

TNO-rapport
TNO-MEP – R 98/410

TNO Milieu, Energie
en Procesinnovatie

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

Telefoon 055 - 549 34 93
Fax 055 - 541 98 37

Ontwikkeling van een methode voor de bepaling van asbest in afval en puingranulaat (concept NEN 5897)

Datum
10 september 1998

Auteur(s)
P. Tromp
J. Tempelman

Projectnummer
53344

Opdrachtnummer NOVEM
36211/9517

Trefwoorden
- asbest
- afval
- puin(granulaat)
- normalisatie
- monsterneming
- analyse

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

© 1998 TNO

Bestemd voor
NOVEM
T.a.v. Mw. M. Muradin
Postbus 8242
3503 RE Utrecht

Het kwaliteitssysteem van TNO Milieu, Energie en
Procesinnovatie voldoet aan ISO 9001.

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is een
nationaal en internationaal erkend kennis- en contract-
research instituut voor bedrijfsleven en overheid op
het gebied van duurzame ontwikkeling en milieu- en
energiegerichte procesinnovatie.

Nederlandse Organisatie voor toegepast
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan
TNO zoals gedeponeerd bij de
Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel
te 's-Gravenhage

Samenvatting

Doel van het onderzoek

In opdracht van NOVEM BV is een project uitgevoerd met als doel het valideren en normaliseren van een methode voor de bepaling van asbestvezelconcentraties in puingranulaat en afval. Een dergelijke methode is in Nederland tot nu toe nog niet genormaliseerd. Normalisatie is onder andere noodzakelijk ter ondersteuning van het beleid van VROM inzake het selectief slopen van asbesthoudende gebouwen/constructies en het hergebruik van afvalstoffen, de handhavende instanties en de Europese regelgeving inzake labeling van producten die meer dan 0,1% asbest bevatten. Het belangrijkste doel daarbij is te voorkomen dat tijdens bewerkingen ergens in de zogenaamde “sloopketen” blootstelling aan asbest kan optreden. De belangrijkste toepassingsgebieden zijn:

- controle van puingranulaat en afval dat bij een stortplaats, puinbreker of andere herverwerkingsinstallatie wordt aangeboden;
- onderzoek door handhavende instanties (bijvoorbeeld bij illegale stort).

Eisen die aan de methode gesteld worden:

- De methode moet uitsluitend geven over de concentratie, de soort en mate van gebondenheid van het asbest in de onderzochte partijen;
- de gevoeligheid moet voldoende zijn om toetsing aan de door VROM gehanteerde “Voorlopige Interventiewaarde” mogelijk te maken (100 mg/kg voor chrysotiel-asbest en 10 mg/kg voor amfibool-asbest);
- een goede monsternamestrategie zal een centrale plaats in de methode moeten innemen;
- de resultaten moeten zodanig worden weergegeven, dat deze zowel door handhavers van milieuwetgeving als door de overige doelgroepen interpreteerbaar zijn;
- het actuele blootstellingsrisico, dat wil zeggen de verhouding tussen losgebonden en hechtgebonden vezels, moet bij voorkeur reeds in de eerste fase van de methode bepaald worden. De methode wordt daartoe trapsgewijs opgebouwd, waarbij de eerste trap bestaat uit een protocol voor visuele inspectie;
- de methode moet kunnen worden gebruikt als een ‘snelle screeningsmethode’ die kan dienen als ingangscontrole voor afval dat bij een stortplaats, puinbreker of andere herverwerkingsinstallatie wordt aangeboden, en moet getrapd kunnen worden ingezet;
- de prestatiekenmerken moeten worden vastgesteld door middel van een intralaboratoriumonderzoek en een beperkt inter-laboratoriumonderzoek.

Conclusies en aanbevelingen

- Met name uit de resultaten van het intralab onderzoek blijkt dat de concept NEN 5897, mits op de juiste wijze uitgevoerd, voldoet aan de bij aanvang van het project gestelde kwaliteitscriteria.
- De resultaten van het beperkte interlab onderzoek worden negatief beïnvloed door een aantal duidelijk aanwijsbare systematische fouten die door de betreffende labs worden gemaakt. Het is echter de vraag of van een eerste validatieronde van een dergelijke niet-routinematige complexe bepaling betere resultaten te verwachten zijn.
- Mede naar aanleiding van de gemaakte fouten in de interlab-validatie zijn verduidelijkingen in de conceptnorm aangebracht en is het aantal rekenvoorbeelden uitgebreid.
- Een manier om de kwaliteit van de uitvoering van de bepaling door de laboratoria te verbeteren is het organiseren van een evaluatiebijeenkomst voor de betreffende labs waarin wordt ingegaan op de gemaakte systematische fouten. Ook het organiseren van korte cursussen is een mogelijkheid om de methode te introduceren. Dergelijke vervolgactiviteiten vallen buiten het kader van dit project.
- Alle in de methode beschreven onderdelen, dus ook het veldwerk, vormen samen één geheel dat bij voorkeur door dezelfde onderzoekinstantie moet worden uitgevoerd. Gezien de benodigde expertise zou de complete bepaling bij voorkeur door Sterlab/Sterin geaccrediteerd moeten worden. In principe is het echter mogelijk om voor bepaalde nauw omschreven toepassingen modules uit de methode, zoals de visuele inspectie, in te bouwen in BRL-richtlijnen (sloop, puinbrekerijen).

Summary

Objectives of the investigation

Sponsored by Novem B.V. a method for the analysis and quantification of asbestos in granulated demolition waste has been developed and validated. Standardisation of such a method forms a necessary support of the asbestos legislation in the Netherlands which regulates the selective demolition of buildings or industrial constructions containing asbestos and recycling of demolition waste. It will be also of use to support an European obligation of labelling products which contain more than 0.1% asbestos by weight. The measures are taken to avoid exposure to airborne asbestos fibres anywhere in the 'demolition chain'. Main users of the method developed method will be:

- Control at acceptance of the asbestos content of waste material at dumps, breakers or recycling installations;
- investigation on asbestos by controlling bodies e.g. in case of illegal dumping of asbestos containing material

Objectives of the method

The method shall give an estimate of the asbestos concentration, the type of asbestos and the friability of the investigated materials.

The analytical sensitivity shall be sufficient to quantify 100 mg/kg of chrysotile and/or 10 mg/kg of amphibole asbestos.

Sampling strategy and sampling procedure shall be described carefully as an integral part of the method.

- Results shall be presented in such a format that they can be easily interpreted by controlling bodies and other users;
- hazardous waste material which contains friable asbestos should be detectable at an early stage. Therefore the method has been set up stepwise, the first step being a visual inspection;
- the method (or modules from it) shall be usable a quick screening method for waste dumps, breakers or recycling installations;
- the performance characteristics should be established in both an intra- and an inter laboratory comparison on a limited scale.

Conclusions and recommendations

- Especially in regard to the intra lab results it appears that the developed draft standards meets the requirements which have been formulated at the beginning of the project;
- the performance characteristics of the inter lab are biased by some obvious systematic errors made by some of the participating labs. One should keep in mind however that this is a first trial of a new non-routine method;
- using the results, comments and errors made in this trial a new draft was made and the number of examples was increased ;

- a kick-off meeting or additional workshops for the participating labs is a possibility to clarify the systematic errors made and to improve the quality. Such additional activities are not included in this project;
- all separate items, including the field work and sampling, form one integrated method which preferably has to be carried out by the same lab or bureau. Regarding the required expertise an accreditation by Sterla/Sterin should be most logical. However certain modules from the method (e.g. screening by visual inspection) can be incorporated in other standard procedures (demolition works, breakers)

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Summary	5
Inhoudsopgave	7
1. Inleiding en doel van het onderzoek	9
1.1 Doelstelling	9
1.2 Aanleiding en achtergrond	9
1.3 Randvoorwaarden	11
2. Plan van aanpak	13
2.1 Projectopbouw	13
2.2 Fase 1: Ontwikkeling en beoordeling van een concept- methode	13
2.3 Fase 2: Intralabvalidatie gericht op het vaststellen van de prestatiekenmerken	15
2.4 Fase 3: Beperkt interlaboratoriumonderzoek	16
2.5 Fase 4: Vastleggen van eventuele wijzigingen in de concept-ontwerpnorm	16
3. Ontwikkeling van de concept ontwerpnorm	17
4. Intralabvalidatie I: het veldonderzoek	21
4.1 Methode	21
4.2 Resultaten	21
4.3 Discussie	33
5. Intralabvalidatie II: de analysemethode	37
5.1 Bepalingsgrens	37
5.2 Herhaalbaarheid	38
5.3 Systematische afwijking en terugvindbaarheid	40
6. Beperkte interlabvalidatie	47
6.1 Uitvoering	47
6.2 Resultaten	48
6.3 Discussie	61
7. Conclusies en aanbevelingen	67
8. Referenties	69

9.	Samenstelling van de begeleidingscommissie	71
10.	Verantwoording	73
Bijlagen:	1 Concept Ontwerp NEN 5897 (separate band)	
	2 Intralaboratorium validatie : gedetailleerde gegevens	
	3 Beperkte interlaboratorium validatie: gedetailleerde gegevens	

1. Inleiding en doel van het onderzoek

1.1 Doelstelling

Doel van het project is het ontwikkelen, valideren en normaliseren van een methode voor de bepaling van asbestvezelconcentraties in puingranulaat en afval. De methode moet zowel gebruikt kunnen worden voor een controle van puingranulaat en afval dat bij een stortplaats, puinbreker of andere herverwerkingsinstallatie wordt aangeboden, als bij onderzoek door handhavende instantie (bijvoorbeeld bij illegale stort). Met de methode moet kunnen worden bepaald of een partij afval als asbesthoudend moet worden beschouwd of niet. Daarnaast moet de methode uitsluitend kunnen geven over de concentratie, de soort en mate van gebondenheid van het asbest in het materiaal.

Het referentiekader daarbij is de door IMH (Inspectie Milieuhygiëne) gehanteerde “Voorlopige Interventiewaarde”. Deze interventiewaarde, die op dit moment nog geen wettelijke status heeft, is voorlopig vastgesteld op 100 mg/kg voor chrysotiel-asbest en op 10 mg/kg voor amfibool-asbest. De te ontwikkelen analytische methode zal dus voldoende gevoelig moeten zijn om toetsing aan dit concentratieniveau mogelijk te maken.

Een goede monsternamestrategie zal een centrale plaats in de methode moeten innemen. De resultaten moeten in de op te stellen concept-ontwerpnorm op een zodanige manier worden weergegeven dat deze zowel door handhavers van milieuwetgeving als door de overige doelgroepen interpreteerbaar zijn.

1.2 Aanleiding en achtergrond

Een methode voor de bepaling van asbestvezelconcentraties in afval en puingranulaat is in Nederland tot nu toe nog niet genormaliseerd. Normalisatie is echter noodzakelijk omdat:

- er op dit moment geen methode beschikbaar is om asbest in afval of puingranulaat eenduidig vast te stellen.
- het voor hergebruik van afval (bijvoorbeeld bij het vervaardigen van puingranulaat) noodzakelijk is om te weten of een partij afval of puingranulaat asbest bevat of niet. In dit kader zijn er een tweetal ontwikkelingen:
 1. op nationaal niveau heeft het Ministerie van VROM, Directie Stoffen, Veiligheid, Straling en Normstelling, voornemens om op korte termijn een norm te gaan opstellen voor asbest in puin en puingranulaat. Deze restconcentratienorm zal vermoedelijk lager liggen dan de eerder genoemde interventiewaarde. Tot het moment dat deze richtlijn wettelijk is vastgesteld, wordt door het Ministerie van SZW in principe de “0-optie” gehanteerd.

2. in EG-verband is een principebesluit genomen om alle produkten die meer dan 0,1% (=1000 mg/kg) asbest bevatten als carcinogeen te labelen.

Daarnaast zal, met behulp van de op te leveren methode, partijen afval en puingranulaat scherp gecontroleerd kunnen worden op asbesthoudende componenten, waardoor dit naar verwachting ook een stimulerend effect heeft op het selectief slopen volgens de regels van het Asbestverwijderingsbesluit en Arbobesluit. Deze verscherpte controle op de aanwezigheid van asbest zal op den duur leiden tot de productie van asbestvrij granulaat waarbij ook het blootstellingsrisico bij verwerking van het afval tot een minimum beperkt zal blijven.

BAGA-norm

Het Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen (BAGA) bestempelt asbesthoudend afval met een concentratie hoger dan 5000 mg/kg als 'gevaarlijk' afval met uitzondering van sloopafval en voorwerpen die in het afvalstadium zijn geraakt. Aangezien het bij puin en puingranulaat gaat om afval dat verontreinigd is met asbest ligt de BAGA-norm zodanig hoog, dat deze in de praktijk voor asbest niet gehanteerd zal worden.

Voorlopige interventiewaarde

In het kader van de nog op te stellen norm voor asbest in puin en puingranulaat is door TNO-MEP onderzoek uitgevoerd naar de mogelijke aanwezigheid van asbest in puin en puingranulaat (TNO-rapport TNO-MEP-R 98/281[1]). In Nederland is er nog geen formele normstelling voor asbest in puin en puingranulaat. Zolang er geen richtlijnen zijn wordt door de Arbeidsinspectie in principe de "0-optie" gehanteerd omdat het volgens het Arbobesluit verboden is asbesthoudend materiaal toe te passen. Voor asbest in de bodem wordt door de Inspectie Milieuhygiëne een Voorlopige Interventiewaarde gehanteerd van 100 mg/kg voor chrysotiel en 10 mg/kg voor amfibolen. Deze is gebaseerd op een onderzoek naar de risico's van asbest in de bodem en berekeningen van het RIVM, gebaseerd op het C-soil programma [2]. Deze waarde is niet formeel vastgelegd en wordt gebruikt als saneringsgrens en geldt dus niet als criterium voor hergebruik.

EG-regelgeving

In Europees verband kon het principebesluit van max. 1000 mg asbest per kg produkt tot voor kort niet gehandhaafd worden omdat er geen genormaliseerde bepalingsmethode bestond om lage asbestconcentraties in gecompliceerde matrices te kunnen vaststellen. Naast de speciaal hiervoor ontwikkelde methode, waaraan ook TNO een bijdrage heeft geleverd [3] (DG XI, Brussel), kan de nieuw te ontwikkelen methode speciaal voor puingranulaat toegepast worden. Ook puingranulaat is te beschouwen als een produkt en zal in de nabije toekomst dus in geen enkel EG-land meer dan 1000 mg/kg asbest mogen bevatten.

Blootstellingsrisico's bij verwerking

Wanneer asbesthoudend afval door onzorgvuldigheid bij een puinbreekinstallatie wordt aangeboden - en controle op de aanwezigheid van asbest ontbreekt - dan leidt dat niet alleen tot de productie van asbesthoudende granulaten maar er zal ook, bij verwerking van het afval, een blootstellingsrisico ontstaan. Het vermalen van asbestcement, zoals in puinbrekers, kan een emissie van asbestvezels bewerkstelligen die zo'n factor 10.000 hoger ligt dan de continue emissie uit verweerd asbestcement. Er blijkt overigens [1] dat tijdens het verwerken van puin, waarbij met name het breken als een potentiële emissiebron kan worden aangemerkt, er geen asbestconcentraties in de lucht ontstaan die het Verwaarloosbaar Risiconiveau (= 1000 vezelequivalenten per m³ lucht) overschrijden wanneer het totale gehalte aan hechtgebonden asbesthoudend materiaal lager is dan een concentratie van 10 mg asbest per kg puin of puingranulaat.

Wanneer asbest in ongebonden of slecht gebonden vorm in het aangeboden puin aanwezig is (isolatiemateriaal, spuitasbest etc.) kan er onder bepaalde omstandigheden ook emissie optreden als de partij niet mechanisch wordt bewerkt.

1.3 Randvoorwaarden

De te ontwikkelen methode voor asbestvezelconcentraties in afval moet kunnen worden gebruikt als een 'snelle screeningsmethode' die kan dienen als ingangsc controle voor afval dat bij een stortplaats, puinbreker of andere herverwerkingsinstallatie wordt aangeboden. De methode moet getrapt kunnen worden ingezet:

- Ten eerste moet worden bepaald of de betreffende partij asbest bevat of niet: wanneer de partij asbest bevat is iedere verdere toepassing verboden;
- Ten tweede moet kunnen worden bepaald in welke concentratie het asbest aanwezig is (boven of onder de norm: BAGA-norm voor afvalstoffen, Europese norm voor produkten, Voorlopige Interventiewaarde voor puin en puingranulaat, Restconcentratienorm voor puingranulaat), om te kunnen bepalen of het afval gevaarlijk afval of bedrijfsafval is dan wel om te kunnen bepalen of het afval een blootstellingsrisico met zich meebrengt, bij verwerking en toepassing van het materiaal.

Hierbij geldt als belangrijk aandachtspunt dat zo snel mogelijk het actuele blootstellingsrisico, dat wil zeggen de verhouding tussen losgebonden en hechtgebonden vezels, bepaald moet kunnen worden. Er dient derhalve een getrapte methode te worden ontwikkeld, waarvan de eerste trap bestaat uit een goed uitgewerkt protocol voor visuele inspectie.

De te ontwikkelen methode moet ook een element van spreiding-statistiek bevatten, zodat pogingen om via bewuste menging van asbesthoudend afval met asbestvrij afval onder de benedengrens de 'Voorlopige Interventiewaarde' te komen, kunnen worden geïdentificeerd.

2. Plan van aanpak

2.1 Projectopbouw

De uitvoering van het project bestaat uit vier fasen, namelijk:

- Fase 1: Ontwikkeling en beoordeling van een concept-methode
- Fase 2: Intralabvalidatie gericht op het vaststellen van de prestatiekenmerken
- Fase 3: Beperkt interlaboratoriumonderzoek
- Fase 4: Vastleggen van eventuele wijzigingen in een definitieve conceptnorm

2.2 Fase 1: Ontwikkeling en beoordeling van een concept-methode

De concept-methode zal trapsgewijs worden opgebouwd. Globaal zal de methode uit de volgende “trappen” bestaan:

- een globale screening door middel van visuele inspectie met het doel de aard en omvang van een mogelijke verontreiniging van afval met asbest in een zo vroeg mogelijk stadium op te sporen.
- het nemen van representatieve monsters uit een partij, gevolgd door een globale beoordeling met behulp van een stereomicroscop.
- het voorbereiden van de monsters zodat goed gedefinieerde representatieve deelmonsters kunnen worden genomen voor onderzoek met fase-contrastmicroscopie, zonodig aangevuld met rasterlektronenmicroscopie en röntgenmicroanalyse (REM/RMA).
- een kwantitatieve en een kwalitatieve bepaling van asbest met fase-contrastmicroscopie en/of REM/RMA.

Visuele inspectie en monsterneming

Het protocol voor visuele inspectie door experts zal éénduidig zijn. Verschillende experts moeten op basis van het protocol tot vergelijkbare resultaten kunnen komen. De subjectiviteit van een visuele inspectie kan sterk worden verminderd door een duidelijke structuur aan te brengen in de wijze van inspecteren. De kundigheid van degene die de inspectie uitvoert is hierbij van essentieel belang. Delen van NVN 5860 en de normen voor monsterneming van bodem, grond en steenachtige bouw materiaal en vaste afvalstoffen zullen al in dit stadium worden geïmplementeerd. Bij het opstellen van een geschikte bemonsteringsstrategie, zal gebruik worden gemaakt van bij de visuele inspectie opgedane voorkennis omtrent de aard van de verontreiniging (grootte, verschijningsvorm, grootte van de asbesthoudende stukjes enz.).

In de eerste twee stappen zal een globale toetsing plaatsvinden, met het doel ernstige verontreinigingen (asbestconcentraties >> Interventiewaarde en >> Restconcentratienorm) snel te kunnen vaststellen zonder dat daarvoor een aantal kostbare en tijdrovende analyses nodig zijn. Om de methode in de praktijk voldoende nauwkeurig te maken en risicovolle situaties op lokatie in een zo vroeg mogelijk stadium te onderkennen zullen deze eerste stappen van de methode worden geperfectioneerd en geobjectiveerd. Er zal aandacht worden besteed aan het kwantificeren/valideren van de in deze stappen verkregen waarnemingen. Daarnaast zullen er duidelijke beslismomenten worden ingebouwd en zal de (on)nauwkeurigheid van de kwantificering van deze stappen worden bepaald. Er wordt naar gestreefd om 80-90 % van het aantal monsters waarin het asbestgehalte het niveau van de Voorlopige Interventiewaarde en de Restconcentratienorm (ruim) overschrijdt met voldoende zekerheid te traceren door alleen de eerste twee stappen uit te voeren.

Monstervoorbewerking en analyse

De gevoeligheid van de gebruikte analysemethode neemt toe naarmate men het schema verder doorloopt. Om op microscopische schaal toch nog een representatief beeld van het totale monster te verkrijgen, is een steeds groter aantal analyses van deelmonsters en/of monstervoorbewerkingen, zoals malen en homogeniseren, vereist. Het is echter ook van belang om het gehalte aan losse asbestvezels vast te stellen; deze losse vezels veroorzaken in feite het actuele blootstellingsrisico. In de methode zal daarom onderscheid worden gemaakt tussen de cementgebonden fractie en de losse asbestvezels.

Met de laatste stap in het analyseschema zijn in principe zeer lage detectiegrenzen haalbaar, zelfs tot op het niveau van enkele mg asbest per kg afval.

'Performance' van de methode

De 'performance' van zowel de monsterneming als de daarop aansluitend uitgevoerde monstervoorbehandeling en analysetechniek zullen voor elke stap worden vastgesteld. Het onderdeel veldinspectie zal wellicht in een later stadium onder STERIN kunnen worden geaccrediteerd en kunnen aansluiten bij een Sterlab-accreditatie van de in het laboratorium uitgevoerde analyses.

In alle stappen van het schema wordt een kwantificering gegeven van het asbestgehalte in de onderzochte deelfracties en/of deelmonsters.

2.3 Fase 2: Intralabvalidatie gericht op het vaststellen van de prestatiekenmerken

In fase 2 worden in het eigen laboratorium de volgende prestatiekenmerken vastgesteld:

- Bepalingsgrens
- herhaalbaarheid
- systematische afwijking
- terugvindbaarheid (recovery)

Validatie aan de hand van praktijksituaties

De matrix waarin zich de asbesthoudende verontreiniging bevindt, kan van grote invloed zijn op de prestatiekenmerken. Elke stap van de methode zal daarom voor verschillende typen materialen worden gevalideerd. Omdat er zeer veel typen afval zijn moet een praktische keus worden gemaakt voor een aantal materialen waarin in de praktijk vaak asbest voorkomt. Het inspectiedeel zal worden gevalideerd aan de hand van praktijksituaties.

Validatie aan de hand van kunstmatig vervaardigde testmonsters

Om de recovery en de juistheid te kunnen bepalen zijn kunstmatig vervaardigde standaardmonsters met een nauwkeurig bekend asbestgehalte vervaardigd. Om, vooral bij monsters puingranulaat, een testmonster met voldoende homogeniteit te verkrijgen is een hoeveelheid materiaal nodig van ca. 30 kg. Deze hoeveelheid is met de gegevens uit fase 1 en de formule van Lamé/Defize [4] berekend. De speciale veiligheidseisen voor het werken met asbest, maken dergelijke bewerkingen bijzonder kostbaar, zodat de intralabvalidatie met een beperkt aantal monsters is uitgevoerd.

Statistiek voor het beoordelen van methode

Ten gevolge van de eerder genoemde kenmerken van de te verwachten monsters, namelijk de inhomogeniteit en de ongewenstheid om door middel van malen de homogeniteit te verbeteren, zal de beoordelingsmethode uit het actieprogramma Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden slechts ten dele toepasbaar zijn. Ook op gebied van de monsterneming zal een “niet-standaard” statistiek nodig zijn. Voor de validatie is een volgend schema opgesteld (tabel 2.1):

Tabel 2.1 *Overzicht van het aantal en type monsters dat voor inspectie en analyse zal worden geselecteerd*

Type materiaal	Vorm waarin het asbest voorkomt	Aantal inspecties	Aantal analyses
Bouw- en sloopafval, niet verkleind	voornamelijk asbestcement: plaatmateriaal en leidingen	2	2
Bouw- en sloopafval, verkleind in een puinbreker tot granulaat	voornamelijk stukjes asbestcement	2	2
Bedrijfsafval	pakkingen, remvoeringen, koppelingsplaten en andere vormen	2	2
Asbesthoudend bedrijfsafval dat zich op een stortplaats bevindt	zowel gebonden als ongebonden asbest	2	2
Met asbestafval opgemengd huisvuil	zowel gebonden als ongebonden asbest	2	2

2.4 Fase 3: Beperkt interlaboratoriumonderzoek

In principe zullen vijf laboratoria/onderzoeksbureau's bij de interlaboratorium validatie worden betrokken. Er wordt een scheiding aangebracht tussen het veldwerk en de analyses die daadwerkelijk in het laboratorium worden uitgevoerd. Voor het laboratoriumdeel zal gebruik worden gemaakt van drie kunstmatig vervaardigde standaardmonsters met een nauwkeurig bekend asbestgehalte. Het statistische beoordelingsmodel uit het actieprogramma Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden zal hiervoor slechts ten dele toepasbaar zijn.

De visuele inspectie zal beperkt worden getoetst aan de monsterneming in combinatie met laboratorium-analyses. De interlaboratorium validatie van het veldonderzoek (visuele inspectie en monsterneming) zal echter in een later stadium worden uitgevoerd, en valt niet onder de huidige opdracht. Dit onderdeel kan alleen worden uitgevoerd wanneer geschikte praktijklokaties beschikbaar komen.

2.5 Fase 4: Vastleggen van eventuele wijzigingen in de conceptontwerpnorm

Wijzigingen voortkomend uit het beperkte interlaboratorium onderzoek worden verwerkt in de conceptnorm.

3. Ontwikkeling van de concept ontwerpnorm

In dit hoofdstuk wordt een samenvatting gegeven van de ontwerpnorm NEN 5897, “Monsterneming en analyse van asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat”. Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar bijlage 1.

Het voorschrift beschrijft een methode voor de bepaling van asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat en bestaat uit de volgende onderdelen:

1. Een beschrijving van een visuele inspectie waarbij op basis van het verzamelen van asbesthoudende materialen een schatting gemaakt kan worden van de asbestconcentratie in partijen bouw- en sloopafval en puingranulaat.
2. Een schema waarbij aan de hand van een visuele inspectie en historisch onderzoek een monsternemingsstrategie wordt gekozen, zodat door het nemen van een beperkt aantal monsters toch een betrouwbare schatting gemaakt kan worden van de concentratie aan asbest in partijen puingranulaat.
3. Een stapsgewijs opgebouwd analyseschema waarbij in verschillende zeeffracties van het monster afval of puingranulaat de concentratie aan asbest wordt bepaald.

Bij de ontwikkeling van de ontwerpnorm zijn, voor zover toepasbaar op asbest, de geldende NEN- en NVN-normen op het gebied van monsterneming van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen gebruikt. Analooq aan deze normen gaat dit normvoorschrift uit van een gefaseerd onderzoek: oriënterend onderzoek, nader onderzoek en uitgebreid onderzoek. Daarnaast is een onderverdeling gemaakt naar de soort partij:

- Bouw- en sloopafval
- Puingranulaat opgeslagen in een depot
- Puingranulaat gebruikt als verhardingslaag van (land)wegen en bouwterreinen
- Puingranulaat toegepast als fundering onder asfaltwegen
- overige matrices (zoals industrieel of huishoudelijk afval)

De fasering van het onderzoek per soort partij is weergegeven in tabel 3.1.

Oriënterend onderzoek

Het oriënterend onderzoek is bedoeld om een globaal inzicht te verkrijgen van de verontreinigde partij. Dit inzicht wordt verkregen door het uitvoeren van een visuele inspectie en historisch onderzoek. Op basis van de bevindingen van het oriënterende onderzoek kan worden besloten in hoeverre nader onderzoek mogelijk, gewenst of noodzakelijk is.

Het oriënterend onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- schatting van de grootte van de partij, volume en stortgewicht
- schatting van het verspreidingsgebied van de verzamelde stukjes asbesthoudend materiaal
- schatting van de homogeniteit van de partij
- bepaling van het aantal soorten asbestverdacht materiaal en karakterisering van deze materialen (conform ontwerp NEN 5896 [5])

Tabel 3.1 Fasering onderzoek voor verschillende soorten partijen bouw- en sloopafval (BSA) en puingranulaat

Soort partij	Oriënterend onderzoek	Nader onderzoek	Uitgebreid onderzoek
BSA-depot	globale visuele inspectie; alleen een kwalitatieve indicatie mogelijk (wel/geen asbest)	niet mogelijk	niet mogelijk
BSA-uitgespreid	idem, altijd nader onderzoek uitvoeren	systematische visuele inspectie; toetsing aan de te stellen grenswaarde	niet mogelijk
Granulaat-depot	globale visuele inspectie; alleen een kwalitatieve indicatie mogelijk (wel/geen asbest); uitgebreid onderzoek laten uitvoeren	niet mogelijk	noodzakelijk
Granulaat-uitgespreid en verharding weg/terrein ¹⁾	idem, indien asbest aanwezig dan nader onderzoek uitvoeren	systematische visuele inspectie; toetsing aan de te stellen grenswaarde	indien concentratie tussen 0,5 en 2 x de grenswaarde ligt
Granulaat-fundering onder asfaltweg	niet mogelijk	monsterneming en visuele inspectie uitgegraven laag; toetsing aan de te stellen grenswaarde	indien concentratie tussen 0,5 en 2 x grenswaarde ligt

- 1) Indien de partij granulaat dat is opgeslagen in een depot niet te groot (<10 m³) en aantoonbaar homogeen is kan dezelfde onderzoeks aanpak worden gehanteerd als voor uitgespreid granulaat.

Nader onderzoek

Het nader onderzoek is bedoeld om via een “worst-case” benadering een schatting te maken van de concentratie aan asbest in een partij bouw- en sloopafval en puingranulaat. Het nader onderzoek kan alleen worden uitgevoerd aan partijen die zijn uitgespreid in een laag van maximaal 50 cm dik. De concentratie wordt geschat op basis van een systematische visuele inspectie van de bovenlaag van de partij en een selectieve monsterneming van de diepere laag. Op basis van de bevindingen van het nader onderzoek kan worden besloten in hoeverre een uitgebreid monster- en analyseprogramma gewenst of noodzakelijk is.

Het nader onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- bepaling van de omvang van de uitgespreide partij: oppervlak, gemiddelde laagdikte en stortgewicht
- verzamelen van visueel zichtbare stukjes asbesthoudend materiaal en het in kaart brengen van deze stukjes
- sorteren van het verzamelde asbestverdachte materiaal, karakterisering van deze materialen (conform NEN 5896 [5]) en wegen van de totale hoeveelheid uitgesorteerd materiaal per soort
- in geval van puingranulaat: selectieve monsterneming en analyse van het bemonsterde granulaat

Uitgebreid onderzoek

Op basis van het uitgebreid onderzoek kan een betrouwbare schatting worden gemaakt van de concentratie aan asbest in een partij afval of puingranulaat. Aan de hand van de bevindingen van het oriënterend en nader onderzoek wordt een monsternemingssplan opgesteld, met als uitgangspunt een representatieve monsterneming. De bemonsteringsstrategie is afhankelijk van de soort partij: puingranulaat opgeslagen in een depot, puingranulaat gebruikt als verhardingslaag op wegen en bouwterreinen en granulaat toegepast als funderingslaag onder een asfaltweg.

Daarnaast zijn de onderstaande factoren ook van belang:

- de homogeniteit van de partij,
- de verontreinigingsgraad van de partij en
- de grootte van de partij.

De analyse van een monster afval of puingranulaat bestaat uit de volgende stappen:

- het verdelen in een aantal zeeffracties. De grovere fracties kunnen in principe op lokatie worden gezeefd en onderzocht zodat een eerste inschatting van de asbestconcentratie mogelijk is;
- het met het ongewapende oog en microscopisch opsporen van verdacht asbesthoudend materiaal in de zeeffracties;
- bepaling van de aard en de concentratie asbest in de aangetroffen materialen conform concept NEN5896 [5];
- het door weging bepalen van de totale massa aan aangetroffen asbesthoudend materiaal per zeeffractie;
- bepaling van het asbestgehalte (respirabele vezels) in de “fijne fractie” met behulp van rasterelektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse
- berekening van de concentratie chrysotiel en de concentratie amfibool-asbest in mg/kg, inclusief betrouwbaarheidsinterval

4. Intralabvalidatie I: het veldonderzoek

4.1 Methode

Het oriënterend en nader onderzoek (inspectiedeel) van de concept ontwerpnorm is beperkt gevalideerd aan de hand van een aantal praktijksituaties. Omdat er zeer veel typen (bouw- en sloop)afval zijn is een praktische keus gemaakt van een aantal probleemsituaties met asbestverontreiniging die in de dagelijkse praktijk vaak voorkomen (zie tabel 4.1).

Tabel 4.1 Overzicht van de praktijksituaties van verontreinigd (bouw- en sloop) afval

Lokatie	Soort afval	Grootte partij	Vorm waarin het asbest voorkomt	Aantal inspecties	Aantal analyses
1	Bouw- en sloopafval vermengd met zand, brokken < 1 dm ³	2x1500 m ³	voornamelijk asbestcement: plaatmateriaal en leidingen	1	2
2	Bouw- en sloopafval, brokken 10->100 dm ³	ca. 500 m ³	voornamelijk losgebonden isolatiemateriaal	1	(4)
3	Bouw- en sloopafval, brokken gemiddeld 1-10 dm ³	ca. 2000 m ³	voornamelijk asbestcement plaatmateriaal	12	0
4	Depot puingranulaat 0-40	ca. 500 m ³	voornamelijk stukjes asbestcement	2	1
5	Puingranulaat 0-40 gebruikt als verhardingslaag van 30 cm	ca. 400 m ³	voornamelijk stukjes asbestcement	1	2
6	Depot puingranulaat 0-40	ca. 10 m ³	voornamelijk stukjes asbestcement	1	4

Aan de hand van de in tabel 4.1 genoemde praktijksituaties worden een aantal prestatiekenmerken van de visuele inspectie vastgesteld, deze zijn o.a.:

- terugvindbaarheid (recovery)
- herhaalbaarheid
- systematische afwijking

4.2 Resultaten

Lokatie 1. Bouw- en sloopafval vermengd met zand

Situatieschets

- Soort partij: een partij metselpuin gestort in een duingebied, waardoor het puin vermengd is met zand.
- Deeltjesgrootte: de brokstukken puin zijn relatief klein (< 1 dm³).
- Omvang partij: de partij is uitgespreid over twee terreinen met ieder een oppervlak van ca. 1500 m² en een laagdikte van 1-1,5 meter (ca 2 x 1500 m³).

Historie: het puin is afkomstig van één slooplocatie en kan als redelijk homogeen worden beschouwd

Visuele inspectie

Beide terreinen, aangeduid als sectie A en B, zijn conform de ontwerpnorm NEN 5897 (hoofdstuk 5&6: oriënterend- en nader onderzoek) [7] systematisch afgezocht naar stukjes asbesthoudend materiaal. De inspectie is uitgevoerd door twee medewerkers van TNO-MEP. Het terrein is vooraf verdeeld in stroken van 1,5 meter breed, waarbij iedere medewerker de helft van het aantal stroken heeft geïnspecteerd. Alle tijdens de twee inspecties verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatie-microscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling wordt uitgevoerd conform concept NEN 5896 [5].

Tijdens de inspectie zijn 20 stukjes asbestcement plaatmateriaal aangetroffen met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel (witte asbest). De stukjes zijn ca. 10-50 cm² groot. Na verwijdering van resten zand, zijn de stukjes asbesthoudend materiaal gewogen. In tabel 4.2 staan de resultaten vermeld van de geschatte asbestconcentratie, berekend op basis van de tijdens de visuele inspectie verzamelde stukjes asbestcement. Bij de berekening is uitgegaan van een stortgewicht van het bouwen sloopafval van 1,5 kg/dm³.

Tabel 4.2 Geschatte asbestconcentraties aan de hand van de verzamelde stukjes asbestcement

	Sectie A		Sectie B	
	Inspectie medewerker1	Inspectie medewerker2	Inspectie medewerker1	Inspectie medewerker2
geïnspecteerd oppervlak (m ²)	950	590	800	660
geïnspecteerde laagdikte (cm)	4 - 5 ¹⁾	4 - 5 ¹⁾	2 - 3 ¹⁾	2 - 3 ¹⁾
aantal verzamelde stukjes	9	7	2	2
massa verzamelde stukjes (gram)	285,6	179,4	21,0	34,3
geschatte asbestconcentratie (mg/kg)	0,63 (0,2-1,4) ²⁾	0,54 (0,1-1,2) ²⁾	0,11 (0,01-0,4) ²⁾	0,22 (0,02-0,9) ²⁾

- 1) Bij de berekening is een laagdikte aangehouden van respectievelijk 4 en 2 cm; de asbestconcentratie is "worste-case" schatting.
- 2) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval weergegeven.

Monsterneming

De monsterneming is uitgevoerd conform de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (hoofdstuk 6: nader onderzoek). Van beide secties zijn deelmonsters (grepen) genomen op de plekken waar tijdens de visuele inspectie relatief veel stukjes asbesthoudend materiaal zijn aangetroffen. Op deze plekken zijn deelvakken van 0,5 x 0,5 meter tot een diepte van circa 30 cm. afgegraven en gemengd. Hieruit zijn steeds één á twee grepen genomen ten behoeve van het mengmonster. De bereken-

de concentratie moet dus worden gezien als een “worst case” concentratie. In tabel 4.3 staan de analyseresultaten vermeld.

Tabel 4.3 Asbestconcentraties in de mengmonsters bouw- en sloopafval

Fractie (mm)	Asbestconcentratie (mg/kg)	
	Sectie A	Sectie B
< 0,5	niet aantoonbaar (< 0,1)	niet aantoonbaar (< 0,1)
0,5-1,0	niet aantoonbaar (< 1,7)	niet aantoonbaar (< 1,7)
1,0-2,0	0,01 (0,01 - 0,02)	niet aantoonbaar
2,0-4,0	0,14 (0,11 - 0,16)	niet aantoonbaar
> 4,0	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar
Totaal	0,15 (0,12 - 2,0)	niet aantoonbaar (< 1,8)

*) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven.

Lokatie 2. Grof gebroken bouw- en sloopafval

Situatieschets

Soort partij:	een partij grof gebroken bouw- en sloopafval bestaande uit metselpuin, betonpuin en staaafval.
Grootte puindelen:	10 dm ³ tot groter dan 100 dm ³ .
Omvang partij:	een deel van de partij is op een terrein met een oppervlak van ca. 500 m ² uitgespreid. De gemiddelde laagdikte is 0,5-1 meter.
Historie:	in het verwoeste gebouw bevond zich op een aantal plekken amosiethoudende leidingisolatie.

Visuele inspectie

De partij bouw- en sloopafval is in delen geïnspecteerd, conform de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (hoofdstuk 5 en 6: oriënterend- en nader onderzoek). Elke deelpartij is uitgestort over een laag van ca 0,5 tot 1 meter. Daar de brokstukken zeer groot waren kon vrijwel de gehele laagdikte worden geïnspecteerd. De verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatie-microscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling is uitgevoerd conform concept NEN 5896 [5].

Tijdens de inspectie zijn drie plukjes isolatiemateriaal aangetroffen met 60-100 gewichtsprocent amosiet (bruine asbest). De plukjes zijn ca. 1-4 cm² groot met een gezamenlijke massa van 7,5 gram. De geschatte asbestconcentratie bedraagt 0,01-0,1 mg/kg puin. De onnauwkeurigheid van deze schatting wordt veroorzaakt door de zeer inhomogene verdeling van het asbest over het puin.

Monsterneming

Aangezien de brokstukken te groot zijn om een representatieve of een 'worst case' monsterneming uit te voeren conform de ontwerpnorm, zijn op vier willekeurige plaatsen in de partij monsters stof genomen vanaf het oppervlak van de brokstukken puin.

In twee van de vier monsters is een significante concentratie aan losse asbestvezels en vezelbundels aangetroffen van het type amosiet: 1.000-10.000 vezel/cm². Op basis van deze stofmonsters is geen goede vertaalslag mogelijk naar de totale concentratie aan asbest in het puin. Met gebruikmaking van een aantal aannamen, o.a. het definiëren van standaardbrokken puin, is een grove schatting te maken van de concentratie aan amosietasbest; deze bedraagt 0,01 - 1 mg/kg puin.

Lokatie 3. Depot met bouw- en sloopafval

Situatieschets

Soort partij:	één partij gebroken bouw- en sloopafval die voornamelijk bestaat uit metselpuin.
Deeltjesgrootte:	de brokstukken variëren in grootte van 1 tot 5 dm ³ .
Omvang partij:	een depot van ca. 2000 m ³ .
Historie:	het puin is afkomstig van een woningbouwcomplex waarbij o.a. asbestcement vensterbanken en tussenwandjes met de sloop zijn meegenomen.

Visuele inspectie

De partij bouw- en sloopafval is twee maal geïnspecteerd, conform de ontwerp-norm NEN 5897 [7] (hoofdstuk 5 en 6: oriënterend- en nader onderzoek). Bij de eerste inspectie, met als doel de partij te reinigen door middel van “handpicking”, zijn per dag meerdere deelpartijen uitgestort over een laag van ca 10-20 cm. Door een asbestverwijderaar zijn op deze manier zoveel mogelijk asbesthoudende stukjes verzameld. Aan het eind van de dag zijn alle ‘gereinigde’ deelpartijen uitgestort in een laag van ca. 50 cm, en is een tweede inspectie uitgevoerd door een medewerker van TNO-MEP.

De verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatiemicroscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling wordt uitgevoerd conform concept NEN 5896 [5].

Er zijn twee typen asbestbevattend materiaal aangetroffen:

- ca. 75% van type 1: vensterbank (imitatiemarmer), met 20-30 gewichtsprocent chrysotiel
- ca. 25% van type 2: asbestcement plaatmateriaal, met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel

De grootte van de stukken asbestbevattend materiaal varieerde van gemiddeld 50-250 cm² bij de eerste inspectie tot gemiddeld 10-100 cm² bij de tweede inspectie. Alle stukken en stukjes asbesthoudend materiaal zijn gewogen. In tabel 4.4 staan de resultaten vermeld van de geschatte asbestconcentraties, berekend op basis van de tijdens de visuele inspecties verzamelde stukjes asbestbevattend materiaal. Bij de berekening is uitgegaan van een stortgewicht van het bouw- en sloopafval van 1,5 kg/dm³. Bij de eerste inspectie is aangenomen dat 100% van de uitgestorte laag geïnspecteerd kon worden, terwijl dat voor de 2^e inspectie op 20% is geschat. Tevens is de effectiviteit van de 1^e visuele inspectie uitgerekend, ten opzichte van het verzamelde asbesthoudende materiaal tijdens de 2^e visuele inspectie.

Tabel 4.4 *Bepaling van de effectiviteit van een visuele inspectie op basis van het percentage terugvinding*

Deel partij	Grootte partij (ton)	Inspectie 1			Inspectie 2			Effectiviteit (deeltjes groter dan ca 10 cm ²)
		aantal stukken	gewicht (kg)	concentratie asbest (mg/kg)	aantal stukken	gewicht (gram)	concentratie asbest (mg/kg)	
1	255	ca. 140	20,3	20	23	1160	1,1 (0,8-1,6)	95 %
2	255	ca. 170	25,7	25	30	1500	4,4 (3,2-5,9)	85 %
3	225	ca. 80	11,6	13	1	28	0,1 (0,03-0,5)	99 %
4	180	ca. 140	20,5	28	10	480	1,7 (1,0-2,8)	94 %
5	132	ca. 170	25,9	49	5	210	0,8 (0,4-1,7)	98 %
6	180	ca. 130	19,9	28	2	50	0,2 (0,06-0,6)	99 %
7	132	ca. 120	17,5	33	6	250	1,2 (0,6-2,3)	96 %
8	169	ca. 10	1,5	2	3	50	0,2 (0,07-0,5)	91 %
9	300	ca. 40	5,5	5	2	40	0,1 (0,03-0,3)	98 %
10	115	ca. 40	6,1	13	1	20	0,1 (0,03-0,5)	99 %
11	300	ca. 25	3,5	3	1	10	0,02 (0,01-0,08)	99 %
12	300	ca. 30	4,0	3	3	50	0,1 (0,04-0,3)	97 %
spreiding				2 - 49			0,03 - 5,9	85 - 99 %
gemiddelde				17			0,9	96 %
standaard deviatie				67 %			178 %	4 %

*) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven, op basis van de Poisson statistiek.

Lokatie 4. Depot met puingranulaat 0-40

Situatieschets

Soort partij:	een depot met gemengd puingranulaat 0-40, waaronder betongranulaat, granulaat van stenen en klinkers en metselgranulaat.
Deeltjesgrootte:	0-40 mm
Omvang partij:	de partij is opgeslagen in een depot van ca. 500 m ³
Historie:	het puingranulaat is afkomstig van drie lokaties en moet als heterogeen worden beschouwd. Het depot bestaat uit drie lagen: laag 1. betongranulaat laag 2. granulaat van stenen en klinkers laag 3. metselgranulaat

Visuele inspectie en monsterneming

Het depot puingranulaat is op twee manieren geïnspecteerd:

1. Visuele inspectie van het buitenoppervlak van het depot (niet conform de ontwerpnorm). Hierbij is de gehele buitenring tot een hoogte van 2 meter systematisch afgezocht naar stukjes asbesthoudend materiaal.
2. Visuele inspectie en monsterneming van een deelpartij conform hoofdstuk 5&6 van de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (oriënterend- en nader onderzoek). Met behulp van een shovel zijn op vijf willekeurige plaatsen in het depot grepen genomen. Deze grepen vormen een representatief deel van het depot en zijn uitgestrooid in een laag van ca. 10 cm. De uitgestrooide laag is vervolgens systematisch afgezocht naar stukjes asbesthoudend materiaal.

Alle tijdens de twee inspecties verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatie-microscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling wordt uitgevoerd conform concept NEN 5896 [6].

De stukjes asbestcement plaatmateriaal bevatten 10-15 gewichtsprocent chrysotiel (witte asbest) en zijn ca. 5-10 cm² groot. In tabel 4.5 staan de resultaten vermeld van de geschatte asbestconcentraties, berekend op basis van de tijdens de visuele inspecties verzamelde stukjes asbestcement. Bij de berekening is uitgegaan van een storgewicht van het bouw- en sloopafval van 1,3 kg/dm³.

