
Beoordeling Aedes-dossier 'saneren van asbesthoudende vensterbanken - Landelijke afschaling volgens SCi 547'

Commissie SCi 547 van Stichting Certificatie Asbest

Datum: 11 juni 2020
Auteur: drs. P. van Balen
Onderwerp: Validatie werkmethode vensterbanken RK1
Kenmerk: Ascet-SCi547-2020_1a
Disclaimer: De resultaten, conclusies en aanbevelingen zijn het eigendom van Stichting AsCert. Gebruik van het overige vereist schriftelijke toestemming van de auteur.

Managementsamenvatting

De vereniging van woningbouwcoöperaties Aedes heeft het dossier Saneren van asbesthoudende vensterbanken – landelijke afschaling volgens SCi 547 ter beoordeling ingediend bij de Stichting Ascert. Dit dossier is de 2e versie van een dossier dat eerder in september 2019 is ingediend en beoordeeld. De doelstelling van het Aedes-dossier is de specifieke werkmethode (de Aedes-werkmethode) voor het saneren van asbesthoudende vensterbanken (tot 15% witte asbest) te laten vallen onder een lagere risicoklasse (RK1). PreventPartner is gevraagd om aan de hand van het protocol SCi 547 te beoordelen of de voorgestelde Aedes-werkmethode voor het saneren van asbesthoudende vensterbanken (tot 15% witte asbest) kan worden afgeschaald naar RK1.

Daarbij zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Deskresearch van het aangeleverde Aedes-dossier [1], het bekijken van de aangeleverde filmopnamen van de toegepaste methodiek en het lezen van de protocollen van Ascert.
2. Het beoordelen van het Aedes-dossier conform protocol SCi 547.
3. Onafhankelijke statistische analyse van de aangeleverde meetgegevens.
4. Vergelijken van de resultaten van stap 2 en 3 met de commentaren op het vorige dossier [7,8,9].
5. Opstellen van dit rapport.

Een mondelinge toelichting van de bevindingen in een SCi 547-commissie vergadering zal desgevraagd nog volgen

Geconstateerd is dat in het dossier 5 onafhankelijke onderzoeken zijn opgenomen verspreid over een periode van 2 jaar (zie dossier tabel 2 pagina 20). De projecten zijn verspreid over Nederland uitgevoerd. In de statistische analyses is uitgegaan van metingen bij 10 verschillende individuen.

De metingen hebben een BOG van ≤ 200 vezels/m³, wat ligt op of onder 10% van de huidige blootstellingslimiet. Een belangrijk deel van de resultaten blijkt onder deze BOG te liggen bij een meetduur tot 100 minuten.

De in het Aedes-dossier gevolgde benadering (conform SCi 547) is juist toegepast en leidt tot de conclusie dat de blootstelling aan chrysotiel asbestvezels ruim onder de grenswaarde blijft. Er zijn geen significante verschillen tussen personen vast te stellen waardoor er sprake is van een homogeen blootgestelde groep (SEG).

Uit de herbeoordeling van de 19 asbestmetingen uit de SMA-rt database blijkt dat metingen met een BOG van 1000 vezels/m³ om technische redenen niet kunnen worden gebruikt voor het toetsen conform EN-689 aan de grenswaarde van 2000 vezels/m³.

De diverse aanvullende analyses op de resultaten van de in het dossier opgenomen 5 onderzoeken tonen aan dat met voldoende betrouwbaarheid kan worden gesteld dat de blootstelling bij minimaal 95% van de blootstellingen onder de grenswaarde zal blijven. Ook worden in de aanvullende analyses geen significante verschillen tussen personen vastgesteld. Dit bevestigt de vaststelling dat er sprake is van een vergelijkbaar blootgestelde blootstellingsgroep.

Op basis van de voorgaande overwegingen en resultaten van de analyses worden de volgende conclusies getrokken:

1. De aangeleverde informatie en documentatie is compleet en de onderzoeksopzet toetst een hypothese.
2. De gemeten persoonsgebonden asbestconcentraties zijn allen lager dan de wettelijke grenswaarde van 2000 vezels/m³.
3. De hoogste 95%-tiel bovengrens in de analyses is 687 vezels/m³.
4. De asbestblootstelling van de homogene blootstellingsgroep (SEG) saneerders is doeltreffend beheerst (EN 689:2018 § 5.5.3).
5. Het Aedes-dossier, met vijf onafhankelijke onderzoeken over een periode van 2 jaar (20 persoonsgebonden metingen), valideert voldoende een landelijke en permanente afschaling naar RK1, met de huidige wettelijke grenswaarde van 2000 vezels/m³ en volgens de huidige standaarden voor het beoordelen van de blootstelling.
6. Herbeoordeling van de werkwijze dient plaats te vinden na 30 maanden.

Het wordt aanbevolen om in de SCi 547/548 op te nemen hoe om te gaan met meetuitkomsten onder de detectielimiet (BOG) en hoeveel meetseries er nodig zijn voor een landelijke validatie.

Aanvullend wordt aanbevolen om richtlijnen te geven aan het systeem voor herbeoordeling van veilige werkwijzen voor asbestsaneringen.

Inhoud

Managementsamenvatting.....	2
Inhoud.....	4
1 Inleiding	5
2 Aanpak	5
3 Resultaten.....	6
3.1 Beoordeling documentatie.....	6
3.2 Kwantitatieve analyse.....	7
3.2.1 Meetwaarden.....	7
3.2.2 Statistische analyses.....	8
3.2.3 Protocol 547 – BOHS/NVvA-richtlijn	9
3.2.4 NEN-EN 689:2018+C1:2019.....	9
3.3 Onafhankelijke kwantitatieve analyse.....	10
3.4 Gebruik metingen met BOG 1000 vezels/m ³	11
4 Overwegingen.....	12
5 Conclusies	13
Literatuur	14
Bijlage A Checklist SCi 547.....	15
Bijlage B Aanvullende statistische analyses	18
Bijlage C Analyses aangepaste dataset	21
Bijlage D Metingen SMA-rt-database (TNO-analyses)	24
Bijlage E Aanvullende analyse volledige dataset	27
Bijlage F Overzicht gebruikte meetgegevens.....	30

1 Inleiding

Op 7 mei ontving PreventPartner in de persoon van P. van Balen het dossier *Saneren van asbesthoudende vensterbanken – landelijke afschaling volgens SCi 547* (hierna Aedes-dossier) ter beoordeling [1]. Dit dossier is ingediend door de vereniging van woningbouwcoöperaties Aedes en is de 2^e versie van een dossier dat eerder in september 2019 is ingediend. De doelstelling van het Aedes-dossier is de specifieke werkmethode (hierna Aedes-werkmethode) voor het saneren voor asbesthoudende vensterbanken (tot 15% witte asbest) te laten vallen onder een lagere risicoklasse (RK1).

Op dit moment valt het verwijderen van dergelijke sanering onder het zwaarste regime van Risicoklasse 2. Voorwaarde voor afschaling is dat de gezondheidsrisico's voor de uitvoerenden en omgeving op of onder het niveau van het verwaarloosbare risico liggen. Dit betekent o.a. dat de blootstelling in de werkplekatmosfeer aan asbestvezels door toepassing van de Aedes-werkmethode voor uitvoerenden onder de publieke grenswaarde van 2000 vezels/m³ [10] moet blijven.

PreventPartner is gevraagd om, vanuit het perspectief 'beheersen blootstelling' en 'landelijke validering', te beoordelen of de voorgestelde Aedes-werkmethode kan worden afgeschaald naar RK1. PreventPartner heeft ook het dossier uit 2019 beoordeeld [7,8,9].

2 Aanpak

Om die vraag te kunnen beantwoorden is het onderzoek uitgevoerd langs drie lijnen. Allereerst is beoordeeld of het dossier voldoet aan de criteria zoals gesteld door de Stichting Ascert in het document SCi 547 [2]. Vervolgens is onderzocht of het dossier in de voldoende aanvullende kwantitatieve informatie bevat ten opzichte van de eerste versie van het dossier. Daarbij is gelet op:

1. de metingen zodanig zijn uitgevoerd (aangezogen volume en aantal getelde beeldvelden) dat de bepalingsondergrens (BOG) van de gemeten samples (de detectielimiet) kleiner of gelijk is aan 10% van de grenswaarde;
2. het aantal metingen voldoende in tijd en ruimte is verspreid, zodat voor de vergelijkbaar blootgestelde groep een toetsing aan de grenswaarde kan plaatsvinden;
3. de argumentatie - waaronder de statistische analyse van de metingen - aangeeft dat de blootstelling aan chrysotiel asbest bij toegepaste methodiek de grenswaarde van 2000 vezels/m³ niet overschrijdt.

Omdat veel van de meetresultaten onder de detectielimiet liggen zijn tenslotte aanvullende analyses uitgevoerd met alternatieve benaderingen om de robuustheid van het dossier te toetsen.

Daarbij zijn hebben daarbij de volgende stappen doorlopen:

1. Deskresearch van het aangeleverde Aedes-dossier [1], het bekijken van de aangeleverde filmopnamen van de toegepaste methodiek en het lezen van de protocollen van Ascert.
2. Het beoordelen van het Aedes-dossier conform SCi 547.
3. Onafhankelijke statistische analyse van de aangeleverde meetgegevens.
4. Vergelijken van de resultaten van de 2 en 3 met de commentaren op het vorige dossier [7,8,9].
5. Opstellen van dit rapport.
6. Een mondelinge toelichting van de bevindingen in een SCi 547-commissie vergadering zal desgevraagd nog volgen.

3 Resultaten

De door Ascert gevraagde kwalitatieve informatie over het Aedes-dossier is gerapporteerd in bijlage A van dit rapport.

3.1 Beoordeling documentatie

Het Aedes-dossier bevat de volgende documenten:

- Saneren van asbesthoudende vensterbanken – landelijke afschaling volgens SCi 547, versie 2. Prins Milieu Consultancy b.v. 2 april 2020.
- Advies SMA-rt risicoklasse aanpassing voor het verwijderen van asbesthoudende vensterbanken. TNO 0100308174. 12 oktober 2017.
- Resultaten blootstellingsstudie tijdens het verwijderen van asbesthoudende vensterbanken onder verlicht beheersregime (RK1). TNO 010031118. 29 januari 2018.
- Aedes-protocol. Borging van asbestsaneringen onder risicoklasse 1. Versie 1.1. 1 februari 2019.
- Aedes-protocol. Sanering van asbesthoudende vensterbanken onder risicoklasse 1. Versie 1.1. 1 februari 2019
- Ministerie SZW. Brief betreffende ‘verzoek aanpassen SMA-RT inzake vensterbanken. 9 juli 2018.
- Ascert. Brief met reactie op verzoek SZW op aanpassing SMA-RT vensterbanken. 13 september 2018.
- Ministerie SZW. Brief als reactie op brief Ascert. 5 oktober 2018.
- Complex 253 aan de Trompstraat en Dr. Jan Berenstraat in Nijmegen – evaluatie asbestsanering. Prins Milieu Consultancy b.v. 18032-1.b 02. 21 maart 2019.
- Woning aan de Leidseweg 33 (en buurtkantoor) in Utrecht -evaluatie asbestsanering. Prins Milieu Consultancy b.v. Kenmerk 18032-1.b02. 29 mei 2019.
- AFRS ingenieurs B.V. Terugschalingsmeting conform artikel 4.2 Arbobesluit gebruikmakend van NEN-EN 689 en SCi-548. 10 januari 2018.
- Prins Milieu Consultancy b.v. Sanering van vensterbanken op het terrein aan de Jan van Krimpenweg 17 en 19 in Haarlem. 19 september 2019.
- Prins Milieu Consultancy b.v. Film: Saneren van asbesthoudende vensterbanken volgens het Aedes-protocol tijdens mutatie-werkzaamheden in 2019. Complex Leidsche Poort in Utrecht.
- Prins Milieu Consultancy b.v.. Film: Saneren van vensterbanken onder risicoklasse 1. 17 december 2017.
- Prins Milieu Consultancy b.v. Film: Sanering van vensterbanken in complex Trompstraat in Nijmegen. 18 februari 2019

PreventPartner heeft vastgesteld dat de informatie die nodig is om de om de beoordeling van de Aedes-werkmethode te kunnen uitvoeren aanwezig is. De 2^e versie van het dossier is compleet en de aangeleverde informatie is van voldoende kwaliteit om een toets in het kader van veilige werkwijzen conform SCi 547 en SCi-548 uit te kunnen voeren.

