwijderd als tegelijk (of 10 minuten verschoven bij een mogelijke piek die wordt veroorzaakt door transport) één van de referentiemonitoren een piek vertoont. Ook moet de maximale verhoging<sup>5</sup> groter zijn dan de maximale verhoging van de referentie. Er worden verschillende situaties onderscheiden: transport (P2, P9\_HABOG, SPOOR) of NDO.

*Transport-P2*: Een piek moet bij de monitoren M31 en M32 voorkomen, met hooguit 10 minuten verschil. Als aan bovenstaande voorwaarden wordt voldaan dan worden de 10-minuutwaarden bij M31, M32 en M48 verwijderd.

*Transport-Spoor*: Het gaat hierbij om de monitoren bij het spoor in de buurt van het HABOG<sup>6</sup>, dus M37 en M38. Een piek moet bij beide monitoren voorkomen, met hooguit 10 minuten verschil. Als aan bovenstaande voorwaarden wordt voldaan dan worden de 10-minuutwaarden bij M37 en M38 verwijderd.

*Transport-P9/HABOG*: Een piek moet bij tenminste drie van de vijf monitoren M44-M48 voorkomen, met hooguit 10 minuten verschil. Als aan bovenstaande voorwaarden wordt voldaan dan worden de 10-minuutwaarden bij M44-M48 verwijderd.

*NDO*: Als bij *Transport-P9/HABOG* met als extra eisen dat de piek gelijktijdig moet optreden bij de betreffende monitoren en dat de piek buiten kantoortijd moet vallen<sup>7</sup>. Als aan bovenstaande voorwaarden wordt voldaan dan worden de 10-minuutwaarden bij M31 en M44-M48 verwijderd.

---

<sup>5</sup> De maximale verhoging is de hoogste waarde van  $\Delta X_M(t_i)$  die voorkomt tijdens de duur van de piek die begint op tijdstip  $t_0$ . Bij het bepalen van dit maximum en de duur van de piek worden alle monitoren beschouwd die bij de betreffende externe verhoging betrokken zijn.

<sup>6</sup> De monitoren M33 en M34 staan op een veel grotere afstand tot het spoor en worden dus in veel mindere mate beïnvloed door transporten over het spoor.

<sup>7</sup> Het NDO onderzoek vindt normaliter alleen plaats buiten kantoortijd. Voor de kantoortijd wordt de periode maandag t/m vrijdag aangenomen, tussen 7:00 en 18:00 uur. Er wordt geen rekening gehouden met feestdagen.

## 4. Resultaten

In het hier volgende worden de resultaten van de metingen tijdens de proefperiode besproken, alsook de invloed van de filtermethode. Als eerste wordt getoond in hoeverre de 10-minuutwaarden veranderen door het filteren. Vervolgens worden voor zowel de ruwe data als voor de gefilterde data de resultaten besproken van berekeningen met de standaard MONET-methode.

In Tabel 2 wordt het aantal dagen aangegeven waarop data beschikbaar zijn voor iedere monitor. Voor de monitoren M35-M38 zijn er minder data beschikbaar aangezien deze tijdens de proefperiode tijdelijk buiten gebruik zijn gesteld in verband met het verplaatsen van de monitoren. Dit was nodig door de verplaatsing van het hek langs de terreingrens van de COVRA. De monitoren M41-M44 zijn pas later geplaatst, zie [3].

*Tabel 2: Het overzicht van het aantal dagen waarop data beschikbaar is voor de MONET-monitoren tijdens de proefperiode van 124 dagen.*

Monitor	aantal dagen	Monitor	aantal dagen
M31	124	M41	37
M32	108	M42	37
M33	109	M43	37
M34	109	M44	37
M35	62	M45	109
M36	62	M46	109
M37	62	M47	109
M38	62	M48	109

