

*Notitie***Aan**

Ilse van den Aker (SZW)
Jeroen Terwoert, Hielke Kuitert (iSZW)

Van

Suzanne Spaan

Kopie aan

Jody Schinkel (TNO)

Onderwerp

Mogelijke invloed van adembescherming op resultaten persoonlijke
asbestvezelconcentratiemetingen

Utrechtseweg 48
3704 HE Zeist
Postbus 360
3700 AJ Zeist

www.tno.nl

T +31 88 866 60 00
F +31 88 866 87 28

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

E-mail

suzanne.spaan@tno.nl

Doorkiesnummer

+31 88 866 18 21

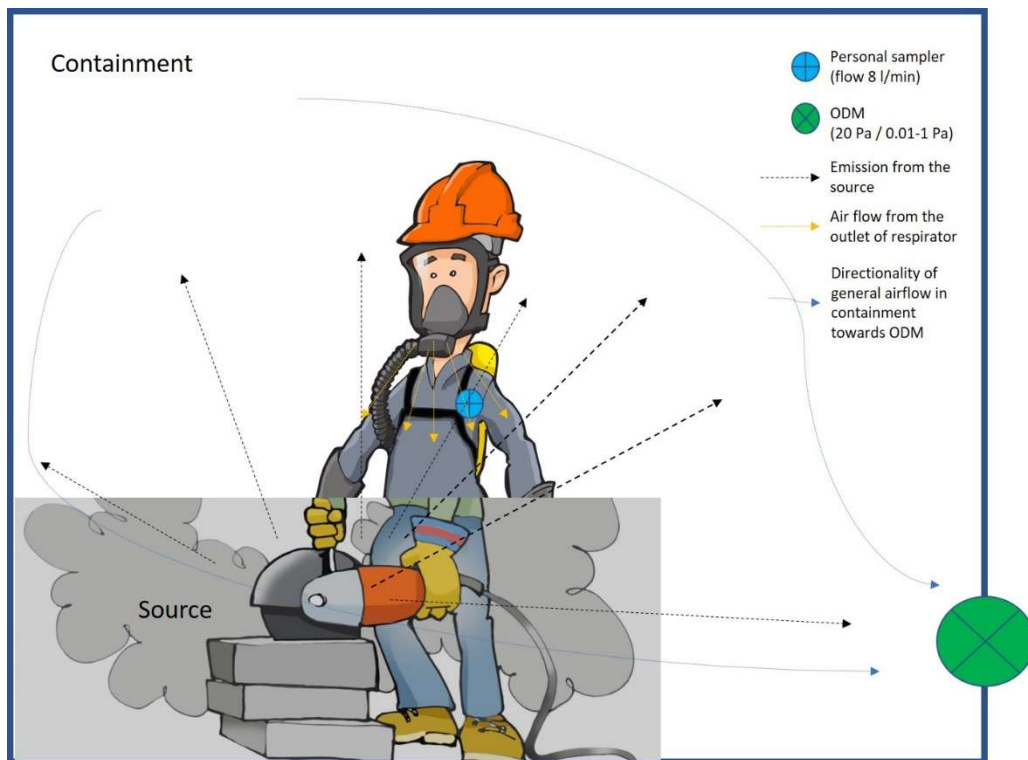
Doorkiesfax

+31 88 866 87 28

Aanleiding

Tijdens validatiestudies komt het soms voor dat de gemeten concentraties van de stationaire metingen hoger zijn dan die van de persoonlijke metingen, terwijl op basis van de theorie het tegenovergestelde wordt verwacht, aangezien de persoon zich over het algemeen dicht bij de bron van blootstelling bevindt dan het stationaire meetpunt. Met betrekking tot deze observatie kunnen allerlei redenen worden aangedragen. Zo kan het zijn dat er secundaire bronnen in het containment aanwezig zijn, of dat wellicht het gebruik van adembescherming (afhankelijke dan wel onafhankelijke lucht) hierop van invloed is. Met betrekking tot de adembescherming zou het zo kunnen zijn dat de lucht die wordt uitgeblazen vanuit het masker aanwezig asbestverontreiniging bij de meetkop 'wegblaast', wat een verlagend effect zou kunnen hebben op de gemeten blootstelling. Dit is voor het in kaart brengen van persoonlijke blootstelling en daarmee de (potentiele) risico's niet wenselijk.

Om te beoordelen of metingen worden beïnvloed door het gebruik van adembescherming is een pilot studie uitgevoerd welke is gerapporteerd in deze notitie. In Figuur 1 is een schematische weergave van de verschillende luchtstromen die op zouden kunnen treden in een containment, waarbij moet worden opgemerkt dat de invloed van de onderdrukmachine (ODM) op de luchtstromingen in het containment afhankelijk is van de grootte van het containment, de inrichting van het containment, de benodigde onderdruk en de locatie van de ODM.



Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

Blad
2/15

Figuur 1: Schematische weergave van verschillende (mogelijke) luchtstromen in een containment

Op basis van de casus zoals hierboven beschreven zijn onderstaande hoofdvraag en deelvragen geformuleerd:

Hoofdvraag:

Beïnvloed de uitblaas van het masker de 'normale' route van deeltjes van de bron naar de receptor, en daarmee de concentratie van de asbestvezels die wordt gemeten in de ademzone van de persoon (waarbij de monsternametekop over het algemeen op de revers/schouder wordt geplaatst, en over het algemeen een debiet variërend van 2 tot 8 liter/minuut wordt aangehouden)?