Gezien de ontwikkelingen en de kritiek op versie 1 van het dossier zijn aanvullend analyses uitgevoerd conform de BOHS-NVvA-richtlijn voor het toetsen van de blootstelling [6].

De beide Aedes-protocollen (zie de lijst hierboven) voldoen aan het gestelde in SCi 547, zie bijlage A checklijst punt 2 en 3.

De blootstellingsstudies voldoen aan het gestelde in de checklijst onder punt 4 en 5. In totaal zijn 5 verschillende projecten gebruikt over een periode van 2 jaar; met daarin 20

persoonsgebonden en 21 stationaire metingen gebruikt. Uit de rapportage is niet het aantal individuen op te maken wiens blootstelling is bemonsterd.

3.2 Kwantitatieve analyse

Voor het beoordelen van het Aedes-protocol voor saneringen van asbesthoudende venterbanken zijn in totaal 20 persoonsgebonden metingen gebruikt om te bepalen of er sprake is van een veilige werkwijze.

De 21 stationaire metingen kunnen dienen als ondersteunende informatie in projecten. Ze geven echter onvoldoende informatie voor beoordeling van de blootstelling en zijn terecht niet gebruikt in de statistische evaluatie in Aedes-dossier.

In de verdere rapportage worden 10 verschillende blootgestelde individuen aangehouden bij de analyse of er sprake is van een homogeen blootgestelde groep.

3.2.1 Meetwaarden

De BOG ligt in alle gebruikte meetsets onder 10% van de grenswaarde voor chrysotiel (2000 vezels/m³ TGG8uur [10]). De meettijd bedraagt maximaal 100 minuten. De laboratoria hebben gecorrigeerd voor lagere volumina door meer beeldvelden te tellen zodat toch aan de voorwaarde kon worden voldaan. In bijlage D en E zijn de analyses uitgevoerd op twee datasets waarbij de resultaten van de metingen zijn gebruikt met een BOG van 1000 vezels/m³. Deze metingen zijn niet bruikbaar voor het toetsen van het Aedes-protocol. Dit is in behandeling van de eerste versie van het dossier aangetoond [9]. Omdat de metingen zijn besproken in het dossier zijn de analyses opnieuw uitgevoerd met behulp van BWStat v3 en IHDA v1. In § 3.4 worden de resultaten van die analyses besproken.

In de set meetgegevens die zijn gebruikt in versie 2 van het dossier bevinden zich 16 metingen zich onder de BOG bevinden. Een vertaling naar een blootstelling over 8 uur (om te kunnen toetsen aan de TGG-8uur grenswaarde) is door de relatief korte meettijd en het grote aantal waarden onder de detectiegrens lastig en methodologisch onjuist [4]. Er is voor gekozen om de 95% bovengrens (BHI - Poisson-verdeling) van de meetwaarden als worst-case benadering te gebruiken voor 8 uren blootstelling. Uit de projecten blijkt dat de werkzaamheden over een dag mogelijk veel minder tijd dan 8 uur vergen en mogelijk dichter bij de meetduur liggen.

Als de meetduur in belangrijke mate overeenkomt met de taakduur dan kunnen de gemeten concentraties naar een 8 uren tijdgewogen gemiddelde worden omgerekend. De blootstelling valt door die aanpassing altijd lager uit dan de nu gebruikte waarden. In dat geval kunnen deze als worstcase worden beschouwd. Is de taakduur over een werkdag veel langer dan de meetduur dan kunnen met name de metingen met waarden onder de detectiegrens niet worden gebruikt voor toetsing.

Uit het dossier blijkt dat het verwijderen van vensterbanken op de wijze van het Aedes-protocol maximaal een paar uur per dag wordt uitgevoerd. De meetresultaten kunnen dan als reële waarden worden gebruikt voor de toetsing aan de grenswaarde voor 8 uur.

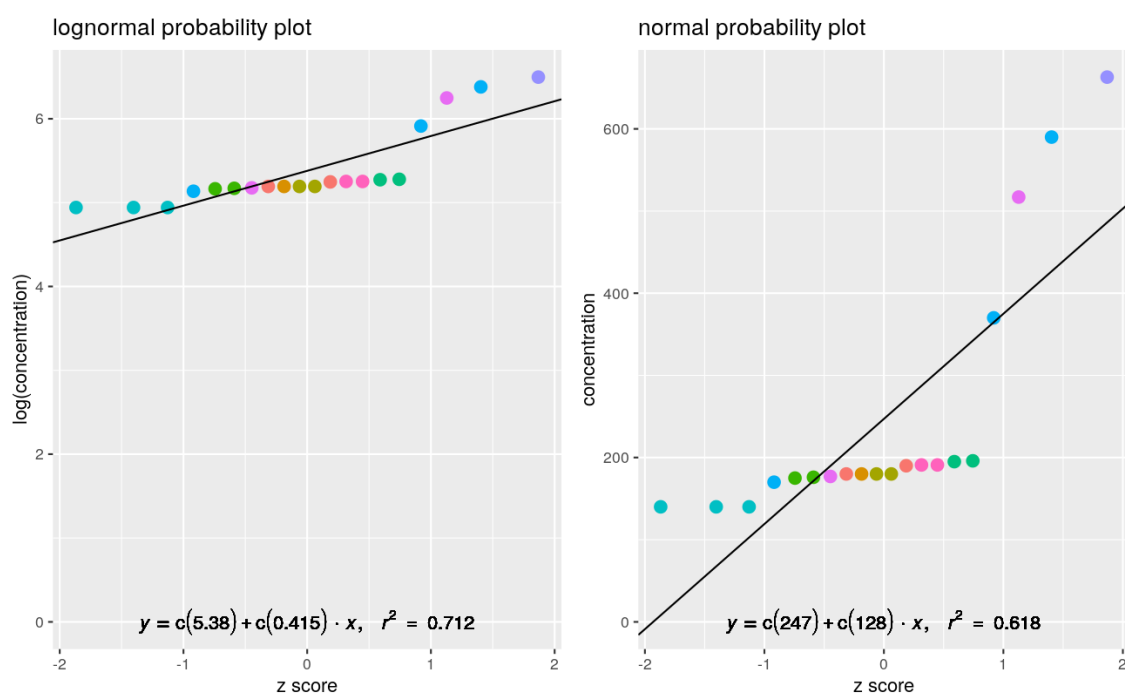
Bij het controleren van de gebruikte resultaten viel op dat bij 1 studie (bijlage B 1^e waarde in tabel bijlage J) niet de waarde uit de contra-analyse is gebruikt terwijl dat op een andere plaats (bijlage B 4^e regel in tabel bijlage J) wel is gebeurd. De overwegingen voor het verschil in benadering staan niet in het rapport. Door gebruik te maken van dit extra meetresultaat zou een meer zuivere toetsing plaats kunnen vinden. PreventPartner heeft deze meetwaarde opgenomen in de eigen statistische analyse (zie § 3.2 en bijlage C).

3.2.2 Statistische analyses

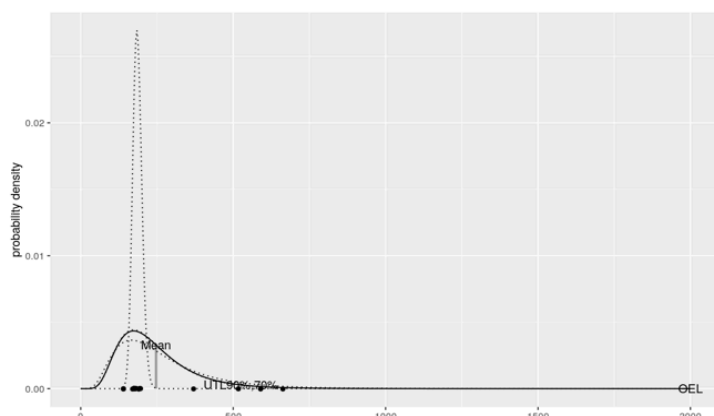
In bijlage B zijn aanvullende analyses uitgevoerd op de set meetgegevens zoals die zijn gebruikt in het Aedes dossier. De onderstaande figuur (Grafiek 1) is een grafische weergave van de lineaire regressielijn door de meetresultaten van 10 personen wanneer deze als lognormaal verdeeld worden beoordeeld (links) of normaal verdeeld (rechts).

De correlatie tussen de verschillende meetpunten in de lognormale verdeling (uitgedrukt in de determinatiecoëfficiënt $R^2=0,71$) is meer dan 71%. De correlatie in de normale verdeling is 61%. Een formele toetst geeft aan dat de set meetgegevens waarbij de resultaten onder de BOG zijn vervangen door de BOG zowel niet lognormaal als niet normaal verdeeld zijn (bijlage B). 40% van de variatie wordt bepaald door de analyse (in dit geval het grote aantal metingen onder de detectiegrens) en niet door de blootstelling.

Uit de grafische beoordeling blijkt dat de meetgegevens nog het meest overeenkomen met een lognormale verdeling (zie ook Grafiek 2). Dit betekent dat de gekozen statistische benadering in het Aedes-dossier passend is.



Grafiek 1. Waarschijnlijkheid plots voor meetgegevens zoals gebruikt in Aedes rapportage.



Grafiek 2. Meetresultaten geplotted op de lognormale verdeling.

3.2.3 Protocol 547 – BOHS/NVvA-richtlijn

In het Aedes-dossier worden de stappen zoals beschreven in SCi 547 en de BOHS-NVvA richtlijn correct gevolgd. Controle op de uitkomsten met behulp van BWStat v3 van de statistische analyses laat zien dat de berekende waarden kloppen en de gebruikte toetsingscriteria juist zijn toegepast.

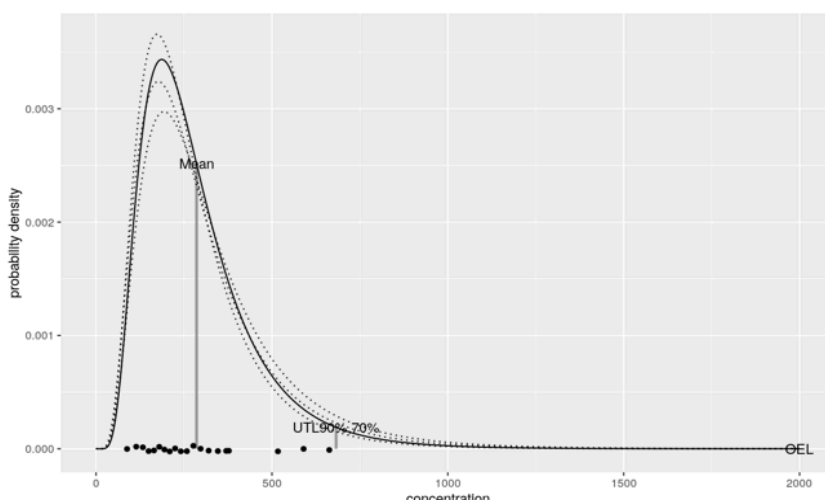
De conclusies over binnenpersoons-variantie en tussenpersoons-variantie zijn lastig te controleren omdat niet is aangegeven of in de 5 verschillende studies de blootstelling van eenzelfde individu in meerdere studies is gemeten. In de TNO-studie (bijlage B Aedes-dossier- Leeuwarden) is aangegeven dat dit wel is gebeurd.

