



Vlaanderen  
is materiaalbewust



## Onderzoek naar de vezelvrijstelling van asbest uit golfplaten naar het binnenmilieu in loodsen

SAMEN MAKEN WE  
MORGEN MOOIER

**OVAM**

[WWW.OVAM.BE](http://WWW.OVAM.BE)

**Onderzoek naar de  
vezelvrijstelling van  
asbest uit golfplaten naar  
het binnenmilieu in  
loodsen**

# Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Onderzoek naar de vezelvrijstelling van asbest uit golfplaten naar het binnenmilieu in loodsen

2. *Verantwoordelijke Uitgever*

Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Wettelijk Depot nummer*

4. *Aantal bladzijden*

23

5. *Aantal tabellen en figuren*

6. *Prijs\**

7. *Datum Publicatie*

1 juni 2016

8. *Trefwoorden*

Asbest, asbestcement, verwerking, golfplaten, daken, loodsen

9. *Samenvatting*

De hoeveelheid asbest die vrijgesteld wordt en de mate waarin de vezels zich in de ruimte verspreiden hangt af van de verweringsgraad en beschadigingen van het dakmateriaal, het type draagstructuur, de aanwezigheid van verwarming en ventilatie, en mogelijks nog andere factoren zoals de aanwezigheid van corrosieve atmosfeer die de verwerking van golfplaten langs binnenuit bevordert. In de helft van de onderzochte loodsen werd een duidelijke tot sterke asbestverontreiniging op de dakdraagstructuur vastgesteld. De grootste en meest homogeen verspreide verontreiniging met niet-hechtgebonden asbest in het depositiestof komt in een verwarmde loods met metalen dakstructuur.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Peters Jan, Berghmans Patrick, Aerts Wim, Baeyens Bart, Daems Jef, Van Laer Jo

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 verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking (Vito, 2015);

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>

# Inhoudsopgave

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Inleiding</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Meetopzet</b>                                      | <b>7</b>  |
| 2.1      | Selectie van loodsen                                  | 7         |
| 2.2      | Karakterisatie van de loodsen                         | 7         |
| 2.3      | Metingen asbest                                       | 11        |
| 2.3.1    | Kleefmonsters   | 11        |
| 2.3.2    | Luchtmonsters   | 12        |
| <b>3</b> | <b>Resultaten</b>                                     | <b>13</b> |
| 3.1      | Resultaten kleefmonsters                              | 13        |
| 3.1.1    | Spreiding op de meetresultaten                        | 15        |
| 3.2      | Resultaten luchtmonsters                              | 16        |
| 3.3      | Inschatting blootstellingsrisico                      | 20        |
| 3.3.1    | Categorie 1 "Sanering dringend noodzakelijk"          | 20        |
| 3.3.2    | Categorie 2 "Sanering of risicobeoordeling uitvoeren" | 20        |
| 3.3.3    | Categorie 3 "geen direct risico"                      | 20        |
| <b>4</b> | <b>Besluit</b>  | <b>23</b> |

# 1 Inleiding

De voorbije jaren werden een aantal studies uitgevoerd waarin de vrijstelling van niet-hechtgebonden asbestvezels vanuit asbesthoudende buitenschiltoepassingen werd onderzocht, zowel naar het buiten- als naar het binnenmilieu:

- Onderzoek naar de vrijstelling en de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking en gevelbekleding, studie in opdracht van OVAM, 2013 (Peters et al., 2013);
- Onderzoek naar de verspreiding van vezels vanuit verweerde asbesthoudende dakbedekking, studie in opdracht van OVAM, 2015 (Peters et al., 2015).

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. En ook in de afdruiptzone van daken zonder dakgoot werden significante concentraties aangetroffen in de bovenste bodemlaag.

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 geaccumuleerd niet-hechtgebonden asbest aangetroffen.

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

De verspreiding van niet-hechtgebonden asbest die vrijgesteld wordt door verwerking van asbesthoudende buitenschiltoepassingen werd verder onderzocht aan de hand van vier verschillende veel voorkomende cases (Peters, 2015):

- 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 vanop 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.

Op basis van deze cases werd een meer specifieke risico-inschatting gemaakt van een aantal mogelijke actuele risico-situaties die voortvloeien uit de vaststellingen van het eerder uitgevoerde onderzoek.

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 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.

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

Erosie vanuit het onderdak kan in bepaalde gevallen aanleiding geven tot asbestaccumulatie in het vloerstof en een (zwak) verhoogde asbestconcentratie in de omgevingslucht. 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.

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 besproeiing 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.

In deze studie wordt de interne vezelvrijstelling en verspreiding verder onderzocht, specifiek voor loodsen. Deze studieopdracht werd gemotiveerd door de waarneming dat vezelvrijstelling door interne verwerking werd vastgesteld in eerder onderzoek, en doordat golfplaten op loodsen een significant aandeel vertegenwoordigt van de huidige asbesthoudende buitenschiltoepassingen. Bovendien houdt de aanwezigheid van vrijgesteld niet-hechtgebonden asbest een blootstellingsrisico in.