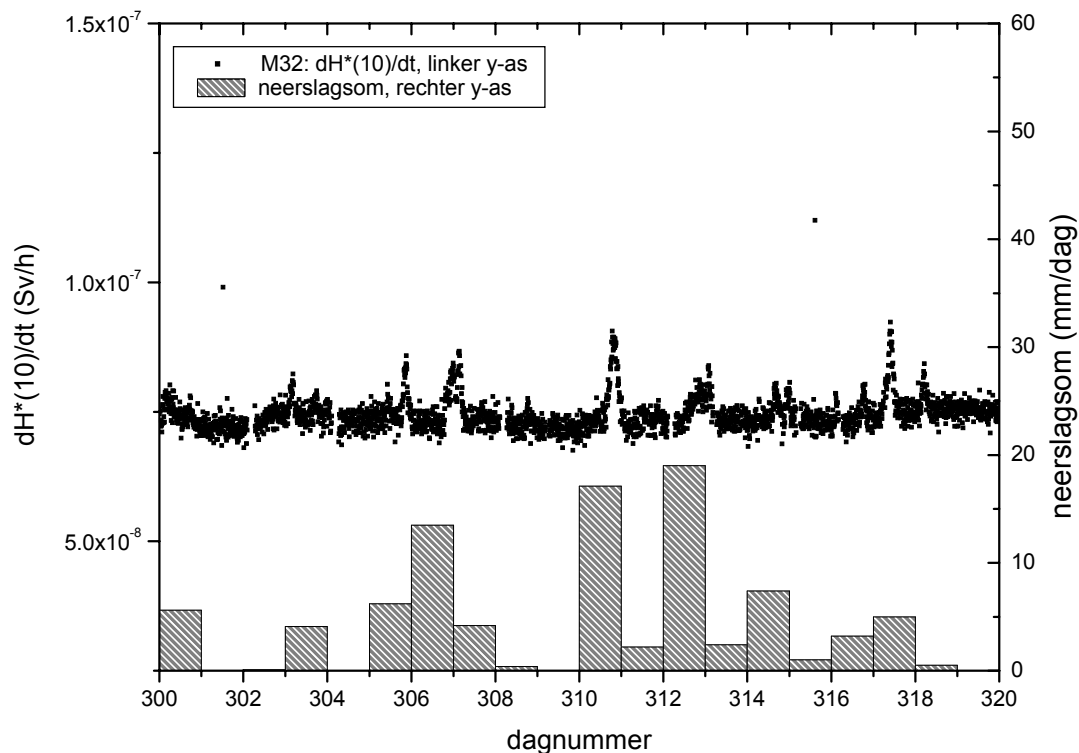
### 4.1 De gefilterde 10-minuutwaarden

De ruwe 10-minuutwaarden, zoals weergegeven in Figuur 3, zijn gefilterd volgens de hier beschreven methode. Een overzicht van het aantal verwijderde externe pieken wordt gegeven in Tabel 3. De resulterende, gefilterde, data zijn afgebeeld in Figuur 9. De monitoren M33 t/m M36 en M41, M42 en M43 worden daarbij niet afgebeeld, aangezien er bij deze monitoren geen datapunten worden verwijderd bij het filteren. Ook wordt, ter vergelijking met Figuur 2, de gefilterde data voor monitor M32 gegeven over een kortere periode, zie Figuur 8.

*Tabel 3: Het aantal verwijderde externe pieken, uitgesplitst naar oorzaak van de verhoging.*

Pieksoort	Aantal externe pieken
NDO	10
Transport-P2	46
Transport-P9/HABOG	35
Transport-Spoor	15

In beide figuren is duidelijk te zien dat de langdurige verhogingen, zoals veroorzaakt door neerslag, ook in de gefilterde dataset aanwezig zijn. In de gefilterde dataset zijn echter beduidend minder korte verhogingen aanwezig. Als we het voorbeeld van monitor M32 beschouwen in Figuur 8 zien we dat er nog twee kortdurende pieken voorkomen die bestaan uit één enkele 10-minuutwaarde, en wel op dag 301 en 315. Deze zijn, terecht, niet verwijderd, aangezien M31 niet op dezelfde momenten verhoogd was.



Figuur 8: Het stralingsniveau tijdens een deel van de proefperiode voor monitor M32.

## 4.2 De MONET-resultaten

Uit zowel de ongefilterde als de gefilterde data zijn daggemiddelden voor iedere monitor bepaald. Hiermee worden de MONET-berekeningen uitgevoerd. In het volgende worden de brutodosis, de detectielimiet van de MONET-methode en de berekende nettodosis over de proefperiode gegeven, zowel voor de ongefilterde als de gefilterde data.

