



Vlaanderen
is materiaalbewust



Kleefmonstertest voor de evaluatie van de hechtgebondenheid van asbesthoudende materialen

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

WWW.OVAM.BE

Kleefmonstertest voor de evaluatie van de hechtgebondenheid van asbesthoudende materialen

Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Kleefmonstertest voor de evaluatie van de hechtgebondenheid van asbesthoudende materialen **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**

2. *Verantwoordelijke Uitgever*

Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Wettelijk Depot nummer*

4. *Aantal bladzijden*

30

5. *Aantal tabellen en figuren*

6. *Prijs**

7. *Datum Publicatie*

1 juni 2016

8. *Trefwoorden*

Asbest, asbestcement, verwerking, hechtgebondenheid

9. *Samenvatting*

De kleefmonstertest kan gebruikt worden om asbestcement materialen te evalueren en binnen de categorie van hechtgebonden materialen verder te karakteriseren m.b.t. de verwerkingstoestand en potentiële vrijstelling van niet-hechtgebonden asbest uit deze materialen. Op basis van de kleefmonstertest kan de subcategorie van semi-hechtgebonden materialen onderscheiden worden. Dit zijn van oorsprong hechtgebonden asbestmaterialen waar door verwerking de cementmatrix zodanig is geërodeerd dat er asbeststructuren (vezels, bundels etc.) worden vrijgesteld aan het oppervlak. De kleefmonstertest kan gebruikt worden om de hechtgebondenheid objectief vast te stellen op plaatsten waar de visuele beoordeling tot een foutieve inschatting kan leiden.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Peters Jan, Berghmans Patrick, Brabers Rob

11. *Contactperso(n)en(en)*

Sven De Mulder

12. *Andere titels over dit onderwerp*

Onderzoek naar blootstelling aan asbest tijdens sanering van golfplaten (Vito, 2016)
Onderzoek naar de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking (Vito, 2015);
Onderzoek naar de vezelvrijstelling van asbest uit golfplaten naar het binnenmilieu in loodsen, (Vito, 2016)

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding. De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Inhoudstafel

Kleefmonstertest voor de evaluatie van de hechtgebondenheid van asbesthoudende materialen	1
Inhoudstafel	5
1 Inleiding	7
2 Testen van hechtgebondenheid	9
2.1 Normmethodes op basis van kleefmonsters	9
2.2 Kleefmonstertest op asbestcement materiaal	11
2.3 Werkwijze via verweringsgraad	11
2.4 Plan van aanpak	12
3 Resultaten	14
4 Besluit	22
Literatuurlijst	24
Bijlage A	25
Bijlage B	26

1 Inleiding

In de wetgeving worden asbest-houdende materialen opgesplitst in twee categorieën: hechtgebonden en niet-hechtgebonden. In het KB van 16 maart 2006 'betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan asbest' wordt asbest gedefinieerd als een verzamelnaam voor de vezelachtige silicaten

- a) actinolietasbest, CAS-nummer 77536-66-4;
- b) amosiet, CAS-nummer 12172-73-5;
- c) anthofyllietasbest, CAS-nummer 77536-67-5;
- d) chrysotiel, CAS-nummer 12001-29-5;
- e) crocidoliet, CAS-nummer 12001-28-4;
- f) tremolietasbest, CAS-nummer 77536-68-6.

Volgende materialen worden ingedeeld bij **hechtgebonden** asbest: asbestcement, asbesthoudende tegels en vloerbekledingen, asbesthoudende bitumen en roofingproducten en asbesthoudende pakkingen en dichtingen waarvan het bindmiddel bestaat uit cement, bitumen, kunststof of lijm die niet beschadigd zijn of in goede staat verkeren. Alle andere asbestmaterialen worden gecatalogeerd als **losgebonden** asbest.

Uit studies blijkt dat asbestcement door blootstelling aan omgevingsfactoren verweert en dat hierdoor vezels kunnen worden vrijgesteld uit het hechtgebonden materiaal. De vrijgestelde niet-hechtgebonden asbestvezels kunnen verder verspreiden naar het milieu en houden een humaan blootstellingsrisico is. Deze vrijstellingsroute is in de eerste plaats relevant voor asbesthoudende dakbedekking (golfplaten en leien) en gevelbekleding (leien). Deze materialen zijn momenteel minimaal 30 jaar oud. Niet gecoate materialen, of materialen waarvan de coating weg geërodeerd is, zijn meestal sterk verweerd. De gebruikssituatie (hellingsgraad, aspect, beschaduwing,...) heeft uiteraard een invloed op de verweringsgraad van de materialen. Uit deze sterk verweerde materialen worden significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest vrijgesteld. Uit materialen waarvan de coating nog intact is (vnl. dak- en gevelleien) en die dus niet verweerd zijn worden geen of een zeer beperkte hoeveelheid asbestvezels vrijgezet.

