



Vlaanderen
is materiaalbewust



Onderzoek naar de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking

SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER

OVAM

WWW.OVAM.BE

Onderzoek naar de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking

Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Onderzoek naar de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking

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 2015

8. *Trefwoorden*

Asbest, asbestcement, verwerking, golfplaten, leien

9. *Samenvatting*

In deze studie wordt de verspreiding van niet-hechtgebonden asbest die vrijgesteld wordt door verwerking van asbesthoudende buitenschiltoepassingen verder onderzocht aan de hand van vier verschillende veel voorkomende cases.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Peters Jan, Brabers Rob, Aerts Wim, Van Laer Jo, Berghmans Patrick

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)
Kleefmonstertest voor de evaluatie van de hechtgebondenheid van asbesthoudende materialen (Vito, 2016);
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>

INHOUD

1	Inleiding.....	5
1.1	Situering	5
1.2	Doelstelling	6
1.3	Uitvoering	6
2	Literatuurstudie	7
2.1	Asbesthoudende bouwmaterialen	7
2.2	Verspreiding van asbestvezels in het milieu	7
3	Meetopzet.....	9
3.1	Bemonsterings- en analysemethodes	11
3.1.1	Inspectie op asbestvezel van gesedimenteerd binnenstof	11
3.1.2	Bepaling van vezelconcentratie in de binnenlucht	12
3.1.3	Bepaling van vezelconcentratie in regenwateropvang	15
3.2	Overzicht meet- en analysemethodes	17
3.3	Meetlocaties	18
3.4	Overzicht monsternamen	19
3.5	Omstandigheden voorafgaand en tijdens de bemonstering	19
4	resultaten	20
4.1	Case 1: Inwaai door dakvenster	20
4.2	Case 2: Inloop	21
4.3	Case 3: Interne verwerking	22
4.4	Case 4: Regenwateropvang	23
4.5	Samenvatting van de resultaten	24
5	Risicobeoordeling.....	25
5.1	Wetgevend kader	25
5.2	Risicobeoordeling	26
5.3	Humane risicoanalyse asbest (HRA asbest)	28
5.3.1	Risicobeoordeling asbest in de binnenruimte	28
5.3.2	Risicobeoordeling asbest in de regenwateropvang	33
6	Besluit.....	34
	Literatuurlijst	37
	Bijlage A	38

1 INLEIDING

1.1 SITUERING

Asbesthoudende buitenschiltoepassingen op gebouwen zijn alom tegenwoordig in het straatbeeld, voornamelijk onder de vorm van golfplaten en dak- en gevelleien. Deze materialen bestaan in oorsprong uit hechtgebonden asbestcement. Door verwerking wordt de cementmatrix aangetast waardoor de asbestvezels vrij komen en vrijgesteld worden naar de omgeving.

In de studie “Onderzoek naar de vrijstelling en de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking en gevelbekleding”, OVAM (2013) werd een geïntegreerd beoordelingstool op basis van kleef-, slib-, bodem-, water- en luchtbemonstering uitgewerkt die toelaat om de actuele en potentiële risico's te beoordelen die gekoppeld zijn aan verwerking van asbestcement. Belangrijke resultaten uit deze studie worden hieronder samengevat.

Voor golfplaten daken werd een stijgende vezelvrijstelling met toenemende ouderdom en verweringsgraad gemeten. Op kleefmonsters vanop verweerde golfplaten daken (> 30 jaar oud) werden significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest aangetroffen. In slibmonsters uit de dakgoot van golfplaten daken werden hoge concentraties niet-hechtgebonden asbest (vezels en bundels) aangetroffen.

Voor leien is de ouderdom en de verweringsgraad van de coating bepalend voor de vezelvrijstelling. Leien daken met sterk verweerde coating hebben een hoge asbestvezelvrijstelling (vergelijkbare hoeveelheden als bij sterk verweerde golfplaten). In de dakgoot van leien daken werd eveneens een geaccumuleerd niet-hechtgebonden asbest aangetroffen.

Er is een verspreidingsrisico van niet-hechtgebonden asbest vanop verweerde asbesthoudende dak- en gevelbedekkingen. De belangrijkste verspreidingsmechanismen zijn verwaaing vanop het dakoppervlak en afstroming met potentiële secundaire verspreiding vanuit het dakgootslib of de afdruiptzone o.a. door betreding en verplaatsing door mens en dier en verwaaing. Het belang van de verspreidingsmechanismen is zeer situatie-afhankelijk.

In deze studie wordt de verspreiding van niet-hechtgebonden asbest die vrijgesteld wordt door verwerking van asbesthoudende buitenschiltoepassingen verder onderzocht aan de hand van vier verschillende veel voorkomende cases. Deze vervolgstudie moet een meer specifieke risico-inschatting mogelijk maken van een aantal mogelijke actuele risico-situaties die voortvloeien uit de vaststellingen van het eerder uitgevoerde onderzoek.

1.2 DOELSTELLING

Deze studie heeft als doelstelling om de verspreiding van niet-hechtgebonden asbest via verschillende verspreidingsroutes beter in kaart te brengen door het uitvoeren van metingen. Hierbij gaat de aandacht zowel naar primaire als naar secundaire verspreidingsmechanismen. Onder primaire verspreidingsmechanismen wordt de verspreiding van niet-hechtgebonden asbest rechtstreeks vanop de dak- of gevelbekleding bedoeld. Secundaire verspreiding vindt plaats vanuit zones waar niet-hechtgebonden asbest accumuleert, bijvoorbeeld vanuit de afdruiptzone van een dak waar door betreding asbestvezels verder kunnen worden verspreid.

Er worden vier cases gedefinieerd:

- (1) Case inwaai naar binnenruimte: inwaai van asbestvezel uit dakbedekking en uit dak(goot)slib in de dakgoot via dakvenster, accumulatie in binnenruimte;
- (2) Case inloop naar binnenruimte: inloop van asbestvezel vanuit de afdruiptzone naar de binnenruimte;
- (3) Case interne verwerking: vrijstelling en verspreiding van asbestvezel uit asbesthoudend onderdak of asbesthoudende dakbedekking zonder onderdak;
- (4) Case regenwateropvang: aanwezigheid van asbestvezel in de regenwateropvang.

In de drie eerste cases wordt specifiek onderzoek gedaan naar de aanwezigheid van asbestvezels in binnenruimtes, waarbij verschillende verspreidingsmechanismen worden onderzocht: inwaai (primaire en secundaire verspreiding door wind), inloop (secundaire verspreiding door betreding) en verwerking (primaire verspreiding) (zie specifieke cases). In een vierde case wordt de aanwezigheid van asbestvezel in de regenwateropvang verder onderzocht.

Op basis van de meetgegevens wordt een risico-evaluatie gemaakt van deze cases. Hierbij worden de verspreidingsrisico's en humane blootstellingsrisico's voor de verschillende cases geanalyseerd.

1.3 UITVOERING

In een **eerste fase** wordt een literatuuronderzoek uitgevoerd naar meetgegevens van asbestvezelconcentraties in de binnenruimte en wateropvang, aansluitend bij de cases die voor deze studie gedefinieerd werden (Hoofdstuk 2). Voor een literatuuroverzicht in verband met vezelvrijstelling uit verweerd asbestcement wordt verwezen naar de studie "Onderzoek naar de vrijstelling en de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking en gevelbekleding", OVAM (2013).

In een **tweede fase** wordt het plan van aanpak gedefinieerd. De onderzoekscases worden beschreven, de meetstrategie wordt uitgewerkt en er wordt een selectie gemaakt van meetlocaties (Hoofdstuk 3). In **fase drie** wordt de bemonstering uitgevoerd en worden de stalen geanalyseerd (Hoofdstuk 4). In **fase vier** worden de resultaten verwerkt, getoetst en geduid, en wordt een risico-evaluatie voor mens en milieu uitgewerkt (Hoofdstuk 5).

2 LITERATUURSTUDIE

2.1 ASBESTHOUDENDE BOUWMATERIALEN

Tabel 1 geeft een overzicht van de meest voorkomende buitenschil toepassingen van asbestcement met beschrijving van uiterlijke kenmerken en richtwaarden voor de massapercentages aan asbest die hechtgebonden in deze producten voorkomt (CMA/2/II/C.2, 2011).

Product	Uiterlijk	Asbestsoort(en) en gehalte in massaprocenten
Asbestcement, vlakke plaat	Grijze vlakke plaat met diverse diktes, vaak een één kant een wafelstructuur en soms aan één kant een geëmailleerde of gespoten coating	10 % - 15 % chrysotiel Bij dikke platen soms 2 % - 5 % crocidoliet
Asbestcement, golfplaat	Grijze golfplaat in diverse diktes, vaak een één kant een wafelstructuur en soms aan één kant een geëmailleerde of gespoten coating	10 % - 15 % chrysotiel soms 2 % - 5 % crocidoliet
Asbestcement, daklei	Dunne vlakke plaat, 3 mm – 6 mm dik, aan één zijde gecoat	10 % - 15 % chrysotiel

Tabel 1: Overzicht asbesthoudende materialen met beschrijving van uiterlijke kenmerken en richtwaarde voor massapercentages aan asbest

2.2 VERSPREIDING VAN ASBESTVEZELS IN HET MILIEU

Door verwerking kan niet-hechtgebonden asbest eroderen uit asbestcement. Verschillende studies bevestigen significante vezelvrijstelling vanuit dak- en gevelbekleding (zie bv. literatuurstudie uit Peters et. al., 2013). De emissie via uitspoeling door regenwater is groter dan de emissie via de lucht (Tromp en Tempelman, 2007; Peters et. al., 2013).

Er zijn slecht een beperkt aantal studies waarin metingen in de binnenruimte werden uitgevoerd op locaties overeenkomstig de cases 1-3 die in deze studie gedefinieerd worden:

- (1) Case 1: inwaai naar binnenruimte;
- (2) Case 2: inloop naar binnenruimte;
- (3) Case 3: interne verwerking.

In Tromp en Tempelman (2007) wordt een overzicht gegeven van meetgegevens van TNO op verschillende locaties in Nederland en worden volgende conclusies getrokken.