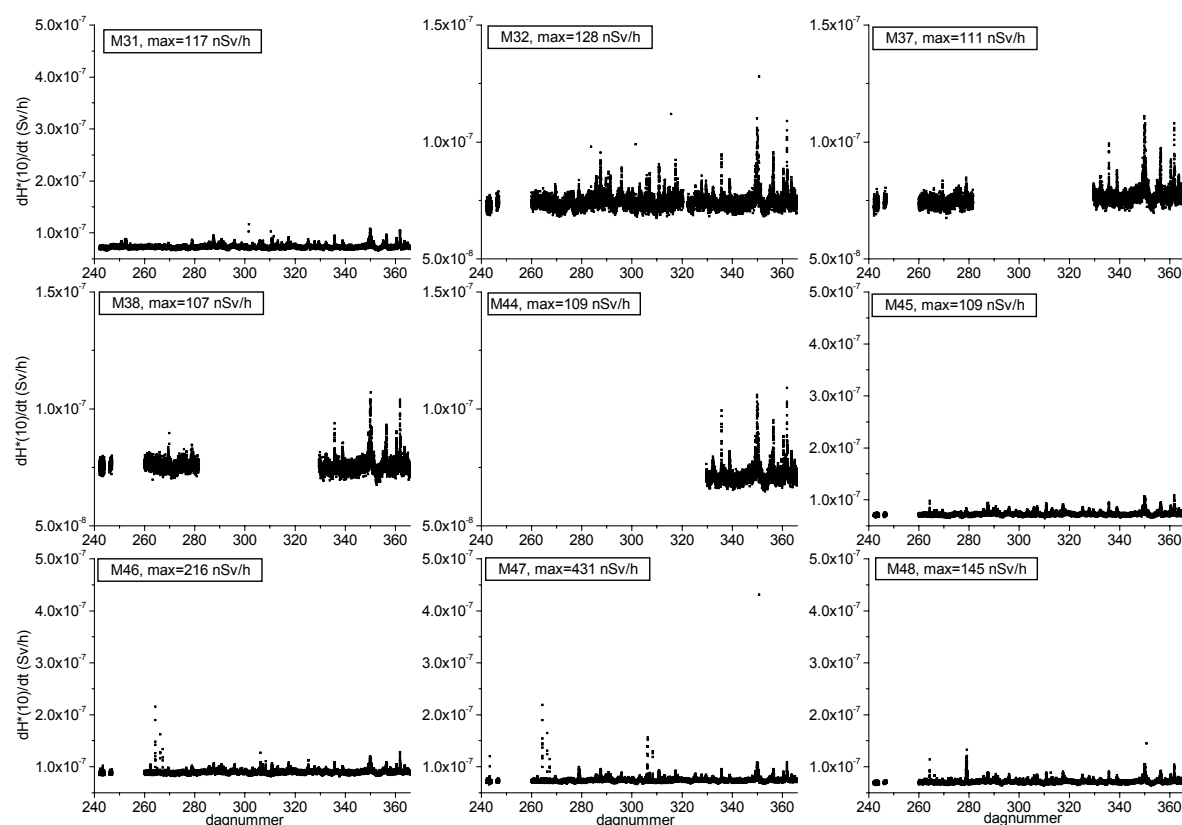
### 4.2.1 Brutodosis

De berekende brutodosis is gegeven in Tabel 4. De grote verschillen in brutodosis tussen de verschillende monitoren worden voor een groot deel verklaard door het verschillende aantal dagen dat wordt gebruikt bij deze berekening. Door het filteren neemt de brutodosis in zeer geringe mate af.



Tabel 4: De berekende brutodosis voor de proefperiode, zowel voor de ongefilterde data als voor de gefilterde data. Tussen haakjes staat het relatieve verschil ten opzichte van de ongefilterde data.

Monitor	Brutodosis ( $\mu\text{Sv}$ )		Monitor	Brutodosis ( $\mu\text{Sv}$ )	
	ongefilterd	gefilterd		ongefilterd	gefilterd
M31	218,68	218,48 (-0,09%)	M41	69,10	niet gefilterd
M32	193,45	193,27 (-0,09%)	M42	68,45	niet gefilterd
M33	195,33	niet gefilterd	M43	62,08	niet gefilterd
M34	183,57	niet gefilterd	M44	63,83	63,81 (-0,029%)
M35	105,69	niet gefilterd	M45	190,35	190,31 (-0,025%)
M36	114,61	niet gefilterd	M46	235,56	235,50 (-0,03%)
M37	113,39	113,39 (-0,006%)	M47	194,58	194,50 (-0,04%)
M38	112,83	112,81 (-0,020%)	M48	187,20	186,98 (-0,12%)



Figuur 9: De gefilterde data. In de kaders staan het monitornummer en de hoogste geregistreerde 10- minuutwaarde aangegeven. NB: bij enkele monitoren is een andere schaalverdeling gebruikt.