## 2 Meetopzet

### 2.1 Selectie van loodsen

In principe kwamen loodsen met asbesthoudende golfplaten dakbedekking in aanmerking voor bemonstering. Echter, bij de definitieve selectie van de loodsen werd getracht om een zekere variatie te krijgen in het type loods dat bemonsterd werd. Zo werd er gekeken naar verwarming en ventilatie en het materiaal waaruit de dakdraagstructuur is opgebouwd:

- **Verwarming:** de hypothese is dat bij verwarmde loodsen het temperatuursverschil tussen binnen en buiten bijdraagt tot een thermische uitzetting van het dakmateriaal, waardoor frictie ontstaat wat vezelvrijstelling zou kunnen bevorderen;
- **Ventilatie:** de hypothese is dat ventilatie ervoor zorgt dat vrijgestelde asbestvezels homogener verspreid worden over de loods;
- **Materiaal** van de draagstructuur: hypothese is dat een metalen draagstructuur door thermische werking kan leiden tot verhoogde frictie ter hoogte van de aanhechtingspunten van de golfplaten, en dat dit effect minder speelt bij houten draagstructuren.

Er werden in totaal 8 loodsen bemonsterd. Een overzicht is gegeven in Tabel 1.

|         | Verwarming | Ventilatie | Draagstructuur |
|---------|------------|------------|----------------|
| Loods 1 | -          | -          | Metaal         |
| Loods 2 | -          | -          | Hout           |
| Loods 3 | +          | +          | Metaal         |
| Loods 4 | -          | -          | Metaal         |
| Loods 5 | +          | -          | Metaal         |
| Loods 6 | -          | -          | Metaal         |
| Loods 7 | -          | -          | Hout           |
| Loods 8 | -          | -          | Hout           |

Tabel 1: overzicht van de loodsen

### 2.2 Karakterisatie van de loodsen

De loodsen werden gekarakteriseerd op basis van een beschrijving van de loods en een beschrijving van de toestand m.b.t. het aanwezige depositionsstof. Hiertoe werden volgende invulformulieren gebruikt:

| Asbest in loodsen |  |
|-------------------|--|
| Datum en uur:     |  |
| Aanwezig:         |  |
|                   |  |

| Beschrijving van de loods   |  |
|---|--|
| Code loods:   |  |
|   |  |
| Asbesthoudende dakbedekking:<br>(gofplaat, lei, ander?) oriëntatie                          |  |
| Grondoppervlakte: hoogte (nok)  |  |
| Toestand langs buiten:<br>(beschadiging, verwerking) FOTO's                                 |  |
| Toestand langs binnen:<br>(beschadiging, verwerking) FOTO's                                 |  |
| Type onderdak: (geen,<br>plaatmateriaal, isolatiemateriaal, ...)                            |  |
| Karakterisatie draagstructuur<br>(spanten, houten constructie, ...)                         |  |
| Karakterisatie loods m.b.t.<br>wanden/deuren/ramen<br>(open/halfopen/gesloten) <sup>2</sup> |  |
| Ventilatiesysteem aanwezig? Type?   |  |
| Verwarmingssysteem aanwezig?<br>Type?   |  |
| Beschrijving toestand m.b.t. depositiestof  |  |
|   |  |
| Aanwezigheid depositiestof op vloer<br>(zeer veel, veel, weinig, geen)                      |  |
| Aanwezigheid depositiestof op de<br>draagstructuur (zeer veel, veel,<br>weinig, geen).      |  |

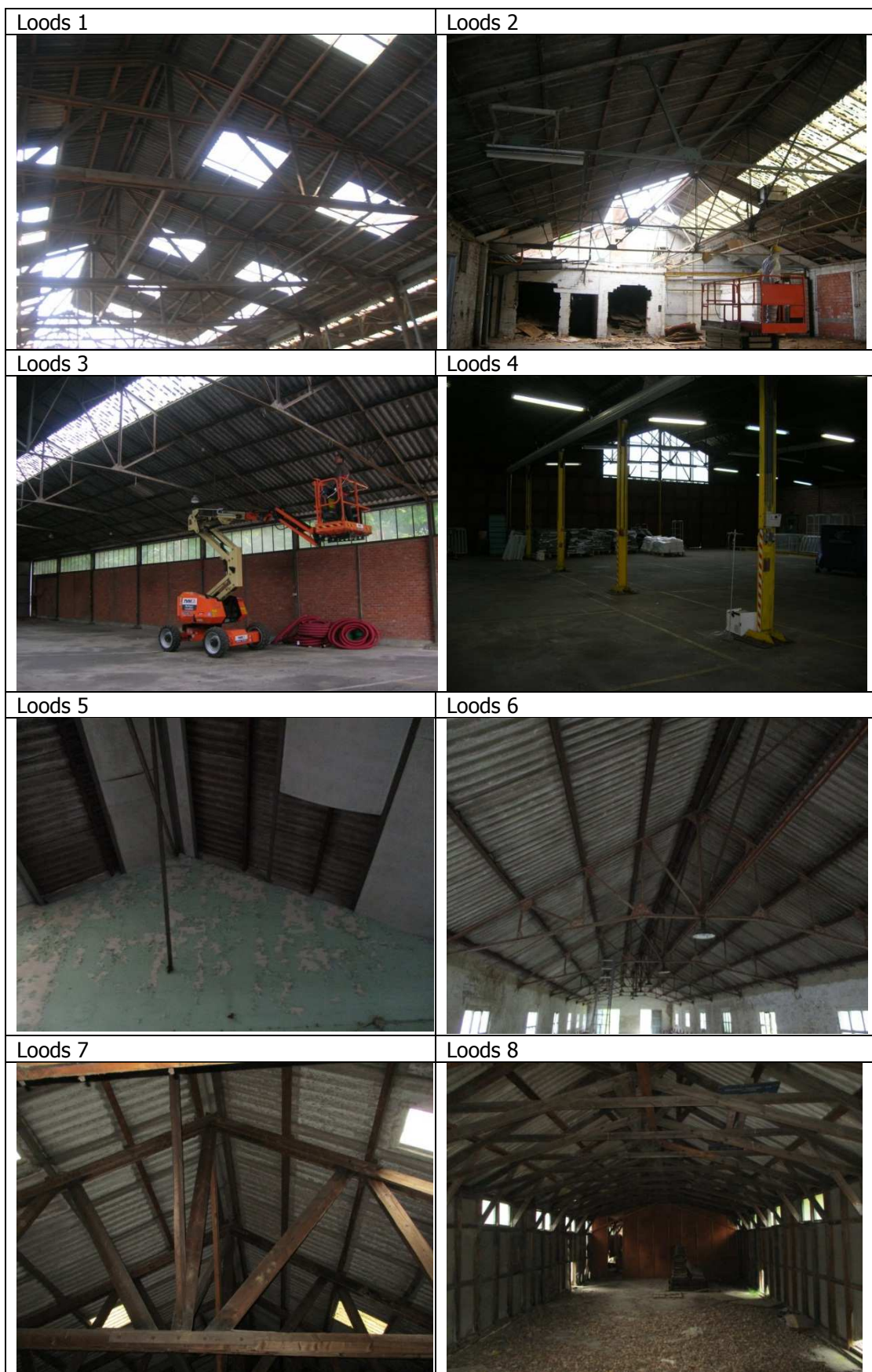
Een samenvattende beschrijving van de loodsen is gegeven in tabel 2. Foto's van de dakstructuren van de verschillende loodsen zijn gegeven in figuur 1.