Locatie	Toepassing	Asbestvezel-concentratie binnen	Asbestvezel-concentratie buiten	Concentratie in slib/water uit dakgoten	Concentratie monsters onder dak
Nijmegen, woningen (1995-98)	Gevel/dakleien, sterk verweerd, met dakgoten	< 300 veq/m ³ (12 metingen)	< 300 veq/m ³ (2 metingen)	Slib: 0,1-2% (4 monsters)	Geen besmetting (4 monsters)
Lelystad, woningen (1996-99)	Golfplaten, sterk verweerd, wel dakgoten	< 300 veq/m ³ (2 metingen) 230 veq/m ³ (1 meting) 990 veq/m ³ (1 meting)	< 300 veq/m ³	Slib: 5-10% 8x10 ⁷ v/g (5 monsters)	Slib rioolstelsel en afwatering sloten: 0,1-2%
Aalsmeer, veilinghal (1998)	Golfplaten dak, sterk verweerd, met dakgoten	< 300 veq/m ³ (11 metingen)	< 300 veq/m ³ (1 meting)	Slib: 1-5% (11 monsters) Regenwater: 320x10 ³ veq/L (6 monsters)	Spoor asbest (1 v/d 12 monsters)
Huizen, woningen (1995)	Gevel/dakleien, matig verweerd, met dakgoten	< 300 veq/m ³ (11 metingen) 160 veq/m ³ (1 meting)	< 300 veq/m ³ (2 metingen)		
Nijmegen, woningen (1994)	Gevel/dakleien, sterk verweerd, geen dakgoten	3500 (80 – 27000) veq/m ³ (1 meting)	< 300 veq/m ³ (2 metingen) 100 veq/m ³ (1 meting)	-	0,1 – 1 % asbest (5v/d 10 monsters)
Schijf, steenfabriek (2002)	Golfplaten dak, sterk verweerd, deels dakgoten	< 300 veq/m ³ (3 metingen)	< 300 veq/m ³ (3 metingen)	-	Grond afvoerputten regenwater: 2000 (80 – 6700) mg/kg (8 monsters)

In de binnenlucht van woningen met asbestcement dak- en gevelbeplating worden soms verhoogde asbestvezelconcentraties gemeten. Hierin moet onderscheidt worden gemaakt tussen asbestcement daken met en zonder dakgoot. In Lelystad zijn in woningen metingen uitgevoerd waarin een enkele keer asbest is aangetroffen met concentraties tussen de 230 – 990 vezelequivalenten/m³. Hier waren de asbestcement daken voorzien van dakgoten.

In Heerlen waar de woningen waren voorzien van asbestcement dak- en gevelleien zonder dakgoten zijn duidelijk hogere concentraties gemeten, met een gemiddelde van 3500 vezelequivalenten/m³ en een maximum van 27.000 vezelequivalenten/m³. Hieruit blijkt dat voor woningen zonder dakgoten, waarbij het uitgespoelde asbest direct op het trottoir terecht komt, asbestrestanten via inloop en inwaai naar binnen kunnen worden verplaatst. De mate waarin dit gebeurt is onder andere ook afhankelijk van de lengte van de looproute naar de voor- en achterdeur.

Ondanks de gestage emissie van asbest vanuit asbestcement daken zal het actuele blootstellingsrisico als gevolg hiervan veelal verwaarloosbaar zijn, zowel in binnen als buitenmilieu. Het uiteindelijke blootstellingsrisico hangt af van de specifieke situatie. Blootstelling in de buitenlucht kan, op basis van de vele metingen, vrijwel altijd als verwaarloosbaar worden beschouwd. In de gevallen waarin de asbestcement dak- en gevelplaten op gebouwen zijn geplaatst die zijn voorzien van intacte en goed functionerende dakgoten is de inloop en inwaai van asbestrestanten nihil en kan het blootstellingsrisico als verwaarloosbaar worden beschouwd. Echter, wanneer de asbestcement dak- en gevelplaten niet zijn voorzien van dakgoten of wanneer de dakgoten verstopt of lek zijn is een zeker potentieel risico aanwezig. Een actueel blootstellingsrisico ontstaat pas wanneer de uitgespoelde asbestrestanten zich bevinden in de directe inlooproute naar woningen toe (bijvoorbeeld op het trottoir). Dit effect is aangetoond bij woningcomplexen, waarin de woningen zijn voorzien van asbestcement golfplaten en/of dak- en gevelleien zonder dakgoten, waarbij asbestconcentraties zijn aangetroffen die het niveau van het VR significant overschrijden. In uitgespoeld regenwater (case 4: regenwateropvang) afkomstig van asbestcement dakplaten is een aantal keer het asbestgehalte bepaald (zie Tromp en Tempelman (2007) en referenties daarin). In Duitsland is een gehalte gemeten van 2 x 10⁶ vezels/L regenwater. In Aalsmeer is het gemeten gehalte iets lager, namelijk 0,3 (0,02 – 1,1) x 10⁶ vezels/L.

3 MEETOPZET

Er werden vier cases gedefinieerd waarvoor in deze studie een risicoanalyse wordt voorzien op basis van metingen. Elk van de vier cases zijn alom tegenwoordig, het betreft situaties die veelvuldig voorkomen in Vlaanderen.

Case 1: Inwaai via dakvensters

Dakvensters in verweerde daken kunnen ervoor zorgen dat asbestvezel in de binnenruimte (zolderkamer) terecht komt door inwaai. De asbestvezel kan rechtstreeks vanop het dakoppervlak opwaaien en zo de binnenruimte bereiken (verspreiding vanuit een primaire bron). Anderzijds kan niet-hechtgebonden asbest dat

gesedimenteerd is in de dakgoot door de wind opgewaaid worden en via het dakraam de binnenruimte bereiken (verspreiding vanuit een secundaire bron).

Er worden kleefmonsters en luchtmonsters genomen in de binnenruimte. De asbestvezelconcentratie die in de binnenruimte gemeten wordt geeft geen indicatie over de verspreidingsroute. De mate waarin de verspreidingsmechanismen (primaire versus secundaire) de aanwezigheid van asbest in de binnenruimte bepalen kan niet achterhaald worden via deze meetopzet. De asbestvezelconcentratie in de binnenruimte is de resultante van beide verspreidingsmechanismen.

Er is wel getracht in de proefopzet en de selectie van locaties om andere verspreidingsmechanismen zo veel mogelijk te elimineren. Enkel ruimtes waar een niet-asbesthoudend onderdak aanwezig is worden opgenomen in deze case. Vezelverspreiding door interne verwerking is dus een verspreidingsmechanisme dat in deze case uitgesloten wordt.

De vorm en positie van het dakraam t.o.v. het dakoppervlak en de dakgoot verschilt per locatie. Er werd 1 locatie geselecteerd met dakkapel, de drie andere locaties betreft dakramen in het vlak van de dakbedekking. De afstand tussen dakraam en de dakgoot verschilt tussen de meetlocaties (zie 3.3).

Case 2: Inloop vanuit afdruiptzone

Inlopen van asbestvezel vanuit de afdruiptzone van een dak zonder dakgoot naar binnenruimtes die gelegen zijn op het inlooptraject is een potentiële verspreidingsroute. In case 2 worden locaties geselecteerd waarvoor deze verspreidingsroute verder onderzocht wordt aan de hand van kleef- en luchtbemonstering. Uiteraard kunnen andere verspreidingsroutes in mindere mate ook een rol spelen (bijvoorbeeld inwaai). Uiteindelijk werd 1 locatie weerhouden, waar de bemonstering op verschillende tijdstippen herhaald werd. Op deze locatie is er afwatering van een golfplaten dak op verharde afdruiptzone. Toegang tot het gebouw loopt door de afdruiptzone. Locaties met een onverharde afdruiptzone aan de ingangszijde van een gebouw werden niet gevonden. Vezelaccumulatie in de onverharde afdruiptzone is significant terwijl vezels die op een verhard oppervlak terecht komen gemakkelijker verder verspreiden of afgevoerd worden.

Case 3: Interne verwerking

Interne verwerking van asbesthoudend materiaal kan leiden tot asbestvezel vrijstelling in de binnenruimte. In deze case worden drie locaties opgenomen met asbesthoudende dakbedekking (golfplaten) zonder onderdak, en één locatie met een asbesthoudend onderdak (menuiserie, installatiedatum voor 1980). Binnenshuis zijn verweringsprocessen veel beperkter, op geen enkel van de locaties werden visueel sporen van verwerking of schade aangetroffen.

De gebouwen met golfplaten dak zijn:

- 1 Chiro gebouw waar ook kinderopvang wordt voorzien. Dit gebouw is ongeveer 30m lang met 1 verdiep in de daknok. In de lokalen onder de nok is een onderdak voorzien, behalve in de stockage ruimte. In deze ruimte werd de bemonstering uitgevoerd. De ruimte wordt zelden betreed.
- 2 Een tuinhuis opgebouwd uit betonnen wandpanelen en golfplaten dak. Deze ruimte wordt niet verwarmd. Hier is regelmatig betreding (stockage materialen).
- 3 Een zolderkamer met asbesthoudend onderdak (menuiserie).
- 4 Hangar met wind doorlatende houten zijpanelen en golfplaten dak. Geen vloerverharding. De hangar wordt niet/nauwelijks gebruikt.

Case 4: Regenwateropvang

Afspoeling van asbestvezel tot in de regenwateropvang is een belangrijke verspreidingsroute (zie asbest concentratie slib uit regenwateropvang, Peters et. al., 2013). In deze case wordt nagegaan in welke concentratie asbestvezels voorkomen in de waterfractie van de regenwateropvang op basis van metingen vanop twee locaties.

3.1 BEMONSTERINGS- EN ANALYSEMETHODES

3.1.1 Inspectie op asbestvezel van gesedimenteerd binnenstof

Kleefmonsters (stripmonsters) worden gebruikt om de depositie van niet-hechtgebonden asbest te bepalen op oppervlakken. In VDI 3877 en NEN 2991 wordt een methodiek voorzien voor de bemonstering met kleefmonsters en de analyse van kleefmonsters met elektronenmicroscopie om de hoeveelheid niet-hechtgebonden asbestvezels per cm² te bepalen.

Bij de monsternamen wordt een stuk koolstoftape (stubs) aangebracht op het te onderzoeken oppervlak. Er wordt drie maal over de kleefband gewreven zodanig dat de losgetrokken stofdeeltjes aan de kleefband hechten. Het kleefmonster is dus een 1 op 1 monster, het stof wordt niet samen geveegd voor monsternamen. De hoeveelheid asbestvezels per cm² wordt vervolgens bepaald m.b.v. scanning elektronenmicroscopie (SEM). De analyse werd uitgevoerd door een geaccrediteerd labo volgens de norm VDI 3877.

Gezien het semi-kwantitatieve karakter van zowel de monsternamen als de analyse moeten de resultaten van deze bepaling als “indicatief” worden beschouwd en worden de telresultaten ingedeeld in vier klassen (Tabel 2).

