

Vergelijking van asbestmetingen met de Fibrous Aerosol Monitor (FAM 1) en de wettelijke methode (NVN 2939)

M. Verboeket¹ en T. Scheffers²

Summary

Two methods for measuring the concentration of asbestos are compared: the legal statutory method (described in NVN 2939 comparable with (USA)NIOSH 7400/(UK)AIA RTM1/(BRD) TRGS402 ZH1/120.31) and a direct reading method with the Fibrous Aerosol Monitor (FAM 1).

Using the FAM in reconstruction operations, the expensive loss of time between sampling and results presentation (with the NVN method some hours) is reduced to nihil. Compared to fibre count practice on a nonconditioned site one may expect the FAM to produce less biased results with a higher reproducibility. Further, the FAM is not laborious and the apparatus is comparatively maintenance-free.

Disadvantages of the FAM are the real possibility that fibers will be masked by other aerosols and the apparatus being not explosion proof.

Based on a relative small series of duplo measurements with a sampling time of 100 minutes there is an unanimous relation between the two methods, above 0,1 fibre/ml the relation seems to be linear. A 100 minutes measuring result with the FAM < 0,1 fibre/ml (in a not dusty area) will be a well indication the air in the room is sufficient free of asbestos. The FAM-method is a reliable and an attractive alternative for the NVN 2939 standard method.

Inleiding

De wettelijk voorgeschreven methode voor het meten van asbestvezels in de lucht is vastgelegd in het Asbestbesluit [Staatscourant 1988]. De hierin aangegeven methode is uitgebreid beschreven in de Nederlandse voornorm NVN 2939 [NNI]. Deze methode kost meerdere uren monstername en analysetijd en levert meestal niet binnen 24 uur een uitkomst.

In 1989 heeft de afdeling Milieu- en VeiligheidsResearch van het chemie bedrijf DSM (BO-MVR Research) een Fibrous Aerosol Monitor [FAM1] aangeschaft om sneller de concentratie vezels te kunnen vaststellen.

In een aantal gevallen is het wenselijk om in korte tijd het meetresultaat te verkrijgen. De FAM geeft direct het resultaat. Het onderzoek is uitgevoerd om na te gaan of de FAM een goed alternatief is voor de wettelijke, in NVN 2939 beschreven methode.

In samenwerking met het toenmalige Chemisch Laboratorium van DGA (dr. T. Hafkenscheid) is een serie vergelijkende metingen tussen de NVN 2939 methode en de FAM 1 uitgevoerd.

Er zijn tussen de tijd van het onderzoek en de huidige situatie van vrijgave-metingen enkele zaken gewijzigd. De huidige situatie met betrekking tot het meten van Asbest

1. Auteur waaraan eventuele correspondentie moet worden gericht. DSM Research, tegenwoordig DSM-SEL Arbo & Omgeving, Postbus 601, 6160 AP, Geleen. Telefoon 046-769346.

2. DSM-SEL Arbo & Omgeving.

Samenvatting

Twee methoden waarmee de asbestconcentraties in de werkplek-atmosfeer kan worden bepaald zijn vergeleken: de wettelijk voorgeschreven methode (NVN 2939) en een alternatieve methode met directe uitlezing van het meetresultaat (de Fibrous Aerosol Monitor = FAM 1).

De FAM heeft als voordeel dat bijvoorbeeld bij saneringsoperaties, het kostbare tijdverlies tussen monsternamen en resultaat (bij de NVN methode enkele uren) tot nul wordt teruggebracht. Ten opzichte van vezeltellingen op een niet geconditioneerde werkplek (bijvoorbeeld op de saneringslocatie zelf), mag verwacht worden dat de FAM een betere reproduceerbaarheid zal hebben. Verder is de FAM weinig arbeidsintensief, onderhoudsvriendelijk en dus kosten besparend. De FAM heeft als nadeel dat het apparaat niet explosie-veilig is en dat vezels sneller gecamoufleerd worden door een overmaat aan andere zwevende deeltjes.