Het doel van deze studie is om na te gaan of een kleefmonstertest kan ontwikkeld worden om de hechtgebondenheid van asbestcement te beoordelen. Het is niet de bedoeling om asbestcement uit de categorie van hechtgebonden materialen te lichten en in te delen bij de losgebonden asbesthoudende materialen. Het is wel de bedoeling om de kleefmonstertest te evalueren om asbestcement binnen de categorie van hechtgebonden materialen verder te kunnen karakteriseren m.b.t. de verwerkingstoestand en potentiële vrijstelling van niet-hechtgebonden asbest uit deze materialen. Hiertoe werd in het Tracimat-ontwikkeltraject de subcategorie van **semi-hechtgebonden** materialen gedefinieerd voor asbestcement. Semi-hechtgebonden materialen zijn van oorsprong hechtgebonden materialen waarvan door verwerking de cementmatrix dermate aangetast is dat er aan het oppervlak asbestvezels worden vrijgesteld. Asbest-houdende materialen kunnen dus opgedeeld worden in:

- Hechtgebonden asbest
 - Semi-hechtgebonden: specifiek voor verweerd asbestcement waar vezelvrijstelling aan het oppervlak kan verondersteld worden
- Losgebonden asbest

Het invoeren van de subcategorie van semi-hechtgebonden asbest wordt onderbouwd door de vaststelling dat deze materialen significante hoeveelheden asbest aan hun oppervlak kunnen vrijstellen. Daardoor is er onder huidige gebruiksomstandigheden van deze materialen een verspreidingsrisico van niet-hechtgebonden asbest naar het milieu en een potentieel humaan blootstellingsrisico. Ook bij sloop en afvoer van deze materialen is deze opdeling nuttig om b.v. bijkomende maatregelen te treffen voor het veilig verwijderen van deze materialen, bij de sanering naast het verwijderen van deze materialen bijkomende aandacht te besteden aan het ruimen van slib uit de dakgoot of het reinigen van de afdruiptzone, of bij de beoordeling van storttype van dergelijke afvalmaterialen.

2 Testen van hechtgebondenheid

De hechtgebondenheid van asbestmaterialen kan bepaald worden door een vezelvrijstellingstest in het laboratorium (zie CMA_2_II_C.1, https://esites.vito.be/sites/reflabos/2012/Online%20documenten/CMA_2_II_C.1.pdf). Dit is de referentieprocedure om na te gaan voor de bepaling van de vezelvrijstelling van asbest in afvalstoffen. Het resultaat van deze bepaling is de vezelmasa (in mg per kg droge stof) die potentieel kan vrijkomen onder de experimentele testcondities. De methode heeft als doel de vezelvrijstelling van asbest uit afvalstoffen te simuleren die toelaat de hechtgebondenheid van het materiaal te beoordelen.

De kleefmonstertest zou een nieuwe testmethode kunnen zijn om de hechtgebondenheid van materialen te beoordelen. Het doel van deze studie is om te beoordelen of een kleefmonstertest een bruikbaar instrument kan zijn voor de differentiatie van asbestcement naar de subcategorie van semi-hechtgebonden materiaal. Het grote voordeel van een kleefmonstertest is dat het materiaal in situ kan bemonsterd worden. Monsternamen kan op de plaats van de asbesttoepassing. Bovendien blijft het materiaal grotendeels onaangeroerd, er hoeft geen materiaalmonster genomen worden.

2.1 Normmethoden op basis van kleefmonsters

Het gebruik van kleefmonsters wordt toegepast in een aantal normen, o.a.

- NEN 2991: 2015 Lucht – Bepaling van de asbestconcentraties in de binnenlucht en risicobeoordeling in en rondom bouwwerken, constructies of objecten waarbij asbesthoudende materialen zijn verwerkt;
- ISO 16000-27 Indoor air -- Part 27: Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method)
- VDI 3877: 2011 Indoor pollution – Measurement of fibrous dust settled on surfaces. Sampling and analysis (SEM/EDXA)

Deze normen en de monsternamen met kleefband zijn specifiek ontwikkeld om asbestvezels op te sporen in depositiestof. Meestal wordt deze methode gebruikt in de binnenomgeving. Het principe van deze methode wordt hieronder kort geschetst:

- Monsternamen: bij de monsternamen wordt een adhesief medium (b.v. tape of carbon pads) op het te onderzoeken oppervlak gedrukt. Stof en asbestvezels blijven kleven. Zie onder voor meer details.
- Analyse: het kleefmonster wordt klaargemaakt voor SEM analyse zonder modificatie van het verzamelde stof (directe analyse). De asbeststructuren worden geïdentificeerd, geteld en geclassificeerd (type asbestvezel) volgens welbepaalde regels. Classificatie gebeurt op basis van EDXA spectra.
- Berekening: op basis van het meetresultaat wordt de belading van het kleefmonster berekend, uitgedrukt als aantal asbeststructuren per cm² (waarbij een weging uitgevoerd wordt van vezelclusters, -bundels en –matrices t.o.v. individuele vezels).
- Resultaat: de resultaten worden ingedeeld in vier klassen:

Concentratie (aantal asbeststructuren / cm ²)	Verontreinigingsniveau (klasse)	Omschrijving
0	-	Geen asbest aangetroffen
1 – 100	+/-	Sporen asbest aangetroffen
101 - 500	+	Oppervlak duidelijk met asbest verontreinigd
> 500	++	Oppervlak zeer sterk met asbest verontreinigd

Door de beperkte nauwkeurigheid van monsternamen en analyse wordt er gebruik gemaakt van klassen i.p.v. verder te werken met absolute cijfers (getelde vezelaantallen). Uit ervaring en praktijkmetingen is wel gebleken dat er vanaf oppervlakken met minder dan 100 asbestvezels per cm² ook bij intensief gebruik van de ruimte geen asbestconcentraties in de lucht zullen ontstaan die het niveau van de streefwaarde significant overschrijden (NEN2991+C1:2012).

Voor het nemen van kleefmonsters conform ISO 16000-27 zijn er volgende benodigdheden:

- Zelfklevend dubbelzijdig geleiden 'C-tape'
- Pincet
- 'ziplock' zakjes of andere afsluitbare containers
- Of speciaal geprepareerde SEM-stubs waarop reeds dubbelzijdig C-tape is aangebracht en waarbij de kleeflaag aan de bovenzijde nog is afgedekt met een schutblad.