(A) Volgens VDI 3877

Concentratie (aantal asbestvezels/cm ² oppervlak)	Weergave / klasse	Omschrijving
>500	++	zeer veel asbest aangetroffen
101 – 500	+	duidelijk asbest aangetroffen
1 – 100	+/-	sporen asbest aantoonbaar
0	-	geen asbest aangetroffen

(B) Volgens NEN 2991

Concentratie (aantal asbestvezels/cm ² oppervlak)	Weergave / klasse	Omschrijving
>1000	++	zeer veel asbest aangetroffen
100 – 1000	+	duidelijk asbest aangetroffen
1 – 100	+/-	sporen asbest aantoonbaar
< 10	-	geen asbest aangetroffen

Tabel 2: Indeling asbestbesmetting vanaf oppervlakken in klassen

In deze studie werd er per onderzochte locatie meestal drie, soms vier kleefmonsters genomen. De kleefmonsters werden op een goed bereikbare plaats genomen, bij voorkeur op plaatsen waar visueel stofdepositie werd vastgesteld (bv. langs wanden, in hoeken, vensterbank).

NEN 2991 geeft aan dat wanneer de resultaten van alle onderzochte monsters voor een bepaalde ruimte-eenheid uitsluitend de scores – (geen asbest aangetroffen) of +/- (sporen asbest aantoonbaar) aangeven, dat de bijdrage van deze bron dan als verwaarloosbaar wordt beschouwd. Bij het aantreffen van één of meer kleefmonsters in de klasse + of ++ wordt volgens de norm het aantal monsters rondom de ‘hot spot’ uitgebreid, en wanneer dit wederom leidt tot een significant aantal monsters in de categorieën + of ++ wordt hieraan dezelfde zwaarte toegekend als het aantreffen van visueel zichtbare asbestresten (indeling in categorie 1 ‘Sanering dringend noodzakelijk’ bij de inschatting van het potentieel risico). Volgens de VDI 3877-norm wordt aan elk kleefmonster een P-waarde toegekend. De gezamenlijke P-waarde bekomen door sommatie wordt afgetoetst aan een actiecriterium.

3.1.2 Bepaling van vezelconcentratie in de binnenlucht

De bepaling van asbestvezelconcentratie in de binnenlucht is gebaseerd op de Belgische norm NBN EN ISO 16000-7. De Nederlandse normen NEN 2990 en NEN 2991 beschrijven eveneens procedures voor de bemonstering van asbest in (binnen)lucht. Het toepassingsgebied van de normen is verschillend:

- NBN EN ISO 16000-7: uitvoeren van luchtmetingen om de concentratie aan asbestvezels vast te stellen in binnenomgeving;

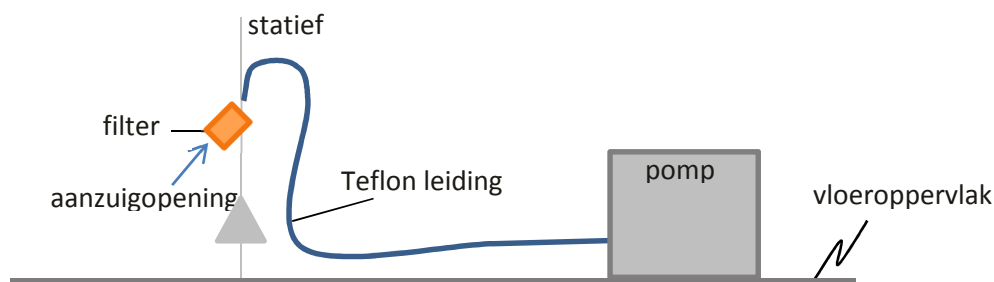
- NEN 2990: eindcontrole om vast te stellen of ruimtes na verwijdering of asbestsanering aan de opleveringseisen voldoen;
- NEN 2991: beoordeling van blootstellingsrisico's aan asbest voor gebruikers en derden in gebouwen onder normale gebruiksomstandigheden.

De luchtbemonstering is een actieve bemonsteringstechniek waarbij lucht door een filter wordt gezogen waarop stof en asbestvezels achter blijven:

- filter: goud gecoate polycarbonaatfilters met een poriëngrootte van $0,8\ \mu\text{m}$, diameter 25 mm;
- filter cassette: op statief gemonteerd op 1,5 m boven het vloeroppervlak;
- pomp: Tecora (geaccrediteerde meetinfrastructuur);
- aanzuigdebiet: $\pm 8\ \text{L/min}$;
- bemonsteringsduur: 2 uur (eerste metingen), 24 uur (grootste aantal metingen).

De luchtbemonstering werd als volgt uitgevoerd:

- twee bemonsteringssystemen opgesteld in de binnenruimte met aanzuigopening 45° naar beneden gericht, op ongeveer 1,5 m boven het vloeroppervlak;
- schets van het bemonsteringssysteem (foto in Bijlage):



Figuur 1: bemonsteringssysteem

- Voorbereiding ruimte
 - Case 1: dakraam waarlangs asbestvezel de binnenruimte kan binnendringen wordt gesloten bij aanvang van de bemonstering om aanvoer van buitenlucht te blokkeren. Deuren worden gesloten (afgesloten ruimte).
 - Case 2: inlooptraject wordt afgesloten tijdens de bemonstering.
 - Case 3: dakramen zijn niet aanwezig of worden niet opengezet. Deuren worden gesloten, de ruimte wordt afgesloten tijdens de bemonstering.
- Simulatie activiteiten:
 - Eén keer tijdens de bemonstering (bij aanvang): stof doen opwaaien door luchtwervelingen te genereren met waaier.
- Per bemonsteringsruimte wordt een situatieschets opgemaakt en worden een aantal parameters genoteerd (zie Bijlage).

- In dezelfde binnenruimtes waar de luchtbemonstering wordt uitgevoerd, worden ook kleefmonsters genomen van het (vloer)stof (zie 3.1.1). De bemonstering met kleefmonsters wordt steeds uitgevoerd vóór de stofopwaai bij aanvang van de luchtbemonstering.

De bepaling van de asbestvezel concentratie werd uitgevoerd d.m.v. een SEM analyse conform ISO 14966:2002. De analyses werden uitgevoerd door een geaccrediteerd labo.

In de SEM analyse wordt het aantal asbestvezels bepaald als de som van de concentratie van twee verschillende vezelklassen: (1) serpentijn asbest en (2) amfibool asbest. De totale concentratie aan asbestvezels (C) is de sommatie van de concentratie aan serpentine vezels (C1) en amfibool vezels (C2): $C = C1 + C2$. Er wordt geen weging toegepast voor de verschillende asbestsoorten.

De concentratie per vezelklasse (i, met i=1 of i=2) wordt bepaald als:

$$C_i = n_i / (N \cdot V_B)$$

waarbij n_i het aantal vezels van vezelklasse i voorstelt; N het totale aantal onderzochte beeldvelden en V_B het bemonsterde volume lucht per beeldveld (m^3). Het bemonsterde volume lucht per beeldveld wordt gegeven door:

$$V_B = (4 \cdot F_B \cdot V) / (\pi \cdot d_{eff}^2)$$

waarbij V het totaal bemonsterde volume is (m^3), F_B de oppervlakte van het beeldveld (mm), en d_{eff} de effectieve filterdiameter (mm).

Het 95% betrouwbaarheidsinterval wordt bepaald als $C_i^L = \lambda_L / (N \cdot V_B)$ en $C_i^U = \lambda_U / (N \cdot V_B)$ per vezelklasse i. Als n_i vezels uit klasse i geteld worden tijdens de SEM analyse, dan is er 95% kans dat de vezelconcentratie binnen de range $[C_i^L, C_i^U]$ ligt. De parameters λ_L en λ_U zijn de limieten van het 95% confidentie interval van de Poisson verdeling van het getelde aantal vezels.

De detectielimiet wordt gedefinieerd als de vezelconcentratie onder dewelke de werkelijke vezelconcentratie ligt wanneer er geen vezels gedetecteerd worden bij SEM analyse. De detectielimiet wordt bepaald door: (1) het aantal onderzocht beeldvelden, (2) de effectieve diameter van de filter, en (3) het bemonsterde volume lucht. De detectielimiet (E) wordt bepaald als:

$$E = 2,99 / (N \cdot V_B)$$

Er is dus een trade-off tussen detectielimiet en overbelading. Het bemonsterde volume heeft een rechtstreeks effect op de detectielimiet waarbij de detectielimiet lager wordt naarmate een groter volume lucht bemonsterd wordt. Een hoger bemonsterd volume betekent echter ook een hoger risico op overbelading.

Het merendeel van de luchtbemonstering werd uitgevoerd gedurende 24u bij 8 L/minuut. De detectielimiet bedraagt dan 88 v/m³ waarbij 1,12 mm² van het filteroppervlak onderzocht werd en 44 v/m³ wanneer 2,24 mm² van het filteroppervlak onderzocht wordt. Een aantal metingen werden uitgevoerd in een beperkter tijdsinterval van 2 uur bij 8 L/minuut. De detectielimiet voor deze metingen bedraagt 284 v/m³ met een onderzocht filteroppervlak van 4 mm².

De bemonstering van lucht d.m.v. een vaste meetopstelling zou in het beste geval over een lange periode (maanden, jaren) moeten plaatsvinden. De vrijstelling van asbest naar binnenlucht is geen constant proces en gebruik en onderhoud in binnenruimtes zal bovendien een invloed hebben op de hoeveelheid stof, desgevallend inclusief vrijgestelde asbestvezels, dat aanwezig is in de binnenruimte. De uitgevoerde luchtmetingen zijn hierdoor te interpreteren als “snap-shots”, i.e. concentratiebepalingen over beperkte tijdsduur die niet noodzakelijk representatief zijn op langere termijn.

De luchtmetingen worden gebruikt bij de risicobeoordeling (zie hoofdstuk 5) van het gebruik van de bemeten situaties. De luchtmetingen kunnen niet aangewend worden om de staat van de asbestmaterialen te bepalen (analoog aan stellingname FOD WASO, zie <http://www.werk.belgie.be/defaultTab.aspx?id=3400>). Daar wordt gesteld dat de staat van asbestcementdaken bij het opmaken van een inventaris en beheersprogramma eerst en vooral dient te gebeuren op basis van visuele inspectie. Luchtmetingen kunnen in deze beoordeling enkel een indicatie geven over de ernst van de toestand. Het is niet de bedoeling luchtmetingen te gebruiken om te bewijzen dat men onder de norm zit en dat de situatie asbestveilig is.