Tabel 4.5 *Geschatte asbestconcentraties aan de hand van de verzamelde stukjes asbestcement*

	Inspectie buiten- laag depot	Inspectie van een repre- sentatieve deelpartij
geïnspecteerd oppervlak (m ²)	31	33
geïnspecteerde laagdikte (cm)	2 - 3	3 - 4
aantal verzamelde stukjes	5	1
massa verzamelde stukjes (gram)	70,0	8,0
geschatte asbestconcentratie (mg/kg)	8,7 (2,2-24,4) ¹⁾	0,7 (0,01- 4,4) ¹⁾
asbestconcentratie monster puingranulaat ²⁾	n.v.t.	niet aantoonbaar (< 2 mg/kg)

1) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven.

2) Van de uitgestrooide deelpartij is van de plek waar het stukje asbestcement is aangetroffen een monster granulaat genomen van ca 30 kg.

Lokatie 5. Puingranulaat gebruikt als terreinverharding

Situatieschets

Soort partij:	een partij puingranulaat 0-40, gestort op een bouwterrein en gebruikt als funderingslaag voor een nog te bouwen schuur.
Deeltjesgrootte:	0-40 mm
Omvang partij:	de partij is uitgespreid over een terrein van ca. 1200 m ² (29 x 41 meter), met een laagdikte van gemiddeld 30 cm.
Historie:	onbekend

Visuele inspectie

Het bouwterrein is conform de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (hoofdstuk 5&6: oriënterend- en nader onderzoek) systematisch afgezocht naar stukjes asbesthoudend materiaal. De inspectie is uitgevoerd door twee medewerkers van TNO-MEP. Het terrein is vooraf verdeeld in stroken van 1,5 meter breed, waarbij iedere medewerker de helft van het aantal stroken heeft geïnspecteerd. Alle tijdens de inspectie verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatiemicroscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling wordt uitgevoerd conform concept NEN 5896 [5].

Tijdens de inspectie zijn in totaal 20 stukjes asbestcement plaatmateriaal verzameld in drie verschillende soorten:

- type 1. Asbestcement golfplaat met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel (13 stukjes)
- type 2. Asbestcement vlakke plaat met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel en 5-10 gewichtsprocent crocidoliet (5 stukjes)
- type 3. Asbestcement plaatmateriaal met 2-5 gewichtsprocent chrysotiel (2 stukjes)

De stukjes variëren in grootte van 5 tot 15 cm². In tabel 4.6 staan de resultaten vermeld van de geschatte asbestconcentratie, berekend op basis van de tijdens de visuele inspectie verzamelde stukjes asbestcement. Bij de berekening is uitgegaan van een stortgewicht van het bouw- en sloopafval van 1,6 kg/dm³.

Tabel 4.6 *Geschatte asbestconcentraties aan de hand van de verzamelde stukjes asbestcement*

	Inspectie medewerker 1	Inspectie medewerker 2
geïnspecteerd oppervlak (m ²)	432	432
geïnspecteerde laagdikte (cm)	1 - 2 ¹⁾	1 - 2 ¹⁾
aantal verzamelde stukjes type 1	6	7
massa verzamelde stukjes type 1 (gram)	75,6	88,2
aantal verzamelde stukjes type 2	3	2
massa verzamelde stukjes type 2 (gram)	47,8	31,9
aantal verzamelde stukjes type 3	2	0
massa verzamelde stukjes type 3 (gram)	9,8	0
geschatte concentratie chrysotiel (mg/kg)	2,3 (0,5-6,9) ²⁾	2,2 (0,6-6,5) ²⁾
geschatte concentratie crocidoliet (mg/kg)	0,5 (0,1-2,0) ²⁾	0,3 (0,02-1,6) ²⁾
geschatte asbestconcentratie (mg/kg)	2,8 (0,6-8,9) ²⁾	2,5 (0,6-8,1) ²⁾

1) Bij de berekening is een laagdikte aangehouden van 1 cm; de asbestconcentratie is een “worste-case” schatting.

2) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven.

Monsterneming

De monsterneming is uitgevoerd conform de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (hoofdstuk 6: nader onderzoek). Op het terrein zijn deelmonsters (grepen) genomen op in de buurt van plekken waar tijdens de visuele inspectie relatief veel stukjes asbesthoudend materiaal zijn aangetroffen. Op deze plekken zijn deelvakken van 0,5 x 0,5 meter tot een diepte van circa 30 cm. afgegraven en gemengd. Hieruit zijn steeds één à twee grepen genomen ten behoeve van het mengmonster. De berekende concentratie moet worden gezien als een “worst case” benadering. In tabel 4.7 staan de analyseresultaten vermeld.

Tabel 4.7 *Asbestconcentraties in de mengmonsters bouw- en sloopafval*

Fractie (mm)	Asbestconcentratie (mg/kg)	
	Mengmonster A	Mengmonster B
< 1,0	niet bepaald	niet bepaald
1,0-2,0	niet aantoonbaar (< 0,1)	0,3 (0,1 - 1,1)
2,0-4,0	4,5 (2,3 - 6,8)	2,5 (0,7 - 12)
4,0-8,0	6,5 (2,8 - 18)	niet aantoonbaar (< 0,2)
8,0-16,0	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar
>16,0	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar
Totaal	11 (5,1 - 25)	2,8 (0,8 - 13)

* Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven.

Lokatie 6. Klein depot met puingranulaat 0-40

Situatieschets

Soort partij: een depot met metselgranulaat 0-40
 Deeltjesgrootte: 0-40 mm
 Omvang partij: de partij is opgeslagen in een depot van ca. 10 m³
 Historie: het granulaat is afkomstig van één slooplekatie en kan als homogeen worden beschouwd.

Visuele inspectie

Het depot puingranulaat is visueel geïnspecteerd conform hoofdstuk 5 en 6 van de ontwerpnorm NEN 5897 [7] (oriënterend- en nader onderzoek). Met behulp van een shovel is het depot uitgespreid in een laag van ca. 50 cm. Deze laag is vervolgens systematisch afgezocht naar stukjes asbesthoudend materiaal. Alle tijdens de inspectie verzamelde stukjes asbestverdacht materiaal zijn met behulp van polarisatie-microscopie onderzocht op de aanwezigheid van asbest. Deze bepaling wordt uitgevoerd conform concept NEN 5896 [5].

Tijdens de inspectie zijn in totaal 37 stukjes asbestcement plaatmateriaal verzameld in twee verschillende soorten:

- type 1. Asbestcement plaatmateriaal met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel (23 stukjes)
- type 2. Asbestcement plaatmateriaal met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel en 2-5 gewichtsprocent crocidoliet (14 stukjes)

De stukjes variëren in grootte van 5 tot 15 cm². In tabel 4.8 staan de resultaten vermeld van de geschatte asbestconcentratie, berekend op basis van de tijdens de visuele inspectie verzamelde stukjes asbestcement. Bij de berekening is uitgegaan van een stortgewicht van het bouw- en sloopfval van 1,5 kg/dm³.

Tabel 4.8 Geschatte asbestconcentraties aan de hand van de verzamelde stukjes asbestcement

	Inspectie uitgespreide laag
geïnspecteerd oppervlak (m ²)	20
geïnspecteerde laagdikte (cm)	1 - 3
aantal verzamelde stukjes type 1	23
massa verzamelde stukjes type 1 (gram)	481,9
aantal verzamelde stukjes type 2	14
massa verzamelde stukjes type 2 (gram)	212,4
geschatte concentratie chrysotiel (mg/kg)	144 (70-269) ¹⁾
geschatte concentratie crocidoliet (mg/kg)	12,4 (3,7-28,8) ¹⁾
geschatte asbestconcentratie (mg/kg)	156 (74-298) ¹⁾

¹⁾ Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven.

Monsterneming

De bemonstering is uitgevoerd conform de concept ontwerpnorm NEN 5897 [7]. De partij granulaat kon in zijn geheel worden bemonsterd. De volgende aantallen en grootte van de grepen en verzamelmonsters zijn aangehouden:

- greepgrootte: ca. 3 dm³ (4-5 kg)
- aantal grepen: 6
- monstergrootte: ca. 30 kg
- aantal monsters: 1

De 6 grepen zijn verdeeld over 3 deelmonsters van ieder ca. 10 kg. Elk deelmonster is geanalyseerd conform de concept ontwerpnorm NEN 5897. Vervolgens zijn alle drie de deelmonsters bij elkaar gevoegd en is het verzamelde monster tevens geanalyseerd. In tabel 4.9 staan de analyseresultaten vermeld.

Tabel 4.9 Asbestconcentraties in de deelmonsters puingranulaat

Fractie (mm)	Asbestconcentratie (mg/kg)			
	deelmonster 1	deelmonster 2	deelmonster 3	verzamelmonster
< 0,5	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar	niet aantoonbaar
0,5-1,0	0,3 (0,1-1,1)	n.a. (<0,3)	n.a. (<0,7)	0,08 (0,02-0,3)
1,0-2,0	0,4 (0,1-2,5)	n.a. (<0,4)	n.a. (<1,6)	0,04 (0,02-0,3)
2,0-4,0	1,3 (0,3-7,0)	1,6 (0,4-7,7)	2,4 (0,7-16)	0,95 (0,5-2,2)
4,0-8,0	n.a.	n.a.	4,3 (3,3-5,4)	1,4 (1,1-1,8)
8,0-16,0	7,0 (5,3-8,8)	n.a.	47 (35-58)	18 (13-22)
>16,0	390 (310-480)	61 (49-74)	98 (73-120)	180 (140-220)
Totaal crocidoliet	24 (14-36)	n.a. (< 1,0)	32 (18-48)	18 (11-27)
Totaal chrysotiel	380 (300-470)	63 (49-82)	120 (93-160)	190 (140-220)
Totaal asbest	400 (320-500)	63 (49-82)	150 (110-200)	200 (160-250)
Gemiddeld				204 (+/- 175)

*) Tussen haakjes is het 95% betrouwbaarheidsinterval gegeven

4.3 Discussie

Aan de hand van de in paragraaf 4.2 behandelde praktijksituaties is een beperkte toetsing uitgevoerd van de visuele inspectie. Op basis van een systematische visuele inspectie van de oppervlaktelaag van het puin c.q. puingranulaat in combinatie met het verzamelen van de aangetroffen asbestverdachte materialen in deze laag wordt de asbestconcentratie benaderd.

De toetsing bestaat uit drie onderdelen:

1. Bepaling van de herhaalbaarheid/reproduceerbaarheid van de visuele inspectie. De te onderzoeken lokatie is hierbij opgedeeld in stroken van 1,5 meter breed waarna vervolgens twee medewerkers deze stroken om en om inspecteren, dat wil zeggen dat medewerker 1 alle 'even' stroken inspecteert en medewerker 2 alle 'oneven' stroken. Dit onderzoek is uitgevoerd op lokatie 1, 4 en 5.
2. Bepaling van de systematische afwijking van de concentratieschatting aan de hand van een visuele inspectie ten opzichte van een monsterneming en analyse van de monsters puin(granulaat). Dit onderzoek is uitgevoerd op lokatie 1, 2, 4, 5 en 6.
3. Bepaling van de terugvindbaarheid (recovery) van de visuele inspectie. Dit onderzoek is uitgevoerd op lokatie 3. Door middel van een controle van een reeds geïnspecteerde partij puingranulaat wordt de effectiviteit van de visuele inspectie beoordeeld.

Bij het bepalen van de bovenstaande prestatiekenmerken zijn een tweetal zaken van belang:

- Met behulp van de visuele inspectie zijn slechts asbesthoudende stukjes te zien die groter zijn dan ca. 2 cm. De zichtbaarheid van dergelijke stukjes wordt in grote mate beïnvloed door o.a. weersomstandigheden, de ervaring van de inspecteur en de 'conditie' van de oppervlaktelaag van de partij. Alle 6 lokaties zijn bij helder en droog weer geïnspecteerd door medewerkers van TNO-MEP met een ruime ervaring op het gebied van asbestherkenning in puin(granulaat) en bodem, waarbij het oppervlak van de (uitgespreide) partij onbegroeid en droog was.
- De asbestconcentraties, bepaald aan de hand van een visuele inspectie of door middel van analyse van monsters puingranulaat, zijn niet absoluut, maar variëren tussen bepaalde grenzen. Deze grenzen worden voor een deel bepaald door het 95%-betrouwbaarheidsinterval conform de Poisson-statistiek maar voor het grootste deel door de visuele schatting van het gewichtsperscentage asbest in de aangetroffen asbesthoudende materialen. Met behulp van XRD kan het asbestpercentage exact worden bepaald, maar aangezien dit zeer kostbaar en praktisch niet haalbaar is, is in de ontwerp norm NEN 5897 gekozen voor een visuele percentageschatting. Hierbij geldt als kanttekening dat bij een toetsing aan een nog vast te stellen grenswaarde, altijd de bovengrens van de berekende

concentratie moet worden genomen. De prestatiekenmerken kunnen hierdoor op twee manieren getest worden:

1. conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het Actieprogramma Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden" [6]. Bij deze toetsing wordt aangenomen dat de gemiddelde asbestconcentratie de exacte meetwaarde is.
2. door te toetsen of het inspectieresultaat binnen het betrouwbaarheidsinterval valt van het analyseresultaat en viceversa.

Herhaalbaarheid visuele inspectie

In tabel 4.10 staan de resultaten van het herhaalbaarheidsonderzoek beschreven uitgevoerd op 4 lokaties. Aan de hand van lokaties 1A, 1B en 5 is de (pseudo) herhaalbaarheids standaardafwijking (RSD) bepaald conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM" [6]. Uit de tabel valt af te leiden dat de berekende asbestconcentraties van beide inspecties binnen elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen. Bij lokatie 4 zijn beide inspecties niet met elkaar te vergelijken aangezien bij de eerste inspectie alleen de buitenlaag van een depot inhomogeen puingranulaat is geïnspecteerd.

Tabel 4.10 Resultaten van het herhaalbaarheidsonderzoek uitgevoerd op 4 lokaties

Lokatie	inspectie 1 (mg/kg)		inspectie 2 (mg/kg)		verschil (%)	RSD (%)
1A	0,63	(0,2 - 1,4)	0,54	(0,1 - 1,2)	15	28
1B	0,11	(0,01 - 0,4)	0,22	(0,02 - 0,9)	65	
5	2,8	(0,6 - 8,9)	2,5	(0,6 - 8,1)	11	
4	0,7	(0,01 - 4,4)	8,7	(2,2 - 24,4)	170 ¹⁾	

- ¹⁾ lokatie 4 betreft een inhomogene opgeslagen partij puingranulaat waarbij de eerste keer alleen de buitenlaag is geïnspecteerd en de 2^e keer de gehele uitgestorte partij is geïnspecteerd.

Systematische afwijking

In tabel 4.11 zijn de resultaten gegeven van de bepaling van de systematische afwijking c.q. juistheid. Dit onderzoek is uitgevoerd op 5 lokaties; aan de hand van deze lokaties is de effectiviteit van de visuele inspectie getoetst in relatie tot de analyseresultaten van monsters puingranulaat.

Tabel 4.11 Effectiviteit van de visuele inspectie

Lokatie	inspectie (mg/kg)	analyse (mg/kg)	recovery inspectie (%)
1A	0,6 (0,2 - 1,3)	0,2 (0,1 - 2,0)	300
1B	0,2 (0,02 - 0,7)	< 1,8	-
2 *	0,06 (0,01 - 0,1)	0,5 (0,01 - 1)	12
4	0,7 (0,01 - 4,4)	< 2,0	-
5	2,7 (0,6 - 8,5)	3,8 (1,8 - 11)	74
6	156 (74 - 269)	200 (160 - 250)	78

* het betreft hier slechtgebonden isolatiemateriaal

Op lokatie 6 na vallen de inspectieresultaten binnen het betrouwbaarheidsinterval van de analyseresultaten. Bij een geringe verontreiniging van het puingranulaat, met asbestconcentraties tot ca. 1 mg/kg (lokatie 1a, 1b en 4), geeft de visuele inspectie een iets hogere asbestconcentratie dan het analyseresultaat van de bemonsterde puingranulaat. Dit is verklaarbaar aangezien bij lage asbestconcentraties er slechts een gering aantal stukjes asbesthoudend materiaal in puingranulaat aanwezig is. De kans dat zo'n stukje bij de monsterneming wordt meegenomen is klein.

Bij een hogere verontreinigingsgraad van het puingranulaat (lokatie 5 en 6) is een ander effect zichtbaar. Daar ligt de asbestconcentratie in het bemonsterde granulaat hoger dan het inspectieresultaat. Bij een hogere concentraties zullen meer stukjes asbesthoudend materiaal in het granulaat aanwezig zijn en zullen deze ook meer homogeen verdeeld zijn. Bij de monsterneming zal de monsternemingspositie van ondergeschikt belang zijn. Daarnaast komen ook meer kleine asbesthoudende deeltjes voor die wel worden geanalyseerd terwijl ze bij een visuele inspectie niet zichtbaar zijn.

Bij een lage verontreinigingsgraad geeft de visuele inspectie een nauwkeurige schatting van de asbestconcentratie en is waarschijnlijk te prefereren boven een bemonsteringsstrategie (inclusief analyses). Bij hogere concentratienivo's geeft de visuele inspectie slechts een globale schatting c.q. onderschatting en moet heel goed rekening worden gehouden met het 95% betrouwbaarheidsinterval. Bij slecht gebonden asbesthoudende materialen (isolatiemateriaal en zachtboard) is de visuele inspectie niet bruikbaar voor een concentratieschatting. Een groot deel van deze materialen bevindt zich in de fractie kleiner dan 2 cm, in de vorm van vezelbundels en losse vezels, en is bij een inspectie niet zichtbaar.

Recovery

Op lokatie 3 is de recovery bepaald van 12 visuele inspecties (zie paragraaf 4.2). Een grote partij puingranulaat met een asbestconcentratie tussen de 2 en 50 mg/kg, is in twaalf delen volledig op asbest geïnspecteerd. De geïnspecteerde deelpartijen zijn vervolgens voor een tweede keer gecontroleerd, waardoor de effectiviteit van

de 1^e inspectie afgeleid kan worden. De terugvindbaarheid (recovery) van de eerste inspectie bedraagt 96 % (RSD 4%), met een spreiding tussen de 85 en 99 %.

5. Intralabvalidatie II: de analysemethode

Aan de hand van praktijkmonsters en kunstmatig vervaardigde monsters worden een drietal prestatiekenmerken van de analysemethode vastgesteld, deze zijn:

- de bepalingsgrens
- herhaalbaarheid
- systematische afwijking en terugvindbaarheid

De prestatiekenmerken worden op twee manieren getoetst (zie tevens opmerking paragraaf 4.3.):

1. conform de procedure beschreven in het RIVM rapport “Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het Actieprogramma Normalisatie en Validatie van Milieumeetmethoden” [6]. Bij deze toetsing wordt aangenomen dat de gemiddelde asbestconcentratie de exacte meetwaarde is.
2. door te toetsen of de berekende asbestconcentraties binnen elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen (bij de herhaalbaarheid), en door te toetsen of de toegevoegde asbestconcentratie binnen het betrouwbaarheidsinterval valt van de teruggevonden asbestconcentratie (bij de systematische afwijking en terugvindbaarheid).

5.1 Bepalingsgrens

Wanneer in een monster puingranulaat geen asbest wordt aangetroffen, wordt per zeeffractie de bepalingsgrens bepaald conform de Poisson-statistiek. Per fractie wordt de bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval opgegeven (3 deeltjes c.q. vezels) en vermenigvuldigd met de massa van een gemiddeld asbesthoudend deeltje c.q. vezel in de betreffende zeeffractie. De totale bepalingsgrens wordt verkregen door de bepalingsgrenzen per zeeffractie bij elkaar op te tellen (zie bijlage A: ontwerpnorm NEN 5897).

De bepalingsgrens van de analysemethode wordt beïnvloed door een aantal factoren:

1. de hoeveelheid monster die in behandeling wordt genomen,
2. de korrelgrootteverdeling van het monster en
3. het deel van de zeeffracties dat microscopisch wordt onderzocht.

Door het gehele monster te analyseren kan dus de bepalingsgrens tot ‘nul’ worden gereduceerd.

In tabel 5.1 en 5.2 zijn bepalingsgrenzen gegeven in relatie met de monstergrootte, de korrelgrootteverdeling en het analysedeel van de zeeffracties.

Tabel 5.1 De bepalingsgrens in relatie met de monstergrootte en korrelgrootteverdeling van monster

zeeffractie (mm)	puingranulaat 50 kg (mg/kg)	puingranulaat 30 kg (mg/kg)	zand (mg/kg)
< 0,5	-	-	-
0,5-1,0	< 0,1	< 0,3	< 0,6
1,0-2,0	< 0,2	< 0,3	< 0,6
2,0-4,0	< 0,2	< 0,4	< 0,8
4,0-8,0	-	-	-
8,0-16,0	-	-	-
> 16,0	-	-	-
totaal	< 0,5	< 1,0	< 2,0

Tabel 5.2 De bepalingsgrens in relatie met het deel van de zeeffracties dat microscopisch wordt onderzocht

zeeffractie (mm)	deel onderzocht	puingranulaat (mg/kg)	deel onderzocht	puingranulaat (mg/kg)
< 0,5	-	-	-	-
0,5-1,0	5 %	< 0,1	1 %	< 0,9
1,0-2,0	20 %	< 0,2	5 %	< 0,9
2,0-4,0	50 %	< 0,2	20 %	< 0,9
4,0-8,0	100 %	-	50 %	< 1,2
8,0-16,0	100 %	-	100 %	-
> 16,0	100 %	-	100 %	-
totaal		< 0,5		< 4

5.2 Herhaalbaarheid

Om de herhaalbaarheid van de analysemethode te bepalen zijn een drietal monsters tweemaal geanalyseerd. Na de eerste asbestanalyse zijn de zeeffracties en alle asbesthoudende deeltjes bij elkaar gevoegd waarna het monster is bevochtigd en gehomogeniseerd. Hierna is de asbestconcentratie in dit monster voor een tweede keer bepaald. Het nadeel van deze methode is dat tijdens de eerste analyse de kans bestaat dat de asbesthoudende deeltjes worden verkleind. Aangezien vooral bij het zeven de kans op breken van de deeltjes groot is zullen deze handelingen voorzichtig worden uitgevoerd. De duplobepalingen zijn door twee verschillende analisten uitgevoerd.

Voor de bepaling van de herhaalbaarheid zijn drie verschillende monsters afval gebruikt. In tabel 5.3 is een beschrijving gegeven van de monsters. In tabellen 5.4 t/m 5.6 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 5.3 Omschrijving monsters afval

Soort afval	typen asbesthoudend materiaal	gewicht monsters
puingranulaat I	asbestcement met 10-15% chrysotiel en asbestcement met 10-15% chrysotiel en 2-5% crocidoliet	35 kg
puingranulaat II	isolatiemateriaal met 60-100% chrysotiel en brandwerend board met 15-30% amosiet	22 kg
zand	asbestcement met 10-15% chrysotiel	6 kg

Tabel 5.4 Resultaat van de duplobepaling in puingranulaat (type I)

zeeffractie (mm)	1° analyse				2° analyse			
	% fractie	chrysotiel	crocidoliet	totaal	% fractie	chrysotiel	crocidoliet	totaal
< 0,5	13,9	-	-	-	13,9	-	-	-
0,5-1,0	5,2	0,06	0,02	0,08	5,9	0,3	0,08	0,4
1,0-2,0	3,5	0,04	<0,2	0,04	4,3	0,2	0,01	0,2
2,0-4,0	4,1	0,9	0,03	1,0	3,6	2,4	0,05	2,5
4,0-8,0	10,6	1,1	0,3	1,4	10,3	7	0,7	7,7
8,0-16,0	14,8	14	3,9	18	15,9	37	3,6	41
> 16,0	48,0	170	14	184	46,1	140	14	150
totaal	-	186,1	18,2	204,3	-	186,9	18,4	205,3
		(140-220)	(11-27)	(160-250)		(150-230)	(11-27)	(160-260)

Tabel 5.5 Resultaat van de duplobepaling in puingranulaat (type II)

zeeffractie (mm)	1° analyse				2° analyse			
	% fractie	chrysotiel	amosiet	totaal	% fractie	chrysotiel	amosiet	totaal
< 0,5	13,9	-	-	-	15,2	-	-	-
0,5-1,0	4,4	1,3	<0,2	1,3	4,9	0,05	0,01	0,1
1,0-2,0	3,8	1,9	<0,2	1,9	3,1	0,4	0,1	0,5
2,0-4,0	4,4	0,9	0,2	1,1	3,7	<0,8	0,3	0,3
4,0-8,0	7,7	2,0	0,2	2,2	8,2	8,9	-	8,9
8,0-16,0	16,9	1,1	-	1,1	18,6	-	-	-
> 16,0	48,8	-	-	-	46,2	-	-	-
totaal	-	7,2	0,4	7,6	-	9,3	0,4	9,7
		(5,2-13)	(0,3-2,2)	(5,5-16)		(7,1-12)	(0,3-0,5)	(7,3-12)

Tabel 5.6 Resultaat van de duplobepaling in zand

zeef fractie (mm)	1° analyse			2° analyse		
	% fractie	chrysotiel		% fractie	chrysotiel	
< 0,36	86,1	-		86,2	-	
0,36-0,5	4,8	0,4	(0,2 - 0,8)	4,9	15	(9 - 23)
0,5-1,0	1,0	2,6	(1,4 - 4,4)	0,9	12	(9 - 17)
1,0-2,0	1,0	10	(8 - 13)	1,0	11	(9 - 13)
2,0-4,0	1,8	36	(29 - 43)	1,8	39	(31 - 47)
4,0-8,0	1,8	100	(80 - 120)	1,8	87	(70 - 100)
8,0-16,0	1,1	220	(170 - 260)	1,1	170	(130 - 200)
> 16,0	2,4	200	(160 - 230)	2,3	200	(160 - 230)
totaal	-	560	(450 - 670)	-	530	(420 - 630)

Aan de hand van bovenstaande monsters is de (pseudo) herhaalbaarheidsstandaardafwijking (RSD) bepaald conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM" [6]. De RSD is 3,7 % en is bepaald aan de hand van 5 meetparen: de chrysotiel- en crocidolietconcentratie bij puingranulaat type I, de chrysotiel- en amosietconcentratie bij puingranulaat type II en de chrysotielconcentratie bij het zand. Uit de tabellen valt tevens af te leiden dat alle meetparen binnen elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen.

5.3 Systematische afwijking en terugvindbaarheid

Om de systematische afwijking en de terugvindbaarheid te kunnen bepalen zijn kunstmatig vervaardigde standaardmonsters met een nauwkeurig bekend asbestgehalte vervaardigd. Deze standaardmonsters zijn gebruikt voor zowel de inter- als intralaboratorium validatie.

Selectie van de partij puingranulaat

Om bij puingranulaat testmonsters met voldoende homogeniteit te verkrijgen is een grote hoeveelheid materiaal nodig. Hieronder volgt de beschrijving van de geselecteerde partij puingranulaat.

Situatieschets

Soort partij: een depot met metselgranulaat 0-40
 Deeltjesgrootte: 0-40 mm
 Omvang partij: de partij is opgeslagen in een depot van ca. 10.000 m³
 Historie: Geen gegevens beschikbaar; tijdens een globale inspectie zijn stukjes asbestcement, brandwerend board en isolatiemateriaal aangetroffen.

Bemonstering

De bemonstering is uitgevoerd conform de concept ontwerpnorm NEN 5897 [7]. Alleen de buitenkant van de partij granulaat is bemonsterd. De monsters puingranulaat zeggen dus alleen iets over de buitenste schil van het depot; deze kan als homogeen worden beschouwd. De volgende aantallen en grootte van de grepen en verzamelmonsters zijn aangehouden:

- greepgrootte: ca. 3 dm³ (4-5 kg)
- aantal grepen: ca. 200
- monstergrootte: ca. 30 kg
- aantal monsters: 32

Toetsing van de partij puingranulaat

Van de 32 verzamelmonsters zijn willekeurig 8 verzamelmonsters geselecteerd. Deze 8 verzamelmonsters zijn bij elkaar gevoegd en goed gemengd. Vervolgens is dit monster van ca 250 kg geanalyseerd conform de concept ontwerpnorm NEN 5897 [7]. In het verzamelmonster zijn 4 soorten asbesthoudend materiaal aange- troffen:

1. asbestcement met 10-15 % chrysotiel
2. asbestcement met 10-15 % chrysotiel en 2-5 % crocidoliet
3. brandwerend board met 15-30 % amosiet
4. isolatiemateriaal met 60-100 % chrysotiel

In tabel 5.7 staan de analyseresultaten vermeld.

Tabel 5.7 Samenvatting analyseresultaten van het verzamelmonster puingranulaat van ca. 250 kg.

Zeeffractie (mm)	% fractie	aantal deeltjes	chrysotiel	amosiet	crocidoliet	asbest	asbest fractie	cumulatief concentratie
< 0,5	17,5	-	-	-	-	-	<0,5	-
0,5-1,0	6,5	286	-	0,05	-	0,05	< 1	0,05 (0,01-2,8)
1,0-2,0	4,0	125	0,43	0,12	-	0,55	< 2	0,60 (0,1-8,5)
2,0-4,0	5,5	48	0,24	0,11	-	0,35	< 4	0,95 (0,2-11)
4,0-8,0	8,5	22	1,1	1,3	-	2,4	< 8	3,4 (2,3-14)
8,0-16,0	17,5	2	1,6	-	0,4	2,0	<16	5,4 (2,3-20)
16,0-32,0	24	3	18	-	-	18	<32	24 (19-40)
>32,0	17	3	39	-	7,4	47	totaal	70 (53-90)
totaal			60	1,6	7,8	70		

In de fracties groter dan 8 mm zijn slechts enkele stukken asbestcement aangetroffen die voor ca 95 % bijdragen aan de totale concentratie aan asbest in het monster. In de fracties kleiner dan 8 mm zijn uitsluitend stukjes isolatiemateriaal en brandwerend board aanwezig.

Samenstellen van de validatiemonsters

Uit tabel 5.5 blijkt dat de validatiemonsters puingranulaat in de fracties groter dan 8mm niet voldoende homogeen zijn. Daarom worden van de 24 overgebleven validatiemonsters de fracties > 8mm onderzocht op het voorkomen van stukjes asbestcement. Per monster worden alle stukjes asbestcement groter dan 8mm verwijderd, waarna de overgebleven fractie groter dan 8 mm weer bij het oorspronkelijke monster is gevoegd. Volgens de standaard additiemethode zijn vervolgens nauwkeurig bekende hoeveelheden van asbesthoudende stukjes aan de validatiemonsters toegevoegd. Er zijn stukjes van twee soorten asbestcement gebruikt:

type1: asbestcement met 10-15 % chrysotiel

type2: asbestcement met 10-15 % chrysotiel en 0,1-2 % crocidoliet

De stukjes asbestcement zijn toegevoegd aan 18 van de 24 monsters in drie verschillende concentratieranges. Bij de additie is rekening gehouden met de reeds aanwezige achtergrondconcentratie in de monsters (veroorzaakt door de stukjes isolatiemateriaal 'type 3' en brandwerend board 'type 4'); deze concentratie moet laag zijn in verhouding met de toegevoegde 'concentratie' (<5%). Daarnaast is een zo natuurlijk mogelijke verdeling aangehouden van stukjes asbestcement over de verschillende zeeffracties. In tabel 5.8 is het aantal asbesthoudende deeltjes weergegeven dat per zeeffractie is toegevoegd.

Tabel 5.8 Aantal toegevoegde stukjes asbestcement per zeeffractie

zeeffractie (mm)	60 mg/kg		110 mg/kg		150 mg/kg	
	type 1	type 2	type 1	type 2	type 1	type 2
2,0-4,0	4	-	5	-	6	-
4,0-8,0	7	2	7	2	8	2
8,0-16,0	4	-	4	1	5	4
16,0-32,0	-	-	1	-	1	-
totaal	15	2	17	3	20	6

Na toevoeging van de stukjes asbestcement zijn alle 24 validatiemonsters gedurende 24 uur gedroogd bij 105 °C, waarna de massa van elk gedroogd monster is bepaald. Het vochtgehalte van het puingranulaat was gemiddeld 8%. Na het wegen is deze 8% water weer aan de validatiemonsters toegevoegd. De kunstmatig vervaardigde validatiemonsters zijn gebruikt voor de inter- en intralaboratoriumvalidatie.

Resultaten

Vijf van 24 kunstmatig vervaardigde monsters puingranulaat zijn onderzocht tijdens het intralaboratorium onderzoek. Deze monsters zijn geanalyseerd conform de concept ontwerpnorm NEN 5897 [7]. Dit houdt onder andere in dat de asbestconcentratie visueel is geschat aan de hand van referentiematerialen met een over-

eenkomende matrix. In de vijf validatiemonsters puingranulaat zijn vier verschillende typen asbesthoudend materiaal aangetroffen, inclusief de twee typen materiaal die aan de monsters zijn toegevoegd (tabel 5.10).

In tabel 5.9 staan de massa's van de validatiemonsters vermeld en het verlies dat optreedt door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.

Tabel 5.9 Massaverlies door monstervoorbehandeling

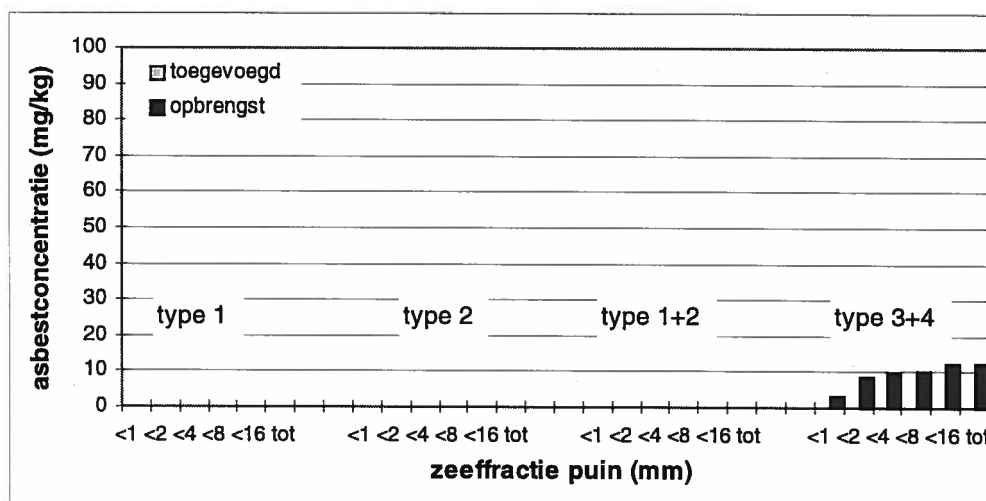
Monstercode	Massa totaal monster (gram)	Sommassa zeefracties (gram)	Verlies (%)
959241-06	20528	19994	2,6
959241-07	23364	22867	2,1
959241-08	28764	27918	2,9
959241-09	28663	28449	0,7
959241-10	21801	21491	1,4

Tabel 5.10 Aangetroffen typen asbesthoudend materiaal

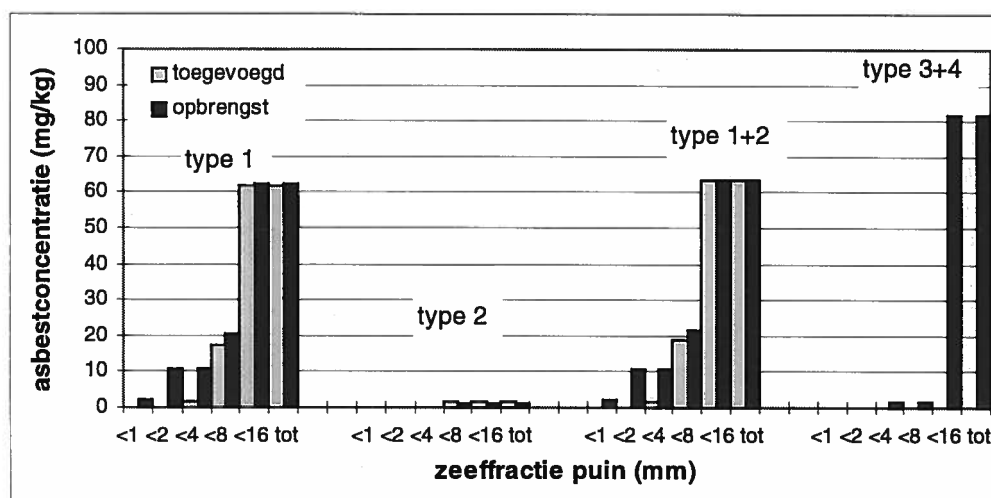
Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)
1*	asbestcement	10 - 15		
2*	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2
3	isolatiemateriaal/losse vezels	> 60		
4	brandwerend board		15 - 30	

* Type 1 en 2 zijn aan de monsters puingranulaat toegevoegd.

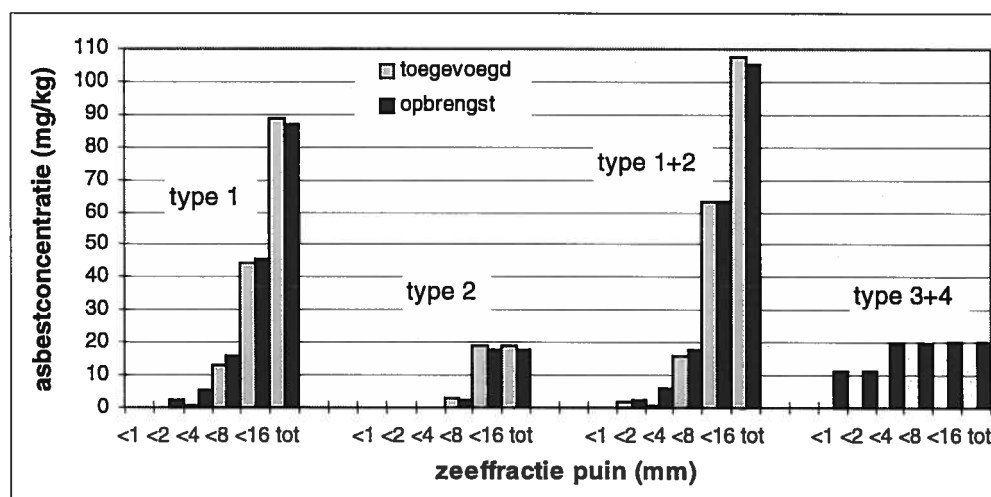
In figuur 5.1 t/m 5.5 zijn de cumulatieve asbestconcentraties per type asbesthoudend materiaal grafisch weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de kunstmatig toegevoegde asbest (van type 1 en 2), de teruggevonden asbest (van type 1 en 2) en de extra aangetroffen typen asbest (type 3 en 4). In bijlage 2 staan de gedetailleerde analyseresultaten vermeld.



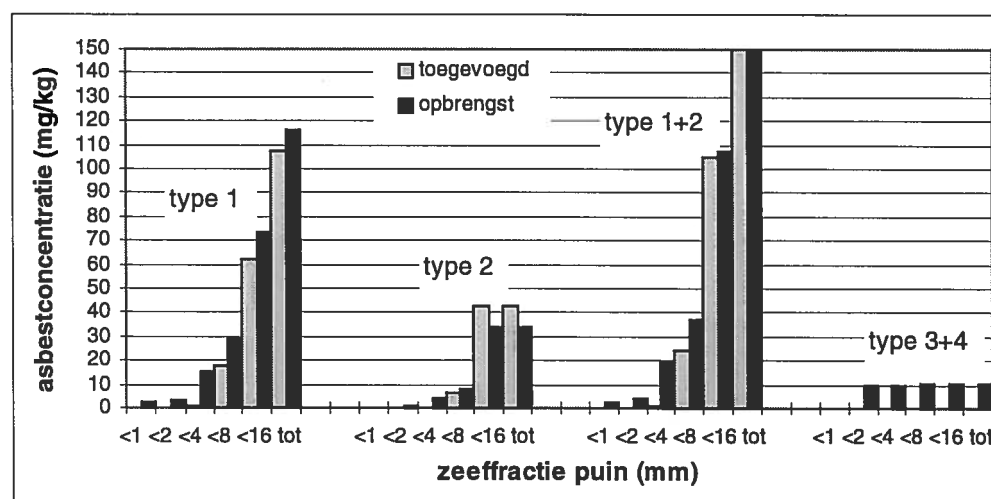
Figuur 5.1 Monster puingranulaat 959241-06, geen asbest toegevoegd



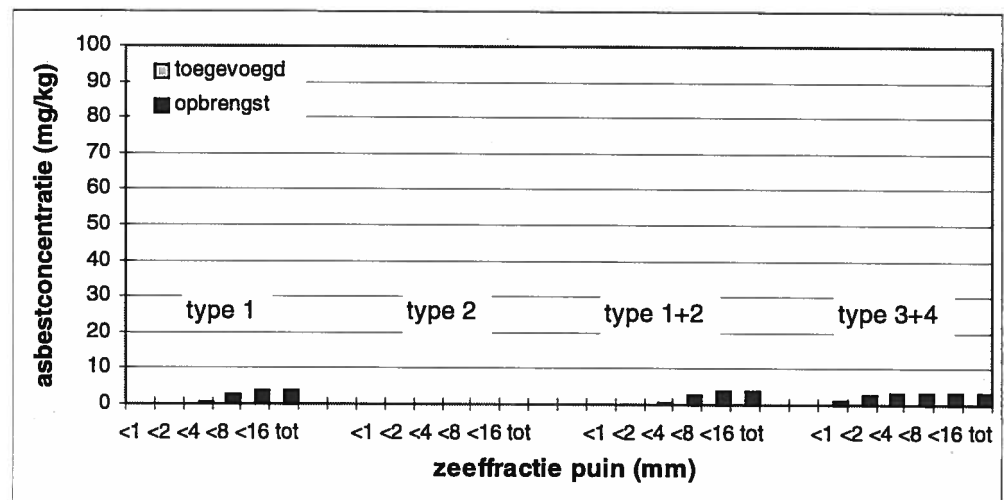
Figuur 5.2 Monster puingranulaat 959241-07, 60 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 5.3 Monster puingranulaat 959241-08, 110 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 5.4 Monster puingranulaat 959241-09, 150 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 5.5 Monster puingranulaat 959241-10, geen asbest toegevoegd

In tabel 5.11 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 5.11 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-07	61,7	62,3 (58,5 - 68,5)	101,0	5,1
	959241-08	88,6	87,2 (84,8 - 93,8)	98,4	
	959241-09	107,2	116 (109,7 - 129,1)	108,2	
	gemiddelde	----	----	102,5	
2	959241-07	1,6	1,3 (1,3 - 2,2)	81,3	8,8
	959241-08	18,8	18 (17,9 - 19,3)	95,7	
	959241-09	42,4	33,8 (31,7 - 44,4)	79,7	
	gemiddelde	----	----	85,6	
1+2	959241-07	63,3	63,6 (59,8 - 70,7)	100,5	1,3
	959241-08	107,4	105,2(102,7 - 113,1)	98,0	
	959241-09	149,6	149,8(141,3 - 173,5)	100,1	
	gemiddelde	----	----	99,5	

Uit tabel 5.11 valt af te leiden dat de toegevoegde asbestconcentraties, op één na, binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de teruggevonden concentraties vallen. Bij monster 959241-09 valt de concentratie voor type 1 net buiten het betrouwbaarheidsinterval. Waarschijnlijk komt dit doordat een deeltje van type 2 voor type 1 is aangezien waardoor de concentratie voor type 1 iets te hoog uitvalt en voor type 2 iets lager uitvalt. Dit valt ook op te maken door de recoveries voor type 1 en type 2 met elkaar te vergelijken. De recovery voor type 1 ligt iets hoger en voor type 2 is deze iets te laag. Wanneer de asbestconcentratie van type 1 en 2 bij elkaar worden opgeteld wordt een recovery van nagenoeg 100% gehaald. Deze gegevens doen ook vermoeden dat er type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes zijn aangezien.

De juistheid/systematische afwijking is tevens getoetst conform de procedure beschreven in het RIVM rapport “Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM” [6]. Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie.

Zowel voor type1, type 2 als voor type 1+2 wijkt de teruggevonden asbestconcentratie niet significant af van de toegevoegde concentratie.

6. Beperkte interlabvalidatie

6.1 Uitvoering

De interlaboratorium validatie is alleen van toepassing op het analysedeel van de ontwerpnorm NEN 5897 [7]. Voor dit laboratoriumdeel zal gebruik worden gemaakt van dezelfde vier kunstmatig vervaardigde standaardmonsters als tijdens het intralaboratorium onderzoek, namelijk monsters puingranulaat van ca. 30 kg met respectievelijk 0, 60, 100 en 150 mg/kg toegevoegd asbest. De selectie en toetsing van de partij puingranulaat en het samenstellen van de validatiemonsters staan beschreven in de paragrafen 5.3.1 t/m 5.3.3 van de intralabvalidatie.

In principe moeten vijf laboratoria/onderzoeksbureau's bij de interlaboratorium validatie worden betrokken, zodat inclusief TNO-MEP het vereiste minimum aantal van zes deelnemers wordt bereikt. Voor deelname aan de interlabvalidatie dienen de laboratoria/onderzoeksbureau's aan een aantal eisen te voldoen. De laboratoria dienen:

1. in het bezit te zijn van een Sterlab-accreditatie op het gebied van de identificatie van asbest in materiaalmonsters,
2. ervaring te hebben als wegenbouwlaboratorium (dat wil zeggen: dienen o.a. veilig om te kunnen gaan met grote hoeveelheden asbesthoudend puingranulaat (ca. 50 kg)),
3. de beschikking te hebben over de in de concept ontwerp NEN 5897 genoemde apparatuur, zoals: zeven (16, 8, 4, 2, 1 en 0,5 mm), weegschaal die tot 50 kg gaat, droogstoof met afzuiging inclusief absoluutfilter en afzuigkast c.q. zuurkast met absoluutfilter.

Mede gezien de hoge eisen waaraan de deelnemers moeten voldoen, zijn in Nederland slechts enkele laboratoria in staat om het asbestgehalte in puingranulaat te bepalen conform de ontwerp NEN 5897. Deze zijn o.a.:

1. SGS EcoCare, Terneuzen
2. Ascor Analyse, Breda
3. Intron, Sittard
4. Omegam, Amsterdam
5. Wegenbouwlaboratorium, Rotterdam

Van dit beperkte rijtje laboratoria is het Wegenbouwlaboratorium nog niet in het bezit van een Sterlab-accreditatie voor de identificatie van asbest in materialen. Ze zijn wel geselecteerd aangezien ze de intentie hebben om deze verrichting onder Sterlab te laten uitkomen en omdat ze veel ervaring hebben in het omgaan met- en analyseren van grote monsters asbesthoudend puingranulaat.

Het laboratorium Omegam heeft bij de start van het rondzendonderzoek laten weten dat ze nog niet in staat zijn om mee te doen aangezien ze in periode van de

validatieronde bezig waren een nieuw wegenbouwlaboratorium op te zetten. Deze zal pas eind 1998 gereed zijn.