De iSZW heeft de criteria aangegeven waar veilige werkwijzen voor asbestsanering aan moeten voldoen [13]. In bijlage B van dit rapport zijn aanvullende analyses opgenomen die zijn gebaseerd op de NEN-EN 689: 2018+C1 2019. In bijlage H van deze norm worden betere alternatieven aangegeven om resultaten onder de BOG te gebruiken in de statistische analyses. Het vervangen van meetwaarden onder de bepalingsondergrens door vaste waarden zoals de BOG, zorgt voor een overschatting van de gemiddelde blootstelling (geometrisch of rekenkundig gemiddelde) en onderschatting van de spreiding in de blootstelling ((geometrische) standaarddeviatie). Toetsing aan de grenswaarde kan daardoor verkeerde interpretaties geven.

3.2.4 NEN-EN 689:2018+C1:2019

Door gebruik te maken van de methode voor imputatie van meetgegevens onder de detectiegrens zoals die in BWStat v3 zijn opgenomen wordt beter gebruik gemaakt van de variabiliteit die aanwezig is in de metingen met resultaten onder de BOG.

Als de meetresultaten worden vervangen met behulp van een methode zoals geadviseerd in bijlage H blijken de meetresultaten beter verdeeld over de lognormaal curve (zie Grafiek 3). Daardoor is een meer zuivere toetsing mogelijk aan de grenswaarde.



Grafiek 3. BWStat projectie meetgegevens op lognormale verdeling conform EN-689.

In bijlage B is op basis van deze verdeling de toetsing opnieuw uitgevoerd. In de onderstaande tabel (Tabel 1) zijn de belangrijkste parameters samengevat.

Tabel 1. Samenvatting analyses dataset dossier Aedes

Parameter	Analyse volgens SCi 457	Analyse volgens EN-EN 689:2018+C1:2019
Metingen > grenswaarde	0	0
Conclusie 1	Juridisch compliant	Juridisch compliant
Lognormaal verdeeld	Nee	Ja
Normaal verdeeld	Nee	Nee
Aantal gemeten personen	10	10
Verschillen tussen personen	Nee	Nee
GM	217 vezels/m ³	249
GSD	1,606	1,713
UTL95,70	526 vezels/m ³	682
Conclusie 1	Statistisch compliant	Statistisch compliant
U _T	1,870	1,870
U _R	4,689	3,868
Conclusie 2	U _R >U _T statistisch compliant	U _R >U _T statistisch compliant
Periodieke herevaluatie	30 maanden	30 maanden

De conclusie van de analyse in het Aedes dossier is dat de blootstelling onder de grenswaarde van 2000 vezels/m³ blijft en dat de herbeoordeling jaarlijks dient plaats te vinden.

De conclusie van de aanvullende analyse op de dataset is, dat met 70% betrouwbaarheid kan worden gesteld dat meer dan 95% van de blootstellingen onder de grenswaarden zullen blijven bij gebruik maken van deze procedure. Herbeoordeling dient plaats te vinden na 30 maanden. De aanvullende analyse ondersteunt de conclusies in het Aedes-dossier.

3.3 Onafhankelijke kwantitatieve analyse

In het Aedes-dossier is 1 waarde van een contra-analyse uit het TNO-rapport niet overgenomen. Niet is aangegeven waarom dat is gedaan. PreventPartner heeft deze nieuwe set gegevens gebruikt voor een aantal aanvullende analyses om te zien of deze wijziging in de dataset leidt tot andere conclusies. De analyses zijn uitgevoerd met BWStat v3 en IHDA v1. Meer informatie is terug te vinden in bijlage C. Een samenvatting is opgenomen in de onderstaande tabel (Tabel 2)

Tabel 2. Vergelijking meetsets met 4 of 5 meetwaarden boven BOG.

Parameter	Dataset met 4 meetwaarden boven BOG	Dataset met 5 meetwaarden boven BOG
Metingen > grenswaarde	0	0
Conclusie 1	Juridisch compliant	Juridisch compliant
Lognormaal verdeeld	Ja	Ja
Normaal verdeeld	Nee	Nee
Aantal gemeten personen	10	10
Verschillen tussen personen	Nee	Nee
GM	249	239
GSD	1,713	1,761

Parameter	Dataset met 4 meetwaarden boven BOG	Dataset met 5 meetwaarden boven BOG
UTL95,70	682	687
Conclusie 2	Statistisch compliant	Statistisch compliant
U_T	1,870	1,870
U_R	3,868	3,759
Conclusie 3	$U_R > U_T$ statistisch compliant	$U_R > U_T$ statistisch compliant
Niet parametrische test	Statistisch compliant	Statistisch compliant
Periodieke herevaluatie	30 maanden	30 maanden

Uit de aanvullende analyse blijkt dat het toevoegen van de waarde die in de contra-analyse is gevonden voor geen verandering zorgt in de uiteindelijke conclusies die zijn getroffen in §3.2.4.

De conclusie van de aanvullende analyse op de dataset is, dat met 70% betrouwbaarheid kan worden gesteld dat meer dan 95% van de blootstellingen onder de grenswaarden zullen blijven bij gebruik maken van deze procedure. Herbeoordeling dient plaats te vinden na 30 maanden.

3.4 Gebruik metingen met BOG 1000 vezels/m³

Ondanks dat in de beoordeling van versie 1 van het dossier is aangegeven dat metingen met een BOG van 1000 vezels/m³ niet kunnen worden gebruikt [7,9] zijn ze toch opgenomen in versie 2 van het dossier (SMA-rt-resultaten). In bijlage D en E zijn de analyses op een iets andere manier uitgevoerd dan in de beoordeling van versie 1 van het dossier [9]. Daarbij is gewerkt onder andere volgens de kwaliteitscriteria uit EN-689 [4] zoals aangegeven door iSZW [13].

In bijlage D zijn de 19 meetresultaten uit de SMA-rt-database geanalyseerd. In bijlage E zijn deze meetresultaten toegevoegd aan de meetresultaten verkregen na 2017 met een BOG $\leq$ 200 vezels/m³. In de volgende tabel (Tabel 3) zijn de resultaten van deze analyses samengevat.

Tabel 3. Resultaten van analyses waarbij gebruik is gemaakt van meetwaarden met een BOG van 1000 vezels/m³

Parameter	Dataset SMA-rt-database 19 meetwaarden BOG 1000 vezels/m ³	Dataset met 39 meetwaarden BOG's van 200 en 1000 vezels/m ³
Metingen > grenswaarde	1	1
Conclusie 1	Juridisch niet compliant	Juridisch niet compliant
Lognormaal verdeeld	Ja	Ja
Normaal verdeeld	Nee	Nee
Aantal gemeten personen	18	28
Verschillen tussen personen	Nee	Nee
GM	610	516
GSD	2,212	2,159
UTL95,70	2710	2052
Conclusie 2	Statistisch niet compliant	Statistisch niet compliant
U_T	1,870	1,870
U_R	1,495	1,761
Conclusie 3	$U_R < U_T$ Statistisch niet compliant	$U_R < U_T$ Statistisch niet compliant

Parameter	Dataset SMA-rt-database 19 meetwaarden BOG 1000 vezels/m ³	Dataset met 39 meetwaarden BOG's van 200 en 1000 vezels/m ³
Niet parametrische test	Mogelijk statistisch niet compliant	Mogelijk statistisch niet compliant
Periodieke herevaluatie	Niet bepaald	Niet bepaald

Uit de analyses van de pure dataset en de aangevulde dataset blijkt dat formele statistische toetsing (EN-689 en Kaplan-Meier) leidt tot het besluit niet compliant. De reden daarvoor is de lage blootstellingslimiet in vergelijking tot de hogere detectielimiet in de gemeten waarden in de in de SMA-rt-database waardoor de variantie toeneemt én de twee waarden dicht onder en boven de grenswaarde.

Eenzelfde analyse is ook uitgevoerd met een grenswaarde van 10.000 vezels/m³ waarbij de conclusie uit de test compliant is; zie ter illustratie de UTL95,70 waarden in Tabel 3.

4 Overwegingen

In § 4 van de SCi 547 wordt de validatie werkmethode beschreven. Daarin geeft Figuur 1 de stappen weer van het validatie proces van een werkmethode.

De vierde stap '*Toetsing haalbaarheid toepasbaarheidsdomein met een check op robuustheid en borging veiligheid werknemers*' is uitgewerkt in § 4.4 'vergelijking met referentiewaarde op individueel niveau' inclusief de periodieke herbeoordeling (§ 4.4.2).

Robuustheid en borging veiligheid werknemers betekent dat de grenswaarde niet wordt overschreden ongeacht de tijd en plaats waar de werkmethode wordt toegepast. Om dit aan te tonen zijn meerdere onderzoeken verspreid in plaats en tijd nodig die onomstotelijk aantonen dat de grenswaarde niet wordt overschreden.

Er bestaan geen academische criteria voor het minimaal aantal onderzoeken voor robuustheid. Bij de beoordeling van versie 1 is door de deskundigen aanbevolen om voor een robuuste landelijke validatie op tenminste 3 locaties verspreid over het Aedes-domein en over het jaar onderzoeken uit te voeren.

Geconstateerd is dat in het dossier 5 onderzoeken zijn opgenomen verspreid over een periode van 2 jaar (zie dossier tabel 2 pagina 20). De projecten zijn over een belangrijk deel van Nederland verspreid uitgevoerd. De uitgevoerde metingen hadden een BOG van ≤ 200 vezels/m³ wat ligt op 10% van de blootstellingslimiet.

Uit de analyses blijkt dat een belangrijk deel van de resultaten onder de BOG liggen bij een meetduur tot 100 minuten. De in het Aedes-dossier gevolgde benadering (conform SCi 457) is juist toegepast en leidt tot de conclusie dat de blootstelling aan chrysotiel asbestvezels ruim onder de grenswaarde blijft en dat er geen significante verschillen tussen personen is vast te stellen.

BWStat v3 en IHDA v1 zijn geaccepteerde applicaties in de arbeidshygiënische praktijk om blootstellingen te beoordelen en te toetsen aan grenswaarden. De diverse aanvullende analyses, waarbij gebruik is gemaakt van deze applicaties, tonen aan dat met 70% betrouwbaarheid kan worden gesteld dat de blootstelling bij minimaal 95% van de personen onder de grenswaarde zal blijven. Er zijn geen significante verschillen tussen personen vast te stellen waardoor er sprake is van een homogene blootgestelde groep (SEG).

Er is aangetoond dat metingen met een BOG van 1000 vezels/m³ (zoals de 19 metingen uit de SMA-rt database) om technische redenen niet kunnen worden gebruikt voor het toetsen aan de grenswaarde van 2000 vezels/m³.