Deelvragen:

- Is dit effect hetzelfde voor de verschillende uitblaasvoorzieningen van de verschillende soorten adembescherming die er (over het algemeen) worden gebruikt?
 - o Qua plek op het masker
 - o Qua manier van uitblazen (naar alle kanten, voornamelijk recht naar voren, etc.)
 - o Qua snelheid van uitblazen
- Wat is de precieze range (in alle richtingen) van de invloed van de uitblaas van de adembescherming, en het eventuele verloop daarin?

- Wat is de optimale positie van de monsternametekop in de ademzone t.o.v. de uitblaas van het masker (minste invloed op aanzuig monsternametekop)
- Varieert het effect bij een variërende bronsterkte?
- Varieert het effect bij een variërende werkoriëntatie (boven/onder schouderhoogte)?
- Varieert het effect bij een variërende positie van het hoofd van de persoon (naar beneden kijken versus naar boven kijken (werkoriëntatie)?
- Varieert het effect bij beweging van hoofd/persoon als geheel (activiteit)?

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

3/15

Opzet en uitvoering

Met bovenstaande hoofd- en deelvragen in het achterhoofd zijn we op zoek gegaan naar een geschikte locatie om een aantal testen uit te kunnen voeren, zodat er op basis van de uitkomsten de gestelde vragen in ieder geval grotendeels zouden kunnen beantwoorden. Hierbij zijn we uitgekomen bij de testkamer van ProQares in Rijswijk,¹ welke is uitgerust met een systeem dat is ontwikkeld om variatie in deeltjesconcentratie real-time te meten. Hiervoor wordt gebruikt gemaakt van Condensatie Nucleus Tellers (Portacount Model 8020A, TSI Inc. Minnesota) en een Laskin aerosolgenerator (Model AG-E1, TEC Services Inc., MD) werd gebruikt om in de testkamer aerosolconcentraties van rond de 3.0×10^5 deeltjes/cc te creëren. Normaal gesproken zorgt een ventilator ervoor dat de deeltjesconcentratie zo homogeen mogelijk wordt verdeeld over de testkamer, maar om zoveel mogelijk een bron van blootstelling te simuleren stond de ventilator niet aan tijdens de metingen waarbij de proefpersoon zich bij de inlaat van de deeltjes bevond (zie hieronder).

Met betrekking tot de testen zoals uitgevoerd in de testkamer van ProQares zijn de volgende uitgangssituatie, voordelen en nadelen van toepassing:

- Uitgangssituatie testruimte:
 - Grootte ruimte constant
 - Ventilatievoud constant
 - Concentratie deeltjes constant
- Voordelen:
 - “Direct reading” van de verschillende concentraties
 - Vergelijkbare metingen

¹ In deze testkamer zijn ook de testen met adembescherming uitgevoerd, zoals beschreven in: Schinkel J, den Boeft J, Tromp P, de Jonge M. Onderzoek beschermingsfactoren bij adembeschermingsmiddelen gebruikt in de asbestbranche. TNO rapport TNO2016 R11443, 30 januari 2017.

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

4/15

- Inschatting dat deze situatie redelijk overeenkomt met de situatie in een (klein) containment, waar de concentratie in de ruimte waarschijnlijk redelijk snel homogeen verdeeld zal zijn
- Op verschillende posities rondom de adembescherming de concentratie kunnen meten en het effect van de ABM op de gemeten concentratie kunnen meten → bronsterkte gelijk
- **Nadelen:**
 - Locatie van de bron (generatie blootstelling) niet vergelijkbaar met praktijksituatie, waardoor de bron van blootstelling zoals deze in de praktijk over het algemeen voorkomt niet kan worden nagebootst, en dus niet goed kan worden nagegaan of de uitblaas van de adembescherming potentieel direct de route van de deeltjes van de bron naar de persoon beïnvloedt → dit zal in grote ruimten/containments, waar de concentratie niet snel homogeen is, en de concentratie bij de bron als hoogst wordt ingeschat, van invloed kunnen zijn
 - Invloed van variatie van bronsterkte in ruimte kan niet worden nagegaan
 - Invloed van variatie van grootte van de ruimte kan niet worden nagegaan
 - Invloed van variatie van ventilatievoud in ruimte en/of locatie van de ventilatie (uitlaat) kan niet worden nagegaan

Het doel van de testen zoals uitgevoerd in de testkamer van ProQares is het vergelijken van simultane deeltjesconcentratie in de ruimte (ambient, stationair) met de deeltjesconcentratie bij de persoon (op verschillende punten in de ademzone), met variatie in (zie Tabel 1):

- Locatie van persoon in de ruimte (bij inlaat deeltjes (“bron”) versus in midden ruimte) (zie Figuur 2)
- Meetpunten rond de persoon (zie Figuur 3)
- Met en zonder adembescherming
 - 2 types maskers met afhankelijke lucht (zie Foto’s 1 en 2 hieronder)