6.2 Resultaten

Laboratorium A

In de vier validatiemonsters puingranulaat die door lab A zijn onderzocht, zijn 9 verschillende typen asbesthoudend materiaal aangetroffen, inclusief de twee typen materiaal die aan de monsters zijn toegevoegd (tabel 6.2). In tabel 6.1 staan de massa's van de validatiemonsters vermeld en het verlies dat is opgetreden door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven. In tabel 6.3 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 6.1 Massaverlies door monstervoorbehandeling

Monstercode	Massa totaal monster (gram)	Sommassa zeeffracties (gram)	Verlies (%)
959241-10	21491	20937	2,5
959241-11	24592	24732	0,9
959241-12	28188	27809	1,4
959241-13	28745	28745	0,8

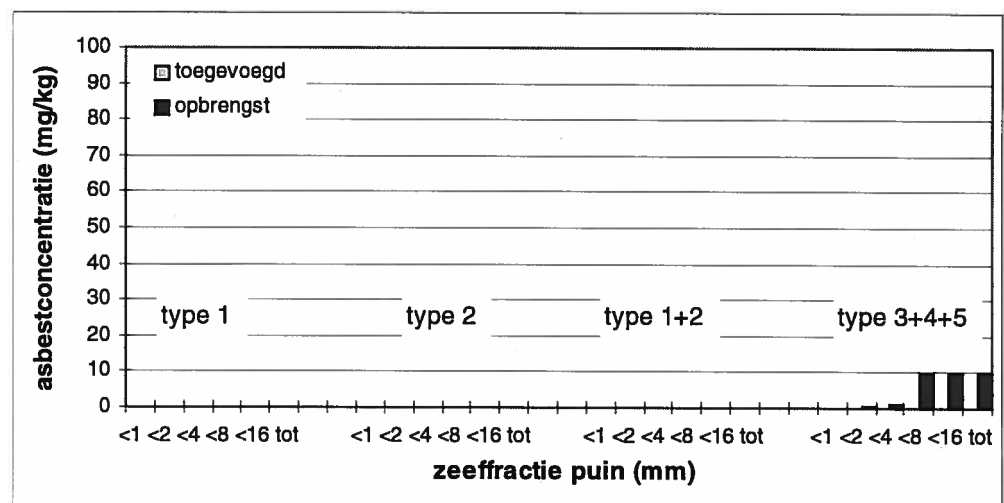
Tabel 6.2 Aangetroffen typen asbesthoudend materiaal

Type	Soort materiaal	Gehalte (gewichtspcenten) ⁵⁾			toegevoegd (ja/nee)	aangetroffen (ja/nee) 959241-			
		chrysotiel	amosiet	crocidoliet		10	11	12	13
1	asbestcement	10 - 15			ja ¹⁾	nee	ja ²⁾	ja ²⁾	ja ²⁾
2	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2	ja ¹⁾	nee	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾	ja ⁴⁾
3	isolatiemateriaal /losse vezels	> 60			nee	ja	ja	ja	ja
4	brandwerend board		15-30 ³⁾		nee	ja	nee	nee	ja
5	vezelplaat	0,1 - 2	10 - 15		nee	ja	nee	nee	nee
6	isolatiemateriaal	30 - 60	5 - 10	2 - 5	nee	nee	ja	nee	nee
7	plaatmateriaal	0,1 - 2			nee	nee	ja	nee	nee
8	isolatiemateriaal	5 - 10	0,1 - 2		nee	nee	nee	ja	nee
9	isolatiemateriaal	30 - 60	10 - 15		nee	nee	nee	nee	ja

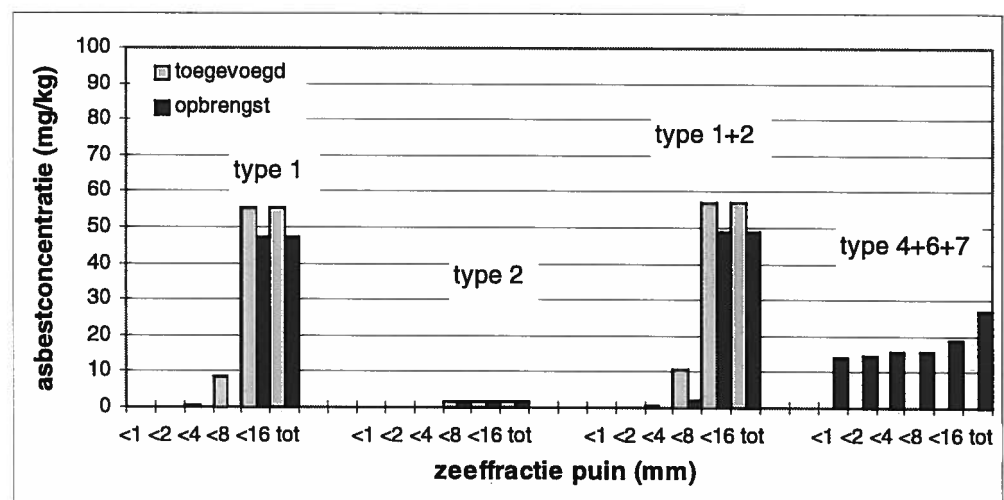
- 1) Type 1 en 2 zijn alleen aan de monsters met code 959241-15, -16 en -17 toegevoegd.
- 2) Het gewichtspcentage chrysotiel is door lab A iets lager ingeschat, in plaats van 10-15 % is 5 - 10 % gerapporteerd.
- 3) Amosiet in brandwerend board wordt in drie verschillende percentages gerapporteerd: 15-30, 30-60 en 60-100 gewichtspcent.

- 4) Het gewichtspercentage crocidoliet is door lab A iets hoger ingeschat, in plaats van 0,1 - 2 % is 2 - 5 % gerapporteerd.
- 5) Het asbestgehalte is visueel geschat aan de hand van referentiematerialen met een overeenkomende matrix.

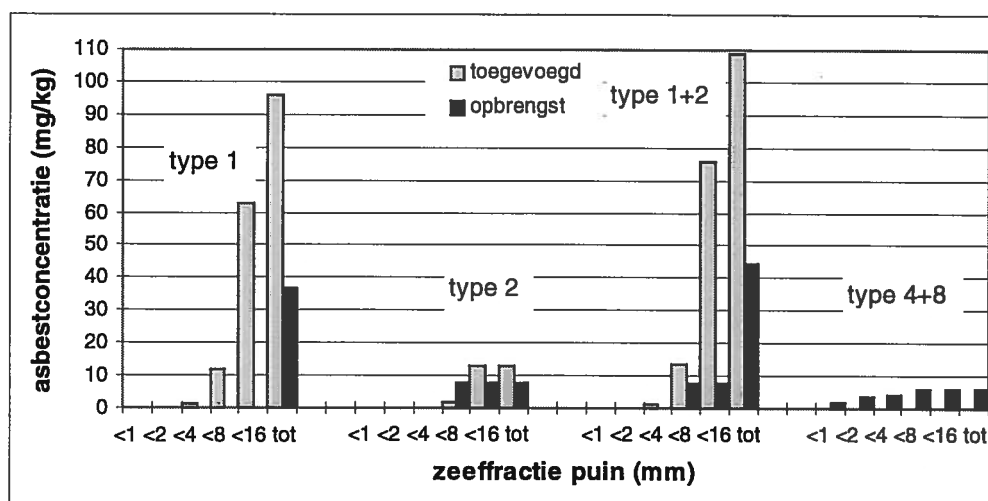
In figuur 6.1 t/m 6.4 zijn de cumulatieve asbestconcentraties per type asbesthoudend materiaal grafisch weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de kunstmatig toegevoegde asbest (van type 1 en 2), de teruggevonden asbest (van type 1 en 2) en de extra aangetroffen typen asbest (type 4 en 5). In bijlage 3 staan de gedetailleerde analyseresultaten vermeld.



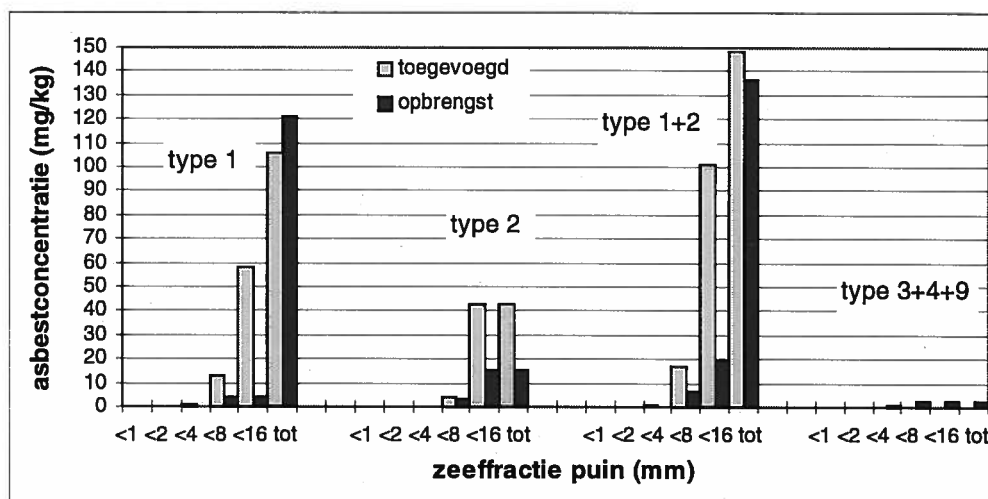
Figuur 6.1 Monster puingranulaat 959241-10, geen asbest toegevoegd



Figuur 6.2 Monster puingranulaat 959241-11, 60 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.3 Monster puingranulaat 959241-12, 110 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.4 Monster puingranulaat 959241-13, 150 mg/kg asbest toegevoegd

In tabel 6.3 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 6.3 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-11	55,2	47,3 (47,2 - 51)	85,7	
	959241-12	95,9	36,7 (36,7 - 40,0)	38,3	
	959241-13	105,8	120,9(120,9 - 121,1)	114,3	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	79,4	38,4
2	959241-11	1,8	1,8 (0,96 - 4,4)	100,0	
	959241-12	12,9	7,5 (2,9 - 16,8)	58,1	
	959241-13	42,8	15,5 (15,5 - 15,7)	36,6	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	64,8	32,4
1+2	959241-11	57,0	49,1 (48,2 - 55,4)	86,1	
	959241-12	108,8	44,2 (39,6 - 56,8)	40,6	
	959241-13	148,6	136,5(136,5 - 136,7)	91,9	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	72,9	28,1

Slechts twee van de toegevoegde asbestconcentraties vallen binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de teruggevonden concentraties. De gemiddelde recoveries van type 1, type 2 en type 1+2 liggen allemaal te laag. In monster 959241-12 is de recovery voor type 1 systematische te laag; dit komt ook tot uitdrukking in de recovery van type 1+2. In monster 959241-13 is de recovery voor type 1 hoger dan 100% en voor type 2 ligt deze te laag. Wanneer de asbestconcentratie van type 1 en 2, voor dit monster, bij elkaar worden opgeteld wordt een recovery van bijna 100% gehaald. Deze gegevens doen vermoeden dat er type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes zijn aangezien.

De juistheid/systematische afwijking is tevens getoetst conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM" [6]. Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie.

Ondanks dat de recoveries voor type 1, type 2 en type 1+2 laag zijn, wijken de teruggevonden asbestconcentratie niet significant af van de toegevoegde concentratie. Dit komt met name doordat bij een onderlinge vergelijking van de twee concentraties gebruik wordt gemaakt van de standaardafwijking (RSD) van de teruggevonden concentratie; deze is voor type 1, type 2 en type 1+2 hoog.

Laboratorium B

In de vier validatiemonsters puingranulaat die door lab B zijn onderzocht, zijn 3 verschillende typen asbesthoudend materiaal aangetroffen, met slechts één van de twee typen materiaal die aan de monsters is toegevoegd (tabel 6.5). In tabel 6.4 staan de massa's van de validatiemonsters vermeld en het verlies dat is opgetreden door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.

Tabel 6.4 Massaverlies door monstervoorbehandeling

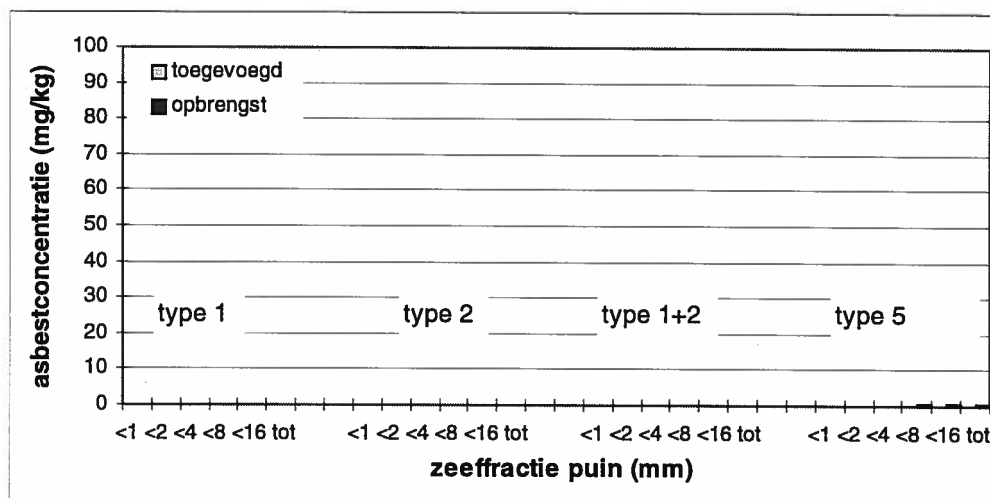
Monstercode	Massa totaal monster (gram)	Sommassa zeeffracties (gram)	Verlies (%)
959241-14	24861	24190	2,7
959241-15	25007	24705	1,2
959241-16	27594	27362	0,8
959241-17	29970	29574	1,3

Tabel 6.5 Aangetroffen typen asbesthoudend materiaal

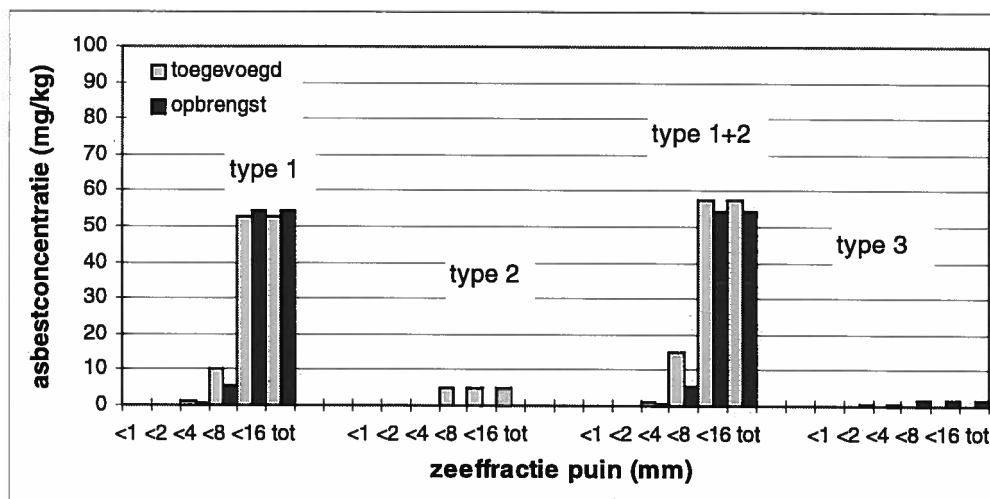
Type	Soort materiaal	Gehalte (gewichtsprocenten) ³⁾			toegevoegd (ja/nee)	aangetroffen (ja/nee) 959241-			
		chrysotiel	amosiet	crocidoliet		14	15	16	17
1	asbestcement	10 - 15			ja ¹⁾	ja	ja ²⁾	ja ²⁾	ja ²⁾
2	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2	ja ¹⁾	nee	nee	nee	nee
3	isolatiemateriaal /losse vezels	> 60			nee	nee	nee	nee	nee
4	brandwerend board		15 - 30		nee	nee	ja	ja	ja
5	asbestcement	1 - 5			nee	ja	nee	nee	nee

- 1) Type 1 en 2 zijn alleen aan de monsters met code 959241-15, -16 en -17 toegevoegd.
- 2) Het gewichtsperscentage chrysotiel is door lab B te laag ingeschat, in plaats van 10-15 % is 1-5 % gerapporteerd.
- 3) Het asbestgehalte is visueel geschat aan de hand van referentiematerialen met een overeenkomende matrix.

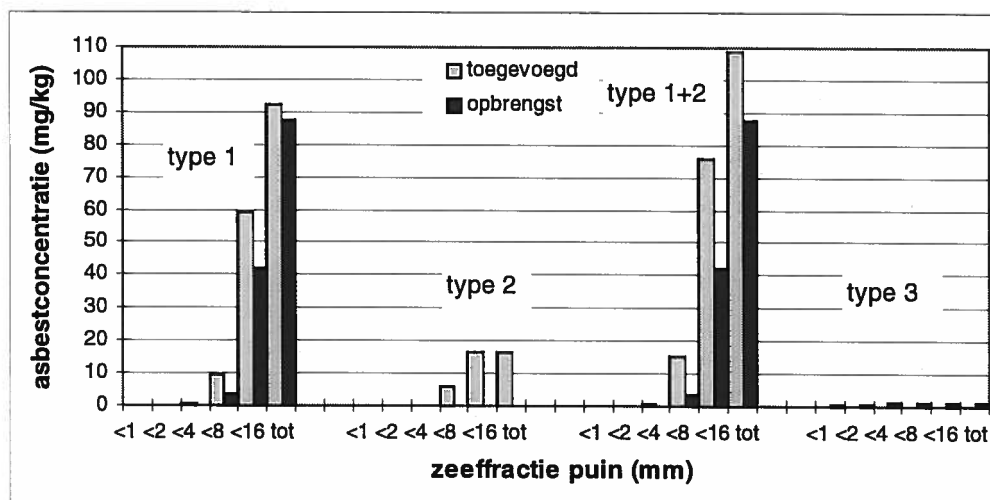
In figuur 6.5 t/m 6.8 zijn de cumulatieve asbestconcentraties per type asbesthoudend materiaal grafisch weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de kunstmatig toegevoegde asbest (van type 1 en 2), de teruggevonden asbest (van type 1 en 2) en de extra aangetroffen typen asbest (type 3 t/m 9). In bijlage 3 staan de gedetailleerde analyseresultaten vermeld.



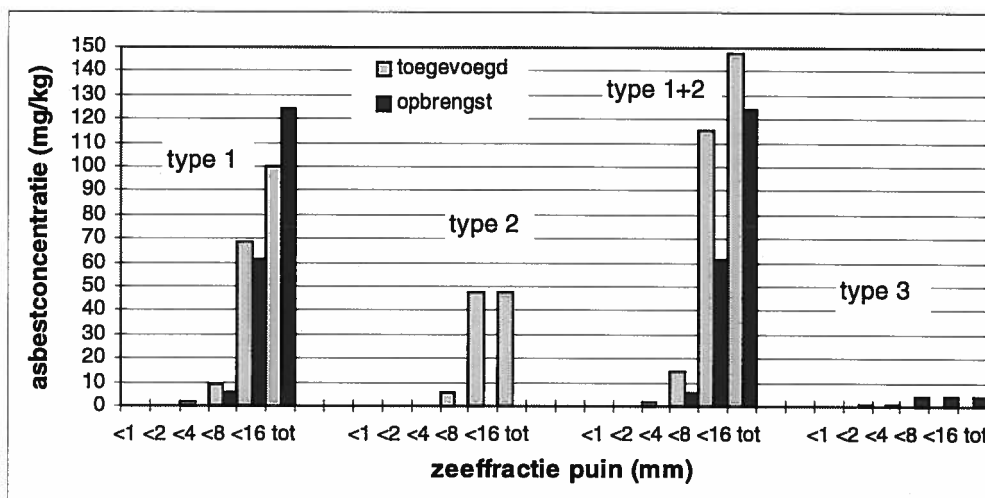
Figuur 6.5 Monster puingranulaat 959241-14, geen asbest toegevoegd



Figuur 6.6 Monster puingranulaat 959241-15, 60 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.7 Monster puingranulaat 959241-16, 110 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.8 Monster puingranulaat 959241-17, 150 mg/kg asbest toegevoegd

In tabel 6.6 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 6.6 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-14	52,5	54,2 (54,0 - 55,0)	103,2	
	959241-15	92,3	87,5 (87,4 - 88,1)	94,8	
	959241-16	100,1	124,1(124,0 - 125,1)	124,0	
	gemiddelde	---	---	107,3	15,0
2	959241-14	4,9	0,0 (< 1,1)	0	
	959241-15	16,5	0,0 (< 1,0)	0	
	959241-16	47,2	0,0 (< 0,88)	0	
	gemiddelde	---	---	0	0
1+2	959241-14	57,4	54,2 (54,0 - 56,1)	94,4	
	959241-15	108,8	87,5 (87,4 - 88,1)	80,4	
	959241-16	147,3	124,2(124,1 - 126,0)	84,3	
	gemiddelde	---	---	86,4	7,2

Geen van de toegevoegde asbestconcentraties valt binnen het betrouwbaarheidsinterval van de teruggevonden concentraties. In alle drie de monsters is geen type 2 asbest aangetroffen. Voor een deel is dit te wijten aan een verkeerde identificatie van type 2 deeltjes. In monster 959241-14 en -16 zijn waarschijnlijk type 2 deeltjes voor type 1 aangezien waardoor de recovery voor type 1 hoger uitkomt dan 100%. De recovery van de som deeltjes (type 1+2) blijft echter gemiddeld iets te laag.

De juistheid/systematische afwijking is tevens getoetst conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM" [6]. Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie.

Alleen de teruggevonden asbestconcentratie voor type 2 wijkt significant af van de toegevoegde concentratie.

Laboratorium C

In de vier validatiemonsters puingranulaat die door lab C zijn onderzocht, zijn 3 verschillende typen asbesthoudend materiaal aangetroffen, inclusief de twee typen materiaal die aan de monsters zijn toegevoegd (tabel 6.8) In tabel 6.7 staan de massa's van de validatiemonsters vermeld en het verlies dat is opgetreden door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.

Tabel 6.7 *Massaverlies door monstervoorbehandeling*

Monstercode	Massa totaal monster (gram)	Sommassa zeeffracties (gram)	Verlies (%)
959241-18	27210	28744	---- ¹⁾
959241-19	26323	27558	---- ¹⁾
959241-20	28042	29486	---- ¹⁾
959241-21	28864	30469	---- ¹⁾

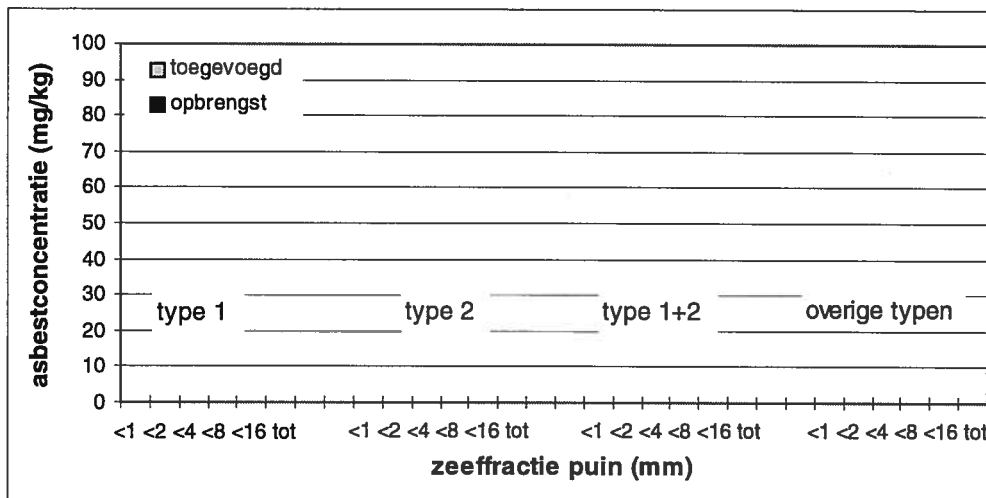
1) Lab C heeft de monsters puingranulaat voor het zeven niet gedroogd.

Tabel 6.8 *Aangetroffen typen asbesthoudend materiaal*

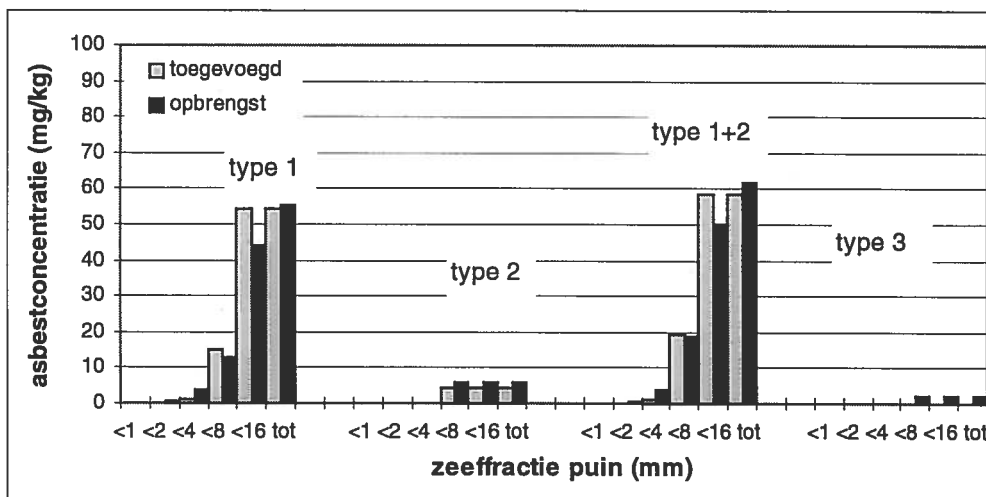
Type	Soort materiaal	Gehalte (gewichtspcenten) ³⁾			toegevoegd (ja/nee)	aangetroffen (ja/nee) 959241-			
		chrysotiel	amosiet	crocidoliet		18	19	20	21
1	asbestcement	10 - 15			ja ¹⁾	nee	ja	ja	ja
2	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2	ja ¹⁾	nee	ja	ja	ja
3	isolatiemateriaal /losse vezels	> 60			nee	nee	nee	nee	nee
4	brandwerend board		15-30 ²⁾		nee	nee	ja	ja	ja

- 1) Type 1 en 2 zijn alleen aan de monsters met code 959241-19, -20 en -21 toegevoegd
- 2) Amosiet in brandwerend board wordt in twee verschillende percentages gerapporteerd: 20-30 en 45-60 gewichtspcent.
- 3) Het asbestgehalte is visueel geschat aan de hand van referentiematerialen met een overeenkomende matrix.

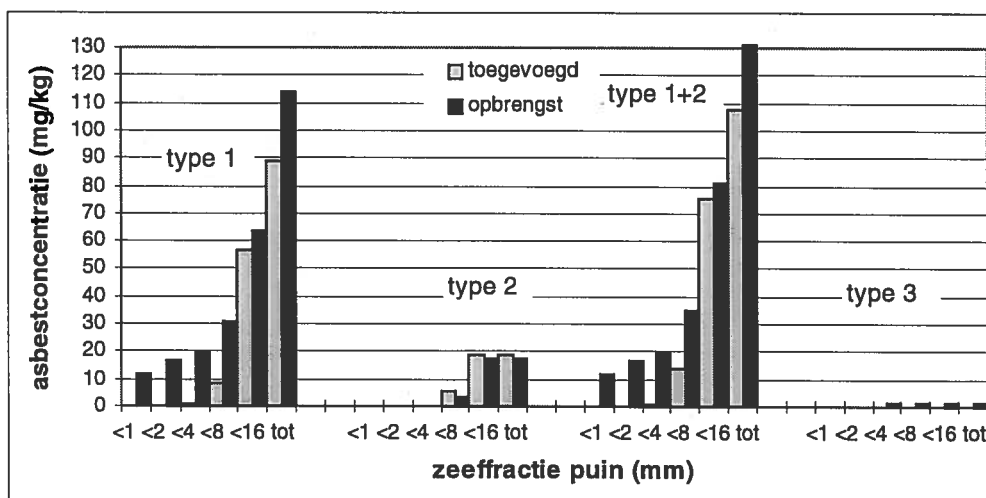
In figuur 6.9 t/m 6.12 zijn de cumulatieve asbestconcentraties per type asbesthoudend materiaal grafisch weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de kunstmatig toegevoegde asbest (van type 1 en 2), de teruggevonden asbest (van type 1 en 2) en het extra aangetroffen type asbest (type 4). In bijlage 3 staan de gedetailleerde analyseresultaten vermeld



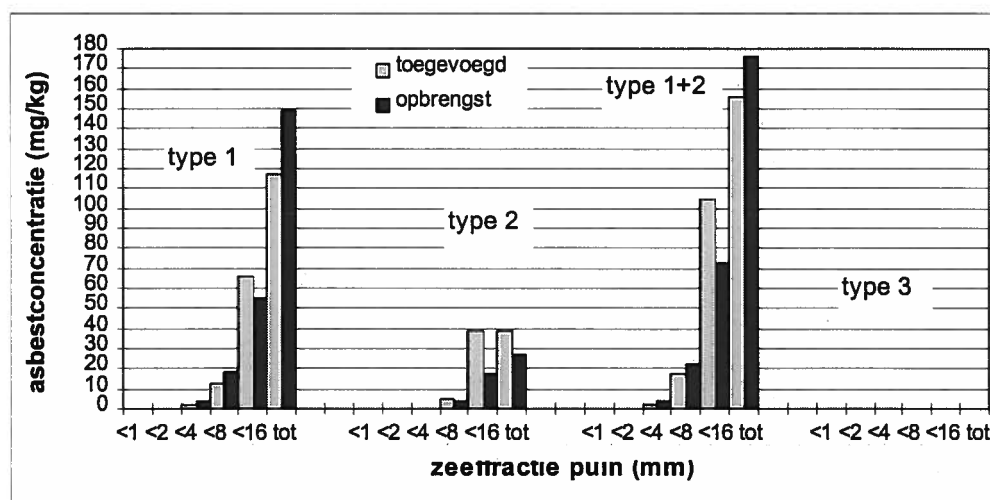
Figuur 6.9 Monster puingranulaat 959241-18, geen asbest toegevoegd



Figuur 6.10 Monster puingranulaat 959241-19, 60 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.11 Monster puingranulaat 959241-20, 110 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.12 Monster puingranulaat 959241-21, 150 mg/kg asbest toegevoegd

In tabel 6.9 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 6.9 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-18	54,1	55,6 (54,6 - 57,4)	102,8	
	959241-19	88,6	114,2(101,7 - 143,5)	128,9	
	959241-20	117,2	149,4(148,3 - 151,2)	127,5	
	gemiddelde	---	---	119,7	14,7
2	959241-18	4,4	5,9 (5,9 - 6,7)	134,1	
	959241-19	18,8	17,5 (17,5 - 18,3)	93,1	
	959241-20	38,5	26,8 (26,8 - 27,5)	69,6	
	gemiddelde	---	---	98,9	32,6
1+2	959241-18	58,6	61,7 (60,6 - 64,0)	105,3	
	959241-19	107,4	131,8(119,2 - 161,8)	122,7	
	959241-20	155,7	176,2(175,1 - 178,7)	113,2	
	gemiddelde	---	---	113,7	8,7

Geen van de toegevoegde asbestconcentraties valt binnen het betrouwbaarheidsinterval van de teruggevonden concentraties. De teruggevonden asbestconcentraties voor type 1 liggen systematisch te hoog. Voor monster 959241-18 lijkt dit mee te vallen, echter daar is de recovery voor type 2 te hoog. Gemiddeld genomen, voor de som van de type 1 en type 2 deeltjes, geldt dat de recovery te hoog is. Dit is voornamelijk, zo niet geheel, te wijten aan het feit dat laboratorium C, de monsters puingranulaat voor bewerking niet heeft gedroogd. Dit betekent dat bij weging van de stukjes asbesthoudend materiaal een deel water is meegenomen. Het vochtgehalte van de monsters puingranulaat ligt tussen de 8 en 10%. Wanneer dit percentage van de gemiddelde recoveries wordt afgetrokken dan komt deze voor de somrecovery van type 1+2 op nagenoeg 100% te liggen.

De juistheid/systematische afwijking is tevens getoetst conform de procedure beschreven in het RIVM rapport "Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM" [6]. Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie.

De teruggevonden asbestconcentraties wijken niet significant af van de toegevoegde concentraties.

Laboratorium D

In de vier validatiemonsters puingranulaat die door lab D zijn onderzocht, zijn 2 verschillende typen asbesthoudend materiaal aangetroffen, met slechts één van de twee typen materiaal die aan de monsters is toegevoegd (tabel 6.11). In tabel 6.10 staan de massa's van de validatiemonsters vermeld en het verlies dat is opgetreden door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.

Tabel 6.10 Massaverlies door monstervoorbehandeling

Monstercode	Massa totaal monster (gram)	Som massa zeeffracties (gram)	Verlies (%)
959241-22 ¹⁾	----	----	----
959241-23 ²⁾	5128,6	4848,7	5,5
959241-24 ²⁾	6252,3	6252,3	4,6
959241-25 ²⁾	7164,0	7068,4	1,3

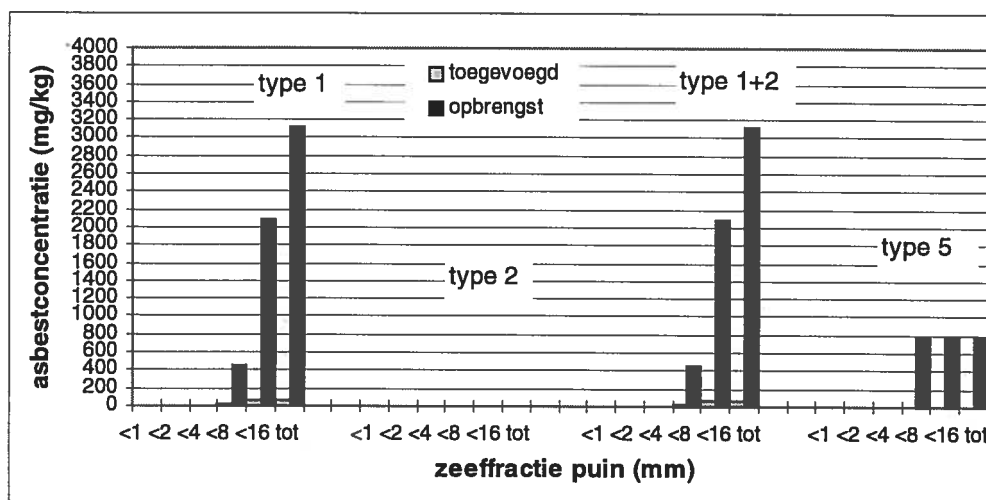
- 1) Monster puingranulaat met code 959241-22 is niet geanalyseerd.
- 2) Lab D heeft slechts een deel van de totale monsters puingranulaat gezeefd en geanalyseerd.

Tabel 6.11 Aangetroffen typen asbesthoudend materiaal

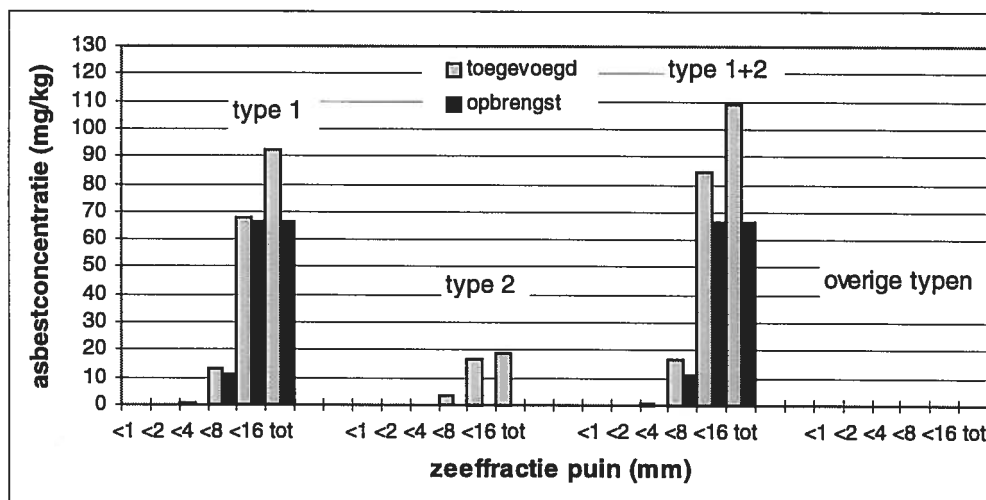
Type	Soort materiaal	Gehalte (gewichtspcenten) ⁴⁾			toegevoegd (ja/nee)	aangetroffen (ja/nee) 959241-			
		chrysotiel	amosiet	crocidoliet		22	23	24	25
1	asbestcement	10 - 15			ja ¹⁾	--- ³⁾	ja ²⁾	ja ²⁾	ja ²⁾
2	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2	ja ¹⁾	---	nee	nee	nee
3	isolatiemateriaal /losse vezels	> 60			nee	---	nee	nee	nee
4	brandwerend board		15 - 30		nee	---	nee	nee	nee
5	asfalt	10 - 15			nee	---	ja	ja	ja

- 1) Type 1 en 2 zijn alleen aan de monsters met code 959241-23, -24 en -25 toegevoegd.
- 2) Het gewichtspcentage chrysotiel is door lab D te hoog ingeschat, in plaats van 10-15 % is 15-30 % gerapporteerd.
- 3) Monster puingranulaat met code 959241-22 is niet geanalyseerd.
- 4) Het asbestgehalte is visueel geschat aan de hand van referentiematerialen met een overeenkomende matrix.

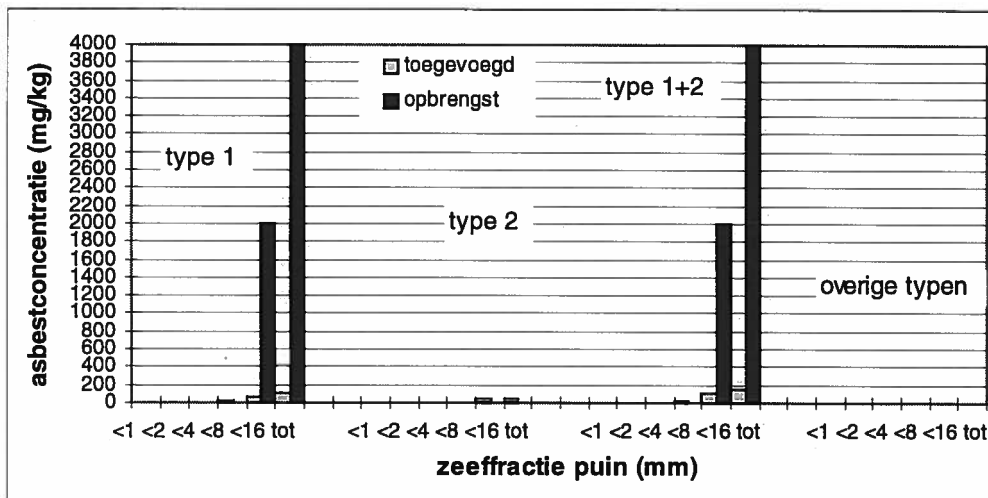
In figuur 6.13 t/m 6.15 zijn de cumulatieve asbestconcentraties per type asbesthoudend materiaal grafisch weergegeven. Hierbij is een onderscheid gemaakt tussen de kunstmatig toegevoegde asbest (van type 1 en 2), de teruggevonden asbest (van type 1 en 2) en het extra aangetroffen type asbest (type 5). In bijlage 3 staan de gedetailleerde analyseresultaten vermeld.



Figuur 6.13 Monster puingranulaat 959241-23, 60 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.14 Monster puingranulaat 959241-24, 110 mg/kg asbest toegevoegd



Figuur 6.15 Monster puingranulaat 959241-25, 150 mg/kg asbest toegevoegd

In tabel 6.12 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 6.12 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-23	55,1	3124 (884 - 9498)	5670	
	959241-24	92,2	66,4 (20,6 - 452)	72,0	
	959241-25	105,7	4003 (1035 - 12980)	2660	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	3180	2850
2	959241-23	5,6	0 (< 341)	0	
	959241-24	16,8	0 (< 206)	0	
	959241-25	44,9	0 (< 253)	0	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	0	0
1+2	959241-23	60,7	3124 (884 - 9839)	5150	
	959241-24	109,0	66,4 (20,6 - 658)	60,9	
	959241-25	150,6	4003 (1035 - 13230)	2660	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	2640	2540

Alleen voor monster 959241-24 vallen de toegevoegde asbestconcentraties voor type 1 en 2 binnen het betrouwbaarheidsinterval van de teruggevonden concentraties. Voor dit monster liggen de teruggevonden asbestconcentraties voor type 1 en type 2 echter wel te hoog. Dit is te verklaren door het feit dat laboratorium D een te klein deel van de zeeffracties heeft onderzocht; dat wil zeggen niet conform de ontwerpnorm NEN 5897 [7]. Hierdoor wordt het betrouwbaarheidsinterval buitensporig groot.

De type 2 deeltjes zijn in het geheel niet aangetroffen. In monster 959241-23 en -25 zijn door laboratorium D veel type 1 deeltjes aangetroffen met 10-15 gewichtsprocent chrysotiel. Daar medewerkers van TNO-MEP alle asbesthoudende deeltjes

in de fracties groter dan 8 mm reeds hebben verwijderd, moet worden verondersteld dat veel type 1 deeltjes vals-positief zijn geïdentificeerd.

De juistheid/systematische afwijking is tevens getoetst conform de procedure beschreven in het RIVM rapport “Prestatiekenmerken voor Meetmethode t.b.v. het ANVM” [6]. Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie.

Alleen de teruggevonden asbestconcentratie voor type 2 wijkt significant af van de toegevoegde concentratie. Doordat de standaardafwijking (RSD) voor type 1 heel hoog uitvalt is, met de students t-test, voor dit type geen systematische afwijking geconstateerd.

6.3 Discussie

Opmerkingen met betrekking tot resultaten verschillende labs.

Opmerkingen met betrekking tot lab A:

- De ontwerpnorm is door lab A voor het grootste deel goed toegepast. Er is echter een ander deel van de zee fracties geanalyseerd dan in het voorschrift beschreven staat. Voor de fractie 2-4 mm en 4-8 mm is een kleiner deel geanalyseerd en voor de fracties 0,5-1 mm en 1-2 mm is juist een groter deel geanalyseerd.
- Lab A wijkt, bij de schatting van het percentage asbest in de verschillende typen asbesthoudend materiaal, af van de schatting door TNO-MEP. Bij type 1 is het percentage chrysotiel iets lager ingeschat (5-10% in plaats van 10-15%) en bij type 2 is het percentage crocidoliet iets hoger geschat (2-5% in plaats van 0,1-2%).
- Door lab A is systematisch een te lage asbestconcentratie opgegeven. Deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de te lage opbrengst van asbesthoudende deeltjes kleiner dan 8 mm.
- In één van de monsters puingranulaat zijn waarschijnlijk type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes aangezien.

Opmerkingen met betrekking tot lab B:

- Lab B heeft het percentage chrysotiel in type 1 deeltjes lager ingeschat dan TNO-MEP (1-5 % in plaats van 10-15%).
- In de drie monsters puingranulaat zijn geen type 2 deeltjes aangetroffen. Voor slecht een klein deel is dit te wijten aan een verkeerde identificatie van type 2 deeltjes als type 1.
- Door lab B is een systematisch te lage asbestconcentratie opgegeven. Deze wordt voornamelijk veroorzaakt door de te lage opbrengst van asbesthoudende deeltjes kleiner dan 8 mm.

Opmerkingen met betrekking tot lab C:

- De ontwerpnorm is door lab C voor het grootste deel goed toegepast. In tegenstelling tot de voorgeschreven procedure heeft lab C de monsters puingranulaat vooraf niet gedroogd.
- Lab C heeft het percentage crocidoliet in type 2 deeltjes anders ingeschat dan TNO-MEP (1-5 % in plaats van 0,1-2%).
- Door lab C zijn vrijwel alle asbesthoudende deeltjes, die bij de bereiding van de monsters granulaat zijn toegevoegd, teruggevonden; er is echter systematisch een te hoge asbestconcentratie opgegeven. Dit komt met name doordat de monsters puingranulaat vooraf niet gedroogd zijn, waardoor de massa's van de asbesthoudende deeltjes zijn overschat, door het meewegen van vocht en waarschijnlijk ook omdat er gruis aan de asbesthoudende deeltjes zijn blijven kleven.
- In twee van de monsters puingranulaat zijn waarschijnlijk type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes aangezien.

Opmerkingen met betrekking tot lab D:

- De ontwerpnorm is door Lab D voor een deel goed toegepast. De volgende zaken zijn van belang:
 1. Er is slechts een deel van het totale monster in bewerking genomen (ca. 25%)
 2. Er is een veel kleiner deel van de zeeffracties geanalyseerd dan in het voorschrift beschreven staat.
- Lab D heeft onvoldoende ervaring met de identificatie van asbest in materialen (conform concept NEN 5896):
 3. In twee van de drie monsters puingranulaat zijn meerdere deeltjes vals positief geïdentificeerd als asbestcement met 10-15 % chrysotiel (type 1).
 4. Type 2 asbestcement (met crocidoliet) is niet als zodanig herkend. Lab D heeft in geen van de 3 monsters type 2 asbestcement opgegeven.
- Het percentage chrysotiel in asbestcement (type 1) is hoger geschat dan door TNO-MEP (in plaats van 10-15% is steeds 15-30% gerapporteerd).
- De opbrengst van asbesthoudende stukjes kleiner dan 8 mm is nihil. Het laboratorium is onvoldoende in staat om asbesthoudende deeltjes kleiner dan 8 mm te herkennen.

Reproduceerbaarheid van de methode

Tabel 6.13

Type	Additie (mg/kg)	Recovery						
		TNO-MEP	Lab A	Lab B	Lab C	Lab D	totaal	RSD
1	ca. 55	101,0	85,7	103,2	102,8	5670 *)	98,2	8,4
	ca. 90	98,4	38,3	94,8	128,9	72,0	86,5	33,7
	ca. 105	108,2	114,3	124,0	127,5	2660 *)	118,5	8,9
GEM		102,5	79,4	107,3	119,7	3180	99,9	24,6
RSD		5,1	38,4	15,0	14,7	2850		
2	ca. 5	81,3	100,0	0	134,1	0	63,1	60,6
	ca. 15	95,7	58,1	0	93,1	0	49,4	47,5
	ca.. 45	79,7	36,6	0	69,6	0	37,2	37,5
GEM		85,6	64,8	0	98,9	0	49,9	47,1
RSD		8,8	32,4	0	32,6	0		
1+2	ca. 60	100,5	86,1	94,4	105,3	5150 *)	96,6	8,2
	ca. 105	98,0	40,6	80,4	122,7	60,9	80,5	31,9
	ca. 150	100,1	91,9	84,3	113,2	2660 *)	97,4	12,4
GEM		99,5	72,9	86,4	113,7	2640	90,6	21,5
RSD		1,3	28,1	7,2	8,7	2540		

*) Deze waarden zijn niet meegenomen in de berekening.