5 Conclusies

Op basis van de bovenstaande overwegingen en resultaten van de analyses worden de volgende conclusies getrokken:

1. De aangeleverde informatie en documentatie is compleet en de onderzoeksopzet toetst een hypothese.
2. De gemeten persoonsgebonden asbestconcentraties zijn allen lager dan de wettelijke grenswaarde van 2000 vezels/m³.
3. De hoogste 95%-tiel bovengrens is 687 vezels/m³.
4. De asbestblootstelling van de homogene blootstellingsgroep (SEG) saneerders (A & B) is doeltreffend beheerst (EN 689:2018 § 5.5.3).
5. Het Aedes-dossier [1], met vijf onafhankelijke onderzoeken over een periode van 2 jaar (20 persoonsgebonden metingen), valideert voldoende een landelijke en permanente afschaling naar RK1, met de huidige wettelijke grenswaarde van 2000 vezels/m³ [10] en volgens de huidige standaarden voor het beoordelen van de blootstelling [4].
6. Herbeoordeling van de werkwijze dient na 30 maanden plaats te vinden.

Het wordt aanbevolen om in de SCi 547/548 op te nemen hoe om te gaan met meetuitkomsten onder de detectielimiet (BOG), en hoeveel meetseries er nodig zijn voor een landelijke validatie.

Aanvullend wordt aanbevolen om richtlijnen te geven aan het systeem voor herbeoordeling van veilige werkwijzen voor asbestsaneringen (zie ook bijlage A van [4]).

Literatuur

1. M.J. Prins. Saneren van asbesthoudende vensterbanken – landelijke afschaling volgens SCi 547. Prins Milieu Consultancy b.v. 2 april 2020.
2. Stichting Ascert. Protocol voor het valideren van nieuwe werkmethoden en/of innovatieve technieken met betrekking tot asbestverwijdering ten behoeve van het indelen in een risico-klasse (t.b.v. SMA-RT). SCi 547, 31 maart 2015.
3. Stichting Ascert. Protocol voor het bepalen van de concentratie aan respirabele asbestvezels in de lucht tijdens het op projectniveau uitvoeren van asbestverwijderingshandelingen. SCi 548, 31 maart 2015.
4. NEN-EN 689:2018+C1 2019. Blootstelling op de werkplek – Meting van de inhalatieblootstelling aan chemische stoffen – Strategie om te voldoen aan de arbeidshygiënische blootstellingswaarden. (en). Mei 2018/Corr April 2019.
5. NEN-EN 482 Werkplekatmosfeer – Algemene eisen voor de uitvoering van de procedures voor het meten van chemische stoffen 1 april 2012+A1:1 november 2015
6. BOHS-NVvA. Testing compliance with occupational exposure limits for airborne substances. December 2011.
7. P. van Balen en T. Scheffers. Beoordeling Aedes-dossier “Landelijke validatie van de werkmethode van het saneren van asbesthoudende vensterbanken. 2 april 2020.
8. T. Scheffers en P. van Balen. Beoordeling praktijktoets asbestblootstelling (TNO_0100311118) voor landelijke validatie afschalen demonteren vensterbank. 7 april 2020.
9. T. Scheffers en P. van Balen. Beoordelen database asbestmetingen (TNO_0100308174 SMA-rt) voor landelijke validatie afschalen demonteren vensterbank. 7 april 2020.
10. SER. Database Grenswaarden Stoffen op de Werkplek.
<https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/Asbest>. Bezocht 24 mei 2020.
11. P. Hewett. IH Data Analyst V1. Exposure Assessment Solutions, Inc. 2019
12. Belgian Occupational Hygiene Society. BWStat v3. <https://www.bsoh.be/?q=nl/bwstat>
13. iSZW. Wat is de eis voor een sanering in en lagere klasse.
<https://www.inspectieszw.nl/onderwerpen/asbest/vraag-en-antwoord/wat-is-de-eis-voor-een-sanering-in-een-lagere-klasse>.

Bijlage A Checklist SCi 547

Ingevulde checklist SCi 547 [Tabel 4] voor het Aedes-dossier 'Saneren van asbesthoudende vensterbanken – landelijke afschaling volgens SCi 547'. Prins Milieu Consultancy b.v. 2 april 2020 [1].

Tabel 4. Ingevulde validatiechecklist SCi 547

#	Omschrijving	Bevinding
1	Volledige omschrijving van de werkmethode (gedetailleerd werkplan c.q. meetplan) inclusief asbesthoudend materiaal, uit te voeren handelingen en omstandigheden waaronder de handelingen worden uitgevoerd	De twee Aedes documenten beschrijven de procedures goed. Werkmethode akkoord. Meetplannen zijn in de bijlagen opgenomen voor die projecten die zijn onderzocht.
2	De werkmethode dient zoveel mogelijk uniform te worden beschreven, waarbij de factoren die van belang zijn voor het inschatten van het risico in kaart worden gebracht (zie SCi-548). Hierbij is bijvoorbeeld de blootstellingsfrequentie van belang.	Aedes - Sanering van asbesthoudende vensterbanken onder risicoklasse 1. Hierin is gedefinieerd welke blootstellingsindicatoren aanwezig zijn en werkzaamheden worden uitgevoerd
3	De randvoorwaarden die van toepassing zijn op een bepaalde werkmethode dienen goed te worden omschreven. De beschrijving is van belang voor het toetsen van de representativiteit van de beschikbare blootstellingsgegevens en het vaststellen van het toepassingsdomein van de werkmethode	Aedes - Borging van asbestsaneringen onder risicoklasse 1.
4	Representatieve blootstellingsmetingen (conform SCi-548): Alleen resultaten van metingen die (aantoonbaar) conform SCi-548 zijn uitgevoerd worden voor validatiedoeleinden geaccepteerd. In totaal zijn voor een beoordeling ten behoeve van landelijke validatie de resultaten van minimaal 9 persoonlijke vezelconcentratie metingen nodig.	10 projecten met metingen waarvan de detectiegrens $\leq$ 10% grenswaarde.
5	Wanneer er sprake is van een homogene expositiegroep (HEG) van meer dan 2 werknemers moeten er minimaal 3 werknemers worden bemeten. Wanneer niet alle werknemers in een HEG worden bemeten, moet een random selectie van de te bemeten werknemers worden gemaakt. Per geselecteerde werknemer moeten minimaal 2 metingen beschikbaar zijn. De metingen per werknemer dienen op verschillende werkdagen te worden verzameld, en betreffen bij voorkeur metingen die een hele werkdag beslaan.	20 persoonsgebonden metingen in 10 verschillende situaties. Voldoende verschillende personen.
6	Er wordt van uitgegaan dat de gemeten vezelconcentraties van de individuele (indien van toepassing) zijn omgerekend naar een 8-uurs tijdgewogen gemiddelde concentratie (8 uur TGG), waarbij ook een onderbouwing (in de vorm van meetresultaten) wordt gegeven van de eventueel aanwezige concentratie asbestvezels wanneer geen saneringswerkzaamheden worden uitgevoerd (de achtergrondconcentratie). Hierbij wordt uitgegaan van de bovengrens van het 95%-betrouwbaarheidsinterval	Shift gebonden metingen uitgevoerd (meestal 1 uur). De waarden voor de taak zijn omgerekend naar een TGG-8 uur. Er is gerekend met de shift gebonden uitslagen en wordt-case gebruikt als TGG-8 uur waarden. Door het grote aantal metingen onder de BOG zit hierin een beperking van het schatten van de blootstelling over 8 uur.

#	Omschrijving	Bevinding
	(Poisson-verdeling) van de analyseresultaten van de individuele meting (monster).	
7	De metingen kunnen een bundeling zijn van meerdere setjes validatiemetingen dan wel één (grotere) set metingen die specifiek is verzameld voor het realiseren van landelijke validatie. Het is van belang dat aantoonbaar is dat de metingen onder dezelfde omstandigheden zijn uitgevoerd als staan omschreven in de werkmethode, en dus representatief zijn. Deze omstandigheden bepalen de randvoorwaarden behorende bij de betreffende werkmethode en daarmee het toepassingsdomein.	Akkoord.
8	Is het stappenplan conform de SCi 548 aantoonbaar gevolgd?	Ja.
8.1	Is een door een SC-540 gecertificeerd asbestinventarisatie -bedrijf geleverd asbestinventarisatie-rapport aanwezig?	In het Aedes-dossier wordt op meerdere plaatsen verwezen naar gegevens uit inventarisatie rapporten. Deskundigen gaan ervan uit dat die informatie correct is overgenomen en dat wordt voldaan aan 8.1.
8.2	Is een door een Arbokerndeskundige opgestelde RI&E aanwezig?	Informatie is beperkt overgenomen in Aedes-dossier. De beide Aedes documenten (Sanering en Borging zijn opgevat als veilige werkwijze. Bij meerdere projecten is vooraf in een toolbox-bijeenkomst de werkwijze toegelicht.
8.3	Is een conform de SC 530 opgesteld asbestsaneringsplan aanwezig?	Bij de proefprojecten zeker. Bij de projecten uit de database worden deze als aanwezig verondersteld.
8.4	Is een conform de SC 530 opgesteld werkplan aanwezig?	Bij de proefprojecten zeker. Bij de projecten uit de database worden deze als aanwezig verondersteld.
8.5	Is een meetplan aanwezig gekoppeld aan het werkplan en wordt voldaan aan de eisen uit de SCi 548?	Voor PreventPartner niet na te gaan voor alle projecten.
8.6	Is een nulmeting uitgevoerd en zijn de resultaten beschikbaar?	In het Aedes-dossier zijn geen 0-metingen geregistreerd. Wel wordt in het dossier gerekend met een generieke achtergrond-waarde voor de concentratie asbestvezels.
8.7	De volgende gegevens moeten worden geregistreerd bij de uitvoering van zowel persoonlijke (PAS) als stationaire (STAT) asbestconcentratiemetingen: - Datum - Bemeten persoon dan wel locatie (inclusief link naar tijdslijn en situatieschets) - Type pomp - Pompnummer - Type filterhouder - Nummer van de filterhouder - Gebruikte filter - Nummer van de debietmeter (rotameter / DryCal) - Afgelezen waarde van de debietmeter bij begin meting	Deze informatie is controleerbaar op de in het Aedes-dossier opgenomen analysecertificaten. Voor zover PreventPartner dit kan controleren zijn de metingen goed en conform 8.7 zijn uitgevoerd.

