

**Code van goede praktijk voor
oriënterend bodemonderzoek,
beschrijvend bodemonderzoek
en risicoanalyse voor
asbestverontreiniging**



**SAMEN MAKEN WE
MORGEN MOOIER**



**Code van goede praktijk
voor oriënterend
bodemonderzoek,
beschrijvend
bodemonderzoek en
risicoanalyse voor
asbestverontreiniging**



Documentbeschrijving

1. *Titel publicatie*

Code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging

2. *Verantwoordelijke Uitgever*

Danny Wille, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Wettelijk Depot nummer*

D/2012/5024/57

4. *Aantal bladzijden*

69

5. *Aantal tabellen en figuren*

8 tabellen – 5 figuren

6. *Prijs**

7. *Datum Publicatie*

juni 2012

8. *Trefwoorden*

asbest, bodemonderzoek, risico-analyse

9. *Samenvatting*

Asbest is in het verleden in Vlaanderen veel toegepast. Door bijvoorbeeld ongecontroleerde afbraakwerken kan asbest in de bodem terechtgekomen zijn. De bestaande onderzoeksstrategieën in de standaardprocedures oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek zijn niet geschikt voor bodemonderzoek naar asbest in bodem.

Begin 2012 werden twee ontwerpCMA's gepubliceerd, één voor de monsternamen (CMA/1/A.20) en één voor de analyse (CMA/2/II/C.3) van asbest in verharding-, funderings- en bodemlagen. In de CMA's wordt niet aangegeven hoeveel en welke asbestverdachte deellocaties en/of ruimtelijke eenheden onderzocht moeten worden in een oriënterend of beschrijvend bodemonderzoek. Deze code van goede praktijk beschrijft hoe het bodemonderzoek en de risico-evaluatie van bodemverontreiniging met asbest moet worden uitgevoerd.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Kaat Touchant (VITO), Annelies Van Gucht (OVAM), Griet Van Gestel (OVAM)

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

Annelies Van Gucht, Griet Van Gestel

12. *Andere titels over dit onderwerp*

Voorstel voor een bodemsaneringsnorm voor asbest

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

De meeste OVAM-publicaties kunt u raadplegen en/of downloaden op de OVAM-website: <http://www.ovam.be>

Inhoudstafel

	Woord vooraf	7
1	Inleiding	9
2	Termen en definties	11
3	Voorkomen van asbest in de bodem	15
4	Toxicologie van asbest	17
4.1	Gezondheidseffecten (atsdr, 2001)	17
4.2	Dosis-respons relaties	18
4.2.1	Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)	19
4.2.2	US-EPA	20
4.2.3	National research council	22
4.2.4	Hodgson et al. (2000)	22
4.2.5	Asbestos institute	23
4.2.6	Nederland	23
4.2.7	Vlaanderen	23
4.2.8	Samenvatting	23
5	Wetgeving met betrekking tot asbest	27
5.1	Inleiding	27
5.2	Bescherming van het milieu	27
6	CMA's van toepassing op asbest in bodem	33
6.1	Visuele inspectie en bemonstering	33
6.2	Asbestanalyse	33
6.3	Interpretatie asbestgehalten	33
7	Oriënterend bodemonderzoek asbest (obo asbest)	35
7.1	Uitzonderingsprocedure	35
7.2	Vastleggen van de te onderzoeken deellocaties per asbestverdachte zone	36
7.3	Interpretatie resultaten obo asbest	39
7.4	Noodzaak bbo asbest	39
7.4.1	Noodzaak tot nader onderzoek van een deellocatie	39
7.4.2	Noodzaak tot toepassen van het verkennend onderzoek op andere deellocaties	40
7.4.3	Noodzaak tot afperking van de asbestverontreiniging aan de hand van boringen	40
8	Beschrijvend bodemonderzoek asbest (bbo asbest)	41
8.1	Bepalen van de onderzoeksinspanning	43
8.2	Boorprogramma	43
8.3	Vastleggen aantal te onderzoeken ruimtelijke eenheden per deellocatie	44
8.4	Vastleggen aantal bijkomend te onderzoeken deellocaties	44
8.5	Interpretatie resultaten BBO-fase asbest	44
8.5.1	Interpretatie boringen BBO-fase asbest	45
8.5.2	Interpretatie asbestgehalten BBO-fase asbest	45
8.6	Noodzaak bijkomende BBO-fase asbest	45
8.7	Saneringsnoodzaak asbestverontreiniging	46
9	Risicoanalyse asbest (RA asbest)	47
9.1	Conceptueel site model asbest (CSM asbest)	47
9.1.1	Blootstellingsbronnen	48
9.1.2	Vrijstellings- en transportmechanismen	48
9.1.3	Getroffen media – bodem en lucht	49
9.1.4	Huidige en toekomstige bestemming/gebruik van de site	49
9.1.5	Huidige en toekomstige potentieel blootgestelde populatie (receptor)	49
9.1.6	Potentiële blootstellingroute	49
9.2	Verspreidingsrisicoanalyse asbest (VRA asbest)	51

9.3	Humane risicoanalyse asbest (HRA asbest)	54
9.3.1	Actueel versus potentieel asbestrisico	54
9.3.2	Stap 1 – toetsing op basis van totale asbestgehalten	55
9.3.3	Stap 2 – toetsing op basis van niet-hechtgebonden asbestfractie en “vrije” vezelfractie	55
9.3.4	Stap 3 – toetsing op basis van aanvullende metingen	56
9.4	Saneringsurgentie asbest (SU asbest)	57
9.4.1	Methodiek ter bepaling van urgentieklasse	58
Bijlage 1:	Lijst van tabellen	59
Bijlage 2:	Lijst van figuren	61
Bijlage 3:	Bibliografie	63

Woord vooraf

In 2011 werden voor asbest vier nieuwe CMA's opgesteld. Er werden twee CMA's opgesteld voor asbestverdachte verhardings-, funderings- en bodemlagen namelijk CMA/1/A.20 (Monsterneming asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen) en CMA/2/II/C.3 (Analyse asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen). Ook voor asbest in gerecycleerde granulaten werden twee CMA's opgesteld namelijk CMA/1/A.19 voor (Monsterneming asbest in gerecycleerde granulaten) en CMA/2/II/C.2 (Analyse asbest in gerecycleerde granulaten).

Naar aanleiding van deze CMA's diende hoofdstuk 8 van het protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging (OVAM, 2006b) geactualiseerd te worden. Omwille hiervan werd beslist om het protocol integraal te vervangen door een code van goede praktijk voor oriënterend onderzoek, beschrijvend onderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging.

In het oriënterend bodemonderzoek asbest (OBO asbest) en beschrijvend bodemonderzoek asbest (BBO asbest) wordt verwezen naar de CMA/1/A.20 (CMA Monsterneming asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen) voor het nemen van representatieve stalen voor asbestanalyse. Daarom wordt aangeraden om deze CMA (CMA/1/A.20) door te nemen alvorens een bemonsteringsstrategie uit te werken voor asbestonderzoek in het kader van een bodemonderzoek (OBO of BBO asbest). Stortplaatsen met asbestverdachte materialen maken geen deel uit van deze code van goede praktijk.

In het oriënterend bodemonderzoek asbest (OBO asbest) wordt in eerste instantie een voorstudie en een terreinbezoek uitgevoerd conform het verkennend onderzoek beschreven in de CMA/1/A.20. Vervolgens worden de asbestverdachte zone(s) aangeduid en worden deze ingedeeld in homogene deellocaties. Ook de wijze waarop zo'n deellocatie bemonsterd dient te worden, wordt beschreven in het verkennend onderzoek. Het vastleggen van het aantal te onderzoeken deellocaties wordt toegelicht in het OBO asbest. De bekomen asbestmonsters worden samen met het verslag van het veldwerk aangeboden bij het analyselaboratorium voor een asbestanalyse conform CMA/2/II/C.3. De analyseresultaten (asbestgehalten) worden gerapporteerd aan de eBSD. In het besluit van het OBO asbest wordt aangegeven of een beschrijvend bodemonderzoek asbest noodzakelijk is en welke onderzoeksinspanningen in het BBO uitgevoerd dienen te worden. Op basis van een toetsing aan de (gewogen) toetsingswaarde van 100 mg/kg ds wordt in het besluit van het OBO dus aangegeven of één of meerdere deellocaties verder onderzocht dienen te worden conform het nader onderzoek (CMA/1/A.20) en/of er nog andere onderzoeksinspanningen nodig zijn zoals het toepassen van het verkennend onderzoek op andere deellocatie(s) en/of het uitvoeren van boringen voor het afperken van de asbestverontreiniging.

De onderzoeksinspanningen gedefinieerd in het besluit van het OBO asbest, worden uitgewerkt en uitgevoerd tijdens de eerste fase van het beschrijvend bodemonderzoek asbest (BBO asbest). Op basis van de bekomen resultaten wordt telkens nagegaan of een bijkomende BBO-fase noodzakelijk is. Indien de asbestverontreiniging volledig afgeperkt is, dient nog beslist te worden of deze al dan niet gesaneerd dient te worden. Hiervoor dient een risicoanalyse asbest (RA asbest) uitgevoerd te worden. De urgentie van de sanering zal in de meeste gevallen bepaald worden op basis van de humane risicoanalyse.

1 Inleiding

In 2011 werden voor asbest vier nieuwe CMA's opgesteld. Er werden twee CMA's opgesteld voor asbestverdachte verhardings-, funderings- en bodemlagen namelijk CMA/1/A.20 (Monsterneming asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen) en CMA/2/II/C.3 (Analyse asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen). Ook voor asbest in gerecycleerde granulaten werden twee CMA's opgesteld namelijk CMA/1/A.19 voor (Monsterneming asbest in gerecycleerde granulaten) en CMA/2/II/C.2 (analyse asbest in gerecycleerde granulaten).

Omwille van het typische voorkomen en de eigenschappen van asbest, voldoen de huidige standaardprocedures voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risico-evaluatie niet en werd in 2006 reeds een protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbest opgesteld (OVAM, 2006b). Naar aanleiding van de CMA's die recent voor asbest werden opgesteld, moest hoofdstuk 8 van het protocol geactualiseerd worden. Omwille hiervan werd beslist om het protocol integraal te vervangen door een code van goede praktijk voor oriënterend onderzoek, beschrijvend onderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging. De hoofdstukken uit het protocol met betrekking tot het voorkomen van asbest in de bodem, de toxicologie van asbest en de wetgeving rond asbest werden niet herzien en werden integraal overgenomen in de code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging.

Volgens § 2.5 (Risico-inrichtingen en potentiële verontreinigingen) van de huidige standaardprocedure oriënterend bodemonderzoek (OVAM, versie oktober 2011) dient steeds nagegaan te worden of er ter hoogte van de onderzochte onderzoekslocatie een asbestrisico aanwezig is en dit op basis van de voorstudie (historiek) en/of op basis van visuele waarnemingen (visuele screening van het oppervlak/maaiveld van het terrein) – zie cursieve tekst hieronder.

Het is bovendien verplicht dat bij elk oriënterend bodemonderzoek ook naar de aanwezigheid van asbest wordt gezocht en dat daarover systematisch verslag wordt uitgebracht. Op basis van een algemene visuele screening van het terrein, de voorstudie en het opgeboorde materiaal besluit de bodemsaneringsdeskundige of de onderzoekslocatie al dan niet een asbestrisico kent. Als er asbest kan worden aangetroffen, wordt asbest beschouwd als verdachte stof op het terrein en wordt het asbest onderzocht zoals beschreven in het 'Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging'. Om te beslissen of asbest al dan niet een verdachte stof is voor de onderzoekslocatie, kan het nuttig zijn om hoofdstuk 4 van het protocol te raadplegen.

In geval van aanwezigheid van puin is het soms moeilijk om te bepalen of er asbestrisico is. Als de herkomst van het puin niet gekend is, wordt aangeraden om asbest op te nemen als verdachte stof daar het puin afkomstig kan zijn van bouw- en sloopafval van oude gebouwen. Als de herkomst van het puin wel gekend is, kan door de bodemsaneringsdeskundige gemotiveerd worden waarom asbest niet als een verdachte stof moet beschouwd worden.

Indien op basis van visuele waarnemingen van het oppervlak/maaiveld of van het opgeboorde materiaal (uitgevoerde boringen) tijdens het standaard OBO een asbestrisico werd aangeduid, wordt aangeraden om via analyse (polarisatiemicroscopie) te laten bevestigen dat alle aangetroffen asbestverdachte materialen (verschillende soorten/types asbestverdachte materialen) effectief asbesthoudend zijn alvorens de CGP asbest (Code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging) op te starten.

Dit wil zeggen dat de CGP asbest enkel toegepast dient te worden op onderzoekslocaties met een (reëel) asbestrisico met als doel de omvang van de asbestverontreiniging en de daaraan gekoppelde risico's af te leiden.

Alvorens een bemonsteringsstrategie uit te werken voor asbestonderzoek in het kader van een oriënterend bodemonderzoek (OBO asbest) of beschrijvend bodemonderzoek (BBO asbest), wordt aangeraden om de CMA/1/A.20 (Monsterneming asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen) door te nemen. In deze CMA/1/A.20 wordt immers aangegeven op welke wijze representatieve monsters voor analyse naar asbest worden bekomen ter hoogte van een asbestverdachte deellocatie (i.e. het verkennend onderzoek) en ter hoogte van een asbestverdachte ruimtelijke eenheid (i.e. het nader onderzoek).

De richtlijnen betreffende de visuele inspectie en bemonstering in het kader van het verkennend en nader onderzoek naar asbest worden in deze CMA/1/A.20 gedetailleerd toegelicht. In hoofdstuk 6 van dit document worden de verschillende stappen van het verkennend en nader onderzoek naar asbest kort aangehaald samen met een verwijzing naar de overeenkomende paragraaf van de CMA/1/A.20.

In de CMA/1/A.20 wordt niet aangegeven hoeveel en welke asbestverdachte deellocaties en/of asbestverdachte ruimtelijke eenheden onderzocht dienen te worden volgens respectievelijk het verkennend en nader onderzoek. Dit wil zeggen dat de eBSD in het kader van het oriënterend bodemonderzoek naar asbest (OBO asbest) dient vast te leggen hoeveel en welke deellocaties van een asbestverdachte zone onderzocht dienen te worden volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek. Op basis van de informatie bekomen tijdens het OBO asbest (i.e. de asbestgehalten van de onderzochte deellocaties en informatie over de ruimtelijke verdeling van asbest) wordt vervolgens beslist of een beschrijvend bodemonderzoek (BBO asbest) nodig is. In het BBO asbest wordt aangegeven hoeveel en welke al onderzochte deellocaties verder onderzocht dienen te worden volgens de bemonsteringsstrategie van het nader onderzoek en wordt aangegeven of nog niet onderzochte asbestverdachte deellocaties bijkomend onderzocht dienen te worden volgens het verkennend onderzoek. Deze beslissingen dienen door de eBSD gemotiveerd te worden in het besluit van het OBO asbest en worden uitgevoerd tijdens het BBO asbest. Op basis van de resultaten bekomen na afronding van het (gefaseerd) BBO asbest kan de ernst en omvang van de asbestverontreiniging geschat worden. Om te beslissen of een sanering van de asbestverontreiniging al dan niet noodzakelijk is, dient tevens een risicoanalyse asbest uitgevoerd te worden.

De code van goede praktijk voor oriënterend onderzoek, beschrijvend onderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging is als volgt opgebouwd. Hoofdstuk 2 verklaart enkele termen. Hoofdstuk 3 en hoofdstuk 4 besteedt aandacht aan respectievelijk het voorkomen van asbest en de toxicologie van asbest. Hoofdstuk 5 schetst de wetgeving. Deze 3 hoofdstukken werden integraal overgenomen uit het 'Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging' (OVAM, 2006b) en werden niet herzien. Hoofdstuk 6 beschrijft de CMA monsterneming asbest in asbestverdachte verhardings-, funderings- en bodemlagen (CMA/1/A.20). De richtlijnen voor het OBO asbest en BBO asbest worden beschreven in respectievelijk hoofdstuk 7 en hoofdstuk 8. De richtlijnen voor de risicoanalyse asbest worden toegelicht in hoofdstuk 9.