Uit de tabel blijkt dat de score (recovery inclusief RSD) voor type 1 met een concentratie van ca. 55 mg/kg goed is. Voor hetzelfde type, maar dan met een concentratie van ca. 90 mg/kg is deze score beduidend slechter. De recovery is te laag en de RSD ligt veel hoger. Dit wordt met name veroorzaakt door lab B die in dit monster te weinig deeltjes van type 1 heeft teruggevonden. Bij de hoogste concentratie, ca. 105 mg/kg, ligt de recovery systematisch te hoog, doordat type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes zijn aangezien. De recovery voor type 2 ligt systematisch veel te laag. De reproduceerbaarheid (R) van de methode, gedefinieerd als $2 \cdot RSD / \sqrt{2}$ en berekend voor type 1+2, is 61 %.

Algemene opmerkingen naar aanleiding van de resultaten van de deelnemende laboratoria

- Mede naar aanleiding van de bevindingen van de deelnemende labs is een correctie aangebracht in de bepaling van het betrouwbaarheidsinterval conform de Poisson-statistiek.. Bij de zeeffracties 1-2 mm, 2-4 mm en 4-8 mm worden respectievelijk 5, 20 en 50 % van de fracties geanalyseerd. Het analysedeel bij deze drie zeeffracties is niet meer verwaarloosbaar ten opzichte van het monster, waardoor de berekende betrouwbaarheidsintervallen gecorrigeerd moeten worden voor de grootte van de geanalyseerde deelfractie in verhouding tot het gehele monster. Dit geldt ook voor de bepalingsgrenzen. De opgegeven bepalingsgrenzen gelden voor de totale hoeveelheid asbest, waarbij chrysotiel als "default"-type wordt genomen tenzij uit de analyse van de overige fracties van het monster blijkt dat amfibool-asbest aanwezig is.

- Door het zeven treedt een gewichtsverlies op van ca. 2 % ten opzichte van het totale monster. Bij de berekeningen moet worden uitgegaan van het oorspronkelijke gewicht van het monster en niet van de som van de afzonderlijke zeef-fracties na het zeven.
- Twee van de vier laboratoria hebben slechts een deel van de fracties >8 mm geanalyseerd (10-50%). Van de fracties 0,5 - 2 mm is door lab A daarentegen een groter deel geanalyseerd dan in de ontwerpnorm staat beschreven. Uit de resultaten blijkt dat de fout in de fracties 4-8 mm, 8-16 mm en > 16mm onaanvaardbaar groot wordt wanneer slechts een deel onderzocht wordt. Daarnaast blijkt dat het niet zinvol is om een groter deel van de fracties 0,5 - 2 mm te onderzoeken, aangezien de asbestconcentratie in deze fracties in vrijwel alle gevallen slechts een klein deel uitmaakt van de totale asbestconcentratie.
- Bij de validatie is geen rekening gehouden met het verloop in asbestconcentratie in de verschillende zeeffracties. Kleine asbestcement-deeltjes blijken relatief meer asbest en minder cement te bevatten (dit geldt met name voor asbestcement in de fracties < 4 mm). Per zeeffractie zal het gewichtspercentage asbest afzonderlijk moeten worden bepaald conform NEN 5896, zodat een nauwkeurig analyseresultaat wordt verkregen.
- De fracties kleiner dan 2 mm bevatten asbestvezelbundels, die wel als zodanig herkend worden, maar waarbij het onduidelijk is bij welk type materiaal ze oorspronkelijk behoren. Het ene laboratorium rapporteert ze als een geheel nieuw type materiaal, terwijl een ander laboratorium ze bij een bestaand type schaaft. In dit laatste geval wordt wel als opmerking gegeven dat het percentage asbest hoger is dan de grotere stukken materiaal.
- De meeste laboratoria maken fouten bij de identificatie van asbest in materialen (conform concept NEN 5896 [5]) en zijn niet goed in staat om asbesthoudende deeltjes < 8 mm te herkennen. Slecht 1 van de 4 laboratoria was in staat om alle, door TNO, toegevoegde deeltjes terug te vinden en op een goede manier te karakteriseren. De meeste fouten worden gemaakt bij type 2 asbestcement met crocidoliet. Deze deeltjes zijn slechts in zeer beperkte mate herkend. Als opmerking dient hierbij te worden gemaakt dat het percentage crocidoliet zeer laag is, nl. 0,1-2%. Vooral in de kleinere zeeffracties (< 8 mm) is het lastig om dergelijke lage percentages te herkennen. De meeste labs hebben vermoedelijk alleen het buitenoppervlak van de deeltjes beoordeeld en hebben verzuimd om ook breukvlakken te beoordelen. Daarnaast bestaat de mogelijkheid dat de op zich makkelijk te herkennen blauwe crocidolietvezels door het zeefproces gemaskeerd worden doordat gruis zich aan de vezels hecht.
- lab C heeft de monsters puingranulaat vooraf niet gedroogd bij 105 °C, hierdoor heeft men systematisch te hoge concentraties opgegeven. Het drogen van de monsters puingranulaat is zeer belangrijk, aangezien asbestcement veel water opneemt.

Verbeteringen in de ontwerpnorm NEN 5897

Naar aanleiding van de resultaten van de deelnemende laboratoria en vragen die zijn gesteld met betrekking tot de ontwerpnorm zijn een aantal verbeteringen/verduidelijkingen aangebracht in de ontwerpnorm NEN 5897:

1. de Poisson-statistiek is verbeterd en verduidelijkt
2. er is een extra opmerking in de ontwerpnorm geplaatst met betrekking tot de karakterisering van asbesthoudende materialen; hierin is benadrukt dat alles staat en valt met de identificatie van asbest in materialen (conform NEN 5896)
3. er is een extra opmerking in de ontwerpnorm geplaatst met betrekking tot het herkennen van asbesthoudende deeltjes in kleine fracties ($< 4(-8)$ mm). Hierin is o.a. de voorgeschreven microscoop-vergroting en de maximale laagdikte van de te onderzoeken fractie aan de orde gesteld

7. Conclusies en aanbevelingen

- Met name uit de resultaten van het intralab onderzoek blijkt dat de methode, mits op de juiste wijze uitgevoerd, voldoet aan de bij aanvang van het project gestelde kwaliteitscriteria.
- De resultaten van het beperkte interlab onderzoek worden negatief beïnvloed door een aantal duidelijk aanwijsbare systematische fouten die door de betreffende labs worden gemaakt. Het is echter de vraag of van een eerste validatieronde van een dergelijke niet-routinematige complexe bepaling betere resultaten te verwachten zijn.
- Mede naar aanleiding van de gemaakte fouten in de interlab-validatie zijn verduidelijkingen in de conceptnorm aangebracht en is een aantal rekenvoorbeelden toegevoegd.
- Een manier om de kwaliteit van de uitvoering van de bepaling door de laboratoria te verbeteren is het organiseren van een evaluatiebijeenkomst voor de betreffende labs waarin wordt ingegaan op de gemaakte systematische fouten. Ook het organiseren van korte cursussen is een mogelijkheid om de methode te introduceren. Dergelijke vervolgactiviteiten vallen buiten het kader van dit project.
- Alle in de methode beschreven onderdelen, dus ook het veldwerk, vormen samen één geheel dat bij voorkeur door dezelfde onderzoekinstantie moet worden uitgevoerd. Gezien de benodigde expertise zou de complete bepaling bij voorkeur door Sterlab/Sterin geaccrediteerd moeten worden. In principe is het echter mogelijk om voor bepaalde nauw omschreven toepassingen modules uit de methode, zoals de visuele inspectie, in te bouwen in BRL-richtlijnen (sloop, puinbrekerijen).

8. Referenties

- [1] Tempelman. J.; Asbest in puin en puingranulaat; TNO-rapport TNO-MEP-R 98/281; juli 1998.
- [2] Kliest, J.J.G.; brief: Interventiewaarde asbest; RIVM; briefnr. 337/93 IEM JK/JK; 1993.
- [3] Schneider, T., Tempelman J. e.a.; Development of a method for the determination of low contents of fibres in bulk material; Analyst, June 1998, Vol. 123 (1393-1400).
- [4] F.P.J. Lamé; Monsterneming uit grote statische partijen, intern rapport TNO-MEP-MKV/MR, 28 december 1995.
- [5] Concept normvoorschrift NEN 5896; Kwalitatieve analyse van asbest in materialen met behulp van polarisatiemicroscopie; februari 1996.
- [6] Wiel H.J. van de, Rooij, M.A.F.P. van, Janssens H.; Prestatiekenmerken voor meetmethoden, Termen, definities en testprocedures ten behoeve van het Actieprogramma Normalisatie en validatie van Mileiumeetmethoden; RIVM, rapport nr. 219101004; november 1994.
- [7] Concept normvoorschrift NEN 5897; Monsterneming en analyse van asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat; november 1998.

9. Samenstelling van de begeleidingscommissie

Ir. B.H. Brouwer	Stichting Bouwkwaliiteit, Rijswijk
G. van Emst	Laboratorium Wegenbouw Rotterdam
J. Kliest	RIVM, Bilthoven
Drs. K. Locher	Ministerie van VROM, Den Haag
Mevr. M. Muradin	NOVEM BV, Utrecht
Drs. R.P.G. van Rijn	NOVEM BV, Utrecht
Ir. M. de Vries	Eerland Recycling Services BV
J. van Willigenburg/ R.J. Pullen	VOAM
Drs. E. van Zalen	Gerechtelijk Laboratorium, Rijswijk
Hr. Zoontjes	BRBS BV, Houten
R.J. Alblas	VAVB, Utrecht
F.H. Bottelier	Firma Bottelier, Haarlem
Drs.ing. R.J.P. Henneveld	Stichting CROW, Ede
Drs. F.H. Meppelder	Min. SZW, Den Haag
Mevr. Drs. J.J.M. Sikking / R.W. Wieleman	NNI, Delft
Mevr. M. Stokhof	Min. VROM, Den Haag
R. Schoonewagen	Stichting Bouwkwaliiteit, Rijswijk

10. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgever:

NOVEM

T.a.v. Mw. M. Muradin

Postbus 8242

3503 RE Utrecht

Namen en functies van de projectmedewerkers:

P.C. Tromp

(TNO-Milieu, Energie en Procesinnovatie)

J. Tempelman

(idem)

R.J. Boerma

(idem)

L. Troost

(idem)


Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

september 1995 tot en juli 1998

Ondertekening:

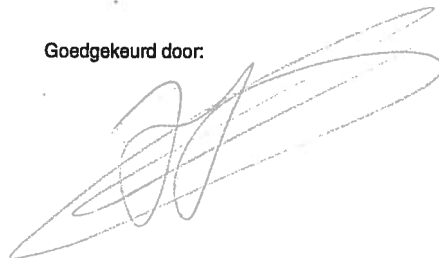


J. Tempelman

projectleider

datum: 4-11-'98

Goedgekeurd door:



Ir. H. P. Baars

afdelingshoofd

datum: 4-11-'98

TNO-rapport
TNO-MEP – R 98/410

TNO Milieu, Energie
en Procesinnovatie

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

Telefoon 055 - 549 34 93
Fax 055 - 541 98 37

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt door middel van druk, foto-
kopie, microfilm of op welke andere
wijze dan ook zonder voorafgaande
toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onder-
zoeksopdrachten aan TNO, dan wel
de betreffende terzake tussen de
partijen gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het
TNO-rapport aan direct belang-
hebbenden is toegestaan.

© 1998 TNO

Het kwaliteitssysteem van TNO Milieu, Energie en
Procesinnovatie voldoet aan ISO 9001.

TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie is een
nationaal en internationaal erkend kennis- en contract-
research instituut voor bedrijfsleven en overheid op
het gebied van duurzame ontwikkeling en milieu- en
energiegerichte procesinnovatie.

Ontwikkeling van een methode voor de bepaling van asbest in afval en puingranulaat (concept NEN 5897) Bijlage 1

Datum
10 september 1998

Auteur(s)
P. Tromp
J. Tempelman

Projectnummer
53344

Opdrachtnummer NOVEM
36211/9517

Trefwoorden
- asbest
- afval
- puin(granulaat)
- normalisatie
- monsterneming
- analyse

Bestemd voor
NOVEM
T.a.v. Mw. M. Muradin
Postbus 8242
3503 RE Utrecht

Nederlandse Organisatie voor toegepast
natuurwetenschappelijk onderzoek TNO

Op opdrachten aan TNO zijn van toepassing de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan
TNO zoals gedeponeerd bij de
Arrondissementsrechtbank en de Kamer van Koophandel
te 's-Gravenhage

Bijlage 1 Concept Ontwerp NEN 5897

Monsterneming en analyse van asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat

Sampling and analysis of asbestos in waste material and demolition waste

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
1. Onderwerp en toepassingsgebied.....	7
2. Normatieve verwijzingen.....	9
3. Termen en definities	11
4. Apparatuur en benodigdheden	17
4.1 Benodigdheden voor de visuele inspectie en monsterneming	17
4.2 Benodigdheden voor de monsterbewerking	17
4.3 Laboratorium-outillage en benodigdheden.....	18
4.4 Analyseapparatuur.....	18
4.5 Benodigdheden voor de analyse van losse vezels en vezelbundels	19
5. Fasering van het onderzoek	21
6. Oriënterend onderzoek.....	27
6.1 Visuele inspectie	27
6.1.1 Bouw- en sloopafval	28
6.1.2 Puingranulaat aanwezig op een depot.....	28
6.1.3 Puingranulaat in de bovenlaag van wegen en bouwterreinen.....	29
6.1.4 Puingranulaat als funderingslaag onder verharde wegen	30
6.2 Historisch onderzoek.....	30
6.2.1 Regulier circuit.....	30
6.2.2 Oude en/of illegale stort.....	31
6.3 Verwerking inspectieresultaten	31
6.4 Rapportage oriënterend onderzoek.....	33
7. Nader onderzoek	35
7.1 Bouw- en sloopafval.....	35
7.2 Puingranulaat.....	38
7.3 Puingranulaat als fundering onder verharde wegen	41
7.4 Rapportage nader onderzoek	43
8. Uitgebreid onderzoek: monsternemingsplan	45

9.	Uitgebreid onderzoek: monsternemingsstrategie.....	47
9.1	Wegen en bouwterreinen met puingranulaat in de bovenlaag, gebruikt als verharding/fundering	47
9.1.1	Opdelen in zones	47
9.1.2	Bemonstering in (deel)vakken	47
9.2	Puingranulaat als wegfundering onder een asfaltlaag	48
9.3	Depot met puingranulaat	48
9.3.1	Monsterneming in horizontale segmenten	51
9.3.2	Monsterneming uit een materiaalstroom.....	52
9.3.3	Monsterneming in een ruimtelijk coördinatenstelsel.....	52
9.3.4	Monsterneming tijdens verplaatsen van de partij	53
10.	Monsternemingstechnieken	55
10.1	Monsterneming t.b.v. inspectie	55
10.2	Monsterneming van een deelvak	55
10.3	Monsterneming in diepere lagen van een depot	56
11.	Bepaling van het aantal en de grootte van grepen en monsters	57
12.	Monstervoorbehandeling	59
12.1	Drogen en zeven	59
12.2	Verwijdering plantaardig materiaal	59
13.	Analyse	61
13.1	Analysestrategie	61
13.2	Identificatie van asbest in materialen	61
13.3	Kwantitatieve bepaling van asbest	62
13.3.1	Kwantitatieve bepaling in op lokatie verzamelde materialen.....	62
13.3.2	Zeeffracties > 8 mm	63
13.3.3	Zeeffracties < 8 mm	63
13.4	Kwantitatieve bepaling van de fijnste fractie asbestvezels	65
13.5	Berekeningen	65
13.5.1	Bouw- en sloopafval.....	65
13.5.2	Puingranulaat.....	67
13.6	Meetbereik, bepalingsgrens, onjuistheid en precisie van de analyse	70
14.	Veiligheidsaspecten	77
15.	Kwaliteitsborging.....	79
16.	Rapportage	81

17.	Literatuur	83
	Bijlage A Tabel voor het berekenen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor Poisson-verdeling	85
	Bijlage B Rekenvoorbeeld	87
	Bijlage C Validatiegegevens	91

1. Onderwerp en toepassingsgebied

Dit voorschrift beschrijft een methode voor de bepaling van de concentratie aan asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat en kan worden gebruikt voor alle vormen van verontreiniging met asbest, zoals: stukken asbestcement, restanten isolatiemateriaal, al dan niet gebonden vezelbundels en losse (fijne) vezels. Het voorschrift is zowel van toepassing op puingranulaat (nog) aanwezig op het depot van een puinbreker als op puingranulaat dat reeds is toegepast als fundering of verharding van wegen of terreinen. Daarnaast is het voorschrift ook van toepassing op bouw- en sloopafval en puingranulaat vermengd met grond in elke verhouding.

De onderzoeksmethode is in principe verdeeld in drie fasen te weten:

- een oriënterend onderzoek (een visuele inspectie in combinatie met historisch onderzoek);
- een nader onderzoek;
- een uitgebreid onderzoek.

In de eerste twee fasen worden methoden beschreven voor het maken van een (worst-case) schatting van de asbestconcentratie. Bij de laatste fase (het uitgebreid onderzoek) wordt het onderzoek uitgevoerd aan de hand van een gedetailleerd monsternemingsplan, en worden er monsters genomen voor onderzoek op het laboratorium.

Het is niet noodzakelijk en soms ook niet mogelijk alle onderzoeksfasen te doorlopen. Een en ander is onder andere afhankelijk van de grootte van de partij en de uitkomst van de (worst-case) schatting. Criteria voor het al dan niet uitvoeren van een volgende fase worden gegeven. Het onderzoek kan, met name in de eerste twee fasen zo nodig worden onderbouwd of versneld door het uitvoeren van historisch onderzoek.

De methode is geschikt voor de bepaling van asbest in partijen puingranulaat met een nominale korrelgrootte van 40 mm ($d_{95} = 40\text{mm}$). Bij grover materiaal (partijen bouw- en sloopafval) kan vaak een schatting worden gemaakt van de concentratie aan asbest. Voor puingranulaat bedraagt de bepalingsgrens circa 1 mg asbest per kg granulaat.

De concentratie aan asbest in bouw- en sloopafval en in puingranulaat kan getoetst worden aan alle in Nederland en de EG beschikbare grenswaarden en normen op het gebied van asbest in bodem, bouw- en sloopafval en puingranulaat. Bij toetsing is de bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval bepalend.

OPMERKING

Een overzicht van de geldende grenswaarden en normen die van toepassing (kunnen) zijn op bouw- en sloopafval en puingranulaat:

BAGA-norm

Het Besluit Aanwijzing Gevaarlijke Afvalstoffen (BAGA) bestempelt asbesthoudend afval met een concentratie hoger dan 5000 mg/kg als 'gevaarlijk' afval met uitzondering van sloopafval en voorwerpen die in het afvalstadium zijn geraakt.

Voorlopige interventiewaarde

Voor asbest in de bodem wordt door de Inspectie Milieuhygiëne een Voorlopige Interventiewaarde gehanteerd van 100 mg/kg voor chrysotiel en 10 mg/kg voor amfibolen. Deze is gebaseerd op een onderzoek naar de risico's van asbest in de bodem en berekeningen van het RIVM, gebaseerd op het C-soil programma. Deze waarde is niet formeel vastgelegd en wordt gebruikt als saneringsgrens en geldt dus niet als criterium voor hergebruik.

"0"-grens

Zolang er geen wettelijke richtlijnen zijn wordt door de Arbeidsinspectie in principe de "0-optie" gehanteerd omdat het volgens het Arbobesluit verboden is asbesthoudend materiaal toe te passen.

EG-regelgeving

In Europees verband geldt een principebesluit van max. 1000 mg asbest per kg produkt. Ook puingranulaat is te beschouwen als een produkt en zal in de nabije toekomst dus in geen enkel EG-land meer dan 1000 mg/kg asbest mogen bevatten.

2. Normatieve verwijzingen

De volgende normen bevatten bepalingen die, doordat ernaar wordt verwezen, tevens bepalingen van dit voorschrift zijn.

NEN 7310: 1995	Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Algemene aanwijzingen.
NVN 7311: 1995	Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Monsteropslag en Conservering.
NEN 7360	Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Termen en definities (in voorbereiding).
NVN 7301	Uitloogkarakteristieken en vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. monsterneming van korrelvormige materialen uit materiaalstromen.
NVN 7302	Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monsterneming. Monsterneming van korrelvormige materialen uit statische partijen.
NVN 5860	Afvalstoffen - Bemonstering van afval.
NEN 5747	Bodem. Bepaling van het vochtgehalte en het gehalte aan droge stof van veldvochtige grond.
Ontwerp NEN 5896	Kwalitatieve analyse van asbest in materialen met behulp van polarisatiemicroscopie, juni 1996.
NEN 5747	Bodem. Bepaling van het vochtgehalte en het gehalte aan droge stof van veldvochtige grond.
NEN 5926	Toeslagmaterialen voor beton. Bepaling van de volumieke massa van de droge korrels. Uitgave 1988
VDI 3492	Messen von Innenraumluftverureinigungen, Messen anorganischer faserförmiger Partikel, Rasterelektronenmicroscopisches Verfahren", Blatt 2, Juni 1994.

3. Termen en definities

Voor definities van de in deze norm gehanteerde termen betreffende monstername en afval, die niet zijn opgenomen in de onderstaande lijst, wordt verwezen naar NEN 7360, NVN 7302 en NVN 5860. Voor definities van de in dit stuk gehanteerde termen betreffende de identificatie van asbest in materialen, die niet zijn opgenomen in de onderstaande lijst wordt verwezen naar Ontwerp NEN 5896.

Algemene termen en definities

Asbest:

Een mineralogische naam die bepaalde vezelvormige silicaten beschrijft die behoren tot de mineralogische groep van de serpentijn- en amfiboolmineralen en die zijn uitgekristalliseerd in de zogenaamde asbestiforme vorm. Zij zijn daardoor gemakkelijk splijtbaar tot lange, dunne, flexibele sterke vezels wanneer ze vermalen of verwerkt worden. De mineralen die onder de definitie vallen zijn: chrysotiel (CASnr. 12001-29-5), crocidoliet (CASnr. 12001-28-4), amosiet (CASnr. 12172-73-5), vezelvormig anthophylit (CASnr. 77536-67-5), vezelvormig actinoliet (CASnr. 77536-66-4) en vezelvormig tremoliet (CASnr. 77536-68-6).

Asbesthoudend materiaal:

Elk materiaal dat asbest bevat.

Asbestverdacht materiaal:

Een materiaal dat op basis van een beoordeling met het blote oog mogelijk asbest bevat. Nader onderzoek met stereomicroscopie en polarisatiemicroscopie conform NEN5896 door een STERLAB geaccrediteerd laboratorium zal moeten uitwijzen of dit werkelijk zo is.

Bouw- en sloop afval:

Stoffen die vrijkomen bij het bouwen, onderhouden, renoveren en slopen van gebouwen en andere bouwwerken en wegen.

Puingranulaat:

Korrelvormig materiaal dat wordt verkregen door het verkleinen van bouw- en sloopafval met behulp van een puinbreker. 95% (m/m) van het puingranulaat heeft een doorsnede < 40 mm. Afhankelijk van het type puin dat wordt bewerkt kunnen verschillende soorten puingranulaat worden onderscheiden: metselwerkgranulaat, betongranulaat, asfaltgranulaat, menggranulaat (van beton en metselwerk) en hydraulisch menggranulaat (een granulaat met minimaal 10% (m/m) hydraulische slak afkomstig van de bereiding van ruw ijzer of staal).

Termen en definities betreffende monsterneming

Gestratificeerde aselechte monsterneming:

Een wijze van monsterneming waarbij de te bemonsteren partij op basis van een bepaalde eigenschap of karakteristiek wordt ingedeeld in verschillende strata waarbij binnen elk stratum een monster op aselechte gekozen tijdstip of punt wordt genomen. Voor de aselechte keuze van het monsternemingstijdstip of monsternemingspunt wordt gebruik gemaakt van toevalsgetallen.

OPMERKING

Voor dit begrip wordt vaak de engelse term “stratified random sampling” gebruikt

Greep:

Een greep is de hoeveelheid materiaal die in één handeling uit een partij is genomen.

Heterogeniteit/homogeniteit:

Kenmerk van een materiaal waarmee wordt aangegeven of een bepaalde eigenschap al dan niet gelijkmatig over een partij is verdeeld.

Maximale korrelgrootte (95%):

De korrelgrootte die overeenkomt met de maaswijdte van de zeef waarop, bij zeven volgens NEN 5753, maximaal 5 % (m/m) van het materiaal achterblijft.

Mengmonster:

Een monster dat uit verschillende (deel)monsters is samengesteld, waarbij de identiteit van de oorspronkelijke monsters door menging verloren is gegaan.

Methodische afgesproken monsterneming :

Een door belanghebbenden afgesproken wijze van monsterneming waarbij wordt afgeweken van probabilistische monsterneming.

OPMERKINGEN

1. De bij de monsterneming betrokken partijen zullen door onderlinge afspraken voorafgaand aan de monsterneming de wijze van monsterneming moet vastleggen, bijvoorbeeld in een monsternemingsplan.
2. Bij het uitvoeren van een methodisch afgesproken monsterneming is het onzeker of de verkregen grepen of monsters representatief zijn voor de partij.

Monster:

De hoeveelheid materiaal die voor de monstervoorbehandeling als eenheid wordt beschouwd.

Monsterneming:

Het proces dat wordt uitgevoerd om monsters uit een partij te nemen.

OPMERKING

Monsterneming kan zowel mechanisch als met de hand gebeuren.

Partij:

De hoeveelheid materiaal die voor monsterneming als eenheid wordt beschouwd.

Probabilistische monsterneming:

Een monsterneming waarvoor geldt dat elk element (deeltje) in de partij een gelijke kans groter dan nul heeft om in een monster terecht te komen.

OPMERKING

Om de monsterneming probabilistisch te kunnen uitvoeren is het in de meeste gevallen noodzakelijk om de monsterneming uit te voeren op het moment dat de partij wordt getransporteerd, bijvoorbeeld met een transportband. Probabilistische monsterneming uit een statische partij is alleen onder specifieke omstandigheden mogelijk en is bijzonder arbeidsintensief.

Statische partij:

Een partij die niet tijdens de monsterneming in beweging is of door een transportband of ander transportsysteem wordt getransporteerd.

Toevalsgetal:

Een getal tussen 0 en 1 dat op basis van een toevalsproces uit een tabel of door een rekenmachine of computer wordt gekozen.

OPMERKING

Voor dit begrip wordt vaak de term "random getal" gebruikt.

*Termen en definities betreffende analyse***Bezinkingspipet:**

Een glazen buis voorzien van een aftapkraantje of insteekbuis waarmee deeltjes beneden (of boven) een bepaalde grootteklasse door middel van sedimentatie kunnen worden afgescheiden.

Bulkdichtheid:

Het gewicht van het ongedroogde materiaal op de lokatie ter plaatse, uitgedrukt in massa per volume. Een bepaald volume van het materiaal wordt gewogen, waarbij het materiaal zich bevindt in de "natuurlijke" toestand zoals deze zich voordoet op de lokatie zelf en niet wordt samengedrukt (in het geval van een bepaling van de dichtheid).

Drooggewicht:

Het gewicht van het materiaal dat bij 105 °C tot constant gewicht is gedroogd (conform NEN 5747).

Hechtgebondenheid:

Een factor die aangeeft hoe goed (slecht) de asbestvezels in een materiaal zijn gebonden. De hechtgebondenheid wordt uitgedrukt in een 'kwaliteitsfactor' die

bepaald wordt door middel van de zogenaamde glasparelttest [5]. Deze term wordt ook vaak in kwalitatieve zin gebruikt.

Materiaalmatrix:

Het materiaal waarin asbest is verwerkt, bijvoorbeeld cement, kunststof en bijgemengde stoffen.

Polarisatiemicroscop:

Een lichtmicroscop waarmee asbestvezels worden gekarakteriseerd op grond van kenmerkende optische eigenschappen zoals: brekingsindex, dubbelbreking, dispersie en het gedrag in gepolariseerd licht. De polarisatiemicroscop werkt met doervallend licht bij vergrotingen van 100 tot 500 maal; bij dergelijke vergrotingen kunnen afzonderlijke vezels of vezelbundels worden waargenomen.

Referentiemateriaal:

Een materiaal waarvan de samenstelling zowel kwalitatief als kwantitatief nauwkeurig is beschreven.

Röntgendiffractie:

Met röntgendiffractie (XRD) kan zowel een kwalitatieve als een kwantitatieve analyse worden uitgevoerd op basis van de specifieke diffractiepatronen van de verschillende soorten asbest. De bepalingsgrens bedraagt circa 1 gewichtsprocent.

Scanning-elektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse (SEM/RMA):

SEM/RMA is een gevoelige methode voor de detectie en identificatie van asbestvezels in bulkmaterialen. Met SEM/RMA kunnen asbestvezels worden gekarakteriseerd op grond van morfologische kenmerken en elementsamenstelling. Daarnaast kunnen vezeltellingen worden uitgevoerd op goud gecoate 'Nuclepore'-filters, waarbij op een aantal willekeurig over het filteroppervlak gekozen beeldvelden de aanwezige vezels worden geteld, gemeten en geïdentificeerd.

Sedimentatie:

Sedimentatie is het bezinken van vaste deeltjes in een suspensie/vloeistof. Sedimentatie wordt gebruikt voor het afscheiden van deeltjes beneden (of boven) een bepaalde grootteklasse; door gebruik te maken van de wet van Stokes' kan de bezinkingstijd van deeltjes met een bepaalde grootte worden uitgerekend (zie bezinkingspipet). In deze norm wordt sedimentatie toegepast om fijne deeltjes selectief uit een grovere fractie af te scheiden zodat deze deeltjes beter kunnen worden geobserveerd.

Stereomicroscop:

Een lichtmicroscop waardoor het object met opvallend licht wordt bekeken via twee oculairs elk onder een iets afwijkende hoek bij vergrotingen van 10 tot 60

maal. Verschillende beeldpunten worden op het netvlies samengevoegd, hetgeen een stereoscopisch beeld geeft.

Stokes' diameter:

De Stokes' diameter is de diameter van een bolvormig deeltje dat dezelfde bezinkingssnelheid heeft als het beschouwde deeltje (in dit geval een asbestvezel). Doordat de wet van Stokes alleen opgaat voor bolvormige deeltjes moet de diameter van een vezel eerst worden omgerekend (bij benadering) naar de Stokes' diameter, alvorens de bezinkingstijd kan worden uitgerekend. Als benadering wordt veelal gerekend met de diameter van de vezel.

Zeeffractie:

Een bepaalde korrelgroottefractie van een monster korrelvormig materiaal die door middel van èèn of meer zeven is gescheiden.

4. Apparatuur en benodigdheden

Voor een uitgebreide beschrijving van de apparatuur en benodigdheden voor de identificatie van asbest in materialen, wordt verwezen naar Ontwerp NEN 5896.

4.1 Benodigdheden voor de visuele inspectie en monsterneming

- Gereedschap voor de visuele inspectie: schep, fotocamera, grove pincetten, schouwbak, grove zeven (maaswijdte van 32 mm en 16 mm).
- Gereedschap voor het in kaart brengen van de lokatie en het opdelen van de lokatie: meetlint, piketpaaltjes, markeerlint, plattegrond van de lokatie
- Laadschop of vergelijkbare gemechaniseerde apparatuur voor graaf- en grondwerk, geschikt voor het nemen van monsters.
- Monsterschep voor het nemen van monsters uit een statische partij. De afmetingen van de schep zijn gerelateerd aan de minimale greepgrootte voor het materiaal dat wordt bemonsterd. Voor breedte, lengte en hoogte van de schep geldt dat deze groter of gelijk moeten zijn aan 3 maal de middellijn van de maximale korrelgrootte (95 %) van het puingranulaat en de asbesthoudende deeltjes.
- Verpakkingsmateriaal volgens NVN 7311
- Veiligheidsartikelen: afspoelbare Tyvac- of wegwerpoveralls, afspoelbare laarzen of wegwerp overschoenen, veiligheidshelm, veiligheidshandschoenen, P3-overdrukmaskers met filters en laadapparaten, halfgelaatsmaskers, plakband en zakken met opschrift "asbest gevaarlijk".

4.2 Benodigdheden voor de monsterbewerking

- Zeven met een maaswijdte van respectievelijk: 32 mm, 16 mm, 8 mm, 4 mm, 2 mm, 1 mm en 0,5 mm. Optioneel: een zeef met een maaswijdte van 250 µm.
- Weegapparatuur:
 - grove balans (d=1 gram; tot circa. 60 kg);
 - bovenweger (d=1 mg; tot circa. 1600 gram);
 - analytische balans (d=0,1 mg; tot circa. 200 gram).
- Droogstoof met luchtcirculatie en afzuiging en een temperatuurbereik tot tenminste 105 °C.
- Oven met afzuiging en een temperatuurbereik tot tenminste 450 °C
- Gereedschap voor het zeven: harde borstel, houten spatel, trechter, monsterschep, potten met een inhoud van 1/2, 1 en 2 liter, plastic petrischalen, her-sluitbare plastic zakken en zakjes, metalen bakken om monsters granulaat in te drogen, grove puntpincetten.
- Schudzeefmachine met regelbare amplitude

4.3 Laboratorium-outillage en benodigdheden

- Afzuigkast voorzien van een absoluutfilter en een luchtsnelheid van tenminste 0,5 m/s die voldoet aan de in het Asbestverwijderingsbesluit en de Arbeidsomstandighedenwet [9,15] gestelde normen.

OPMERKINGEN

De effectiviteit van zowel het filter als de kast moet regelmatig worden gecontroleerd. Vermijd het plaatsen van te veel voorwerpen in de afzuigkast. Een luchtdichte "handschoenkast" kan ook worden gebruikt.

Om het vrijkomen van asbestvezels in het laboratorium te voorkomen, moet de afstand tussen de plaats van het drogen, het zeven, het wegen, de monstervoorbereiding en de analyse zo klein mogelijk te worden gehouden. Om bij ongelukken verspreiding van eventueel vrijgekomen vezels te voorkomen, moet in het asbestlaboratorium bij voorkeur een onderdruk heersen t.o.v. de omliggende ruimten.

- Een speciale stofzuiger met absoluutfilter. Bij het reinigen van de apparatuur kan ook gebruik worden gemaakt van een vochtige disposable doek, die na gebruik als asbestafval moet worden beschouwd.
- Prepareergereedschap: nijptang, hamer, aansteker of brander, fijne en grove puntpincetten, platbekpincetten, (plastic) petrischalen, objectglaasjes, dek-glaasjes.
- Verpakkingsmateriaal; zakjes minigrip, zakken met sluitkoordje, zakken voor asbestafval.
- Inbed-vloeistoffen (type "High Dispersion"), overeenkomend met de brekingsindices van alle commercieel voorkomende asbestsoorten N_D^{25} 1,550; 1,580; 1,670; 1,700; 1,640; 1,605.
- Referentiematerialen de standaard-asbestsoorten (bijvoorbeeld van Health & Safety Executive U.K.):
 - chrysotiel (Cassiar, Canada);
 - chrysotiel (Zimbabwe);
 - crocidoliet;
 - amosiet;
 - anthophylit;
 - tremoliet.

(voor een beschrijving wordt verwezen naar Ontwerp NEN 5896).

4.4 Analyseapparatuur

- Stereomicroscoop met een vergrotingsbereik van tenminste 5 tot 40 x.
- Polarisatiemicroscoop (voor een beschrijving wordt verwezen naar Ontwerp NEN 5896).
- Scanning-elektronenmicroscoop in combinatie met röntgenmicroanalyse-apparatuur (optioneel).
- Fasecontrastmicroscoop.

4.5 Benodigheden voor de analyse van losse vezels en vezelbundels

- Schone werkruimte voor het opwerken van de fracties met fijne vezels.
- Benodigheden voor de bezinking: bezinkingspipet, maatglaswerk, ultrasoonbad, gedestilleerd stofvrij water, stopwatch.

OPMERKINGEN

Door het uitvoeren van blanco analyses (blanco filters) kan worden nagegaan in hoeverre de ruimte en/of het gebruikte water voldoende schoon is.

- Cellulose-ester membraanfilters of goud gecoate Nuclepore filters (optioneel) met poriegrootte van 0,4 μm
- Filtratieopstelling voor de Nuclepore filters (diameter 25 mm).
- Prepareergereedschap voor het maken van fasecontrast-preparaten: microscoopglasjes (glas, formaat 75 mm x 51 x 1 mm), dekglasjes (rond met een middellijn van 22 mm en een dikte van 0,16 tot 0,19 mm, aceton vaporiser, injectienaald (volume 0,5 ml of 1,0 ml), pincet met platte bek, aceton (p.a. kwaliteit).
- Prepareergereedschap voor het maken van REM-preparaten (optioneel): dubbelzijdig tape, zilverhoudende aluminium preparaathouders, fijne punt- en platbepincetten, apparatuur en gereedschap voor het elektrisch geleidend maken van preparaten.

5. Fasering van het onderzoek

Dit normvoorschrift gaat uit van een gefaseerd onderzoek: oriënterend onderzoek, nader onderzoek en uitgebreid onderzoek. Daarnaast is een onderverdeling gemaakt naar de soort partij:

- Bouw- en sloopafval
- Puinggranulaat opgeslagen in een depot
- Puinggranulaat gebruikt als verhardingslaag van (land)wegen en bouwterreinen
- Puinggranulaat toegepast als fundering onder asfaltwegen

De fasering van het onderzoek per soort partij is weergegeven in tabel 1.5.1. In figuur 1.5.1 en 1.5.2 zijn tevens beoordelingsschema's gegeven voor bouw- en sloopafval en puinggranulaat.

Tabel 1.5.1 Fasering onderzoek voor verschillende soorten partijen bouw- en sloopafval (BSA) en puinggranulaat

Soort partij	Oriënterend onderzoek ²⁾	Nader onderzoek	Uitgebreid onderzoek
BSA-depot	globale visuele inspectie; alleen een kwalitatieve indicatie mogelijk (wel/geen asbest)	niet mogelijk	niet mogelijk
BSA-uitgespreid	idem, altijd nader onderzoek uitvoeren	systematische visuele inspectie; toetsing aan de te stellen grenswaarde	niet mogelijk
Granulaat-depot	globale visuele inspectie; alleen een kwalitatieve indicatie mogelijk (wel/geen asbest); uitgebreid onderzoek laten uitvoeren	niet mogelijk	noodzakelijk
Granulaat-uitgespreid en verharding weg/terrein ¹⁾	idem, indien asbest aanwezig dan nader onderzoek uitvoeren	systematische visuele inspectie; toetsing aan de te stellen grenswaarde	indien concentratie tussen 0,5 en 2 x de grenswaarde is
Granulaat-fundering onder verharde weg	zeer beperkt mogelijk ³⁾ , altijd in combinatie met 'nader onderzoek'	monsterneming en visuele inspectie uitgegraven laag; toetsing aan de te stellen grenswaarde	indien concentratie tussen 0,5 en 2 x de grenswaarde is

- 1) Indien de partij granulaat dat is opgeslagen in een depot niet te groot ($<10 \text{ m}^3$) en aantoonbaar homogeen is kan dezelfde onderzoeks aanpak worden gehanteerd als voor uitgespreid granulaat.
- 2) Uitsluitend, wanneer blijkt dat het bouw- en sloopafval en/of puinggranulaat zeer ernstig verontreinigd is, op een niveau in de orde grootte van de BAGA-norm, kan worden volstaan met alleen een oriënterend onderzoek.
- 3) Uitsluitend wanneer aan beide randen van de weg een smalle strook van de funderingslaag zichtbaar is en uit (historisch) onderzoek blijkt dat deze stroken uit hetzelfde granulaat bestaan als het granulaat dat zich onder het wegdek bevindt.

Oriënterend onderzoek

Het oriënterend onderzoek is bedoeld om een globaal inzicht te verkrijgen van de verontreinigde partij. Dit inzicht wordt verkregen door het uitvoeren van een visuele inspectie in combinatie met historisch onderzoek. Op basis van de bevindingen van het oriënterende onderzoek kan worden besloten in hoeverre nader onderzoek mogelijk, gewenst of noodzakelijk is.

Het oriënterend onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- schatting van de grootte van de partij: afmetingen en volume
- schatting van het verspreidingsgebied van de verzamelde stukjes asbesthoudend materiaal
- schatting van de homogeniteit van de partij
- bepaling van het aantal soorten asbestverdacht materiaal en karakterisering van deze materialen (conform Ontwerp NEN 5896)
- bepaling van de deeltjesgrootte van de aangetroffen asbesthoudende materialen, zowel de spreiding als de gemiddelde waarde.

Nader onderzoek

Het nader onderzoek is bedoeld om via een “worst-case” benadering een schatting te maken van de concentratie aan asbest in een partij bouw- en sloopafval en puin-granulaat. Het nader onderzoek kan alleen worden uitgevoerd aan partijen die zijn uitgespreid in een laag van maximaal 50 cm dik. De concentratie wordt geschat op basis van een systematische visuele inspectie van de bovenlaag van de partij en een selectieve monsternamen van de diepere laag. Op basis van de bevindingen van het nader onderzoek kan worden besloten in hoeverre een uitgebreid monster- en analyse programma gewenst of noodzakelijk is.

Het nader onderzoek bestaat uit de volgende onderdelen:

- bepaling van de omvang van de uitgespreide partij: oppervlak, gemiddelde laagdikte en bulkdichtheid
- verzamelen van visueel zichtbare stukjes asbesthoudend materiaal en het in kaart brengen van deze stukjes
- sorteren van het verzamelde asbestverdachte materiaal, karakterisering van deze materialen (conform Ontwerp NEN 5896) en wegen van de totale hoeveelheid uitgesorteerd materiaal per soort
- in geval van puingranulaat: selectieve monsterneming en analyse het bemonsterde granulaat

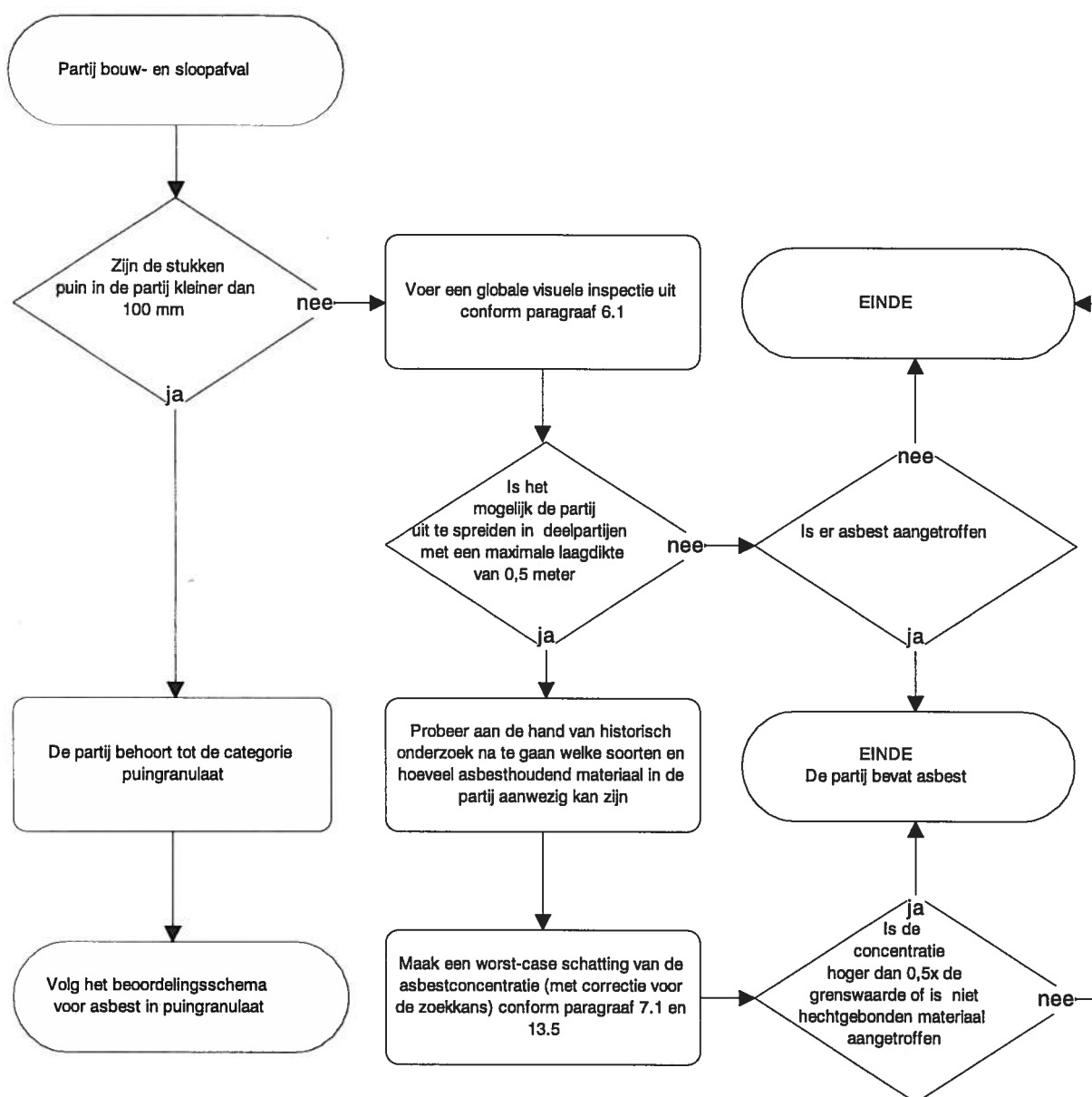
Uitgebreid onderzoek

Op basis van het uitgebreid onderzoek kan een betrouwbare schatting worden gemaakt van de concentratie aan asbest in een partij afval of puingranulaat. Aan de hand van de bevindingen van het oriënterend en nader onderzoek wordt een monsternemingsplan opgesteld, met als uitgangspunt een representatieve monsterneming. De bemonsteringsstrategie is afhankelijk van de soort partij, maar daarnaast zijn ook de onderstaande factoren van belang:

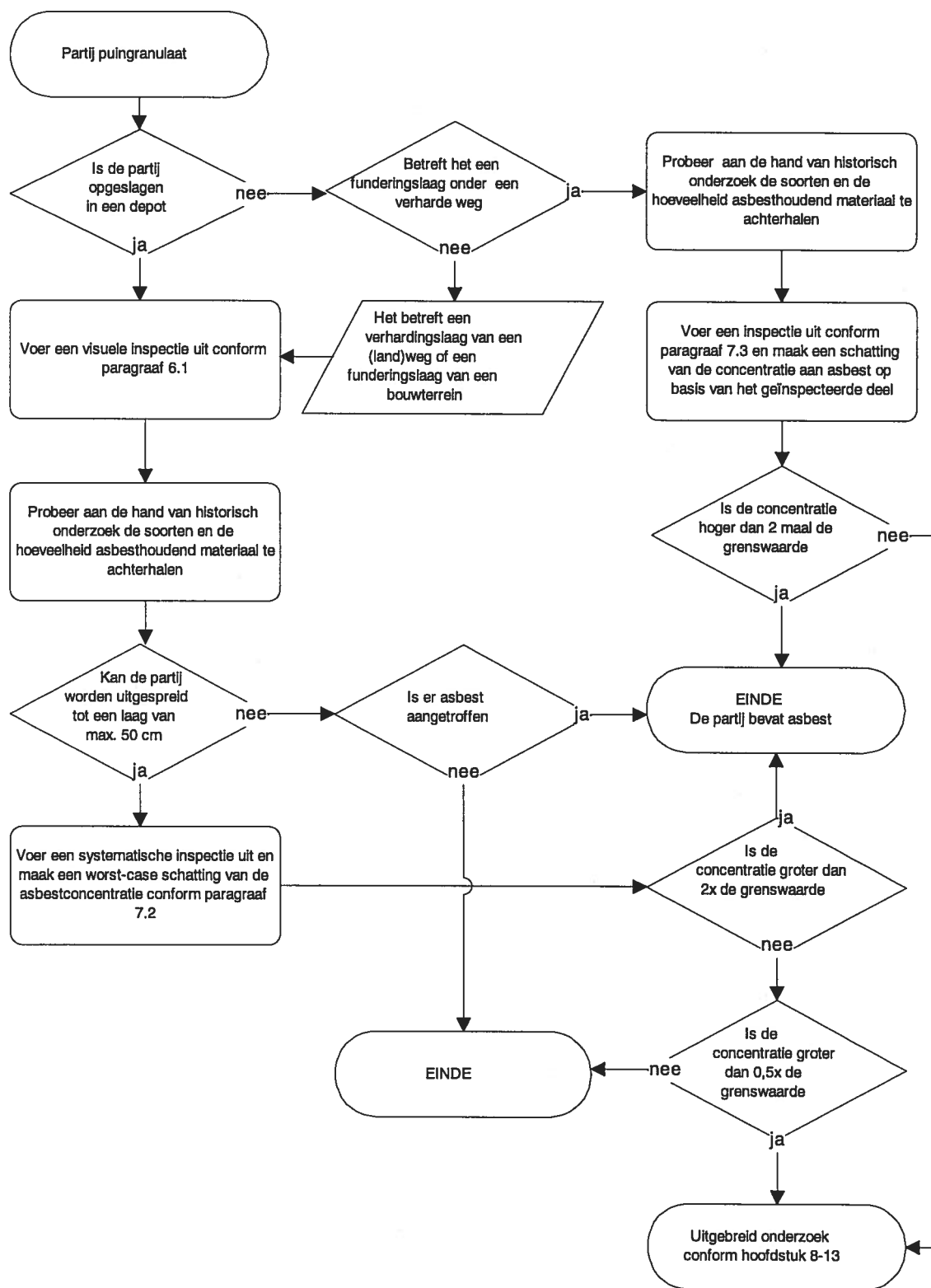
- de homogeniteit van de partij,
- de verontreinigingsgraad van de partij en
- de grootte van de partij.