De monsternamen zelf zijn monsters waarbij de C-tape op het te bemonsteren oppervlak wordt gekleefd om een 1:1 afdruk te bekomen van het te bemonsteren gesedimenteerde stof. Hierbij is het belangrijk dat er slechts éénmaal gekleefd wordt. Na bemonstering mag de C-tape niet verplaatst worden. Bij de bemonstering van gebogen oppervlakken wordt er bij voorkeur gewerkt met losse C-tape i.p.v. de voorgeprepareerde SEM-stubs. Het kleefmonster wordt in

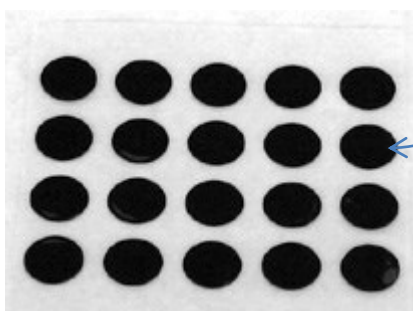
het ziplock zakje gestoken voor transport naar het analyselabo.

2.2 Kleefmonstertest op asbestcement materiaal

In deze studie wordt nagegaan of de kleefmonstertest rechtstreeks uitgevoerd op asbesthoudend materiaal (asbestcement) informatie kan opleveren over de status van een in oorsprong hechtgebonden materiaal, en dat het resultaat van de kleefmonstertest kan gebruikt worden om een materiaal onder te brengen in de subcategorie van semi-hechtgebonden materiaal. De semi-hechtgebonden materialen zouden dan gedefinieerd kunnen worden als zijnde materialen waaruit “een bepaalde hoeveelheid” asbeststructuren vrijgesteld worden bij de kleefmonstertest. Het bepalen van die drempelwaarde is het onderwerp van deze studie.

Dit is een empirische studie waar een aanzienlijke hoeveelheid kleefmonsters genomen zijn op verschillende materialen. Hierbij is het wel belangrijk dat de monsternamen steeds op eenzelfde manier wordt uitgevoerd, om foutieve of variaties in de kleefmonsterresultaten zo veel mogelijk te beperken. Voor de kleefmonstertest op asbestcement wordt de bemonsterings- en analysemethode uit de normmethodes grotendeels overgenomen. Er zijn wel enkele extra aandachtspunten, met name bij de monsternamen:

- Bij de monsternamen wordt gebruik gemaakt van C-tape (carbon pads) die rechtstreeks onder de elektronenmicroscopie kunnen geanalyseerd worden. Aangezien veel van de onderzochte materialen geen vlak oppervlak hebben werd er geen gebruik gemaakt van voorgeprepareerde carbon pads die reeds op een draagstructuur voor in de SEM gemonteerd zijn (vlak oppervlak).



carbon pad (klevertje)

- De kleefmonstertest wordt steeds uitgevoerd op een droog oppervlak. De meeste kleefmonsters worden in-situ genomen bij droge weersomstandigheden. Dit wil niet zeggen dat het asbestmateriaal volledig droog is (golfplaten kan 10-14% water bevatten, zie later) maar wel dat het oppervlak droog is.
- De monsternamen gebeurt op een plaats zonder (of met minimale) mosbegroeiing. Veel buitenschilmaterialen zijn sterk begroeid met mossen of korstmossen. De kleefmonsters worden genomen op plaatsen waar er geen begroeiing is. Het weghalen van het mos en hieronder vervolgens bemonsteren is meestal geen goed idee omdat deze plaatsten te vochtig en te vuil zijn.

2.3 Werkwijze via verweringsgraad

De methode CMA_2_II_C.1 voor de bepaling van hechtgebondenheid van afvalmaterialen werd niet gebruikt als referentiemethode om de resultaten van de kleefmonsters aan af te toetsen. Deze methode is zeer uitgebreid en is eerder gericht op het vaststellen van de bestemming van stortplaats voor een grote partij bulkafval op basis van de hechtgebondenheid. Er werd de

voorkeur gegeven om de visueel bepaalde verweringsgraad van het asbesthoudend materiaal te gebruiken om de meetresultaten van de kleefmonstertest aan af te toetsen. In eerdere studies is gebleken dat de verweringsgraad rechtstreeks gerelateerd is aan vezelvrijstelling. Van sterk verweerde dak- en muurbedekkingen werd vastgesteld dat er significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest wordt afgevoerd. In tegenstelling tot niet-verweerde asbesthoudende buitenschilmaterialen waar geen of zeer beperkte hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest wordt vrijgesteld. De relatie tussen verweringsgraad en vezelvrijstelling wordt in deze studie gebruikt om de resultaten van de kleefmonstertest te beoordelen.

2.4 Plan van aanpak

In de studie Peters et al. (2013) werden een heel aantal kleefmonsters genomen van asbesthoudende buitenschilmaterialen (golfplaten en leien). Bovendien werd de verweringsgraad van deze materialen beoordeeld, en werden er herhaalde kleefmonsters genomen van dezelfde materialen. Deze dataset wordt in deze studie gebruikt om de kleefmonstertest te evalueren en om een drempelwaarde te voorzien om de subcategorie semi-hechtgebonden materialen te definiëren.

Bovendien werden verschillende asbestcement materialen verzameld in samenwerking met de Intercommunale Ontwikkelingsmaatschappij voor de Kempen (IOK). Met medewerking van twee containerparken werden (particulier) aangeleverde asbestpartijen gekarakteriseerd op basis van een invulformulier (checklist, zie Bijlage). Op basis van deze checklist werd informatie verkregen over:

- Type materiaal;
- Ouderdom van het materiaal;
- Toepassing;
- Verweringsgraad.