|  | Loods 1                              | Loods 2                              | Loods 3                            | Loods 4                            | Loods 5                             | Loods 6                           | Loods 7                                  | Loods 8                               |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| Dakbedekking                                 | Golfplaat                            | Golfplaat                            | Golfplaat                          | Golfplaat                          | Golfplaat                           | Golfplaat                         | Golfplaat                                | Golfplaat ook wanden uit asbestcement |
| Grondoppervlakte                             | 130 x 22 m<br>(2860 m <sup>2</sup> ) | 50 x 15,3 m<br>(765 m <sup>2</sup> ) | 32 x 18 m<br>(576 m <sup>2</sup> ) | 32 x 18 m<br>(576 m <sup>2</sup> ) | 24 x 9,3 m<br>(223 m <sup>2</sup> ) | 40 x 8 m<br>(320 m <sup>2</sup> ) | 50 x (2x) 11 m<br>(1100 m <sup>2</sup> ) | 15,5 x 6,2 m<br>(96 m <sup>2</sup> )  |
| Hoogte (nok)                                 | 11 m                                 | ca 7 m                               | 7,3 m                              | 7,3 m                              | 6,2 m                               | 5,3 m                             | 6,3 m                                    | 4,4 m                                 |
| Toestand dak (buiten)                        | Verweerd                             | Verweerd                             | Verweerd                           | Verweerd                           | Verweerd                            | Verweerd                          | Verweerd                                 | Verweerd                              |
| Toestand dak (binnen)                        | Goed                                 | Goed, verwerking aan rand            | Goed, verwerking aan rand          | Goed, verwerking aan rand          | Verweerd                            | Geen beschadigingen               | Beschadigingen                           | Goed, beperkte beschadigingen         |
| Onderdak                                     | Geen                                 | Hout                                 | Geen                               | Geen                               | Vezelplaat                          | Geen                              | Geen                                     | Geen                                  |
| Draagstructuur                               | Hout                                 | Metaal                               | Metaal                             | Metaal                             | Metaal                              | Metaal                            | Hout                                     | Hout                                  |
| Openingen                                    | Grotendeels gesloten                 | Gesloten                             | Gesloten                           | Gesloten                           | Gesloten (wel ramen en deuren)      | Gesloten (wel ramen en deuren)    | Gesloten (kleine deur)                   | Gesloten (deur)                       |
| Ventilatie                                   | Geen                                 | Geen                                 | Aanwezig                           | Geen                               | Aanwezig, niet meer in gebruik      | Geen                              | Geen                                     | Geen                                  |
| Verwarming                                   | Geen                                 | Geen                                 | Aanwezig                           | Geen                               | Aanwezig, niet meer in gebruik      | Geen                              | Geen                                     | Geen                                  |
| Aanwezigheid depositiestof op vloer          | Zeer veel                            | Zeer veel                            | Veel                               | Veel                               | Zeer veel                           | Zeer veel                         | Zeer veel                                | Zeer veel                             |
| Aanwezigheid depositiestof op draagstructuur | Zeer veel                            | Zeer veel                            | Zeer veel                          | Zeer veel                          | Zeer veel                           | Veel                              | Veel                                     | Zeer veel                             |