2 Termen en definties

Asbest

Asbest is een verzamelnaam voor een aantal door de natuur gevormde silicaatmaterialen die behoren tot de mineralogische groep van de serpentijn- en amfiboolmineralen die zijn uitgekristalliseerd in de zogenaamde asbestiforme vorm. Zij zijn daardoor gemakkelijk splijtbaar tot lange, dunne, flexibele sterke vezels wanneer ze vermalen of verwerkt worden. Men onderscheidt in hoofdzaak:

- serpentijnen (plaatvormige silicaten):
- **witte** asbest (**chrysotiel**) (CASnr. 12001-29-5), komt het meest voor (ca. 90 %) en is het meest hittebestendige type asbest. Chrysotielasbest zou het minst schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid;
- amfibolen (kettingvormige silicaten):
 - **blauwe** asbest (**crocidoliet**) (CASnr. 12001-28-4), is de gevaarlijkste vorm, vooral in spuitlagen gebruikt, komt volgens sommige bronnen ook in asbestcementplaten voor, doch veel minder frequent dan witte asbest. Blauwe asbest werd tot 1978 wel frequent in buizen van asbestcement aangewend;
 - **bruine** asbest (**amosiet**) (CASnr. 12172-73-5). Eveneens gevaarlijker dan witte asbest.

Daarnaast worden ook nog actinoliet (CASnr. 77536-66-4), anthofylliet (CASnr. 77536-67-5) en tremoliet (CASnr. 77536-68-6) als asbest beschouwd.

Asbesthoudend materiaal

Elk materiaal dat asbest bevat.

Asbestverdacht materiaal

Elk materiaal dat op basis van voorkennis en/of een beoordeling met het blote oog een zodanige hoeveelheid asbest bevat dat de geldende (gewogen) toetsingswaarde mogelijk wordt overschreden.

Hechtgebonden asbest

De asbestvezels zijn in deze producten hecht gebonden en ingesloten in de matrix. Het betreft een kwalitatieve factor die de binding aangeeft van de vezels met de matrix.

Voorbeelden:

- asbestcementproducten (plaat-, buis- en dakbedekkingmateriaal) die zich in goede of redelijke staat bevinden;
- asbesthoudende kunststoffen zoals vinylvloertegels ("colovinyl") en vensterbanken ("masal") die zich in goede of redelijke staat bevinden;
- asbesthoudende mastiek, coating en bitumen dat zich in goede of redelijke staat bevindt.

Niet hechtgebonden asbest (losgebonden asbest)

De asbestvezels zijn in deze producten niet of slecht ingesloten in de matrix.

Voorbeelden:

- isolatie van leidingen, ketels, tanks, brandkastdeuren e.d.;
- isolatie van oudere elektrische apparaten als ovens, broodroosters, strijkijzers e.d.;
- gespoten asbesthoudende materialen (spuitasbest e.d.);
- vinylvloerbedekking met asbesthoudende onderlaag;
- brandwerend board;
- zwaar verweerde asbestcementproducten.

Niet hechtgebonden asbest kent verschillende gradaties, van ongebonden asbest, zondermatrixmateriaal, tot slecht- en matig-gebonden asbest.

Vrije asbestvezels < 100 µm

Vrije asbestvezels < 100 µm zijn potentieel inadembare vezels, ook wel (ten onrechte) respirabele vezels genoemd. De vrije asbestvezels < 100 µm bepalen het actuele blootstellingsrisico aangezien alleen deze vezels ingeademd kunnen worden.

Vezelequivalent (veq)

Vanwege de verschillende veronderstelde effecten van de diverse vezeltypes zijn ten behoeve van de asbestconcentratienormen in het milieu equivalentiefactoren geformuleerd. Voor de vezels met een lengte > 5 µm wordt voor amfibolen een equivalentiefactor van 10 gehanteerd terwijl voor de serpentijnen (chrysotiel) een equivalentiefactor van 1 geldt. In Vlaanderen wordt deze indeling niet gevolgd. Het milieubeleid in Nederland is gericht op vermindering van de risico's van blootstelling aan asbest via de lucht tot in elk geval het maximaal toelaatbaar risiconiveau (MTR) van 100000 veq/m³ en, zo mogelijk tot het verwaarloosbaar risiconiveau (VR) van 1000 veq/m³.

Grenswaarde

Een normwaarde waaraan een berekende concentratie in een (deel)partij kan worden getoetst (bijvoorbeeld streefwaarde, interventiewaarde).

Onderlaag

De onderlaag is die bodemlaag die zich bevindt onder de bovenlaag en die normaal gesproken niet geroerd wordt door bewerkingen, zoals ploegen, omspitten of harken.

Bovenlaag

De bovenlaag is die bodemlaag die normaal gesproken geroerd wordt door bewerkingen, zoals ploegen, omspitten of harken; de laag kan in dikte variëren van ca. 5 cm tot maximaal 50 cm, maar is over het algemeen 20 cm – 30 cm diep.

Toplaag

De bovenzijde van een bodemlaag/partij. De toplaag wordt in dit protocol gedefinieerd als de bovenste laag van een partij die nog visueel geïnspecteerd kan worden; over het algemeen is deze laag 1 cm - 3 cm dik.

Mengmonster

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

Materiaalmatrix

Het materiaal waarin de asbestvezels zijn verwerkt, bijvoorbeeld cement, kunststof en bijgemengde stoffen.

Statische luchtmeting

Wanneer luchtmonsters op vaste meetpunten worden verzameld spreekt men van statische meting. Een voorbeeld van statische metingen zijn achtergrondconcentratie metingen. De pomp, die nodig is voor aanzuiging van de omgevingslucht, heeft een aanzuigdebiet van ca. 1 m³ per uur, waarbij het filter op een hoogte van ca. 1,5 meter wordt geplaatst (ademhoogte). Er wordt gedurende een langere tijd bemonsterd (3 – 8 uur) waaruit een week-, maand- of jaargemiddelde asbestconcentratie kan worden berekend.

Fase-contrast microscopie (FCM)

FCM is een lichtmicroscopische techniek waarmee o.a. vezels kunnen worden geteld bij fase-contrast belichting. Vezeltellingen worden uitgevoerd op membraanfilters, waarbij op een aantal willekeurige over het filteroppervlak gekozen beeldvelden de aanwezige vezelvormige deeltjes worden geteld. Door de geringe resolutie zijn vezels dunner dan 0,3 µm niet meer waarneembaar; ook de gevoeligheid (bepalingsondergrens) van de methode is beperkt (ca. 0,01 vezel/ml of 10.000 vezels/m³). Bovendien is het niet mogelijk om onderscheid te maken tussen verschillende asbestsoorten onderling en andere vezelvormige deeltjes.

Transmissie-elektronenmicroscopie in combinatie met röntgenmicroanalyse (TEM/RMA)

TEM/RMA is een methode voor de detectie en identificatie van vezels. Met TEM/RMA kunnen asbestvezels worden gekarakteriseerd op grond van morfologische kenmerken en elementsamenstelling. Daarnaast kunnen vezeltellingen worden uitgevoerd, waarbij op een aantal willekeurig over het filteroppervlak gekozen beeldvelden de aanwezige vezels worden geteld, gemeten en geïdentificeerd.

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

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

Stereomicroscop

Een lichtmicroscop waardoor het object met opvallend licht wordt bekeken via twee objectieven en oculairs, elk onder een iets afwijkende hoek bij vergrotingen van 10 tot 60 maal. Verschillende beeldpunten worden op het netvlies samengevoegd, hetgeen een stereoscopisch beeld geeft.

Vooronderzoek asbest

Het verzamelen van gegevens over bodemgesteldheid, vroegere en huidige gebruik van de locatie en de directe omgeving en de mogelijke oorzaken van de verontreiniging. Het vooronderzoek is onderverdeeld in een historisch onderzoek en archiefonderzoek en een locatiebezoek.

Verkennend onderzoek asbest

Een bodemonderzoek waarbij met een relatief geringe onderzoeksinspanning wordt nagegaan of de verdenking van asbestverontreiniging terecht is. Het verkennend onderzoek is onderverdeeld in een visuele inspectie en bemonstering van het maaiveld en de contactzone (laag tussen 0 en 0,7 m).

Nader onderzoek asbest

Een onderzoek voor het exact vaststellen van de aard, het gehalte, de omvang en de ruimtelijke verdeling van de asbestverontreiniging door middel van een systematisch inspectie- en monsternemingsprotocol.

Monster

Een portie materiaal dat geselecteerd werd uit een grotere hoeveelheid materiaal.

Greep

Een hoeveelheid materiaal die bij de staalname in één handeling uit de partij is genomen, maar voor analyse met andere grepen wordt samengevoegd tot een mengmonster.

3 Voorkomen van asbest in de bodem

Dit hoofdstuk werd integraal overgenomen uit het 'Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging' (OVAM, 2006b). Om de eBSD te helpen bij de beslissing of asbest al dan niet als een verdachte stof dient beschouwd te worden ter hoogte van de onderzoekslocatie werden data toegevoegd met betrekking tot het gebruik van asbest sinds 1935.

Asbestcementmaterialen werden vroeger algemeen gebruikt in de bouwsector in tal van constructietoepassingen zoals dakbedekking, isolatiematerialen en plaatconstructies, en dit bij zowel particuliere, commerciële als industriële bouwwerken. Door het veelvuldig gebruik van asbestcementmaterialen in de bouw is veel asbest, bijvoorbeeld omwille van onzorgvuldige sloop of via toepassing als verhardingsmateriaal voor wegen in de bodem terecht gekomen.

Vermoeden van asbest (data):

- 1945 asbest op grote schaal in de handel
- 1963-1980 : asbesthoudende vinylvloerbedekking
- 1976 : Europese richtlijn 76/769/EEG gebruik spuitasbest
- 1980: verbod van gebruik spuitasbest en gebruik crocidoliet (uitz buizen)
- Na 1983 : vrijwel geen materialen met niet-hechtgebonden asbest meer verkocht
- 1998: verbod gebruik asbest (BS 21.02.1998)
- 2005: totaal verbod op gebruik asbest in EU

Woningbouw	Grootschalig (bouw en renovatie)	Golfplaten/dakbedekking	1960-1998
	Overige	Isolatieplaten/vensterbanken	1960-1980
	Bedrijven	Therm. Isolatie/pakkingen	1900-1980
Overige gebouwen en objecten	Boerderijen	golfplaten/dakbedekking	1960-1998
	Specifieke gebouwen	Brandwerend (spuitasbest/board)	1955-1980
	Leidingen	Drinkwater/riolering	1935-1998
	Isolatie		1900-1980

De sanering van oudere woongebieden en industriële sites heeft geleid tot de sloop van oude gebouwen die asbesthoudende producten bevatten. Het ontbreken van een sloopbestek en de soms onzorgvuldige sloop van gebouwen heeft geleid tot een asbest verontreiniging van de bodem op deze sites. Het algemene hergebruik van bouw- en sloopafval (en uitgegraven grond) als vul- en ophogingsmateriaal heeft geleid tot vele bijkomende sites die verontreinigd werden met asbest van gronden afkomstig van gecontamineerde sites. Bijkomend zijn sites van voormalige asbestindustrieën (zowel productie als verwerking) soms sterk verontreinigd.

In praktijk komt asbestverontreiniging in bodem zowel voor in de bovenste laag aan het oppervlak, alsook in het bodemprofiel. De asbestverontreiniging komt voor zowel in de vorm van fragmenten van gebonden asbestmaterialen (cementmaterialen) als vezelbundels en vrije vezels van asbest. Een verontreiniging met asbest verspreidt zich niet onder invloed van bodemprocessen. Nadat het asbesthoudend materiaal is gestort zal deze op dezelfde plaats blijven, tenzij de grond wordt bewerkt (omspitten, omploegen, grondverzet).

Veelal is de bodembelasting met asbest diffuus aanwezig zonder een duidelijke afbakening in de vorm van ongebroken puin en/of puingranulaat waarbij de verontreiniging (in dit geval stukjes asbestcement) een heterogeen voorkomen heeft op niveau van de monsterneming.

In het algemeen kan gesteld worden dat het probleem van asbest in bodem potentieel erg diffuus is. Asbest kan op of in de bodem zijn gebracht door ongecontroleerd storten, onderhoud, puinbreken en sloop of door brand, explosie en storm op de bodem zijn gekomen. Als verdachte locaties worden hierbij gekenmerkt: oude bedrijfsterreinen met ophooglagen, met puin verharde wegen, stortplaatsen/slootdempingen, bedrijfsterreinen van voormalige asbestverwerkende industrieën, ophoging en verharding van particuliere gronden in de omgeving van asbestverwerkende industrieën en landbouwgebieden (stallen). Daarnaast kunnen locaties zijn opgehoogd met slib of locaties kunnen zijn gebruikt als opslagdepot voor puinhoudende grond en/of slib. Ook kan asbesthoudend puin en afval zijn onder gegraven of zijn gebruikt voor het dempen van sloten en putten.

Over de verwerking van asbest in de bodem is in de literatuur weinig informatie bekend. In het algemeen wordt verwacht dat bij een hoog vochtgehalte en een zure bodem er een lichte degradatie (Mg-uitloging) kan optreden van de kristalstructuur aan het oppervlak van de asbestvezels. Bij een asbestmateriaal met een hoog kalkgehalte (vb. brandwerende platen) zal in deze omstandigheden de matrix snel degraderen en meer aanleiding geven tot het vrijstellen van losse asbest. Voor asbestcementmaterialen die in de ondergrond terecht zijn gekomen (beduidend onder de contactlaag) wordt verwacht dat deze verwerking eerder op een lange termijn plaatsgrijpt.

4 Toxicologie van asbest

Dit hoofdstuk werd niet geactualiseerd en werd integraal overgenomen uit het 'Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging' (OVAM, 2006b).

4.1 Gezondheidseffecten (atsdr, 2001)

Epidemiologische studies bij asbestarbeiders en dierproeven hebben aangetoond dat de inademing van asbest de belangrijkste blootstellingsweg is. Een aantal epidemiologische studies geven aan dat orale blootstelling ook kan gerelateerd worden aan gastro-intestinale kanker.

De afzetting van asbest in de longen wordt grotendeels bepaald door de afmetingen en de vorm van de vezels. Sommige vezels kunnen uit de longen verwijderd worden via mucociliaire afvoer of macrofagen; andere blijven voor lange periode in de longen aanwezig. Om die reden wordt inhalatoire blootstelling over het algemeen beschouwd als een cumulatief proces; blootstelling werd daarom meestal uitgedrukt als (vezels/ml lucht) x jaar (v/ml-j).

Studies bij mensen hebben aangetoond dat inademing van asbestvezels kan leiden tot de ontwikkeling van longziekten met inbegrip van asbestose (vorming van bindweefsel rond asbestvezels met hinder voor de ademhaling tot gevolg) en/of longkanker en van mesothelioom (kanker van het buik- of longvlies).

Kanker

Er is geen twijfel omtrent het feit dat inademing van asbest leidt tot een verhoogd risico op longkanker en mesothelioom. Asbest wordt zowel door IARC als door IRIS beschouwd als een humaan carcinogeen. Voor longkanker blijkt de hoogte van het risico bepaald te worden door een complex geheel van parameters. De belangrijkste zijn:

- niveau en duur van blootstelling;
- tijd verlopen sinds blootstelling;
- leeftijd waarop blootstelling plaatsvond;
- rookgewoonten van de blootgestelde persoon;
- soort en grootteverdeling van de asbestvezels.