De werkprocedure in het containerpark wordt in Bijlage gegeven. Volgende stappen worden doorlopen:

1. Bij weging wordt duidelijk of de klant een partij asbesthoudende bouwmaterialen wenst af te voeren;
2. Indien JA:
 - klant krijgt de boodschap om checklist in te vullen over materiaal. Dit is volledig anoniem;
 - Klant verplaatst zich naar de container voor asbesthoudende materialen: bij de afvoer komt een medewerker van IOK ter plaatse om assistentie te verlenen bij het invullen van de checklist en het apart stockeren van een monster in plastic zak samen met de checklist;

Opvolging door VITO door op regelmatige tijdstippen langs te gaan op containerparken om monsters verder te onderzoeken en materiaal te collecteren. Indien er zich veel materiaal begint op te stapelen, dan kan dit ook op afroep. Volgende procedure wordt doorlopen door VITO:

1. Checklists worden gecontroleerd op volledigheid per zak;
2. Van elk monster wordt een of enkele kleefmonster(s) genomen;
3. Inschatting van de verweringsgraad wordt afgetoetst aan materiaalmonster;
4. Materiaal wordt gefotografeerd;

5. Eventueel wordt een staal meegenomen voor verdere analyse (test vochtgehalte, zie onder).

Van elke partij asbestcement werd een kleefmonster genomen door VITO vanop een niet begroeid (deel)oppervlak. Het vochtgehalte van het materiaal werd niet gewijzigd voor de monsternamen, i.e. de materialen werden onder veldomstandigheden bemonsterd (wel steeds oppervlakkig droge materialen). Het vochtgehalte van het materiaal zou een effect kunnen hebben op de kleefmonstertest omdat vocht ervoor zou kunnen zorgen dat vezels minder goed hechten aan de klevertjes. Dit werd verder onderzocht in een test waar dezelfde materialen bij verschillend vochtgehalte werden bemonsterd (zie onder).

3 Resultaten

→ **Overzicht van de resultaten**

In Tabel 1 wordt een overzicht van kleefmonstertests op asbesthoudende materialen gegeven. Om de dataset zo representatief mogelijk te maken werden kleefmonsterresultaten uit vorig onderzoek en nieuwe kleefmonstertests gecombineerd. De manier van monsternamen (i.e. kleefstub rechtstreeks op asbesthoudend materiaal) en analyse (vezeltelling met SEM) is identiek voor alle stalen. De inschatting van de verweringsgraad kwam wel op een andere manier tot stand. In vorige studie werd de verweringsgraad door eenzelfde persoon ingeschat op basis van een visuele appreciatie van het materiaal. Bij de nieuwe kleefmonsters werd de verweringsgraad beoordeeld door verschillende personen, met name de persoon die het materiaal bij het containerpark kwam afleveren.

In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de kleefmonsterresultaten voor 75 stalen van asbesthoudende dak en muurbekledingen (in situ genomen). Het type materiaal (lei of golfplaat), de ouderdom en de verweringsgraad (visuele inschatting in drie klassen: laag, hoog en zeer hoog) worden ook weergegeven. Er is een duidelijke associatie tussen de hoeveelheid asbest op kleefmonsters (totaal asbest) en de verweringsgraad, zie ook eerder onderzoek.

Het overgrote deel van de kleefmonsters van verweerde asbestmaterialen behoort tot de '++'-klasse. Ongeveer 94% van de materialen die als verweerd (verweringsgraad hoog en zeer hoog) werden beoordeeld, bevinden zich in de '++' klasse op basis van de kleefmonstertest. En 98% van de kleefmonsters behoren tot de klasse '+' of hoger (i.e. + of ++). Anderzijds, voor buitenschiltoepassingen met lage verweringsgraad bevindt 85% van de kleefmonsters zich in de klassen -, +/- of + (i.e. klasse lager dan '++'), 70% in klasse - of +/- (een klasse lager dan klasse '+') en 63% van de kleefmonsters uitsluitend in de klasse '-'. Er zijn twee triplets met afwijkende resultaten (Locatie 8 en 16, Tabel 1). Locatie 8 betreft een golfplaat waar de coating nog grotendeels aanwezig was. Hierdoor werd de verweringsgraad als laag ingeschat, terwijl er toch grote hoeveelheden asbest worden teruggevonden op de kleefmonsters. Op locatie 16 gaat het over lei met coating waarvoor de verweringsgraad laag werd beoordeeld, maar waar toch grote hoeveelheden asbestvezel teruggevonden wordt op de kleefmonsters. Mogelijks was de coating in slechte staat (losgebonden op materiaal,...) zonder dat dit visueel werd vastgesteld, waardoor er bij monsternamen coating en onderliggende vezels werden losgetrokken van deze materialen. Dit is een extra argument om de kleefmonstertest te gebruiken om de hechtgebondenheid objectief vast te stellen op plaatsten waar de visuele beoordeling tot een foutieve inschatting kan leiden.

Tabel 1: Overzicht resultaten kleefmonsters (in-situ metingen).