Uit een relatief kleine serie duplo metingen blijkt bij een monsternameduur van 100 minuten een eenparig verband tussen de beide methoden. Boven de 0,1 vezels/ml lijkt het verband lineair. Een 100 minuten meetresultaat met de FAM 1 < 0,1 vezels/ml is, in een niet stoffige omgeving, een goede indicatie dat de lucht in de ruimte voldoende asbestvrij is. Het is een betrouwbaar en aantrekkelijk alternatief voor de NVN 2939 methode.

vezels op de werkplek is:

- Een monsternamen volume van 720 l lucht is verplicht, tenzij de afwezigheid van crocidoliet in de te verwijderen materialen expliciet kan worden bewezen; in de praktijk monstert iedereen dus 720 l lucht.
- Het maximaal toegestane debiet hierbij is 8 l/min, derhalve dient tenminste 90 minuten te worden bemonsterd.
- Veel laboratoria tellen direct na de monsterneming op locatie, waarbij slechts enkele de beschikking hebben over geschikte faciliteiten (meetwagen); de meeste zijn aangewezen op ruimten ter plaatse die veelal ongeschikt zijn (schuurtjes, keukens, etc.).

Duidelijk is dat deze situatie tot ongewenste beïnvloeding van de tellingen kan leiden.

Beschrijving van de methoden

NVN 2939 methode

Bij de NVN 2939 methode wordt de te monsternamen lucht met een luchtpomp met een debiet van 1 l/min gedurende een geschikte tijdsduur over een filter aangezogen. Vervolgens wordt het filter in een laboratorium doorzichtig gemaakt en worden onder een fasecontrast microscoop de zichtbare vezels geteld.

Voor het aantonen van de lage concentraties moet meestal ten minste vier uur aangezogen worden.

Vanwege het transport naar een laboratorium, het prepareren en tellen, hetgeen ten minste 3 uur duurt, wordt het resultaat circa 5 uur na de meting verkregen. Dit kan een nadeel zijn als de locatie zo snel mogelijk weer in gebruik

moet worden genomen. Bij sloopwerkzaamheden accepteert de Arbeidsinspectie slechts resultaten (op zeldzame uitzonderingen na) van metingen die zijn verricht bij een monstername van minimaal 720 l lucht bij een debiet van maximaal 8 l/min. Hierbij worden steeds vaker de vezeltellingen op de saneringslocatie verricht, met als nadeel dat vaak gebruik dient te worden gemaakt van faciliteiten die voor het betrouwbaar uitvoeren van tellingen minder geschikt zijn.

De methode kan zowel voor persoons- als voor plaatsgebonden metingen worden toegepast. Er kan geen onderscheid in verschillende soorten vezels gemaakt worden. Het totaal aan kristallijne, niet-kristallijne, anorganische en organische 'vezels' wordt bepaald, zolang de vorm voldoet aan de afmetingen: lengte > 5 µm, diameter < 3 µm en een lengte/diameter verhouding van 3:1. De criteria voor het tellen zijn in de NVN 2939 vastgelegd.

Hoewel de NVN 2939 methode voor asbest is opgesteld, wordt de procedure en de daarin aangegeven monstername, telapparatuur en telmethode ook gebruikt voor andere vezels, zoals glaswol, steenwol en keramische vezels. Bij deze methode moet gerelateerd worden aan een blanco. Op een blanco-filter komen gemiddeld 10 tot 15 vezels voor. Dit levert een blancowaarde op van 0,00015 vezel/ml als 100 l monsterlucht wordt doorgezogen en 0,0015 vezel/ml als 10 l monsterlucht wordt doorgezogen. Het effect op de resultaten is nihil, zeker wanneer geteld wordt met een Walton Beckett graticule (zie 'Keuze van de monsternameduur').