**Tabel 2: overzicht beschrijving loodsen**

**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**



**Figuur 1: Foto's van de loodsen**

## 2.3 Metingen asbest

### 2.3.1 Kleefmonsters

Er werden kleefmonsters genomen van het depositiestof op de dakdraagstructuren (figuur 2). Kleefmonsters werden geanalyseerd op de aanwezigheid van asbestvezels m.b.v. SEM analyse conform NEN 2991:2015 en ISO 16000-27:2014 Indoor air -- Part 27: Determination of settled fibrous dust on surfaces by SEM (scanning electron microscopy) (direct method). Het verontreinigingsniveau wordt ingedeeld in vier klassen (verontreinigingsniveaus) op basis van het aantal asbeststructuren/cm<sup>2</sup>:

| Verontreinigingsniveau | Concentratie (# asbeststructuren/cm <sup>2</sup> ) | Omschrijving                                  |
|------------------------|--|---|
| -                      | 0  | Geen asbest aangetroffen                      |
| ±                      | 1-100  | Sporen asbest aangetroffen                    |
| +                      | 101-500  | Oppervlak duidelijk met asbest verontreinigd  |
| ++                     | >500   | Oppervlak zeer sterk met asbest verontreinigd |

Aanvullend werd ook het soort asbest bepaald: chrysotiel (Chr), Amosiet (Amo), Crocidoliet (Cro), Anthophylliet (Ant), Tremoliet (Tre), Actinoliet (Act). Bovenvermelde verontreinigingsniveaus worden gehanteerd voor de verschillende soorten asbest.

Per loods werden een aantal (4 tot 10) kleefmonsters genomen, telkens op een andere plaats, van het depositiestof op de draagstructuur (zie bv. figuur 2 met een afbeelding van een locatie van een bemonstering).



*Figuur 2: De bemonstering met kleefmonsters vanop de dakdraagstructuur*

### 2.3.2 Luchtmonsters

De bepaling van de asbestconcentratie in lucht werd uitgevoerd volgens de methode NBN EN ISO 16000-7: uitvoeren van luchtmetingen om de concentratie aan asbestvezels vast te stellen in de binnenomgeving. De goudfilters werden geanalyseerd m.b.v. SEM/EDX.

Tijdens de bemonstering werd de pomp en filter op een hoogte van ongeveer 1,5 m boven de vloer geplaatst. Er werd in drie loodsen een luchtbemonstering uitgevoerd (loods 2, 3 en 4). In één van de loodsen werd een luchtbemonstering uitgevoerd van beperkte duur waarbij de pomp en filter op de hoogwerker geplaatst werden tijdens het uitvoeren van de metingen ("persoonlijke bemonstering").

|   | Loods 2 | Loods 3 | Loods 4 |
|---|---------|---------|---------|
| Luchtmonster 1 (L1)                       | +       | +       | +       |
| Luchtmonster 2 (L2)                       | +       | /       | /       |
| Persoonlijke bemonstering* (L3)           | +       | /       | /       |
| * Op schaarlift (niet in ademhalingszone) |         |         |         |

Tijdens de luchtbemonstering werden de kleefmonsters genomen. Er werd geen simulatie opgezet om extra stof op te waaien. Tijdens de bemonstering in Loods 2 vonden saneringsactiviteiten plaats (verwijdering golfplaten). De persoonlijke bemonstering werd uitgevoerd van op de schaarlift die voor de dakverwijdering gebruikt werd door de saneerder.

## 3 Resultaten

### 3.1 Resultaten kleefmonsters

In vier van de acht loodsen wordt een duidelijke tot sterke verontreiniging van niet-hechtgebonden asbestvezels waargenomen in het depositiestof op de dakdraagstructuur (loodsen 2, 3, 4 en 5, tabel 3). In de vier overige loodsen (loodsen 1, 6, 7 en 8) zijn alle kleefmonsterstalen negatief (geen asbest aangetroffen in depositiestof). In deze loodsen werd geen asbest aangetroffen op de draagstructuur. In de helft van de onderzochte loodsen werd een duidelijke tot sterke asbestverontreiniging op de dakdraagstructuur vastgesteld.

| Soort asbest |     |     |     |     |     |     |               |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------|
| ID           | Chr | Amo | Cro | Ant | Tre | Act | Totaal asbest |
| Loods 1-1    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 1-2    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 1-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 1-4    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 1-5    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 1-6    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-1    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 2-2    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-4    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-5    | -   | -   | +   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 2-6    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-7    | +   | -   | -   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 2-8    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-9    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 2-10   | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 3-1    | ±   | -   | +   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 3-2    | -   | -   | +   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 3-3    | +   | -   | ±   | -   | -   | -   | ++            |
| Loods 3-4    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 3-5    | ++  | -   | ±   | -   | -   | -   | ++            |
| Loods 3-6    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 3-7    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 3-8    | ++  | -   | ++  | -   | -   | -   | ++            |
| Loods 3-9    | ++  | -   | +   | -   | -   | -   | ++            |
| Loods 3-10   | ++  | -   | ±   | -   | -   | -   | ++            |
| Loods 4-1    | -   | -   | ±   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 4-2    | ±   | ±   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 4-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 4-4    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 4-5    | +   | -   | ±   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 4-6    | ±   | -   | ±   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 4-7    | +   | -   | ±   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 4-8    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 4-9    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 4-10   | +   | -   | -   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 5-1    | +   | -   | -   | -   | -   | -   | +             |
| Loods 5-2    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 5-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 5-4    | ±   | -   | -   | -   | -   | -   | ±             |
| Loods 6-1    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 6-2    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 6-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 6-4    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 7-1    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 7-2    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 7-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 7-4    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 8-1    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 8-2    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 8-3    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |
| Loods 8-4    | -   | -   | -   | -   | -   | -   | -             |