#### 4.2.2 Detectielimiet

De berekende daggemiddelden zijn als invoer van de MONET-berekeningen gebruikt. Om het effect van het verwijderen van externe verhogingen op de MONET-methode te laten zien zijn vooral de MONET-detectielimiet en de toegevoegde dosis van belang. Het effect van het filteren van data op de detectielimiet is te zien in Tabel 5. De detectielimiet neemt over het

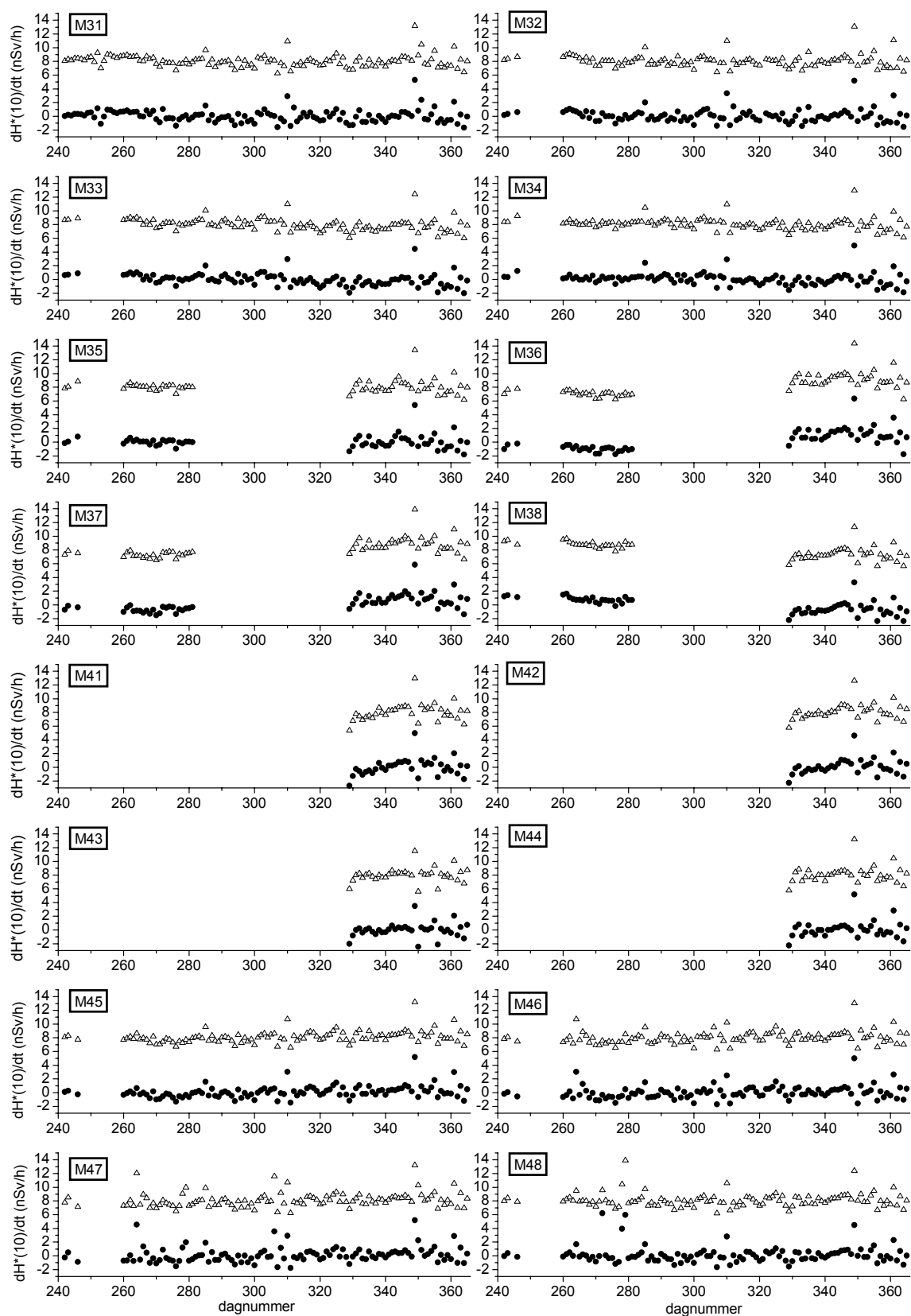
algemeen iets af door het filteren, maar bij een enkele monitor is een toename van de detectielimiet te zien. Deze toename is over het algemeen gering, behalve bij M48. De afname van de detectielimiet hangt samen met de kleinere variatie in daggemiddelden die optreedt door het filteren. De reden dat de detectielimiet ook kan toenemen door het filteren hangt samen met de manier waarop de detectielimiet wordt bepaald. Bij die bepaling worden alleen dagen gebruikt die geen structuur vertonen (ofwel: die hetzelfde gedrag vertonen als de referentie die bij de MONET-berekeningen wordt bepaald) [4]. Als nu een dag, waarop een externe verhoging optreedt, mét deze verhoging niet wordt gebruikt voor de bepaling van de detectielimiet, maar zonder de verhoging wel wordt gebruikt voor de bepaling van de detectielimiet, is het mogelijk dat door het verwijderen van de verhoging de detectielimiet toch toeneemt. De detectielimiet van de monitoren M36-M38 is duidelijk hoger dan die van de overige monitoren, door de verplaatsing van deze monitoren tijdens de proefperiode. Aangezien het stralingsniveau op de oude en nieuwe locatie niet gelijk was, uit dit zich in een hogere detectielimiet. Gezien de beperkte meetperiode, met name na de verplaatsing van de monitoren, is hier geen correctie voor uitgevoerd.