Tabel 1: Overzicht van meegenomen scenario’s

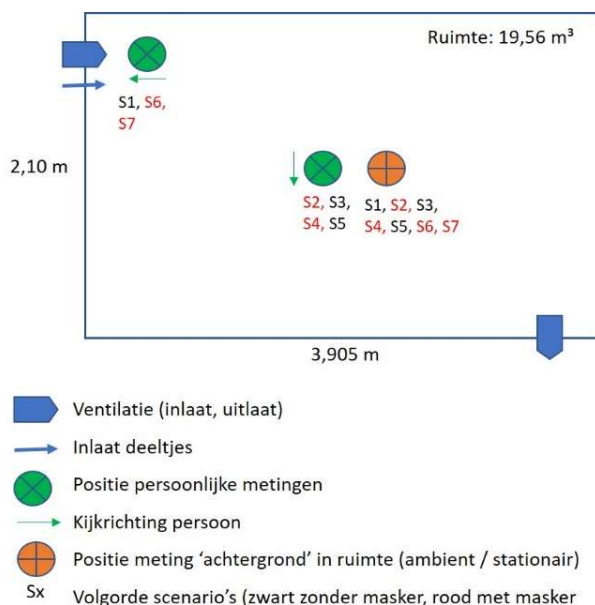
Scenario (volgorde)	Beschrijving	Opmerkingen
S1	Zonder masker Persoon staat voor inlaat deeltjes	Beginnen met lege kamer (opbouwende deeltjesconcentratie), ventilator voor verspreiding staat uit, deeltjesgenerator staat al even aan voordat de meting daadwerkelijk begint NB (*): Onderscheid tussen de locaties borst midden en rechter rever niet worden gemaakt
S2	Met zwart masker	Min of meer stabiele / homogene verdeling van deeltjes over de ruimte, ventilator voor verspreiding staat aan

Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

Blad
5/15

Scenario (volgorde)	Beschrijving	Opmerkingen
	Persoon staat in midden van de kamer (naast stationaire meetpunt)	
S3	Zonder masker Persoon staat in midden van de kamer (naast stationaire meetpunt)	Min of meer stabiele / homogene verdeling van deeltjes over de ruimte, ventilator voor verspreiding staat aan
S4	Met geel masker Persoon staat in midden van de kamer (naast stationaire meetpunt)	Min of meer stabiele / homogene verdeling van deeltjes over de ruimte, ventilator voor verspreiding staat aan NB (*): Twee locaties (links en rechts kijken) zijn aan het eind van de serie uitgevoerd, maar in figuur naar voren gehaald voor vergelijking
S5	Zonder masker Persoon staat in midden van de kamer (naast stationaire meetpunt)	Min of meer stabiele / homogene verdeling van deeltjes over de ruimte, ventilator voor verspreiding staat aan
Pauze	-	Deeltjesgenerator uit, ventilator vol aan om kamer weer leeg te krijgen
S6	Met geel masker Persoon staat voor inlaat deeltjes	Beginnen met lege kamer (opbouwende deeltjesconcentratie), ventilator voor verspreiding staat uit, deeltjesgenerator gaat aan bij start meting
S7	Met zwart masker Persoon staat voor inlaat deeltjes	Meer homogene verdeling van deeltjes over de kamer, maar ventilator voor verspreiding staat nog steeds uit



Figuur 2: Schematische weergave meetopzet in testkamer ProQares



Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

Blad
6/15

Figuur 3: Schematische weergave van meetlocaties om persoon (niet altijd dezelfde volgorde aangehouden)



Foto's 1 en 2: Typen maskers meegenomen tijdens testen

Met betrekking tot de testopzet zijn de volgende gegevens van toepassing:

- Deeltjesgeneratie 8 psi
- Afzuiging vol aan
- Metingen met twee deeltjestellers (Portacount met probe) (zie Foto's 3 en 4):
 - o 1 voor metingen rondom persoon
 - o 1 voor stationaire meting (ambient)
 - o Met beide wordt elke 2 seconden de deeltjesconcentratie bepaald
- De ruimtemeting (stationair / ambient) bevindt zich constant op dezelfde positie in de ruimte
- Voor de metingen rondom de persoon bevinden zich 2 personen in de testruimte:
 - o 1 proefpersoon (die al dan niet een masker draagt)
 - o 1 persoon die de probe hanteert en verplaatst van de ene locatie naar de andere locatie in de ademzone van de proefpersoon (en daarbij ook zelf verplaatst rond de proefpersoon)

- Per locatie in ademzone $\pm$ 2 minuten meten (~ 60 bepaalde deeltjesconcentraties per locatie)

Datum

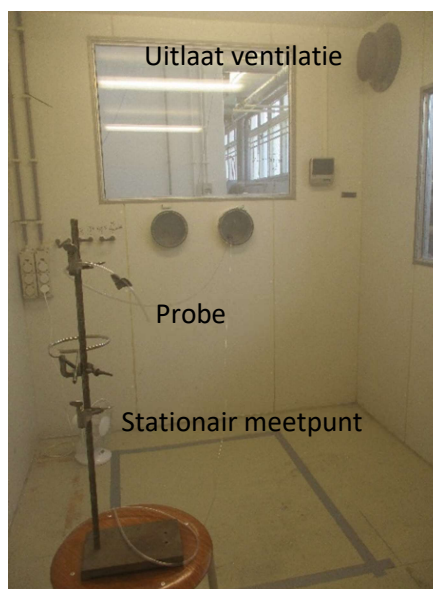
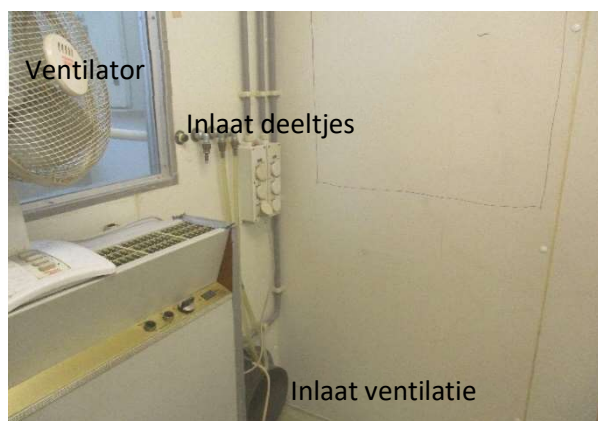
6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