**Tabel 3: overzicht resultaten kleefmonsters**

### 3.1.1 Spreiding op de meetresultaten

Per loods werden een aantal (4 tot 10) kleefmonsters genomen. De selectie van monsternamenpunten gebeurde op een stapsgewijze manier om de spreiding binnen de loods te garanderen. Het uiteindelijke monsternamenpunt werd willekeurig bepaald. Er zit een spreiding op de meetresultaten per loods. In de loodsen waar duidelijke tot sterke verontreiniging werd vastgesteld, zijn er ook (een aantal) kleefmonsters negatief (tabel 4).

|         | - | ± | + | ++ | Aantal monsters |
|---------|---|---|---|----|-----------------|
| Loods 1 | 6 | 0 | 0 | 0  | 6               |
| Loods 2 | 7 | 1 | 2 | 0  | 10              |
| Loods 3 | 1 | 2 | 2 | 5  | 10              |
| Loods 4 | 2 | 4 | 4 | 0  | 10              |
| Loods 5 | 1 | 2 | 1 | 0  | 4               |
| Loods 6 | 4 | 0 | 0 | 0  | 4               |
| Loods 7 | 4 | 0 | 0 | 0  | 4               |
| Loods 8 | 4 | 0 | 0 | 0  | 4               |

**Tabel 4: aantal resultaten -, ±, + en ++ voor de verschillende loodsen**

Dit is een indicatie dat de asbestverontreiniging niet homogeen verspreid is in het depositiestof op de draagstructuur. M.a.w. de verontreiniging kan vrij lokaal zijn, zonder zich sterk verder te verspreiden in de loods. Dit benadrukt het belang van het nemen van een voldoende representatief aantal kleefmonsters per locatie. In de normen ISO 16000-27:2014, VDI 3877 Blatt 1 en NEN2991:2015 is een tabel voorzien waarin het minimaal aantal te nemen monsters wordt opgegeven in functie van de vloeroppervlakte:

| Oppervlakte (m <sup>2</sup> ) | Aantal kleefmonsters |
|-------------------------------|----------------------|
| <30                           | 3                    |
| 30 – 100                      | 5                    |
| 100 – 500                     | 7                    |
| 500 – 1 000                   | 10                   |
| >1 000                        | >10                  |

Eenzelfde hoeveelheid herhalingen zou overgenomen kunnen worden voor de bemonstering van de draagstructuren. Het aantal herhaalde kleefmonsters die per loods genomen werden in deze studie is meestal beperkt lager, maar in dezelfde grootte-orde als het aantal herhalingen dat op basis van de grondoppervlakte van de loods bepaald kan worden op basis van bovenstaande tabel.

|         | Oppervlakte                                   | Op basis van bovenstaande tabel i.f.v. grondoppervlakte | Werkelijk genomen aantal |
|---------|---|---|--------------------------|
| Loods 1 | 2860 m <sup>2</sup>                           | >10   | 6                        |
| Loods 2 | 765 m <sup>2</sup>                            | 10  | 10                       |
| Loods 3 | 576 m <sup>2</sup>                            | 10  | 10                       |
| Loods 4 | 576 m <sup>2</sup>                            | 10  | 10                       |
| Loods 5 | 223 m <sup>2</sup>                            | 5   | 4                        |
| Loods 6 | 320 m <sup>2</sup>                            | 5   | 4                        |
| Loods 7 | 1100 m <sup>2</sup> (2 x 550 m <sup>2</sup> ) | >10   | 4                        |
| Loods 8 | 96 m <sup>2</sup>                             | 5   | 4                        |

#### 3.1.1.1 Materiaal draagstructuur

Er werden kleefmonsters genomen op houten en metalen dakgebinten. Er werd geen asbest teruggevonden op houten draagstructuren (3 loodsen). De loodsen waar niet-hechtgebonden asbest op de draagstructuren werd teruggevonden hebben allen een metalen draagstructuur. In

**Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** Onderzoek naar de vezelvrijstelling van asbest uit golfplaten naar het binnenmilieu in loodsen

één van de loodsen met metalen dakgebinte werd geen asbest teruggevonden op de draagstructuur. Op basis van deze resultaten lijkt de kans op asbestverontreiniging in loodsen met een metalen draagstructuur groter dan in loodsen met een houten draagstructuur. Een mogelijke verklaring hiervoor is het verschil in thermische werking van staal t.o.v. hout. Thermische krimp/uitzetting is veel groter in stalen structuren waardoor er meer frictie kan ontstaan in de dakbedekkingsmaterialen bv. ter hoogte van de aanhechtingspunten. Dit zou aanleiding kunnen geven tot verhoogde vrijstelling van asbest uit de dakbedekking.

|         | Aantal monsters | - | ± | + | ++ | Draagstructuur |
|---------|-----------------|---|---|---|----|----------------|
| Loods 1 | 6               | 6 | 0 | 0 | 0  | Hout           |
| Loods 2 | 10              | 7 | 1 | 2 | 0  | Metaal         |
| Loods 3 | 10              | 1 | 2 | 2 | 5  | Metaal         |
| Loods 4 | 10              | 2 | 4 | 4 | 0  | Metaal         |
| Loods 5 | 4               | 1 | 2 | 1 | 0  | Metaal         |
| Loods 6 | 4               | 4 | 0 | 0 | 0  | Metaal         |
| Loods 7 | 4               | 4 | 0 | 0 | 0  | Hout           |
| Loods 8 | 4               | 4 | 0 | 0 | 0  | Hout           |