Locatie	ID	type materiaal	ouderdom (jaar)	toepassing	verweringsgraad	totaal asbest
1	7	golfplaat	50	dak	hoog	++
	8	golfplaat	50	dak	hoog	++
	9	golfplaat	50	dak	hoog	++
2	19	golfplaat	30	dak	hoog	++
	20	golfplaat	30	dak	hoog	++
	21	golfplaat	30	dak	hoog	++
3	28	golfplaat	60	dak	zeer hoog	++
	29	golfplaat	60	dak	zeer hoog	++
	30	golfplaat	60	dak	zeer hoog	++

4	34	golfplaat	110	dak	zeer hoog	++
	35	golfplaat	110	dak	zeer hoog	++
	36	golfplaat	110	dak	zeer hoog	++
5	37	golfplaat	50	dak	hoog	++
	38	golfplaat	50	dak	hoog	++
	39	golfplaat	50	dak	hoog	++
6	40	golfplaat	40	dak	zeer hoog	++
	41	golfplaat	40	dak	zeer hoog	++
	42	golfplaat	40	dak	zeer hoog	++
7	58	golfplaat	50	dak	zeer hoog	++
	59	golfplaat	50	dak	zeer hoog	++
	60	golfplaat	50	dak	zeer hoog	++
8	61	golfplaat	28	dak	laag	++
	62	golfplaat	28	dak	laag	++
	63	golfplaat	28	dak	laag	++
9	64	golfplaat	60	dak	hoog	++
	65	golfplaat	60	dak	hoog	++
	66	golfplaat	60	dak	hoog	++
10	67	golfplaat	60	dak	hoog	++
	68	golfplaat	60	dak	hoog	++
	69	golfplaat	60	dak	hoog	++
11	70	golfplaat, binnenkant	40	dak	laag	+/-
	71	golfplaat, binnenkant	40	dak	laag	-
	72	golfplaat, binnenkant	40	dak	laag	-
12	1	lei	30	dak	hoog	+
	2	lei	30	dak	hoog	-
	3	lei	30	dak	hoog	+
13	4	muurlei	50	muur	hoog	++
	5	muurlei	50	muur	hoog	++
	6	muurlei	50	muur	hoog	++
14	10	lei	30	dak	laag	+
	11	lei	30	dak	laag	-
	12	lei	30	dak	laag	+/-
15	13	lei	50	dak	hoog	++
	14	lei	50	dak	hoog	++
	15	lei	50	dak	hoog	++
16	16	muurlei	?	muur	laag	++
	17	muurlei	?	muur	laag	+
	18	muurlei	?	muur	laag	+
17	22	muurlei	50	muur	hoog	++
	23	muurlei	50	muur	hoog	++
	24	muurlei	50	muur	hoog	++
18	25	muurlei	?	muur	laag	-
	26	muurlei	?	muur	laag	-

	27	muurlei	?	muur	laag	-
19	31	lei	48	dak	hoog	++
	32	lei	48	dak	hoog	++
	33	lei	48	dak	hoog	++
20	43	lei	35	dak	laag	-
	44	lei	35	dak	laag	-
	45	lei	35	dak	laag	-
21	46	lei	?	dak	laag	+
	47	lei	?	dak	laag	-
	48	lei	?	dak	laag	-
22	52	lei	42	dak	laag	-
	53	lei	42	dak	laag	-
	54	lei	42	dak	laag	-
23	55	lei	36	dak	laag	-
	56	lei	36	dak	laag	-
	57	lei	36	dak	laag	-
24	73	lei	55	dak	zeer hoog	++
	74	lei	55	dak	zeer hoog	++
	75	lei	55	dak	zeer hoog	++
25	76	lei	55	dak	hoog	++
	77	lei	55	dak	hoog	++
	78	lei	55	dak	hoog	++

Verweringsgraad			
		laag	hoog / zeer hoog
klasse	-	17	1
	+/-	2	0
	+	4	2
	++	4	45

Op basis van deze resultaten wordt gesteld dat op basis van de kleefmonstertest, de subcategorie van semi-hechtgebonden materialen, kan worden onderscheiden. Dit zijn in oorsprong hechtgebonden asbestmaterialen waar door verwerking de cementmatrix zodanig is geërodeerd dat er asbeststructuren (vezels, bundels etc.) worden vrijgesteld aan het oppervlak, gedefinieerd. **Semi-hechtgebonden materialen kunnen dan gedefinieerd worden als materialen waar meer dan 100 asbeststructuren per cm² (totaal asbest, klasse '+' en '++') worden vrijgesteld bij oppervlaktebemonstering d.m.v. de kleefmonstertest.** Deze definitie wordt verder verduidelijkt in Tabel 2. De ondergrens voor materialen uit de subcategorie van semi-hechtgebonden materialen ligt op 100 asbeststructuren per cm² op basis van de kleefmonstertest.

Tabel 2: Afbakening van de subcategorie semi-hechtgebonden materiaal op basis van de kleefmonstertest.

		Verweringsgraad
--	--	-----------------

Kleefmonstertest		Laag	Hoog
≤ 100 asbeststructuren / cm ²	klasse - of +/-	Hechtgebonden materiaal	
> 100 asbeststructuren / cm ²	klasse + of ++		Semi-hechtgebonden materiaal

In de volgende analyse wordt de kleefmonstertest gebruikt om materialen op te splitsen in hechtgebonden en semi-hechtgebonden materialen. De drempelwaarde van 100 v/cm² wordt hiervoor gehanteerd en toegepast op de stalen die via de containerparken verzameld en beoordeeld werden (*Tabel 3*, materiaal met ≤ 100 v/cm² is hechtgebonden, materiaal met > 100 v/cm² is semi-hechtgebonden, foto's van deze materialen zijn weergegeven in Bijlage). In totaal zijn 12 van de 35 materialen als hechtgebonden materialen gecatalogeerd op basis van de kleefmonstertest, 23 materialen zijn semi-hechtgebonden materialen. De aldus bekomen hechtgebonden materialen bestaan uit:

- Afvoerleiding;
- Tuinborder;
- Dakbedekking lei;
- Dakbedekking golfplaat.