7/15



Foto's 3 en 4: Overzicht van meetopzet in testkamer ProQares

Resultaten en observaties

Hieronder worden scenario de distributie van de gemeten deeltjesconcentraties per meetlocatie weergegeven, waarbij de steeds de meting bij de persoon (in groen) paarsgewijs is gepresenteerd met de parallelle meting in de ruimte (in blauw). Hierbij zijn de scenario's gegroepeerd op basis van de positie van de proefpersoon in de testkamer, te weten A) bij inlaat deeltjes en B) in het midden van de testkamer. De distributies zijn weergegeven in de vorm van een boxplot, aan de hand van het 25^{ste}, 50^{ste} (de mediaan) en 75^{ste} percentiel (de 'box'), het 10^{de} en 90^{ste} percentiel (de 'streepjes' aan de buitenkant van de box), en de onderste 10% en bovenste 10% van de gemeten deeltjesconcentraties (de 'dots').

Op basis van de resultaten kan het volgende worden geobserveerd:

- In z'n algemeenheid wordt op basis van de resultaten van deze testen aangenomen dat de invloed van de uitblaas van adembescherming niet helemaal kan worden uitgesloten, maar in ieder geval niet een substantieel (verlagend) effect heeft op de gemeten deeltjesconcentratie deeltjes in de ademzone
- In z'n algemeenheid liggen de deeltjesconcentraties bij/rond de persoon iets lager dan deeltjesconcentraties in de ruimte (zowel met als zonder masker), wat

een indicatie is dat de persoon zelf sowieso van invloed is op de luchtstromen rond zichzelf, en daarmee ook in de ademzone

- In z'n algemeenheid zijn de verschillen in geobserveerde deeltjesconcentraties tussen de verschillende bemeten locaties in de ademzone klein (allemaal in dezelfde range, overlappende distributies. Deze vergelijking is met name relevant voor een situatie met een homogene verdeling van de deeltjesconcentratie in de ruimte
- In geval van een min of meer homogene deeltjesconcentratieverdeling in de ruimte (S2-S5; B) laten de testen met en zonder adembescherming zeer vergelijkbare resultaten zien, waarbij de deeltjesconcentratie in de ademzone over het algemeen iets lager ligt dan de deeltjesconcentratie in de ruimte
- In geval van een oplopende deeltjesconcentratie in de ruimte, waarbij de persoon zich dicht in de buurt van de inlaat bevindt (S1, S6 en S7; A) en er geen sprake is van actieve menging (op de aanwezige ventilatie na) ziet het er naar uit dat de aanwezigheid van adembescherming resulteert in een iets lagere deeltjesconcentratie (met name scenario 6). De verschillen tussen de persoonlijke metingen en de ruimtemetingen voor de eerste paar locaties liggen op het oog iets verder uit elkaar wanneer er een masker wordt gedragen (scenario 6) in vergelijking met wanneer er geen masker wordt gedragen (scenario 1). Hierbij moet worden opgemerkt dat in geval van scenario 1 de meting iets later is gestart, en er hier dus al iets meer opbouw van de deeltjesconcentratie had plaatsgevonden
- De resultaten van scenario 7 zijn op dit moment niet goed te interpreteren. De mogelijke invloed van de persoon (of eigenlijk twee personen, aangezien er naast de proefpersoon die het masker droeg nog iemand stond die de probe vasthield en verplaatste rond de proefpersoon en zichzelf dus ook verplaatste rond de persoon) en de adembescherming zijn bijvoorbeeld niet goed uit elkaar te halen, en de resultaten laten geen eenduidig beeld zien.
- Wellicht is er sprake van een verschil in probe? Bij het uitvoeren van de metingen is steeds dezelfde probe gebruikt voor de metingen rondom de persoon en de stationaire meting in de ruimte.
- Wellicht is er sprake van invloed van de persoon die de probe hanteert op zowel de gemeten deeltjesconcentraties rond de persoon als op de luchtstromingen die in de testkamer heersen (door zich te verplaatsen), waardoor ook de resultaten van de stationaire meting worden beïnvloed. Het debiet van de portacount en dus het debiet door het slangetje (probe) is relatief laag. De probe bij de persoon is met de hand is vastgehouden om deze te kunnen verplaatsen, terwijl de probe van de stationaire meting op een statief was bevestigd, waardoor wellicht verschillen kunnen zijn ontstaan. Verder is het