De juistheid van de methode is vooral een normatief gegeven: de methode is in het Asbestbesluit van de ARBO-wet beschreven. Belangrijke knelpunten zijn: Het voorgeschreven lage aanzuigdebiet, waardoor onvoldoende zeker is of de gemeten hoeveelheid overeenkomt met de concentratie in de lucht. Gekoppeld hieraan is, dat bij lage concentraties, de filterbelading gering is, hetgeen zeker het geval is als ook nog een korte monsternameduur wordt toegepast. De precisie van de meting wordt grotendeels bepaald door de macroscopisch tellingen, die sterk beïnvloed worden door verontreinigingen op het filter (stofdeeltjes) en ervaring van de teller. De CV bedraagt ca. 30%.

Fibrous Aerosol Monitor (FAM 1) [CGA]

De FAM 1 zuigt de te bemonsteren lucht aan met, voor asbest, een standaard debiet van 2 l/min. Het meetprincipe [FAM Documentatie] van de FAM is gebaseerd op het in hoge trilling brengen van de vezels in een elektrisch veld met hoge intensiteit, waarna iedere trillende vezel wordt verlicht met een helium-neon laserstraal. De verkregen pulsen van het verstrooide licht worden gedetecteerd. Iedere vezel wordt op deze wijze apart geteld. Het resultaat is af te lezen na afloop van de vooraf ingestelde monsternameduur. De monsternameduur kan worden ingesteld op 1, 10, 100 of 1000 minuten.

Volgens de handleiding [CGA] moeten de instellingen 'RATIO' en 'AMPLITUDE' op respectievelijk 5,0 en 0,5 worden ingesteld als zijnde de standaardinstellingen voor het meten van asbestvezels met een lengte >5 µm en een lengte-diameter verhouding van 1:3. Hierbij worden vezels met een diameter van >3 µm niet meegenomen. Deze afmetingen komen overeen met de vezelspecificaties die in het Asbestbesluit aangegeven worden.

Met de FAM 1 worden alle typen vezels gemeten als ze voldoen aan de specificaties bij de ingestelde waarden en als ze dan in een trilling gebracht kunnen worden. Het is mogelijk de standaard instellingen te wijzigen, waardoor vezels met andere specificaties gemeten kunnen worden. Er kan direct in de lucht gemeten worden en er is daarom geen storting van vezelmateriaal op een filter, zoals

optreedt bij de NVN 2939.

Er zijn alleen plaatsgevonden metingen mogelijk en het instrument is alleen te gebruiken op die plaatsen waar voldoende ruimte is om een koffer te plaatsen. Door het toepassen van een zogenaamde 'Battery Pack' is men onafhankelijk van een externe voeding.

De FAM 1 voldoet niet aan de veiligheidseisen voor de zone-indeling volgens 'Eisen voor de constructie van elektrisch materieel in verband met gasontploffingsgevaar' [NIA]. De FAM 1 is dus niet explosieveilig en kan hierdoor niet overal ingezet worden.

Als CV van de FAM wordt in de literatuur [Phanpravit] opgegeven 25%, aangetekend dient hierbij te worden, dat de metingen in een testkamer met 'Fiber generation' is uitgevoerd. De juistheid van de methode is niet bekend, de fabrikant pretendeert dat asbestvezels gemeten worden en vergelijkt deze meting met de NIOSH 7400 methode: deze methode komt vrijwel overeen met de NVN 2939. Zoals al is aangegeven zijn er enige onzekere punten in de methode.

Keuze van de monsternameduur

De keuze van de monsternameduur hangt bij de NVN-methode af van de detectiegrens en de te verwachten of aan te tonen concentraties. Voor een goede analyse (telling) is een optimale filterbelading van 100-400 vezels/mm². Bij te verwachten lage vezelconcentraties moet voldoende lang bemonsterd worden om voldoende vezels op het filter te kunnen zien [VDI]. Bijvoorbeeld bij te verwachten concentraties van 0,01 vezels/ml – in geval van vrijgave van een gesaneerde ruimte – bedraagt de filterbelading bij een debiet van 8 l/min gedurende 90 minuten circa 20 vezels/mm². Om een filterbelading van 100 vezels te verkrijgen moet ca. 8 uur bemonsterd worden.