Voor de meeste fragmenten die classificeren als hechtgebonden werd ook aangegeven dat de materialen intact waren, geen of zeer beperkte verwerking vertoonden, of nog voorzien waren van een coating. Tussen de materialen zitten ook golfplaten (5) en leien (3).

Twee derde van alle materialen die binnengebracht werden zijn semi-hechtgebonden materialen op basis van de kleefmonstertest. Het betreft voornamelijk golfplaten (dakbedekking, 16 stalen) en leien (3 stalen)), maar ook een bloembak (1) en ander plaatmateriaal (3). Voor de meeste van de materialen werd verwerking vastgesteld (beperkte of sterke verwerking, sterke verwerking indien asbestvezels/bundels zichtbaar op oppervlak).

Tabel 3: kleefmonstertest van materialen die via de containerparken werden beoordeeld.

staalnr	type materiaal	ouderdom (jaar)	toepassing	Verwerking (ingeschat door particulier)	hechtgebondenheid	totaal asbest
1	afvoerbu	50	riolering	mosbegroeiing aanwezig, andere begroeiing	hechtgebonden	-
2	lei	50	dak	intact, geen verwerking, coating	hechtgebonden	-
3	afvoerbu	40	buis	beperkte verwerking	hechtgebonden	-
4	afvoerbu	40	buis	sterk verweerd	hechtgebonden	+/-
5	golfplaat	50	dak	mosbegroeiing	semi-hechtgebonden	+
6	golfplaat	35	dak	sterk verweerd	semi-hechtgebonden	++
7	golfplaat	55	dak	mosbegroeiing, sterk verweerd	semi-hechtgebonden	+
8	golfplaat	50	dak	sterk verweerd	semi-hechtgebonden	++
9	golfplaat	50	dak	mosbegroeiing	semi-hechtgebonden	+
10	golfplaat	45	dak	beperkte verwerking, coating	hechtgebonden	-
11	plaat	50		mosbegroeiing, beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	+
12	golfplaat	35	dak	Mosbegroeiing, coating	hechtgebonden	-
13	lei	50	dak	coating aanwezig, beperkte verwerking	hechtgebonden	-
14	golfplaat	50	dak	intact, mosbegroeiing	semi-hechtgebonden	+
15	bloembak	35	bloembak	mosbegroeiing, beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	+
16	plaat	35	border tuin	mosbegroeiing, beperkte verwerking	hechtgebonden	+/-
17	golfplaat		dak	beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	+
18	plaat	50	transfo-cabine	intact, geen verwerking	semi-hechtgebonden	++
19	golfplaat	55	dak	mosbegroeiing	semi-hechtgebonden	+

20	lei	10	ongebruikt	coating aanwezig	hechtgebonden	-
21	plaat	40	tuinboorden	intact, geen beschadiging	semi-hechtgebonden	++
22	golfplaat	50	dak	mosbegroeiing	semi-hechtgebonden	+
23	golfplaat	15	dak	coating aanwezig	semi-hechtgebonden	+
24	golfplaat	50	dak	mos	semi-hechtgebonden	+
25	golfplaat	12	dak	coating aanwezig, mos, beperkte verwerking	hechtgebonden	+/-
26	golfplaat		dak	mos, beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	+
27	lei	40	dak	mos, beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	++
28	lei	40	dak	mos	semi-hechtgebonden	+
29	golfplaat	40	dak	beperkte verwerking	hechtgebonden	-
30	plaat binnen	30	dak	beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	++
31	golfplaat	20	niet gebruikt	coating aanwezig	hechtgebonden	-
32	golfplaat	40	dak	sterk verweerd	semi-hechtgebonden	+
33	golfplaat	40	dak	beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	+
34	golfplaat	56	dak	mos	semi-hechtgebonden	+
35	lei	45	dak	mos	semi-hechtgebonden	++
36	golfplaat	12	dak	beperkte verwerking	semi-hechtgebonden	++

→ **Reproduceerbaarheid van de resultaten**

Aan de hand van herhaalde metingen (3 herhalingen) op hetzelfde materiaal werd de reproduceerbaarheid van de kleefmonstertest bekeken. Herhaalde metingen werden in situ uitgevoerd, op verschillende plaatsten op de dak- of gevelbedekking. De verwerkingstoestand van een materiaal is per locatie gelijkaardig. Dit wil niet zeggen dat er geen lokale verschillen kunnen zijn, maar bij de monsternamen is erop gelet om de verschillende monsters te nemen op plaatsen die representatief zijn voor het te beoordelen dakoppervlak.

Het is belangrijk om de reproduceerbaarheid van de kleefmonstertest te beoordelen om twee redenen:

1. zijn de resultaten consistent voor een grote oppervlak van eenzelfde materiaal?;
2. wanneer zijn de resultaten reproduceerbaar? (kan een klein aantal kleefmonstertests volstaan om een oppervlak van hetzelfde materiaal te karakteriseren naar hechtgebondenheid?)

In totaal werden 75 monsters genomen, gespreid over 25 locaties (25 triplo's van drie kleefmonsters, Tabel 4). Elk monster wordt ingedeeld als hechtgebonden (≤ 100 asbeststructuren / cm^2) of als semi-hechtgebonden (> 100 asbeststructuren / cm^2). Per triplet werd nagegaan of de drie deelmonsters ingedeeld werden in dezelfde of verschillende (sub)categorie. Wanneer de drie monsters systematisch ingedeeld worden in dezelfde (sub)categorie wijst dit op een goede reproduceerbaarheid van de kleefmonstertest. Bij indeling in verschillende (sub)categorieën van de deelmonsters wijst dit op een lage reproduceerbaarheid.