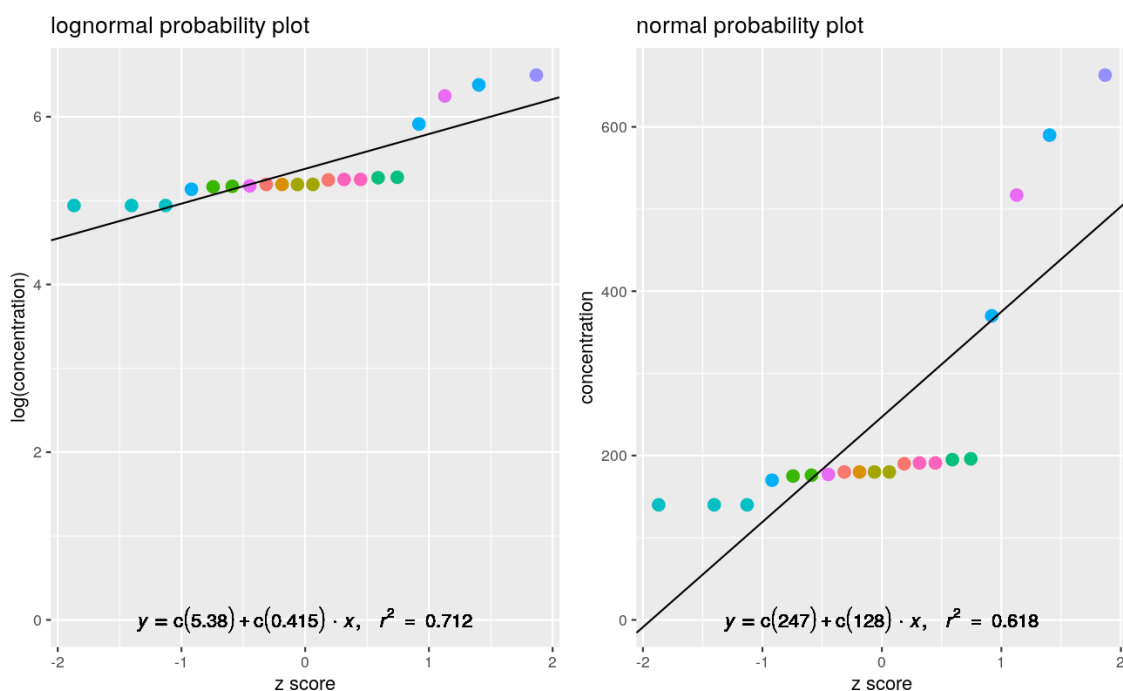
#	Omschrijving	Bevinding
	• Debiet voor aanvang monsternamen (l/min) • Begintijd meting • Eindtijd meting • Afgelezen waarde van de debietmeter bij einde meting • Debiet na afloop van monsternamen (l/min)	
8.8	Is de contextuele informatie conform tabel 1 SCi 548 geregistreerd?	Worden in de bijlagen van het Aedes-dossier beschreven en zijn de bijgeleverde filmpjes zichtbaar.
9	Bevat de rapportage de volgende elementen • Algemene gegevens: ○ Gegevens van de opdrachtgever ○ Doel van het onderzoek ○ Plaats en datum van het uitgevoerde onderzoek ○ Door wie het onderzoek is uitgevoerd ○ Op het voorblad duidelijk aangeven welk project of object dit onderzoek betreft • Situatieschets met de precieze locatie waar de handelingen zijn uitgevoerd. • Tijdlijn met daarin de relevantie gebeurtenissen (zie Bijlage 1), inclusief start- en eindtijden van persoonlijke en stationaire metingen. • Bijzonderheden die tijdens het onderzoek zijn waargenomen en verdere relevante waarnemingen, die van invloed kunnen zijn op het resultaat van het onderzoek. • Analysecertificaten met daarop een duidelijke link naar de monstercoderingen, zodat uitslagen en contextuele informatie gekoppeld kunnen worden. • Berekeningen om te komen tot een 8-uurs blootstelling (zie SCi 548 paragraaf 4.2.4). • Uitslagen van de toets met daarbij duidelijk beschreven welke gegevens zijn gebruikt en waarom (zie SCi 548 paragraaf 4.2.4).	Worden in het Aedes-dossier benoemd.

Bijlage B Aanvullende statistische analyses

In deze bijlage staan de aanvullende statistische analyses op de dataset zoals gebruikt in het Aedes-dossier (4 meetwaarden boven de BOG). De analyses zijn uitgevoerd met BWStat V3 [12].

Benadering 0: meetwaarden onder de BOG vervangen door de BOG

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 4) zijn de regressieanalyses conform meetwaarden onder de BOG vervangen door meetwaarden zijn BOG.



Grafiek 4. Probabilistische grafieken voor de dataset met 4 meetgegevens boven BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (rechts).

Test:

1. $R^2 = 0,712$
2. Metingen boven de grenswaarde: 0.
3. Metingen lognormaal verdeeld: Nee
4. Metingen normaal verdeeld: Nee
5. Geen significante verschillen tussen 10 personen
6. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
7. Individuele compliance test geaccepteerd. Minder dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 217 vezels/m³

GM (regressie): 217 vezels/m³

GSD (berekend): 1,606

GSD (regressie): 1,515

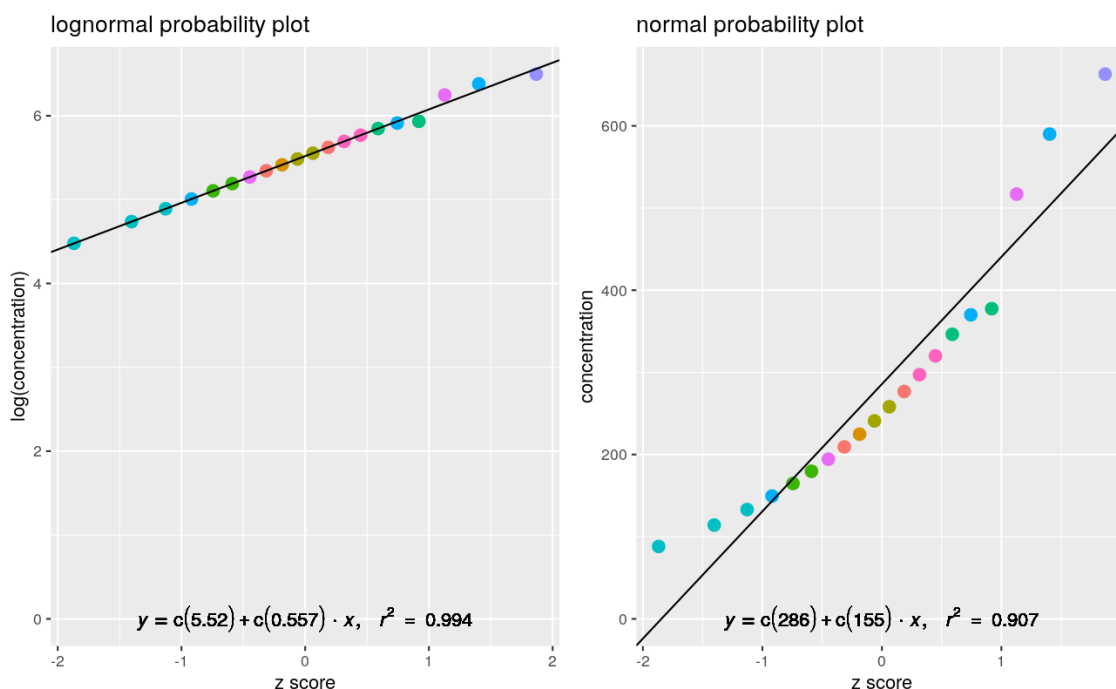
UTL95, 70 waarde: 526 vezels/m³; < 2000 vezels/m³ statistisch compliant

U_T (20 meetwaarden): 1,870
 U_R (berekend): 4,689; $U_r > U_T$ statistisch compliant
 U_R (regressie): 5,352; $U_r > U_T$ statistisch compliant
Periodieke her-evaluatie 30 maanden.

Conclusie: statistisch compliant.

Alternatieve benadering 1. Toetsing conform NEN-EN 689

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 5) zijn de regressieanalyses conform bijlage H van de EN-689: 2018+C1:2019 afgebeeld.



Grafiek 5. Probabilistische grafieken voor de dataset met 4 meetgegevens boven BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (rechts).

Test:

1. $R^2 = 0,994$
2. Metingen boven de grenswaarde: 0.
3. Metingen lognormaal verdeeld: Ja
4. Metingen normaal verdeeld: Ja
5. Geen significante verschillen tussen 10 personen
6. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
7. Individuele compliance test geaccepteerd. Minder dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 249 vezels/m³
GM (regressie): 249 vezels/m³
GSD (berekend): 1,713
GSD (regressie): 1,746

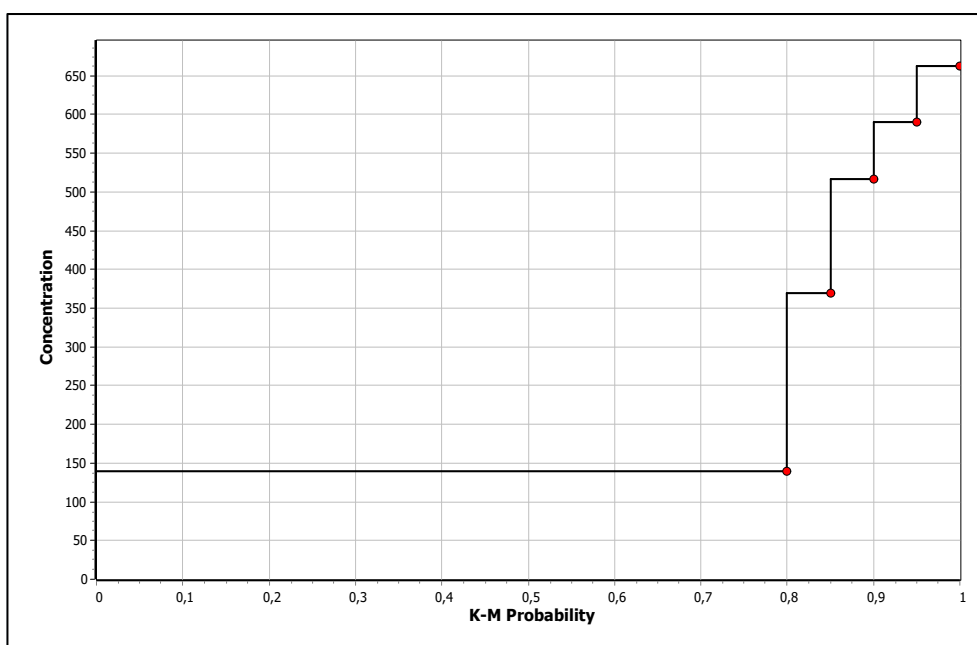
UTL95, 70 waarde: 682 vezels/m³; < 2000 vezels/m³ statistisch compliant

U_T (20 meetwaarden): 1,870
 U_R (berekend): 3,868; $U_r > U_T$ statistisch compliant
 U_R (regressie): 3,737; $U_r > U_T$ statistisch compliant
Periodieke her-evaluatie: 30 maanden.

Conclusie: statistisch compliant.

Alternatieve benadering 2. Niet parametrische test

Het met grote aantal metingen met resultaten onder de detectiegrens zuiver te kunnen toetsen dient eigenlijk een verdelingsvrije toets te worden gebruikt. Het programma IH Data Analyst [11] gebruikt hiervoor de Kaplan-Meier test. De grafische weergave van deze test is in onderstaande figuur (Grafiek 6) opgenomen



Grafiek 6. Kaplan-Meier grafiek voor dataset met 4 meetwaarden boven BOG.

De kans dat de grenswaarde van 2000 vezels/m³ wordt overschreden kan, voor deze dataset, niet met de Kaplan-Meier methode niet worden bepaald. Omdat het aantal meetwaarden gelijk is aan 20 is de puntschatter heel variabel en dus onbetrouwbaar. Visueel is de overschrijdingskans geschat op nihil.