De bepalingsondergrens is afhankelijk van het aantal getelde beeldvelden en het volume van de doorgezogen lucht [VDI]. Deze is bij 100 l aangezogen lucht 0,01 vezel/ml, gemeten met een Walton Beckett graticule en ten minste 100 beeldvelden geteld. [TNO]

Door meer lucht aan te zuigen worden lagere waarden bereikt. Bij een langere monsternameduur van bijvoorbeeld 4 uur (240 l) bedraagt de bepalingsondergrens 0,005 vezels/ml. [TNO] Ook kan een groter pompdebiet worden toegepast.

De FAM1 is beperkt in de keuze van de monsternameduur. Voor een 'vrijgave verklaring' van een ruimte waarbij de concentratie kleiner dan of gelijk aan 0,05 vezel/ml de grenswaarde* dient te zijn, is de keuze gemaakt om 100 minuten te monstern. Dit houdt in dat met de FAM 1 het resultaat na ruim anderhalf uur bekend is. Bij 100 minuten is de detectiegrens van de FAM 0,001 vezel/ml. De keuze van kortere meetperiodes kan ten slotte ook samenhangen met de aard van het werk: indien slechts gedurende korte tijd vezels vrij kunnen komen, heeft langer meten geen zin.

Meting van vezels in aanwezigheid van stof

Bij onze vergelijkende metingen is gebleken dat bij hoge stofconcentraties de verschillen in resultaten van de FAM en NVN zeer groot zijn. Wij wijten deze verschillen aan maskering van vezels door stofdeeltjes. Het is mogelijk om voor de monsterinlaat van de FAM een

* Bij de toenmalige grenswaarde voor chrysotiel van 1 vezel/ml, dient de gemeten concentratie <0,05 vezel/ml te zijn voor het afgeven van een vrijgave verklaring. Bij de huidige grenswaarde van 0,3 vezel/ml moet de gemeten concentratie voor een vrijgave verklaring <0,015 vezel/ml zijn.

Tabel 1. Vergelijking van de resultaten met de FAM1 en de NVN 2939 methode bij werkzaamheden met asbesthoudende materialen (monsternameduur 100 minuten)

Meting nummer	FAM (vezels/ml)	NVN 2939 (vezels/ml)	Aard van het werk	Analyse-lab.
1	0,39	0,28-0,51	sloop isolatie	TNO
2	0,72	7,1-7,9	sloop plafondplaat	TNO
3	0,18	0,17	sloop plafondplaat*	TNO
4	1,364	2,6-3,3	sloop	TNO
6	0,036-0,077	0,036-0,042	sloop plafondplaat*	DSM
7	0,010	0,02	sloop plafondplaat*	DSM
10	0,437	1,9	sloop	TNO
12	0,006	0,029	intrekken kabel	DGA
14	0,028	0,032	sloop plafondplaat*	DGA
15	0,498	0,272	sloop plafondplaat	DGA
16	0,004	0,027	sloop plafondplaat*	DGA
17	0,007	0,072	kabels verwijderen	TNO
20	0,000	<0,005	na sloop	TNO
22	0,001	<0,005	na sloop	TNO

Toelichting:

plafondplaat = plafondplaat van asbestcement.

* = metingen uitgevoerd buiten een tent waarin de sloopwerkzaamheden zijn uitgevoerd. (Onder een tent wordt verstaan: een zodanig afgesloten werkruimte, voorzien van een afzuiging met filterinstallatie, waardoor voorkomen wordt dat asbestvezels in de buitenomgeving kunnen komen.)

kabels verwijderen = verwijderen kabels met asbesthoudende isolatie.

voorafscheider (VI-2-3, Virtual Impactor) te plaatsen, waardoor stofdeeltjes (bolvormig versus vezels) verwijderd kunnen worden. Door de aanwezigheid van de stofdeeltjes worden bij de metingen met de FAM waarschijnlijk een groot deel van de vezels gemaskeerd. Daar de voorafscheider eerst recentelijk is aangeschaft zijn hiermee nog geen resultaten verkregen.