De soort en grootteverdeling van asbestvezels is van belang, want door de variatie in carcinogeen vermogen tussen vezels zal ook het kankerrisico bij blootstelling verschillen van plaats tot plaats. Hoewel een deel van deze variatie kan verklaard worden door het mineraaltypen (chrysotiel heeft over het algemeen een geringere potentie bij het optreden van mesothelioom), spelen de afmetingen (lengte en dikte) een primordiale rol. Er zijn sterke aanwijzingen dat lange vezels een hoger carcinogeen vermogen hebben dan kortere vezels. De relatie tussen vezelafmeting en kankerverwekkend vermogen is mogelijk ook verschillend tussen longkanker en mesothelioom. Hoewel de discussie hieromtrent nog niet afgelopen is, wordt vaak uitgegaan van een minimale lengte van 5 µm, een diameter van ≤ 3 µm en een lengte/diameter verhouding van minstens 3:1 als voorwaarden voor carcinogeen vermogen.

Omwille van het grote aantal variabelen is het moeilijk om betrouwbare voorspellingen te doen omtrent de hoogte van het kankerrisico in functie van blootstelling van de algemene bevolking.

Longkanker en mesothelioom zijn over het algemeen geassocieerd met chronische blootstelling aan asbest. Nochtans zijn er studies die aangeven dat ook korte-termijn blootstelling tot gezondheidsproblemen kan leiden. Arbeiders blootgesteld aan asbest gedurende 1 – 12

maanden vertoonden een verhoogd risico op longkanker enkele jaren na blootstelling. Bij ratten werd ontstaan van mesothelioom vastgesteld na blootstelling aan hoge concentraties amosiet of crocidoliet gedurende slechts 1 dag.

Asbest wordt er ook van verdacht het risico op gastro-intestinale kanker te doen toenemen, hoewel het bewijs minder consistent is dan voor longkanker of mesothelioom. De informatie hiervoor is vooral afkomstig van drie studies. In enkele studies bij asbestarbeiders blootgesteld via inademing werden kleine toenames in sterfte door gastro-intestinale kanker vastgesteld. Er wordt verondersteld dat dit het gevolg is van de overdracht van ingeademde vezels van de longen naar het spijsverteringsstelsel. Daarnaast wordt in een aantal studies gesuggereerd dat bevolkingsgroepen met hoge concentraties asbestvezels in drinkwater een verhoogd risico vertonen voor gastro-intestinale kanker. Tenslotte geeft een levenslange voedingsstudie in ratten aan dat chrysotiel van gemiddelde lengte de frequentie van intestinale tumoren in mannelijke ratten kan doen stijgen. Anderzijds zijn er verschillende bevindingen, die deze associatie tegenspreken. Redenen zijn de vrij kleine toenames in sterfte door gastro-intestinale kanker in de studies, de te korte opvolgingsperiode en inconsistentie tussen studies.

Respiratoire aandoeningen

Afzetting van asbest in de longen kan leiden tot substantiële fibrotische letsels en kan leiden tot de dood. Deze aandoening wordt asbestose genoemd en resulteert uit een langdurige ontstekingsreactie gestimuleerd door de aanwezigheid van vezels in de long. Alveolaire macrofagen trachten de asbestvezels te omhullen om ze zo af te voeren. Korte vezels kunnen op deze wijze verwijderd worden, lange vezels niet. Na enige tijd verplaatsen sommige vezels zich van de long naar het interstitium met als gevolg additionele ontstekingen en ontwikkeling van interstitiële pulmonaire fibrose en een toenemend verlies van longfunctie.

Het borstvlies kan ook aangetast worden als gevolg van blootstelling aan asbest. Het meest voorkomende effect is de vorming van verdikte vezelige zones, plaques genaamd, maar ook diffuse verdikkingen en fibrose kunnen optreden.

Een beperkt aantal studies rapporteert een toegenomen incidentie van laryngitis bij arbeiders blootgesteld aan asbest. Deze informatie suggereert dat de bovenste luchtwegen ook kunnen aangetast worden door blootstelling aan asbest.

Immunologische en lymforeticulaire effecten

Studies bij arbeiders die asbestgerelateerde aandoeningen hebben, geven aan dat het cellulair immuunsysteem bij deze patiënten verminderd kan zijn. Het is mogelijk dat een verstoord immuunbewakingssysteem kan bijdragen tot de toegenomen incidentie van kanker bij mensen blootgesteld aan asbest. Variatie in immuunsysteemcapaciteit zou een belangrijke determinant kunnen zijn in het al dan niet ontwikkelen van kanker of asbestose in verschillende individuen en bij gelijke blootstelling. Anderzijds is het vrij moeilijk om hierbij oorzaak en gevolg te bepalen.

4.2 Dosis-respons relaties

Dosis-respons relaties zijn beschikbaar voor beroepshalve blootstelling aan asbest. De dosis-respons relaties zijn afhankelijk van asbesttype en van de activiteit waarbij asbestblootstelling optrad. Er zijn een aantal onzekerheden in deze dosis-responsrelaties omwille van de onzekerheid in de effectieve blootstelling van de cohortes en omwille van een gebrek aan kennis omtrent de rookgewoonten in de bestudeerde groepen. Rookgedrag en asbestblootstelling hebben een wederzijdse en versterkende invloed op het ontstaan van longkanker.

Het optreden van longkanker en mesothelioom wordt bepaald door de cumulatieve dosis; om die reden worden dosissen uitgedrukt als v/ml-j (concentratie * blootstellingsduur).

Bij longkanker wordt een SMR (Standardised Mortality Ratio) berekend, die bij een lineaire relatie kan geschreven worden als:

$$SMR = 100 + b * c$$

met: b helling (toename in SMR per eenheidstoename in v/ml-j)
c cumulatieve blootstelling (vezels/ml lucht * jaren blootstelling of v/ml-j)

De gebruikte mortaliteitsgegevens voor kankers via alle oorzaken (nodig om een SMR te berekenen) spelen een rol bij de bekomen resultaten. De waarde b is afhankelijk van de bestudeerde cohorte en varieert, volgens NRC (1984) tussen 0,06 en 9.

Bij mesothelioom is de achtergrondincidentie dermate laag dat geen relatief risico kan berekend worden. De absolute risico's worden gegeven door een incidentiesnelheid ($I(t)$):

$$I(t) = k * c * (t^p - (t - d)^p)$$

met:

k	constante
c	cumulatieve blootstelling (v/ml-j)
t	tijd sinds eerste blootstelling (jaar)
d	totale blootstellingstijd (jaar)
p	constante

Het risico op mesothelioom wordt mede bepaald door de leeftijd waarop de eerste blootstelling plaatsvindt.

Extrapolatie vanuit de beroepsblootstelling naar de algemene bevolking is nog beperkt gebeurd. Onzekerheden hebben betrekking op de vorm van de extrapolatiecurve. Er zijn indicaties dat deze relatie niet lineair is.

4.2.1 Wereldgezondheidsorganisatie (WHO)

— Inademing

Beschikbare rapporten zijn:

- Environmental Health Criteria n°53: asbestos and other mineral fibres (1987);
- Air Quality Guidelines (1987);
- Occupational exposure limit for asbestos (1989);
- Environmental Health Criteria n° 203: chrysotile asbestos (1998).

In de meest recente Air Quality Guidelines is asbest niet opgenomen. In de Air Quality Guidelines van 1987 wordt aangegeven dat bij levenslange blootstelling van een bevolking met 30 % rokers aan 1000 v/m³ een extra risico op longkanker van 1/10⁶ – 1/10⁵ bestaat. Onder dezelfde omstandigheden bedraagt het risico op mesothelioom tussen 1/10⁵ – 1/10⁴.

In het WHO-document van 1989 (dat niet officieel gepubliceerd werd) wordt voor chrysotiel een inschatting gemaakt van de levenslange kankerrisico's voor longkanker en mesothelioom. De resultaten hebben betrekking op mannelijke populaties bestaande uit zowel rokers als niet-rokers en zijn opgesteld op basis van sterftcijfers in ontwikkelingslanden en in Engeland & Wales. De laatste gegevens zullen hierna gebruikt worden. Voor rokers zouden de voorspelde risico's hoger liggen; voor niet-rokers zouden ze lager liggen. Uitgaande van het scenario voor een blootstelling beginnend op 20 jaar, met een blootstellingsduur van 45 jaar werd

geëxtrapoleerd naar een extra levenslang kankerrisico van 1/100000 (minimaal kankerrisico in de tabellen bij dit scenario ligt rond 1/1000). Voor longkanker leidt de extrapolatie tot een concentratie van 500 v/m³; voor mesothelioom leidt de extrapolatie tot een bereik van 4 – 450 v/m³, afhankelijk van de gebruikte waarde voor k.

— Orale weg

In de drinkwaterrichtlijnen (WHO, 1996) concludeert WHO dat de epidemiologische studies geen voldoende onderbouwing geven aan de hypothese dat het verbruik van drinkwater gecontamineerd met asbest leidt tot een verhoogd kankerrisico. Ook studies in dieren geven geen consistente informatie omtrent toegenomen incidentie van gastro-intestinale kankers. Om die reden besluit WHO dat het niet nodig is een advieswaarde voor asbest in drinkwater op te stellen.

4.2.2 US-EPA

— Inademing

Door US-EPA (IRIS-databank) werd in 1993 een herziening van de toxicologie van asbest uitgevoerd. Op basis van de kankerverwekkende eigenschappen werd een inhalatoir eenheidsrisico van 0,23 (v/ml)-1 afgeleid. Dit leidt tot volgende relatie tussen risiconiveau en concentratie in buitenlucht:

Risiconiveau	Concentratie
1/10 ⁴	4.10 ⁻⁴ v/ml of 400 v/m ³
1/10 ⁵	4.10 ⁻⁵ v/ml of 40 v/m ³
1/10 ⁶	4.10 ⁻⁶ v/ml of 4 v/m ³

De dosis-responsrelaties, waarop het eenheidsrisico gebaseerd is, zijn opgenomen in tabel 1.

Groep	Vezeltype	Gemiddelde blootstelling (v/ml-j)	% Toename van kanker per v/ml-j	Referentie
Longkanker	vooral chrysotiel	44	2,8	Dement et al., 1983
Textielproducten	chrysotiel	31	2,5	McDonald et al., 1983
Textielproducten	chrysotiel	200	1,1	Peto, 1980
Textielproducten	chrysotiel	51	1,4	McDonald et al., 1983
Frictieproducten	chrysotiel	32	0,058	Berry and Newhouse, 1983
Frictieproducten	chrysotiel	31	0,010	McDonald et al., 1984
Isolatieproducten	amosiet	67	4,3	Seidman, 1984
Isolatie-arbeiders	gemengd	300	0,75	Selilkoff et al., 1979
Asbestproducten		374	0,49	Henderson and Enterline, 1979
Cementproducten		80	0,53	Weill et al., 1979
		112	6,7	Finkelstein, 1983
Mesothelioom				
Isolatie-arbeiders	gemengd	375	1,5 ^E -6	Selikoff et al., 1979; Peto et al., 1982
Isolatieproducten	amosiet	400	1,0 ^E -6	Seidman et al., 1979
Textielproduct-vervaardiging	chrysotiel	67	3,2 ^E -6	Peto, 1980; Peto et al., 1982
Cementproducten	gemengd	108	1,2 ^E -5	Finkelstein, 1983

Tabel 1: Overzicht van dosis-respons relaties voor carcinogeniciteit van asbest uit humane studies (uit IRIS, 1993)

Het eenheidsrisico is berekend voor mannen en vrouwen en voor het additief gecombineerd risico op longkanker en mesothelioom. Roken van sigaretten werkt synergistisch op het ontstaan van longkanker (niet op mesothelioom). Het eenheidsrisico is gebaseerd op de kankerincidenties in beroepsomgevingen en werd omgerekend naar continue blootstelling met een factor 140/50 (m³/m³) onder de aanname van een ademvolume van 20 m³/d voor een totale dag en 10 m³ per werkdag van 8 uur in een beroepsomgeving.

Het eenheidsrisico is gebaseerd op vezeltellingen met FCM (fasecontrastmicroscopie) en kan niet rechtstreeks toegepast worden op metingen met andere analytische technieken. Zo spoorde FCM alleen vezels op met een lengte van meer dan 5 µm en een diameter van meer dan 0,4 µm; de methode is ook niet specifiek voor asbestvezels. TEM kan veel kleinere deeltjes opsporen. Op basis van 6 datasets werd een conversiefactor van 5 – 150 (µg/m³)/(v/ml) berekend voor omrekening van FCM vezeltellingen naar TEM massa. Hieruit werd door US-EPA een conversiefactor van 30 (µg/m³)/(v/ml) aangenomen. Omrekening vanuit FCM vezeltellingen naar TEM vezeltellingen is, volgens het document, onmogelijk.

Risiconiveau	Concentratie	Concentratie (TEM)*
1/10 ⁴	4.10 ⁻⁴ v/ml of 400 v/m ³	1,2.10 ⁻² µg/m ³
1/10 ⁵	4.10 ⁻⁵ v/ml of 40 v/m ³	1,2.10 ⁻³ µg/m ³
1/10 ⁶	4.10 ⁻⁶ v/ml of 4 v/m ³	1,2.10 ⁻⁴ µg/m ³

Het eenheidsrisico mag niet gebruikt worden bij concentraties hoger dan 0,04 v/ml (of 40000 v/m³).

US-EPA heeft ondertussen een ontwerpdocument opgesteld omtrent een methodologie voor het inschatten van de risico's op kanker als gevolg van verontreiniging door asbest op Superfund locaties. De "peer review" is hiervan recent gepubliceerd (EPA, 2003), het ontwerpdocument is niet meer beschikbaar op de EPA-website. Aangezien het ontwerpdocument op basis van de commentaren zal herzien worden, is het gebruik van de resultaten hieruit niet aangewezen.

— Orale weg

In de drinkwaternormen heeft US-EPA een maximale concentratie van 7.10⁶ vezels/l opgelegd, gebaseerd op een verhoogd risico voor ontwikkeling van goedaardige intestinale poliepen. De norm heeft betrekking op vezels groter dan 10 µm (<http://www.epa.gov/OGWDW/mcl.html>). Een concentratie van 700^{F6} v/l zou overeenkomen met een extra kankerrisico van 1/10⁴ (ATSDR, 2001).

4.2.3 National research council

De National Research Council (NRC, 1984) heeft risico-inschattingen uitgevoerd voor niet-beroepshalve blootstelling aan asbest. De afgeleide levenslange kankerrisico's zijn opgenomen in tabel 2.

		Geschat individueel levenslang kankerrisico	
Aandoening	Blootgestelde groep	Concentratie 0,0004 v/ml	Concentratie 0,002 v/ml
Longkanker ^(a)	Mannelijke roker	64 (0 – 290).10 ^{-6(b)}	320 (0 – 1500).10 ⁻⁶
Longkanker	Vrouwelijke roker	23 (0 – 110).10 ⁻⁶	120 (0 – 530).10 ⁻⁶
Longkanker	Mannelijke niet-roker	6 (0 – 22).10 ⁻⁶	29 (0 – 130).10 ⁻⁶
Lonkanker	Vrouwelijke niet-roker	3 (0 – 13).10 ⁻⁶	15 (0 – 66).10 ⁻⁶
Mesothelioom	Alle groepen	9 (0 – 350).10 ⁻⁶	46 (0 – 1700).10 ⁻⁶

Tabel 2: Levenslang kankerrisico bij continue blootstelling aan asbestconcentraties van 0,0004 en 0,0002 v/ml (naar NRC, 1984)

4.2.4 Hodgson et al. (2000)

Hodgson en medewerkers evalueerden de risico's op longkanker en mesothelioom bij de niet-beroepshalve blootgestelde bevolking. Hierbij extrapoleerden ze vanuit beroepshalve blootstelling en hielden rekening met de vorm van de extrapolatiecurve, die mogelijk niet lineair is. Een overzicht van hun evaluatie is opgenomen in tabel 5. Voor mesothelioom geldt het

*omrekeningsfactor: 30 (µg/m³)/(v/ml)

(a) de verschillen tussen mannen en vrouwen worden veroorzaakt door een verschil in achtergrondincidenties voor longkanker;
(b) bereik van schattingen.

levenslang risico voor een blootstelling gedurende korte (tot 5 jaar) perioden vanaf de leeftijd van 30 jaar. Voor omrekening naar andere leeftijden worden omrekeningsfactoren gegeven in tabel 3. Inschattingen voor langere perioden kunnen gemaakt worden door de afzonderlijke inschattingen voor opeenvolgende 5-jaarsperioden op te tellen (resultierend in een beperkte overschatting van de risico's).