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

8/15

Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

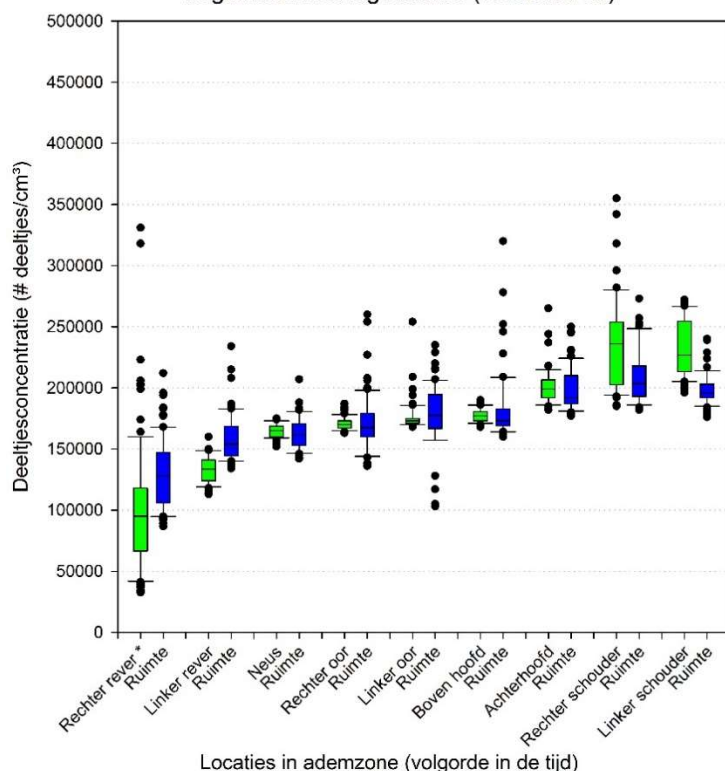
Blad
9/15

mogelijk dat door het verplaatsen van de probe het debiet bij de persoonlijke metingen tussendoor lager is.

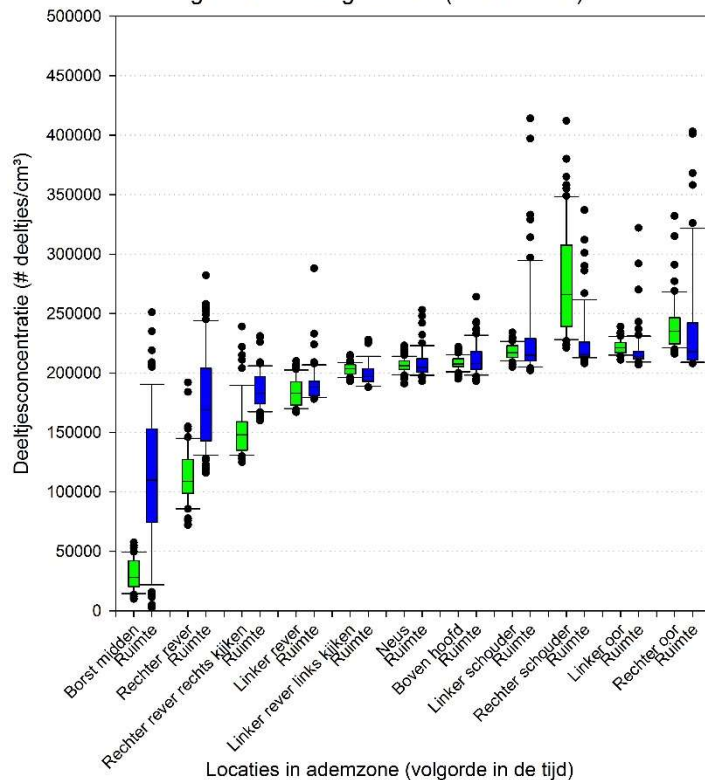
- In een relatief kleine ruimte wordt aangenomen dat de heersende deeltjesconcentratie vrij snel homogeen is verdeeld over de ruimte. In zulke situaties verschillen de deeltjesconcentraties bij de bron ('near field') en in de rest van de ruimte ('far field') over het algemeen niet echt van elkaar. Omdat echter onbekend is in hoeverre de punten zoals hierboven staan besproken van invloed zijn op de gemeten deeltjesconcentraties van zowel de metingen bij de persoon als bij het stationaire meetpunt, is in dit geval een directe vergelijking tussen beide niet geoorloofd, en kan alleen naar relatieve verschillen worden gekeken.

A: Bij inlaat deeltjes

Scenario 1: Zonder masker bij inlaat deeltjes,
beginnend met lege kamer (ventilator uit)



Scenario 6: Met geel masker bij inlaat deeltjes,
beginnend met lege kamer (ventilator uit)

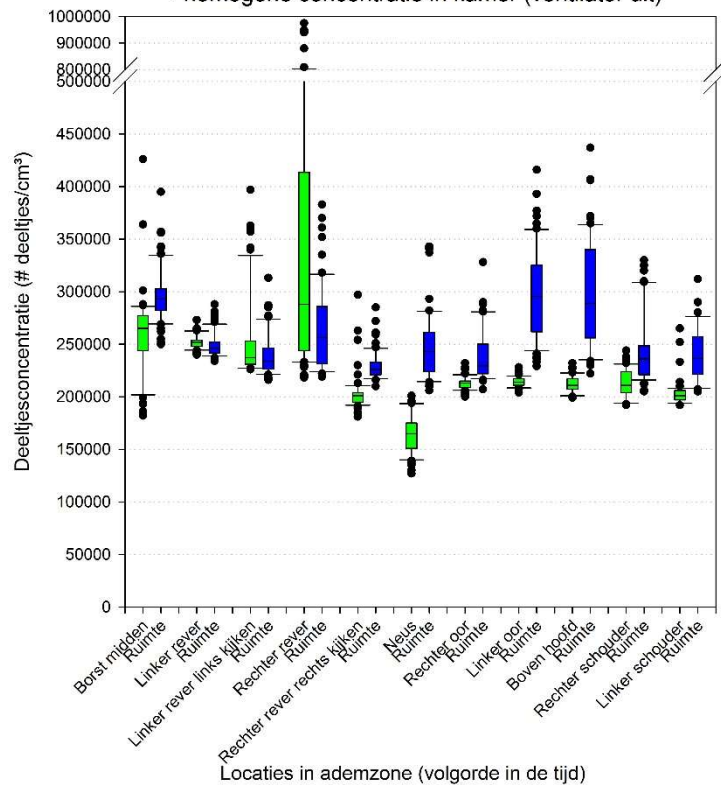


Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

Blad
10/15

Scenario 7: Met zwart marker bij inlaat deeltjes,
~ homogene concentratie in kamer (ventilator uit)