3.1.3 Bepaling van vezelconcentratie in regenwateropvang

Regenwaterputten -of tonnen bevatten naast regenwater ook aanzienlijke hoeveelheden slibsediment. De monsternamen uit regenwateropvangsystemen betreft de waterfractie. De inhoud van regenwaterputten en tonnen varieert tussen de 1000 en 10 000 liter, soms meer. De instroom in regenwaterputten bepaald hoeveel slib in suspensie gaat bij toevoer van regenwater, soms in een filtersysteem voorzien ter hoogte van de inlaat. De inlaat wordt bij voorkeur verlengd tot op de bodem om dan met een bocht van 180° het regenwater in de put te lozen. De regenwateropvangsystemen die in deze studie werden opgenomen beschikken niet over een filtersysteem waardoor het regenwater gefilterd wordt alvorens het in de regenwaterput geloosd wordt.

De bemonstering van de waterfractie werd uitgevoerd d.m.v. schepmonsters. Er werden vier waterstalen genomen per regenwaterput:

- twee stalen van de oppervlakte laag na droge periode (weinig sediment in suspensie);
- twee stalen na oproeren sediment. Door oproeren wordt mogelijks een worst-case scenario gehanteerd. Dit scenario is echter niet onrealistisch omdat er bij het oppompen van water en op momenten van regenwatertoevoer eveneens sediment in suspensie gebracht wordt.

Er werden geen slibmonsters genomen van het sediment in de wateropvang –eerdere studie heeft reeds aangetoond dat het slib van de regenwateropvang van asbesthoudende daken asbest bevat (Peters et. al., 2013).

De bemonstering van de waterfractie is deels gebaseerd op een EPA document (EPA-600/4-83-043) en wordt hieronder beschreven:

Staalname oppervlakte laag (heldere waterstalen)

- 1 Beker voor staalname:
 - niet-gebruikte, propere polyethyleen beker met schroefdop van 1 L;
 - spoelen met kraan water voorafgaand aan de bemonstering (2 maal)
- 2 Nemen van het schepstaal:
 - spoel de beker minimaal 2 maal met regenwater;
 - neem waterstaal ter hoogte van het wateroppervlak
- 3 Hoeveelheid schepstaal:
 - ongeveer 500 mL per staal
- 4 Bewaring en transport van het waterstaal:
 - er worden geen preservatieven toegevoegd aan het staal;
 - waterstalen worden bewaard onder gekoelde omstandigheden (5°C) om bacteriële en algengroei te beperken

Staalname na oproeren (sedimentrijke waterstalen)

- 1 Beker voor staalname:
 - niet-gebruikte, propere polyethyleen beker met schroefdop van 1 L;
 - spoelen met kraan water voorafgaand aan de bemonstering (2 maal)
- 2 Nemen van het schepstaal:
 - Regenwater wordt opgeroerd met stok.
 - Spoel de beker minimaal 2 maal met regenwater.
 - Neem waterstaal ongeveer 0,5 m onder het wateroppervlak door de beker omgekeerd tot op de gewenste diepte te brengen en dan te laten vollopen.
- 3 Hoeveelheid schepstaal:
 - Ongeveer 500 mL per staal.
- 4 Bewaring en transport van het waterstaal
 - Er worden geen preservatieven toegevoegd aan het staal.
 - Waterstalen worden bewaard onder gekoelde omstandigheden (5°C) om bacteriële en algengroei te beperken.

Analytische procedure

1 Heldere waterstalen:

	Methode 1	Methode 2
Analyse	25mL pippeteren van de bovenlaag Filtreren op goudfilter SEM analyse	Staal indampen bij 105 °C tot ong. 40 mL Gehele overgebleven monster filtreren over goudfilter SEM analyse
Detectielimiet	< 20 343 v/L	Afhankelijk van volume origineel watermonster, hier < 1 678 v/L

Methode 1 werd toegepast op alle heldere waterstalen. Methode 2 werd toegepast op 1 helder waterstaal.

2 Sedimentrijke waterstalen

	Methode
Analyse	Volledig monster indampen bij 105°C Residu kwantitatief overbrengen in kroesje 6 uur verassen bij 360°C (inspectie met stereomicroscop) Overbrengen residu in 100 ML demi water, homogeniseren 2 mL filtreren over goudfilter SEM analyse
Detectielimiet	Ongeveer 60 000 v/L
Analyse (natraject)	20 mL van het in demi water overgebrachte monster indampen op kamertemperatuur Kleefmonster nemen van residu SEM analyse

3.2 Overzicht meet- en analysemethodes

Afhankelijk van het type monster werd een specifieke analyseprocedure toegepast voor een kwantitatieve asbestvezelbepaling volgens de overeenkomstige norm (Tabel 3). De analyses werden uitgevoerd door een geaccrediteerd laboratorium.

Monster	Onderzoeksmethode	Referentie
Kleefmonster	Gesedimenteerd stof d.m.v. kleefmonsters	VDI 3877 NEN 2991
Watermonster	Kwantitatieve bepaling asbest met SEM	/
Luchtmonster	Kwantitatieve bepaling asbest m.b.v. SEM	NBN EN ISO 16000-7 , ISO 14966

Tabel 3: Overzicht onderzoeksmethode en referentie voor de verschillende monstertypes

3.3 MEETLOCATIES

De meetlocaties werden gekozen in twee regio's: (1) in de buurt van VITO te Mol, (2) in Mechelen en omgeving. Door bevraging van buurtbewoners en prospectie in de buurt werd een lijst opgemaakt van potentieel geschikte locaties samengesteld met foto's. Uiteindelijk werden in totaal 13 geschikte locaties weerhouden voor de verschillende cases. De adressen van meetlocaties worden uit privacyoverwegingen niet gerapporteerd. Er wordt gebruik gemaakt van logische benamingen van de verschillende meetlocaties. Een overzicht van de meetlocaties wordt gegeven In Tabel 4. Foto's van de meetlocaties zijn opgenomen in Bijlage.

	Dakbedekking	Datum bemonstering
Case 1: inwaai		
LOC1.1	Golfplaten	17/11/2014
LOC1.2	Golfplaten	30/06/2014
LOC1.3	Golfplaten	24/03/2015
LOC1.4	Leien	12/03/2015
Case 2: inloop		
LOC2.1	Golfplaten	16/12/2014
LOC2.2	Golfplaten	10/03/2015
LOC2.3	Leien	15/04/2015
Case 3: interne verwerking		
LOC3.1	Golfplaten zonder onderdak	30/06/2014
LOC3.2	Golfplaten zonder onderdak	30/06/2014
LOC3.3	Asbesthoudend onderdak (menuiserie)	14/03/2015
LOC3.4	Golfplaten zonder onderdak	17/03/2015
Case 4: regenwateropvang		
LOC4.1	Golfplaten	13/03/2015
LOC4.2	Leien	13/03/2015

Tabel 4: Overzicht meetlocaties

3.4 OVERZICHT MONSTERNAME

Een overzicht van de monsternames op elk van de 14 meetlocaties is gegeven in Tabel 5. In totaal werden er:

- 36 kleefmonsters en 25 luchtmonsters genomen op 11 locaties;
- 8 waterstalen uit de regenwaterput op 2 locaties

	kleef	water	lucht
Case 1a	3	-	4
Case 1b	3	-	2
Case 1c	3	-	2
Case 1d	4	-	2
Case 2a	3	-	2
Case 2b	5	-	2
Case 2c	3	-	2
Case 2d	3	-	2
Case 3a	3	-	2
Case 3b	3	-	2
Case 3c	3	-	2
Case 3d	3	-	3
Case 4a	-	2	-
Case 4b	-	2	-
Totaal	36	4	25

Tabel 5: Overzicht staalname op de meetlocaties

3.5 OMSTANDIGHEDEN VOORAFGAAND EN TIJDENS DE BEMONSTERING

De meteorologische omstandigheden hebben een effect op de vezelvrijstelling en de vezelverspreiding. Het heeft geen zin om de luchtbemonstering voor case 1 (inwaai) en case 3 (inloop) uit te voeren bij lange periode van neerslag wanneer de verspreidingsroute geblokkeerd is (dakramen gesloten, inlooptraject niet in gebruik). Ook kuisactiviteiten kunnen ervoor zorgen dat asbestvezels uit de ruimte verwijderd worden. De metingen moeten plaatsvinden in een worst case-scenario. Voor de vier verschillende cases betekent dit:

- **Case 1:** bemonstering na een droge en winderige periode waarbij het dakraam naar de zolderruimte (gedeeltelijk) opstaat. Met uitzondering van het dakraam blijft de zolderruimte gesloten. De zolderruimte wordt niet gekuist voor de bemonstering;
- **Case 2:** dakraam blijft gesloten (uitsluiten inwaai tijdens bemonstering);
- **Case 3:** bemonstering na een droge periode waarbij het inlooptraject frequent gebruikt wordt. Geen kuisactiviteiten voorafgaand aan de bemonstering;
- **Case 4:** de watermonsters werden genomen na een droge periode waardoor er weinig sediment in suspensie was en heldere stalen van de oppervlaktelaag genomen konden worden.

4 RESULTATEN

4.1 CASE 1: INWAAI DOOR DAKVENSTER

Resultaten van de bemonstering met kleefmonsters en luchtmonsters van locaties waar inwaai van asbestvezel vanop het dakoppervlak mogelijk is zijn gegeven in Tabel 6. De meeste stalen zijn negatief voor de kleefmonsters of beneden de detectielimiet voor de luchtmonsters. Er zijn twee uitzonderingen. Op locatie LOC1.2 werden in een luchtmonster asbestvezels teruggevonden in een concentratie van 100 v/m³ (95% betrouwbaarheidsinterval van [3 v/m³; 560 v/m³]). Op locatie LOC1.4 werden op één kleefmonster sporen van asbest aangetroffen (klasse +/-). Het kleefmonster werd genomen boven op een wandkast.

Locatie	Kleefmonsters		Luchtmonsters	
	Totaal asbest (v/cm ²)		Totale asbest concentratie (***) (v/m ³)	[ondergrens; bovengrens] (v/m ³)
LOC1.1	-	(*)	<	[0; 52]
	-		<	[0; 44]
	-		<	[0; 44]
	-		<	[0; 42]
LOC1.2	-	(**)	<	[0; 300]
	-		100	[3; 560]
	-			
LOC1.3	-	(**)	<	[0; 89]
	-		<	[0; 85]
	-			
LOC1.4	-	(**)	<	[0; 88]
	-		<	[0; 89]
	-			
	+/-			

Tabel 6: Overzicht resultaten case 1: Inwaai

(*)	Weergave concentratie asbestvezels (volgens NEN 2991)		
	Weergave	Aantal vezels/cm²	Omschrijving
	++	>1000	zeer veel asbest aangetroffen.
	+	100-1000	duidelijk asbest aangetroffen.
	+/-	10-100	sporen asbest aantoonbaar.
	-	<10	geen asbest aangetroffen.
(**)	Weergave concentratie asbestvezels (volgens VDI 3877)		
	Weergave	Aantal vezels/cm²	Omschrijving
	++	>500	zeer veel asbest aangetroffen.