Leeftijd	20	25	35	40
Factor	2,1	1,5	0,6	0,4

Tabel 3: Omrekeningsfactoren voor inschatting van mesothelioomrisico bij blootstelling beginnend op een andere leeftijd dan 30 jaar

4.2.5 Asbestos institute

Op de website van het Asbestos Institute (Canada) is een document gepubliceerd met betrekking tot de risico-inschatting van asbest (Valic, 2002). Een overzicht van de concentraties bij een extra kankerrisico van 1/105 voor longkanker en mesothelioom wordt gegeven uitgaande van de studie van WHO Expert Meeting in 1986, de WHO Air Quality Guidelines van 1987 en de NRC-studie (NRC, 1984). Dit leidt tot volgende benaderende resultaten:

WHO	
Expert Meeting	
Rokers	18 v/m ³
niet-rokers	37 v/m ³
Air Quality Guidelines	
30 % rokers	37 v/m ³
NRC	
mannelijke rokers	9 v/m ³
mannelijke niet-rokers	22 v/m ³

De gebruikte gegevens wijken af van deze uit tabel 7-2 van NRC; deze laatste tabel werd wel overgenomen in 4.2.3.

4.2.6 Nederland

In Nederland wordt voor asbest in omgevingslucht een MTR (Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau) van 100 000 vezelequivalenten/m³ gehanteerd. Het VR (Verwaarloosbaar Risiconiveau) bedraagt 1000 vezelequivalenten/m³.

4.2.7 Vlaanderen

In Vlaanderen zijn er momenteel geen normen voor asbest in omgevingslucht. Door Vito werd een voorstel gemaakt voor een richtwaarde voor asbest in omgevingslucht van 500 v/m³ (24 uurswaarde gemeten met TEM). In het OVAM-document Asbest en asbestafval (OVAM, 2003) wordt een waarde van 1000 v/m³ als grenswaarde voorgesteld, rekening houdend met gezondheidseffecten en haalbaarheid. Het document milieukwaliteitsnormen voor asbest in omgevingslucht (Berghmans, 1998) specificceert dat, rekening houdend met de haalbaarheid, een getrapte grenswaarde van 1000 v/m³ naar 500 v/m³ (2002) haalbaar is. De onderste meetgrens van een TEM-analyse bedraagt 200 v/m³ (bij een hoge kostprijs).

4.2.8 Samenvatting

Een samenvatting van de hierboven besproken informatie is opgenomen in tabel 4.

Referentie	Longkanker	Mesothelioom
WHO (1989) – chrysotiel	500	4 – 450
IRIS (1993)	40	
NRC (1984)	30 -170 (rokers) 700 -1400 (niet-rokers)	0
Benaderend berekend	55 -125 (rokers) 270 -330 (niet-rokers)	
Hodgson (2000)*	Ong. 150 (crocidoliet) Ong. 1500 (crocidoliet)	40 (crocidoliet)** 15 (amosiet)** 20000 (chrysotiel)**
Valic (2000) op basis van: WHO Exp. Meeting (1986) WHO AQG (1987) NRC	8-37 37 9-22	

Tabel 4: Samenvatting van concentraties overeenkomend met een extra levenslang kankerrisico van $1/10^3$ bij langdurige blootstelling (v/m^3)

Uit de gegevens blijkt dat bij lage omgevingsconcentraties het risico op mesothelioom groter is dan het risico op longkanker, hoewel dit cijfer beïnvloed wordt door het rookgedrag. Dit wordt ook aangegeven in de studie van Hodgson, die bij concentraties van 0,005 v/ml -j (5 jaar blootstelling aan 1000 v/m^3) nog een beste schatting van 1 op tienduizend kans op mesothelioom geeft. Uit de gegevens blijkt dat chrysotielasbest minder toxisch is dan amfiboolasbest.

Er dient ook opgemerkt dat bij de risico-inschatting in principe moet rekening gehouden worden met het risico voor optreden van longkanker én mesothelioom; de risico's voor het ontstaan van beide kankers moeten gesommeerd worden. IRIS heeft dit reeds verwerkt in het eenheidsrisico.

Op basis van de informatie en rekening houdend met het feit dat de waarde van IRIS de meest recente herziening kent en een officiële waarde is, zal het eenheidsrisico van IRIS (met name $0,23 (v/ml)^{-1}$ of $40 v/m^3$ bij $1/10^5$) gebruikt worden.

*schattingen uit overzicht (tabel 5)

**voor 5 jaar durende blootstelling vanaf 30 jaar; bij langer durende blootstelling en vroegere initiële blootstelling neemt het risico toe

Vezel	Mesothelioom	Longkanker
Samenvatting voor cumulatieve blootstelling bij 0,1 v/ml-j		
Crocidoliet	beste schatting ongeveer 100 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 350, laagste 25	beste schatting ongeveer 4 (bereik < 1 – 25) extra longkankers per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j;
Amosiet	beste schatting ongeveer 15 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 80, laagste 2	
Chrysotiel	risico waarschijnlijk niet betekenisvol; hoogste verdedigbare waarde 4 per 100000 blootgestelden	extra longkankers waarschijnlijk niet betekenisvol; voorzichtige schatting 3/100000; in uitzonderlijke omstandigheden* kan 10/100000 verantwoord zijn
Samenvatting voor cumulatieve blootstelling bij 0,01 v/ml-j		
Crocidoliet	beste schatting ongeveer 20 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 100, laagste 2	risico is waarschijnlijk niet betekenisvol (bereik < 1 – 3 per 100000); mesothelioom is nu dominant risico; precieze inschatting van longkankerrisico niet noodzakelijk
Amosiet	beste schatting ongeveer 3 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 20, laagste niet-significant	
Chrysotiel	risico waarschijnlijk niet betekenisvol; hoogste verdedigbare waarde 1 per 100000 blootgestelden	risico zeer waarschijnlijk niet betekenisvol behalve in uitzonderlijke omstandigheden*, waar 1/100000 kan verantwoord zijn
Samenvatting voor cumulatieve blootstelling bij 0,005 v/ml-j en minder		
bij deze niveaus moet alleen mesothelioom beschouwd worden; het absolute risico is laag; kwantitatieve onzekerheden zijn zeer aanzienlijk		
Crocidoliet	beste schatting ongeveer 10 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 55, laagste niet-significant, mogelijk 0; beste schatting wordt niet-significant bij 0,0002 v/ml-j; hoogste verdedigbaar risico wordt niet-significant bij $6 \cdot 10^{-6}$ v/ml-j	niet-significant, waarschijnlijk 0
Amosiet	beste schatting ongeveer 2 doden per 100000 blootgestelden voor elke v/ml-j; hoogste verdedigbare waarde 15, terugvallend op < 1 (niet-significant) bij $7 \cdot 10^{-7}$ v/ml-j	
Chrysotiel	niet-significant	niet-significant, zeer waarschijnlijk 0

Tabel 5: Overzicht van de kwantitatieve kankerrisico's als gevolg van asbestblootstelling bij cumulatieve blootstelling van 0,005 – 0,1 v/ml-j (naar Hodgson et al., 2000)

* extreme omstandigheden verwijzen naar 1 studie (Carolina cohort), met gelijktijdige blootstelling aan asbest met kwaliteit voor textiel en minerale olie of gelijkaardige co-blootstelling

5 Wetgeving met betrekking tot asbest

Dit hoofdstuk werd niet geactualiseerd en werd integraal overgenomen uit het 'Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging' (OVAM, 2006b).

Asbest is gereguleerd onder verschillende wetgevingen. Onder de federale wetgeving vallen de productnormen (hier niet verder besproken) en de bescherming van de arbeiders. Onder de Vlaamse wetgeving vallen de regelingen rond emissies, immissies en afval.

5.1 Inleiding

De reglementering in België in verband met asbest is grotendeels gericht op de bescherming van de werknemers die beroepshalve in aanraking komen met asbest. Hierdoor is een overgroot gedeelte van de asbestwetgeving opgenomen in het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming (ARAB) dat de veiligheid, gezondheid en hygiëne van de werknemers bij de uitvoering van hun werk beoogt. De federale overheid is bevoegd voor onder meer productnormering (verboden op het gebruik van nieuw asbest) en voor de wetgeving betreffende arbeidsomstandigheden welke beschreven wordt in het bovenvermelde ARAB. Sedert 1993 wordt het ARAB geleidelijk vervangen door de Codex over het welzijn op het werk. Deze materie is een federale bevoegdheid. De maximale concentraties van asbest op de werkplek zijn 50000 v/m³ voor amfibool en 150000 v/m³ voor serpentijn.

De Vlaamse overheid is bevoegd voor de wetgeving met betrekking tot het leefmilieu en dus onder meer voor reglementering over emissies van asbest in lucht en water en over de afvoer en verwerking van asbestafval. In de Vlaamse wetgeving bevatten het Vlarea (Vlaams Reglement betreffende afvalvoorkoming en -beheer) en Vlarem (Vlaams Reglement houdende bepalingen inzake milieuhygiëne) bepalingen met betrekking tot asbest(afval).

5.2 Bescherming van het milieu

Europese wetgeving

Ter bescherming van het milieu tegen de verontreiniging door asbest, voorziet richtlijn **87/217/EEG**¹ tal van voorwaarden:

- de lidstaten moeten maatregelen treffen om de emissie van asbest in de lucht, lozingen van asbest in het aquatisch milieu en afvalstoffen van asbest zoveel mogelijk aan de bron te verminderen en te voorkomen, gebruik makend van "best beschikbare technologie die geen overmatige kosten veroorzaakt" (artikel 3);
- de richtlijn stelt emissiegrenswaarden naar de lucht en het aquatisch milieu vast en de emissies waarop deze grenswaarden van toepassing zijn, moeten regelmatig worden gemeten (artikel 4);
- het afvalwater dat bij de fabricage van asbestcement en asbestpapier- of karton wordt geproduceerd, moet worden gerecycleerd (tenzij dit in geval van asbestcement economisch niet uitvoerbaar is) (artikel 5);
- de lidstaten nemen de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat (artikel 7):
 - activiteiten die verbonden zijn aan het werken met asbestbevattende producten geen noemenswaardige milieuverontreiniging door asbestvezels of -stof veroorzaken;

¹ Richtlijn 87/217/EEG van de Raad van 19 maart 1987 inzake voorkoming en vermindering van verontreiniging van het milieu door asbest, *PB nr. L 085 van 28/03/1987*, blz. 0040 – 0045.

- bij de sloop van asbestbevattende gebouwen, constructies en installaties en het verwijderen van asbest of asbesthoudend materiaal daaruit waarbij asbestvezels of asbeststof vrijkomen geen noemenswaardige milieuverontreiniging door asbest veroorzaakt; daartoe vergewissen zij zich ervan dat in het in artikel 12 van Richtlijn 83/477/EEG bedoelde werkplan alle noodzakelijke preventieve maatregelen zijn opgenomen.
- De lidstaten nemen de nodige maatregelen om ervoor te zorgen dat (artikel 8):
 - tijdens het vervoer en het storten van afvalstoffen die asbestvezels of asbeststof bevatten, deze vezels of dat stof niet vrijkomen in de lucht en geen vloeistoffen worden verloren die asbestvezels kunnen bevatten;
 - afvalstoffen die asbestvezels of –stof bevatten en die gestort worden moeten zodanig worden verpakt of afgedekt dat er geen vezels kunnen vrijkomen.

Voor wat afvalstoffen betreft werden, uit de overweging dat voor een doeltreffend afvalstoffenbeheer binnen de gemeenschap het noodzakelijk is om de terminologie te harmoniseren, er 2 *lijsten met afvalstoffen* (niet-gevaarlijke enerzijds en gevaarlijke anderzijds) opgesteld, met een specifieke code bestaande uit 6 cijfers per soort afvalstof.

Asbesthoudend afval komt op beide lijsten voor. Deze 2 lijsten werden op 1 januari 2002 vervangen door de beschikking 2000/532/EG² die een geïntegreerde lijst omvat met aanduiding van de gevaarlijke afvalstoffen door een*.

Asbesthoudende materialen komen binnen de beschikking 2000/532/EG voor als:

- 06 07 01* 'asbesthoudend afval van elektrolyse',
- 06 13 04* 'afval van asbestverwerking',
- 10 13 02 'afval van de fabricage van asbestcement',
- 16 02 12* 'afgedankt materiaal met vrije asbestvezels',
- 17 01 05* 'asbesthoudend bouw materiaal' en
- 17 06 01* 'asbesthoudende isolatiematerialen'.

De Europese richtlijn gevaarlijke afvalstoffen 91/689/EEG en de aanvullende Richtlijnen met de geconsolideerde lijst van afvalstoffen (2000/532/EG en 2001/576/EG) definiëren welke afvalstoffen als "gevaarlijk afval" moeten worden beschouwd. Globaal wordt een afvalstof als gevaarlijk beschouwd op basis van één of meer van de volgende 3 criteria : herkomst, aanwezigheid van gevaarlijke eigenschappen of aanwezigheid van gevaarlijke stoffen. De richtlijn 200/532/EG bepaalt verder dat "Als een afvalstof door een algemene of specifieke verwijzing naar gevaarlijke stoffen als gevaarlijk wordt aangeduid, is de afvalstof alleen gevaarlijk als deze stoffen in zodanige hoge concentratie aanwezig zijn dat de afvalstof een of meerdere van de in bijlage III van de Richtlijn 91/689/EEG van de Raad vermelde eigenschappen bezit". Voor kankerverwekkende stoffen (o.a. asbest) wordt deze concentratiegrens vastgelegd op 0,1 massa-% (art 3 van de Richtlijn 2000/532/EG). Voor gemengd bouw- en slooafval en asbesthoudende grond is het asbestgehalte bepalend of het hier wel of niet gevaarlijk afval betreft. In concreto betekent dit dat asbesthoudende bouwmaterialen als gevaarlijk afval moeten worden beschouwd vanaf een totaalconcentratie van asbest van 1000 mg/kg.

Asbesthoudend bouw materiaal (waaronder asbestcement) werd pas via een wijziging van de beschikking 2000/532/EG (door de beschikking 2001/573/EG³) als 'gevaarlijk' gecatalogeerd. Deze (gewijzigde) beschikking 2000/532/EG vermeldt dat de lidstaten mogen besluiten de toepassing van de bepaling 'gevaarlijk afval' op te schorten tot er door een Europees comité

² Beschikking 2000/532/EEG van de Commissie van 3 mei 2000 tot vervanging van Beschikking 94/3/EG houdende vaststelling van een lijst van afvalstoffen overeenkomstig artikel 1, onder a) van Richtlijn 75/442/EEG van de Raad betreffende afvalstoffen en overeenkomstig artikel 1, lid 4, van Richtlijn 91/689/EEG van de Raad betreffende gevaarlijke afvalstoffen (kennisgeving geschied onder nummer C(2000) 1147), *PB nr. L 226 van 06/09/2000*, blz. 003 – 0024.

³ Beschikking van de Raad 2001/573/EG tot wijziging van Beschikking 2000/532/EG van de Commissie wat de lijst van afvalstoffen betreft, *PB nr. L 203 van 28/7/2001*, blz. 18

maatregelen zijn vastgesteld voor de behandeling van deze afvalstoffen. Deze maatregelen werden vastgesteld in de beschikking 2003/33/EG⁴ en moeten toegepast worden vanaf 16 juli 2005.

De meest gebruikte verwerkingsmethode van asbesthoudend afval is het gecontroleerd storten. De richtlijn 1999/31/EG⁵ regelt het storten van afval. Deze richtlijn (die omgezet werd in Vlaamse afvalstoffenwetgeving) deelt de stortplaatsen in, in 3 klassen:

- stortplaatsen voor gevaarlijk afvalstoffen;
- stortplaatsen voor ongevaarlijk afvalstoffen, waar ook behandelde gevaarlijke afvalstoffen worden gestort;
- stortplaatsen voor inerte afvalstoffen.