B: In het midden van de testkamer

Datum

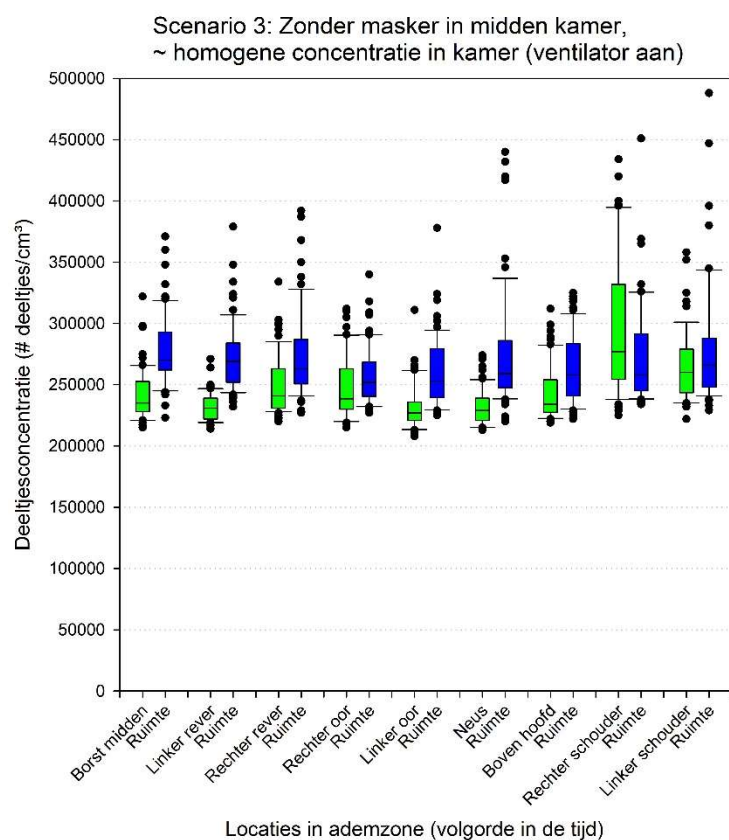
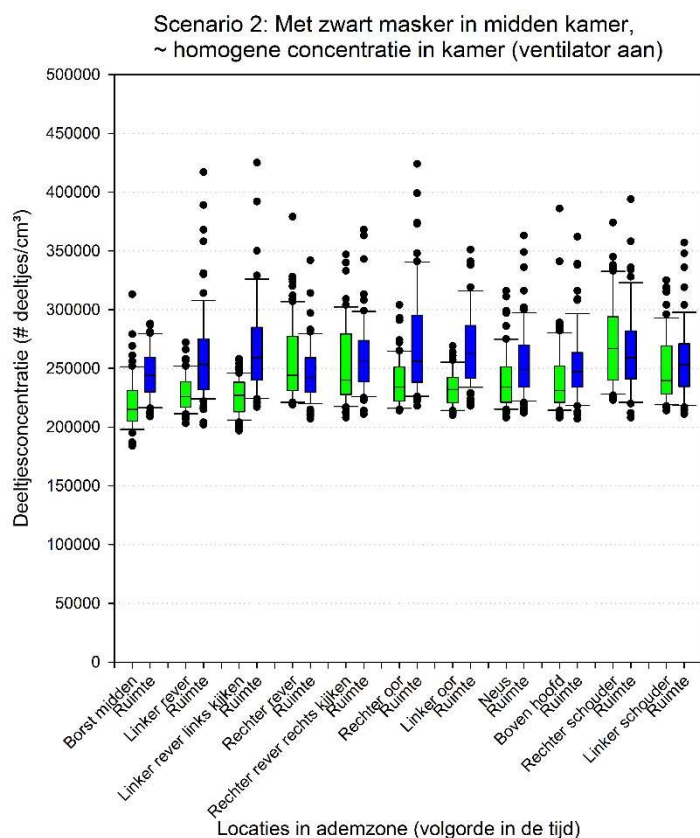
6 december 2017