+	101-500	duidelijk asbest aangetroffen.
+/-	1-100	sporen asbest aantoonbaar.
-	0	geen asbest aangetroffen.

(***) Nul-tellingen worden weergegeven als “<” (beneden detectielimiet). De detectielimiet is gelijk aan de bovengrens van het (1-zijdig) 95% betrouwbaarheidsinterval, zie laatste kolom.

4.2 CASE 2: INLOOP

Op geen van de kleeftmonsters werd asbest aangetroffen (Tabel 7). De asbestconcentratie in de binnenruimte is lager dan de detectielimiet. In een vorige studie (Peters et al., 2013) werden wel niet-hechtgebonden asbest waargenomen door inloop naar binnen. Het betrof hier een tuinhuis met afdruipt op niet verhard oppervlak. In de bodem van de afdruiptzone is er een accumulatie van niet-hechtgebonden asbest mogelijk. Dit is minder het geval bij verharde afdruiptzone waar het water snel wordt afgevoerd zoals op de locatie die bemonsterd werd in deze studie.

Locatie	Kleeftmonsters		Luchtmonsters	
	Totaal asbest (v/cm ²)		Totale asbest concentratie (*) (v/m ³)	[ondergrens; bovengrens] (v/m ³)
LOC2.1	-	(**)	<	[0; 89]
	-		<	[0; 89]
	-			
LOC2.2	-	(**)	<	[0; 86]
	-		<	[0; 87]
	-			
	-			
LOC2.3	-		<	[0; 88]
	-		<	[0; 88]
	-			

Tabel 7: Overzicht resultaten case 2: Inloop

(*) nul-tellingen worden weergegeven als “<” (beneden detectielimiet). De detectielimiet is gelijk aan de bovengrens van het (1-zijdig) 95% betrouwbaarheidsinterval, zie laatste kolom.

4.3 CASE 3: INTERNE VERWERING

Vier locaties werden geselecteerd om na te gaan of er asbest aangetroffen wordt uit interne verwerking: zolderruimte onder golfplaten zonder onderdak die zeer sporadisch betreden wordt en niet gekuist wordt; tuinhuis met golfplaten dak dat frequent betreden wordt; niet-gebruikte zolderkamer met asbesthoudend onderdak en een loods. Er werd asbest gemeten in de zolderruimte onder golfplaten dak die zeer zelden betreden wordt, zowel in het depositiestof als in de lucht. Mogelijks wordt dit asbest vrijgesteld door frictie in de zones waar golfplaten elkaar overlappen. De golfplaten vertoonden langs de binnenzijde geen verwerking of beschadiging. In soortgelijke situaties (tuinghuis en loods) werd geen asbest aangetroffen. Mogelijks is er hier ook vrijstelling door frictie, maar worden de vezels daarna secundair verspreid bij betreding of door de wind. In de ruimte onder asbesthoudend onderdak (volledig intact) wordt geen asbest aangetroffen in de lucht of in het depositiestof.

Locatie	Kleefmonsters		Luchtmonsters	
	Totaal asbest (v/cm ²)		Totale asbest concentratie (*) (v/m ³)	[ondergrens; bovengrens] (v/m ³)
LOC3.1	-	(**)	<	[0; 300]
	-		100	[3; 560]
	+			
LOC3.2	-	(**)	<	[0; 300]
	-		<	[0; 300]
LOC3.3	-	(**)	<	[0; 88]
	-		<	[0; 91]
LOC3.4	-	(**)	<	[0; 87]
	-		<	[0; 91]
	-		<	[0; 84]

Tabel 8: Case 3: Interne verwerking

(*) Nul-tellingen worden weergegeven als "<" (beneden detectielimiet). De detectielimiet is gelijk aan de bovengrens van het (1-zijdig) 95% betrouwbaarheidsinterval, zie laatste kolom.

(**) Weergave concentratie asbestvezels (volgens VDI 3877)

Weergave	Aantal vezels/cm ²	Omschrijving
++	>500	zeer veel asbest aangetroffen.
+	101-500	duidelijk asbest aangetroffen.
+/-	1-100	sporen asbest aantoonbaar.
-	0	geen asbest aangetroffen.

4.4 CASE 4: REGENWATEROPVANG

In de heldere waterstalen is de asbestconcentratie beneden de detectielimiet. In de sedimentrijke watermonsters is een duidelijke asbestcontaminatie meetbaar, zowel van chrysotiel als crocidoliet. De asbestconcentratie is hoger op de tweede locatie waar regenwater vanop een zeer sterk verweerd leien dak wordt opgevangen. Op de eerste locatie is de dakbedekking golfplaat met deels verweerde coating. Hier zijn de concentraties lager.

Heldere waterstalen

		Onderzocht filteroppervlak (mm ²)	Totaal volume (mL)	Totale asbestconcentratie (v/L)
4a	monster 1	2,24	25	< 20 343 (beneden detectielimiet)
4a	monster 2	2,24	25	< 20 343
4b	monster 1	2,24	25	< 20 343
4b	monster 2	2,24	25	< 20 343

Er werd een aanvullende analyse uitgevoerd op monster 4b(1) bij lagere detectielimiet:

		Onderzocht filteroppervlak (mm ²)	Totaal volume (mL)	Totale asbestconcentratie (v/L)
4a	monster 1	2,24	302	< 1 678 (beneden detectielimiet)

Sedimentrijke waterstalen

		Onderzocht filteroppervlak (mm ²)	Onderzocht volume (mL)	Gemeten serpentijn (v)	Gemeten amfibool (v)
4a	monster 1	2,24	2	0	0
4a	monster 2	2,24	2	0	1
4b	monster 1	2,24	2	5	72
4b	monster 2	2,24	2	5	33

		Onderzocht filteroppervlak (mm ²)	Totaal volume (mL)	Totale asbestconcentratie (v/L)	95% betrouwbaarheidsinterval	
					Ondergrens (v/L)	Bovengrens (v/L)
4a	monster 1	2,24	442	< 57 529 (beneden detectielimiet)	0	57 529
4a	monster 2	2,24	401	21 207	530	118 170
4b	monster 1	2,24	423	1 548 082	1 221 738	1 934 841
4b	monster 2	2,24	443	729 497	516 215	1 001 292

Er werd een aanvullende analyse uitgevoerd op basis van klee monsters van het monsterresidu:

		Onderzocht filteroppervlak (cm ²)	Chrysotiel	Crocidoliet	Totaal asbest
4a	monster 1	0,14	+/-	-	+/-
4a	monster 2	0,14	+/-	-	+/-
4b	monster 1	0,14	+/-	+	+
4b	monster 2	0,14	+/-	+	+

weergave	v/cm ²	omschrijving
++	> 1000	zeer veel asbest aangetroffen
+	100 - 1000	duidelijk asbest aangetroffen
+/-	10 - 100	sporen asbest aantoonbaar
-	< 10	Geen asbest aangetroffen

4.5 SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

→ Case 1: Inwaai door dakvenster

Vrijstelling van niet-hechtgebonden asbestvezels vanuit geërodeerde dakbedekking rechtstreeks naar de lucht is een minder belangrijke vrijstellingsroute dan vrijstelling naar water tijdens regenbuien. Desondanks is de inwaai van geërodeerde niet-hechtgebonden asbestvezels vanop verweerde asbesthoudende dakbedekking door dakramen een mogelijke verspreidingsroute, die bevestigd wordt door enkele metingen. De hoeveelheid aangetroffen niet-hechtgebonden asbest in de binnenruimte wel laag, zowel in het geaccumuleerde stof als in de lucht.

→ Case 2: Inloop

Resultaten geven aan dat de inloop van asbest vanuit de verharde afdruiptzone naar de binnenruimte geen aanleiding geeft tot verhoogde asbest concentratie in de binnenruimte. Ook in de afdruiptzone zelf werd geen niet-hechtgebonden asbest aangetroffen. Op de meetlocaties worden geërodeerde asbestvezels worden waarschijnlijk mee getransporteerd naar de regenwateropvang of oppervlaktewater zonder te sedimenteren in de afdruiptzone.

→ Case 3: Interne verwerking

Vezelvrijstelling vanuit onderdak of de onderkant van golfplaten naar de binnenruimte is verwaarloosbaar in wooneenheden. Locaties waar corrosieve binnenlucht aanleiding zou kunnen geven tot sterkere verwerking van asbestcement (bv. veestallen) werden niet bemonsterd in deze studie.

→ **Case 4: Regenwateropvang**

Er worden significante hoeveelheden asbest aangetroffen in de regenwateropvang. In de heldere fractie blijft de hoeveelheid asbestvezel beneden de detectielimiet. In de sedimentrijke watermonsters is een duidelijke asbestcontaminatie meetbaar, zowel van chrysotiel als crocidoliet.

5 RISICOBEOORDELING

5.1 WETGEVEND KADER

Lucht

Het KB van 16 maart 2006 betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan asbest (B.S. 23/3/2006) geeft een grenswaarde op van 0,1 vezel per cm^3 ($= 100\,000 \text{ v/m}^3$) voor vezels in de lucht berekend als tijdgewogen gemiddelde voor blootstelling van werknemers tijdens hun werk.

In het besluit van de Vlaamse Regering houdende maatregelen tot bestrijding van de gezondheidsrisico's door verontreiniging van het binnenmilieu van 11 juni 2002 wordt de interventiewaarde voor asbest bepaald op $0,1 \text{ v/cm}^3$ ($= 100\,000 \text{ v/m}^3$). De interventiewaarde is een meetbare grootheid die overeenkomt meteen maximaal toelaatbaar risiconiveau, dat behoudens in geval van overmacht, niet mag worden overschreden en bij overschrijding aanleiding geeft tot preventieve acties.

De kwaliteitseisen waaraan de luchtkwaliteit in het Vlaams Gewest (buitenlucht) moet voldoen is beschreven in Hoofdstuk 2.5. van Vlarem II. De milieukwaliteitsnormen voor lucht bepaalt de grenswaarde voor asbest emissies op 1000 v/m^3 als jaarlijks gemiddelde concentratie, met 5000 v/m^3 als maximaal gemiddelde concentratie over 24 u.

Water

Asbest is niet opgenomen in Bijlage 2 van Vlarem I Lozing van verontreinigende stoffen, prioritaire stoffen en gevaarlijke stoffen. In de milieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater (Hoofdstuk 2.3. Vlarem II) is asbest niet opgenomen.