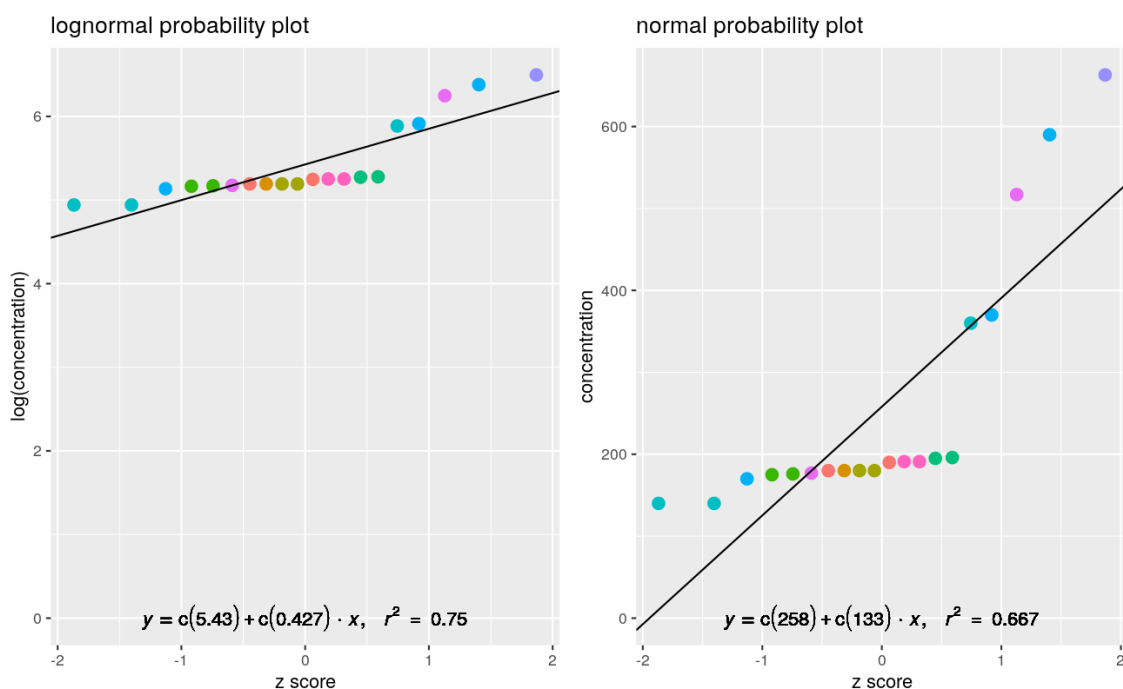
Conclusie: statistisch compliant.

Bijlage C Analyses aangepaste dataset

In deze bijlage staan de statistische analyses op de aangepaste dataset zoals gebruikt in het Aedes-dossier (5 meetwaarden boven de BOG). De analyses zijn uitgevoerd met BWStat v3 [12] en IHDA v1 [11].

Benadering 0: meetwaarden onder de BOG vervangen door de BOG

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 7) zijn de regressieanalyses waarbij de meetwaarden onder de BOG vervangen door de BOG.



Grafiek 7. Probabilistische grafieken voor de dataset met 5 meetgegevens boven BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (rechts).

Test:

1. $R^2 = 0,75$
2. Metingen boven de grenswaarde: 0.
3. Metingen lognormaal verdeeld: Nee
4. Metingen normaal verdeeld: Nee
5. Geen significante verschillen tussen 10 personen
6. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
7. Individuele compliance test geaccepteerd. Minder dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 227 vezels/m³

GM (regressie): 2227 vezels/m³

GSD (berekend): 1,608

GSD (regressie): 1,533

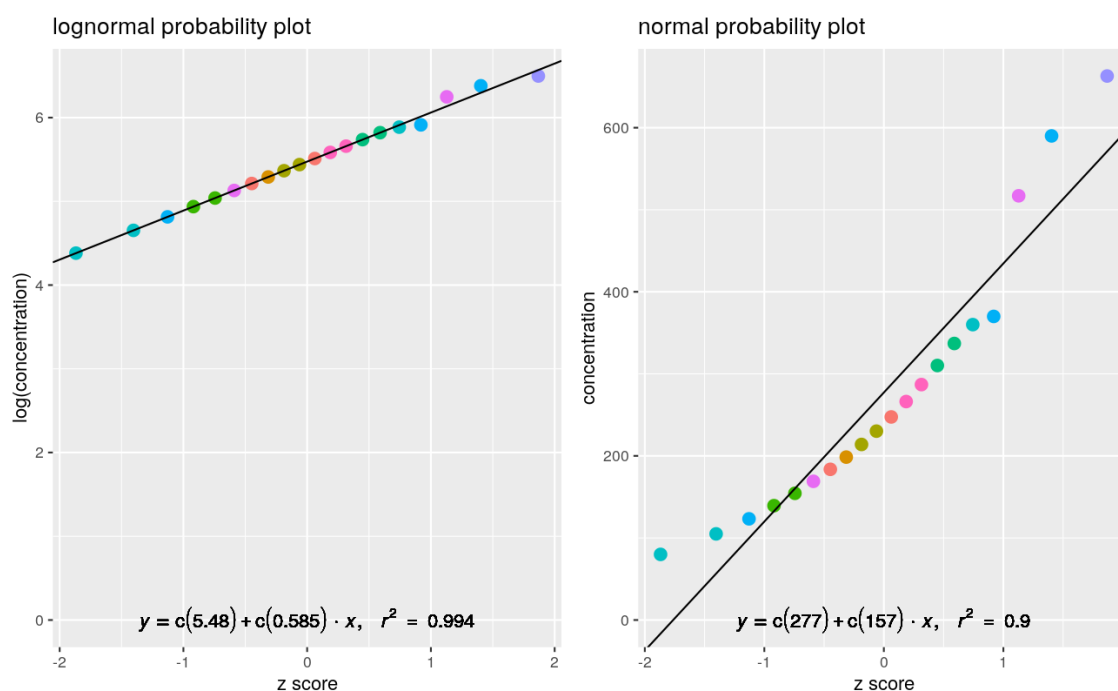
UTL95, 70 waarde: 553 vezels/m³; < 2000 vezels/m³ statistisch compliant

U_T (20 meetwaarden): 1,870
 U_R (berekend): 4,578; $U_r > U_T$ statistisch compliant
 U_R (regressie): 5,093; $U_r > U_T$ statistisch compliant
Periodieke her-evaluatie 30 maanden.

Conclusie: statistisch compliant.

Alternatieve benadering 1. Toetsing conform NEN-EN 689

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 8) zijn de regressieanalyses conform bijlage H van de EN-689:2018+C1:2019 afgebeeld.



Grafiek 8. Probabilistische grafieken voor de dataset met 5 meetgegevens boven BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (rechts).

Test:

1. $R^2 = 0,994$
2. Metingen boven de grenswaarde: 0.
3. Metingen lognormaal verdeeld: Ja
4. Metingen normaal verdeeld: Nee
5. Geen significante verschillen tussen 10 personen
6. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
7. Individuele compliance test geaccepteerd. Minder dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 239 vezels/m³

GM (regressie): 239 vezels/m³

GSD (berekend): 1,761

GSD (regressie): 1,796

UTL95, 70 waarde: 687 vezels/m³; < 2000 vezels/m³ statistisch compliant

U_T (20 meetwaarden): 1,870

U_R (berekend): 3,759; $U_r > U_T$ statistisch compliant

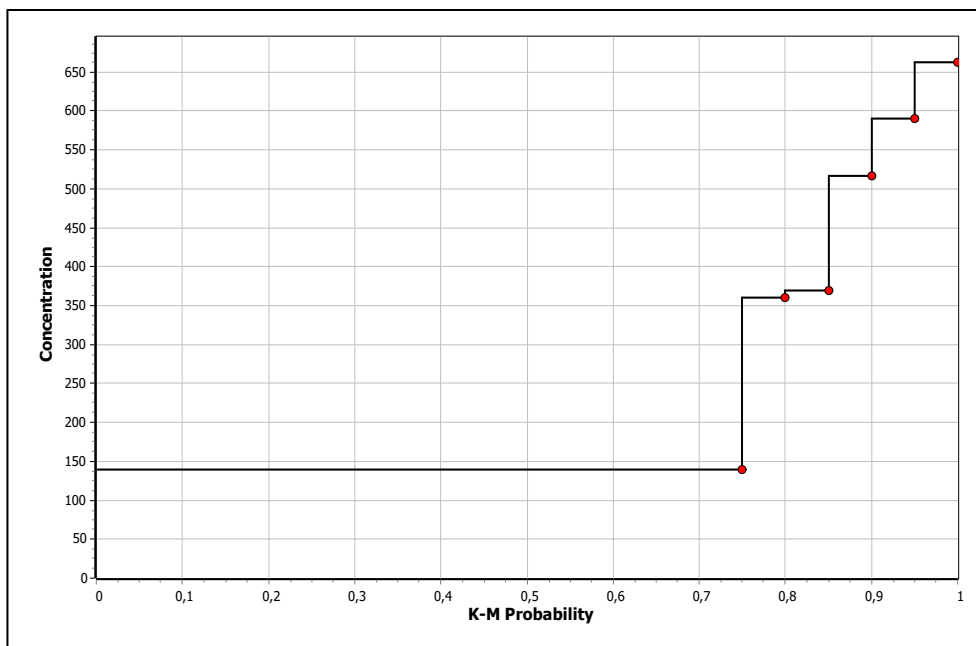
U_R (regressie): 3,631; $U_r > U_T$ statistisch compliant

Periodieke her-evaluatie: 30 maanden.

Conclusie: statistisch compliant.

Alternatieve benadering 2. Niet parametrische test

Het met grote aantal metingen met resultaten onder de detectiegrens zuiver te kunnen toetsen dient eigenlijk een verdelingsvrije toets te worden gebruikt. Het programma IH Data Analyst gebruikt hiervoor de Kaplan-Meier test. De grafische weergave van deze test is in onderstaande figuur (Grafiek 9) opgenomen



Grafiek 9. Kaplan-Meier grafiek voor dataset met 5 meetwaarden boven BOG.

De kans dat de grenswaarde van 2000 vezels/m³ wordt overschreden kan, voor deze dataset, niet met de Kaplan-Meier methode niet worden bepaald. Omdat het aantal meetwaarden gelijk is aan 20 is de puntschatter heel variabel en dus onbetrouwbaar. Visueel is de overschrijdingskans geschat op nihil.

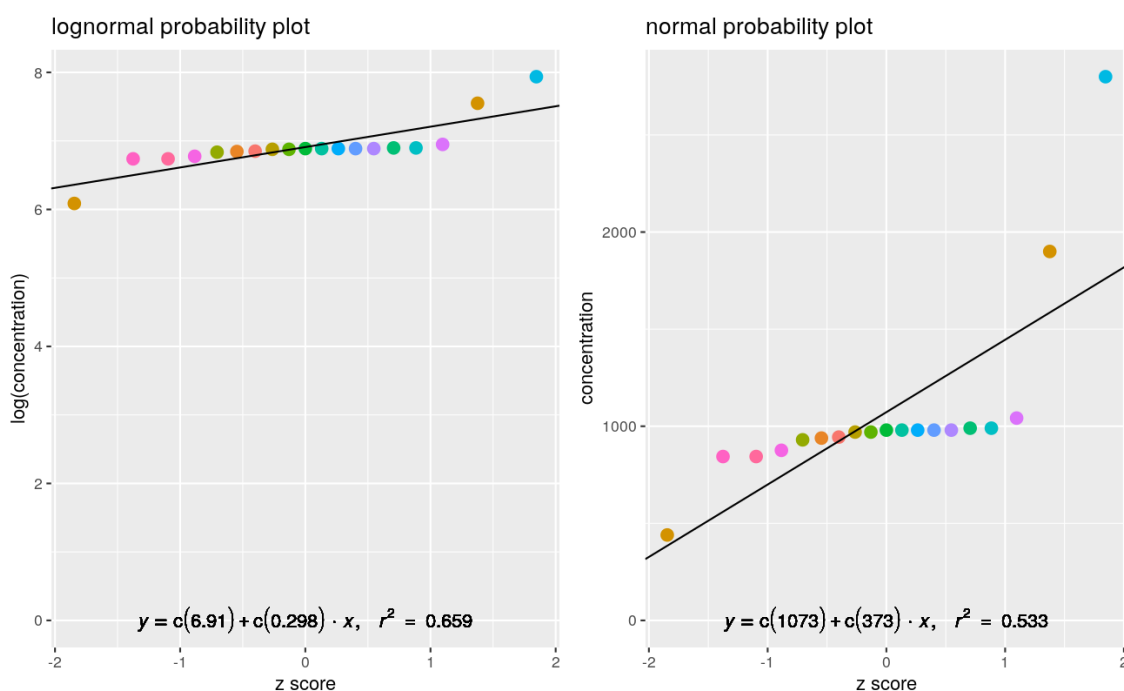
Conclusie: statistisch compliant.