### 3.1.1.2 Verwarming en ventilatie van de loods

Twee van de acht loodsen (loods 3 en 5) zijn verwarmde loodsen. De voorbije jaren werd loods 5 wel niet meer verwarmd. Verwarming kan op twee manieren een impact hebben op de vrijstelling en de verspreiding van asbest uit de dakbedekking:

- Door verwarming van de binnenruimte ontstaat er een thermische gradiënt in het dakmateriaal;
- Verwarming leidt tot een betere luchtcirculatie in de loods waardoor vrijgesteld niet-hechtgebonden asbest beter en verder verspreid kan worden in de loods.

Loods 3 werd actief verwarmd, ook op het moment van de bemonstering. In deze loods werd een zeer sterke asbestverontreiniging aangetroffen op de helft van de bemonsterde punten (5 van de 10). Op twee punten werd een duidelijke asbestverontreiniging vastgesteld, en op nog twee andere punten werden sporen van asbest aangetroffen. Eén van de 10 kleefmonsters was negatief, de overige negen kleefmonsters waren allen positief. Van alle loodsen waar asbestverontreiniging werd vastgesteld, lijkt de verontreiniging het meest homogeen verspreid te zijn in de verwarmde loods. De grootte van de asbestverontreiniging was ook het grootste in deze loods (de enige loods waar ++ kleefmonsters werden genomen). Door de beperkte grootte van de dataset is het moeilijk in te schatten of deze resultaten verder veralgemeend kunnen worden. Maar binnen deze studie kan besloten worden dat de grootste en meest homogeen verspreide verontreiniging met niet-hechtgebonden asbest in het depositiestof voorkomt in een verwarmde loods met metalen dakstructuur.

## 3.2 Resultaten luchtmonsters

Er werd een luchtbemonstering uitgevoerd in loodsen 2, 3 en 4 (figuur 3). Vier van de vijf luchtmonsters werden genomen op ongeveer 1,5 m boven de vloer. In loods 2 werd één monster (Loods 2 – L3) genomen vanop de schaarlift die gebruikt werd bij de verwijdering van golfplaten. De resultaten van de luchtbemonstering zijn gegeven in tabel 5.



|   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Loods 2 – L1</b></p>   | <p><b>Loods 2 – L2</b></p>  | <p><b>Loods 2 – L3 (</b></p>  |
| <p><b>Loods 3 – L1</b></p>  | <p><b>Loods 4 – L1</b><br/>         Geen foto beschikbaar, vergelijkbare opstelling als Loods 3 – L1</p>      |  |

*Figuur 3: Foto's van de luchtbemonstering in loods 2 en 3.*

In loods 2 werd in één van beide luchtmonsters op 1,5 m boven de vloer asbest teruggevonden (concentratie 340 v/m<sup>3</sup>), in het tweede monster werd geen asbest aangetroffen (concentratie < 54 v/m<sup>3</sup>). In het monster op de schaarlift werd geen asbest aangetroffen (< 700 v/m<sup>3</sup>), de detectielimiet lag hier wel hoger omdat hiervoor andere bemonsteringsapparatuur gebruikt werd en de bemonsteringsduur beperkt was. De meting wijkt af van de normmethode NBN T96-102 voor wat betreft de positionering van de filterhouder voor het uitvoeren van een persoonlijke monsterneming. Het monster werd niet genomen in de individuele ademruimte van de werknemer.

De gemeten concentratie van het positief staal (340 v/m<sup>3</sup>) is laag in vergelijking met de grenswaarde asbestvezels in de lucht van 100 000 v/m<sup>3</sup> op arbeidplaatsomgeving (Koninklijk besluit van 16 maart 2006 betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan asbest) en vond plaats tijdens saneringsactiviteiten.

In loods 3 en 4 was het luchtmonster negatief (concentratie < 99 v/m<sup>3</sup>).

|   | Loods 2                | Loods 3               | Loods 4               |
|---|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Luchtmonster 1 (L1)                       | 340 v/m <sup>3</sup>   | < 99 v/m <sup>3</sup> | < 99 v/m <sup>3</sup> |
| Luchtmonster 2 (L2)                       | < 54 v/m <sup>3</sup>  | /                     | /                     |
| Persoonlijke bemonstering* (L3)           | < 700 v/m <sup>3</sup> | /                     | /                     |
| * op schaarlift (niet in ademhalingszone) |                        |                       |                       |

Op basis van deze resultaten kan gesteld worden dat in loodsen waar asbest aanwezig is in het depositiestof op de dakdraagstructuur er niet noodzakelijk een verhoogde asbestconcentratie in de binnenlucht wordt waargenomen op vloerniveau (onder de heersende gebruiksomstandigheden). De vrijstelling van asbestvezels naar omgevingslucht is sterk afhankelijk van de heersende omstandigheden van temperatuur, luchtstroming en activiteiten. De gemeten asbestconcentratie in de binnenlucht is steeds ver beneden de grenswaarde van 100 000 v/m<sup>3</sup> voor arbeidsplaatsomgeving.