5.2 RISICOBEOORDELING

Voor de beoordeling van de kleefmonsters wordt de Nederlandse norm NEN 2991 gebruikt. Deze norm kadert in de Nederlandse wetgeving i.v.m. risicobeoordeling van asbest-toepassingen. Er is geen Vlaamse of Belgische norm of code van goede praktijk die gebruik maakt van kleefmonsters voor de risicobeoordeling van asbesttoepassing.

NEN 2991 definieert drie risico categorieën voor de risicobeoordeling van asbesttoepassingen in dak- en gevelconstructies.

- **Categorie 1 ‘Sanering dringend noodzakelijk’**

In deze categorie bevinden zich niet-hechtgebonden asbesthoudende producten die een rechtstreeks dan wel een potentieel risico vormen. Bij het aantreffen van visueel zichtbare restanten niet-hechtgebonden asbest en/of het aantreffen van een hoeveelheid met microscopie bepaalde asbestvezels die de grenswaarde van 100 asbestvezels/cm² oppervlak overschrijdt wordt de rubriek ‘type asbesthoudend materiaal’ in categorie 1 ingedeeld (score 20) van het scoremodel (Regeling Bouwbesluit Materialen, 1998) waardoor de gebruikruimte in risicocategorie 1 of 2 uitsleutelt. Bij indeling in risicocategorie 1 wordt onmiddellijk een advies tot sanering uitgebracht.

- **Categorie 2 ‘Sanering of risicobeoordeling uitvoeren’**

In het ‘grijze gebied’ tussen de categorieën 1 en 3 dat resteert, worden voornamelijk verweerde asbestcementproducten aangetroffen waarvan risicoschatting nogal wordt beïnvloed door verschillen in interpretatie door verschillende inspecteurs. Bij aantreffen van hechtgebonden asbestcementproducten die slechts weinig beschadigingen vertonen, volgt indeling in categorie 3 en is het uitvoeren van metingen niet noodzakelijk. In het beschreven overgangsgebied is het zinvol om een meer uitgebreide risicobeoordeling volgens NEN 2991 uit te voeren. Hiertoe wordt de actuele blootstelling vastgesteld, en wordt een meer gedetailleerde inschatting gemaakt van potentiële risico’s. Bij indeling in categorie 2 moet een volledige risicobeoordeling volgens de norm worden uitgevoerd.

- **Categorie 3 ‘geen direct risico’**

Wanneer op basis van een inventarisatie en risico-inschatting indeling in categorie 3 volgt, zijn metingen in principe overbodig.

Een visuele inspectie op restanten asbesthoudend materiaal vormt een gevoelige indicator voor het inschatten van potentiële blootstelling. In situaties waarin dit onvoldoende zekerheid biedt geeft NEN 2991 aan om bijkomende kleefmonsters te nemen. Wanneer de resultaten van de onderzochte monsters uitsluitend uit – en +/- scores bestaat (zie Tabel 2) dan wordt de bijdrage van de bron als verwaarloosbaar beschouwd. Bij het aantreffen van één of meerdere monsters in de categorie + of ++ wordt het aantal monsters rondom de ‘hot spot’ uitgebreid. Wanneer dit wederom leidt tot een significant aantal monsters in de categorieën + of ++ volgt een risicobeoordeling in categorie 1.

In deze studie werden kleefmonsters genomen bij Case 1 Inwaai, Case 2 Inloop en Case 3 Interne verwerking.

		Klasse (hoogste)	Risico categorie NEN2991
Case 1	LOC1.1	-	1: geen direct risico
	LOC1.2	-	1: geen direct risico
	LOC1.3	-	1: geen direct risico
	LOC1.4	+/-	1: geen direct risico
Case 2	LOC2.1	-	1: geen direct risico
	LOC2.2	-	1: geen direct risico
	LOC2.3	-	1: geen direct risico
Case 3	LOC3.1	+	2: sanering of risicobeoordeling uitvoeren*
	LOC3.2	-	1: geen direct risico
	LOC3.3	-	1: geen direct risico
	LOC3.4	-	1: geen direct risico

* 1 van de drie monsters in klasse "+", overige in klasse "-".

Op locaties waar door inwaai asbest vezels uit verweerde dak materialen de binnenruimte zouden kunnen bereiken, werd op basis van de kleefmonsters geen direct risico vastgesteld. Resultaten geven aan dat er via het dakraam asbest vezel in de binnenruimte kan terecht komen, maar dat deze verspreidingsroute van ondergeschikt belang is. De locatie waar sporen van asbest in het depositionsstof werd aangetroffen (LOC1.4) betreft een niet actief gebruikte zolderkamer (stockage) die zelden gekuist wordt. De verspreidingsroute van asbest naar de binnenruimte via dakramen blijkt beperkt.

Op locaties waar door betreding afgespoelde asbest vezels vanuit de afdruiptzone naar de binnenruimte getransporteerd kunnen worden werden geen sporen van asbest aangetroffen in de binnenruimte. Er is geen direct risico verbonden aan het gebruik van de binnenruimte.

Voor zolderkamers zonder onderdak waar de golfplaten dakbedekking van binnenuit zichtbaar is, werd op 2 van de 3 locaties geen asbest vastgesteld in het depositionsstof. Op één locatie werd er wel duidelijk asbest aangetroffen. In deze ruimte wordt zelden gekuist waardoor asbest vezels over langere periode kunnen accumuleren. De ruimte wordt niet actief gebruikt. Interne verwerking zou voornamelijk plaats vinden op plaatsen waar golfplaten elkaar overlappen. Door wrijving tussen plaatmateriaal op die plaatsen zouden asbest

vezels kunnen vrijgesteld worden. Deze hypothese werd niet verder onderzocht. In de zolderkamer met asbesthoudend onderdak in goede staat werd geen asbest aangetroffen in het depositiestof. Er is geen direct risico naar blootstelling.

5.3 HUMANE RISICOANALYSE ASBEST (HRA ASBEST)

5.3.1 Risicobeoordeling asbest in de binnenruimte

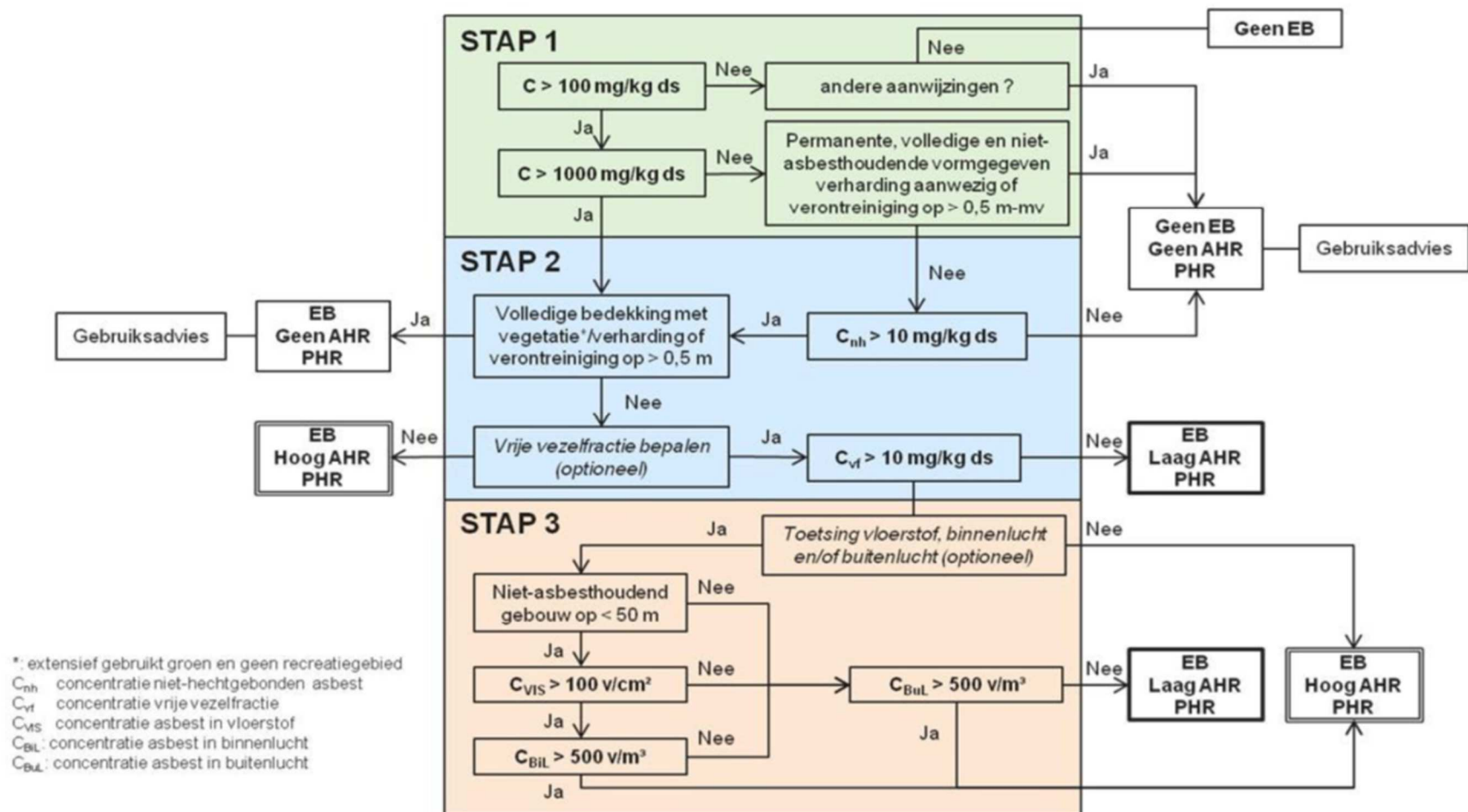
Het doel van de humane risicoanalyse is om voor een populatie de mate van blootstelling aan asbest in te schatten via een toetsing van asbestgehalten aan specifieke toetsingswaardes. De humane risicoanalyse asbest (Touchant et al., 2012, Figuur 2: Weergave stapsgewijze aanpak humane risicoanalyse (uit Touchant et al., 2012)) bepaalt aan de hand van drie stappen de actuele en potentiële risico's. Hieronder worden de drie stappen vereenvoudigd weergegeven, voor meer details wordt verwezen naar Touchant et al., 2012. Enkel stap 3 is bruikbaar in deze studie, voor cases 1-3.