Voor golfplaten is de reproduceerbaarheid hoog (100%). Elk deelmonster van elk triplet leidt tot een eenduidige indeling naar hechtgebondenheid. Dit wil ook zeggen dat het aantal herhalingen niet hoog hoeft te zijn om een oppervlak te karakteriseren naar hechtgebondenheid op basis van de kleefmonstertest. Op basis van deze dataset volstaat 1 zorgvuldig genomen kleefmonster om het volledige golfplaten dak te beoordelen naar hechtgebondenheid.

Voor leien ligt de reproduceerbaarheid lager (ong. 80%). Voor 11 van de 15 triplets leidt elk deelmonster tot dezelfde beoordeling van de hechtgebondenheid. Voor 4 triplets geven de deelmonsters variabele resultaten. In dat geval zou het ontbreken van herhalingen kunnen leiden tot een foutieve beoordeling van de hechtgebondenheid. De lagere reproduceerbaarheid voor leien zou kunnen te maken hebben met de verwerking van de coating die niet homogeen verloopt over het hele dakoppervlak. De lagere reproduceerbaarheid voor leien kan

opgevangen worden door gebruik te maken van een worst-case monstername (kleefmonster op plaats waar materiaal het sterkst verweerd is) of door gebruik te maken van herhaalde monsters om een materiaal te beoordelen.

Tabel 4: Overzicht reproduceerbaarheid

		Hechtgebonden $\leq 100 \text{ v/cm}^2$	Semi-hechtgebonden $> 100 \text{ v/cm}^2$
Golfplaat	Zelfde	1	10
	Verschillend	0	0
Lei	Zelfde	4	7
	Verschillend	2 (-, -, + en -, +, +)	1 (+, +, -)

→ **Monstername in functie van vochtgehalte**

Op basis van vier materialen (Figuur 1) werd het effect van het vochtgehalte op het kleefmonsterresultaat verder bekeken. Er werd op drie tijdstippen een kleefmonster genomen van deze materialen:

1. Onbehandeld, dit is op het moment dat het materiaal in het containerpark werd binnengebracht, vochtgehalte tussen 10 en 14 % (gewichtspersent);
2. Volledig droog materiaal, materiaal gedurende 3 dagen gedroogd op 110°C in oven;
3. Vochtverzadigd materiaal, materiaal gedurende 1 dag in waterbad, gevolgd door 0,5 uur drogen aan de lucht, vochtgehalte tussen 12 en 15 % (gewichtspersent).

Materiaal	Onbehandeld		Volledig droog		WATERVERZADIGD	
	Massa (g)	Vochtgehalte (%)	Massa (g)	Vochtgehalte (%)	Massa (g)	Vochtgehalte (%)
A	98,99	10%	89,09	0%	101,37	12%
B	79,26	13%	69,17	0%	81,73	15%
C	41,35	14%	35,62	0%	40,89	13%
D	59,17	14%	50,71	0%	59,69	15%



Figuur 1: Overzicht vier materialen (verweerde golfplaat) voor vochtigheidstest.

Op elk van de materialen werd dus op drie verschillende plaatsen een kleefmonster genomen bij verschillend vochtgehalte van het materiaal. Uiterlijk zijn de materiaaloppervlakken vrij homogeen (homogene verwerkingstoestand, beperkte begroeiing), er zijn dus geen randeffecten die de kleefmonsterresultaten kunnen beïnvloeden.

Merk op dat het vochtgehalte van de asbestcement materialen die binnengebracht werden bij het containerpark 10-14% bedraagt. Elke ton afgevoerd asbestcement bestaat voor 100 tot 140 kg uit water.

Materiaal	Onbehandeld		Volledig droog		Waterverzadigd	
	Totaal asbest	Vochtgehalte (%)	Totaal asbest	Vochtgehalte (%)	Totaal asbest	Vochtgehalte (%)
A	+	10%	+	0%	++	12%
B	++	13%	++	0%	+/-	15%
C	++	14%	+/-	0%	+/-	13%
D	++	14%	++	0%	+	15%

Op basis van de boven gestelde drempelwaarde van 100 v/cm² zouden alle vier de materialen ingedeeld worden als semi-hechtgebonden materialen op basis van de kleefmonstertest op het materiaal in de staat waarin het werd binnengebracht op het containerpark (in situ omstandigheden, vochtgehalte 10-14%). Na droging (volledig droog materiaal) zijn de resultaten van de kleefmonstertest identiek voor 3 van de 4 stalen. Voor het C staal is het resultaat na droging '+/-', en oorspronkelijk '++'. Het droog materiaal zou als hechtgebonden materiaal worden beoordeeld. Bij de bevochtigde stalen liggen de resultaten voor 3 van de 4 stalen lager, en voor 1 van de 4 stalen hoger (A staal). Het vochtpercentage bij volledige verzadiging is niet veel hoger dan het vochtpercentage van de veldstalen. Het oppervlak van de waterverzadigde stalen is wel vochtiger dan van de veldstalen waardoor de aanhechting van de tape aan het materiaal minder goed is en de resultaten lager liggen. Dit geldt echter maar voor 3 van de 4 stalen, in het A staal wordt een hogere klasse gemeten na waterverzadiging. Ondanks de relatief goede reproduceerbaarheid van de kleefmonstertest (zie boven) geven deze resultaten toch ook voor het C staal een onverwachte variatie aan. Het droge staal waarvan verwacht wordt dat er meer of een vergelijkbare hoeveelheid asbeststructuren zou teruggevonden worden als bij het veldstaal, geeft een lager resultaat na droging.