*Tabel 5: De MONET-detectielimiet voor de ongefilterde data en de gefilterde data. Tussen haakjes staat de relatieve toename ten opzichte van de ongefilterde data.*

Monitor	detectielimiet (nSv/h)		Monitor	detectielimiet (nSv/h)	
	ongefilterd	gefilterd		ongefilterd	gefilterd
M31	1,60	1,59 (-0,9%)	M41	2,01	niet gefilterd
M32	1,55	1,46 (-6,4%)	M42	1,70	niet gefilterd
M33	1,76	niet gefilterd	M43	1,03	niet gefilterd
M34	1,47	niet gefilterd	M44	1,29	1,33 (2,4%)
M35	1,15	niet gefilterd	M45	1,44	1,44 (-0,1%)
M36	3,46	niet gefilterd	M46	1,54	1,55 (0,7%)
M37	2,63	2,64 (0,5%)	M47	1,55	1,51 (-2,7%)
M38	2,67	2,61 (-2,1%)	M48	1,43	1,74 (22%)

### 4.2.3 Nettodosis

De met de MONET-methode berekende nettodosis wordt gegeven in Tabel 6. Het nettodosistempo wordt gegeven in Figuur 10 voor zowel de ongefilterde als de gefilterde data. De verschillen tussen de monitoren onderling hangen mede samen met het verschillende aantal dagen dat er data voor de monitoren beschikbaar zijn. Opvallend is dat de nettodosis zowel kan toenemen als kan afnemen door het filteren van de data. Dit hangt samen met het eerder besproken effect van het filteren op de detectielimiet. De grootste afname van de nettodosis door het filteren treedt op bij M48. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het verwijderen van de externe verhoging op dag nummer 272, zoals ook te zien is in Figuur 10. De verhoging op dag 349, die bij alle monitoren optreedt, is waarschijnlijk toe te schrijven aan de overvloedige lokale neerslag die op die dag viel.



Figuur 10: De met de MONET-methode berekende nettodosistempo, zowel zonder het verwijderen van externe verhogingen (zwarte rondjes), als met toepassing van het filter (open driehoekjes, 8 nSv/h omhoog geschoven).