Er wordt in de richtlijn 1999/31/EG in het algemeen vermeld welke criteria er geldig zijn om op een bepaalde stortplaats te mogen storten. Specifieke acceptatiecriteria voor de verschillende stortklassen zijn opgenomen in de beschikking 2003/33/EG.

Vanaf 16 juli 2005 mogen behandelde (bvb. gesorteerde of verpakte) asbesthoudende bouwmaterialen conform de beschikking 2003/33/EG, punt 2.3.3 van de bijlage, worden gestort op stortplaatsen voor ongevaarlijke afvalstoffen (categorie 2-stortplaatsen). Deze stortplaatsen kunnen immers (conform artikel 6 c) iii van de richtlijn stortplaatsen 1999/31/EG) worden gebruikt "voor stabiele niet-reactieve gevaarlijke afvalstoffen met een uitlooggedrag dat gelijkwaardig is aan dat van de onder ii) genoemde ongevaarlijke afvalstoffen, en die voldoen aan de volgens bijlage II vastgestelde relevante aanvaardingscriteria". Asbesthoudende bouwmaterialen beantwoorden hieraan. Voor dergelijke stortplaatsen zijn er onder punt 2.3.3 van de bijlage bij beschikking 2003/33/EG aanvaardingscriteria opgelegd. Onbehandeld asbestcement moet op een categorie-1 stortplaats terecht komen.

Vlaamse wetgeving

De eerste milieureglementering inzake asbest kwam er pas in 1988 met het KB van 29 december 1988⁶. Dit KB bevatte normen voor asbestemissies naar de lucht en het water.

Vlarem

In Vlarem II, het besluit van de Vlaamse Regering van 1 juni 1995 houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieu, komt asbest in verschillende hoofdstukken aan bod. In de onderstaande tekst worden kort de verschillende hoofdstukken aangehaald en besproken.

- Algemene voorwaarden voor ingedeelde inrichtingen
In deel 4 'Algemene milieuvoorwaarden voor ingedeelde inrichtingen' is asbest opgenomen onder de volgende drie hoofdstukken:
 - *Hoofdstuk 4.1. 'Algemene voorschriften'*: omvat de meldingsplicht van de luchtemissies voor vergunningsplichtige inrichtingen via het emissiejaarverslag.
 - *Hoofdstuk 4.4. 'Beheersing van luchtverontreiniging'*: bepaalt algemene emissiegrenswaarden voor onder meer asbestvezels.
 - *Hoofdstuk 4.7. 'Beheersing van asbest'* neemt heel algemeen enkele verplichtingen op (o.b.v. richtlijn 87/217/EEG). Zo moeten de nodige maatregelen getroffen worden zodat:
 - emissies van asbest in het milieu en afvalstoffen, aan de bron worden verminderd en voorkomen (BBT);

4 Beschikking 2003/33/EG van de Raad van 19 december 2002 tot vaststelling van criteria en procedures voor het aanvaarden van afvalstoffen op stortplaatsen overeenkomstig artikel 16 en bijlage II van richtlijn 1999/31/EG betreffende het storten van afvalstoffen, PB nr. L 11 van 16/01/2003, blz. 27

5 Richtlijn 1999/31/EG van de Raad van 26 april 1999 betreffende het storten van afvalstoffen, PB nr. L 182 van 16/07/1999, blz. 0001 – 0019.

6 KB van 29 december 1988 inzake voorkoming en vermindering van verontreiniging van de lucht door asbest, B.S. 12/01-1989.

- er geen vezels vrijkomen bij het vervoer, laden en lossen van afvalstoffen;
 - gestorte afvalstoffen zodanig zijn behandeld, verpakt of afgedekt dat er geen deeltjes in het milieu terecht komen;
 - er bij activiteiten verbonden aan het werken met asbestbevattende producten geen noemenswaardige milieuverontreiniging wordt veroorzaakt;
 - er bij de sloop van gebouwen, constructies en installaties en het verwijderen van asbest daaruit geen asbest in het milieu terecht komt.
- Specifieke voorwaarden voor ingedeelde inrichtingen
Deel 5 'Sectorale voorwaarden voor ingedeelde inrichtingen' is relatief verregaand uitgewerkt naar afvalstoffen toe.

Hoofdstuk 5.2 'Inrichtingen voor het opslaan en behandelen van afvalstoffen' omvat voorwaarden voor 'Containerparken' en 'Stortplaatsen'.

- **Subafdeling 5.2.2.1** 'Containerparken' geeft aan dat ingezameld gebonden asbestafval (=asbestcement) gescheiden van de rest van het bouw- en sloopafval moet opgeslagen worden in een containerpark en dat er geen bewerkingen op dit opgeslagen afval mogen gebeuren.
- **De afdeling 5.2.4 'Stortplaatsen van afvalstoffen in of op de bodem' – subafdeling 5.2.4.1.** - geeft aan welke soorten asbesthoudende afvalstoffen er kunnen gestort worden op een categorie 1 (gevaarlijke afvalstoffen), 2 (ongevaarlijke afvalstoffen) of 3 (inerte afvalstoffen) stortplaats.

De *categorie 1 stortplaats* (stortplaats voor stabiele niet-reactieve gevaarlijke afvalstoffen en voor ongevaarlijke bedrijfs- en daarmee vergelijkbare afvalstoffen van voornamelijk anorganische samenstelling) is voorbehouden voor afvalstoffen die vrije asbestvezels bevatten zoals spuitasbest, asbestisolatiemateriaal, asbeststof met inbegrip van bodemmaterialen en andere afvalstoffen verontreinigd met vrije asbestvezels in concentraties > 0,1 % of waarin duidelijk asbestvlokken waarneembaar zijn, verpakkingsafval en plasticafval dat met asbest verontreinigd is, niet vershredderbaar materiaal zoals metalen onderdelen dat met asbest of asbesthoudend materiaal bedekt of bekleed is. Deze kunnen pas gestort worden indien een reeks voorwaarden nageleefd worden waaronder cementatie (en verpakking achteraf) voor afvalstoffen die vrije asbestvezels of asbeststof bevatten enerzijds en verpakking van plasticafval verontreinigd met asbest en niet-vershredderbaar materiaal bekleed met asbest of asbesthoudend materiaal anderzijds.

De categorie 1, 2 en 3 stortplaats is voorbehouden voor puin en afbraakmaterialen met inbegrip van asbestcement.

Zoals vermeld onder punt 5.3.1 moeten asbesthoudende bouwmaterialen waaronder asbestcement vanaf 16 juli 2005 terecht komen op een categorie 2 stortplaats ingeval ze behandeld zijn (bvb gesorteerd of verpakt) en op een categorie 1 stortplaats indien ze niet-behandeld zijn. Specifieke stortcriteria (o.a. in verband met wat bedoeld wordt met behandelen) worden nog uitgewerkt door de OVAM.

Hoofdstuk 5.3 'Lozen van afvalwater en koelwater' geeft sectorale emissiegrenswaarden weer.

- Voorwaarden voor niet-ingedeelde inrichtingen

Deel 6 'Milieuvorwaarden voor niet-ingedeelde inrichtingen' bevat onder een hoofdstuk 6.4 'Beheersing van asbest' dezelfde vrij algemene tekst als hoofdstuk 4.7 onder 'Algemene voorwaarden voor ingedeelde inrichtingen'.

Vlarea

Een belangrijke vraag in de afvalstoffenwetgeving is welk asbestafval als gevaarlijk afval beschouwd moet worden. De juridische indeling als gevaarlijke afvalstof brengt immers bepaalde verplichtingen met zich mee zoals de verplichte ophaling door een erkende ophaler en bepaalde verwerkingsvoorwaarden.

De stof asbest zelf behoort tot de gevaarlijke stoffen (T= giftig, R45, carcinogene stof cat. I). Asbestafval wordt volgens het Vlarea, het Vlaams Reglement inzake afvalvoorkoming en – beheer dd. 17/12/97, meestal als gevaarlijk afval beschouwd.

Asbesthoudende afvalstoffen worden onder meer teruggevonden onder de bepalingen van Hoofdstuk 2 'Categorieën van afvalstoffen' met name afdeling 2.3 'Bijzondere afvalstoffen': bouw- en sloopafval (artikel 2.3.1 §1) en stof dat asbest in vrije vezels bevat en remschoenen, remschijven, remplaten, remblokken en koppelingsplaten die asbest bevatten (artikel 2.3.1 §2) en die ontstaan zijn bij het slopen van voertuigwrakken en/of bij het uitvoeren van herstellings- en/of onderhoudswerkzaamheden aan motorvoertuigen, -vaartuigen, -vliegtuigen en hun aanhorigheden. De term 'bijzondere afvalstof' impliceert dat de Vlaamse regering nadere regels voor het beheer ervan kan uitvaardigen (artikel 32 van het Afvalstoffendecreet). Deze zijn op dit ogenblik uitgevaardigd omtrent de bijzondere afvalstoffen van artikel 2.3.1 §2 (stof dat asbest in vrije vezels bevat en remschoenen, remschijven, remplaten, remblokken en koppelingsplaten die asbest bevatten). Hiervoor vermeldt Vlarea onder de onderafdeling 5.5 dat deze gescheiden moeten worden opgeslagen en ingezameld en dat stof dat asbest in vrije vezels bevat dient verwerkt te worden in een vergunde conditioneringsinrichting of m.a.w. cfr. afdeling 5.2.4 van Vlarem II cementatie en/of verpakking behoeft.

Het Vlarea vermeldt verder in afdeling 2.4 'Gevaarlijke afvalstoffen' dat afvalstoffen met eigenschap H7 (kankerverwekkend) en die een concentratie > 0.1% of > 1000 mg/kg carcinogene stoffen bevatten als gevaarlijk afval moeten beschouwd worden.

Asbesthoudend afval dat als gevaarlijk afval wordt beschouwd, wordt deels expliciet vermeld in de lijst van gevaarlijke afvalstoffen (bijlage 1.2.1, stoffen met*) van Vlarea onder EAC (Europese Afvalstoffencatalogus) codes 17 06 01 'Asbesthoudende isolatiematerialen' en 06 07 01 'Asbesthoudend afval van elektrolyse'. Op basis van de Europese beschikking 2000/532/EG⁷, werden de volgende afvalstoffen aan de lijst gevaarlijke afvalstoffen toegevoegd: 06 13 04 'Afval van asbestverwerking' en 16 02 12 'Afgedankt materiaal met vrije asbestvezels'.

Met de beschikking 2000/573/EG⁸ wordt bovendien ook asbestcement (17 01 05 'Asbesthoudend bouw materiaal') als een gevaarlijke afvalstof ingedeeld, al mag deze indeling opgeschort worden tot 16 juli 2005 (beschikking 2003/33/EG⁹). Tot dan geldt de huidige wetgeving (Vlarem II) die bepaalt dat asbestcement kan gestort worden op een categorie 1, 2 of 3 stortplaats. Vanaf 16 juli 2005 mogen behandelde asbesthoudende bouwmaterialen worden gestort op stortplaatsen voor ongevaarlijke afvalstoffen (categorie 2-stortplaatsen). De OVAM zal de aanvaardingscriteria uitwerken en definiëren wat onder behandelen valt. Dit kan bvb. verpakken of sorteren zijn. Onbehandeld asbestcement moet dan op een categorie-1 stortplaats terecht komen.

Vlarebo

Het Vlarebo, het besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering dd. 5 maart 1996, bevat geen bodemsaneringsnormen voor asbest.

7 Beschikking 2000/532/EG, l.c.

8 Beschikking 2000/573/EG, l.c.

9 Beschikking 2003/33/EG, l.c.

Een voorstel voor bodemsaneringsnorm voor asbest werd uitgewerkt en is opgenomen in tabel 6.

Criterium	Waarde mg asbest/kg ds)	Opmerking
achtergrondwaarde	2	detectielimiet
Bodemsaneringsnorm*	10	niet-hechtgebonden asbest
	100	hechtgebonden asbest
grenswaarde	1000	criterium voor gevaarlijk afval (carcinogene stoffen)

Tabel 6: Voorstel voor bodemsaneringsnorm voor asbest (uit: voorstel voor een bodemsanerings-norm voor asbest, 2003)

*: De toetsing van concentraties aan de bodemsaneringsnorm gebeurt volgens de formule:

$$\frac{C_{\text{niet-hechtgebonden}}}{10} + \frac{C_{\text{hechtgebonden}}}{100}$$

waarbij een overschrijding van de waarde 1 voor deze verhouding leidt tot de conclusie dat de bodemsaneringsnorm overschreden is.

De bodemsaneringsnorm voor asbest vertoont geen differentiatie in functie van bestemming, omdat het toetsingscriterium gegeven wordt door de maximaal aanvaarde concentratie in lucht. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt in de bestemming van het terrein. De grenswaarde is een waarde die in principe niet mag worden overschreden, ook indien er geen humaan risico is.

In het kader van bodemonderzoek naar asbestverontreinigingen wordt 100 mg/kg ds gehanteerd als gewogen toetsingswaarde waarbij de hechtgebonden concentratie vermeerderd wordt met tienmaal de niet-hechtgebonden concentratie via de formule $C = 10 \times C_{nh} + C_h$. Als maximumwaarde voor asbest wordt in het kader van de humane risicoanalyse 1000 mg/kg ds gehanteerd (i.e. het criterium voor gevaarlijk afval).

6 CMA's van toepassing op asbest in bodem

In de CMA/1/A.20 wordt aangegeven op welke wijze representatieve monsters voor analyse naar asbest worden bekomen ter hoogte van een asbestverdachte deellocatie (i.e. het verkennend onderzoek) en ter hoogte van een asbestverdachte ruimtelijke eenheid (i.e. het nader onderzoek). De richtlijnen betreffende de visuele inspectie en bemonstering in het kader van het verkennend en nader onderzoek naar asbest worden kort aangehaald samen met een verwijzing naar de overeenkomende paragrafen van de CMA/1/A.20.

6.1 Visuele inspectie en bemonstering

Het verkennend onderzoek (§ 5 van de CMA/1/A.20) houdt een voorstudie en een eerste bemonstering in. De voorstudie bestaat uit een historisch onderzoek en een terreinbezoek waarbij de nadruk ligt op de visuele inspectie van het oppervlak/maaiveld van het terrein. Op basis van de gegevens uit de voorstudie worden de asbestverdachte zones op het terrein afgebakend en ingedeeld in homogene deellocaties van 1000 m², 500 m² en/of 25 m². In de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek naar asbest wordt vervolgens aangegeven op welke wijze een asbestverdachte homogene deellocatie onderzocht dient te worden om een representatief asbestgehalte te bekomen. Ook de verschillende stappen van de bemonsteringsstrategie, zijnde de visuele inspectie en bemonstering van het oppervlak/maaiveld, het graven van gaten of sleuven en de visuele inspectie en bemonstering van het opgegraven materiaal, worden toegelicht in de CMA/1/A.20.

In het nader onderzoek (§ 6 van de CMA/1/A.20) wordt beschreven hoe een nader te onderzoeken deellocatie onderzocht dient te worden. In eerste instantie dient de onderzoeksinspanning vastgelegd te worden, zijnde het uitvoeren van boringen en of het verder indelen in ruimtelijke eenheden van maximaal 200 m². Per ruimtelijke eenheid wordt één gat of sleuf gegraven. Vervolgens wordt het opgegraven materiaal van elk sleuf(gat)monster visueel geïnspecteerd en bemonsterd.

6.2 Asbestanalyse

De monsters bekomen aan de hand van één van bovenstaande bemonsteringsstrategieën worden op geschikte wijze verpakt en aangeboden bij het analyselaboratorium voor een asbestanalyse. De analysemethoden voor asbest en de berekening van asbestgehalten wordt toegelicht in CMA/2/III/C.3 (Analyse m.b.t. asbest in verharding-, funderings- en bodemlagen).