De analyse van een monster afval of puingranulaat bestaat uit de volgende stappen:

- het verdelen in een aantal zeeffracties. De grovere fracties kunnen in principe op lokatie worden gezeefd en onderzocht zodat een eerste inschatting van de asbestconcentratie mogelijk is;
- het met het ongewapende oog en microscopisch opsporen van verdacht asbesthoudend materiaal in de zeeffracties;
- bepaling van de aard en de concentratie asbest in de aangetroffen materialen conform NEN5896;
- het door weging bepalen van de totale massa aan aangetroffen asbesthoudend materiaal per zeeffractie;
- bepaling van het asbestgehalte (respirabele vezels) in de “fijne fractie” met behulp van rasterelektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse
- berekening van de concentratie chrysotiel en de concentratie amfibool-asbest in mg/kg, inclusief betrouwbaarheidsinterval



Figuur 1.5.1 Beoordelingsschema voor asbest in bouw- en sloopafval



Figuur 1.5.2 Beoordelingsschema voor asbest in puingranulaat

6. Oriënterend onderzoek

Het oriënterend onderzoek is bedoeld om een globaal inzicht te verkrijgen omtrent de mate waarin de partij bouw- en sloopafval of puingranulaat verontreinigd is met asbest. Dit inzicht wordt verkregen door het uitvoeren van een globale visuele inspectie in combinatie met historisch onderzoek. Op basis van de bevindingen kan worden besloten in hoeverre nader onderzoek (hoofdstuk 7) mogelijk, gewenst of noodzakelijk is. Criteria hiertoe zijn o.a. opgenomen in tabel 1.5.1 en de twee beoordelingsschema's van hoofdstuk 5.

OPMERKING

Een partij bouw- en sloopafval of puingranulaat die is gebruikt als fundering onder een asfaltweg is niet direct visueel te inspecteren. In deze situaties blijft het oriënterende onderzoek beperkt tot een historisch onderzoek en zal tot nader onderzoek moeten worden overgegaan.

Aangezien historisch onderzoek tijdrovend is, is dit onderzoek pas zinvol als tijdens de visuele inspectie asbest in een partij wordt aangetroffen. Het historisch onderzoek kan op twee manieren plaatsvinden, afhankelijk van de 'herkomst' van de partij: legaal gestort bouw- en sloopafval en granulaat en oude en illegaal gestorte partijen. Bij de laatste is dit type onderzoek juist van belang maar het blijkt ook moeilijker te zijn om de aard en herkomst te achterhalen.

De bevindingen van het oriënterend onderzoek worden in een inspectierapport vastgelegd.

6.1 Visuele inspectie

In deze paragraaf wordt aangegeven op welke wijze de visuele inspectie bij bouw- en sloopafval en puingranulaat moet worden uitgevoerd. Een visuele inspectie moet altijd (bij voorkeur) bij droog en helder weer worden uitgevoerd en de te inspecteren bovenste laag moet droog zijn.

OPMERKINGEN

1. Visuele inspectie moet altijd plaatsvinden door een onderzoeksbureau dat over de vereiste ervaring en deskundigheid beschikt
2. De zoek-effectiviteit van asbestverdacht materiaal is mede afhankelijk van de weersomstandigheden. Bij slecht weer (regen, sneeuw, mist) wordt de visuele inspectie uitgesteld.

De te volgen werkwijze bij de visuele inspectie is afhankelijk van het vóórkomen van de partij bouw- en sloopafval of puingranulaat.

6.1.1 Bouw- en sloopafval

Een visuele inspectie is niet noodzakelijk bij partijen bouw- en sloopafval die in één keer of gefaseerd kunnen worden uitgespreid in een laag of lagen van maximaal 0,5 meter dik. Bij dergelijke partijen wordt de asbestconcentratie geschat (worst-case) tijdens een nader onderzoek (zie hoofdstuk 7).

Partijen bouw- en sloopafval waarvan de stukken puin kleiner zijn dan 100 mm worden op dezelfde wijze onderzocht (in zowel het oriënterend als nader onderzoek) als partijen puingranulaat aanwezig op het depot van een puinbreker (zie hierna).

De buitenlaag van een partij bouw- en sloopafval wordt op toegankelijke plekken systematisch afgezocht naar stukken asbestverdacht materiaal. Op plaatsen waar dat mogelijk is worden ook de diepere lagen van de partij geïnspecteerd. De gevonden stukken asbestverdacht materiaal worden verzameld, op een kaart ingetekend en gekarakteriseerd conform Ontwerp NEN 5896. Bepaal (bij voorkeur door meten) de hoogte, de diameter aan de voet en de diameter aan de top van de partij.

Bij dergelijke partijen kan op basis van de visuele inspectie alleen worden aangegeven of al dan niet asbest aanwezig is. Indien gewenst kan nog een historisch onderzoek (volgens paragraaf 6.2) worden uitgevoerd. Het feit dat asbest is aangetroffen kan door dit onderzoek worden bevestigd. Een nader (nauwkeuriger) onderzoek is niet mogelijk.

OPMERKING

Een partij bouw- en sloopafval heeft meestal een dermate grote omvang dat het onmogelijk is de gehele partij te inspecteren. Een inspectie van de diepere laag is moeilijk vanwege de grote brokstukken die niet handmatig verplaatst kunnen worden. Een dergelijke inspectie geeft alleen kwalitatieve informatie betreffende de aanwezigheid van asbest.

6.1.2 Puingranulaat aanwezig op een depot

Wanneer het mogelijk is om voor de visuele inspectie de partij puingranulaat met behulp van shovels e.d. in één keer of gefaseerd uit te spreiden (over een laag met een maximale dikte van 0,5 meter), dient in tweede instantie een nader onderzoek te worden uitgevoerd, behalve wanneer uit het oriënterend onderzoek blijkt dat de partij ernstig verontreinigd is (op een niveau in de orde grootte van de BAGA-norm). Wanneer het niet mogelijk is de partij uit te spreiden, dient na het oriënterende onderzoek, een uitgebreid onderzoek te moeten plaatsvinden (conform hoofdstuk 8).

Van de partij puingranulaat aanwezig op een depot, wordt, voor zover mogelijk, de buitenste schil (diepte: 2-5 cm) van de partij afgezocht naar stukjes asbestverdacht materiaal. De gevonden stukken asbestverdacht materiaal worden verzameld, op

een kaart (plattegrond) aangegeven en gekarakteriseerd conform Ontwerp NEN 5896. Indien mogelijk worden willekeurig op enkele plekken gaten gegraven, en wordt het uitgegraven granulaat visueel geïnspecteerd op asbestverdachte materialen. Indien mogelijk dient per ca. 500 m² van de buitenste schil minimaal één keer de diepere laag te worden onderzocht conform paragraaf 10.1. De minimale afmeting van een gat is 50 x 50 cm; de diepte is afhankelijk van korrelgrootte en compactheid van het granulaat, en zal in de regel tussen de 10 en 50 cm liggen.

Bepaal (bij voorkeur door meten) de hoogte, de diameter aan de voet en de diameter aan de top van de partij. Bij dergelijke partijen kan op basis van de visuele inspectie alleen worden aangegeven of al dan niet asbest aanwezig is. Indien gewenst kan nog een historisch onderzoek (volgens paragraaf 6.2) worden uitgevoerd. Het feit dat asbest is aangetroffen kan door dit onderzoek worden bevestigd.

OPMERKING

Een dergelijke partij puingranulaat op een depot heeft vaak een dermate grote omvang dat alleen het onderste gedeelte van de buitenste schil kan worden geïnspecteerd. Mede gezien het feit dat partijen puingranulaat meestal inhomogeen zijn, is een visuele inspectie puur indicatief.

6.1.3 Puingranulaat in de bovenlaag van wegen en bouwterreinen

Bij wegen en bouwterreinen met puingranulaat in de bovenlaag, gebruikt als verharding/fundering, dient na het oriënterende onderzoek altijd een nader onderzoek te worden uitgevoerd, behalve wanneer uit het oriënterend onderzoek blijkt dat de partij ernstig verontreinigd is (op een niveau in de orde grootte van de BAGA-norm).

Tijdens de visuele inspectie wordt een representatief deel van de bovenlaag (bovenste 2-5 cm) van de partij afgezocht naar stukjes asbestverdacht materiaal. De gevonden stukken asbestverdacht materiaal worden verzameld, op een kaart (plattegrond) aangegeven en gekarakteriseerd conform Ontwerp NEN5896.

Willekeurig moeten op enkele plekken kuilen worden gegraven tot op de ondergrond. Op deze wijze wordt de laagdikte van de partij beoordeeld, en wordt het weggegraven puingranulaat visueel geïnspecteerd op het voorkomen van asbestverdacht materiaal. Per oppervlak van circa 500 m² wordt op minimaal één plek tot de onderlaag onderzocht conform paragraaf 10.1. De kuilen hebben een minimale afmeting van circa 50 bij 50 cm. Bepaal de afmetingen van het terrein of de weg en de laagdikte van de partij.

6.1.4 Puinggranulaat als funderingslaag onder verharde wegen

Een partij puinggranulaat gebruikt als funderingslaag onder een verharde weg kan zeer beperkt geïnspecteerd worden tijdens het oriënterend onderzoek, aangezien het granulaat voor het grootste deel is bedekt met asfalt. Meestal is aan beide randen van de weg een smalle strook van de funderingslaag zichtbaar. Deze is echter voor een groot deel vermengd met zand, waardoor de zichtbaarheid nog slechter wordt, en de mogelijkheid bestaat dat deze stroken bedekt zijn met een ander soort granulaat, dan het granulaat dat zich onder het wegdek bevindt. Alleen in combinatie met het steekproefsgewijs nemen van monsters conform paragraaf 7.3, is goed een beeld te verkrijgen van de verontreinigingsgraad van de funderingslaag.

6.2 Historisch onderzoek

Het historisch onderzoek dient met name om de aard en herkomst te achterhalen van de partij. De aanpak van een dergelijk onderzoek is afhankelijk van het circuit vanwaar de partij vandaan komt; Dat wil zeggen is de partij afkomstig uit het reguliere circuit of gaat het om een oude en/of illegale stort. Aangezien historisch onderzoek tijdrovend is, is dit onderzoek pas zinvol als tijdens de visuele inspectie asbest in een partij wordt aangetroffen.

6.2.1 Regulier circuit

Wanneer een partij uit het reguliere circuit afkomstig is kan de aard en herkomst vaak achterhaald worden door een antwoord te vinden op de volgende vragen:

1. Welk bedrijf heeft het sloop- en bouwafval bewerkt tot puinggranulaat en werkt dit bedrijf volgens de asbestzorgvuldigheidsmodule van bijvoorbeeld de BRBS? (Deze vraag geldt alleen voor reeds gebroken puin)
2. Wat is het totale volume en/of massa van de partij?
3. Wat is de herkomst van het bouw- en sloopafval?
4. Door welk(e) bedrijf/bedrijven is het of zijn de bouwwerk(en) gesloopt?
- 4a. Is het asbestverwijderingsbedrijf in het bezit van een KOMO-certificaat voor het verwijderen van asbest?
- 4b. Werkt het bedrijf dat het niet asbestbevattend deel heeft gesloopt volgens de asbestzorgvuldigheidsmodule van bijvoorbeeld de BABEX?
5. Wie heeft opdracht gegeven tot de sloop en of wie was/waren de eigenaar(s) van de/het bouwwerk(en)?
6. Is het of zijn de bouwwerk(en) vooraf onderzocht op asbesthoudende materialen conform de BRL 5052?
Zo ja: welke asbesthoudende materialen zijn er verwerkt in de/het oorspronkelijke bouwwerk(en) en zijn deze materialen voor de sloop uit de/het bouwwerk(en) verwijderd.
materialen te achterhalen. Zo nee: probeer aan hand van de oorspronkelijke

eigenaar van de/het bouwwerk(en) en/of het bouwjaar van het/de bouwwerk(en) de mogelijk verwerkte asbesthoudende materialen te achterhalen.

6.2.2 Oude en/of illegale stort

Wanneer de partij afkomstig is van een oude en/of illegale stort is het vaak veel interessanter om de herkomst te achterhalen dan bij een reguliere partij, aangezien er in veel gevallen totaal niks bekend is over de partij. Belangrijke onderzoeksvragen zijn:

1. Wat is/zijn de vroegere bestemming(en) van het terrein geweest ?
(asbestfabriek, schuur met asbestcement dak)
- 1a. Vraag bij gemeenten, omwonenden, politie, etc. om oude (lucht)foto's van de lokatie
2. Wat heeft/hebben omwonenden, terreinbeheerders, politie, gemeente te melden over de betreffende lokatie ? (waarnemingen)

6.3 Verwerking inspectieresultaten

Bij de visuele inspectie dienen de volgende parameters te worden bepaald:

Karakterisering verzamelde materialen

Bepaal welke soorten asbesthoudend materiaal aanwezig zijn. De volgende soorten kunnen voorkomen: asbestcement, boardmateriaal, pakkingsmateriaal, isolatiemateriaal, los vezelmateriaal, etc.

OPMERKING:

Indien isolatie materiaal en/of los vezelmateriaal is gevonden is de kans groot op het voorkomen van veel kleine asbesthoudende deeltjes (vezels) . Er moet voor die gevallen daarom altijd een uitgebreid onderzoek worden uitgevoerd.

Analyseer/karakteriseer ieder type materiaal conform NEN 5896. Let hierbij ook op de hechtgebondenheid (verweringsgraad) van de stukjes; deze bepaald mede de kans op het voorkomen van veel kleine asbesthoudende deeltjes.

Bepaling grootte van de partij

Wanneer een partij bouw- en sloopafval of puingranulaat in een depot is opgeslagen dient de grootte van de partij bepaald te worden op basis van de hoogte van de partij, de diameter aan de voet en de diameter aan de top, met behulp van formule (1) in hoofdstuk 11.

Wanneer een partij bouw- en sloopafval of puingranulaat is uitgespreid en/of toegepast is als funderings-/verhardingslaag van een terrein of een weg dient de

grootte van de partij bepaald te worden op basis van de laagdikte en het oppervlak van de partij.

Bepaling verspreidingsgebied en homogeniteit

Bepaal het verspreidingsgebied van de verontreiniging op basis van de verzamelde en in een kaart/plattegrond vastgelegde asbesthoudende stukjes.

Schat de mate waarin de het asbestverdacht materiaal verdeeld is over de partij.

OPMERKING:

Op basis van de verdeling van de gevonden deeltjes asbestverdacht materiaal over het geïnspecteerde oppervlak van de partij kan een indruk worden verkregen over de homogeniteit. Vaak kan ook een indruk van de homogeniteit worden verkregen door de verschillende soorten puin(granulaat) per lokatie in kaart te brengen.

Bepaling deeltjesgrootte

Bepaal de deeltjesgrootte van de aangetroffen asbesthoudende materialen; bepaal zowel de spreiding als de gemiddelde waarde.

OPMERKING:

Matig- en losgebonden materialen zullen gemakkelijker uit elkaar vallen dan hechtgebonden asbestcement stukken. Het resultaat is dat er meer kleine asbesthoudende deeltjes en respirabele vezels in het puingranulaat kunnen voorkomen, waarmee het actuele blootstellingsrisico wordt verhoogd. De verweringsgraad van de materialen speelt hierbij ook een grote rol. In het geval van asbestcement zegt de gemiddelde grootte van de visueel waarneembare stukjes iets over de aantref-fingskans van kleine stukjes (< 10 mm) materiaal.

Bepaling verontreinigingsgraad

Met behulp van het oriënterend onderzoek kunnen in principe alleen kwalitatieve uitspraken gedaan worden: dat wil zeggen wel of geen asbest aangetroffen. Indien mogelijk dient een ruwe schatting gegeven te worden van de asbestconcentratie.

Uitsluitend, als de partij zeer ernstig verontreinigd is (op een niveau in de orde grootte vergelijkbaar met de BAGA-norm), kan het onderzoek gestopt worden en kan worden volstaan met alleen een oriënterend onderzoek. De concentratie aan asbest kan worden geschat conform de procedure beschreven in paragraaf 6.2.

OPMERKING:

Bij een ernstige verontreiniging op het niveau van de BAGA zal er bij benadering gemiddeld minimaal 500 cm² aan asbestcement of gemiddeld minimaal 100 cm² aan asbesthoudend boardmateriaal moeten worden aangetroffen per vierkante meter geïnspecteerd oppervlak.

6.4 Rapportage oriënterend onderzoek

De bevindingen van het 'oriënterend onderzoek' worden in een inspectierapport vastgelegd. Het inspectierapport moet tenminste de volgende elementen bevatten:

a. algemene informatie

- bedrijf (instantie) die de opdracht tot de visuele inspectie heeft gegeven (opdrachtgever);
- naam van de contactpersoon bij de opdrachtgever;
- datum van opdrachtverlening;
- bedrijf dat de visuele inspectie uitvoert;
- naam van de perso(o)n(en) die de visuele inspectie uitvoert (uitvoeren);
- doel van de visuele inspectie;
- lokatie en plaats van de verontreiniging;
- weersomstandigheden;
- situatie oppervlaktelaag v/d partij (begroeiing, vochtigheid).

b. een gedetailleerde plattegrond met daarin aangegeven:

- de grootte c.q. afmetingen van de verontreinigde partij;
- de plaatsen waar stukjes asbesthoudend materiaal zijn aangetroffen;
- de plaatsen waar stukjes asbesthoudend materiaal zijn weggenomen voor analyse in het laboratorium;
- de deeltjesgrootte van de stukjes asbesthoudend materiaal (gemiddelde en spreiding deeltjesgrootte);
- deeltjesgrootte puin(granulaat);
- wel of geen asbest aangetroffen (indien mogelijk een ruwe schatting van de concentratie).

c. het vóórkomen van de asbestverontreiniging:

- het type materiaal;
- de soort asbest (chrysotiel, amosiet, crocidoliet en eventuele andere soorten);
- het gehalte aan asbest in de aangetroffen asbesthoudende materialen;
- de hechtgebondenheid/verweringsgraad van de aangetroffen asbesthoudende materialen.

d. bevindingen van het historische onderzoek

e. aanbevelingen voor verder onderzoek

7. Nader onderzoek

In dit hoofdstuk wordt aangegeven op welke wijze via een “worst case” benadering een schatting van de concentratie aan asbest kan worden gemaakt voor:

- een partij bouw- en sloopafval opgeslagen in een depot, waarvan het mogelijk is om deze met behulp van shovels e.d. in één keer of gefaseerd uit te spreiden over een laag met een maximale dikte van 0,5 meter;
- wegen en bouwterreinen met puingranulaat in de bovenlaag, gebruikt als verharding/fundering of partijen puingranulaat opgeslagen in een depot, waarvan het mogelijk is om deze met behulp van shovels e.d. in één keer of gefaseerd uit te spreiden over een laag met een maximale dikte van 0,5 meter of kleine partijen puingranulaat opgeslagen in een depot, kleiner dan 10 m³.
- (Asfalt)wegen met een funderingslaag van puingranulaat.

Op basis van de bevindingen van het nader onderzoek kan worden besloten in hoeverre een uitgebreid monster- en analyse programma (hoofdstuk 8 e.v.) gewenst of noodzakelijk is. De bevindingen van het nader onderzoek worden in een inspectie-rapport vastgelegd.

OPMERKING

In tabel 1.5.1 en figuur 1.5.1 en 1.5.2 is schematisch de werkwijze gegeven voor het schatten van de asbestconcentratie in bouw- en sloopafval en de categorieën puingranulaat bij het nader onderzoek.

7.1 Bouw- en sloopafval

Wanneer de partij bouw- en sloopafval (BSA) nog niet bewerkt is tot puingranulaat is het praktisch niet mogelijk om de concentratie aan asbest in de partij te bepalen. De stukken puin zijn te groot voor een representatieve monsterneming en het asbesthoudend afval is meestal zeer inhomogeen in de partij verdeeld. Voor dergelijke partijen met bouw- en sloopafval kan, door de partij gefaseerd uit te spreiden in lagen van maximaal 0,5 meter dik, toch een redelijke (worst-case) schatting worden verkregen van de concentratie aan asbest.

De partij bouw- en sloopafval wordt met behulp van shovels (of een transportband) in delen verplaatst naar het beschikbaar gestelde terrein en verspreid tot een gelijke hoogte van maximaal 0,5 meter.

Het nader onderzoek geldt hier als eindfase en kan niet worden aangevuld met een uitgebreid onderzoek.

Inspecties

Tijdens het verplaatsen (de eerste inspectie) worden:

- de op asbestgelijkende materialen verwijderd en verzameld;
- de grote brokstukken bouw- en sloofafval (stukken met een volume groter dan $0,1 \text{ m}^3$) worden verwijderd en apart opgeslagen. Deze brokstukken bemoeilijken het onderzoek na de verplaatsing (de herinspectie, zie hierna).

Na het verplaatsen wordt:

- het volume (V) van de verspreide (deel)partij bepaald aan de hand van de gemiddelde hoogte, de lengte en de breedte van de partij;
- de bulkdichtheid (n_s) van het bouw- en sloofafval geschat. Voor een 'worst-case' schatting kan een waarde van 1500 kg/m^3 worden aangehouden.

OPMERKING:

Het stortgewicht van het bouw- en sloofafval kan niet exact worden bepaald. Dit stortgewicht ligt veelal tussen $1500 - 2000 \text{ kg/m}^3$, afhankelijk van de grootte van de brokstukken en het soort afval (puin).

Van het verplaatste bouw- en sloofafval wordt/worden (bij voorkeur op diezelfde dag) de uitgespreide laag/lagen onderzocht (de herinspectie) en het gevonden asbestverdacht materiaal separaat verzameld.

Na de herinspectie wordt:

- de onderzochte fractie (f) van de (deel)partij bepaald (worst-case) op basis van het quotiënt van de geschatte hoogte van de laag die is geïnspecteerd en de gemiddelde hoogte van de gehele (deel)partij; (In het optimale geval is de (deel)partij zodanig verspreid dat deze geheel kan worden gecontroleerd bij de herinspectie).
- een correctiefactor (c_f) op de zoekkans geschat. Onder normale omstandigheden, bij droog en helder weer en bij een verontreiniging met alleen asbestcement, ligt de zoekeffectiviteit tussen de 1 en 2.

OPMERKING

De correctiefactor op de zoekkans kan variëren tussen 1 (optimale zoekeffectiviteit) en 10 (zeer slechte zoekeffectiviteit). Er zijn geen standaard correctiefactoren op te geven voor bepaalde standaardomstandigheden. De factor (en dus de zoekeffectiviteit) is ondermeer afhankelijk van:

- de weersomstandigheden (bij droog en zonnig weer is de zichtbaarheid het grootst);
- de grootte van de brokstukken (bij grote brokstukken zijn kleine asbesthoudende stukjes minder goed zichtbaar);
- de hoeveelheid gruis (bij veel gruis zijn kleine asbesthoudende stukjes minder goed zichtbaar).
- het soort/de soorten asbesthoudend materiaal, de hechtgebondenheid, de grootte van de stukjes asbesthoudend materiaal.

Bij zeer slecht weer wordt de inspectie uitgesteld.

Analyse en karakterisering

De tijdens beide inspecties verzamelde hoeveelheden asbest worden separaat geanalyseerd en gekarakteriseerd volgens Ontwerp NEN 5896.

Op basis van de resultaten van deze analyses worden voor beide inspecties de volgende grootheden bepaald per type asbesthoudend materiaal (k):

- massa aan asbesthoudend materiaal (M_k);
- het percentage asbest van een asbestsoort ($\%_{k,i}$).

De concentratie aan asbest in het bouw- en sloopafval wordt berekend op basis van de methode vermeld in paragraaf 13.5.1.

Bij het nader onderzoek aan bouw- en sloopafval wordt uitgegaan van de volgende aannamen:

- het asbesthoudend materiaal is homogeen verspreid in de deelpartijen die uit het depot worden genomen;
- de in de bovenste (= direct inspecteerbare) laag aangetroffen hoeveelheid asbesthoudend materiaal is representatief voor de gehele onderzochte deelpartij.

Omdat niet alle bovenstaande punten volledig te toetsten zijn, zijn deze onzekerheden met ruime "worst-case"-marges in de berekening opgenomen. De werkelijke concentratie zal dus altijd lager zijn dan de berekende waarde. Zo nodig kan worden besloten aanvullend nog een historisch onderzoek (zie hoofdstuk 6.2) uit te voeren ter bevestiging van de gevonden analyse resultaten.

OPMERKING

De eerste inspectie (tijdens het verplaatsen van (een deel van) de partij) kan in feite worden beschouwd als een reinigingsstap.

Beoordeling resultaten

Wanneer tijdens de visuele inspectie slechtgebonden asbesthoudende materialen worden aangetroffen is een toetsing aan de grenswaarde niet zinvol. Vaak zal in deze gevallen het grootste deel van de asbesthoudende stukjes kleiner zijn dan ca 2 cm, dat wil zeggen niet of zeer moeilijk zichtbaar bij een inspectie. Hierdoor treedt er een onderschatting op van de asbestconcentratie, terwijl het blootstellingsrisico juist bij deze materialen vrij hoog ligt.

Bij het aantreffen van de volgende slecht- en matig gebonden materialen kan geen 'worst-case' concentratie berekend worden.

- spuitasbest
- pakkings- en isolatiemateriaal
- (brandwerend) zachtboard
- karton
- stukwerk

- vinylzeil
- afdichtkoord

Wanneer tijdens de visuele inspectie uitsluitend hechtgebonden materialen zijn aangetroffen, dient de berekende 'worst-case'-concentratie, conform paragraaf 13.5.1, getoetst te worden aan de grenswaarde.

Rapportage

De bevindingen van het 'nader onderzoek' worden in een inspectierapport vastgelegd. De elementen die het inspectierapport tenminste moeten bevatten, staan beschreven in paragraaf 7.4.

7.2 Puinggranulaat

Het bepalen van de asbestconcentratie in puinggranulaat aan de hand van een worst-case schatting kan worden uitgevoerd bij de volgende categorieën puinggranulaat:

- een partij puinggranulaat aanwezig op een depot van een puinbreker, waarbij deze partij kan worden uitgespreid tot een laag met een maximale dikte van 50 cm;
- puinggranulaat toegepast als verharding/fundering in de bovenlaag van (land)wegen en bouwterreinen;
- kleine partijen puinggranulaat kleiner dan ca. 10 m³, waarbij het in principe niet nodig is deze uit te spreiden.

Een worst-case schatting kan alleen worden uitgevoerd:

- in overleg met de opdrachtgever;
- indien de visuele inspectie systematisch wordt uitgevoerd of reeds is uitgevoerd bij droog en helder (tijdens het oriënterend onderzoek);
- de te inspecteren laag puinggranulaat (bovenste 2-5 cm) droog is (of was bij de reeds uitgevoerde monsternamen tijdens het oriënterend onderzoek);
- de stukjes asbesthoudend materiaal bij benadering homogeen verdeeld zijn over de partij (kan achteraf getoetst worden) Dat wil zeggen er mogen geen grote concentratie-verschillen binnen een partij puinggranulaat voorkomen.

Een worst-case schatting wordt gemaakt op basis van een systematisch uitgevoerde visuele inspectie in combinatie met een strategische monsterneming.

Systematische inspectie

Indien nodig (bij partijen die in een depot bij een puinbreker zijn opgeslagen) wordt de partij puinggranulaat met behulp van shovels (of een transportband) in delen verplaatst naar het beschikbaar gestelde terrein en verspreid tot een gelijke hoogte van maximaal 50 cm.

Na het eventuele uitspreiden wordt:

- het volume (V) van de verspreide (deel)partij bepaald aan de hand van de gemiddelde hoogte, de lengte en de breedte van de partij;
- de bulkdichtheid (n_s) van het bouw- en sloopafval bepaald conform NEN 5296
- de uitgespreide laag opgedeeld in stroken van maximaal 1,5 meter.

Van de partij puingranulaat wordt/worden (bij voorkeur op diezelfde dag) de (uitgespreide) laag/lagen systematisch visueel geïnspecteerd en het gevonden asbestverdacht materiaal separaat verzameld. De inspectie dient strook voor strook te worden uitgevoerd, zodat de hele laag wordt bekeken. Alle aangetroffen asbestverdachte materialen worden op een kaart gemarkeerd.

Na de inspectie wordt:

de onderzochte fractie (f) van de uitgespreide (deel)partij bepaald (worst-case) op basis van het quotiënt van de geschatte hoogte van de laag die is geïnspecteerd en de gemiddelde hoogte van de gehele (deel)partij. Bij het afschatten van de geïnspecteerde laagdikte wordt uitgegaan van een worst-case benadering. Voor puingranulaat ligt deze tussen de 1 en 5 cm.

Strategische monsterneming

De (uitgespreide) (deel)partij puingranulaat wordt bemonsterd op enkele plekken waar de meeste asbestverdachte materialen worden of zijn (tijdens oriënterend onderzoek) aangetroffen. Per oppervlak van circa 500 m² wordt op minimaal één plek de onderlaag bemonsterd. Op deze plek wordt een deelvak van 50 x 50 cm bemonsterd tot op de onderlaag conform paragraaf 10.2. Echter in plaats van slechts één greep te nemen wordt van de uitgegraven hoeveelheid ca. 50 kg in behandeling genomen. Bij voorkeur, en indien mogelijk, dient hierbij de monsterverkleiningsprocedure te worden aangehouden, beschreven in paragraaf 10.1 en 10.2.

OPMERKING

De plaatsen waar tijdens het oriënterend onderzoek veel asbestverdacht materiaal is aangetroffen kunnen reeds zijn aangegeven op een plattegrond bij het inspectierapport.

Verwerking inspectie

De tijdens de inspectie verzamelde hoeveelheden asbest worden separaat geanalyseerd en gekarakteriseerd volgens Ontwerp NEN 5896.

Op basis van de resultaten van deze analyses worden voor de inspectie de volgende grootheden bepaald per type asbesthoudend materiaal (k):

- massa aan asbesthoudend materiaal (M_k);
- het percentage asbest van een asbestsoort ($\%_{k,i}$).

De concentratie aan asbest in de (deel)partij(en) wordt berekend op basis van de methode vermeld in paragraaf 13.5.2.

Bij het nader onderzoek aan puingranulaat wordt uitgegaan van de volgende aannamen:

- het asbesthoudend materiaal is bij benadering homogeen verspreid
- de in de bovenste (= direct inspecteerbare) laag aangetroffen hoeveelheid asbesthoudend materiaal is representatief voor de gehele onderzochte (deel)partij.

Opmerking:

Bovenstaande punten zijn niet volledig te toetsten, maar door de visuele inspecties, tijdens zowel het oriënterende als het nader onderzoek, is reeds een goede indruk worden verkregen van de homogeniteit van de partij. Daarnaast wordt de onzekerheid voor het grootste deel ondervangen door op plekken waar relatief meer asbesthoudende deeltjes aanwezig zijn monsters granulaat te nemen.

Verwerking monsters

Behandel de monsters puingranulaat volgens de procedure die staat beschreven in hoofdstuk 12, en bereken de concentratie asbest in deze monsters conform paragraaf 13.

Beoordeling resultaten

In de volgende gevallen hoeft geen uitgebreid onderzoek uitgevoerd te worden:

- Indien de concentratie asbest benaderd op basis van de systematisch uitgevoerde inspectie groter is dan twee keer de 'grenswaarde' (ongeacht het resultaat van de monsters puingranulaat)
- Indien de concentratie asbest in alle monsters puingranulaat en de concentratie benaderd op basis van de systematisch uitgevoerd inspectie kleiner is dan 1/2 keer de 'grenswaarde', is de (worst-case) schatting voldoende nauwkeurig.

In alle andere gevallen moet een volledige monsternemingsprocedure worden doorlopen conform hoofdstuk 8 t/m 13.

OPMERKING

Op dit moment is er nog geen wettelijke grenswaarde voor asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat.

Rapportage

De bevindingen van het 'nader onderzoek' worden in een rapport vastgelegd. De rapport moet tenminste de in paragraaf 7.4 beschreven elementen bevatten.

7.3 Puinggranulaat als fundering onder verharde wegen

Bij de categorie puinggranulaat toegepast als fundering onder verharde wegen kan op basis van het oriënterend onderzoek (de visuele inspectie van de bovenlaag) slechts in zeer beperkte mate een worst-case schatting worden gemaakt. Een schatting (eveneens worst-case) is wel mogelijk op basis van een visuele inspectie conform paragraaf 6.1.4 in combinatie met het steekproefsgewijs bemonsteren van de funderingslaag (naast de weg) wordt bemonsterd.

OPMERKING

Ten behoeve van de bemonstering kan, indien nodig, een stuk uit het wegdek worden gefreesd of kan ook met een serie boorkernen worden volstaan.

Visuele inspectie afgegraven granulaat

Er worden systematisch aan de rand van de verharde weg sleuven gegraven. Per weglengte van 50 meter wordt minimaal één sleuf gegraven. De afmeting van de af te graven sleuf is afhankelijk van de breedte van de betreffende strook puinggranulaat naast de asfaltlaag. Als stelregel geldt dat per keer circa 100 dm³ puinggranulaat moet worden afgegraven van de totale laagdikte. De afgegraven funderingslaag wordt systematisch op asbesthoudende materialen gecontroleerd conform paragraaf 10.1.

Verwerking inspectie afgegraven granulaat

De tijdens de inspectie verzamelde hoeveelheden asbest worden separaat geanalyseerd en gekarakteriseerd volgens Ontwerp NEN 5896.

Op basis van de resultaten van deze analyses worden voor de inspectie de volgende grootheden bepaald per type asbesthoudend materiaal (k):

- massa aan asbesthoudend materiaal (M_k);
- het percentage asbest van een asbestsoort ($\%_{k,i}$).

De bulkdichtheid van het afgegraven puinggranulaat wordt bepaald conform NEN 5926.

Bij voorkeur wordt de afgegraven grond gewogen op de lokatie zelf, indien dit niet mogelijk is wordt het afgegraven volume bepaald door de afmetingen van de sleuf te bepalen.

De concentratie aan asbest in de monsters puinggranulaat wordt berekend op basis van de methode vermeld in paragraaf 13.5.2.

Bij het nader onderzoek aan puinggranulaat wordt uitgegaan van de volgende aannamen:

- het asbesthoudend materiaal is bij benadering homogeen verspreid

- de aan de rand van de asfaltweg aangetroffen hoeveelheid asbesthoudend materiaal is representatief voor de gehele breedte van de weg.

Opmerking:

Bovenstaande punten zijn niet volledig te toetsten, maar door de visuele inspecties van de afgegraven sleuven, kan een goede indruk worden verkregen van de homogeniteit van de partij.

Strategische monsterneming

Van de afgegraven sleuven puingranulaat waar de meeste asbestverdachte materialen zijn aangetroffen worden monsters genomen voor analyse op het laboratorium. Per weglengte van circa 500 meter wordt op minimaal één plek een monster puingranulaat genomen, conform paragraaf 10.2. Echter in plaats van slechts één greep te nemen wordt van de uitgegraven sleuf, ca. 50 kg in behandeling genomen. Bij voorkeur, en indien mogelijk, dient hierbij de monsterverkleiningsprocedure te worden aangehouden, beschreven in paragraaf 10.1 en 10.2.

Verwerking monsters

Behandel de monsters puingranulaat volgens de procedure die staat beschreven in hoofdstuk 12, en bereken de concentratie asbest in deze monsters conform paragraaf 13.

Beoordeling resultaten

In de volgende gevallen hoeft geen uitgebreid onderzoek uitgevoerd te worden:

- Indien de concentratie asbest benaderd op basis van de systematisch uitgevoerd inspectie groter is dan twee keer de 'grenswaarde' (ongeacht het resultaat van de monsters puingranulaat).
- Indien de concentratie asbest in alle monsters puingranulaat en de concentratie benaderd op basis van de systematisch uitgevoerde inspectie kleiner is dan 1/2 keer de 'grenswaarde', is de (worst-case) schatting voldoende nauwkeurig.

In alle andere gevallen moet een volledige monsternemingsprocedure worden doorlopen conform hoofdstuk 8 t/m 13.

Rapportage

De bevindingen van het 'nader onderzoek' worden in een rapport vastgelegd. Het rapport moet tenminste de in paragraaf 7.4 beschreven elementen bevatten.

7.4 Rapportage nader onderzoek

De bevindingen van het 'nader onderzoek' worden in een rapport vastgelegd. Het rapport moet tenminste de volgende elementen bevatten:

- a. algemene informatie:
 - bedrijf (instantie) die de opdracht tot de visuele inspectie heeft gegeven (opdrachtgever);
 - naam van de contactpersoon bij de opdrachtgever;
 - datum van opdrachtverlening;
 - lokatie en plaats van de verontreiniging.
- b. gegevens van de visuele inspecties:
(zowel voor de eerste inspectie als de herinspectie in geval van bouw- en sloopafval)
 - bedrijf dat de visuele inspecties uitvoert;
 - naam van de perso(o)n(en) die de visuele inspecties uitvoert (uitvoeren);
 - data van de inspectiedagen;
 - weersomstandigheden tijdens de inspectiedagen;
 - situatie oppervlaktelaag v/d (deel)partij(en) (begroeiing, vochtigheid, grootte van de stukken puin);
 - aantal geïnspecteerde deelpartijen en per deelpartij de afmetingen en de laagdikte;
 - de inspecteerbare laag per (deel)partij.
- c. het vóórkomen van de asbestverontreiniging:
 - het type materiaal;
 - de soort asbest (chrysotiel, amosiet, crocidoliet en eventuele andere soorten);
 - het gehalte aan asbest in de aangetroffen asbesthoudende materialen;
 - de hechtgebondenheid/verweringsgraad van de aangetroffen asbesthoudende materialen;
 - de deeltjesgrootte van de stukjes asbesthoudend materiaal (gemiddelde en spreiding deeltjesgrootte).
- d. een gedetailleerde plattegrond met daarin aangegeven:
 - de grootte c.q. afmetingen van de verontreinigde (deel)partij(en);
 - de plaatsen waar stukjes asbesthoudend materiaal zijn aangetroffen;
 - de plaatsen waar een monster is genomen (alleen bij granulaat);
 - de plaatsen waar sleuven zijn gegraven (in geval van fundering onder een asfaltweg).
- e. monsterneming (alleen voor granulaat):
 - aantal monsters en grootte (gewicht) monsters;
 - eventuele monstervoorbehandelings- en monsterverkleiningsstappen;

- de plaatsen waar een monster is genomen.
- f. gegevens ten behoeve van de concentratieberekening:
- de bulkdichtheid per (deel)partij;
 - de totale massa en aantal deeltjes aan verschillende typen aangetroffen asbesthoudende materiaal, zowel van de inspectie als van de monsters (in geval van granulaat).
- g. beoordeling van het resultaat:
- de berekende concentratie voor de monsters puingranulaat en de concentratie op basis van de visuele inspectie(s).
- h. aanbevelingen voor verder onderzoek

8. Uitgebreid onderzoek: monsternemingsplan

Op basis van de gegevens in het inspectierapport kan een concentratieprofiel worden geschetst. Aan de hand van het inspectierapport en het geschetste concentratieprofiel kan een monsternemingsplan worden opgesteld. Voor een gedetailleerde toelichting van het monsternemingsplan wordt verwezen naar de Nederlandse voornorm NVN 7302:1995. De volgende elementen moeten in het monsternemingsplan worden opgenomen:

- a. algemene informatie
 - bedrijf (instantie) die de opdracht tot de monsterneming heeft gegeven (opdrachtgever);
 - naam van de contactpersoon bij de opdrachtgever;
 - datum van opdrachtverlening;
 - bedrijf dat de monsterneming uitvoert;
 - naam van de perso(o)n(en) die de monsterneming uitvoert (uitvoeren);
 - doel van de monsterneming.
- b. lokatie
 - lokatie en plaats van de verontreiniging;
 - de grootte/afmetingen van de verontreinigde partij;
 - verwijzing naar het inspectierapport.
- c. monsterneming
 - monsternemingsmethode;
 - monsternemingsapparatuur;
 - aantal te nemen grepen of monsters;
 - te nemen greep- of monstergrootte;
 - te hanteren monstercodering;
 - instructies over te nemen veiligheidsmaatregelen;
 - datum van monsterneming;
 - monstervoorbehandeling op lokatie.
- d. een gedetailleerde kaart met daarin extra aangegeven:
(gebruik dezelfde kaart als in het inspectierapport)
 - de te bemonsteren zones op basis van het concentratieprofiel;
 - de monsternemingspunten.
- f. verpakking, opslag, transport en aflevering
 - verpakking van de monsters;
 - opslag en transport van de monsters;
 - naam van het bedrijf waar de monsters moet worden afgeleverd;
 - datum van aflevering van de monsters;
 - naam van de opsteller van het monsternemingsplan.

9. Uitgebreid onderzoek: monsternemingsstrategie

De monsternemingsstrategie is sterk afhankelijk van de aard en de heterogeniteit van de verontreiniging en de toepassing van het puingranulaat (fundering, verharding, depot). De monsterneming wordt aangepast aan de toepassing van het puingranulaat en aan het type verontreiniging [1,16].

9.1 Wegen en bouwterreinen met puingranulaat in de bovenlaag, gebruikt als verharding/fundering

Onder deze categorie vallen ook relatief kleine depots waarbij met behulp van shovels of ander apparatuur de partij uitgespreid kan worden tot een maximale laagdikte van 50 cm. Bij deze categorie geschiedt de monsterneming op basis van een combinatie van methodisch afgesproken monsterneming (opdelen van de lokatie in zones) en monsterneming volgens de 'stratified random' methode (opdelen van één zone in vakken en deelvakken).

9.1.1 Opdelen in zones

Aan de hand van de kaart van de verontreinigde lokatie wordt deze opgedeeld in één of meerdere zones (verontreinigingsgebieden). Een zone moet worden beschouwd als één partij met een overeenkomstige verontreiniging met asbest. Elke partij (zone) wordt apart bemonsterd; grepen uit verschillende partijen mogen niet worden gemengd.

Verontreiniging over het gehele bouwterrein of de gehele weg

Wanneer de stukjes asbesthoudend materiaal over het gehele bouwterrein of de gehele weg verspreid liggen en geen duidelijke concentratieverschillen aanwezig zijn moet deze lokatie worden beschouwd als één zone.

Gelokaliseerde verontreiniging binnen een bouwterrein of weg

Wanneer de stukjes asbesthoudend materiaal slechts op bepaalde plekken van een bouwterrein of weg voorkomen moet deze lokatie worden opgedeeld in meerdere zones. Aan de hand van de plattegrond van de lokatie, met daarin aangegeven de aangetroffen stukjes asbesthoudend materiaal, kan deze, op basis van de concentratieverschillen, worden opgedeeld in meerdere zones.

9.1.2 Bemonstering in (deel)vakken

Na het definiëren van de zones wordt elke zone opgedeeld in vakken van circa 100 m². Wanneer een zone kleiner is dan 100 m² dient deze als één vak te worden be-

schouwd. Uit het totale aantal vakken wordt willekeurig een aantal vakken geselecteerd, afhankelijk van het voorgeschreven aantal monsters. Uit één vak wordt één verzamelmonster genomen. In elk geselecteerd vak worden willekeurig een aantal bemonsteringspunten gekozen, op basis van het voorgeschreven aantal grepen (hoofdstuk 11). Een bemonsteringspunt bestaat uit een deelvak van circa 0,5 x 0,5 meter. Op elk bemonsteringspunt wordt één greep genomen. De bemonsteringsdiepte is afhankelijk van de puingranulaat-laag waarmee het bouwterrein of de weg is gefundeerd/verhard.