Uitvoering van het onderzoek

Het onderzoek is zodanig uitgevoerd dat bij diverse werkzaamheden gelijktijdig met de twee methoden gemeten is. De metingen, die bij het onderzoek zijn betrokken, zijn verricht met een monsternameduur van 100 minuten (doorgezogen volume lucht 100 l). De werkzaamheden betroffen voornamelijk sloopactivitei-

ten, zoals sloop van asbesthoudende materialen (waarbij metingen zowel binnen als buiten een afschermingstent uitgevoerd zijn), het verwijderen van asbesthoudende isolatie, het verwijderen van kabels met asbesthoudende isolatie en de handling van asbesthoudende materialen.

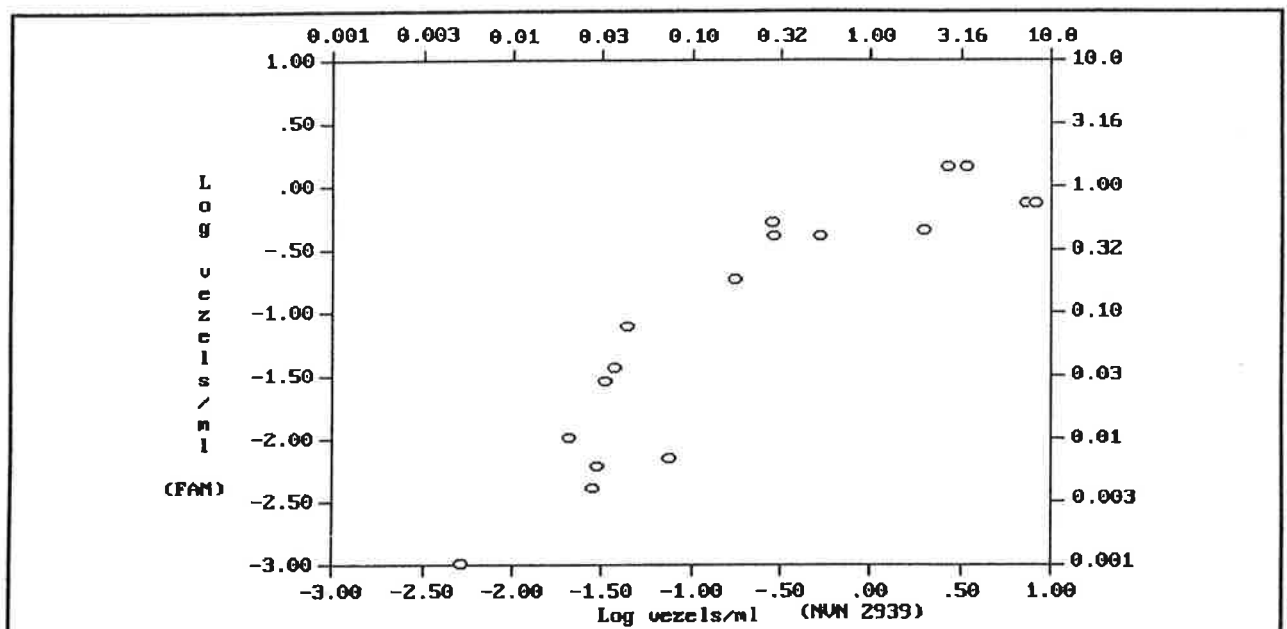
De analyses van filters zijn conform de NVN 2939 uitgevoerd door het Chemisch Laboratorium van DGA (Voorburg), door TNO MT (Delft) of door de afdeling Microscopie van DSM Research (Geleen).