6.3 Interpretatie asbestgehalten

De door het laboratorium gemeten en berekende asbestgehalten worden vervolgens gerapporteerd aan de eBSD en deze kan vervolgens de asbestgehalten toetsen aan de gewogen toetsingswaarde voor asbestvezels van 100 mg/kg ds¹⁰.

Op basis van het verkennend onderzoek wordt duidelijk of er al dan niet een asbestverontreiniging aanwezig is ter hoogte van een onderzochte deellocatie. De hoeveelheid asbest ter hoogte van de deellocatie kan ook ruw geschat worden en de plaats van voorkomen van de asbestverontreiniging (verticaal/horizontaal) is bij benadering gekend. Op basis van deze informatie kan beslist worden of een nader onderzoek van deze deellocatie al dan niet nodig/nuttig is.

¹⁰ $C = 10 \times C_{nh} + C_h$ (hechtgebonden concentratie vermeerderd wordt met tienmaal de niet-hechtgebonden concentratie)

Het doel van het nader onderzoek is om op basis van de bijkomende bemonsteringen en asbestanalyses de ernst en omvang van de asbestverontreiniging ter hoogte van een deellocatie beter in te schatten.

7 Oriënterend bodemonderzoek asbest (obo asbest)

Zoals reeds werd aangegeven in de inleiding dient de Code van goede praktijk voor oriënterend bodemonderzoek, beschrijvend bodemonderzoek en risicoanalyse voor asbestverontreiniging (CGP asbest) enkel toegepast te worden op onderzoekslocaties met een (reëel) asbestrisico. In bijlage 4 is een leidraad opgenomen die gebruikt kan worden bij de beoordeling of een grond al dan niet onderzocht moet worden volgens de code van goede praktijk OBO, BBO en risicoanalyse asbest. De CGP asbest heeft als doel de omvang van de asbestverontreiniging en de daaraan gekoppelde risico's te bepalen.

Indien tijdens het standaard OBO op basis van visuele waarnemingen van het oppervlak/maaiveld of van het opgeboorde materiaal (uitgevoerde boringen) een asbestrisico werd aangeduid, wordt aangeraden om aan de hand van polarisatiemicroscopie te laten bevestigen dat alle aangetroffen asbestverdachte materialen (verschillende soorten/types asbestverdachte materialen) effectief asbesthoudend zijn alvorens de CGP asbest op te starten.

In de CMA/1/A.20 wordt aangegeven op welke wijze een monster wordt genomen om het asbestgehalte voor een asbestverdachte deellocatie te bepalen (verkennend onderzoek), maar wordt niet aangegeven hoeveel deellocaties onderzocht dienen te worden. Hoeveel en welke deellocaties per asbestverdachte zone volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek bemonsterd en geanalyseerd dienen te worden, dient door de eBSD in het kader van het OBO asbest vastgelegd te worden (§ 7.2).

Na uitvoering van de bemonstering conform het verkennend onderzoek (CMA/1/A.20) en analyse (CMA/2/II/C.3) naar asbest, worden de door het laboratorium gemeten en berekende asbestgehalten getoetst aan de gewogen toetsingswaarde voor asbestvezels (100 mg/kg ds)¹⁰. Op basis van de visuele voorstelling van de asbestverontreiniging en de interpretatie van de asbestresultaten (§ 7.3), wordt beslist of een beschrijvend bodemonderzoek naar asbest (BBO asbest) nodig is (§ 7.4).

De stappen die in het kader van het OBO asbest door de eBSD uitgewerkt dienen te worden (i.e. het vastleggen van het aantal te onderzoeken deellocaties per asbestverdachte zone, de interpretatie van de asbestresultaten en de noodzaak tot BBO asbest) worden in de volgende paragrafen (§ 7.2, § 7.3 en § 7.4) toegelicht en schematisch weergegeven in figuur 1.

7.1 Uitzonderingsprocedure

Als een eigenaar of gebruiker van een perceel met een asbestverdachte locatie een oriënterend bodemonderzoek op zijn perceel moet uitvoeren, kan onderstaande uitzonderingsprocedure gehanteerd worden.

Deze uitzonderingsprocedure biedt de mogelijkheid om voor een asbestverdachte locatie een minder uitgebreid oriënterend bodemonderzoek uit te voeren. Er moet wel aan een aantal voorwaarden voldaan zijn.

De verkorte onderzoeksstrategie kan worden toegepast indien cumulatief voldaan is aan volgende voorwaarden:

- de asbestverontreiniging moet aangetoond zijn;
- de handeling waarbij asbestverontreiniging werd veroorzaakt werd stopgezet vóór 29 oktober 1995;

- er zijn/waren geen andere potentiële verontreinigingsbronnen aanwezig op het te onderzoeken perceel.

Als er wel andere potentiële verontreinigingsbronnen aanwezig zijn/waren, worden die onderzocht volgens bemonsteringsstrategie 3 van de standaardprocedure oriënterend bodemonderzoek.

Als de verkorte onderzoeksstrategie wordt toegepast, moet er steeds worden overgegaan tot het uitvoeren van een beschrijvend bodemonderzoek. Indien de bodemsaneringsdeskundige vermoedt dat er geen BBO noodzakelijk is voor de betreffende asbestverontreiniging, wordt dit steeds via de uitgebreide onderzoeksstrategie aangetoond.

Bij toepassing van de uitzonderingsprocedure moet de voorstudie bestaande uit het historisch onderzoek asbest en de visuele inspectie van het oppervlak/maaiveld worden uitgevoerd zoals beschreven in hoofdstuk 5.1 van CMA/1/A.20. De aanwezigheid van asbest moet bevestigd zijn aan de hand van polarisatiemicroscopie door het laboratorium.

Het onderzoek is er voornamelijk op gericht om na te gaan of er voorzorgsmaatregelen noodzakelijk zijn. Bijgevolg moet de bodemsaneringsdeskundige een eenduidig en gemotiveerd besluit formuleren met betrekking tot de noodzaak tot voorzorgsmaatregelen.

7.2 Vastleggen van de te onderzoeken deellocaties per asbestverdachte zone

Op basis van de gegevens uit de voorstudie (5.1 en 5.2.2 van de CMA/1/A.20) worden de asbestverdachte zones op het terrein afgebakend en ingedeeld in homogene deellocaties van 1000 m², 500 m² en/of 25 m² (§ 5.2.4 van de CMA/1/A.20).

Het aantal te onderzoeken deellocatie(s) van 1000 en/of 500 m² en dus het totaal aantal te graven gaten/sleuven wordt bepaald in functie van de grootte van elke asbestverdachte zone en de 'vermoedelijke' variaties in de ruimtelijke verdeling van de asbestbelasting. Tabel 7 geeft een overzicht van het totaal aantal te graven gaten/sleuven en de mogelijke combinaties van te onderzoeken deellocaties van 500 en 1000 m² en dit voor een maximale asbestverdachte zone van 2 ha (i.e. 20000 m²). Indien de asbestverdachte zone groter is dan 2 ha wordt door de eBSD in overleg met OVAM een gepast onderzoeksvoorstel uitgewerkt.

Indien tijdens de indeling van de asbestverdachte zone ook homogene deellocaties van 25 m² werden geïdentificeerd (puntverontreinigingen), dient de eBSD in het kader van het OBO asbest aan te geven hoeveel van deze deellocaties onderzocht dienen te worden. Het totaal aantal te graven gaten/sleuven in functie van de oppervlakte van de asbestverdachte zone mag hierbij niet verminderen, wel het aantal te onderzoeken deellocaties van 1000 m² en/of 500 m².

Het aantal te graven gaten/sleuven weergegeven in tabel 7 gaat uit van een oppervlakkige en ondiepe asbestverontreiniging ter hoogte van de asbestverdachte zone (i.e. 0 tot max. 0,5 m-mv). Indien het oppervlak/maaiveld van de asbestverdachte deellocatie volledig of grotendeels verhard is met een niet-asbesthoudende vormgegeven verharding (beton, asfalt, klinker, ...) en/of indien de asbestverdachte laag niet voorkomt aan het oppervlak/maaiveld maar op een diepte van meer dan 0,5 m-mv, wordt toegestaan dat slechts 1 gat/sleuf gegraven wordt per te onderzoeken deellocatie.

Indien de eBSD op basis van de voorstudie, de visuele waarnemingen en/of zijn expertise van mening is dat:

- de sanering van de asbestverontreiniging urgent is (bv. bij grote hoeveelheden visueel waarneembare asbesthoudende materialen aan het oppervlak/maaiveld), dan kan beslist worden om geen gaten/sleuven te graven en geen asbestanalyses uit te voeren.

- de asbestverontreiniging goed gelokaliseerd kan worden op basis van visuele inspectie (bv. laag asbestcementdraailingen), dan kan beslist worden om minder deellocaties te onderzoeken, minder gaten/sleuven te graven en dus ook minder asbestanalyses uit te voeren.

De omvang van zo'n asbestverontreinigingen (horizontale en verticale afperking) wordt tijdens het BBO vastgelegd op basis van de visuele inspectie van het maaiveld/oppervlak en/of de visuele inspectie van boringen (zie § 8.2). Op basis van de risico-analyse worden de risico's van de asbestverontreiniging bepaald.

Indien wordt afgeweken van het voorgestelde aantal te onderzoeken deellocaties en/of het voorgestelde aantal gaten/sleuven weergegeven in tabel 7, dan dient dit steeds door de eBSD gemotiveerd te worden.

Oppervlakte (m ²) asbestverdachte zone	Aantal te onderzoeken deellocaties van			Totaal aantal gaten/sleuven*
	1000 m ²	en/of	500 m ²	
< 1000			1	2
1000-3000	1	of	2	4-5
3000-5000	2 1	of en	4 2	8-10
5000-7000	3 2 1	of en en	6 2 4	12-15
7000-12000	4 3 2 1	of en en en	8 2 4 6	16-20
12000-20000	5 4 3 2 1	of en en en en	10 8 2 4 6	20-25

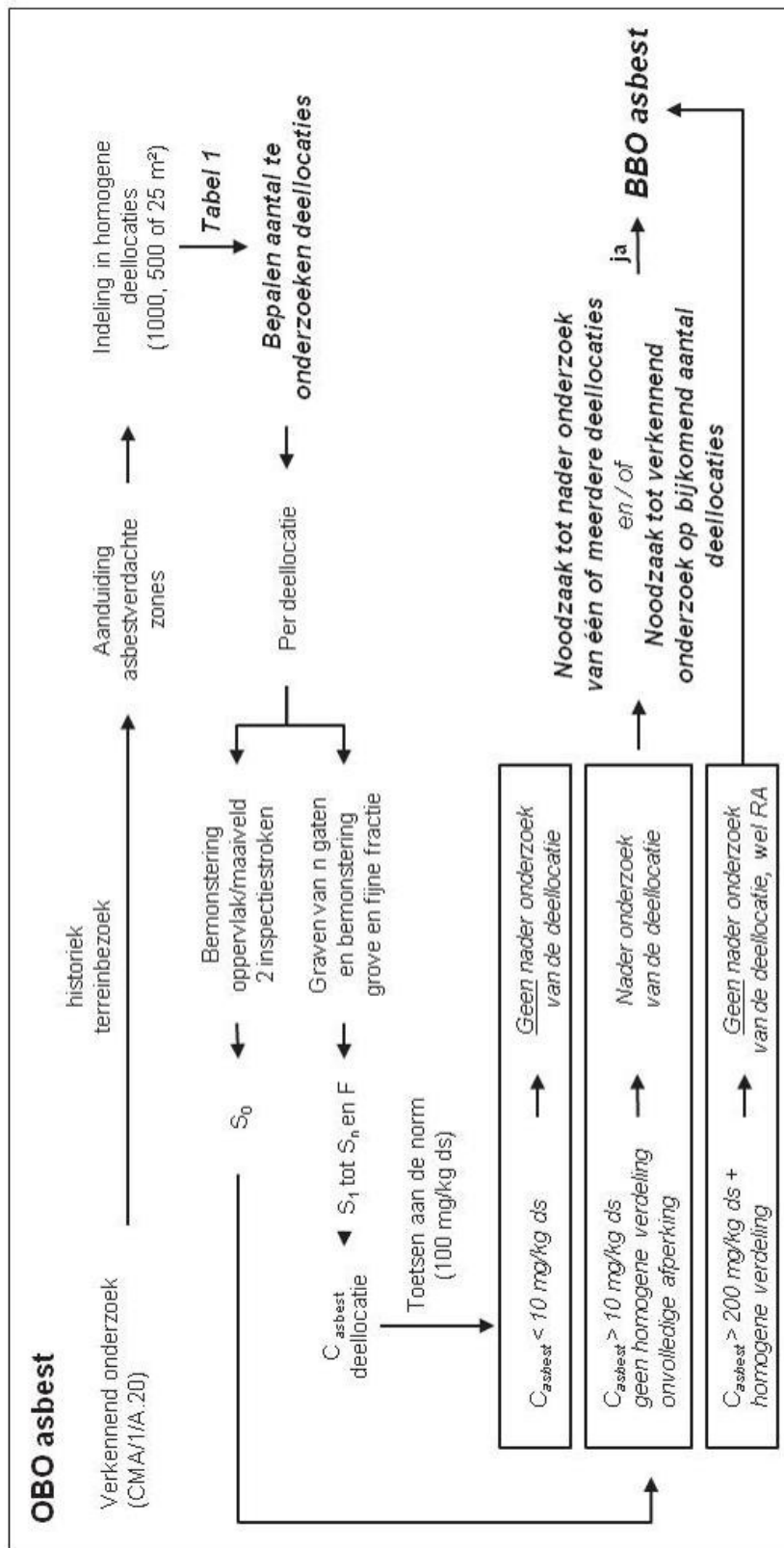
Tabel 7: Aantal gaten/sleuven (G/S) en aantal te onderzoeken deellocatie(s) in functie van de oppervlakte van een asbestverdachte zone

* Indien het oppervlak/maaiveld van een asbestverdachte deellocatie volledig/grotendeels verhard is met een niet-asbesthoudende vormgegeven verharding (beton, asfalt, klinker, ...) en/of indien de asbestverdachte laag niet voorkomt aan het oppervlak/maaiveld maar op een diepte van meer dan 0,5 m-mv, dient wordt toegestaan dat slechts 1 gat/sleuf gegraven wordt en zullen in totaal minder gaten/sleuven gegraven moeten worden.

Aangezien in het kader van het OBO asbest meestal niet alle asbestverdachte deellocaties onderzocht worden, is het belangrijk dat de geselecteerde te onderzoeken deellocaties verspreid voorkomen over de asbestverdachte zone en representatief zijn in functie van de "te verwachten" asbestbelasting op basis van de voorstudie.

Elke geselecteerde deellocatie wordt volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek bemonsterd (§ 5.2.3 en § 5.2.4 CMA/1/A.20) en vervolgens geanalyseerd volgens CMA/2/II/C.3.

Stortplaatsen met asbestverdachte materialen maken geen deel uit van deze code van goede praktijk. De contouren van stortplaatsen dienen op gepaste wijze in kaart gebracht te worden alsook de voorzorgs- en/of beheersmaatregelen.



Figuur 1: Schematische weergave OBO asbest

7.3 Interpretatie resultaten obo asbest

De door het laboratorium gemeten en berekende asbestgehalten worden gerapporteerd aan de eBSD en deze kan vervolgens de asbestgehalten toetsen aan de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels van 100 mg/kg ds¹⁰.

Op basis van de voorstudie, de visuele inspectie van het maaiveld en het opgegraven materiaal en de toetsing van de asbestgehalten van de onderzochte deellocaties wordt duidelijk ter hoogte van welke onderzochte deellocatie(s) er al dan niet een asbestverontreiniging aanwezig is. De hoeveelheid asbest kan voor elke onderzochte deellocatie (ruw) geschat worden en ook de plaats van voorkomen van de asbestverontreiniging (verticaal/horizontaal) ter hoogte van de onderzochte deellocatie(s) is bij benadering gekend.