Onze referentie

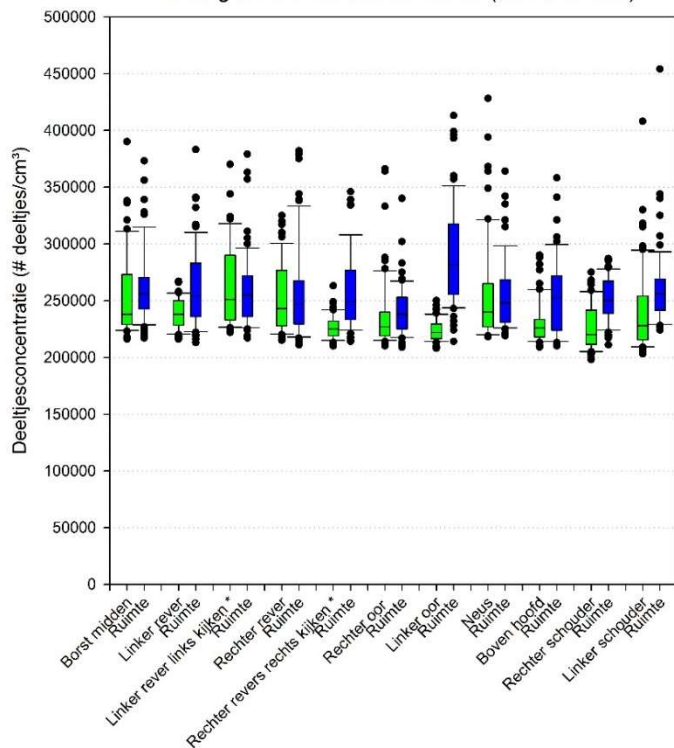
0100310531

Blad

11/15



Scenario 4: Met geel masker in midden kamer,
~ homogene concentratie in kamer (ventilator aan)



Locaties in ademzone (volgorde in de tijd)

Datum

6 december 2017

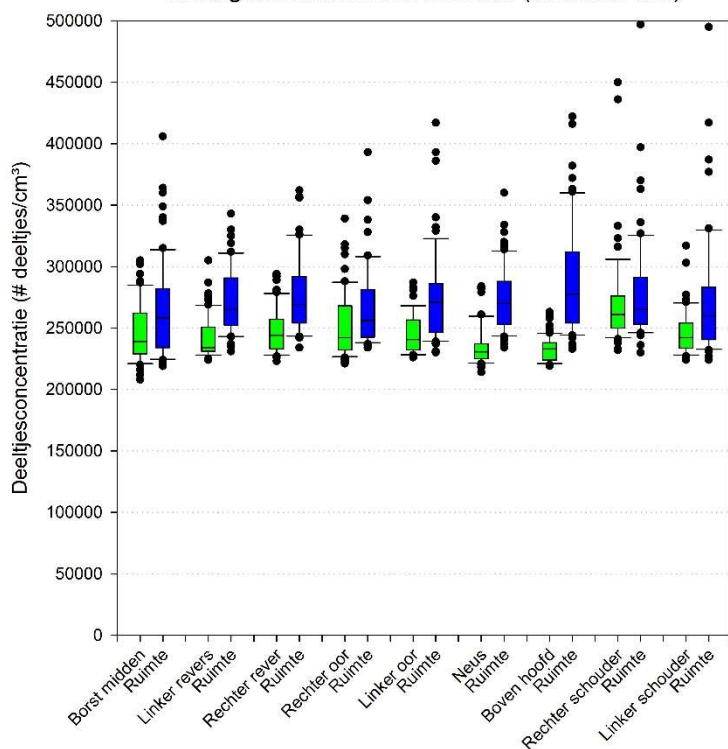
Onze referentie

0100310531

Blad

12/15

Scenario 5: Zonder masker in midden kamer (duplo),
~ homogene concentratie in kamer (ventilator aan)



Locaties in ademzone (volgorde in de tijd)