Resultaten

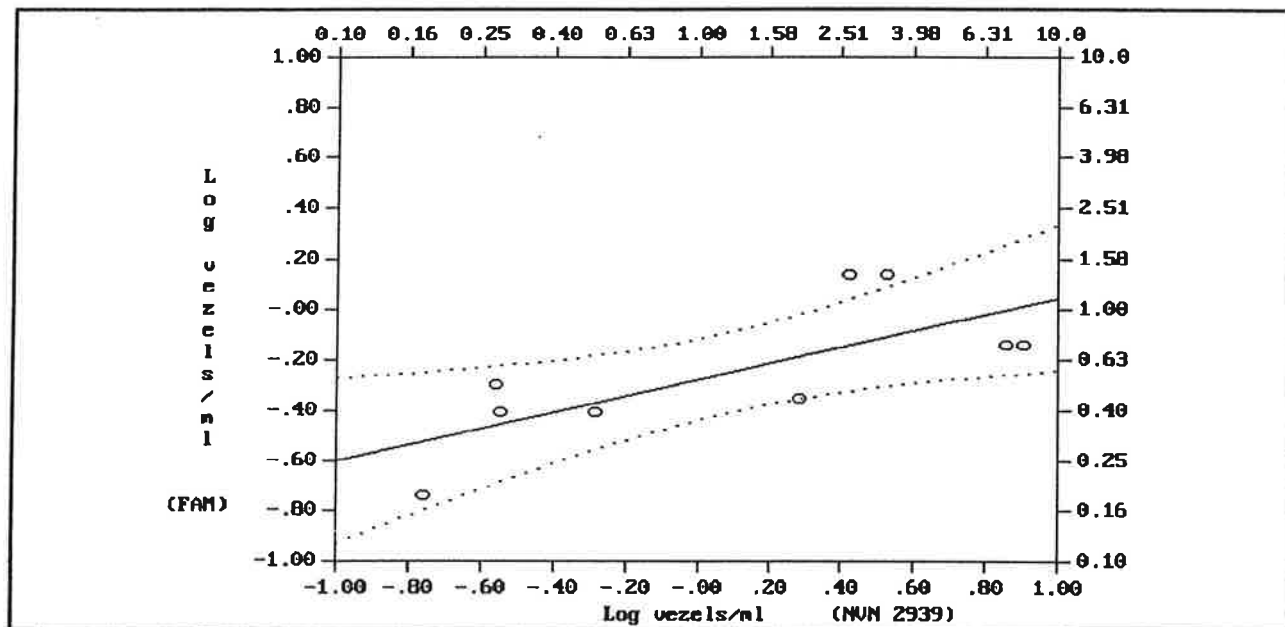
De gevonden resultaten van 100 minuten metingen zijn vermeld in tabel 1.

De meetresultaten van de FAM en de NVN 2939 methode zijn met behulp van het statistische programma "TRUE

Afbeelding 1. Scatterdiagram van vezelmeetuitkomsten in de werkplek-atmosfeer (100 minuten). Detectie ondergrens NVN 2939 0,01 vezels/ml, FAM 0,001 vezels/ml.



Afbeelding 2. Lineaire regressie van vezelmeetuitkomsten in de werkplek-atmosfeer (100 minuten) en meetuitkomsten >0,1 v/ml. NVN 2939



EPISTAT[®] [Gustafson 1991] vergeleken. In de afbeeldingen 1 en 2 worden de verbanden tussen de FAM en de NVN 2939 methode getoond. De gemeten concentraties zijn uitgezet op een logaritmische schaal.

Van een lineair verband tussen de FAM en de NVN 2939 methode is geen sprake. Onder 0,4 vezels/ml zijn de FAM 1 uitkomsten hoger dan bij de NVN 2939 methode, boven de 0,4 vezels/ml zijn de FAM 1 uitkomsten lager. Semikwantitatief suggereert de afbeelding dat het resultaat <0,1 vezels/ml bij de FAM 1 overeenkomst met <0,1 vezels/ml bij de NVN 2939 methode; boven de 1,0 vezels/ml is het FAM 1 resultaat slechts 10% van de waarde gemeten met de NVN 2939 methode.