Op het plan met aanduiding van de resultaten OBO asbest worden de grenzen van de asbestverdachte zone(s) aangeduid alsook de indeling in asbestverdachte homogene deellocaties, informatie over de visuele inspectie van het oppervlak/maaiveld en de visuele inspectie van het opgegraven materiaal, de asbestgehalten van de onderzochte deellocaties, de overschrijdingen van de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels, hiaten en eventueel ook de (vermoedelijke) contour van de asbestverontreiniging.

7.4 Noodzaak bbo asbest

Op basis van de resultaten van een onderzochte deellocatie (i.e. het asbestgehalte en de informatie over de ruimtelijke verdeling van asbest) wordt beslist of een BBO asbest nodig is en welke de onderzoeksinspanningen van het BBO zijn.

De noodzaak tot nader onderzoek van een deellocatie wordt beschreven in § 7.4.1 en is identiek aan § 5.4.1 van de CMA/1/A.20.

Op basis van de informatie van de al onderzochte deellocaties kan door de eBSD beslist worden om een aantal deellocaties bijkomend te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek (§ 7.4.2).

Wanneer de eBSD van mening is dat er tijdens het OBO asbest voldoende informatie bekomen werd met betrekking tot het asbestgehalte van de asbestverdachte laag en indien de asbestverdachte laag visueel waarneembaar is, dan kan voorgesteld worden om tijdens het BBO enkel boringen uit te voeren voor de verdere horizontale en/of verticale afperking van de asbestverontreiniging (§ 7.4.3).

Een combinatie van deze 3 onderzoeksinspanningen is uiteraard ook mogelijk.

7.4.1 Noodzaak tot nader onderzoek van een deellocatie

Een deellocatie dient niet nader onderzocht te worden indien het asbestgehalte ter hoogte van de deellocatie kleiner is dan 0,1 keer de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels (i.e. 10 mg/kg ds).

Indien het asbestgehalte ter hoogte van een deellocatie groter is dan 2 keer de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels (i.e. 200 mg/kg ds) en de asbestbelasting homogeen verdeeld is over de deellocatie (zoals verondersteld op basis van de voorstudie), dient de deellocatie niet nader onderzocht te worden. In zulke gevallen dient een risicoanalyse asbest uitgevoerd te worden (onderdeel van het BBO asbest) en dit om de risico's van de asbestverontreiniging in te schatten.

Een nader onderzoek van een deellocatie is nodig indien het asbestgehalte groter is dan 0,1 keer de (gewogen) toetsingswaarde en er nog onzekerheid is over de ruimtelijke verdeling van asbest ter hoogte van de deellocatie. Door voor elk sleuf(gat)monster het asbestgehalte in de grove fractie te bepalen, wordt bijkomende informatie bekomen over de ruimtelijke verdeling van asbest. Mogelijk wordt op basis van deze informatie duidelijk dat de asbestbelasting ter hoogte van de deellocatie niet 'homogeen' verdeeld is, zoals in eerste instantie (op basis van de voorstudie) verondersteld werd. Omdat deze vaststelling een over- of onderschatting van de omvang van de asbestverontreiniging tot gevolg kan hebben en/of een impact kan hebben op het te saneren volume, worden zulke deellocaties verder onderzocht in het nader onderzoek.

Om dezelfde reden is ook een nader onderzoek van een deellocatie nodig indien het asbestgehalte tussen 0,1 en 2 keer de (gewogen) toetsingswaarde ligt en er nog onzekerheid is over de horizontale en/of verticale afperking van de asbestverontreiniging.

De beslissing tot nader onderzoek van een onderzochte deellocatie wordt gemotiveerd in het besluit van het OBO asbest. De uitvoering en interpretatie van het nader onderzoek van de aangeduide deellocatie(s) gebeurt in het BBO asbest.

7.4.2 Noodzaak tot toepassen van het verkennend onderzoek op andere deellocaties

Daar tijdens het OBO asbest meestal niet alle deellocaties van een asbestverdachte zone onderzocht worden, kan door de eBSD op basis van de informatie van de al onderzochte deellocaties beslist worden om een aantal deellocaties bijkomend te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek.

De beslissing om bijkomend een aantal deellocaties te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek, wordt door de eBSD gemotiveerd in het besluit van het OBO asbest. De motivatie kan zijn het bekomen van de contouren van de asbestverontreiniging, het bekomen van een beter inzicht in de ruimtelijke verspreiding, ...

De uitvoering van het verkennend onderzoek van de bijkomend onderzochte deellocatie(s) en de interpretatie van de bekomen asbestgehalten gebeurt in het BBO asbest.

7.4.3 Noodzaak tot afperking van de asbestverontreiniging aan de hand van boringen

Wanneer de eBSD van mening is dat er tijdens het OBO asbest voldoende informatie bekomen werd met betrekking tot het asbestgehalte van de asbestverdachte laag en indien de asbestverdachte laag visueel waarneembaar is, dan kan beslist worden om tijdens het BBO enkel boringen uit te voeren voor de verdere horizontale en/of verticale afperking van de asbestverontreiniging. Deze beslissing wordt door de eBSD gemotiveerd in het besluit van het OBO asbest.

De uitwerking van het boorprogramma en de interpretatie van de visuele inspectie van de uitgevoerde boringen gebeurt in het BBO asbest.

8 Beschrijvend bodemonderzoek asbest (bbo asbest)

Op basis van de resultaten bekomen tijdens het OBO asbest wordt in het besluit van het OBO asbest de noodzaak tot het uitvoeren van het BBO asbest aangegeven (§7.4). Indien nog geen OBO asbest werd uitgevoerd, wordt aangeraden om de asbestverdachte zones in eerste instantie te onderzoeken zoals voorgeschreven in hoofdstuk 7 (OBO asbest).

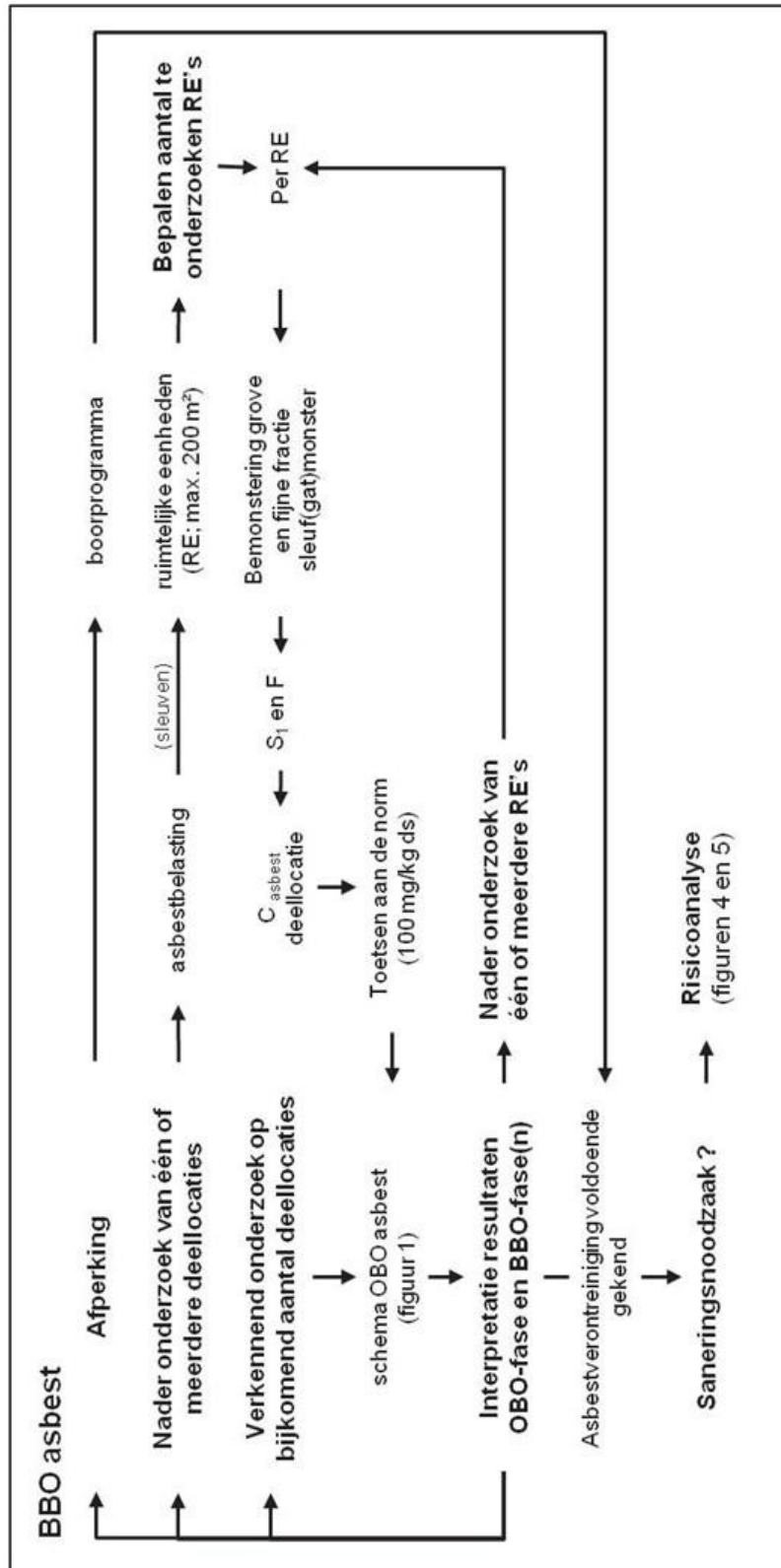
In het BBO asbest worden de onderzoeksinspanningen ter hoogte van de asbestverdachte zones en de asbestverdachte deellocaties vastgelegd (§ 8.1). Afhankelijk daarvan wordt beslist waar boringen uitgevoerd dienen te worden om de asbestverontreiniging af te bakenen en/of welke deellocaties door de eBSD opgesplitst dienen te worden in ruimtelijke eenheden en/of welke asbestverdachte deellocaties bijkomend onderzocht dienen te worden volgens het verkennend onderzoek.

Naargelang de onderzoeksinspanning werkt de eBSD een boorprogramma uit (§ 8.2), wordt onderbouwd hoeveel en welke ruimtelijke eenheden per deellocatie onderzocht dienen te worden volgens het nader onderzoek (§ 8.3) en/of wordt onderbouwd hoeveel en welke deellocaties bijkomend onderzocht dienen te worden volgens het verkennend onderzoek (§ 8.4).

De eBSD beslist steeds op basis van de resultaten van het al uitgevoerde onderzoek (§ 8.5) of een volgende BBO-fase nodig is (§ 8.6). De beslissing van de eBSD om bijkomend een aantal boringen te plaatsen, een aantal deellocaties te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek en/of een aantal ruimtelijke eenheden te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het nader onderzoek, wordt telkens gemotiveerd in het besluit van het BBO asbest van de respectievelijke fase. De uitvoering van het bijkomend onderzoek en de interpretatie van de bekomen asbestgehalten gebeurt in de volgende fase van het BBO asbest.

Wanneer de asbestverontreiniging volledig is afgebakend, dient door de eBSD nog de saneringsnoodzaak bepaald te worden (§ 8.7). Hiervoor dient een risicoanalyse asbest uitgevoerd te worden (hoofdstuk 9).

De stappen die in het kader van een (gefaseerd) BBO asbest door de eBSD uitgewerkt dienen te worden (i.e. het bepalen van de onderzoeksinspanning, het vastleggen van het aantal boringen, vastleggen van het aantal te onderzoeken ruimtelijke eenheden, interpretatie van de resultaten van de BBO-fase, de noodzaak tot een bijkomende BBO-fase en de saneringsnoodzaak) worden in de volgende paragrafen (§ 8.1, § 8.2, § 8.3, § 8.4, § 8.5, § 8.6 en § 8.7) toegelicht en weergegeven in figuur 2.



Figuur 2: Schematische weergave BBO asbest

8.1 Bepalen van de onderzoeksinspanning

De onderzoeksinspanning ter hoogte van één of meerdere deellocaties wordt bepaald in functie van de doelstelling van het bijkomend onderzoek en is identiek aan § 6.1.2 van de CMA/1/A.20.

Indien de asbestverdachte laag visueel waarneembaar is (o.b.v. kennis uit OBO asbest), indien enkel de omvang (horizontale en verticale afperking) van de asbestverontreiniging verder in kaart gebracht dient te worden en indien er geen extra informatie nodig is over het exacte asbestgehalte van de asbestverdachte laag, kan beslist worden om de asbestverontreiniging horizontaal en verticaal af te perken aan de hand van boringen. Vervolgens dient het aantal uit te voeren boringen door de eBSD vastgelegd te worden (§ 8.2).

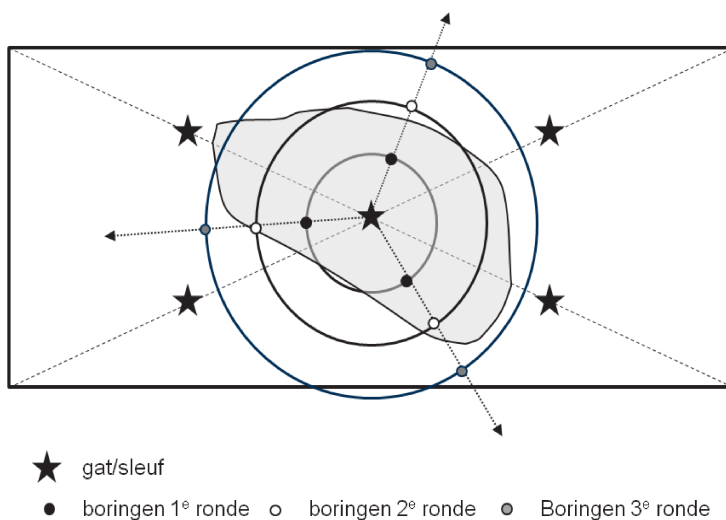
Indien nog extra informatie nodig is over het asbestgehalte van de asbestverdachte laag ter hoogte van een nader te onderzoeken deellocatie, dan dient deze deellocatie opgesplitst te worden in ruimtelijke eenheden en dient het aantal te onderzoeken ruimtelijke eenheden door de eBSD vastgelegd te worden (§ 8.3).

Indien op basis de resultaten van het OBO asbest beslist werd om bijkomend een aantal asbestverdachte deellocaties te onderzoeken volgens het verkennend onderzoek, wordt het aantal door de eBSD vastgelegd (§ 8.4).

8.2 Boorprogramma

Op basis van het verkennend onderzoek van de deellocatie(s) is de dikte van de asbestverdachte laag en de diepte waarop ze voorkomt al bij benadering gekend. Op basis van het OBO asbest (i.e. de voorstudie en het onderzoek ter hoogte van één of meerdere deellocaties) is ook het voorkomen van de asbestverontreiniging (i.e. de horizontale afperking) bij benadering gekend en kan dus ruw geschat worden waar de asbestverontreiniging zich situeert.

Het boorprogramma heeft tot doel om de contouren van de asbestverontreiniging vast te leggen. Er wordt voorgesteld om hierbij gefaseerd te werken en volgens de lijnen van een sterpatroon figuur 3. Er worden minstens 3 boringen uitgevoerd en op basis van de visuele inspectie van deze boringen (i.e. het al dan niet aantreffen van de asbestverdachte laag), wordt beslist of één of meerdere bijkomende boringen uitgevoerd dienen te worden. Dit proces wordt herhaald totdat de asbestverontreiniging volledig afgeperkt is.



Figuur 3: Visuele voorstelling uitwerking boorprogramma

Het aantal boringen nodig voor de horizontale afperking wordt geregistreerd alsook de dieptes en diepte-intervallen waarover de asbestverdachte laag voorkomt. De visuele inspectie van de uitgevoerde boringen (i.e. de boorbeschrijvingen met aanduiding van het diepte-interval) worden ook toegevoegd aan het BBO (ev. als bijlage).