*Tabel 6: De met de MONET-methode berekende netto-dosis voor de ongefilterde data en de gefilterde data. Tussen haakjes staat de relatieve toename ten opzichte van de ongefilterde data.*

Monitor	nettodosis ( $\mu\text{Sv}$ )		Monitor	nettodosis ( $\mu\text{Sv}$ )	
	ongefilterd	gefilterd		ongefilterd	gefilterd
M31	0,31	0,34 (13%)	M41	0,17	niet gefilterd
M32	0,33	0,35 (8%)	M42	0,16	niet gefilterd
M33	0,23	niet gefilterd	M43	0,17	niet gefilterd
M34	0,29	niet gefilterd	M44	0,23	niet gefilterd
M35	0,25	niet gefilterd	M45	0,39	0,37 (-5%)
M36	0,24	niet gefilterd	M46	0,36	0,33 (-7%)
M37	0,21	0,21 (0,5%)	M47	0,61	0,58 (-5%)
M38	0,079	0,080 (1,3%)	M48	0,74	0,41 (-44%)

## 5. Conclusie

In dit rapport worden de resultaten besproken van de metingen tijdens de proefperiode (30 augustus-31 december 2002) met het nieuw aangelegde MONET-meetnet aan de terreingrens van de COVRA N.V. Om uit deze metingen de door de COVRA toegevoegde dosis te berekenen moeten er storende invloeden uit de data worden verwijderd. Deze storende invloeden (externe verhogingen) zijn verhoogde stralingsniveaus door NDO onderzoek dat bij een bedrijf in de omgeving van de COVRA plaatsvindt en de verhoogde stralingsniveaus die samenhangen met het transport van radioactief materiaal naar de COVRA. Beide soorten verhogingen dienen niet aan de COVRA te worden toegeschreven bij het aan de vergunningslimieten toetsen van de door COVRA veroorzaakte toegevoegde dosis. Om de externe verhogingen te verwijderen is een methode ingevoerd die, uit de MONET 10-minuutwaarden voor  $H^*(10)$ , de niet aan COVRA toe te rekenen verhogingen filtert. Eén van de parameters, die deze berekening beïnvloedt, is *limit*. Dit is de minimale verhoging van het stralingsniveau die op moet treden voordat een meetpunt als een mogelijk te verwijderen verhoging wordt beschouwd. Voor *limit* wordt de waarde 3,9 nSv/h gekozen. Deze waarde komt overeen met drie keer de standaardafwijking die wordt verwacht bij ongestoorde metingen van  $H^*(10)$  bij de COVRA en is daardoor een goede keuze om verstoringen in het stralingsniveau te detecteren.

Van de gefilterde 10-minuutwaarden worden daggemiddelden van het dosistempo bepaald, die vervolgens dienst doen als invoer voor de MONET-methode.

Het gebruik van de gefilterde data leidt ertoe dat de brutodosis in zeer geringe mate afneemt ten opzichte van de ongefilterde data: de maximale afname tijdens de proefperiode was 0,12%. Door het filteren neemt de MONET-detectielimiet voor de meeste monitoren iets af, maar bij een enkele monitor wordt de detectielimiet groter. Door het gecombineerde effect van een verandering van de MONET-detectielimiet en het verwijderen van de externe verhogingen neemt voor een aantal monitoren de berekende nettodosis toe, terwijl die bij andere monitoren afneemt.

De grootste toename in de nettodosis over de proefperiode door het filteren van de data bedroeg 13%, de grootste afname bedroeg 44%. Dit geeft aan dat het verwijderen van de externe pieken van grote invloed kan zijn bij het bepalen van de door COVRA veroorzaakte toegevoegde dosis.

## Literatuur

- [1] MONET – Netwerk voor monitoring van externe straling rond bedrijfsterreinen. Romijn J, Lunenburg van APPA, Meyer ES, Aldenkamp FJ, Smetsers RCGM (ed.) RIVM-rapport 610330011, 2000.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] Methode voor bepaling van het aan de achtergrond toegevoegde stralingsniveau voor het MONET meetnet, Reinen HAJM, Stoop P, Slaper H, RIVM rapport 610330021, 2000.
- [5] 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 okt 2003.
- [6] Memo van VROM Inspectie aan RIVM van 30 december 2003, Bothof, J.
- [7] Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl).
- [8] Emissies en doses door bronnen van ioniserende straling in Nederland- Jaarrapport 2003 ‘beleidsmonitoring straling’, Eleveld H, Tanzi CP, Bijwaard H, Kwakman PJM, RIVM rapport 861020003, 2004.