Discussie en conclusies

Op basis van deze resultaten lijkt te gelden dat:

- er een niet lineair verband tussen de meetuitkomsten van de FAM 1 en de meetuitkomsten van de NVN 2939 methode is.
- bij metingen met de FAM 1 een concentratie van >0,1 vezels/ml bij een 100 minuten meting een indicatie is, dat de MAC-waarde van 1 vezel/ml kan worden overschreden.
- er bij lagere dan de genoemde concentraties een indicatie is, dat de blootstelling lager is dan 0,1 vezel/ml.
- een resultaat van >0,01 vezels/ml bij 100 minuten monsternamen met de FAM 1 een duidelijke indicatie is dat de lucht in de werkruimte niet 'asbestvrij' is.

De individuele verschillen tussen de FAM en de NVN 2939 zijn groot. (Zie o.a. de metingen met de nummers 2, 4, 10, 16 en 17). Dit zijn voornamelijk metingen tijdens sloopwerkzaamheden, waarbij naast vezels ook veel stof voorkomt. Waarschijnlijk is deze hoge stofconcentratie de oorzaak van de grote verschillen: de vezels worden door het stof gemaskeerd.

Gezien het beperkte aantal metingen is een absolute uitspraak niet mogelijk. De resultaten suggereren, dat bij blootstelling onder het MAC niveau de FAM 1 met een monsternameduur van 100 minuten toepasbaar is. Bij vezelconcentraties boven de MAC waarde is de absolute waarde naar alle waarschijnlijkheid systematisch onderschat, vooral bij aanwezigheid van stofdeeltjes.

Literatuur

- ARBO jaarboek 1991, NEN-EN 50 014 t/m 50 026, ISBN 90 312 069 3. NIA/Kluwer.
- Asbestbesluit Arbeidsomstandigheden, Vaststelling actieniveaus en grenswaarden en concentratie asbeststof in de lucht, Staatscourant 245, december 1988.
- Asbestos International Association. Reference method for the determination of asbestos fibre concentration at workplace by light microscopy (membrane filter method). AIA health and safety publication, recommended technical method No. 1. (1979).
- FAM documentatie, MIE Monitoring Instruments for the Environment, Inc. Bedford, Massachusetts, USA, 1988.
- GCA Fibrous Aerosol Monitor model FAM-1. User's Manual, FAM79-101, 1981.
- Gustafson, T.L., True Epistat 4.01. The Stat/Graphics Package for Physicians, Richardson, Texas, 1991.
- MIE Application Notes, No 3-A, december 1989.
- Meetvoorschrift asbest t.b.v. vrijgavemetingen. Concept P-blad Asbest 1993.
- National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), Method 7400, NIOSH manual of Analytical Methods, 3rd ed., Vol 1, Cincinnati OHIO.
- NNI: 'Bepaling van de concentratie aan asbestvezels met lichtmicroscopie na actieve monsterneming op een membraanfilter', NVN 2939, augustus 1988.
- Phanprasit, W. a.o. Comparison of the Fibrous Aerosol Monitor and the Optical Fiber Count Technique for Asbestos Measurement. Appl. Ind. Hyg. Vol. 3, no. 1 January 1988.
- TNO Kwaliteitsborging. Interne documenten met analyse-resultaten.
- Technische Regeln für Gefahrstoffe: Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen (TRGS 402). Carl Heymanns Verlag, Köln (1986).
- VDI 3494, 'Messen anorganische faserförmiger Partikel in der Aussenluft. Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren', april 1989.
- Verfahren zur Bestimmung von lungengängigen Fasern. Lichtmikroskopisches Verfahren-(ZH1/120.31). Carl Heymanns Verlag, Köln (1991).