9.2 Puinggranulaat als wegfundering onder een asfaltlaag

Bij deze categorie geschiedt de monsterneming ook op basis van een combinatie van methodisch afgesproken monsterneming (opdelen van de lokatie in zones) en monsterneming volgens de 'stratified random' methode (opdelen van één zone in vakken en deelvakken). In dit geval is het niet mogelijk om onder de asfaltlaag op elke willekeurige plaats te bemonsteren. De bemonsteringsvakken moeten zich bevinden aan de randen van de asfaltweg.

Na het definiëren van de zones (conform paragraaf 9.1.1) wordt elke zone opgedeeld in vakken van circa 100 m². Uit deze vakken worden willekeurig een aantal vakken geselecteerd, afhankelijk van het voorgeschreven aantal verzamelmonsters; uit een vak wordt één verzamelmonster genomen. In elk geselecteerd vak worden willekeurig een aantal bemonsteringspunten gekozen aan de randen van de geasfalteerde weg.

In dit geval is de afmeting van een bemonsteringsvak niet exact gedefinieerd; deze is afhankelijk van de breedte van de strook puingranulaat naast de asfaltlaag. De afmeting van een bemonsteringsvak is afhankelijk van de breedte van de betreffende strook puingranulaat naast de asfaltlaag. Als stelregel geldt dat per bemonsteringspunt circa 100 dm³ puingranulaat moet worden afgegraven, dit komt ongeveer overeen met een deelvak (sleuf) van circa 20 cm bij 150 cm. Op elk bemonsteringspunt wordt één greep genomen. De bemonsteringsdiepte is afhankelijk van de dikte van de laag.

9.3 Depot met puingranulaat

Puinggranulaat dat op een hoop is gestort als een 'tijdelijk' depot, moet worden gezien als één partij, tenzij uit historisch onderzoek blijkt dat het depot is opgebouwd uit verschillende partijen die van elkaar zijn te onderscheiden. Het bemonsteren van een depot met puingranulaat kan op een aantal verschillende manieren plaatsvinden. De monsternemingsmethoden zijn in twee typen onder te verdelen:

Probabilistische monsterneming

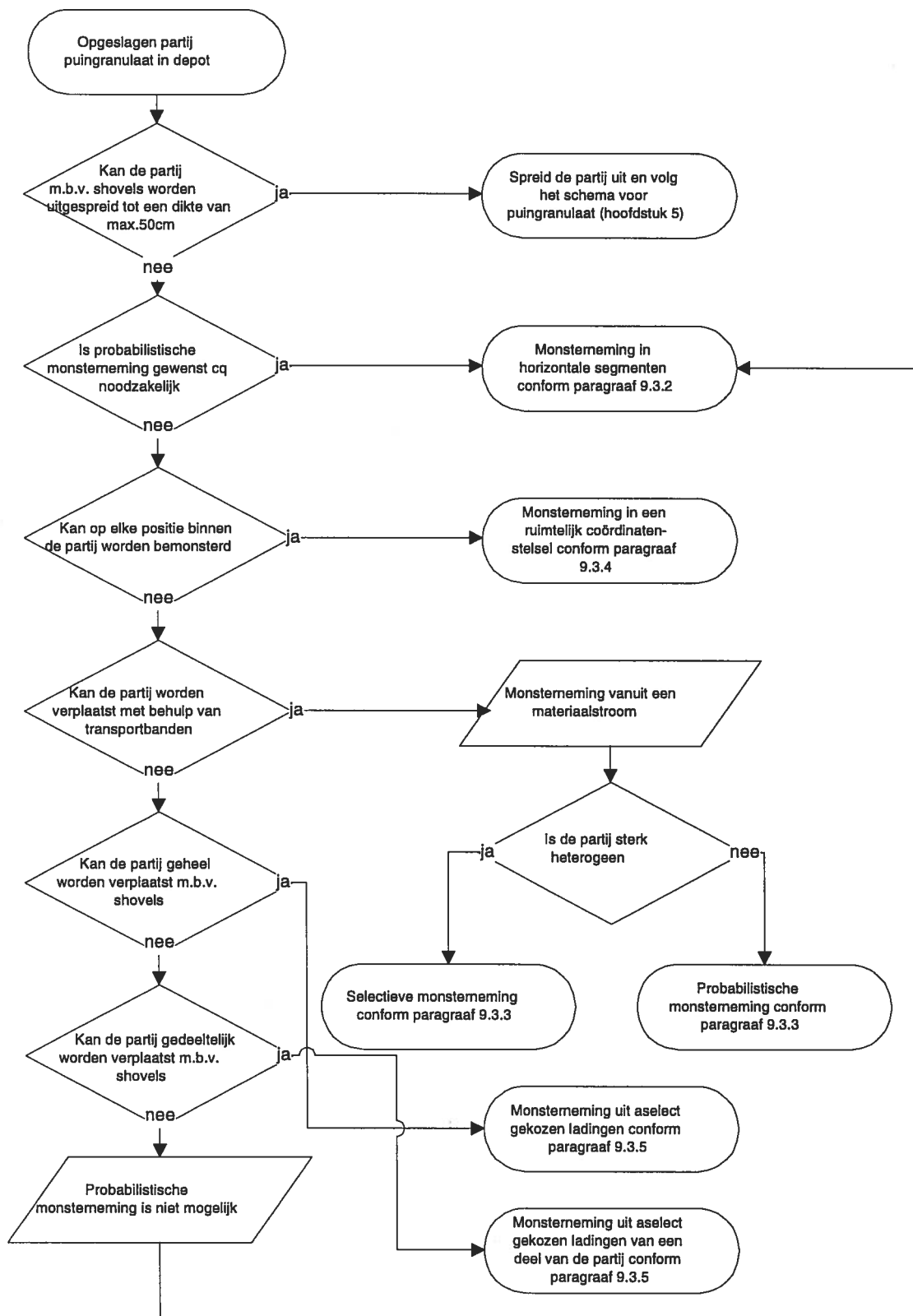
Probabilistische monsterneming is geschikt voor het bemonsteren van homogene-, inhomogene-, grote- en kleine partijen. Probabilistische monsterneming maakt het mogelijk om de gehele partij statistisch te kwantificeren en om over de gehele partij uitspraken te doen. De probabilistische monsterneming kan in een aantal methoden worden onderverdeeld:

- monsterneming in een ruimtelijk coördinatenstelsel
- monsterneming vanuit een materiaalstroom
- monsterneming tijdens verplaatsen van de partij

Methodische monsterneming

Methodische monsterneming wordt alleen gebruikt wanneer probabilistische monsterneming niet gewenst is of niet mogelijk is. Van redelijk homogene partijen kan met methodische monsterneming wel een goede (representatieve) indruk worden verkregen. Aangezien partijen puingranulaat vrijwel altijd inhomogeen zijn moet de monsterneming als indicatief worden beschouwd. Een voorbeeld van een methodische monsterneming is de monsterneming in horizontale segmenten.

Op basis van de gegeven randvoorwaarden kan een keuze worden gemaakt tussen de verschillende monsternemingsmethoden. Relatief kleine partijen waarbij met behulp van shovels e.d. het depôt kan worden uitgespreid tot een partij met een laagdikte van maximaal 50 cm dienen te worden bemonsterd conform paragraaf 9.1.



Figuur 1.9.1 Selectieprocedure voor monsterneming in depots

9.3.1 Monsterneming in horizontale segmenten

Bij bemonstering in horizontale segmenten wordt het depôt opgedeeld in drie segmenten. In elke laag dienen de bemonsteringspunten gelijkmatig over de omtrek te worden verdeeld. Het aantal bemonsteringspunten moet zijn aangepast aan het oppervlak van de betreffende laag.

Bepaal de positie van de bemonsteringspunten op de volgende wijze:

- verdeel het depôt in drie segmenten: onderlaag, middenlaag en bovenlaag.
- verdeel het aantal te nemen grepen over de drie segmenten; neem hierbij de volgende verhouding aan:

bovenlaag	:	1
middenlaag	:	3
onderlaag	:	5

In de volgende twee gevallen kan monsterneming in horizontale segmenten worden toegepast:

- *Als probabilistische monsterneming niet gewenst is*
Wanneer probabilistische monsterneming niet noodzakelijk is, bijvoorbeeld bij relatief homogene partijen en kleine partijen, kan worden overgegaan op deze vorm van methodische monsterneming.
- *Als probabilistische monsterneming niet mogelijk is*
Het is niet mogelijk om de gehele partij statistisch te kwantificeren en om over de gehele partij uitspraken te doen. De monsters moeten worden beschouwd als indicatieve monsters.

In beide gevallen moet de buitenste schil en indien mogelijk ook de diepere lagen van het depot worden bemonsterd. Wanneer de buitenste schil van het depôt wordt bemonsterd, moet op elk geselecteerd monsternemingspunt een bepaald deelvak worden bemonsterd volgens de procedure in paragraaf 10.2. De afmetingen van een deelvak zijn in principe 50 x 50 x 40 cm (lengte x breedte x diepte). Als uitgangspunt wordt een volume van 100 dm³ aangehouden.

OPMERKINGEN:

1. Monsterneming in horizontale segmenten kan in principe alleen worden toegepast indien er voorkennis aanwezig is omtrent de verontreinigde partij. Het is van belang om met alle betrokken partijen op voorhand afspraken te maken over een dergelijke wijze van monsterneming.
2. Het bemonsteren van de diepere lagen is vooral bij grote partijen, praktisch niet haalbaar. Daarnaast moeten ook de geldende veiligheidsseisen in acht worden genomen.

9.3.2 Monsterneming uit een materiaalstroom

Het probabilistisch bemonsteren van een depôt puingranulaat is moeilijk of soms zelfs onmogelijk. Dat betekent dat een partij bij sterke voorkeur wordt bemonsterd op het moment dat deze toch wordt verplaatst door middel van één of meer transportbanden. De bemonstering vanaf een transport band kan op twee manieren worden uitgevoerd:

1. Probabilistische monsterneming waarbij op aselekt gekozen tijdstippen een monster vanaf de lopende band of van de stortstroom wordt genomen. Deze methode mag niet worden uitgevoerd bij sterk heterogene partijen. Dit blijkt ondermeer uit het oriënterend onderzoek en/of uit eventueel aanwezige voorkennis betreffende de partij. Voer de monsterneming uit conform Ontwerp NVN 7301: 1995, paragraaf 7.2.
2. Selectieve monsterneming waarbij de stortstroom wordt bemonsterd als visueel zichtbare asbestverdachte stukjes in het puingranulaat aanwezig zijn. In deze gevallen moet de stortstroom puingranulaat (afkomstig van de lopende band) continu visueel worden geïnspecteerd op het voorkomen van stukjes asbesthoudend materiaal. Deze methode gaat uit van een “worst-case” benadering.

OPMERKING:

Bij selectieve bemonstering wordt aanbevolen de stortstroom continu te inspecteren, en de visueel zichtbare stukken asbestverdacht materiaal door middel van 'handpicking' te verwijderen. Het is raadzaam om delen van de partij, waar stukjes asbesthoudend materiaal worden aangetroffen, in zijn geheel af te scheiden van de rest van de partij. Het op een dergelijke manier reinigen van de partij is alleen mogelijk wanneer de asbesthoudende verontreiniging uitsluitend bestaat uit visueel waarneembare stukken asbestcement.

9.3.3 Monsterneming in een ruimtelijk coördinatenstelsel

Wanneer uit het oriënterend onderzoek blijkt dat het daadwerkelijk mogelijk is om op elk vastgesteld monsternemingspunt in het depôt een monster te nemen, kan de monsterneming in een fictief ruimtelijk coördinatenstelsel worden uitgevoerd.

Hiervoor moet de partij puingranulaat een bepaalde maximale grootte hebben om ook in diepere lagen van het depôt te kunnen bemonsteren (over het algemeen zijn dit partijen kleiner dan 50 m³). Voer in dit geval de monsterneming uit conform Ontwerp NVN 7302: 1995, paragraaf 7.2.2.

Wanneer de buitenste schil van het depôt wordt bemonsterd dient op elk geselecteerd monsternemingspunt een bepaald deelvak te worden bemonsterd volgens de procedure in paragraaf 10.2. De afmetingen van een deelvak zijn in principe 50 x 50 x 40 cm (lengte x breedte x diepte). Als uitgangspunt wordt een volume van 100 dm³ aangehouden.

9.3.4 Monsterneming tijdens verplaatsen van de partij

Indien het niet mogelijk is om de partij (handmatig) op aselekt gekozen plaatsen te bemonsteren maar het wel mogelijk is om de partij te verplaatsen, bemonster de partij dan tijdens het verplaatsen van het depôt. Voorwaarde daarbij is dat er op de lokatie voldoende ruimte is om de partij als geheel te verplaatsen en dat het noodzakelijke materieel (shovels e.d.) beschikbaar is. De monsterneming vindt plaats door te schatten hoeveel ladingen noodzakelijk zijn om de partij te verplaatsen. Het aantal ladingen kan worden berekend aan de hand van het volume van het depot en het volume van een vrachtlading (van een schoffel of vrachtwagen). Uit dit aantal ladingen kan vervolgens het gewenste aantal aselekt of gestratificeerd aselekt worden gekozen. Voer in dit geval de monsterneming uit conform Ontwerp NVN 7302; 1995, paragraaf 7.2.11.

Indien het niet mogelijk is de volledige partij te verplaatsen, moet de monsterneming worden uitgevoerd door een deel van de partij te verplaatsen. Op voorhand worden monsternemingslokaties geselecteerd, die bereikbaar moeten worden gemaakt door de partij gedeeltelijk te ontgraven. Voer in dit geval de monsterneming uit conform Ontwerp NVN 7302; 1995, paragraaf 7.2.12.

Op elk geselecteerd monsternemingspunt wordt een bepaald deelvak bemonsterd volgens de procedure in paragraaf 9.2. De afmeting van een deelvak is in principe 50 x 50 x 40 cm (lengte x breedte x diepte). Als uitgangspunt wordt een volume van 100 dm³ aangehouden.

10. Monsternemingstechnieken

10.1 Monsterneming t.b.v. inspectie

Op een geselecteerd bemonsteringspunt wordt een deelvak afgegraven, en systematisch afgezocht naar visueel waarneembare stukjes asbesthoudend materiaal. Het afgegraven puingranulaat wordt als volgt behandeld:

- Wanneer het puingranulaat redelijk droog is wordt deze in delen gezeefd met behulp van een grove zeef (maaswijdte 16 mm of 31,5 mm), waarbij grote stukken materiaal worden gescheiden van het fijnere puingranulaat. Het grove materiaal wordt visueel onderzocht op asbestverdachte stukjes.
- Wanneer het puingranulaat te vochtig is om te zeven wordt deze in delen in een schouwbak uitgespreid en visueel onderzocht op asbestverdachte stukjes.

De massa van het onderzochte puingranulaat dient bij voorkeur op lokatie te worden gewogen. Wanneer geen weegschaal op lokatie beschikbaar is moet het volume van het uitgegraven deelvak nauwkeurig worden vastgelegd. Tevens dient de volumieke massa (bulkdichtheid) te worden bepaald conform NEN 5926.

10.2 Monsterneming van een deelvak

Op elk geselecteerd bemonsteringspunt wordt een deelvak afgegraven. Het puingranulaat in een deelvak wordt op één hoop gestort en met behulp van een schep goed gemengd. Uit deze hoop wordt één greep genomen.

Het verdient de voorkeur om op lokatie het puingranulaat in een deelvak af te zoeken naar stukjes asbestverdacht materiaal. Zoek volgens de procedure in 10.1 het puingranulaat af naar asbestverdachte stukjes. Indien nodig wordt uit de resterende hoeveelheid puingranulaat een nieuw monster genomen. Aan de hand van de verkregen deeltjesgrootte van deze resterende fractie wordt opnieuw de minimale greepgrootte bepaald en wordt een nieuwe greep genomen. De gezeefde of verzamelde asbestverdachte deeltjes worden apart bemonsterd en opgeteld bij de hoeveelheid asbest die op het laboratorium in de fijnere fracties wordt aangetroffen.

OPMERKING

Door een uitgegraven deelvak al op lokatie af te zoeken naar stukjes asbestverdacht materiaal kan de uiteindelijke greepgrootte en monstergrootte worden verkleind. Na het verwijderen van de grove delen blijft immers een fractie over met een kleinere deeltjesgrootte, waardoor met een kleinere greepgrootte kan worden volstaan.

10.3 Monsterneming in diepere lagen van een depot

De diepere monsters worden genomen middels een plank. Door op een bemonsteringspunt een plank (keerschot) in het talud van het depôt te drijven kan de bovenlaag aan de buitenkant van het keerschot wordt weggeschept. Hierna kan op de gewenste diepte in het depôt een greep worden genomen [17]. Indien mogelijk wordt het uitgegraven puingranulaat op een hoop gestort tot een volume van circa 100 dm³. Het uitgegraven puingranulaat moet op dezelfde manier worden bemonsterd als de procedure in paragraaf 10.2.

OPMERKING

Bij de monsterneming van diepere lagen in het depot moeten de geldende veiligheidseisen in acht worden genomen. Bij grote depots wordt het graven in diepere lagen afgeraden.

11. Bepaling van het aantal en de grootte van grepen en monsters

Maak een schatting van het volume van elke aparte partij:

- Weg/bouwterrein: lengte (in m) x breedte (in m) x de gemiddelde dikte van de laag puingranulaat (in m), in m³
- Depôt

$$V = \frac{1}{3} \times h \times \pi \times (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2) \quad (1)$$
 waarbij:
 - V = volume, in m³
 - h = de hoogte van het depôt, in meter
 - d1 = diameter aan de voet
 - d2 = diameter aan de top (bij een afgevlakt depot)

Bepaal het aantal grepen en het aantal verzamelmonsters aan de hand van tabel 1.11.1. Op elk bemonsteringspunt wordt één greep genomen.

Tabel 1.11.1 Aantal te nemen grepen en aantal verzamelmonsters (analysemonsters) in relatie tot de grootte van de partij

totale hoeveelheid in m ³	minimaal aantal grepen	minimaal aantal verzamelmonsters
0 - 1	1	1
1 - 2	2	1
2 - 5	4	1
5 - 10	6	1
10 - 15	8	1
15 - 20	10	1
20 - 50	20	2
50 - 100	30	3
100 - 150	40	4
150 - 500	50	5
500 - 1000	60	6
> 1000	$60 \times \sqrt{\{\text{volume(m}^3\)/1000\}}$	$6 \times \sqrt{\{\text{volume(m}^3\)/1000\}}$

Individuele grepen moeten van ongeveer gelijke grootte zijn ($\pm 25\%$, m/m) en tevens een minimale grootte hebben.

De breedte, hoogte en lengte van de monsterschep moet minimaal gelijk zijn aan drie maal de maximale korrelgrootte van het te bemonsteren materiaal. Hieronder worden ook de stukjes asbesthoudend materiaal gerekend.

In tabel 1.11.2 staat de massa van de minimale greepgrootte vermeld in relatie met deeltjesgrootte.

Tabel 1.11.2 Minimale greepgrootte (dm³) in relatie met de deeltjesgrootte

Maximale deeltjesgrootte (mm)	Minimale greepgrootte (dm ³)
< 5	0,2
5- 10	0,5
10- 20	1
20- 30	2
30- 40	3
40- 50	4
50- 75	6
75-100	8

Bij normale partijen puingranulaat (met een maximale korrelgrootte van circa 40 mm) heeft het verzamelmonster een maximaal gewicht van circa 50 kg. Wanneer door samenvoegen van het voorgeschreven aantal grepen het gewicht van het verkregen monster deze 50 kg overschrijdt kan het verzamelmonster worden verkleind door het te zeven over een zeef met maaswijdte van 32 mm of 16 mm conform paragraaf 10.1. Van het fijne puingranulaat dat overblijft kan op basis van de ontstane maximale deeltjesgrootte (16 of 32 mm) de minimale greepgrootte bepaald worden. Door hetzelfde aantal grepen van de restfractie te nemen als het oorspronkelijke monster ontstaat een nieuw verzamelmonster.

12. Monstervoorbehandeling

Bij het werken met asbest tijdens de monstervoorbehandeling moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen ter voorkoming van blootstelling aan asbest; deze maatregelen zijn nader uitgewerkt in hoofdstuk 13 “veiligheidsaspecten”.

12.1 Drogen en zeven

Stort het monster in metalen blikken of bakken en droog het monster puingranulaat tot constant gewicht conform NEN 5747.

Weeg het gedroogde monster puingranulaat.

Bepaal welke en hoeveel zeven moeten worden gebruikt aan de hand van tabel 1.11.2. Zeef de gedroogde monsters over de geselecteerde zeven. Maak hierbij gebruik van verschillende stappen:

- stap 1: 4 zeven met een maaswijdte van 32 mm, 16 mm, 8 mm en 4 mm
- stap 2: 3 zeven met een maaswijdte van 2 mm, 1 mm en 500 μm
- stap 3: 1 zeef met een maaswijdte van 250 μm

Stap 3 is optioneel en is alleen dwingend voorgeschreven wanneer in de fracties > 4 mm niet-hechtgebonden asbesthoudende materialen (zoals isolatiemateriaal en losse vezelbundels) voorkomen.

Zet per stap de geselecteerde zeven op elkaar en zeef in delen het totale monster. Stort na elk gezeefd deelmonster de zeeffracties in vooraf gewogen en gecodeerde bakken. Weeg de bakken wanneer het totale monster is gezeefd.

OPMERKING

Bij het droog zeven mogen geen grove middelen worden gebruikt, zoals het verpulveren van samengeklonterde deeltjes. Het zeefproces kan immers tevens worden beschouwd als een haalbaarheidstest voor een mogelijke saneringsmethode met behulp van een zeefinstallatie.

12.2 Verwijdering plantaardig materiaal

Wanneer in het monster plantaardig materiaal aanwezig is, kan de analyse van asbest in de zeeffracties < 2 mm worden bemoeilijkt, doordat de zichtbaarheid van asbesthoudende deeltjes wordt verstoord. In deze gevallen dient het plantaardige materiaal te worden verwijderd door de betreffende zeeffractie te verassen.

Onderzoek de zeeffracties < 2 mm op de aanwezigheid van plantaardige materiaal, en selecteer de fracties die verast moeten worden.

Wanneer slechts een deel van de fractie wordt verast, weeg dan de te verassen deelfractie. Veras de (deel)fractie gedurende minimaal 6 uur bij 430 °C.

Weeg de veraste (deel)fractie. Verwijder asresten, door de (deel)fractie nogmaals te zeven over een zeef met een kleinere maasgrootte dan voor de betreffende fractie bij het oorspronkelijke zeven is gebruikt.

13. Analyse

Bij het werken met asbest tijdens de analyse moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen ter voorkoming van blootstelling aan asbest; deze maatregelen zijn nader uitgewerkt in hoofdstuk 13 “veiligheidsaspecten”.

13.1 Analysestrategie

Afhankelijk van de gewenste nauwkeurigheid worden meerdere zeeffracties geanalyseerd. In tabel 1.13.1 staan de te analyseren zeeffracties weergegeven voor een verontreiniging met uitsluitend asbestcement en een verontreiniging met ook niet-hechtgebonden asbest. In beide gevallen is de kans op een aktueel gezondheidsrisico aanwezig, zodat ook de respirabele fractie moet worden onderzocht.

Tabel 1.13.1 Het voorgeschreven aantal te analyseren zeeffracties in relatie met de soort asbestverontreiniging

Asbest verontreiniging	Terugvindbaarheid	Te analyseren zeeffracties
Uitsluitend als asbestcement	circa 95%	fracties > 4 mm en respirabele fractie
	circa 99%	fracties > 0,5 mm en respirabele fractie
Ook in niet-hechtgebonden vorm aanwezig	niet van toepassing	fracties > 250 µm en respirabele fractie

13.2 Identificatie van asbest in materialen

Selecteer van elke type asbestverdacht materiaal enkele representatieve stukken/deeltjes met een diameter groter dan 8 mm. karakteriseer het geselecteerde materiaal conform Ontwerp NEN 5896. Het ontwerp normvoorschrift NEN 5896 beschrijft de identificatie met behulp van polarisatiemicroscopie. Met deze techniek zijn vezels te identificeren door bepaling van zowel de morfologie als de kenmerkende optische eigenschappen zoals brekingsindex, dubbelbreking, dispersie en het gedrag in gepolariseerd licht.

Maak een schatting van het gewichtspercentage asbest van de diverse soorten door vergelijking met de referentiemonsters met een bekende samenstelling en een vergelijkbare matrix. Houdt hierbij de volgende klassen in gewichtsprocenten aan % (m/m): 0,1 - 2 / 2 - 5 / 5 - 10 / 10 - 15 / 15 - 30 / 30 - 60 / 60 - 100.

OPMERKING

De schatting van het gewichtspercentage asbest in het materiaal moet zo nauwkeurig mogelijk worden uitgevoerd, zodat de nauwkeurigheid van de totale asbestbepaling in het monster kan worden verhoogd. Voor standaard asbestcement kan 12,5 gewichtsprocent chrysotiel worden aangehouden. Wanneer de gewenste nauwkeu-

righeid niet wordt bereikt moet röntgendiffractie analyse worden toegepast. Met deze techniek kan de concentratie tot op 1 gewichtsprocent nauwkeurig worden bepaald.

13.3 Kwantitatieve bepaling van asbest

De kwantitatieve bepaling van asbest moet stapsgewijs worden uitgevoerd. Bepaal eerst de concentratie asbest in de op lokatie verzamelde materialen. Daarna dienen de zeeffracties van het monster te worden onderzocht op asbesthoudende stukken en deeltjes. Onderzoek eerst de grote zeeffracties (>8 mm), daarna kan steeds een kleinere zeeffractie worden onderzocht.

13.3.1 Kwantitatieve bepaling in op lokatie verzamelde materialen

Wanneer op lokatie stukjes asbesthoudend materiaal zijn verzameld, moet, aan de hand van het bulkdichtheid (volumieke massa) van de partij, de concentratie aan asbest worden bepaald. Naast de bepaling van het stortgewicht zijn de volgende gegevens nodig:

- het afgezochte oppervlak (m^2)
- de afgezochte diepte (m)

Indien na het verzamelen van stukjes asbesthoudend materiaal, op dezelfde plek ook een laboratorium-monster wordt genomen, moet de concentratie aan asbest afkomstig van deze verzamelde stukjes worden opgeteld bij de concentratie aan asbest in het laboratorium-monster.

Schatting bulkdichtheid

Bepaal de bulkdichtheid (volumieke massa) van de bemonsterde partij conform NEN 5296.

Bepaling van de concentratie asbest

Droog de verzamelde asbestverdachte materialen tot constant gewicht conform NEN 5747. Tik, met behulp van een houten spatel, het gruis en grond van de materialen. Onderzoek de materialen met behulp van een stereomicroscoop en verdeel ze in verschillende typen. Weeg elk type afzonderlijk met behulp van een bovenweger.

Selecteer van elke type asbestverdacht materiaal enkele representatieve stukken/deeltjes en analyseer/karakteriseer het geselecteerde materiaal conform Ontwerp NEN 5896.

13.3.2 Zeeffracties > 8 mm

Zoek de zeeffracties groter dan 8 mm met het ongewapende oog geheel af naar asbestverdachte stukken en deeltjes. Begin met de fractie groter dan 32 mm, waarna steeds een kleinere zeeffractie moet worden onderzocht. Breng de te onderzoeken zeeffractie in een grote lage bak en strijk de puingranulaatdeeltjes in een dunne laag uit. Alle puingranulaatdeeltjes moeten visueel worden onderzocht op asbest. Verdeel de deeltjes in twee groepen:

- niet asbesthoudende deeltjes
- asbestverdachte deeltjes

Karakteriseer de asbestverdachte deeltjes conform Ontwerp NEN 5896. Verdeel de asbesthoudende deeltjes onder naar type materiaal.

Verzamel per type materiaal alle asbesthoudende deeltjes en weeg deze op 1 mg nauwkeurig. Noteer per type zowel het gewicht van de deeltjes als het aantal deeltjes.

13.3.3 Zeeffracties < 8 mm

Zoek met behulp van een stereomicroscop de zeeffracties kleiner dan 8 mm af naar asbesthoudende deeltjes en vezelbundels. Gebruik hierbij de volgens tabel 1.13.2 opgeven vergroting en onderzoek minimaal het in deze tabel opgegeven deel van de totale zeeffractie.

Tabel 1.13.2 Vergroting en minimaal te onderzoeken deelfractie (gewichtpercentages)

Zeeffractie	Vergroting	Minimaal te onderzoeken deelfractie (gew%)
250- 500 mm	20x	1*
500-1000mm	15x	5
1 - 2 mm	10x	20
2 - 4 mm	6x	50
4 - 8 mm	1-6x	100

* Alleen normatief voorgeschreven als niet-hechtgebonden materialen in de grovere fracties (> 4mm) van het monster voorkomen.

Weeg de te onderzoeken deelfractie af.

Strooi de te onderzoeken deelfractie in een dunne (mono)laag uit in een aantal transparante plastic petrischalen en zoek deze bij de voorgeschreven vergroting af. Karakteriseer de asbestverdachte deeltjes bij een hogere vergroting (> 30x). Let hierbij op de volgende morfologische kenmerken:

- aanwezigheid van vezels
- lengtesplijting van de vezels
- kleur van de vezels

Vergelijk deze deeltjes < 8 mm met de grotere stukken (> 8 mm) die gekarakteriseerd zijn conform Ontwerp NEN 5896.

Pak de aangetroffen deeltjes met behulp van een pincet uit de petrischaal en verdeel ze onder naar type materiaal, waarbij dezelfde typen worden aangehouden als de stukken > 8 mm.

Schat het gewichtspercentage asbest in de deeltjes. In principe wordt hetzelfde gewichtspercentage aangehouden als de grotere stukken asbesthoudend materiaal (> 8mm) van hetzelfde type. Wanneer een deel van de matrix is afgesleten of verweerd, zal een hoger percentage asbest aanwezig zijn dan in de grote deeltjes van hetzelfde type.

Wanneer deeltjes < 8 mm niet tot één van de soorten asbesthoudend materiaal behoren die al eerdere in de grovere fracties zijn gekarakteriseerd of twijfel bestaat omtrent de aanwezigheid van asbest in een deeltje, karakteriseer deze deeltjes dan conform Ontwerp NEN 5896.

Beëindig de analyse van een zeeffractie wanneer 50 asbesthoudende deeltjes zijn geteld. Zoek deze laatste petrischaal echter nog geheel af naar asbesthoudende deeltjes. Voeg de inhoud van alle onderzochte petrischalen bij elkaar en bepaal het gewicht van het onderzochte deelmonster.

Zeeffracties 4-8 mm, 2-4 mm, 1-2 mm en 500-1000 µm

Verzamel alle asbesthoudende deeltjes uit de zeeffracties 4-8 mm, 2-4 mm, 1-2 mm en 500-1000 µm, met behulp van een pincet uit de petrischaal en verdeel ze onder naar type materiaal. Wanneer het totale deelmonster is onderzocht, weeg dan alle verzamelde deeltjes per type materiaal op 0,1 mg nauwkeurig en noteer per type zowel het totale gewicht van de deeltjes als het aantal deeltjes.

Zeeffractie 250-500 µm

In de kleinste zeeffractie <500 µm komen uitsluitend losse vezels en vezelbundels voor. Deze zijn met een pincet moeilijk te isoleren. Tevens is de massa aan vezels en vezelbundels te laag om het gewicht nauwkeurig te bepalen op een analytische balans. Tel in deze twee zeeffracties de asbesthoudende deeltjes (vezels en vezelbundels), zonder deze uit de petrischaal weg te nemen. Noteer van elke getelde vezel/vezelbundel, het asbestsoort, de vezellengte en de vezeldiameter.

OPMERKING

Door ruitjespapier onder de transparante plastic petrischalen te leggen kan iedere keer een bepaald raster worden afgezocht.

13.4 Kwantitatieve bepaling van de fijnste fractie asbestvezels

In de kleinste zeeffractie wordt de concentratie aan respirabele vezels bepaald. Door middel van bezinking in water met behulp van een z.g. Andreasen-pipet wordt het potentieel inadembare stof kwantitatief gescheiden van de grove puin-granulaat-deeltjes [6]. Om ervan verzekerd te zijn dat ook alle fijne vezels in deze fractie aanwezig zijn, wordt afgescheiden bij een Stokes diameter van 20 µm. Houd de onderstaande werkwijze aan:

- Weeg van de kleinste fractie circa 10 gram af in een kroesje, waarna gedurende 16 uur wordt verast bij 430°C. De asrest wordt met stofvrij water in een beker-glas overgespoeld en aangevuld tot circa 200 ml.
- Tril het mengsel gedurende 15 minuten in een ultrasoonbad en breng het mengsel kwantitatief over in een 500 ml sedimentatie pipet. Vul de pipet aan tot circa 350 ml.
- Sedimenteer in totaal 4 keer waarbij wordt afgescheiden bij een Stokes' diameter van 20 µm.
- Verzamel alle afgescheiden fracties in één maatkolf van 1000 ml en vul aan met stofvrij water. Schud de kolf hevig zodat alle deeltjes gelijkmatig zijn gedispergeerd. Pipetteer uit deze dispersie 100 tot 1000 ml; dit is afhankelijk van de hoeveelheid fijn stof in de dispersie.
- Filtreer het gepipetteerde deelmonster over een met goud gecoat Nuclepore-filter met een poriegrootte van 0,4 µm. Zorg ervoor dat de deeltjes gelijkmatig worden verdeeld over het filter.
- Analyseer de aldus bemonsterde filters op asbestvezels met behulp van REM/RMA volgens de Duitse VDI norm 3492 of vergelijkbare ISO-norm.

13.5 Berekeningen

13.5.1 Bouw- en sloopafval

De concentratie asbest, afkomstig van de, tijdens de eerste inspectie verzamelde, materialen, per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) in een bepaalde deelpartij bouw- en sloopafval wordt als volgt berekend:

$$C_{m,i} = \sum (M_k \times \%_{k,i}/100) \times V \times n_s \quad (2)$$

waarin:

- $C_{m,i}$ = concentratie asbest van asbestsoort 'i' afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een deelpartij, mg/kg
 M_k = massa verzamelde asbesthoudende materialen van het type, mg
 $\%_{k,i}$ = percentage asbest van het asbestsoort 'i' in de verzamelde asbesthoudende materialen van het type 'k', %

- V = het onderzochte volume van de deelpartij, dm^3
 n_s = het geschatte stortgewicht van de deelpartij puin, g/dm^3

OPMERKING

Het stortgewicht van het puin kan niet exact worden berekend. Deze wordt afhankelijk van de grootte van de brokstukken geschat op 1,5 - 2,0 g/dm^3 .

De asbestconcentratie afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een deelpartij wordt als volgt berekend:

$$C_m = \sum C_{m,i} \quad (3)$$

waarin:

- C_m = concentratie asbest afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een deelpartij bouw- en sloopafval, mg/kg

De concentratie asbest, die volgt uit de herinspectie, per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) in een bepaalde deelpartij puin wordt als volgt berekend:

$$C_{h,i} = \sum (M_k \times \%_{k,i}/100) \times V \times n_s \times f \times a/f_c \quad (4)$$

waarin:

- $C_{h,i}$ = concentratie asbest van asbestsoort 'i' afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een deelpartij, mg/kg
 M_k = massa verzamelde asbesthoudende materialen van het type 'k', mg
 $\%_{k,i}$ = percentage asbest van het asbestsoort 'i' in de verzamelde asbesthoudende materialen van het type 'k', %
 V = het onderzochte volume van de deelpartij, dm^3
 n_s = het geschatte stortgewicht van de deelpartij puin, g/dm^3
 f = de onderzocht fractie van de deelpartij puin: dit is het quotiënt van de hoogte van de geïnspecteerde laag en de gemiddelde hoogte van de uitgestorte deelpartij.
 c_f = correctiefactor zoekkans: dit is een factor die een maat is voor de zoek-effectiviteit en loopt van 1 (optimale zoek-effectiviteit) tot circa. 10 (zeer slecht zoek-effectiviteit)

De totale concentratie asbest per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) wordt als volgt berekend:

$$C_i = \sum C_{h,i} + C_{m,i} \quad (5)$$

waarin:

- C_i = de totale asbestconcentratie per asbestsoort in het monster puingranulaat, mg/kg

De totale asbestconcentratie in het monster bouw- en sloopafval 'C' wordt berekend als de som van de afzonderlijke fracties en de concentratie afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen:

$$C = \sum^i C_{h,i} + C_m \quad (6)$$

13.5.2 Puingranulaat

Voor de kwantitatieve bepaling van op locatie verzamelde materialen is het nodig het stortgewicht van het puingranulaat te weten. Bereken het bulkdichtheid (volumieke massa in kg/dm^3) van de bemonsterde partij conform NEN 5296.

De concentratie asbest van de op locatie verzamelde materialen per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) in een afgezocht deel van de partij wordt als volgt berekend:

$$C_{m,i} = \sum (M_k \times \%_{k,i}/100) \times V \times n_s \quad (7)$$

waarin:

- $C_{m,i}$ = concentratie asbest van asbestsoort 'i' afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een afgezocht deel, mg/kg
- M_k = massa verzamelde asbesthoudende materialen van het type 'k' op het monsternemingspunt, mg
- $\%_{k,i}$ = percentage asbest van het asbestsoort 'i' in de verzamelde asbesthoudende materialen van het type 'k', %
- V = het onderzochte volume puingranulaat op het monsternemingspunt, dm^3
- n_s = het stortgewicht op het monsternemingspunt, kg/dm^3

De concentratie asbest per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) voor zeeffracties 'f' $> 500 \mu\text{m}$ wordt als volgt berekend:

$$C_{f,i} = \sum (M_k \times \%_{k,i}/100) \times F_f/F_o \times 1/M_t \quad (8)$$

waarin:

- $C_{f,i}$ = concentratie asbest van asbestsoort 'i' in zeeffractie 'f', mg/kg
- M_k = massa asbesthoudende deeltjes van het type 'k', mg
- $\%_{k,i}$ = percentage asbest van het asbestsoort 'i' in de asbesthoudende deeltjes van het type 'k', %
- F_f = de totale massa van de fractie, gram
- F_o = het onderzocht deel van de fractie, gram
- M_t = massa van het totale monster puingranulaat, kg

De concentratie asbest per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) voor zeeffractie 'f' 250-500 µm en de respirabele fractie wordt niet exact bepaald maar is een benadering op basis van de schatting van de vezellengte en vezeldiameter. Bereken de concentratie per asbestsoort als volgt:

$$C_{f,i} = \sum M_{v,i} \times F_i/F_o \times 1/M_t \quad (9)$$

waarin:

$$M_{v,i} = (0,25 \times 10^{-9} \times \pi \times L \times d^2 \times sm) \quad (10)$$

waarin:

- $M_{v,i}$ = de massa van één getelde vezel van asbestsoort 'i', mg
- F_i = de totale massa van de fractie, gram
- F_o = het onderzocht deel van de fractie, gram
- M_t = massa van het totale monster puingranulaat, kg
- L = de lengte van één vezel, µm
- d = de diameter van één vezel, µm
- sm = de soortelijke massa van het asbestsoort 'i' waartoe de vezel behoort, gram/cm³

In tabel 1.13.3 staan de soortelijke massa's van de verschillende soorten asbest vermeld.

Tabel 1.13.3 Soortelijke massa's asbest (gram/cm³)

asbest	soortelijke massa (gram/cm ³)
chrysotiel	2,5
amosiet	3,4
crocidoliet	3,4
anthophylit	3,1
tremoliet	3,0 - 3,5
actinoliet	3,0 - 3,5

De vezelconcentratie voor asbestsoort 'i' wordt berekend conform de Duitse VDI norm 3492. Bereken de concentratie als volgt:

$$C_{v,i} = n_i / (N \times M_b) \times F_i/M_t \quad (11)$$

waarin:

$$M_b = (M_i \times V_p \times F_B) / (V_s \times 1000 \times \pi \times (d_{eff}/2)^2) \quad (12)$$

waarin:

- $C_{v,i}$ = de vezelconcentratie voor asbestsoort 'i', vezels/kg
- n_i = volgens de telregels vastgesteld aantal vezels voor asbestsoort 'i'

N	=	aantal getelde velden
M_b	=	bemonsteringsmassa per beeldveld, gram
M_i	=	inweeg puingranulaat voor de sedimentatie, gram
V_p	=	opgebracht volume op het filter, ml
V_s	=	volume opgevangen fracties bij de sedimentatie, ml
F_b	=	oppervlak van een beeldveld, mm ²
d_{eff}	=	effectieve filterdiameter, mm
F_t	=	totale massa zeeffractie, gram
M_t	=	totale massa monster puingranulaat, kg

De totale vezelconcentratie ' C_v ' in de fijne fractie wordt berekend met behulp van onderstaande formule.

$$C_v = \sum C_{v,i} \quad (13)$$

De vezelconcentratie voor asbestsoort 'i' kan tevens in mg/kg worden uitgerekend. Bereken de vezelconcentratie in mg/kg als volgt:

$$C_{mv,i} = \sum M_{v,i} / (N \times M_b) \times F_t / M_t \quad (14)$$

De massa van één getelde vezel van asbestsoort 'i' ($M_{v,i}$) wordt berekend met formule (10), en de bemonsteringsmassa per beeldveld (M_b) wordt berekend met formule (12).

De asbestconcentratie afkomstig van de op de lokatie verzamelde asbesthoudende materialen in een afgezocht deel van de partij wordt als volgt berekend:

$$C_m = \sum C_{m,i} \quad (15)$$

waarin:

$$C_m = \text{concentratie asbest afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen in een afgezocht deel van de partij, mg/kg}$$

De asbestconcentratie per zeeffractie wordt als volgt berekend:

$$C_f = \sum^i C_{f,i} \quad (16)$$

waarin:

$$C_f = \text{de asbestconcentratie voor zeeffractie 'f', mg/kg}$$

De asbestconcentratie voor de fijne fractie, in mg/kg, wordt als volgt berekend:

$$C_{mv} = \sum^i C_{mv,i} \quad (17)$$

waarin:

C_{mv} = de asbestconcentratie voor de fijne fractie, mg/kg

OPMERKING:

De asbestconcentratie C_f en C_{mv} is de concentratie-bijdrage van zeeffractie 'f' respectievelijk de fijne fractie aan de totale concentratie asbest in een monster puingranulaat. De asbestconcentratie C_f en C_{mv} wordt uitgedrukt in mg asbest in zeeffractie 'f' respectievelijk in de fijne fractie per kg totaal monster puingranulaat.

De totale concentratie asbest per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) wordt als volgt berekend:

$$C_i = \sum C_{f,i} + C_{m,i} + C_{mv,i} \quad (18)$$

waarin:

C_i = de totale asbestconcentratie per asbestsoort in het monster puingranulaat, mg/kg

De totale asbestconcentratie in het monster puingranulaat 'C' wordt berekend als de som van de afzonderlijke fracties en de concentratie afkomstig van de verzamelde asbesthoudende materialen:

$$C = \sum C_f + C_m + C_{mv} \quad (19)$$

In de rapportage dient de concentratie aan chrysotiel, amfibool (amosiet + crocidoliet + tremoliet + actinoliet + anthofyliet), gebonden asbest en losse vezels apart worden weergegeven:

- De concentratie aan chrysotiel wordt berekend met behulp van formule (18).
- De concentratie aan amfibool asbest wordt berekend met behulp van formule (19), waarbij chrysotiel asbest niet wordt meegenomen.
- De concentratie aan 'gebonden' asbest wordt berekend met behulp van formule (19) waarbij de concentratie aan fijne vezels ($C_{m,v}$) niet wordt meegenomen.
- De concentratie aan fijne vezels wordt berekend met behulp van formule (17).

13.6 Meetbereik, bepalingsgrens, onjuistheid en precisie van de analyse

systematische fouten

Een grote fout wordt veroorzaakt door de gewichtsschatting aan asbest in de aangetroffen materialen. De asbestconcentratie in het materiaal wordt geschat door vergelijking met referentiematerialen met een overeenkomende matrix. De fout van de gewichtsschatting bedraagt meestal 10 - 25 %. (In standaard asbestcement

is het gehalte aan asbest redelijk nauwkeurig bekend: circa 12 gewichtsprocent chrysotiel. De fout hierin bedraagt circa 10%)

In de zeeffracties groter dan 4 mm is de fout in de gewichtsschatting de enige fout. Bij deze fracties dient bij een gegeven asbestconcentratie een onder- en bovengrens te worden opgegeven. Deze grenzen worden bepaald door de spreiding van de gewichtsschatting. De boven- respectievelijk ondergrens van de concentratie aan asbestsoort 'i' wordt als volgt berekend:

$$\text{bovengrens } C_i = 0,5 \times \%_{k,i,b} / (\%_{k,i,o} + \%_{k,i,b}) \times C_{f,i} \quad (20)$$

$$\text{ondergrens } C_i = 0,5 \times \%_{k,i,o} / (\%_{k,i,o} + \%_{k,i,b}) \times C_{f,i} \quad (21)$$

waarin:

bovengrens C_i = bovengrens asbestconcentratie van asbestsoort 'i', in de zeeffracties groter dan 4 mm ($C_{f,i}$) en de op locatie onderzochte fractie ($C_{m,i}$), mg/kg

ondergrens C_i = ondergrens asbestconcentratie van asbestsoort 'i', in de zeeffracties groter dan 4 mm ($C_{f,i}$) en de op locatie onderzochte fractie ($C_{m,i}$), mg/kg

$\%_{k,i,o}$ = ondergrens percentageschatting aan asbest van het asbestsoort 'i' in de asbesthoudende deeltjes van het type 'k', %

$\%_{k,i,b}$ = bovengrens percentageschatting aan asbest van het asbestsoort 'i' in de asbesthoudende deeltjes van het type 'k', %

steekproefafhankelijke fouten

In de fracties <4 mm (inclusief de respirabele fractie) levert de steekproefafhankelijke fout bijdrage aan de totale fout. Deze fout is sterk afhankelijk van het getelde aantal deeltjes en de grootte van de steekproef per zeeffractie. Wanneer per fractie weinig (<50) deeltjes worden geteld en de steekproef is kleiner dan 10% dan levert de steekproefafhankelijke fout de grootste bijdrage aan de totale fout in deze zeeffractie.

Uitgaande van een Poisson-verdeling van de deeltjes in het monster kan worden berekend hoe groot de kans 'W' is om tijdens het tellen van een bepaald deel van de zeeffractie 'n' deeltjes/vezels waar te nemen.

$$W_{(n,a)} = a^n / n! \times \exp(-a) \quad (22)$$

waarin:

a = de kans om in het onderzochte deel van de zeeffractie een asbesthoudend deeltje aan te treffen.

n = aantal getelde asbesthoudende deeltjes

OPMERKING:

Bij de bepaling van respirabele vezels met REM/RMA is $a = p \times N$, waarin 'N' is het aantal getelde beeldvelden en 'p' is de kans om in een beeldveld een vezel aan te treffen.