Bijlage D Metingen SMA-rt-database (TNO-analyses)

In deze bijlage is een analyse opgenomen van de set metingen zoals gebruikt door TNO in het Aedes-dossier van september 2019 ($\text{BOG} \leq 1000 \text{ vezels/m}^3$) uit de SMA-rt-database. Deze set heeft doorgaans meettijden die veel korter zijn dan 60 minuten. De analyses zijn uitgevoerd met BWStat v3 [12] en IDHA versie 1 [11].

Benadering 0. Metingen onder de BOG vervangen door de BOG

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 10) zijn de regressieanalyses van 19 monsters waarbij de meetwaarden onder de BOG vervangen door de BOG.



Grafiek 10. Probabilistische grafieken voor de dataset $\text{BOG} = 1000 \text{ vezels/m}^3$, meetgegevens onder BOG vervangen door BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (rechts).

Test:

1. Metingen boven de grenswaarde: 1 (> 5% van de meetwaarden)
2. Metingen lognormaal verdeeld: Nee
3. Metingen normaal verdeeld: Nee
4. Geen significante verschillen tussen 18 personen
5. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
6. Individuele compliance test faalt. Meer dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 1002 vezels/m^3

GM (regressie): 1002 vezels/m^3

GSD (berekend): 1,423

GSD (regressie): 1,347

UTL95, 70 waarde: 1944 vezels/m^3 ; $< 2000 \text{ vezels/m}^3$ statistisch compliant

U_T (19 meetwaarden): 1,878

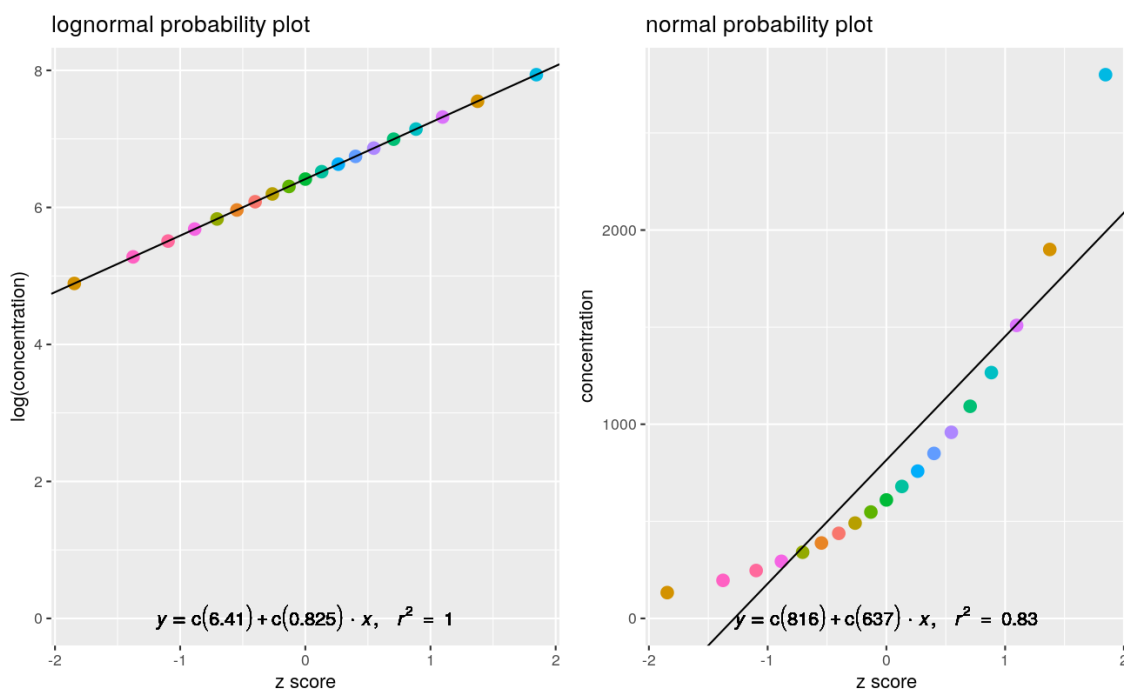
U_R (berekend): 1,958; $U_r > U_T$ statistisch compliant

U_R (regressie): 2,321; $U_r > U_T$ statistisch compliant

Conclusie: statistisch compliant. Toetsingswaarde dicht bij grenswaarde.

Alternatieve benadering 1. Toetsing conform EN 689

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 11) zijn de regressieanalyses conform bijlage H van de EN-689:2018+C1:2019 afgebeeld.



Grafiek 11. Probabilistische grafieken voor de dataset BOG = 1000 vezels/m³, meetgegevens onder BOG vervangen door BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeel (rechts).

Test:

1. Metingen boven de grenswaarde: 1 (> 5% van de meetwaarden)
2. Metingen lognormaal verdeeld: Ja
3. Metingen normaal verdeeld: Nee
4. Geen significante verschillen tussen 18 personen
5. Tussen-persoons variabiliteit draagt minder dan 20% bij aan de totale variabiliteit
6. Individuele compliance test faalt. Meer dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

GM (berekend): 610 vezels/m³

GM (regressie): 610 vezels/m³

GSD (berekend): 2,212

GSD (regressie): 2,283

UTL95, 70 waarde: 2710 vezels/m³; > 2000 vezels/m³ statistisch niet compliant

U_T (19 meetwaarden): 1,878

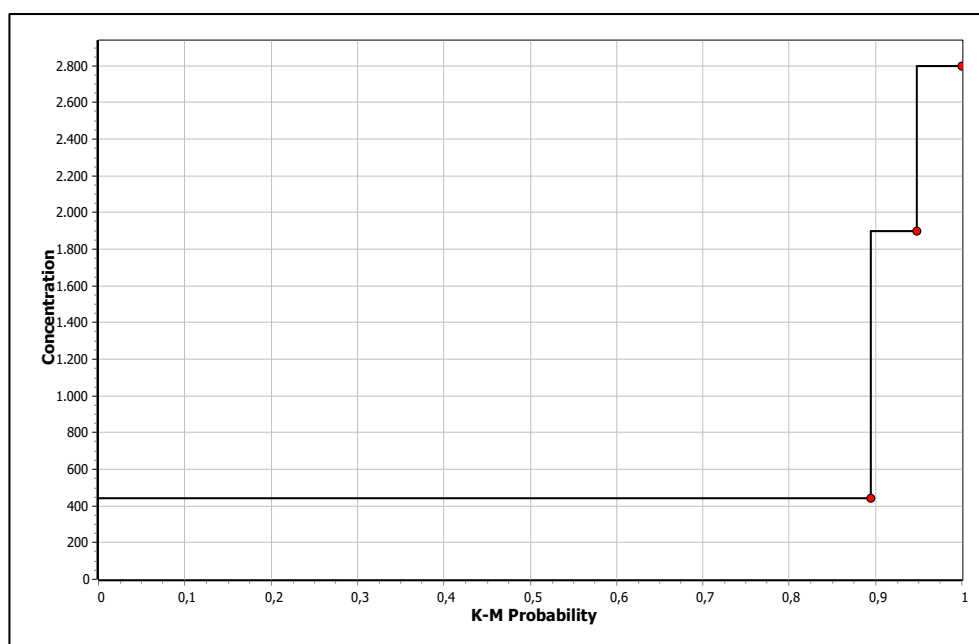
U_R (berekend): 1,495; $U_r < U_T$ statistisch niet compliant

U_R (regressie): 1,438; $U_r < U_T$ statistisch niet compliant

Conclusie: statistisch niet compliant.

Alternatieve benadering 2. Niet parametrische test

Het met grote aantal metingen met resultaten onder de detectiegrens zuiver te kunnen toetsen dient eigenlijk een verdelingsvrije toets te worden gebruikt. Het programma IH Data Analyst gebruikt hiervoor de Kaplan-Meier test. De grafische weergave van deze test is in onderstaande figuur (Grafiek 12) opgenomen.



Grafiek 12. Kaplan-Meier grafiek voor voor de dataset $BOG = 1000$ vezels/ m^3 , meetgegevens onder BOG vervangen door BOG.

Het aantal meetwaarden is kleiner dan 20. De kans dat de grenswaarde van 2000 vezels/ m^3 wordt overschreden kan voor deze dataset daardoor niet met de Kaplan-Meier methode niet worden berekend. De puntschatter wordt daardoor heel variabel en dus onbetrouwbaar.

Visueel is de overschrijdingskans geschat op ongeveer 5%.

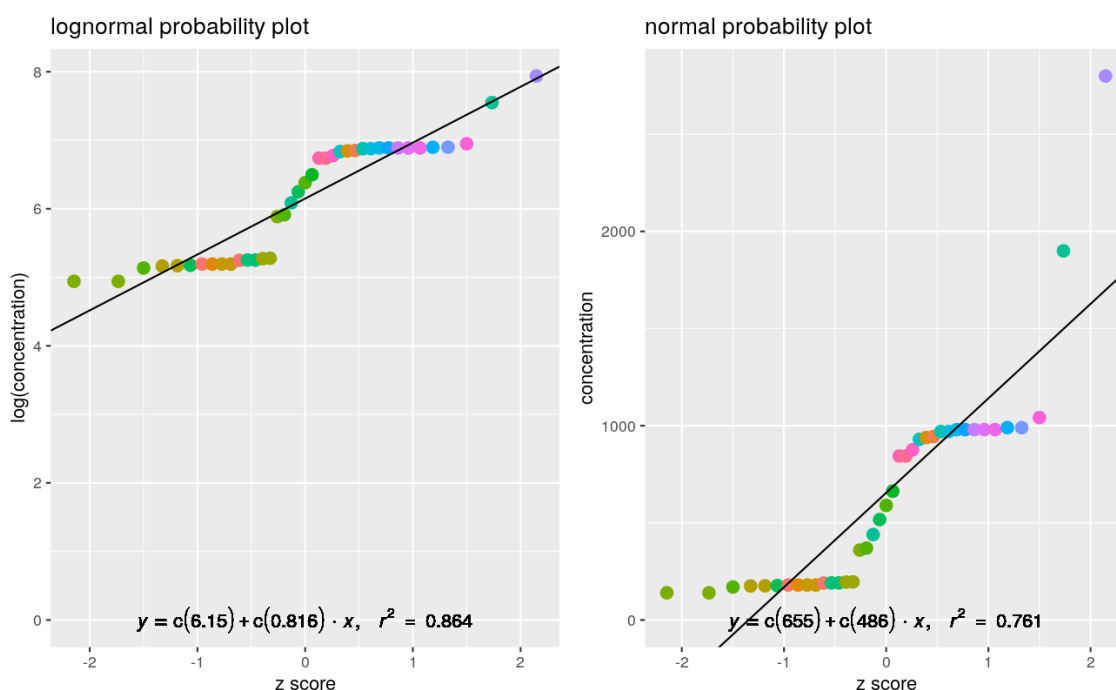
Conclusie: mogelijk statistisch niet compliant.

Bijlage E Aanvullende analyse volledige dataset

In deze bijlage is een analyse opgenomen van de set metingen zoals gebruikt in het Aedes-dossier van april 2020 ($\text{BOG} \leq 200 \text{ vezels/m}^3$), aangevuld met de set metingen uit de SMA-rt-database zoals TNO die heeft gebruikt voor het schatten van de blootstelling ($\text{BOG} \leq 1000 \text{ vezels/m}^3$). Deze laatste set heeft doorgaans meettijden die veel korter zijn dan 60 minuten. De analyses zijn uitgevoerd met BWStat v3 [12] en IDHA versie 1 [11].