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

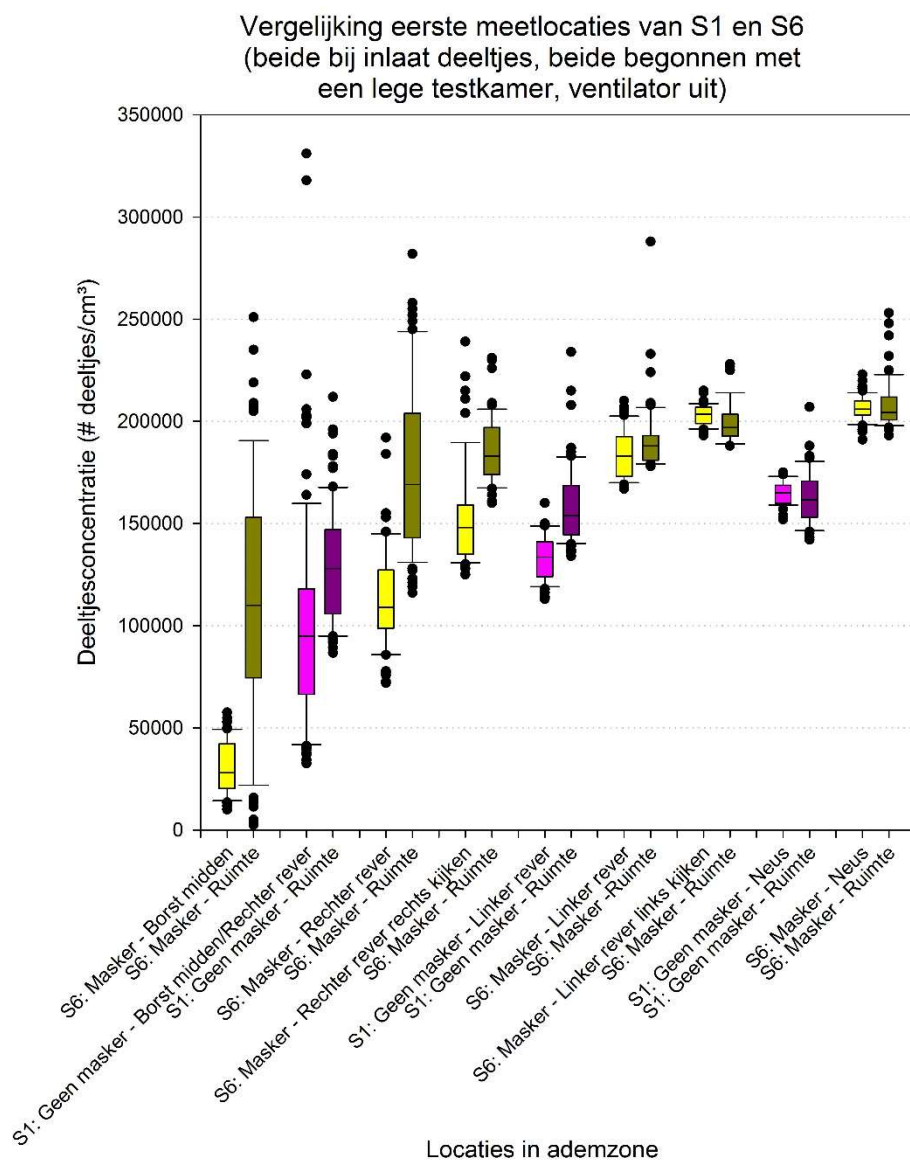
13/15

Omdat de verschillen zich met name lijken voor te doen bij de testen die zijn uitgevoerd bij de inlaat van de deeltjes (S1, S6 en S7), en deze met name relevant zijn omdat deze scenario's het meeste overeenkomen met een verwachte praktijksituatie (namelijk beginnend met geen deeltjes in het containment, en de werknemer bevindt zich dicht bij de bron van blootstelling), is besloten om de eerste meetlocaties van zowel scenario S1 (zonder masker, bij inlaat deeltjes, in roze) als scenario S6 (met masker, bij inlaat deeltjes, in geel) naast elkaar te zetten, zodat deze makkelijker met elkaar kunnen worden vergeleken. Het resultaat hiervan staat weergegeven in de figuur hieronder. Hierbij moet worden opgemerkt dat de eerste twee meetlocaties van scenario S6 (borst midden en rechter rever) zijn samengevoegd in de eerste meetlocatie van scenario S1 (rechter rever). Bij het vergelijken van de gemeten distributies van overeenkomstige meetlocaties, die min of meer op hetzelfde moment in de tijd zijn genomen, en waarvan daarom wordt aangenomen dat de omstandigheden in de testkamer min of meer overeenkomstig zijn (namelijk eenzelfde deeltjesconcentratie die de testkamer in is gebracht op dezelfde locatie, beginnend met een lege testkamer, zonder ventilator om de deeltjes zo snel mogelijk homogeen over de ruimte te verspreiden) valt op dat de distributie van de deeltjesconcentraties van de metingen zonder masker over het algemeen lager is dan de distributie van de deeltjesconcentraties van de metingen met masker. Hierbij moet wel worden opgemerkt dat de deeltjesconcentratie in de ruimte als geheel bij de metingen met masker over het algemeen hoger liggen dan bij de metingen zonder masker, waardoor er in feite waarschijnlijk niet daadwerkelijk sprake is van een (groot) verschil in gemeten deeltjesconcentraties met of zonder masker.

Datum
6 december 2017

Onze referentie
0100310531

Blad
14/15



Conclusies en aanbevelingen

- Op basis deze resultaten wordt geconcludeerd dat de uitblaas van adembescherming, indien al aanwezig, een zeer gering effect heeft op de gemeten deeltjesconcentraties tijdens persoonlijke metingen, en hoeft de huidige manier van monsternamen (meetkop op linker of rechter rever) niet te worden aangepast (zeker in ruimtes met een homogene verdeling van de aanwezig blootstelling).
- Wel wordt geadviseerd om parallel met persoonlijke metingen in een containment ook stationaire metingen mee te laten lopen ter verificatie van de resultaten van de persoonlijke metingen. Omdat stationaire metingen over het

algemeen verder van de bron staan opgesteld dan de persoon, en de bewegingen die de persoon maakt en dergelijke niet (of in ieder geval veel minder) van invloed is op de gemeten deeltjesconcentratie, geven stationaire metingen een minder goed beeld van de werkelijke blootstelling van de werknemer. De resultaten van de stationaire metingen kunnen echter wel vergeleken worden met de resultaten van de persoonlijke metingen, om na te gaan of deze het geobserveerde resultaat bevestigen dan wel ontkrachten.

- Om te zorgen dat dat werkzaamheden die op basis van de resultaten persoonlijke validatiemetingen zijn teruggeschaald naar RK1, ook in de praktijk onder RK1-condities veilig (kunnen) worden uitgevoerd, wordt ook geadviseerd om de uitvoering van deze werkzaamheden in de praktijk te borgen door middel van periodieke metingen.
- Om met meer zekerheid een uitspraak te kunnen doen over de mogelijke invloed van de uitblaas van adembescherming op de gemeten deeltjesconcentraties tijdens persoonlijke blootstellingsmetingen wordt geadviseerd om vergelijkbare testen te doen, waarbij de proefpersoon wordt uitgerust met meerdere 'probes' in de ademzone, zodat de deeltjesconcentraties op verschillende locaties direct met elkaar kunnen worden vergeleken, en ook de mogelijke invloed van de persoon die de probe vasthoudt en zich rond de proefpersoon heen beweegt wordt uitgesloten. Op die manier zouden ook de deeltjesconcentraties van het stationaire meetpunt (of bij voorkeur twee stationaire meetpunten) en de deeltjesconcentraties zoals gemeten rond de persoon meer direct met elkaar kunnen worden vergeleken.

Datum

6 december 2017

Onze referentie

0100310531

Blad

15/15