Met behulp van de Poisson-statistiek en onderstaande formule kan het 95%-betrouwbaarheidsinterval in aantal asbesthoudende deeltjes per kg puingranulaat worden berekend. Deze berekening moet worden uitgevoerd per zeeffractie en voor elk type deeltje (c.q. vezelsoort) waarvan de concentratie wordt bepaald. Aangezien het hier gaat om een steekproefafhankelijke fout dient deze berekening alleen te worden uitgevoerd voor de zeeffracties kleiner dan 4 mm en voor de fijne fractie, aangezien in die fracties slechts een deel (steekproef) van de totale zeeffractie wordt onderzocht. De Poisson-statistiek is ontwikkeld voor een steekproefgrootte die verwaarloosbaar is ten opzichte van de totale partij (zeeffractie). Bij de zeeffracties 2-4 mm, 1-2 mm en 0,5-1 mm is de steekproef respectievelijk 50, 20 en 5 % en is niet verwaarloosbaar. Door te corrigeren voor deze steekproefgrootte blijft de Poisson-statistiek ook voor grote steekproeven toepasbaar.

In de onderstaande twee formules (24) en (25) is de gecorrigeerde ondergrens en bovengrens gegeven.

$$\text{Ondergrens } \lambda_o = \lambda_{o,t} + F_o/F_t \times (n_{f,k} - \lambda_{o,t}) \quad (23)$$

$$\text{Bovengrens } \lambda_b = \lambda_{b,t} - F_o/F_t \times (\lambda_{b,t} - n_{f,k}) \quad (24)$$

waarin:

λ_b en λ_o	= respectievelijk de onder- en bovengrens, gecorrigeerd voor de steekproefgrootte
$n_{f,k}$	= aantal aangetroffen asbesthoudende deeltjes van type 'k' in zeeffractie 'f'
$\lambda_{b,t}$ en $\lambda_{o,t}$	= respectievelijk de onder- en bovengrens die voor een bepaald aantal getelde deeltjes ($n_{f,k}$) uit de tabel van de Poisson-statistiek (bijlage 2) wordt afgelezen.
F_t	= de totale massa van de fractie, gram
F_o	= het onderzocht deel van de fractie, gram

In formule (25) en (26) is de boven- en ondergrens gegeven met de correctie voor de steekproefgrootte en de correctie voor de percentageschatting aan asbest in de asbesthoudende deeltjes.

De boven- respectievelijk ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval, per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) voor zeeffractie 'f' wordt als volgt berekend:

$$\text{ondergrens } C_{f,i} = \sum (M_k \times \lambda_o / n_{f,k} \times \%_{k,i,o} / 100) \times F_t / F_o \times 1 / M_t \quad (25)$$

$$\text{bovengrens } C_{f,i} = \sum (M_k \times \lambda_b / n_{f,k} \times \%_{k,i,b} / 100) \times F_t / F_o \times 1 / M_t \quad (26)$$

waarin:

boven- en ondergrens $C_{f,i}$ = boven- respectievelijk ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van asbestsoort 'i' in zeeffractie 'f', mg/kg

$M_{k,i}$ = massa asbesthoudende deeltjes van het type 'k', mg

$n_{f,k}$ = aantal aangetroffen asbesthoudende deeltjes van type 'k' in zeeffractie 'f'

λ_b en λ_o = respectievelijk de onder- en bovengrens, gecorrigeerd voor de steekproefgrootte.

$\%_{k,i,o}$ = ondergrens percentageschatting aan asbest van het asbestsoort 'i' in de asbesthoudende deeltjes van het type 'k', %

$\%_{k,i,b}$ = bovengrens percentageschatting aan asbest van het asbestsoort 'i' in de asbesthoudende deeltjes van het type 'k', %

F_t = de totale massa van de fractie, gram

F_o = het onderzocht deel van de fractie, gram

M_t = massa van het totale monster puingranulaat, kg

OPMERKING

In formule (25) en (26) dient respectievelijk de ondergrens en de bovengrens van de schatting van het asbestpercentage in de materialen ingevuld te worden.

De boven- respectievelijk ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de vezelconcentratie van asbestsoort 'i' en voor de fracties < 500 µm (inclusief de fijne fractie) wordt als volgt berekend:

$$\text{bovengrens } C_{f,i} = \lambda_b / n_i \times C_{f,i} \quad (27)$$

$$\text{ondergrens } C_{f,i} = \lambda_o / n_i \times C_{f,i} \quad (28)$$

waarin:

bovengrens $C_{f,i}$ = bovengrens 95% betrouwbaarheidsinterval in de zeeffracties kleiner dan 500 µm en de fijne fractie ($C_{v,i}$ en $C_{vm,i}$), mg/kg

ondergrens $C_{f,i}$ = ondergrens 95% betrouwbaarheidsinterval in de zeeffracties kleiner dan 500 µm en de fijne fractie ($C_{v,i}$ en $C_{vm,i}$), mg/kg

n_i = volgens de telregels vastgestelde aantal vezels van asbestsoort 'i'

λ_o en λ_b = respectievelijk de onder- en bovengrens die voor een bepaald aantal getelde vezels van asbestsoort 'i' uit de tabel van de Poisson-statistiek (bijlage A) [18] wordt afgelezen.

OPMERKINGEN

1. In de zeeffracties >4 mm is de steekproefafhankelijke fout nul, omdat de gehele fractie wordt onderzocht. Dit geldt alleen voor het gehalte aan asbest in het monster en niet voor de partij waaruit het monster is genomen.
2. De fout in de monsterneming is ook steekproefafhankelijk, en wordt tevens berekend op basis van de Poisson-statistiek. Deze fout is een gecombineerde fout van de tijdens de visuele inspectie verzamelde stukjes in de oppervlakte laag en de stukjes aangetroffen in de bemonsterde dieptelaag van de partij.
3. In de zeeffracties tussen de 0,5 en de 4 mm is de Poisson-statistiek gebaseerd op de verschillende soorten asbesthoudend materiaal, dat wil zeggen per type materiaal wordt de onder- en bovengrens berekend. In de zeeffractie kleiner dan 0,5 mm is de Poisson-statistiek gebaseerd op de verschillende vezeltypen; dus per type vezel wordt de onder- en bovengrens berekend.

De totale boven- respectievelijk ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval, per asbestsoort 'i' (chrysotiel, amosiet, crocidoliet) voor het totale monster 'ondergrens C_i ' wordt als volgt berekend:

$$\text{ondergrens } C_i = \sum \text{ondergrens } C_{f,i} \quad (29)$$

$$\text{bovengrens } C_i = \sum \text{bovengrens } C_{f,i} \quad (30)$$

waarin:

boven- en ondergrens $C_{f,i}$ = boven- respectievelijk ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van asbestsoort 'i' in zeeffractie 'f', mg/kg

Bij toetsing aan de in Nederland en de EG beschikbare grenswaarden en normen is de bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval bepalend.

Bepalingsgrens

Wanneer in een fractie 'f' (fracties 0,5 - 4 mm) geen asbesthoudende deeltjes van een bepaald type 'k' worden aangetroffen wordt de bepalingsgrens opgegeven voor materiaal type 'k'. Ditzelfde geldt voor de fracties kleiner dan 500 μm inclusief fijne fractie. Wanneer geen asbestvezels van een vezeltype 'i' worden aangetroffen wordt de bepalingsgrens opgegeven voor vezeltype 'i'. Met de bepalingsgrens wordt die asbestconcentratie bedoeld waarbij met 95% zekerheid (Poisson verde-

ling) kan worden gesteld dat geen asbesthoudende deeltjes respectievelijk asbestvezels zijn waargenomen.

De bepalingsgrens wordt alleen bepaald voor de zeeffracties kleiner dan 4 mm. De totale bepalingsgrens wordt verkregen door de bepalingsgrenzen van de afzonderlijke zeeffracties bij elkaar op te tellen.

Bereken bij de zeeffracties tussen de 0,5 en 4 mm de bepalingsgrens met behulp van formule (26). Conform de Poisson-statistiek (bijlage 2) wordt voor het aantal deeltjes ' $n_{f,k}$ ' 3 ingevuld. In tabel 1.13.4 staat per zeeffractie de gemiddelde massa van een asbesthoudende deeltje ' M_k ' vermeld. Het gewichtspercentage ' $\%_{k,i}$ ' asbest en de soort(en) asbest 'i' in het deeltje dient hetzelfde te zijn als die van de wél aangetroffen asbesthoudende deeltjes in de andere zeeffracties. Wanneer in geen van de zeeffracties asbest wordt aangetroffen dan wordt als standaard asbestdeeltje 'asbestcement' genomen met 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel.

Voor de zeeffractie <500 μm wordt de bepalingsgrens (C_o) berekend met behulp van formule (31). Per asbesttype 'i' wordt voor $M_{v,i}$ de in tabel 1.13.2 vermelde massa gebruikt.

$$C_o = 3 \times M_{v,i} \times F_i/F_o \times 1/M_t \quad (31)$$

Voor de fijne fractie wordt de bepalingsgrens (C_o) als volgt berekend:

$$C_o = 3/(N \times M_b) \times F_i/M_t \quad (32)$$

De totale bepalingsgrens wordt verkregen door de bepalingsgrenzen van elke afzonderlijke zeeffractie bij elkaar op te tellen.

De gemiddelde massa aan asbest in een asbesthoudend deeltje wordt verkregen door een vergelijking met andere soortgelijke monsters puingranulaat. Wanneer dit niet mogelijk is volgen in tabel 1.13.4 enkele standaard massa's.

Tabel 1.13.4 Standaard massa's asbest in asbesthoudende deeltjes, uitgaande van asbestcement met 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel

zeeffractie	gemiddelde massa asbest in asbestcementdeeltje
4 - 8 mm	125 mg
2 - 4 mm	25 mg
1 - 2 mm	5 mg
500 - 1000 μm	1 mg
250 - 500 μm	0,2 mg

Indien de richtlijnen voor de analyse juist worden gehanteerd bedraagt de bepalingsgrens ongeveer 1 mg/kg. De bepalingsgrens kan worden verlaagd door een

groter deel van de zeeffracties <4 mm te onderzoeken (vergroting van de steekproef).

Afronding

In tabel 1.13.5 staan afrondeenheden vermeld die horen bij verschillende concentraties aan asbest.

Tabel 1.13.5 Afronding

Concentratie-range (mg/kg)	Afronden op eenheden van:
< 10	0,1
11 - 100	1
101 - 1000	10
1001 - 10000	100
>10000	1000

14. Veiligheidsaspecten

Aan het werken met asbest zijn zeer ernstige risico's voor de gezondheid verbonden. In het Arbobesluit staan wettelijke verplichtingen die gelden bij het beroepsmatig omgaan met asbest. In algemeenheid kan gezegd worden dat, tijdens de inspectie, de monsterneming en de analyse, blootstelling aan asbest ten aller tijden dient te worden vermeden.

In het onderstaande stuk worden enkele specifieke veiligheidsaspecten, met betrekking tot de inspectie op lokatie, de monsterneming, de afvoer van asbesthoudend afval en de analyse, behandeld. Voor een gedetailleerde beschrijving van de veiligheidsaspecten met betrekking tot het werken met asbest wordt verwezen naar het Voorlichtingsblad A13 Asbest, uitgegeven door het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid [19].

Monsterneming/inspectie

Conform artikel 15 van het Asbestbesluit Arbeidsomstandighedenwet dient de monsternemer/inspecteur op lokatie de beschikking te hebben over doelmatige werkkleding die gedragen dient te worden tijdens de monsterneming. Deze kleding kan bestaan uit bedrijfoveralls (Tyvac of wegwerp) met capuchon, veiligheidslaarzen en handschoenen of gelijkwaardige bedrijfskleding. Wanneer bij de inspectie geen tot een zeer geringe concentratie aan asbest is geconstateerd ($< 10 \text{ mg/kg}$), is er geen risico op blootstelling aan asbest en is het dragen van ademhalingsbeschermingsmiddelen (ABM) niet verplicht [21].

Bij het aantreffen van asbest op een lokatie (werkplek), en blootstelling aan asbest kan niet worden uitgesloten, is beoordeling van de op de lokatie verplicht op basis van artikel 5 van het Arbobesluit. Met behulp van organisatorische en technische maatregelen dient de blootstelling zoveel mogelijk te worden verlaagd. Tevens dient op basis van artikel 14 van het Asbestbesluit de blootstellings-concentratie periodiek te worden gemeten.

In artikel 18a van het Arbobesluit, is vastgesteld dat werknemers die aan asbest blootgesteld kunnen worden doeltreffend moeten worden voorgelicht en onderrichtet. Het onderricht dient conform een schriftelijk opleidingsplan gegeven te worden.

OPMERKING

Wanneer de asbesthoudende materialen, die in een partij bouw- en sloopafval en puingranulaat worden aangetroffen, bestaan uit hechtgebonden materialen zullen onder normale omstandigheden geen asbestvezels vrijkomen [1,20]. Asbestvezels kunnen alleen door mechanische bewerkingen (bijvoorbeeld malen, zagen en schuren) uit deze materialen worden vrijgemaakt. Bij de inspectie en monsterneming zijn er verschillende stappen waarbij in theorie vezels kunnen

vrijkomen, deze zijn het verplaatsen en uitstorten van het puin met een grijper en het oppakken van stukjes materiaal.

De kans op het vrijkomen van asbestvezels aan de lucht bij het verplaatsen en uitstorten van het bouw- en sloopafval en puingranulaat is zeer gering. Uit literatuurgegevens van stortplaatsen in Duitsland is gebleken dat bij dergelijke asbestbevattend plaatmateriaal de concentratie aan asbestvezels boven het Verwaarloosbaar Risiconiveau ($VR = 1000$ vezels/ m^3 lucht voor chrysotiel) niet voorkomen. Voor het vrijgeven van besloten ruimten waaruit asbest is verwijderd hanteert SZW de zogenaamde vrijgavenorm van $0,01$ vezels/ cm^3 lucht (overeenkomend met 10.000 vezels/ m^3 lucht). Hoewel men strikt genomen in de buitenlucht niet kan spreken over een "vrijgaveniveau" is het dus zeer onwaarschijnlijk dat een dergelijk concentratieniveau wordt bereikt.

Afvoer van asbesthoudend afval

Asbesthoudend afval valt voor wat het transport betreft onder de Wet (Vervoer) gevaarlijke stoffen. Voor wat betreft het storten onder de Wet milieubeheer, het Besluit aanwijzing gevaarlijke afvalstoffen (BAGA) en het Stortbesluit Wet bodembescherming. Met betrekking tot de afvoer is het Asbest-verwijderingsbesluit bepalend. Voor een gedetailleerde beschrijving van de afvoer van asbesthoudend afval wordt verwezen naar de informatiebundel asbest in het milieu en de bundel met 242 vragen over asbest, beide uitgegeven door de Inspectie Milieuhygiëne van het Ministerie van VROM [8,22].

Analyse in het laboratorium

Bij de analyse (drogen, zeven, microscopisch onderzoek) dient de emissie van asbestvezels te worden tegengegaan, door het nemen van de volgende maatregelen:

- alle praktische handelingen aan het monster puingranulaat dienen te worden uitgevoerd in een afzuigkast voorzien van een speciaal filter.
- alle gebruikte toestellen en hulpmiddelen moeten door middel van een speciale asbeststofzuiger worden afgezogen waarna ze worden afgespoeld met water.

15. Kwaliteitsborging

De kwaliteitsborgende maatregelen voor de in deze norm beschreven bepalingen zijn afhankelijk van het gehanteerde kwaliteitssysteem, zoals STERLAB (Raad voor de Accreditatie), GLP of ISO-accreditering. Bij het opstellen van deze norm zijn de Sterlab/Sterin criteria als uitgangspunt genomen.

16. Rapportage

Het rapport moet de volgende onderdelen bevatten:

- Monsters
- Gevraagd onderzoek of omschrijving onderzoek
- Toegepaste methode (inclusief verwijzing naar deze norm)
- Resultaten

Afhankelijk van de wensen van de opdrachtgever kunnen de onderdelen "Conclusie en aanbevelingen" en "Referentielijst" aan het rapport worden toegevoegd.

In de rapportage moeten tenminste de volgende gegevens worden vermeld:

Bij het onderdeel "Monsters"

- Wanneer de monsternemingsplaats is gecodeerd, moet per monster een plaats-codering worden vermeld.
- Wanneer door het laboratorium zelf is bemonsterd, moet een bijlage worden toegevoegd met de plattegrond van de bemonsteringslocatie waarin de bemonsteringspunten en monstercodes zijn vermeld. Tevens moet een beschrijving of verwijzing worden opgenomen met de gevolgde monsternemingsprocedure.

Bij het onderdeel "Resultaten"

- Monstercode(s)
- Aantal typen asbesthoudend materiaal met de soort(en) asbest en een gewichtspercentage per soort asbest
- Aantal onderzochte zeeffracties, gewicht zeeffracties en totaal gewicht monster puingranulaat
- Aantal asbesthoudende deeltjes per zeeffractie en het gewicht van deze deeltjes
- Concentratie asbest, per soort en totaal, in het monster puingranulaat uitgedrukt in mg/kg
- Concentratie aan respirabele asbestvezels, uitgedrukt in vezels/kg

17. Literatuur

- [1] Tromp, P.C.; Tempelman, J.; "Asbest in de bodem, ontwikkeling van een meetmethode voor het bepalen van asbest in de bodem (fase 2 en 3)", juni 1996
- [2] Kliest, J.J.G.; brief: Interventiewaarde asbest; RIVM; briefnr. 337/93 IEM JK/JK; 1993.
- [3] NEN 5747, "Bodem. Bepaling van het vochtgehalte en het gehalte aan droge stof van veldvochtige grond".
- [4] Nationaal Milieubeleidsplan, beleidsstandpunt van het Ministerie van VROM inzake asbest, Tweede Kamer, vergaderjaar 1990-1991, 21, 137, nr. 96.
- [5] Ontwerp NEN 5896, "Kwalitatieve analyse van asbest in materialen met behulp van polarisatiemicroscopie", februari 1996
- [6] J. Tempelman, J. Stigter; Separation of fine particles from a bulk sample which contains coarse particles by means of sedimentation in a liquid dispersion (2nd draft); BCR-project, MAT1-93-003, Asbestos in bulk materials, mei, 1995.
- [7] VDI 3492, "Messen organischer faserförmiger Partikel in der Aussenluft, Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren", April 1989
- [8] Brand, F.P.; Locher, K.; van den Bogaard, C.J.M.; Informatiebundel asbest in het milieu; Den Haag; Inspectie voor Milieuhygiëne; 1994.
- [9] Asbest-verwijderingsbesluit. Besluit van 28 mei 1993 (Stb. 290), houdende regels voor de verwijdering van asbest bij het slopen en bouwwerken en het uit elkaar nemen van objecten.
- [10] Nederlandse Voornorm NVN 5860, "Afvalstoffen - bemonstering van afval",
- [11] Nederlandse Voornorm NVN 7302, "Uitloogkarakteristieken van vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monsterneming. Monsterneming van korrelvormige materialen uit statische partijen.", mei 1993

-
- [12] Nederlandse Voornorm NVN 7311, "Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Monstervoorbehandeling. Monsteropslag en -conservering.", 1995
 - [13] F.P.J. Lamé, Monsterneming uit grote statische partijen, intern rapport TNO-MEP-MKV/MR, 28 december 1995.
 - [14] NEN 7360 "Uitloogkarakteristieken van grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. Termen en definities (in voorbereiding)".
 - [15] Arbobesluit, Besluit van 19 februari 1993 (Stb. 135). Staatsblad 136.
 - [16] P.C. Tromp, J. Tempelman; Asbest in bodem: literatuurstudie en inventarisatie, MW-TNO rapport IMW-R 94/182a, oktober 1994.
 - [17] DIN 52101, Prüfung von Naturstein und Gesteinkörnungen, maart 1988.
 - [18] Nederlands Voornorm NVN 7301, "Uitloogkarakteristieken en vaste grond- en steenachtige bouwmaterialen en afvalstoffen. monsterneming van korrelvormige materialen uit materiaalstromen", 1995.
 - [19] A13 Asbest, Voorlichtingsblad, het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, Den Haag, 1997
 - [20] Timmner, J.M.; Tempelman, J.; "Onderzoek naar de restconcentratie asbest in een partij met asbest verontreinigd puin, na reiniging door middel van "handpicking": Interimrapport I", TNO-MEP-R96/315, augustus 1996.
 - [21] Tempelman, J.; "Asbest in puingranulaat"; TNO-rapport TNO-MEP-R 98/281; juli 1998.
 - [22] Informatiebundel "242 vragen over asbest"; Ministerie van VROM; Informatiecentrum Milieuvergunningen (Infomil); december 1997.

Bijlage A Tabel voor het berekenen van het 95% - betrouwbaarheidsinterval voor Poisson-verdeling

Aantal	0		1		2		3		4	
	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b
0	0	3,6889	0,0253	5,5716	0,2422	7,2247	0,6187	8,7673	1,0899	10,242
10	4,7954	18,391	5,4913	19,683	6,2008	20,962	6,9223	22,231	7,6542	23,490
20	12,217	30,889	13,000	32,101	13,788	33,309	14,581	34,512	15,378	35,711
30	20,241	42,827	21,063	44,002	21,888	45,175	22,715	46,345	23,545	47,512
40	28,575	54,469	29,421	55,622	30,269	56,772	31,119	57,921	31,970	59,068
50	37,112	65,919	37,973	67,056	38,837	68,192	39,701	69,326	40,567	70,459
60	45,785	77,232	46,658	78,357	47,533	79,482	48,409	80,605	49,286	81,727
70	54,567	88,441	55,451	89,557	56,335	90,673	57,220	91,787	58,106	92,901
80	63,437	99,567	64,328	100,68	65,219	101,79	66,111	102,90	67,003	104,00
90	72,370	110,63	73,267	111,73	74,164	112,83	75,061	113,94	75,959	115,04
100	81,360	121,66								
Aantal	5				7		8		9	
	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b
0	1,6235	11,669	2,2019	13,060	2,8144	14,423	3,4539	15,764	4,1154	17,085
10	8,3957	24,741	9,1459	25,983	9,9037	27,219	10,668	28,448	11,440	29,671
20	16,178	36,905	16,983	38,097	17,793	39,284	18,606	40,468	19,422	41,649
30	24,378	48,677	25,213	49,840	26,050	51,000	26,890	52,158	27,732	53,315
40	32,823	60,214	33,678	61,358	34,534	62,501	35,392	63,642	36,251	64,781
50	41,433	71,591	42,301	72,721	43,171	73,851	44,041	74,979	44,912	76,106
60	50,164	82,848	51,042	83,969	51,922	85,088	52,803	86,207	53,685	87,324
70	58,993	94,014	59,880	95,126	60,768	96,237	61,657	97,348	62,547	98,458
80	67,897	105,11	68,790	106,21	69,684	107,32	70,579	108,42	71,474	109,53
90	76,858	116,14	77,757	117,24	78,657	118,34	79,557	119,44	80,458	120,53
Aantal	0		10		20		30		40	
	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b
100	81,36	121,66	90,40	132,61	99,49	143,52	108,61	154,39	117,77	165,23
200	173,24	229,75	182,56	240,43	191,89	251,10	201,24	261,75	210,60	272,39
300	267,01	335,96	276,45	346,52	285,90	357,08	295,36	367,62	304,82	378,15
400	361,76	441,21	371,27	451,69	380,79	462,18	390,32	472,65	399,85	483,12
Aantal	50		60		70		80		90	
	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b	λ_o	λ_b
100	126,96	176,04	136,17	186,83	145,41	197,59	154,66	208,33	163,94	219,05
200	219,97	283,01	229,36	293,62	238,75	304,23	248,16	314,82	257,58	325,39
300	314,29	388,68	323,77	399,20	333,26	409,71	342,75	420,22	352,25	430,72
400	409,38	493,58	418,92	504,04	428,47	514,50	438,02	524,95	447,57	535,39

Bijlage B Rekenvoorbeeld

Bij de inspectie van een partij puingranulaat is gebleken dat deze verontreinigd is met asbestverdacht materiaal. Enkele stukjes materiaal zijn bemonsterd en na analyse blijkt de verontreiniging te bestaan uit twee soorten asbesthoudend materiaal:

- type 1. asbestcement golfplaat met 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel (witte asbest)

- type 2. brandwerend board met 40 - 60 gewichtsprocent amosiet (bruine asbest)

De opdrachtgever besluit een aantal monsters te nemen van de betreffende partij. Vooraf bepaald hij het aantal grepen en verzamelmonsters volgens de methode die staat beschreven onder hoofdstuk 11 van Ontwerp NEN 5897.

Het betreft een depot met een hoogte van 10 meter, diameter aan voet van 20 meter en diameter aan de top van 2 meter. De maximale korrelgrootte van het puingranulaat is 45 mm, waarbij circa 50% van het granulaat boven de 16 mm is. Volumieke massa (stortgewicht) is circa 2 kg/dm³.

Volume van het depot: $1/3 \times 10 \times \pi \times (20^2 + 20 \times 2 + 2^2) = 4650 \text{ m}^3$

Totaal aantal grepen: $60 \times \sqrt{(4650/1000)} = 129 \text{ grepen}$

Aantal verzamelmonsters: $6 \times \sqrt{(4650/1000)} = 13 \text{ verzamelmonsters}$

Per verzamelmonster 10 grepen met een minimale greepgrootte is 4 dm³

Gewicht per verzamelmonster: $10 \times 4 \times 2 = 80 \text{ kg}$

Het gewicht van het verzamelmonster overschrijdt de voorgeschreven 50 kg. De 80 kg wordt gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 16 mm, waardoor nog 50% van deze 80 kg, als fijne fractie, overblijft; dit is 40 kg.

Het overige grove deel (40 kg) wordt op locatie visueel onderzocht op asbesthoudend materiaal. In dit grove materiaal (> 16 mm) worden 3 stukjes asbestcement aangetroffen (type 1) en 1 stukje brandwerend board (type 2). Deze stukjes zijn in het laboratorium onderzocht en gewogen.

Van de fijne fractie worden 10 grepen genomen met een minimale greepgrootte van 3 dm³.

Gewicht van het nieuwe verzamelmonster: $10 \times 1 \times 2 = 20 \text{ kg}$

20 kg is de helft van de totale fijne fractie (< 16mm), waardoor de helft van de aangetroffen asbesthoudende materialen in de grove fractie (>16mm) wordt opgeteld bij de fijne fractie.

Het verzamelmonster wordt in het laboratorium onderzocht op stukjes asbesthoudend materiaal volgens de methode die staat beschreven onder hoofdstuk 12 en 13 van de Ontwerp NEN 5897. In tabel 1.17.1 staan de massa's van de zeeffracties vermeld, inclusief het onderzochte deel van deze fracties. In tabel 1.17.2 staan het aantal en de massa's van de asbesthoudende deeltjes vermeld, die in de verschillende zeeffracties zijn aangetroffen. In tabel 1.17.3 is het aantal asbesthoudende deeltjes vermeld, omgerekend naar de totale zeeffracties, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval (Poisson-statistiek). In tabel 1.17.4 staan de concentraties aan asbest vermeld, omgerekend naar het totale monster puingranulaat, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval.

Tabel 1.17.1 Massa's zeeffracties en onderzocht deel van de fracties

Fractie	Gewicht van de fractie (gram)	Onderzocht deel van de fractie (gram)
< 250 µm	3500	10 ¹⁾
250 - 500 µm	3000	30
500 - 1000 µm	2000	100
1 - 2 mm	1500	300
2 - 4 mm	2000	1000
4 - 8 mm	3000	3000
8 - 16 mm	5000	5000
> 16 mm (op lokatie gezeefd)	40000	40000

1) alleen de fijne fractie (< 20 µm) is onderzocht

Tabel 1.17.2 Het aantal en de massa's van de asbesthoudende deeltjes die zijn aangetroffen in de verschillende zeeffracties

Fractie	Type	aangetroffen deeltjes	massa van de deeltjes (mg)	gew% chrysotiel	gew% amosiet	gew% crocidoliet
< 250 µm (fijne fractie < 20 µm)	1	4 vezels ¹⁾	n.v.t.	100		
	2	2 vezels ¹⁾	n.v.t.		100	
250 - 500 µm	1	8 bundels	0,4	60-90		
	2	4 bundels	0,3		80-100	
500 - 1000 µm	1	2 flinters	4	20-30		
	2	0				
1 - 2 mm	1	6 deeltjes	20	20-30		
	2	0				
2 - 4 mm	1	4 deeltjes	150	15-20		
	2	0				
4 - 8 mm	1	8 stukjes	1200	10-15		
	2	2	200		40-60	
8 - 16 mm	1	5 stukken	4500	10-15		
	2	0				
> 16 mm (op lokatie verzameld)	1	4 stukken	15000	10-15		
	2	2	3000		40-60	

1) Aantal vezels op 200 beeldvelden van het geprepareerde filter; inweeg 10 gram, opgevangen fracties na sedimentatie is opgeteld 1000 ml waarvan 10 ml opgebracht op het filter, het oppervlak van een beeldveld is 0,00918 mm², de effectieve diameter van het filter is 22 mm

Tabel 1.17.3 Aantal asbesthoudende deeltjes, omgerekend naar de totale zeeffracties, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval (Poisson-statistiek)

Fractie	Type	deeltjes in totale fractie	ondergrens aantal	bovengrens aantal	massa in totale fractie	ondergrens massa	bovengrens massa
250 - 500 µm	1	800	350	1570	40	17,5	78,4
	2	400	112	1018	30	8,4	76,3
500 - 1000 µm	1	40	7	139	80	13,2	278,5
1 - 2 mm	2	0	-	70	0	-	70,1
	1	30	15	58	100	49,4	194,1
	2	0	-	15	0	-	73,8
2 - 4 mm	1	8	5	14	300	190,9	534,1
	2	0	-	4	0	-	92,2
4 - 8 mm	1	8	-	-	1200	-	-
	2	2	-	-	200	-	-
8 - 16 mm	1	5	-	-	4500	-	-
	2	0	-	-	0	-	-
> 16 mm (op lokatie verzameld)	1	4	-	-	15000	-	-
	2	2	-	-	3000	-	-

Tabel 1.17.4 Concentraties aan asbest, omgerekend naar het totale monster puingranulaat, inclusief het 95% betrouwbaarheidsinterval

fractie (mm)	chrysotiel (mg/kg)	ondergrens	bovengrens	amosiet (mg/kg)	ondergrens	bovengrens	totaal asbest (mg/kg)	ondergrens	bovengrens
<0,25	0,01	-	-	0,13	-	-	0,14 (6,7.10 ⁷)	0,05 (2,5.10 ⁷)	0,31 (1,5.10 ⁸)
0,25-0,50	0,75	0,26	1,8	0,75	0,17	2,3	1,5	0,43	4,1
0,5 - 1	0,5	0,07	2,1	-	-	0,88	0,5	0,07	3,0
1 - 2	0,63	0,25	1,5	-	-	0,92	0,63	0,25	2,4
2 - 4	1,4	0,72	3,0	-	-	1,2	1,4	0,72	4,2
4 - 8	3,8	3,0	4,5	2,5	2,0	3,0	6,3	5,0	7,5
8 - 16	14	11	17	-	-	-	14	11	17
> 16	23	19	28	19	15	23	42	34	51
totaal	44	34	58	22	17	31	66	52	90

Opmerkingen:

- 1) aantal (tussen haakjes weergegeven) uitgerekend op basis van formule (11) en (12); massa uitgerekend met behulp van formule (9) en (10) waarbij een standaard chrysotielvezel is aangehouden met een lengte van 10 µm en een diameter van 0,2 µm en een standaard amosietvezel met een lengte van 10 µm en een diameter van 0,3 µm.

Bijlage C Validatiegegevens

Intralabvalidatie I: het veldonderzoek

Het oriënterend- en nader onderzoek (veldonderzoek) van de concept ontwerpnorm NEN 5897 is beperkt gevalideerd aan de hand van een zestal praktijksituaties (zie tabel 1.17.5).

Tabel 1.17.5 Overzicht van de praktijksituaties van verontreinigd (bouw- en sloop)afval

Lokatie	Soort afval	Grootte partij	Vorm waarin het asbest voorkomt	Aantal inspecties	Aantal analyses
1	Bouw- en sloopafval vermengd met zand, brokken < 1 dm ³	2x1500 m ³	voornamelijk asbestcement: plaatmateriaal en leidingen	1	2
2	Bouw- en sloopafval, brokken 10->100 dm ³	ca. 500 m ³	voornamelijk losgebonden isolatiemateriaal	1	(4)
3	Bouw- en sloopafval, brokken gemiddeld 1-10 dm ³	ca. 2000 m ³	voornamelijk asbestcement plaatmateriaal	12	0
4	Depot puingranulaat 0-40	ca. 500 m ³	voornamelijk stukjes asbest-cement	2	1
5	Puingranulaat 0-40 gebruikt als verhardingslaag van 30 cm	ca. 400 m ³	voornamelijk stukjes asbest-cement	1	2
6	Depot puingranulaat 0-40	ca. 10 m ³	voornamelijk stukjes asbest-cement	1	4

Aan de hand van deze praktijksituaties is een beperkte toetsing uitgevoerd van de visuele inspectie. Op basis van een systematische visuele inspectie van de oppervlaktelaag van het puin c.q. puingranulaat in combinatie met het verzamelen van de aangetroffen asbestverdachte materialen in deze laag wordt de asbestconcentratie benaderd. De toetsing bestaat uit drie onderdelen:

- Herhaalbaarheid van de visuele inspectie
- Systematische afwijking
- Terugvindbaarheid (recovery)

Herhaalbaarheid visuele inspectie

In tabel 1.17.6 staan de resultaten van het herhaalbaarheidsonderzoek beschreven uitgevoerd op 3 lokaties. Aan de hand van lokaties 1A, 1B en 5 is de (pseudo) herhaalbaarheids standaardafwijking (RSD) bepaald, deze is 28%. Uit de tabel valt af te leiden dat de berekende asbestconcentraties van beide inspecties binnen elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen.

Tabel 1.17.6 Resultaten van het herhaalbaarheidsonderzoek uitgevoerd op 3 lokaties

Lokatie	inspectie 1 (mg/kg)		inspectie 2 (mg/kg)		verschil (%)	RSD (%)
1A	0,63	(0,2 - 1,4)	0,54	(0,1 - 1,2)	15	28
1B	0,11	(0,01 - 0,4)	0,22	(0,02 - 0,9)	65	
5	2,8	(0,6 - 8,9)	2,5	(0,6 - 8,1)	11	

Systematische afwijking

In tabel 1.17.7 zijn de resultaten gegeven van de bepaling van de systematische afwijking c.q. juistheid. Dit onderzoek is uitgevoerd op 5 lokaties; aan de hand van deze lokaties is de effectiviteit van de visuele inspectie getoetst in relatie tot de analyseresultaten van monsters puingranulaat.

Tabel 1.17.7 Effectiviteit van de visuele inspectie

Lokatie	inspectie (mg/kg)		analyse (mg/kg)		recovery inspectie (%)
1A	0,6	(0,2 - 1,3)	0,2	(0,1 - 2,0)	300
1B	0,2	(0,02 - 0,7)	< 1,8		-
2 *	0,06	(0,01 - 0,1)	0,5	(0,01 - 1)	12
4	0,7	(0,01 - 4,4)	< 2,0		-
5	2,7	(0,6 - 8,5)	3,8	(1,8 - 11)	74
6	156	(74 - 269)	200	(160 - 250)	78

* het betreft hier slechtgebonden isolatiemateriaal

Recovery

Op lokatie 3 is de recovery bepaald van 12 visuele inspecties. Een grote partij puingranulaat met een asbestconcentratie tussen de 2 en 50 mg/kg, is in twaalf delen volledig op asbest geïnspecteerd. De geïnspecteerde deelpartijen zijn vervolgens voor een tweede keer gecontroleerd, waardoor de effectiviteit van de 1^e inspectie afgeleid kan worden. De terugvindbaarheid (recovery) van de eerste inspectie bedraagt 96 % (RSD 4%), met een spreiding tussen de 85 en 99 %.

Intralabvalidatie II: de analysemethode

Aan de hand van praktijkmonsters en kunstmatig vervaardigde monsters worden een drietal prestatiekenmerken van de analysemethode vastgesteld, deze zijn:

- de bepalingsgrens
- herhaalbaarheid
- systematische afwijking en terugvindbaarheid

Bepalingsgrens

In tabel 1.17.8 en 1.17.9 zijn bepalingsgrenzen gegeven in relatie met de monster-grootte, de korrelgrootteverdeling en het analysedeel van de zeeffracties.

Tabel 1.17.8 De bepalingsgrens in relatie met de monstergrootte en korrelgrootteverdeling van monster

zeeffractie (mm)	puingranulaat 50 kg (mg/kg)	puingranulaat 30 kg (mg/kg)	zand (mg/kg)
	< 0,5	< 1,0	< 2,0

Tabel 1.17.9 De bepalingsgrens in relatie met het deel van de zeeffracties dat microscopisch wordt onderzocht

methode 1 (mg/kg)	methode 2 (mg/kg)
< 0,5	< 4

methode 1) 5, 20, 50 en 100 % van de fractie 0,5-1; 1-2; 2-4 en 4-8 mm onderzocht.

methode 2) 1, 5, 20 en 50 % van de fractie 0,5-1; 1-2; 2-4 en 4-8 mm onderzocht

Herhaalbaarheid

Om de herhaalbaarheid van de analysemethode te bepalen zijn een drietal monsters tweemaal geanalyseerd. De duplobepalingen zijn door twee verschillende analisten uitgevoerd. Voor de bepaling van de herhaalbaarheid zijn drie verschillende monsters afval gebruikt. In tabellen 1.17.10 t/m 1.17.12 zijn de resultaten samengevat.

Tabel 1.17.10 Resultaat van de duplobepaling in puingranulaat (type I)

1° analyse			2° analyse		
chrysotiel	crocidoliet	totaal	chrysotiel	crocidoliet	totaal
186,1 (140-220)	18,2 (11-27)	204,3 (160-250)	186,9 (150-230)	18,4 (11-27)	205,3 (160-260)

Tabel 1.17.11 Resultaat van de duplobepaling in puingranulaat (type II)

1° analyse			2° analyse		
chrysotiel	amosiet	totaal	chrysotiel	amosiet	totaal
7,2 (5,2-13)	0,4 (0,3-2,2)	7,6 (5,5-16)	9,3 (7,1-12)	0,4 (0,3-0,5)	9,7 (7,3-12)

Tabel 1.17.12 Resultaat van de duplobepaling in zand

1° analyse	2° analyse
chrysotiel	chrysotiel
560 (450 - 670)	530 (420 - 630)

Aan de hand van bovenstaande monsters is de (pseudo) herhaalbaarheidsstandaardafwijking (RSD) bepaald. De RSD is 3,7 % en is bepaald aan de hand van 5 meetparen: de chrysotiel- en crocidoliet-concentratie bij puingranulaat type I, de chrysotiel- en amosietconcentratie bij puingranulaat type II en de chrysotielconcentratie bij het zand. Uit de tabellen valt tevens af te leiden dat alle meetparen binnen elkaars betrouwbaarheidsinterval vallen.

Systematische afwijking en terugvindbaarheid

Om de systematische afwijking en de terugvindbaarheid te kunnen bepalen zijn kunstmatig vervaardigde standaardmonsters met een nauwkeurig bekend asbestgehalte vervaardigd, namelijk monsters puingranulaat van ca. 30 kg met respectievelijk 0, 60, 100 en 150 mg/kg toegevoegd asbest. Deze standaardmonsters zijn gebruikt voor zowel de inter- als intralaboratorium validatie. Er zijn stukjes van twee soorten asbestcement gebruikt:

type1: asbestcement met 10-15 % chrysotiel

type2: asbestcement met 10-15 % chrysotiel en 0,1-2 % crocidoliet

In tabel 1.17.13 is een samenvatting gegeven van de analyseresultaten van de teruggevonden asbestconcentraties in drie validatiemonsters.

Tabel 1.17.13 Toegevoegde en teruggevonden asbestconcentratie

Type	Monster code	Toegevoegd (mg/kg)	Teruggevonden (mg/kg)	Recovery (%)	RSD (%)
1	959241-07	61,7	62,3 (58,5 - 68,5)	101,0	5,1
	959241-08	88,6	87,2 (84,8 - 93,8)	98,4	
	959241-09	107,2	116 (109,7 - 129,1)	108,2	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	102,5	
2	959241-07	1,6	1,3 (1,3 - 2,2)	81,3	8,8
	959241-08	18,8	18 (17,9 - 19,3)	95,7	
	959241-09	42,4	33,8 (31,7 - 44,4)	79,7	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	85,6	
1+2	959241-07	63,3	63,6 (59,8 - 70,7)	100,5	1,3
	959241-08	107,4	105,2(102,7 - 113,1)	98,0	
	959241-09	149,6	149,8(141,3 - 173,5)	100,1	
	<i>gemiddelde</i>	----	----	99,5	

Uit tabel 1.17.13 valt af te leiden dat de toegevoegde asbestconcentraties, op één na, binnen de betrouwbaarheidsintervallen van de teruggevonden concentraties vallen. De recovery voor type 1 ligt iets hoger en voor type 2 is deze iets te laag. Wanneer de asbestconcentratie van type 1 en 2 bij elkaar worden opgeteld wordt een recovery van nagenoeg 100% gehaald. Deze gegevens doen ook vermoeden dat er type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes zijn aangezien.

Aan de hand van een students t-test is gekeken of de teruggevonden asbestconcentratie significant afwijkt van de toegevoegde asbestconcentratie. Zowel voor type 1, type 2 als voor type 1+2 wijkt de teruggevonden asbestconcentratie niet significant af van de toegevoegde concentratie.

Interlabvalidatie

In tabel 1.17.14 staan de resultaten samengevat van de terugvindbaarheid (recovery), de systematische afwijking en de reproduceerbaarheid (zie het intralabonderzoek voor de methode).

Tabel 1.17.14 Terugvindbaarheid, systematische afwijking en reproduceerbaarheid van de methode

Type	Additie (mg/kg)	Recovery (%)						
		TNO-MEP	Lab A	Lab B	Lab C	Lab D	totaal	RSD
1	ca. 55	101,0	85,7	103,2	102,8	5670 *)	98,2	8,4
	ca. 90	98,4	38,3	94,8	128,9	72,0	86,5	33,7
	ca. 105	108,2	114,3	124,0	127,5	2660 *)	118,5	8,9
	GEM	102,5	79,4	107,3	119,7	3180	99,9	24,6
	RSD	5,1	38,4	15,0	14,7	2850		
2	ca. 5	81,3	100,0	0	134,1	0	63,1	60,6
	ca. 15	95,7	58,1	0	93,1	0	49,4	47,5
	ca. 45	79,7	36,6	0	69,6	0	37,2	37,5
	GEM	85,6	64,8	0	98,9	0	49,9	47,1
	RSD	8,8	32,4	0	32,6	0		
1+2	ca. 60	100,5	86,1	94,4	105,3	5150 *)	96,6	8,2
	ca. 105	98,0	40,6	80,4	122,7	60,9	80,5	31,9
	ca. 150	100,1	91,9	84,3	113,2	2660 *)	97,4	12,4
	GEM	99,5	72,9	86,4	113,7	2640	90,6	21,5
	RSD	1,3	28,1	7,2	8,7	2540		

*) Deze waarden zijn niet meegenomen in de berekening.

Uit de tabel blijkt dat de score (recovery inclusief RSD) voor type 1 met een concentratie van ca. 55 mg/kg goed is. Voor hetzelfde type, maar dan met een concentratie van ca. 90 mg/kg is deze score beduidend slechter. De recovery is te laag en de RSD ligt veel hoger. Dit wordt met name veroorzaakt door lab B die in dit monster te weinig deeltjes van type 1 heeft teruggevonden. Bij de hoogste concentratie, ca. 105 mg/kg, ligt de recovery systematisch te hoog, doordat type 2 deeltjes voor type 1 deeltjes zijn aangezien. De recovery voor type 2 ligt systematisch veel te laag. De reproduceerbaarheid (R) van de methode, gedefinieerd als $2 \cdot \text{RSD} / \sqrt{2}$ en berekend voor type 1+2, is 61 %.

11. Bepaling van het aantal en de grootte van grepen en monsters

Maak een schatting van het volume van elke aparte partij:

- Weg/bouwterrein: lengte (in m) x breedte (in m) x de gemiddelde dikte van de laag puingranulaat (in m), in m³
- Depôt

$$V = \frac{1}{3} \times h \times \pi \times (d_1^2 + d_1 d_2 + d_2^2) \quad (1)$$

waarbij:

V = volume, in m³

h = de hoogte van het depôt, in meter

d1 = diameter aan de voet

d2 = diameter aan de top (bij een afgevlakt depot)

Bepaal het aantal grepen en het aantal verzamelmonsters aan de hand van tabel 1.11.1. Op elk bemonsteringspunt wordt één greep genomen.

Tabel 1.11.1 Aantal te nemen grepen en aantal verzamelmonsters (analysemonsters) in relatie tot de grootte van de partij

totale hoeveelheid in m ³	minimaal aantal grepen	minimaal aantal verzamelmonsters
0 - 1	1	1
1 - 2	2	1
2 - 5	4	1
5 - 10	6	1
10 - 15	8	1
15 - 20	10	1
20 - 50	20	2
50 - 100	30	3
100 - 150	40	4
150 - 500	50	5
500 - 1000	60	6
> 1000	$60 \times \sqrt{\{\text{volume(m}^3\)/1000\}}$	$6 \times \sqrt{\{\text{volume(m}^3\)/1000\}}$

Individuele grepen moeten van ongeveer gelijke grootte zijn ($\pm 25\%$, m/m) en tevens een minimale grootte hebben.

De breedte, hoogte en lengte van de monsterschep moet minimaal gelijk zijn aan drie maal de maximale korrelgrootte van het te bemonsteren materiaal. Hieronder worden ook de stukjes asbesthoudend materiaal gerekend.

In tabel 1.11.2 staat de massa van de minimale greepgrootte vermeld in relatie met deeltjesgrootte.