Benadering 0. Metingen onder de BOG vervangen door de BOG

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 13) zijn de regressieanalyses van 39 monsters waarbij de meetwaarden onder de BOG vervangen door de BOG.



Grafiek 13. Probabilistische grafieken voor de dataset $\text{BOG} = 200$ en $\text{BOG} = 1000 \text{ vezels/m}^3$, meetgegevens onder BOG vervangen door BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeeld (recht).

Test:

7. Metingen boven de grenswaarde: 1 (< 5% van de meetwaarden)
8. Metingen lognormaal verdeeld: Nee
9. Metingen normaal verdeeld: Nee
10. Significante verschillen tussen 28 personen.
11. Tussen-persoons variabiliteit draagt meer dan 20% bij aan de totale variabiliteit
12. Individuele compliance test faalt. Meer dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

Resultaten:

GM (berekend): 468 vezels/m^3

GM (regressie): 468 vezels/m^3

GSD (berekend): 2,358

GSD (regressie): 2,261

UTL95, 70 waarde: 2185 vezels/m³; > 2000 vezels/m³ statistisch niet compliant

U_T (39 meetwaarden): 1,795

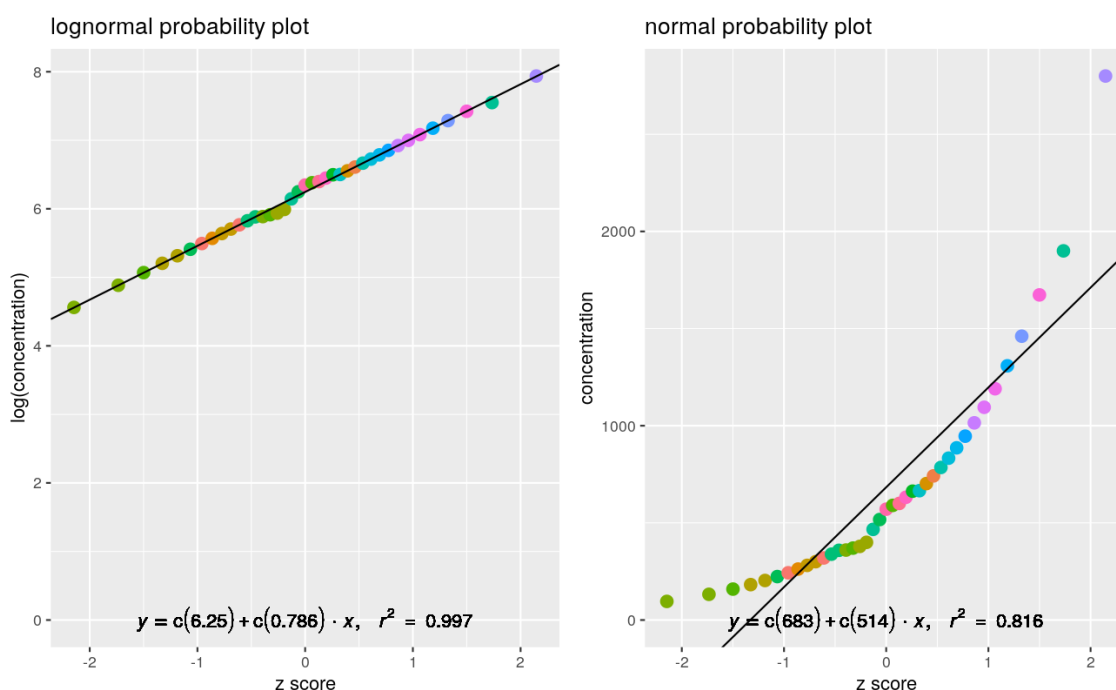
U_R (berekend): 1,692; U_r < U_T statistisch niet compliant

U_R (regressie): 1,78; U_r < U_T statistisch niet compliant

Conclusie: statistisch niet compliant.

Alternatieve benadering 1. Toetsing conform EN 689

In de onderstaande afbeelding (Grafiek 14) zijn de regressieanalyses conform bijlage H van de EN-689:2018+C1:2019 afgebeeld.



Grafiek 14. Probabilistische grafieken voor de dataset BOG = 200 en BOG = 1000 vezels/m³, meetgegevens onder BOG vervangen door BOG; lognormaal verdeeld (links) en normaal verdeel (rechts).

Test:

1. Metingen boven de grenswaarde: 1 (< 5% van de meetwaarden)
2. Metingen lognormaal verdeeld: Ja
3. Metingen normaal verdeeld: Nee
4. Geen significante verschillen tussen 28 personen
5. Tussen-persoons variabiliteit test faalt. Tussen-persoons variabiliteit draagt meer dan 20% bij aan de totale variabiliteit
6. Individuele compliance test faalt. Meer dan 20% kans voor een persoon om de blootstellingslimiet te overschrijden.

GM (berekend): 516 vezels/m³

GM (regressie): 516 vezels/m³

GSD (berekend): 2,159

GSD (regressie): 2,159

UTL95, 70 waarde: 2052 vezels/m³; > 2000 vezels/m³ statistisch niet compliant

U_T (39 meetwaarden): 1,795

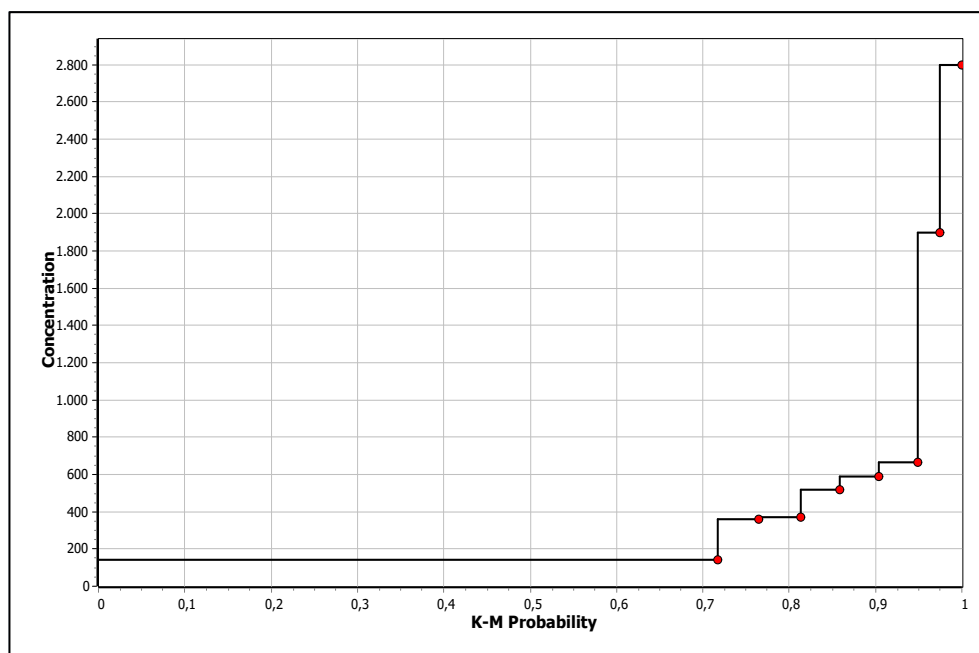
U_R (berekend): 1,761; $U_r < U_T$ statistisch niet compliant

U_R (regressie): 1,724; $U_r < U_T$ statistisch niet compliant

Conclusie: statistisch niet compliant.

Alternatieve benadering 2. Niet parametrische test

Het met grote aantal metingen met resultaten onder de detectiegrens zuiver te kunnen toetsen dient eigenlijk een verdelingsvrije toets te worden gebruikt. Het programma IH Data Analyst gebruikt hiervoor de Kaplan-Meier test. De grafische weergave van deze test is in onderstaande figuur opgenomen



Grafiek 15. Kaplan-Meier grafiek voor de dataset BOG = 200 en BOG = 1000 vezels/m³, meetgegevens onder BOG vervangen door BOG.

De kans dat de grenswaarde van 2000 vezels/m³ wordt overschreden is 2,6%. De bovengrens voor het 95%-betrouwbaarheidsinterval is 1900 vezels/m³. Omdat deze waarde dicht bij de grenswaarde ligt is een harde conclusie niet te trekken.

Conclusie: mogelijk statistisch niet compliant.

Bijlage F Overzicht gebruikte meetgegevens

Verantwoording gebruikte gegevens voor aanvullende data-analyse																
Coderingen			dataset 20 (4 meetwaarden boven BOG)				dataset 20 (5 meetwaarden boven BOG)				dataset SMART (2 meetwaarden boven BOG)		dataset 20 + SMART (7 meetwaarden boven BOG)			
Monster-code	Werkenrecode	originele data	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie	BOG imputatie	BWStat (FN-689) imputatie
1A1	Aa	<190	190	277	190	247			190	319			190	319		
1A2	Aa	<180	180	209	180	184			180	243			180	243		
2A1	Bb	<180	180	225	180	199			180	262			180	262		
3B1	Cc	<180	180	241	180	214			180	281			180	281		
3B2	Cc	<180	180	258	180	230			180	300			180	300		
4B1	Dd	<176	176	180	176	154			176	203			176	203		
4B2	Dd	<175	175	165	175	139			175	182			175	182		
5B1	Ee	<195	195	346	195	310			195	379			195	379		
5B2	Ee	<196	196	377	196	337			196	400			196	400		
6B1j1B1	Ff	<140	140	88	360	360			360	360			360	360		
6B1j1B2	Ff	<140	140	114	140	80			140	96			140	96		
6B1j1B3	Ff	<140	140	133	140	105			140	132			140	132		
7B1j1B1	Gg	370	370	370	370	370			370	370			370	370		
7B1j1B2	Gg	<170	170	149	170	123			170	159			170	159		
7B1j1B3	Gg	590	590	590	590	590			590	590			590	590		
8B1j1B1	Hh	663	663	663	663	663			663	663			663	663		
9B1j1B1	Ii	<177	177	194	177	169			177	223			177	223		
9B1j1B2	Ii	517	517	517	517	517			517	517			517	517		
10B1j1B1	Jj	<191	191	279	191	266			191	339			191	339		
10B1j1B2	Jj	<191	191	320	191	287			191	359			191	359		
SMART21610A	Kk	<440					440	133	440	466			440	466		
SMART21610B	Kk	1900					1900	1900	1900	1900			1900	1900		
SMART21710A	Ll	<970					970	491	970	785			970	785		
SMART21710B	Mm	<930					930	341	930	666			930	666		
SMART22410A	Nn	<970					970	548	970	833			970	833		
SMART22510A	Oo	<980					980	610	980	886			980	886		
SMART22510B	Pp	<990					990	1092	990	1308			990	1308		
SMART22510C	Qq	<980					980	680	980	946			980	946		
SMART22510D	Rr	<990					990	1266	990	1461			990	1461		
SMART23410A	Ss	2800					2800	2800	2800	2800			2800	2800		
SMART23910A	Tt	<980					980	758	980	1015			980	1015		
SMART24410A	Uu	<980					980	850	980	1095			980	1095		
SMART24410B	Vv	<980					980	959	980	1190			980	1190		
SMART28910A	Ww	<1042					1042	1509	1042	1673			1042	1673		
SMART28910B	Xx	<876					876	294	876	632			876	632		
SMART29110A	Yy	<844					844	196	844	570			844	570		
SMART29110B	Zz	<944					944	247	944	600			944	600		
SMART29110C	Ab	<844					844	438	844	742			844	742		
SMART29110D	Bc	<939					939	388	939	702			939	702		