Stap 1 is een aftoetsing van het gewogen asbestgehalte aan het criterium voor gevaarlijk afval (carcinogene stoffen) van 1000 mg/kgds en voor asbestvezels (gewogen concentratie, 100 mg/kgds). Ook de gebruiksvorm van de asbesthoudende laag, de asbestsoort, de bedekking en de activiteiten ter plaatste worden in rekening gebracht bij de risicobeoordeling in stap 1.

Stap 2 is gebaseerd op het al dan niet aanwezig zijn van niet-hechtgebonden asbestvezels in de oppervlakkige asbesthoudende laag en de vrije vezelfractie.

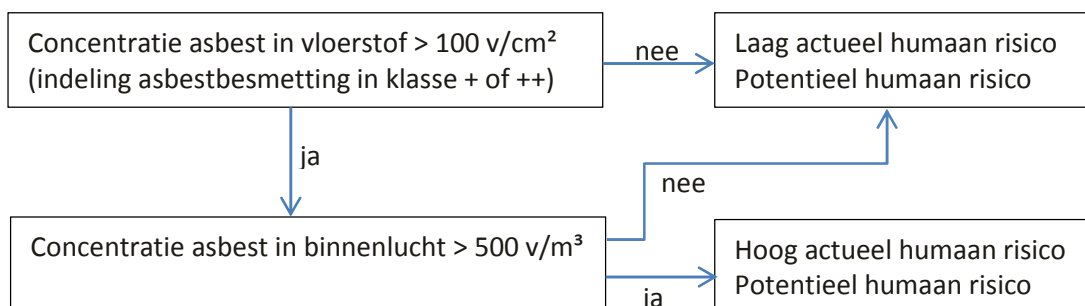
- Indien het totaal gewogen asbestgehalte gelegen is tussen 100 en 1000 mg/kgds en de concentratie niet-hechtgebonden asbestvezels lager is dan 10 mg/kgds, dan gaat er geen actueel en geen potentieel humaan asbestrisico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging.
- Indien het totale gewogen asbestgehalte groter is dan 1000 mg/kgds of indien het totale asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds en de concentratie niet-hechtgebonden asbestvezels groter is dan 10 mg/kgds, dan dient er nagegaan te worden of de asbesthoudende zone al dan niet volledig bedekt is met vegetatie en/of verharding:
 - Indien de asbesthoudende zone niet intensief betreden wordt en volledig bedekt is met vegetatie en/of verharding, dan gaat er geen actueel humaan risico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging maar wel een potentieel humaan risico.
 - Indien de asbesthoudende zone niet volledig bedekt is met vegetatie en/of verharding en de groenzones worden intensief betreden, dan wordt aangeraden om de vrije vezelfractie te bepalen volgens CMA/2/II.C.3. Indien deze fractie niet bepaald wordt, wordt verondersteld dat er een hoog actueel humaan risico en een potentieel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.
 - > Indien de vrije vezelfractie kleiner is dan 10 mg/kgds, dan gaat er een laag humaan risico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging en een potentieel humaan risico.
 - > Indien de vrije vezelfractie groter is dan 10 mg/kgds, dan wordt verondersteld dat er een hoog actueel humaan risico en een potentieel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

Stap 3 is een toetsing op basis van asbest in vloerstof, binnenlucht en buitenlucht. Volgende richtwaarden worden gehanteerd: 100 v/cm² voor gesedimenteerd vloerstof, 500 v/m³ voor binnenlucht en buitenlucht. De concentratie aan asbest in vloerstof kan erg variabel zijn en kan een indicatie geven van de potentiële verspreiding van het asbesthoudend depositiestof. Wanneer er asbesthoudende materialen werden toegepast in het gebouw, kan de aanwezigheid van asbesthoudend vloerstof niet eenduidig worden toegeschreven aan oppervlakkige asbestverontreiniging.



Figuur 2: Weergave stapsgewijze aanpak humane risicoanalyse (uit Touchant et al., 2012)

Hoewel de HRA is opgemaakt voor bodemverontreiniging, kan Stap 3 gebruikt worden in deze studie voor Cases 1, 2 en 3. De toetsing van vrije asbestvezels in vloerstof werd uitgevoerd d.m.v. kleefmonster, de toetsing van vrije asbestvezels in de binnenlucht m.b.v. luchtbemonstering. Alle meetlocaties bevonden zich in onmiddellijke nabijheid van een potentiële asbest bron (dakbedekking, binnendak, afdruiptzone). Volgende beslissingsboom wordt doorlopen om de humane risicoanalyse te maken:

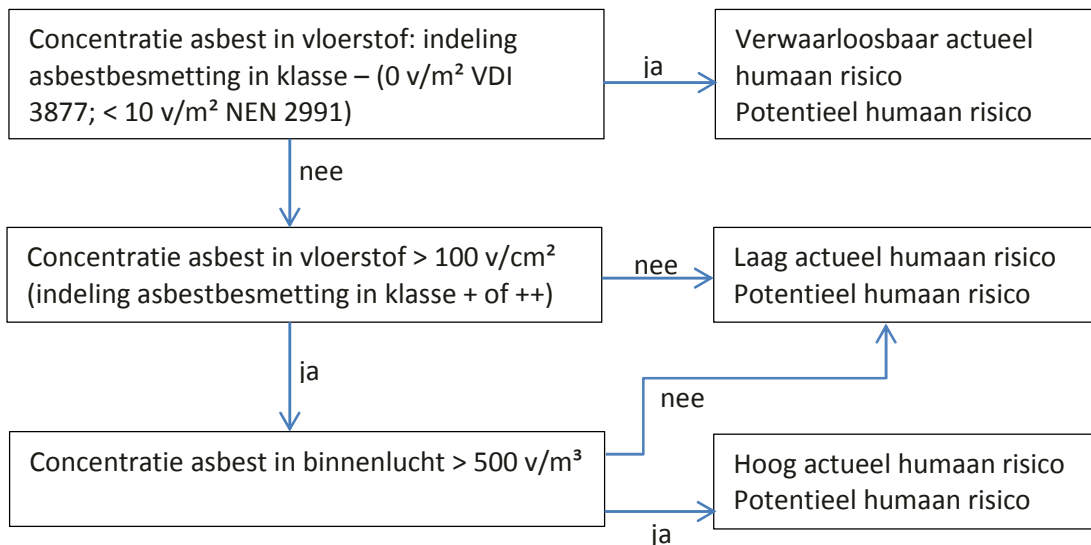


Figuur 3: Beslissingsboom voor humane risicobeoordeling

De concentratie asbest in de binnenlucht werd bepaald door enkele (meestal 2) simultane stationaire metingen uit te voeren in de onderzochte ruimte. De bemonstering liep gedurende enkele tot 24 uren. Hoewel deze bemonstering representatief is voor de bemonsteringsperiode, moet er toch een kanttekening geplaatst worden bij de (mogelijks) beperkte representativiteit van deze metingen op langere termijn. Bij gebrek aan uitgebreide meetreeksen over een langere periode wordt bij de risicoanalyse uitsluitend gebruik gemaakt van de luchtmetingen die in het kader van deze studie uitgevoerd werden. De resultaten van de risicoanalyse zijn daarom te interpreteren als een momentane inschatting.

Merk op dat de bepaling van asbest in het vloerstof en de binnenlucht simultaan werd uitgevoerd. Dit wil zeggen dat er voor locaties waar geen of weinig asbest in het depositiestof werd aangetroffen (klasse – of +/-) toch ook een binnenmeting werd uitgevoerd.

Het actueel risico wordt beoordeeld als “laag” of “hoog”. De risicoklasse “geen actueel risico” is niet van toepassing op stap 3 van voorgestelde humane risicoanalyse. De klasse “geen actueel risico” wordt in de humane risicoanalyse toegewezen indien er geen hoge asbestconcentratie aanwezig is in de bodem (< 100 mg/kg ds), de asbestverontreiniging zich diep onder het maaiveld bevindt (0,5 m) of de bodem volledig bedekt is met vegetatie of verharding. De beslissingsboom werd verder verfijnd voor de cases die in deze studie behandeld worden:



In elk van de cases is er steeds een potentieel humaan risico (Tabel 9). De aanwezigheid van asbesthoudend materiaal kan bij beschadiging, verdere verwerking, gewijzigde gebruiksomstandigheden etc. aanleiding geven tot verhoogde asbest vrijstelling en verspreiding naar de binnenruimte.

Case	Locatie	Kleefmonster	Binnenlucht (v/m³)	Potentieel humaan risico	Actueel humaan risico
Case 1	LOC1.1	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC1.2	-	100	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC1.3	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC1.4	+/-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
Case 2	LOC2.1	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC2.2	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC2.3	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
Case 3	LOC3.1	+	100	aanwezig	laag
	LOC3.2	-	<	aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC3.3	-	<	Aanwezig	verwaarloosbaar
	LOC3.4	-	<	Aanwezig	verwaarloosbaar

Tabel 9: Risicobeoordeling

Op één van de locaties waar de verspreiding door inwaai bestudeerd werd, werden sporen van asbest aangetroffen op een kleefmonster, beide luchtmonsters waren negatief. Het betreft een zolderkamer onder een sterk verweerd dak van asbest houdende leien (zelfde locatie als Mechelen.Lei.D uit OVAM, 2013). Op deze locatie is er een laag actueel humaan risico.

Op locaties waar het dak rechtstreeks afwatert op een verharde zone worden asbestvezels met het regenwater mee getransporteerd naar de afdruiptzone (zie OVAM, 2013). Na opdrogen van de afdruiptzone worden hieruit potentieel asbestvezels vrijgesteld door verwaaiing en betreding. Door betreding zouden

asbestvezels op die manier in de binnenruimte kunnen terecht komen. De resultaten geven aan dat deze verspreidingsroute niet bijdraagt tot verhoogde concentraties binnenshuis. Er werden geen asbestvezels teruggevonden op kleef- en in luchtmonsters van de binnenruimte. De bemonstering werd uitgevoerd op verschillende afstand tot de ingang, alle stalen waren negatief. Vermoedelijk worden vrije asbestvezels via het regenwater afgevoerd tot in de riolering/regenwateropvang via de verharde afdruiptzone. Op een van de locaties was hiervoor een goot op de grond voorzien. Het kleefmonster uit de goot was eveneens negatief.

Verspreiding vanuit een niet verharde afdruiptzone is waarschijnlijk wel een belangrijke verspreidingsroute. In een onverharde infiltratiezone kunnen asbestvezels accumuleren waardoor de concentraties hoger zijn. Echter, er werden geen locaties gevonden waar de ingang van het gebouw door een onverharde infiltratiezone liep.