→ ***Begroeiing van het materiaal***

Veel verweerde dakbedekkingsmaterialen zijn begroeid met (korst)mossen. Bij het uitvoeren van de kleeftest is het belangrijk om het materiaal te bemonsteren op plaatsen waar er geen (of slechts minimale) begroeiing is. Op de meeste materialen –hoe sterk de begroeiing ook is- zijn er plekken te vinden zonder mos- of andere begroeiing (zie bv. foto's 7 en 8 uit Bijlage B).

4 Besluit

Het doel van deze studie is om na te gaan of een kleefmonstertest kan worden toegepast om de hechtgebondenheid van asbestcement te beoordelen. De kleefmonstertest zou kunnen gebruikt worden om asbestcement materialen te evalueren en binnen de categorie van hechtgebonden materialen verder te kunnen karakteriseren m.b.t. de verweringsstoestand en potentiële vrijstelling van niet-hechtgebonden asbest uit deze materialen. Hiertoe wordt voor asbestcement een subcategorie voorgesteld van semi-hechtgebonden materialen. Semi-hechtgebonden materialen zijn van oorsprong hechtgebonden materialen waarvan door verwerking de cementmatrix dermate aangetast is dat er aan het oppervlak niet-hechtgebonden asbestvezels worden vrijgesteld.

Het gebruik van kleefmonsters wordt momenteel toegepast in een aantal normen, o.a. NEN 2991: 2015, ISO 16000-27 Indoor air -- Part 27: en VDI 3877: 2011 Indoor pollution. . Het gebruik van kleefmonsters is in deze normen beperkt tot monsternamen van depositiestof, en wordt niet gebruikt voor bemonstering op de asbesthoudende materialen zelf.

Op basis van een uitgebreide dataset van 110 kleefmonstertests werd de kleefmonstertest beoordeeld. Voor de opdeling van asbestcement materialen werd de drempelwaarde van 100 asbeststructuren per cm² gedefinieerd:

- Materialen waarvoor het resultaat van de kleefmonstertest ≤ 100 asbeststructuren per cm² bedraagt zijn hechtgebonden materialen;
- Materialen met > 100 asbeststructuren per cm² zijn semi-hechtgebonden materialen, d.w.z. in oorsprong hechtgebonden materialen die door verwerking onder de huidige gebruiksomstandigheden asbestvezels vrijstellen aan het oppervlak.

Kleefmonstertest	Verweringsgraad	
	Laag	Hoog
≤ 100 asbeststructuren / cm ²	Hechtgebonden materiaal	
> 100 asbeststructuren / cm ²		Semi-hechtgebonden materiaal

De kleefmonstertest is een reproduceerbare test voor golfplaten (testresultaten 100% reproduceerbaarheid). Voor leien ligt de reproduceerbaarheid iets lager (testresultaten ong. 80% reproduceerbaarheid), maar dat kan opgevangen worden door gebruik te maken van een worst-case monsternamen of het gebruik van herhaalde monsters om een materiaal te beoordelen.

Een correcte monsternamen is essentieel bij het uitvoeren van de kleefmonstertest. Belangrijke aandachtspunten daarbij zijn:

- Monsternamen op een droog oppervlak, bemonstering op een nat oppervlak kan tot afwijkende resultaten leiden;
- Monsternamen op een oppervlak zonder begroeiing;
- Monsternamen niet op een 'vuile' plaats, niet op plaats waar veel mineraal of organisch materiaal is opgehoopt;

- 1:1 monstername zonder verschuiven of verplaatsen van het klevertje tijdens bemonstering.

Op basis van deze studie kan besloten worden dat de kleefmonstertest een instrument kan zijn om de hechtgebondenheid van asbestcement materialen te bepalen.

Literatuurlijst

Peters, J., Brabers, R. en Berghmans, P., 2013. Onderzoek naar de vrijstelling en de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking en gevelbekleding. Studie in opdracht van OVAM, 76p.

Bijlage A

CHECKLIST

Gelieve deze checklist in te vullen. Dit doet u door de juiste selectie aan te vinken ☒.
Eén checklist per type materiaal

TYPE MATERIAAL	
☐ GOLFPLAAT	
☐ LEI	
☐ ONDERDAK	
☐ PLAATMATERIAAL BINNEN	
☐ BLOEMBAK	
☐ VENSTERBANK	
☐ ANDER MATERIAAL	Beschrijving:

OUDERDOM VAN HET MATERIAAL (bij benadering)
..... jaar

BESCHRIJVING TOEPASSING VAN HET MATERIAAL
☐ DAKBEDEKKING
☐ GEVELBEDEKLEDING
☐ ONDERDAK
☐ Ander:
.....
.....

VERWERINGSGRAAD VAN HET MATERIAAL (bij benadering, meerdere opties mogelijk)
☐ volledig intact, geen beschadigingen
☐ coating aanwezig (beschermlaag op materiaal)
☐ mosbegroeiing aanwezig, andere begroeiing
☐ geen verwerking
☐ beperkte verwerking
☐ sterk verweerd materiaal, vezels zichtbaar op het oppervlak (harig)

Bijlage B

Foto's van de materialen die via de containerparken beoordeeld werden (zie Tabel 3 voor extra informatie). Het staalnummer staat op bijhorend formulier onder materiaal.