| ID           | volume lucht (m <sup>3</sup> ) | start            | duur (min) | debiet (L/min) | soort (vezels) | aantal (vezels) | conc. asbest (v/m <sup>3</sup> ) | 95% betrouwbaarheidsinterval concentratie |                                | Analysegevoeligheid |
|--------------|--------------------------------|------------------|------------|----------------|----------------|-----------------|----------------------------------|---|--------------------------------|---------------------|
|              |                                |                  |            |                |                |                 |                                  | ondergrens (v/m <sup>3</sup> )            | bovengrens (v/m <sup>3</sup> ) |                     |
| Loods 2 – L1 | 3,073                          | 25/05/2016 10:43 | 384        | 8              | serpentijn     | 0               | 0                                | 0   | 160                            | 54                  |
|              |                                |                  |            |                | amfibool       | 0               | 0                                | 0   | 160                            | 54                  |
|              |                                |                  |            |                | <b>totaal</b>  | <b>0</b>        | <b>0</b>                         | 0   | 160                            | 54                  |
| Loods 2 – L2 | 2,927                          | 25/05/2016 10:45 | 366        | 8              | serpentijn     | 6               | 340                              | 130                                       | 750                            | 57                  |
|              |                                |                  |            |                | amfibool       | 0               | 0                                | 0   | 170                            | 57                  |
|              |                                |                  |            |                | <b>totaal</b>  | <b>6</b>        | <b>340</b>                       | 130                                       | 750                            | 57                  |
| Loods 2 – L3 | 0,24                           | 25/05/2016 10:48 | 48         | 5              | serpentijn     | 0               | 0                                | 0   | 2100                           | 700                 |
|              |                                |                  |            |                | amfibool       | 0               | 0                                | 0   | 2100                           | 700                 |
|              |                                |                  |            |                | <b>totaal</b>  | <b>0</b>        | <b>0</b>                         | 0   | 2100                           | 700                 |
| Loods 3 - L1 | 0,947                          | 13/07/2016 8:35  | 118        | 8              | serpentijn     | 0               | 0                                | 0   | 300                            | 99                  |
|              |                                |                  |            |                | amfibool       | 0               | 0                                | 0   | 300                            | 99                  |
|              |                                |                  |            |                | <b>totaal</b>  | <b>0</b>        | <b>0</b>                         | 0   | 300                            | 99                  |
| Loods 4 – L1 | 0,954                          | 13/07/2016 8:35  | 119        | 8              | serpentijn     | 0               | 0                                | 0   | 300                            | 99                  |
|              |                                |                  |            |                | amfibool       | 0               | 0                                | 0   | 300                            | 99                  |
|              |                                |                  |            |                | <b>totaal</b>  | <b>0</b>        | <b>0</b>                         | 0   | 300                            | 99                  |

Tabel 5: overzicht resultaten luchtmonstering

## 3.3 Inschatting blootstellingsrisico

Voor de beoordeling van de kleefmonsters wordt de Nederlandse norm NEN 2991+C1 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, daarom werd NEN 2991+C1 gehanteerd.

In de norm NEN 2991+C1 staat een risicobeoordeling voor asbesttoepassingen in dak- en gevelconstructies beschreven. Bij de beoordeling van het potentiële risico worden drie categorieën onderscheiden (overgenomen uit NEN 2991+C1:2012):

### 3.3.1 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/cm<sup>2</sup> oppervlak overschrijdt wordt de rubriek ‘type asbesthoudend materiaal’ in categorie 1 ingedeeld (score 20) van het scoremodel (Regeling Bouwbesluit Materialen, 1998) waardoor de gebruiksruijme in risicocategorie 1 of 2 wordt ingedeeld. Bij indeling in risicocategorie 1 wordt onmiddellijk een advies tot sanering uitgebracht.

### 3.3.2 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.

### 3.3.3 Categorie 3 “geen direct risico”

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

Op basis van de kleefmonsterresultaten worden 4 van de 8 loodsen ingedeeld in risicocategorie 3 (geen direct risico, loodsen 1, 6, 7, 8) en 4 loodsen in risicocategorie 1 (sanering dringend noodzakelijk, loodsen 2, 3, 4, 5) (tabel 6). Het is niet uitgesloten dat de loodsen die nu in risicocategorie 3 worden ingedeeld op termijn bij bijkomende verwerking evolueren naar risicocategorie 1 (tabel 6).

Aanvullend wordt beoordeeld dat er steeds een potentieel humaan risico op blootstelling aan niet-hechtgebonden asbest in de binnenruimte van loodsen aanwezig is. Rekening houdend met de luchtmonsters wordt het actueel humaan blootstellingsrisico als laag beoordeeld.

Als besluit van deze analyse wordt gesteld dat een asbesthoudend golfplaten dak van een loods een potentiële bron kan zijn voor de verspreiding van niet-hechtgebonden asbest naar de binnenruimte. De hoeveelheid asbest die kan vrijgesteld worden en de mate waarin de vezels in de ruimte verspreid worden hangt af van het type draagstructuur, de aanwezigheid van verwarming en ventilatie, en mogelijks nog andere factoren zoals de aanwezigheid van een corrosieve atmosfeer die de vertering van golfplaten langs binnenuit bevordert. Aangezien er situaties zijn waar een significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest kan worden teruggevonden in het depositionsstof in loodsen, is er steeds een potentieel humaan risico aanwezig naar blootstelling. Onder de huidige normale gebruiksomstandigheden is het actueel humaan risico beperkt, aangezien de gemeten asbestconcentraties in de lucht beneden detectielimiet of (zeer) laag is. Wanneer er activiteiten zouden plaatsvinden die extra luchtturbulentie zouden veroorzaken, bestaat er een reëel risico dat vrije asbestvezels vanuit het depositionsstof in suspensie gaan in de binnenlucht, met een humaan blootstellingsrisico als gevolg.