Interne verwerking kan een verhoogde asbestconcentratie in de binnenruimte veroorzaken en een actueel humaan risico vormen. De locatie waar een laag actueel risico werd vastgesteld (positief kleef- en luchtmonster) is een zolderruimte die als opslagruimte gebruikt wordt. De zolderruimte wordt zeer zelden gekuist. Daardoor hebben vezels over lange periode kunnen accumuleren (positief kleefmonster depositiestof). Wanneer het stof in suspensie gaat zorgt dit voor asbestvezels in de binnenlucht. Opvallend is wel dat slechts 1 van de 3 kleefmonsters, en 1 van de 2 luchtmonsters positief zijn. De asbestverontreiniging is niet homogeen verspreid.

5.3.2 Risicobeoordeling asbest in de regenwateropvang

In de regenwateropvang worden significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest aangetroffen, voornamelijk wanneer er grote hoeveelheden sediment in suspensie zijn. In de heldere oppervlakte laag worden geen of zeer beperkte hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest aangetroffen.

Er is geen actueel humaan blootstellingsrisico op asbest vanuit de regenwateropvang onder normale omstandigheden.

Wel is er een verspreidingsrisico met daaraan gekoppeld secundaire humane blootstellingsrisico's. De verspreiding van asbestvezels uit de regenwateropvang kan op verschillende manieren verlopen:

- afvoer via overloop naar straat, en verder via gescheiden regenwaterafvoer naar oppervlaktewater of via de riolering naar waterzuiveringsinstallatie of oppervlaktewater;
- afvoer via gebruik van regenwater:
 - sanitaire toepassingen, wasmachine e.d.: afvoer met grijs water naar straat, en verder via riolering naar waterzuiveringsinstallatie of oppervlaktewater;
 - pompwater voor besproeien van (moes)tuin: infiltratie van het regenwater in de tuingrond.
- afvoer via slibafvoer uit de regenwateropvang bij reiniging.

Het actueel blootstellingsrisico bij secundaire verspreiding vanuit de regenopvang is verwaarloosbaar via de meeste afvoerkanalen (afvoer in natte fase). Wanneer het pompwater gebruikt wordt voor besproeiing kan er wel een accumulatie van niet-hechtgebonden asbest in de oppervlakkige bodemlaag plaats vinden. Hieruit kunnen door verwaaiing en betreding vezels vrijgesteld worden naar de lucht. Het blootstellingsrisico uitgaande van deze situatie varieert in functie van de asbestconcentratie in de bodem, de begroeiing, betreding, etc., maar is waarschijnlijk laag.

Op basis van de uitgevoerde metingen kan niet bepaald worden welke verspreidingsroute het belangrijkste is. Resultaten geven wel aan dat de asbestconcentratie in slib en sedimentrijk water zeer hoog is in vergelijking met helder water.

Tegenwoordig wordt regenwater gefiltreerd alvorens het in de regenwateropvang terecht komt of bij oppompen uit de regenwateropvang. Afhankelijk van de filterefficiëntie kunnen niet-hechtgebonden asbestvezels samen met ander sediment door de filter afgevangen worden. Deze filtersystemen zijn (meestal) afgesloten waardoor er geen direct risico is op humane blootstelling.

6 BESLUIT

Uit studies blijkt dat significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest worden vrijgesteld uit verweerde asbestdaken en gevels. De vrijgestelde asbestvezels kunnen zich verder verspreiden in het milieu, en kunnen een potentieel of actueel humaan risico vormen.

Deze studie gaat aan de hand van vier veel voorkomende situaties na of er verhoogde asbestconcentraties gemeten worden in binnenruimtes nabij asbesthoudende buitenschiltoepassingen. De vier cases omvatten:

- (1) Case inwaai naar binnenruimte: inwaai van asbestvezel uit dakbedekking en uit dak(goot)slib in de dakgoot dat via het dakvenster de binnenruimte bereikt en eventueel accumuleert;
- (2) Case inloop naar binnenruimte: inloop van asbestvezel uit de vanuit de afdruiptzone naar de binnenruimte;
- (3) Case interne verwerking: vrijstelling en verspreiding van asbestvezel uit asbesthoudend onderdak of asbesthoudende dakbedekking zonder onderdak;
- (4) Case regenwateropvang: aanwezigheid van asbestvezel in de regenwateropvang.

De vezelverspreidingsroute voor de eerste drie cases is via (secundaire) winderosie, voor case vier via watererosie.

Er werd gemeten op 13 locaties aan de hand van kleeftmonsters (min. 3 per locatie) en luchtbemonstering (min. 2 per locatie).

Volgende besluiten kunnen getrokken worden op basis van de metingen:

Case 1: Inwaai

In binnenruimtes onder dak met dakvenster werd op twee locaties niet-hechtgebonden asbest aangetroffen in de lucht en in het depositiestof. Niet-hechtgebonden asbest heeft via inwaai de binnenruimte bereikt. De gemeten asbestconcentratie in de lucht is wel laag, 50 keer lager dan de daggemiddelde grenswaarde voor omgevingslucht. In het geaccumuleerde stof werd op één van de vier locaties sporen van asbestvezels waargenomen. Aangezien de asbestconcentraties laag zijn gaat er geen actueel humaan risico uit van het gebruik van deze ruimtes. Er is wel een potentieel blootstellingsrisico.

Case 2: Inloop

Inloop vanuit de verharde afwateringszone resulteert niet in de aanwezigheid van asbestvezels in het vloerstof of een verhoogde asbestconcentraties binnenshuis. In de literatuur worden situaties beschreven waar dit wel het geval is. Hier spelen effecten van betreding (frequentie), accumulatie in de afdruiptzone (verharding, ruwheid oppervlak) een belangrijke rol. Resultaten zijn sterk afhankelijk van de lokale (gebruiks)situatie.

Case 3: Interne verwerking

Erosie vanuit het onderdak kan in bepaalde gevallen aanleiding geven tot asbestaccumulatie in het vloerstof en een (zwak) verhoogde asbestconcentratie in de lucht. Er gaat een potentieel humaan risico uit van dergelijke situaties. Aangezien de concentraties laag zijn is er een laag actueel humaan risico. In het merendeel van de onderzochte locaties wordt geen vrij asbest aangetroffen in het vloerstof en blijft de asbestconcentratie in de lucht beneden de detectielimiet. Er is geen actueel humaan risico verbonden aan het gebruik van deze ruimtes.

Case 4: Regenwateropvang

In de regenwateropvang worden significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest aangetroffen, voornamelijk wanneer er grote hoeveelheden sediment in suspensie zijn. In de heldere oppervlakte laag worden geen of zeer beperkte hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest aangetroffen. Er gaat geen actueel humaan blootstellingsrisico uit van deze situatie. Het is wel mogelijk dat niet-hechtgebonden asbest vanuit de regenwateropvang verder verspreid wordt, en hierdoor aanleiding geeft tot verhoogde asbestconcentraties in de lucht. Dit risico is verwaarloosbaar voor de meeste afvoerroutes via riolering of slibafvoer. Wanneer pompwater gebruikt wordt om de tuin te besproeien kan vrij asbest hier accumuleren in de oppervlakkige bodemlaag. Van hieruit zouden vezels vrijgesteld kunnen worden aan de lucht. Het blootstellingsrisico

uitgaande van deze situatie is sterk afhankelijk van de concentratie in de bodem, de begroeiing en betreding. Het blootstellingsrisico wordt als laag beoordeeld.

LITERATUURLIJST

CMA/2/II/C.2, 2011. Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemsaneringsdecreet. Asbest in gerecycleerde granulaten. Versie december 2011. Te raadplegen op www.emis.vito.be.

CMA/2/II/C.3, 2011. Compendium voor monsterneming en analyse in uitvoering van het Materialendecreet en het Bodemsaneringsdecreet. Asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen. Versie december 2011. Te raadplegen op www.emis.vito.be. Belgisch Staatsblad 13 maart 2013.

EPA-600/4-83-043, Chatfield, E.J. en Dillon, M.J.1983. Analytical method for the determination of asbestos fibers in water.

Touchant, K., Van Gucht, A., Van Gestel, G., 2012. Code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging, 69p.
<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/cache/off/pid/176?actionReq=actionPubDetail&fileItem=2898>

Peters, J., Brabers, R. en Berghmans, P., 2013. Onderzoek naar de vrijstelling en de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking en gevelbekleding, 76p.VITO-rapportnr. 2013/MRG/R/206.

Tromp en Tempelman, 2007. Oriënterend onderzoek naar de verspreiding van asbestvezels in het milieu vanuit verweerde asbestcement daken. TNO rapport, TR 2007/420, 10 p.

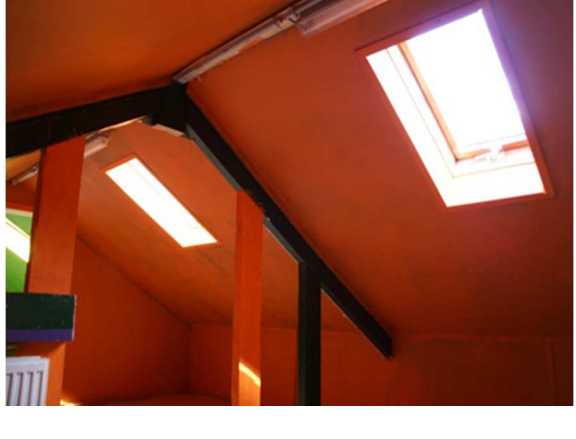
Bijlage A

Invulformulier bemonstering

Meetlocatie:	
Beschrijving meetlocatie:	
Oppervlakte ruimte:	L x B
Volume ruimte:	Inschatting op basis van L, B en gemiddelde H
Positie deuren en ramen:	korte beschrijving/schets
Plaats van staalname kleef/luchtmonsters:	korte beschrijving
Bemonstering start luchtbemonstering stop luchtbemonstering duur luchtbemonstering	
Filter type diameter (mm) poriëngrootte (µm)	effectief filteroppervlak (mm)
Pomp (type en nummer)	
Volume pomp start (m³) bemonsterd volume (m³) lekstroom (L/min)	stop (m³)
Debiet bij start (L/min)	Debiet bij stop (L/min)
Simulaties (beschrijving)	

Simulatie periodes (start en stop tijden)
Simulatieduur:
Opmerkingen

Foto's meetlocaties

LOC1.1			
LOC1.2			
LOC1.3			

LOC1.4		
LOC2.1		
LOC2.2	Idem als LOC2.1	
LOC2.3		

LOC3.1			
LOC3.2			
LOC3.3	/		
LOC3.4			
LOC4.1	Idem als Mechelen.golfplaat.C (zie OVAM, 2013)		
LOC4.2	Zelfde locatie als LOC1.4 (idem als Mechelen.lei.D, zie OVAM 2013)		