Bijlage 2 Gedetailleerde gegevens Intra-laboratorium validatie

In de tabellen 2.1 t/m 2.20 staan de analyseresultaten gegeven waarmee de systematische afwijking en terugvindbaarheid zijn bepaald. Deze prestatiekenmerken zijn bepaald door middel van de standaard-additie methode. Door het laboratorium van TNO-MEP zijn vijf kunstmatig vervaardigde standaardmonsters geanalyseerd met een nauwkeurig bekend asbestgehalte. De resultaten zijn per monster weergegeven in vier verschillende tabellen:

- De eerste tabel geeft algemene informatie over het drooggewicht van het totale monster, en het gewicht van de zeeffracties bij elkaar opgeteld. Het verschil geeft het gewichtsverlies aan dat ontstaat door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.
- De tweede tabel geeft informatie over het aantal aangetroffen asbesthoudende materialen en geeft de analyseresultaten van de asbestidentificatie in deze materialen. In deze tabel zijn type 1 en 2 de kunstmatig toegevoegde stukjes asbestcement. Type 3, 4, 5, etc. zijn deeltjes asbesthoudend materiaal die verder nog in het monster puingranulaat worden aangetroffen. Van deze natuurlijk voorkomende soorten zijn type 3 en 4 in het vooronderzoek door TNO-MEP reeds aangetroffen (zie paragraaf 5.3.2). Het asbestgehalte is visueel geschat aan de hand van referentiematerialen met een overeenkomende matrix.
- In de derde tabel zijn de analyseresultaten opgesplitst per zeeffractie. Per fractie is het aantal toegevoegde en aangetroffen deeltjes per type gegeven (aangeduid als 'n') en het gewicht in mg (aangeduid als 'gew'). Per fractie is opgegeven welk deel is geanalyseerd (aangeduid als analysedeel '%'). De steekproefafhankelijke afwijking is bepaald met behulp van de Poisson-verdeling; dit 95 % betrouwbaarheidsinterval is per zeeffractie gegeven. De fractie kleiner dan 0,5 mm is niet geanalyseerd (aangeduid als 'ng'), aangezien de bijdrage van deze fractie aan de totale asbestconcentratie niet significant is. Wanneer in een zeeffractie van een bepaald type materiaal geen deeltjes zijn aangetroffen wordt dit kenbaar gemaakt door 'na' (niet aantoonbaar) en is de bepalingsgrens gegeven (<).
- In de vierde tabel staan de resultaten cumulatief weergegeven, en is de asbestconcentratie uitgedrukt in mg asbest per kg puingranulaat. Er is onderscheid gemaakt tussen het aandeel van de kunstmatig toegevoegde typen materiaal (additie) en de in de monsters al aanwezige typen materiaal. Bij de berekening van de asbestconcentratie is gebruik gemaakt van het geschatte gemiddelde asbestgehalte in de verschillende typen materiaal. In het betrouwbaarheidsinterval is alleen rekening gehouden met de steekproefafhankelijk en is geen rekening gehouden met de afwijking in de gewichtsschatting van de verschillende typen materiaal. De steekproefafhankelijke afwijking is bepaald met behulp van de Poisson-verdeling; dit 95 % betrouwbaarheidsinterval is per zeeffractie gegeven. De fractie kleiner dan 0,5 mm is niet geanalyseerd (aangeduid als 'ng'), aangezien de bijdrage van deze fractie aan de totale asbestconcentratie

niet significant is. Wanneer in een zeeffractie van een bepaald type materiaal geen deeltjes zijn aangetroffen wordt dit kenbaar gemaakt door de bepalingsgrens op te geven (<).

monster 959241-06*Tabel 2.1 Gewicht monster puingranulaat 959241-06, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zee fracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
20528	19994	2,6

Tabel 2.2 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-06

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	nee
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	nee
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja

Tabel 2.3 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in het monster waaraan geen asbestcement is toegevoegd (959241-06)

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	7,4	-	-	na < 37	na < 37	-	-	na < 37	na < 37	54 17-129	54 17-129	68 30-130	95 42-218
1 - 2	33,1	-	-	na < 6	na < 30	-	-	na < 6	na < 30	12 6-24	135 62-221	6 3-14	9 4-12
2 - 4	55,9	-	-	na < 2	na < 55	-	-	na < 2	na < 55	12 9-17	25 19-35	na < 2	na < 55
4 - 8	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	2	7	na	na
8 - 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	1	60	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 2.4 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) in het monster waaraan geen asbest is toegevoegd (959241-06)

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	type 4	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,23	-	< 0,25	2,2 0,7-5,2	1,1 0,5-2,5	-	< 0,48	3,2 1,2-8,1
< 2	-	< 0,42	-	< 0,45	7,6 3,2-14,0	1,2 0,5-2,6	-	< 0,87	8,7 3,70-17,5
< 4	-	< 0,76	-	< 0,83	8,6 3,9-15,4	1,2 0,5-3,2	-	< 1,6	9,7 4,4-20,2
< 8	-	< 0,76	-	< 0,83	8,9 4,2-15,7	1,2 0,5-3,2	-	< 1,6	10,0 4,7-20,5
< 16	-	< 0,76	-	< 0,83	11,2 6,6-18,1	1,2 0,5-3,2	-	< 1,6	12,4 7,1-22,9
totaal	-	< 0,76	-	< 0,83	11,3 6,6-18,1	1,2 0,5-3,2	-	< 1,6	12,4 7,1-22,9

monster 959241-07*Tabel 2.5 Gewicht monster puingranulaat 959241-07, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
23364	22867	2,1

Tabel 2.6 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-07

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	ja
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	ja
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja

Tabel 2.7 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in het monster met ca 60 mg/kg toegevoegd asbest (959241-07)

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	4,4	-	-	295 163-496	431 238-724	-	-	na < 65	na < 65	na < 65	na < 65	na < 65	na < 65
1 - 2	23,0	-	-	65 43-97	1583 1056-2366	-	-	na < 10	na < 50	na < 10	na < 50	na < 10	na < 50
2 - 4	70,1	4	274	na < 1	na < 37	-	-	na < 1	na < 37	6 5-8	36 28-52	4 3-7	13 11-29
4 - 8	100,0	7	2909	4	1712	2	263	1	223	1	5	na	na
8 - 16	100,0	4	8113	4	7686	-	-	na	na	1	2289	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 2.8 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) in het monster puingranulaat met ca 60 mg/kg toegevoegd asbest (959241-07)

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	extra type 4	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	2,4 1,3-4,0	-	< 0,38	< 2,3	< 0,64	-	2,4 1,3-4,3	2,4 1,3-7,3
< 2	-	11,0 7,1-16,9	-	< 0,68	< 4,0	< 1,1	-	11,0 7,1-17,6	11,0 7,1-22,7
< 4	1,5	11,0 7,1-17,1	-	< 0,90	1,3 1,0-5,8	0,13 0,1-1,4	1,5	11,0 7,1-18,0	12,4 8,2-25,2
< 8	17,4	20,3 16,4-26,5	1,6	1,3 1,3-2,2	1,5 1,2-6,0	0,13 0,1-1,4	19,0	21,6 17,8-28,7	23,2 19,0-36,1
< 16	61,7	62,3 58,5-68,5	1,6	1,3 1,3-2,2	81,5 81,2-86,1	0,13 0,1-1,4	63,3	63,6 59,8-70,7	145,2 141,1-158,1
totaal	61,7	62,3 58,5-68,5	1,6	1,3 1,3-2,2	81,5 81,2-86,1	0,13 0,1-1,4	63,3	63,6 59,8-70,7	145,2 141,1-158,1

monster 959241-08*Tabel 2.9 Gewicht monster puingranulaat 959241-08, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
28764	27918	2,9

Tabel 2.10 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-08

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	ja
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	ja
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja

Tabel 2.11 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in het monster met ca 90 mg/kg toegevoegd asbest (959241-08)

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	5,5	-	-	na < 52	na < 52	-	-	na < 52	na < 52	164 80-304	382 185-707	na < 52	na < 52
1 - 2	29,5	-	-	41 27-65	522 342-827	-	-	na < 7	na < 35	na < 7	na < 35	3 2-13	31 10-133
2 - 4	40,4	5	112	5 3-13	725 379-1849	-	-	2 1-9	50 21-229	7 3-16	139 73-298	12 7-22	572 345-1055
4 - 8	100,0	7	2850	4	2256	2	599	2	430	na	na	3	52
8 - 16	100,0	4	6951	4	6616	1	3297	1	3250	na	na	na	na
> 16	100,0	1	9875	1	9353	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 2.12 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) in het monster puingranulaat met ca 90 mg/kg toegevoegd asbest (959241-08)

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	extra type 4	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,23	-	< 0,25	10,9 5,3-20,3	< 0,42	-	< 0,48	10,9 5,3-21,2
< 2	-	2,3 1,5-3,9	-	< 0,42	10,9 5,3-21,3	0,25 0,1-1,5	-	2,3 1,5-4,4	13,5 6,9-27,1
< 4	0,43	5,6 3,2-12,2	-	0,1 0,01-1,5	14,9 7,4-29,8	4,9 2,9-10,0	0,43	5,8 3,3-13,7	25,6 13,6-53,6
< 8	13,3	15,7 13,3-22,3	2,9	2,3 2,2-3,6	14,9 7,4-29,8	4,9 2,9-10,0	16,2	18,0 15,5-25,9	37,8 25,8-65,7
< 16	44,4	45,3 43,0-51,9	18,8	18,0 17,9-19,3	14,9 7,4-29,8	5,3 2,9-10,4	63,2	63,3 60,9-71,3	83,6 71,5-111,5
totaal	88,6	87,2 84,8-93,8	18,8	18,0 17,9-19,3	14,9 7,4-29,8	5,3 2,9-10,4	107,4	105,2 102,7-113,1	125,4 113,4-153,4

monster 959241-09*Tabel 2.13 Gewicht monster puingranulaat 959241-09, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
28663	28449	0,7

Tabel 2.14 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-09

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	ja
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	ja
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja

Tabel 2.15 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in het monster met ca 150 mg/kg toegevoegd asbest (959241-09)

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	3,2	-	-	156 54-358	500 173-1146	-	-	na < 91	na < 91	na < 91	na < 91	na < 91	na < 91
1 - 2	27,2	-	-	7 3-21	257 93-745	-	-	4 2-16	107 31-463	33 19-55	298 180-493	15 7-32	125 57-267
2 - 4	47,8	6	208	10 6-17	2657 1714-4515	-	-	2 2-7	747 367-2529	na < 3	na < 78	na < 3	na < 78
4 - 8	100,0	8	3782	8	3116	3	1445	2	874	1	35	1	20
8 - 16	100,0	5	10161	6	10114	4	7514	4	5402	na	na	na	na
> 16	100,0	1	10290	1	9751	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 2.16 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) in het monster puingranulaat met ca 150 mg/kg toegevoegd asbest (959241-09)

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	extra type 4	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	2,2 0,8-5,0	-	< 0,43	< 2,6	< 0,42	-	2,2 0,8-5,5	2,2 0,87-8,5
< 2	-	3,3 1,2-8,3	-	0,51 0,15-2,6	8,4 5,1-16,4	1,0 0,5-2,5	-	3,8 1,3-10,9	13,2 6,8-29,9
< 4	0,9	15,0 8,7-28,2	-	4,0 1,9-14,6	8,4 5,1-18,6	1,0 0,5-3,2	0,9	19,0 10,6-42,8	28,4 16,1-64,61
< 8	17,5	28,7 22,4-41,8	6,8	8,2 6,0-18,8	9,4 6,1-19,6	1,2 0,6-3,3	24,3	36,9 28,4-60,6	47,4 35,1-83,5
< 16	62,1	73,1 66,8-86,3	42,4	33,8 31,7-44,4	9,4 6,1-19,6	1,2 0,6-3,3	104,5	106,9 98,5-130,7	117,5 105,2-153,6
totaal	107,2	116,0 109,7-129,1	42,4	33,8 31,7-44,4	9,4 6,1-19,6	1,2 0,6-3,3	149,6	149,8 141,3-173,5	160,3 148,0-196,5

monster 959241-10*Tabel 2.17 Gewicht monster puingranulaat 959241-10, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
21801	21491	1,4

Tabel 2.18 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-10

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	ja
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	nee
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja

Tabel 2.19 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in het monster waaraan geen asbestcement is toegevoegd (959241-10)

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	5,7	-	-	na < 50	na < 50	-	-	na < 50	na < 50	228 129-443	34 19-66	na < 50	na < 50
1 - 2	21,5	-	-	na < 11	na < 55	-	-	na < 11	na < 55	51 31-84	51 31-84	na < 11	na < 55
2 - 4	68,3	-	-	7 5-10	146 113-212	-	-	na < 1	na < 32	na < 1	na < 32	4 3-7	20 16-35
4 - 8	100,0	-	-	3	347	-	-	na	na	na	na	1	22
8 - 16	100,0	-	-	1	192	-	-	na	na	na	na	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 2.20 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van het monster waaraan geen asbest is toegevoegd (959241-10)

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	type 4	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,26	-	< 0,28	1,1 0,6-2,2	< 0,46	-	< 0,53	1,1 0,6-3,2
< 2	-	< 0,54	-	< 0,58	2,8 1,6-4,9	< 0,96	-	< 0,1,1	2,8 1,6-7,0
< 4	-	0,75 0,58-1,6	-	< 0,75	2,8 1,6-5,9	0,2 0,1-1,3	-	0,75 0,58-2,4	3,7 2,4-9,6
< 8	-	2,5 2,3-3,4	-	< 0,75	2,8 1,6-5,9	0,4 0,3-1,5	-	2,5 2,3-4,4	5,7 4,4-11,6
< 16	-	3,5 3,3-4,4	-	< 0,75	2,8 1,6-5,9	0,4 0,3-1,5	-	3,5 3,3-5,1	6,7 5,4-12,6
totaal	-	3,5 3,3-4,4	-	< 0,75	2,8 1,6-5,9	0,4 0,3-1,5	-	3,5 3,3-5,1	6,7 5,4-12,6

Bijlage 3 Gedetailleerde gegevens

Beperkte interlaboratorium validatie

In de tabellen 3.1 t/m 3.60 staan de analyseresultaten gegeven waarmee de reproduceerbaarheid, systematische afwijking en terugvinding van de ontwerp NEN 5897 zijn bepaald. Deze prestatiekenmerken zijn bepaald door middel van de standaard additie methode. Door vier laboratoria zijn vier series van vier kunstmatig vervaardigde standaardmonsters geanalyseerd met een nauwkeurig bekend asbestgehalte. De resultaten zijn per monster weergegeven in vier verschillende tabellen:

- De eerste tabel geeft algemene informatie over het drooggewicht van het totale monster, en het gewicht van de zeeffracties bij elkaar opgeteld. Het verschil geeft het gewichtsverlies aan dat ontstaat door de monstervoorbehandelingsstappen: drogen en zeven.
- De tweede tabel geeft informatie over het aantal aangetroffen asbesthoudende materialen en geeft de analyseresultaten van de asbestidentificatie in deze materialen. In deze tabel zijn type 1 en 2 de kunstmatig toegevoegde stukjes asbestcement. Type 3, 4, 5, etc. zijn deeltjes asbesthoudend materiaal die reeds in het monster puingranulaat aanwezig zijn. Van deze natuurlijk voorkomende soorten zijn type 3 en 4 in het vooronderzoek door TNO-MEP reeds aangetroffen (zie paragraaf 5.3.2). Het gewichtsperscentage asbest in de materialen zijn visueel geschat.
- In de derde tabel zijn de analyseresultaten opgesplitst per zeeffractie. Per fractie is het aantal toegevoegde en aangetroffen deeltjes per type gegeven (aangeduid als 'n') en het gewicht in mg (aangeduid als 'gew'). Per fractie is opgegeven welk deel is geanalyseerd (aangeduid als analysedeel '%'). De steekproefafhankelijke afwijking is bepaald met behulp van de Poisson-verdeling; dit 95 % betrouwbaarheidsinterval is per zeeffractie gegeven. De fractie kleiner dan 0,5 mm is niet geanalyseerd (aangeduid als 'ng'), aangezien de bijdrage van deze fractie aan de totale asbestconcentratie niet significant is. Wanneer in een zeeffractie van een bepaald type materiaal geen deeltjes zijn aangetroffen wordt dit kenbaar gemaakt door 'na' (niet aantoonbaar) en is de bepalingsgrens gegeven (<).
- In de vierde tabel staan de resultaten cumulatief weergegeven, en is de asbestconcentratie uitgedrukt in mg asbest per kg puingranulaat. Er is onderscheid gemaakt tussen het aandeel van de kunstmatig toegevoegde typen materiaal (additie) en de in de monsters al aanwezige typen materiaal. Bij de berekening van de asbestconcentratie is gebruik gemaakt van het geschatte gemiddelde asbestgehalte in de verschillende typen materiaal. In het betrouwbaarheidsinterval is alleen rekening gehouden met de steekproefafhankelijk en is geen rekening gehouden met de afwijking in de gewichtsschatting van de verschillende typen materiaal. De steekproefafhankelijke afwijking is bepaald met behulp van de Poisson-verdeling; dit 95 % betrouwbaarheidsinterval is per zeeffractie gegeven. De fractie kleiner dan 0,5 mm is niet geanalyseerd (aangeduid als

‘ng’), aangezien de bijdrage van deze fractie aan de totale asbestconcentratie niet significant is. Wanneer in een zeeffractie van een bepaald type materiaal geen deeltjes zijn aangetroffen wordt dit kenbaar gemaakt door de bepalingsgrens op te geven (<).

Laboratorium A, monster 959241-10**Tabel 3.1** Gewicht monster puingranulaat 959241-10, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
21491	20937	2,5

Tabel 3.2 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-10

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15	-	-	nee	nee
2	asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	nee	nee
3	brandwerend board		15 - 30		nee	ja ¹⁾
4	isolatiemateriaal	60 - 100			nee	ja
5	vezelplaat	0,1 - 2	10 - 15		nee	ja

¹⁾ het gewichtspercentage aan amosiet is door lab A anders geschat, in plaats van 15 - 30 gewichtsprocent amosiet is een keer 10 - 15 en een keer 30 - 60 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.3 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-10

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1 + 2		opbrengst type 1 + 2		type 3		type 4		type 5	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	ng	ng	-	-	ng	ng
0,5 - 1	100,0	-	-	na	na	1	0,5	2	1,2	na	na
1 - 2	100,0	-	-	na	na	na	na	3	11,3	1	9,4
2 - 4	100,0	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na
4 - 8	100,0	-	-	na	na	na	na	4	233,4	na	na
8 - 16	100,0	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na

Tabel 3.4 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-10

puin-fractie	additie type 1+2	opbrengst type 1 + 2	extra type 3	extra type 4	extra type 5	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	-	0,01	0,05	-	-	-	0,05
< 2	-	-	0,01	0,48	0,06	-	-	0,54
< 4	-	-	0,27	0,48	0,06	-	-	0,81
< 8	-	-	0,27	9,4	0,06	-	-	9,7
< 16	-	-	0,27	9,4	0,06	-	-	9,7
totaal	-	-	0,27	9,4	0,06	-	-	9,7

[illegible]

Tabel 3.8 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-11, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 4	type 6	type 7	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,03	-	< 0,03	14,1 4,7-26,8	< 0,15	< 0,005	-	< 0,06	14,1 4,7-27,0
< 2	-	< 0,16	-	< 0,17	14,1 7,5-27,6	0,51 0,23-1,5	< 0,01	-	< 0,32	14,7 7,7-29,4
< 4	0,71	0,08 0,03-0,45	-	< 0,84	14,1 7,5-31,6	1,47 0,70-3,4	< 0,07	0,71	0,08 0,03-1,3	15,7 8,2-36,2
< 8	8,8	0,08 0,03-3,7	1,8	1,8 0,96-4,4	14,1 7,5-52,4	1,47 0,83-19,3	< 0,07	10,6	1,9 1,0-8,2	17,5 9,3-79,9
< 16	55,2	47,3 47,2-51,0	1,8	1,8 0,96-4,4	17,5 10,9-55,8	1,47 0,83-19,3	< 0,07	57,0	49,1 48,2-55,4	68,1 59,9-130
totaal	55,2	47,3 47,2-51,0	1,8	1,8 0,96-4,4	17,5 10,9-55,8	1,47 0,83-19,3	8,1 8,1-8,2	57,0	49,1 48,2-55,4	76,2 68,0-138

Laboratorium A, monster 959241-12

Tabel 3.9 Gewicht monster puinggranulaat 959241-12, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
28188	27809	1,4

Tabel 3.10 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-12, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	ja ¹⁾
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	Isolatiemateriaal	60 - 100	-	-	nee	ja
8	Isolatiemateriaal	5 - 10	0,1 - 2	-	nee	ja

¹⁾ het gewichtpercentage aan chrysotiel is door lab A lager geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 5 - 10 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.11 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-12, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 4		type 8	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5 - 1	34,8	-	-	na < 5,6	na < 5,6	-	-	na < 5,6	na < 5,6	5,7 2,4-15,5	69,0 30-188	na < 5,6	na < 5,6
1 - 2	44,3	-	-	na < 3,8	na < 18,9	-	-	na < 3,8	na < 18,9	9,1 5,4-16,9	45,1 27-83,5	na < 3,8	na < 18,9
2 - 4	45,9	5	266	na < 3,5	na < 87,9	-	-	na < 3,5	na < 87,9	na < 3,5	na < 87,9	6,5 3,7-13,3	281 159-576
4 - 8	38,5	7	2381	na < 4,8	na < 615	2	408	7,8 4,0-17,0	1542 788-3351	2,6 2,1-9,9	70,9 28-270	na < 4,8	na < 615
8 - 16	100,0	4	11476	na	na	2	2271	na	na	na	na	na	na
> 16	100,0	1	7476	1	8161	-	-	na	na	na	na	na	na

Tabel 3.12 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-12, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 4	type 8	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,03	-	< 0,03	2,0 0,69-5,4	< 0,02	-	< 0,05	2,0 0,69-5,5
< 2	-	< 0,11	-	< 0,12	3,3 1,3-7,8	< 0,08	-	< 0,23	3,3 1,3-8,1
< 4	1,2	< 0,51	-	< 0,55	3,3 1,3-10,3	0,86 0,39-1,8	1,2	< 1,1	4,2 1,7-13,2
< 8	11,8	< 3,3	2,0	7,5 2,9-16,8	5,3 2,1-18,1	0,86 0,39-3,7	13,8	7,4 2,9-20,1	13,7 5,3-42
< 16	62,7	< 3,3	12,9	7,5 2,9-16,8	5,3 2,1-18,1	0,86 0,39-3,7	75,6	7,4 2,9-20,1	13,7 5,3-42
totaal	95,9	36,7 36,7-40,0	12,9	7,5 2,9-16,8	5,3 2,1-18,1	0,86 0,39-3,7	108,8	44,2 39,6-56,8	50,4 42,0-89

Laboratorium A, monster 959241-13**Tabel 3.13** Gewicht monster puingranulaat 959241-13, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
28745	28519	0,8

Tabel 3.14 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-13, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	ja ²⁾
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	ja ³⁾
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	ja
9	Isolatiemateriaal	30 - 60	10 - 15	-	nee	ja

- 1) het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab A lager geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 5 - 10 gewichtsprocent gerapporteerd
- 2) het gewichtspercentage aan crocidoliet is door lab A hoger geschat, in plaats van 0,1 - 2 is 2 - 5 gewichtsprocent gerapporteerd
- 3) het gewichtspercentage aan amosiet is door lab A te hoog geschat, in plaats van 15 - 30 is 60 - 100 gewichtsprocent gerapporteerd

Tabel 3.15 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-13 met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	additie type 1		opbrengst type 1		additie type 2		opbrengst type 2		type 3		type 4		type 9	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng	ng
0,5-1	37,7	-	-	na < 5,0	na < 5,0	-	-	na < 5,0	na < 5,0	na < 5,0	na < 5,0	5,3 2,4-14,0	6,9 3,1-18,2	na < 5,0	na < 5,0
1-2	35,2	-	-	na < 5,5	na < 27,5	-	-	na < 5,5	na < 27,5	na < 5,5	na < 27,5	na < 5,5	na < 27,5	5,7 2,5-15,3	11,9 5,2-31,9
2-4	100,0	6	237	na	na	-	-	na	na	na	na	na	na	2	32,1
4-8	100,0	8	2742	3	841	3	802	2	661	1	32,9	1	46,0	na	na
8-16	100,0	5	10381	na	na	4	8297	2	2618	na	na	na	na	na	na
>16	100,0	1	11000	5	26748	-	-	na	na	na	na	na	na	na	na

Tabel 3.16 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-13, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

puln-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	type 4	type 9	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,04	0,19 0,1-0,51	< 0,1	-	< 0,05	0,19 0,1-0,66
< 2	-	< 0,14	-	< 0,15	< 0,25	0,19 0,1-1,3	0,24 0,10-0,74	-	< 0,30	0,43 0,19-2,3
< 4	1,0	< 0,14	-	< 0,15	< 0,25	0,19 0,1-1,3	0,89 0,75-1,4	1,0	< 0,30	1,1 0,84-3,0
< 8	12,9	3,7 3,7-3,8	3,8	3,1 3,1-3,3	0,25 0,25-0,50	1,48 1,38-2,6	0,89 0,75-1,4	16,7	6,8 6,8-7,1	9,5 8,9-11,6
< 16	58,0	3,7 3,7-3,8	42,8	15,5 15,5-15,7	0,25 0,25-0,50	1,48 1,38-2,6	0,89 0,75-1,4	100,8	19,2 19,2-19,5	21,9 21,6-24,0
totaal	105,8	120,9 120,9-121,1	42,8	15,5 15,5-15,7	0,25 0,25-0,50	1,48 1,38-2,6	0,89 0,75-1,4	148,6	136,5 136,5-136,7	139,1 138,9-141,2

Laboratorium B, monster 959241-14

Tabel 3.17 Gewicht monster puigranulaat 959241-14, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
25007	24705	1,2

Tabel 3.18 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-14

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	nee
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	isolatiemateriaal	-	-	-	nee	nee
5	vezelplaat	1 - 5	-	-	nee	ja

Tabel 3.19 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-15, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 5	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	4,9	-	-	na < 58	na < 58	-	-	na < 58	na < 58	na < 58	na < 58
1 - 2	20,0	-	-	30 14-58	26 7,6-50,5	-	-	na < 12	na < 60	na < 12	na < 60
2 - 4	50,0	-	-	na < 3	na < 75	-	-	na < 3	na < 75	4 2,3-9	26 14,6-60,0
4 - 8	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	1	249
8 - 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.20 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-14

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 5	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,30	-	< 0,32	< 0,07	-	< 0,30	< 0,69
< 2	-	0,13 0,07-0,56	-	< 0,66	< 0,15	-	0,13 0,07-0,56	0,13 0,07-1,4
< 4	-	0,13 0,07-0,95	-	< 1,1	0,03 0,02-0,22	-	0,13 0,07-0,95	0,16 0,07-2,3
< 8	-	0,13 0,07-0,95	-	< 1,1	0,34 0,33-0,53	-	0,13 0,07-0,95	0,47 0,4-2,6
< 16	-	0,13 0,07-0,95	-	< 1,1	0,34 0,33-0,53	-	0,13 0,07-0,95	0,47 0,4-2,6
totaal	-	0,13 0,07-0,95	-	< 1,1	0,34 0,33-0,53	-	0,13 0,07-0,95	0,47 0,4-2,6

Laboratorium B, monster 959241-15

Tabel 3.21 Gewicht monster puingranulaat 959241-15, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
25007	24705	1,2

Tabel 3.22 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-15, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	ja
4	isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab B te laag geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 1 - 5 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.23 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-15, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	5,0	-	-	na < 57	na < 57	-	-	na < 57	na < 57	na < 57	na < 57
1 - 2	20,0	-	-	15 5,5-38	40 14,6-102	-	-	na < 12	na < 60	25 11,5-51,4	50 22,8-103
2 - 4	50,0	4	249	2 1,1-6,5	20 10,3-65	-	-	na < 3	na < 75	4 2,3-9	24 13,5-54
4 - 8	100,0	7	1732	8	1018	2	892	na	na	5	116
8 - 16	100,0	4	8374	7	9631	-	-	na	na	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.24 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-15, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,29	-	< 0,31	< 0,51	-	< 0,6	< 1,1
< 2	-	0,20 0,07-0,8	-	< 0,64	0,46 0,21-1,5	-	0,20 0,07-1,4	0,66 0,28-2,9
< 4	1,3	0,30 0,13-1,1	-	< 1,1	0,67 0,33-2,0	1,3	0,30 0,13-2,2	0,98 0,46-4,2
< 8	10,0	5,5 5,3-6,3	4,9	< 1,1	1,7 1,4-3,0	14,9	5,5 5,3-7,3	7,2 6,7-10,3
< 16	52,5	54,2 54,0-55,0	4,9	< 1,1	1,7 1,4-3,0	57,4	54,2 54,0-56,1	55,9 55,4-59,1
totaal	52,5	54,2 54,0-55,0	4,9	< 1,1	1,7 1,4-3,0	57,4	54,2 54,0-56,1	55,9 55,4-59,1

Laboratorium B, monster 959241-16*Tabel 3.25 Gewicht monster puingranulaat 959241-16, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
27594	27362	0,8

Tabel 3.26 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-16, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	vezelplaat	-	15 - 30	-	nee	ja
4	isolatiemateriaal	>60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab B te laag geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 1 - 5 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.27 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-16, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	5,0	-	-	na < 57	na < 57	-	-	na < 57	na < 57	120 48-254	60 24-127
1 - 2	20,0	-	-	na < 12	na < 60	-	-	na < 12	na < 60	20 8,4-45	45 19-101
2 - 4	50,0	5	143	2 1,1-6,5	12 6,2-39	-	-	na < 3	na < 75	8 5,1-14	28 18-50
4 - 8	100,0	9	1947	3	707	2	1178	na	na	1	4
8 - 16	100,0	4	10872	5	8503	1	2163	na	na	na	na
> 16	100,0	1	7248	2	9922	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.28 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-16, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,26	-	< 0,28	0,49 0,20-1,0	-	< 0,15	0,49 0,20-1,0
< 2	-	< 0,53	-	< 0,58	0,86 0,35-1,9	-	< 0,32	0,86 0,35-4,9
< 4	0,65	0,05 0,03-0,71	-	< 0,95	1,1 0,50-2,3	0,65	0,05 0,03-0,94	1,2 0,53-3,4
< 8	9,5	3,3 3,2-3,9	5,8	< 0,95	1,1 0,53-2,3	15,3	3,3 3,3-4,9	4,4 3,8-7,2
< 16	59,2	42,1 42,0-42,8	16,5	< 0,95	1,1 0,53-2,3	75,7	42,1 42,0-51,5	43,2 42,5-53,8
totaal	92,3	87,5 87,4-88,1	16,5	< 0,95	1,1 0,53-2,3	108,8	87,5 87,4-88,1	88,6 87,9-90,4

Laboratorium B, monster 959241-17

Tabel 3.29 Gewicht monster puingranulaat 959241-17, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
29970	29574	1,3

Tabel 3.30 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-17, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	vezelplaat	-	15 - 30	-	nee	ja
4	isolatiemateriaal	>60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab A te laag geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 1 - 5 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.31 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-17, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	5,0	-	-	na < 57	na < 57	-	-	na < 57	na < 57	60 14,8-169	40 9,9-113
1 - 2	20,0	-	-	10 3,0-31	45 13,3-138	-	-	na < 12	na < 60	25 11,5-52	55 25,2-113
2 - 4	50,0	6	347	2 1,1-6,5	26 13,3-85	-	-	na < 3	na < 75	6 3,6-11,8	66 39,6-131
4 - 8	100,0	8	1847	8	1188	3	1227	na	na	8	368
8 - 16	100,0	5	14266	8	13166	4	9276	na	na	na	na
> 16	100,0	1	7572	3	14970	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.32 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-17, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,24	-	< 0,26	0,30 0,08-0,86	-	< 0,50	0,30 0,08-1,4
< 2	-	0,19 0,06-0,83	-	< 0,53	0,72 0,27-1,7	-	0,19 0,06-1,4	0,91 0,32-3,1
< 4	1,45	0,30 0,1-1,2	-	< 0,88	1,2 0,57-2,7	1,45	0,30 0,1-2,1	1,5 0,68-4,8
< 8	9,1	5,3 5,1-6,2	5,5	< 0,88	4,0 3,4-5,5	14,6	5,3 5,1-7,1	9,4 8,5-12,6
< 16	68,5	61,0 60,8-61,9	47,2	< 0,88	4,0 3,4-5,5	115,7	61,0 60,8-62,7	65,0 64,2-68,3
totaal	100,1	124,1 124,0-125,1	47,2	< 0,88	4,0 3,4-5,5	147,3	124,2 124,1-126	128,3 127,4-131,5

Laboratorium C, monster 959241-18

Tabel 3.33 Gewicht monster puinggranulaat 959241-18, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
27210	28744	---- ¹⁾

¹⁾ lab C heeft het monster voor het zeven niet gedroogd.

Tabel 3.34 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-18

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	asbestcement	10 - 15			nee	nee
2	asbestcement	10 - 15		0,1 - 2	nee	nee
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

Tabel 3.35 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-18

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng
0,5 - 1	6,7	-	-	na < 42	na < 42	-	-	na < 42	na < 42
1 - 2	28,2	-	-	na < 8	na < 40	-	-	na < 8	na < 40
2 - 4	50,0	-	-	na < 3	na < 75	-	-	na < 3	na < 75
4 - 8	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na
8 - 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na
> 16	100,0	-	-	na	na	-	-	na	na

Tabel 3.36 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-18

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	-	-	-
< 1	-	< 0,18	-	< 0,18	-	< 0,36	< 0,36
< 2	-	< 0,35	-	< 0,35	-	< 0,70	< 0,70
< 4	-	< 0,68	-	< 0,68	-	< 1,4	< 1,4
< 8	-	< 0,68	-	< 0,68	-	< 1,4	< 1,4
< 16	-	< 0,68	-	< 0,68	-	< 1,4	< 1,4
totaal	-	< 0,68	-	< 0,68	-	< 1,4	< 1,4

Laboratorium C, monster 959241-19

Tabel 3.37 Gewicht monster puingranulaat 959241-19, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
26323	27558	---- ¹⁾

¹⁾ lab C heeft het monster voor het zeven niet gedroogd.

Tabel 3.38 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-19, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	ja
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	ja ¹⁾
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan amosiet is door lab C te hoog geschat, in plaats van 15 - 30 gewichtsprocent amosiet is 45 - 60 gewichtsprocent gerapporteerd

Tabel 3.39 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-19, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		extra type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	8,3	-	-	48 16-117	20,4 6,7-49,7	-	-	na < 33	na < 33	na < 33	na < 33
1 - 2	26,8	-	-	15 7,0-30	111 51,9-225	-	-	na < 8	na < 40	na < 8	na < 40
2 - 4	50,2	4	218	22 16-30	640 466-857	-	-	na < 3	na < 75	na < 3	na < 75
4 - 8	100,0	7	2904	5	2051	2	852	2	1210	1	250
8 - 16	100,0	4	8294	4	6930	-	-	na	na	na	na
> 16	100,0	-	-	1	2540	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.40 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-19, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	0,10 0,03-0,23	-	< 0,16	< 0,27	-	0,10 0,03-0,4	0,10 0,03-0,67
< 2	-	0,60 0,27-1,4	-	< 0,36	< 0,60	-	0,60 0,27-1,6	0,60 0,27-2,2
< 4	1,0	3,50 2,40-5,1	-	< 0,72	< 1,2	1,0	3,50 2,40-5,9	3,50 2,40-7,1
< 8	14,8	12,8 11,7-14,4	4,4	5,9 5,9-6,7	2,0 2,0-3,3	19,2	18,7 17,6-21,1	20,8 19,7-24,4
< 16	54,2	44,2 43,1-45,9	4,4	5,9 5,9-6,7	2,0 2,0-3,3	58,6	50,2 49,1-52,5	52,2 51,1-55,8
totaal	54,2	55,6 54,6-57,4	4,4	5,9 5,9-6,7	2,0 2,0-3,3	58,6	61,7 60,6-64,0	63,7 62,6-67,3

Laboratorium C, monster 959241-20

Tabel 3.41 Gewicht monster puinggranulaat 959241-20, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
28042	29486	---- ¹⁾

¹⁾ lab C heeft het monster voor het zeven gedroogd.

Tabel 3.42 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-20, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	ja
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

Tabel 3.43 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-20, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		extra type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	5,7	-	-	70 22-174	2825 884-7011	-	-	na < 50	na < 50	na < 50	na < 50
1 - 2	26,2	-	-	8 3-23	1183 408-3366	-	-	na < 8	na < 40	na < 8	na < 40
2 - 4	50,0	5	125	8 5-14	680 433-1211	-	-	na < 3	na < 75	2 1,3-8,3	200 125-825
4 - 8	100,0	9	1747	6	2640	2	1168	1	830	na	na
8 - 16	100,0	4	10869	3	7640	1	2732	1	3000	na	na
> 16	100,0	1	7131	2	11980	-	-	na	na	na	na

Tabel 3.44 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-20, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	extra type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	12,0 3,8-29,7	-	< 0,23	< 0,38	-	12,0 3,8-30,0	12,0 3,8-30,6
< 2	-	17,0 5,5-44,0	-	< 0,41	< 0,69	-	17,0 5,5-44,4	17,0 5,5-45,5
< 4	0,56	19,9 7,3-49,1	-	< 0,76	1,5 0,95-7,0	0,56	19,9 7,3-49,9	21,4 8,3-57,7
< 8	8,3	31,1 18,5-60,3	5,6	3,8 3,8-4,6	1,5 0,95-7,0	13,9	34,9 22,3-64,8	36,4 23,3-76,4
< 16	56,8	63,5 50,9-92,7	18,8	17,5 17,5-18,3	1,5 0,95-7,0	75,6	81,0 68,4-111,0	82,5 69,4-136,3
totaal	88,6	114,2 101,7-143,5	18,8	17,5 17,5-18,3	1,5 0,95-7,0	107,4	131,8 119,2-161,8	133,3 120,2-187,1

Laboratorium C, monster 959241-21*Tabel 3.45 Gewicht monster puingranulaat 959241-21, voor en na monstervoorbehandeling*

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht na zeven (gram)	Verlies door zeven (%)
28864	30469	---- ¹⁾

¹⁾ lab C heeft het monster voor het zeven niet gedroogd.

Tabel 3.46 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-21, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	ja
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	ja ¹⁾
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan amosiet is door lab C te hoog geschat, in plaats van 15 - 30 gewichtsprocent amosiet is 45 - 60 gewichtsprocent gerapporteerd

Tabel 3.47 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-21, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 3	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,0	-	-	ng	ng	-	-	-	-	ng	ng
0,5 - 1	6,2	-	-	32 5,6-111	12,9 2,3-44,7	-	-	na < 45	na < 45	na < 45	na < 45
1 - 2	26,2	-	-	11 4,7-27	75 31,5-188	-	-	na < 8	na < 40	na < 8	na < 40
2 - 4	50,1	6	377	26 20-35	838 642-1133	-	-	na < 3	na < 75	2 1,1-6,5	39,9 20,5-131
4 - 8	100,0	8	2622	9	3520	3	1011	2	860	na	na
8 - 16	100,0	5	12224	4	8970	4	7222	2	3140	na	na
> 16	100,0	1	11843	4	22990	-	-	1	2050	na	na

Tabel 3.48 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fracie) van monster 959241-21, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 3	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	ng	-	-	-
< 1	-	0,05 0,01-0,18	-	< 0,20	< 0,33	-	0,05 0,01-0,38	0,05 0,01-0,91
< 2	-	0,36 0,14-0,95	-	< 0,38	< 0,63	-	0,36 0,14-1,33	0,36 0,14-1,96
< 4	1,63	3,8 2,8-5,6	-	< 0,71	0,29 0,15-1,6	1,63	3,8 2,8-6,3	4,1 2,9-7,9
< 8	13,0	18,2 17,2-20,0	4,7	3,8 3,8-4,5	0,29 0,15-1,6	17,7	22,1 21,0-24,6	22,3 21,2-26,2
< 16	65,9	55,0 54,0-56,8	38,5	17,7 17,7-18,4	0,29 0,15-1,6	104,4	72,8 71,7-75,3	73,1 71,9-76,9
totaal	117,2	149,4 148,3-151,2	38,5	26,8 26,8-27,5	0,29 0,15-1,6	155,7	176,2 175,1-178,7	176,5 175,3-179,3

Laboratorium D, monster 959241-22

Monster puinggranulaat met code 959241-22 is door laboratorium D niet geanalyseerd.

Laboratorium D, monster 959241-23

Tabel 3.49 Gewicht monster puingranulaat 959241-23, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
25857 (5128,6) ¹⁾	----- (4848,7)	----- (5,5)

¹⁾ lab D heeft slechts een deelmonster in behandeling genomen; in de tabel staan deze getallen tussen haakjes weergegeven.

Tabel 3.50 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-23, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee
5	Asfalt	15 - 30	-	-	nee	ja

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab D hoger geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 15 - 30 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.51 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-23, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2		type 5	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,01	-	-	na	na	-	-	-	-	na	na
0,5 - 1	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng
1 - 2	0,0	-	-	ng	ng	-	-	ng	ng	ng	ng
2 - 4	1,0	4	220	na	na	-	-	na	na	na	na
				< 297	< 7425			< 297	< 7425	< 297	< 7425
4 - 8	9,9	7	2057	10	94000	2	1155	na	na	10	89000
				1,3-51	11847-483592			< 27	< 3379	1,3-51	11217-457869
8 - 16	9,9	4	9113	30	339400	-	-	na	na	na	na
				8-82	94761-930636			< 27	< 16894	< 27	< 16894
> 16	19,8	-	-	15	212900	-	-	na	na	na	na
				5-38	76303-543003			< 12	< 37594	< 12	< 37594

Tabel 3.52 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-23, met 60 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	type 5	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	na	-	na	na	-	na	na
< 1	-	ng	-	ng	ng	-	ng	ng
< 2	-	ng	-	ng	ng	-	ng	ng
< 4	1,1	< 35,9	-	< 38,8	< 64,6	1,1	< 74,7	< 139
< 8	11,0	454 57,3-2374	5,6	< 56,4	774 97,6-4049	16,6	454 57,3-2430	1229 155-6479
< 16	55,1	2095 515-6873	5,6	< 145	774 97,6-4196	60,7	2095 515-7017	2870 613-11213
totaal	55,1	3124 884-9498	5,6	< 341	774 97,6-4523	60,7	3124 884-9839	3899 982-14362

Laboratorium D, monster 959241-24**Tabel 3.53** Gewicht monster puingranulaat 959241-24, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zee fracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
26341 (6552,4) ¹⁾	----- (6252,3)	----- (4,6)

¹⁾ lab D heeft slechts een deelmonster in behandeling genomen; in de tabel staan deze getallen tussen haakjes weergegeven.

Tabel 3.54 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-24, met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab D hoger geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 15 - 30 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.55 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-24 met 110 mg/kg toegevoegd asbest

Zeef-fractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,005	-	-	ng	ng	-	-	-	-
0,5 - 1	0,5	-	-	na < 597	na < 597	-	-	na < 597	na < 597
1 - 2	1,2	-	-	na < 247	na < 1235	-	-	na < 247	na < 1235
2 - 4	3,7	5	144	na < 78	na < 1950	-	-	na < 78	na < 1950
4 - 8	12,4	9	2639	8 1,2-40	2320 339-11720	2	584	na < 21	na < 2628
8 - 16	24,9	4	11465	8 3-24	11680 4005-34706	1	2601	na < 9	na < 5633
> 16	24,9	1	5190	na < 9	na < 45060	-	-	na < 9	na < 45060

Tabel 3.56 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-24 met 110 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	-	-	-
< 1	-	< 2,8	-	< 3,1	-	< 5,9	< 5,9
< 2	-	< 8,7	-	< 9,4	-	< 18,1	< 18,1
< 4	0,68	< 18,0	-	< 19,4	0,68	< 37,3	< 37,3
< 8	13,2	11,0 1,6-73,6	3,8	< 32,9	17,0	11,0 1,6-106,4	11,0 1,6-106,4
< 16	67,6	66,4 20,6-238,3	16,8	< 61,7	84,4	66,4 20,6-300,0	66,4 20,6-300,0
totaal	92,2	66,4 20,6-452,1	16,8	< 206,1	109,0	66,4 20,6-1221	66,4 20,6-1221

Laboratorium D, monster 959241-25**Tabel 3.57** Gewicht monster puingranulaat 959241-25, voor en na monstervoorbehandeling

Totaal gewicht monster (gram)	Gewicht zeeffracties (gram)	Verlies door drogen/zeven (%)
32474 (7164,0)	----- (7068,4)	----- (1,3) ¹⁾

¹⁾ lab D heeft slechts een deelmonster in behandeling genomen; in de tabel staan deze getallen tussen haakjes weergegeven.

Tabel 3.58 Toegevoegde en aangetroffen typen asbesthoudend materiaal in monster 959241-25, met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Type	Soort materiaal	gehalte chrysotiel (gew%)	gehalte amosiet (gew%)	gehalte crocidoliet (gew%)	Toegevoegd (ja/nee)	Aangetroffen (ja/nee)
1	Asbestcement	10 - 15	-	-	ja	ja ¹⁾
2	Asbestcement	10 - 15	-	0,1 - 2	ja	nee
3	Brandwerend board	-	15 - 30	-	nee	nee
4	Isolatiemateriaal	> 60	-	-	nee	nee

¹⁾ het gewichtspercentage aan chrysotiel is door lab D hoger geschat, in plaats van 10 - 15 gewichtsprocent chrysotiel is 15 - 30 gewichtsprocent gerapporteerd.

Tabel 3.59 Aantal (n) en gewicht (gew) van de toegevoegde deeltjes en de aangetroffen deeltjes in monster 959241-25 met 150 mg/kg toegevoegd asbest

Zeeffractie (mm)	analyse deel (gew%)	toegevoegd type 1		opbrengst type 1		toegevoegd type 2		opbrengst type 2	
		n	gew	n	gew	n	gew	n	gew
< 0,5	0,004	-	-	na	na	-	-	na	na
0,5 - 1	0,4	-	-	na < 747	na < 747	-	-	na < 747	na < 747
1 - 2	1,1	-	-	na < 270	na < 1350	-	-	na < 270	na < 1350
2 - 4	1,1	6	334	na < 270	na < 6750	-	-	na < 270	na < 6750
4 - 8	11,0	8	3683	na < 24	na < 3004	3	970	na < 24	na < 3004
8 - 16	11,0	5	13050	18 4-61	520000 108820-1756621	4	9832	na < 24	na < 15019
> 16	22,1	1	10396	27 14-57	520000 160102-1661121	-	-	na < 11	na < 34081

Tabel 3.60 Cumulatieve asbestconcentratie per type materiaal, uitgedrukt in mg asbest per kg puin(fractie) van monster 959241-25 met 150 mg/kg toegevoegd asbest

puin-fractie	additie type 1	opbrengst type 1	additie type 2	opbrengst type 2	som additie	som opbrengst	som totaal
< 0,5	-	ng	-	ng	-	-	-
< 1	-	< 2,9	-	< 3,1	-	< 6,0	< 6,0
< 2	-	< 8,1	-	< 8,7	-	< 16,8	< 16,8
< 4	1,3	< 34,1	-	< 36,8	1,3	< 70,8	< 70,8
< 8	15,5	< 45,6	4,0	< 49,3	19,5	< 94,9	< 94,9
< 16	65,7	2002 419-6809	44,9	< 111,7	110,6	2002 419-6921	2002 419-6921
totaal	105,7	4003 1035-12979	44,9	< 253,4	150,6	4003 1035-13232	4003 1035-13232