|         | Aantal monsters | Concentratiegebied (max) | Risicobeoordeling |
|---------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| Loods 1 | 6               | -                        | Categorie 3       |
| Loods 2 | 10              | +                        | Categorie 1       |
| Loods 3 | 10              | ++                       | Categorie 1       |
| Loods 4 | 10              | +                        | Categorie 1       |
| Loods 5 | 4               | +                        | Categorie 1       |
| Loods 6 | 4               | -                        | Categorie 3       |
| Loods 7 | 4               | -                        | Categorie 3       |
| Loods 8 | 4               | -                        | Categorie 3       |

**Tabel 6: overzicht beoordeling risico op basis van kleefmonsters**

In de literatuur zijn methodes beschreven voor de conversie van depositie- naar luchtconcentratie. In theorie zou dan op basis van de kleefmonsters een inschatting kunnen gemaakt worden van de luchtconcentratie. De conversiefactoren kunnen echter zeer sterk variëren want deze zijn afhankelijk van de type depositionsstof, type oppervlak, luchtverplaatsing etc. Daarom concluderen zowel de Nederlandse GGD (Hegger et al., 2014<sup>1</sup>) als de Connecticut Academy of Science and Engineering (2005<sup>2</sup>) dat een conversie van asbest oppervlakteconcentratie naar luchtconcentratie niet representatief is (zie ook Stranger et al., 2016<sup>3</sup>). In deze studie werden er geen conversiefactoren bepaald. Gegeven de grote fout op de ingeschatte volumeconcentratie asbest in de lucht die door het gebruik van een vaste factor kan optreden wordt deze methode hier niet toegepast. Als alternatief wordt er verwezen naar de effectief uitgevoerde luchtmetingen en depositiemetingen, en de uitgevoerde risico-analyse op basis van deze resultaten.

<sup>1</sup> Hegger et al., 2014. GGD-richtlijn Medische Milieukunde. Gezondheidsrisico van asbest in woningen en publieke gebouwen. RIVM Rapport 2014-0047/2014.

<sup>2</sup> An Evaluation of asbestos exposures in occupied spaces. The Connecticut Academy of Science and Engineering. Department of Public Health, 2005.

<sup>3</sup> Stanger et al., 2016. Asbest: Conversie depositiestaal naar luchtstaal? Studie in opdracht van de OVAM.



## 4 Besluit

In deze studie werd onderzoek uitgevoerd naar de vezelvrijstelling van niet-hechtgebonden asbest uit golfplaten daken van loodsen en depositie van asbestvezels in het sedimentatiestof op de dakdraagstructuur. Hiertoe werden acht loodsen geselecteerd, en werd het depositiestof bemonsterd m.b.v. kleefmonsters. In drie loodsen werd tevens een luchtmonster genomen van de binnenlucht in de loods.

In vier van de acht loodsen wordt een duidelijke (100-500 v/cm<sup>2</sup>) tot sterke (>501 v/cm<sup>2</sup>) verontreiniging van niet-hechtgebonden asbestvezels waargenomen op de dakdraagstructuur. In de loodsen waar een significante tot hoge verontreiniging werd vastgesteld, zijn er ook (een aantal) kleefmonsters negatief. Dit is een indicatie dat de asbestverontreiniging niet homogeen verspreid is in het depositiestof op de draagstructuur en benadrukt het belang van het nemen van een voldoende representatief aantal kleefmonsters per locatie. Op basis van de kleefmonsterresultaten van deze beperkte steekproef, lijkt de kans op asbestverontreiniging in loodsen met een metalen draagstructuur groter dan in loodsen met een houten draagstructuur. Op basis van de meetresultaten kan besloten worden dat de grootste en meest homogeen verspreide verontreiniging met niet-hechtgebonden asbest in het depositiestof voorkomt in een verwarmde loods met een metalen dakstructuur.

Golfplaten daken van loodsen zijn potentiële bronnen van waaruit niet-hechtgebonden asbest kan verspreiden naar de binnenruimte. De hoeveelheid asbest die vrijgesteld wordt en de mate waarin de vezels zich in de ruimte verspreiden hangt af van de verweringsgraad en beschadigingen van het dakmateriaal, het type draagstructuur, de aanwezigheid van verwarming en ventilatie, en mogelijks nog andere factoren zoals de aanwezigheid van corrosieve atmosfeer die de vertering van golfplaten langs binnenuit bevordert. In loodsen waar significante hoeveelheden niet-hechtgebonden asbest wordt teruggevonden in het depositiestof is er steeds een potentieel humaan risico aanwezig naar blootstelling. Onder de huidige normale gebruiksomstandigheden tijdens de metingen is het actueel humaan risico beperkt, de gemeten asbestconcentraties in de lucht zijn beneden detectielimiet of (zeer) laag. Wanneer er activiteiten zouden plaatsvinden die extra luchtturbulentie zouden veroorzaken bestaat het risico dat vrije asbestvezels vanuit het depositiestof in suspensie gaan in de binnenlucht, met humaan blootstellingsrisico als gevolg.