8.3 Vastleggen aantal te onderzoeken ruimtelijke eenheden per deellocatie

De eBSD deelt in eerste instantie elke nader te onderzoeken deellocatie op in kleinere ruimtelijke eenheden van maximaal 200 m² en dit op basis van de informatie uit het verkennend onderzoek van elke deellocatie. In bepaalde gevallen zal deze indeling gebaseerd zijn op een bijkomende visuele inspectie van 2 lange sleuven (§ 6.1.3 van de CMA/1/A.20).

Het aantal te onderzoeken ruimtelijke eenheden per asbestverdachte deellocatie maakt geen deel uit van de CMA/1/A.20. De eBSD bepaalt steeds op basis van de kennis uit de voorgaande fasen hoeveel en welke ruimtelijke eenheden per deellocatie onderzocht dienen te worden volgens de bemonsteringsstrategie van het nader onderzoek (i.e. § 6.1.4 van de CMA/1/A.20).

Aangezien meestal niet alle ruimtelijke eenheden per nader te onderzoeken deellocatie onderzocht worden, is het belangrijk dat de geselecteerde ruimtelijke eenheden verspreid voorkomen over de asbestverdachte zone en/of representatief zijn in functie van de “te verwachten” asbestbelasting (i.e. te verwachten op basis van de kennis uit voorgaande fasen).

8.4 Vastleggen aantal bijkomend te onderzoeken deellocaties

De eBSD bepaalt steeds op basis van de kennis uit de voorgaande fasen hoeveel en welke deellocaties bijkomend onderzocht dienen te worden volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek (zie § 5 van de CMA/1/A.20).

8.5 Interpretatie resultaten BBO-fase asbest

In een BBO-fase dient rekening gehouden te worden met de interpretatie van 3 soorten asbestinformatie zijnde de visuele informatie afkomstig van boringen, de asbestgehalten van ruimtelijke eenheden en/of de asbestgehalten van deellocaties.

Op basis van de informatie uit het OBO en de al uitgevoerde BBO-fase(n) wordt duidelijk ter hoogte van welke onderzochte deellocaties en/of ruimtelijke eenheden er al dan niet een asbestverontreiniging aanwezig is.

De informatie en de resultaten worden steeds per BBO-fase duidelijk gerapporteerd (i.e. de indeling van deellocaties in ruimtelijke eenheden, de (bijkomend) onderzochte ruimtelijke eenheden, de bijkomend onderzochte deellocaties, de informatie van de boringen, de asbestgehalten van de deellocaties en/of ruimtelijke eenheden, de overschrijdingen van de toetsingswaarden, hiaten en ev. aanpassingen aan de contour van de asbestverontreiniging). De relevante informatie wordt toegevoegd aan het plan van de vorige fase.

Het is evident dat naarmate meer deellocaties en ruimtelijke eenheden worden onderzocht volgens respectievelijk het verkennend en nader onderzoek, de ernst en de omvang van de asbestverontreiniging beter geschat kan worden.

8.5.1 Interpretatie boringen BBO-fase asbest

Zoals al aangehaald in § 8.2 dienen tijdens een BBO-fase enkel boringen uitgevoerd te worden, indien enkel de omvang (horizontale en verticale afperking) van de asbestverontreiniging ter hoogte van de deellocatie verder in kaart gebracht dient te worden.

Het aantal boringen is zeer site-specifiek en is afhankelijk van de visuele vaststellingen tijdens de uitgevoerde boringen. Er wordt voorgesteld om de boringen steeds uit te voeren volgens de lijnen van een sterpatroon. De eBSD moet immers op basis van de uitgevoerde boringen en de informatie uit voorgaande onderzoeken in staat zijn om de contouren van de asbestverontreiniging weer te geven op een plan.

8.5.2 Interpretatie asbestgehalten BBO-fase asbest

Ruimtelijke eenheden onderzocht volgens nader onderzoek tijdens een BBO-fase

Indien in een BBO-fase nog extra informatie nodig is over het asbestgehalte van de asbestverdachte laag ter hoogte van één of meerdere geselecteerde ruimtelijke eenheden, dan worden deze ruimtelijke eenheden onderzocht volgens de bemonsteringsstrategie van het nader onderzoek.

De door het laboratorium gemeten en berekende asbestgehalten voor de ruimtelijke eenheden worden gerapporteerd aan de eBSD en deze kan de asbestgehalten vervolgens toetsen aan de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels van 100 mg/kg ds¹⁰.

Deellocaties onderzocht volgens verkennend onderzoek tijdens een BBO-fase

Om de contour van de asbestverontreiniging nauwkeuriger te kunnen schatten en/of om een beter inzicht in de ruimtelijke verspreiding van asbest te bekomen, kan door de eBSD beslist zijn om in een BBO-fase nog niet onderzochte asbestverdachte deellocaties bijkomend te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek.

De door het laboratorium gemeten en berekende asbestgehalten voor deze deellocaties worden gerapporteerd aan de eBSD en deze kan de asbestgehalten vervolgens toetsen aan de gewogen toetsingswaarde voor asbestvezels van 100 mg/kg ds¹⁰.

8.6 Noodzaak bijkomende BBO-fase asbest

Na interpretatie van de asbestgehalten van de uitgevoerde BBO-fase, wordt de visie en de kennis over de asbestverontreiniging (i.e. afperking en ruimtelijke spreiding) bijgesteld en wordt door de eBSD telkens geëvalueerd of de ernst en omvang van de asbestverontreiniging voldoende nauwkeurig gekend is. Een bijkomende BBO-fase is nodig indien de eBSD van mening is dat:

- 1 één of meerdere onderzochte asbestverdachte deellocaties (i.e. deellocaties die al onderzocht werden volgens het verkennend onderzoek) bijkomend volgens het nader onderzoek onderzocht dienen te worden. De noodzaak tot nader onderzoek van een deellocatie is identiek aan deze opgenomen in § 7.4.1, waarbij de beslissing tot nader onderzoek van een onderzochte deellocatie wordt gemotiveerd in het besluit van het de respectievelijke fase BBO asbest.
- 2 één of meerdere nog niet onderzochte asbestverdachte deellocaties bijkomend volgens het verkennend onderzoek onderzocht dienen te worden. De beslissing om bijkomend een aantal deellocaties te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het verkennend onderzoek, wordt door de eBSD gemotiveerd in het besluit van de respectievelijke fase van het BBO asbest. De motivatie kan zijn het bekomen van de contour van de

asbestverontreiniging, het bekomen van een beter inzicht in de ruimtelijke verspreiding, ... en is identiek aan de werkwijze voorgesteld in § 7.4.2.

- 3 één of meerdere ruimtelijke eenheden bijkomend volgens het nader onderzoek onderzocht dienen te worden. De beslissing om bijkomend een aantal ruimtelijke eenheden te onderzoeken volgens de bemonsteringsstrategie van het nader onderzoek, wordt door de eBSD gemotiveerd in het besluit van de respectievelijke fase van het BBO asbest. De motivatie kan zijn het bekomen van de contour van de asbestverontreiniging, het bekomen van een beter inzicht in de ruimtelijke verspreiding, ...

Indien de eBSD van mening is dat een bijkomende BBO-fase nodig is, motiveert de eBSD in het besluit van de BBO-fase wat in de volgende BBO-fase nog onderzocht dient te worden.

Wanneer de asbestverontreiniging volgens de eBSD volledig is afgebakend en er voldoende kennis is over de ruimtelijke spreiding van het asbest en de asbestgehalten, dient de saneringsnoodzaak vastgesteld te worden (zie § 8.7).

8.7 Saneringsnoodzaak asbestverontreiniging

Om te beslissen of een sanering van de asbestverontreiniging al dan niet nodig is en om de urgentie van de sanering te bepalen, dient een risicoanalyse asbest (hoofdstuk 9) uitgevoerd te worden. De risicoanalyse maakt deel uit van de laatste fase van het BBO asbest.

Op basis van de resultaten van de risicoanalyse asbest motiveert de eBSD of de aangetroffen asbestverontreiniging al dan niet gesaneerd moet worden en er al dan niet een bodemsaneringsproject dient opgesteld te worden. De conclusies met betrekking tot de saneringsnoodzaak en de saneringsurgentie van de asbestverontreiniging wordt opgenomen in het besluit van het BBO.

9 Risicoanalyse asbest (RA asbest)

Wanneer de asbestverontreiniging horizontaal en verticaal afgebakend is en de asbestgehalten en de ruimtelijke spreiding van asbest voldoende gekend zijn, kan een risicoanalyse asbest uitgevoerd worden.

Hoe urgent de saneringsmaatregelen zijn voor de asbestverontreiniging, is onder andere afhankelijk van de wijze waarop het asbest gebonden is in het aangetroffen asbesthoudend materiaal. In geval enkel hechtgebonden asbestmaterialen voorkomen, is het direct gevaar voor de gezondheid kleiner indien het materiaal in goede staat verkeert en niet wordt bewerkt. Het krijgen van asbestziekten wordt toegeschreven aan de inademing van vrije asbestvezels. Hoe urgent de sanering is bij het voorkomen van niet-hechtgebonden asbest, zal niet alleen afhangen van de concentratie niet-hechtgebonden asbest, maar ook van het feit of het materiaal al dan niet oppervlakkig voorkomt en/of het asbest zich op een plaats bevindt waar regelmatig mensen komen.

In het kader van het bodemdecreet moet tijdens het beschrijvend bodemonderzoek bij de aanwezigheid van een historische bodemverontreiniging of een gemengd – (overwegend-) historische bodemverontreiniging beslist worden of er op een terrein al dan niet sprake is van een historische of gemengd-(overwegend-)historische bodemverontreiniging die een ernstige bodemverontreiniging vormt.

Indien verhoogde concentraties voor een niet-genormeerde parameter (zoals asbest) worden vastgesteld of indien de bodemverontreiniging omwille van haar bijzondere aard niet aan bodemsaneringsnormen getoetst kan worden, moet eveneens bepaald worden of de verhoogde concentraties een ernstige bodemverontreiniging vormen.

Een ernstige bodemverontreiniging (EB) wordt als volgt gedefinieerd: bodemverontreiniging die een risico oplevert of kan opleveren tot nadelige beïnvloeding van mens of milieu.

Bij de evaluatie van de ernst van de bodemverontreiniging met asbest houdt men rekening met de uitgangspunten van de klassieke risico-evaluatie zoals beschreven in de standaardprocedure beschrijvend bodemonderzoek.

Zo moet er ook voor asbest **gericht onderzoek** gedaan naar het gevaar op blootstelling van receptoren aan de betreffende bodemverontreiniging in de **huidige én potentieel toekomstige situatie**.

In een klassieke risicoanalyse worden steeds 3 risico's geëvalueerd zijnde het verspreidingsrisico (§ 9.2), het humane risico (§ 9.3) en het ecologisch risico. Voor asbest dient er geen ecologische risicoanalyse uitgevoerd te worden. Bij afwezigheid van een humaan toxicologisch risico wordt automatisch voldaan aan de eis dat de functionele eigenschappen die de bodem heeft voor plant en dier niet ernstig worden verminderd (RIVM rapport 711701034). Alvorens de risicoanalyse uit te werken, wordt aangeraden om een conceptueel site model voor asbest (CSM asbest; § 9.1) op te stellen.

9.1 Conceptueel site model asbest (CSM asbest)

Tijdens het OBO asbest en het (gefaseerd) BBO asbest, werd de asbestverontreiniging volledig afgeperkt en werd al heel wat informatie bekomen voor het opstellen van het CSM asbest, zijnde:

- huidige en ev. toekomstige bestemmingstype, alsook het huidige en toekomstig terreingebruik (weg, erf, bedrijfsterrein, parking, enz.);
- aanwezige bodembedekking en inrichting van de site (verharding, bebouwing, begroeiing, ophoging, demping, ...);
- informatie over de ligging, soort, de toestand, de structuur (gebonden of ongebonden), de samenstelling (korrelgrootte), en ev. de opbouw (dikte) van de aanwezige asbestverdachte verhardings-, en/of funderingslag(en);
- informatie over de ligging en dikte van een asbestverdachte bodemlaag;
- soort van het aangetroffen gerecycleerde granulaten (beton, metselwerk, mengpuin, ...) en/of onbewerkt bouw- en sloopafval en eventueel de herkomst (bijv. afleverbon, ...)
- asbestsoort in puin of bodem (serpentijn (chrysotiel)asbest of amfibool (crocidoliet, amosiet) asbest);
- type van materiaal – hoge/lage dichtheid cement, isolatie, productieafval, spuitasbest, ...

Het CSM asbest wordt gebruikt voor het interpreteren van de vastgestelde asbestgehalten en de daarmee gepaard gaande risico's voor verspreiding, humane risico's en risico's voor ecosystemen. Op basis van het CSM asbest kunnen aanvullende metingen voorzien worden zoals het meten van binnenhuisconcentraties van asbest (concentratie vloerstof en/of binnenlucht) en het meten van concentraties asbest in buitenlucht.

Het CSM asbest heeft aandacht voor zowel de actuele als de potentiële situatie en omvat een beschrijving van: de bron met concentratiepatroon van de verontreiniging (§ 9.1.1), mechanisme van vrijstelling en transport (§ 9.1.2), de beïnvloede media (§ 9.1.3), karakterisatie van het potentieel bodemgebruik (§ 9.1.4), identificatie van de huidig en toekomstig potentieel blootgestelde populatie (§ 9.1.5) en identificatie van de blootstellingsroutes (§ 9.1.6). Deze aspecten worden hieronder kort toegelicht en worden weergegeven in figuur 4.

9.1.1 Blootstellingsbronnen

Blootstellingsbronnen kunnen zijn:

- asbesthoudend puin;
- hechtgebonden (cement)materialen;
- niet-hechtgebonden (verweerde) asbesthoudende materialen;
- vrije asbestvezels aan het oppervlak of in de leeflaag;
- uitgevallen stof, asbestpuin en verontreinigde bodemdeeltjes binnengebracht in gebouwen t.g.v. het betreden van het gebouw, infiltratie van stof via de buitenlucht.

9.1.2 Vrijstellings- en transportmechanismen

Asbest kan worden vrijgesteld uit elke type bron door verstoring als gevolg van menselijke activiteiten en/of natuurlijke processen:

- *activiteiten van bewoners:*
 - verstoring van het maaiveld bij activiteiten zoals maaien, wieden, spelen, wandelen;
 - verstoring bij het aanleggen van een schommel, zandbak, ... en ev. ook tijdens het spelen.
- *natuurlijke processen:*
 - windstoten ter hoogte van asbestverdachte zones met niet-hechtgebonden asbestvezels aan het oppervlak/maaiveld of tijdens het uitgraven grond;
 - run-off bij hevig neerslag of grondverschuivingen te wijten aan extreme temperatuursveranderingen, neerslag of andere atmosferische processen;
 - re-suspensie van (asbesthoudend) stof bij uitvoering van binnenhuisactiviteiten.
- *activiteiten die kunnen resulteren in grote hoeveelheden uitgegraven grond met een tijdelijk asbestvrijstelling naar de lucht:*

- tijdens de aanleg van tuinen en parken (omploegen, aanplanting bomen of grote planten, paden, speeltuigen, ...);
- tijdens saneringen.
- *activiteiten waardoor asbest binnenshuis terecht komt:*
 - via open deuren en vensters bij stofopwaai,
 - via schoeisel en kleding van volwassenen, kinderen en huisdieren,
 - via speelgoed dat binnen gebracht wordt.

9.1.3 Getroffen media – bodem en lucht

Bij de risicoanalyse worden enkel de risico's beoordeeld die betrekking hebben op asbestvezels in de lucht, daar onverstoorde asbest in bodem meestal geen risico vormt voor de gezondheid. Bovendien wordt de ingestie van bodem niet als een belangrijke blootstellingsroute beschouwd, omwille van een veel lager potentieel gezondheidsrisico met ingenomen asbest tegenover ingeademd asbest.

9.1.4 Huidige en toekomstige bestemming/gebruik van de site

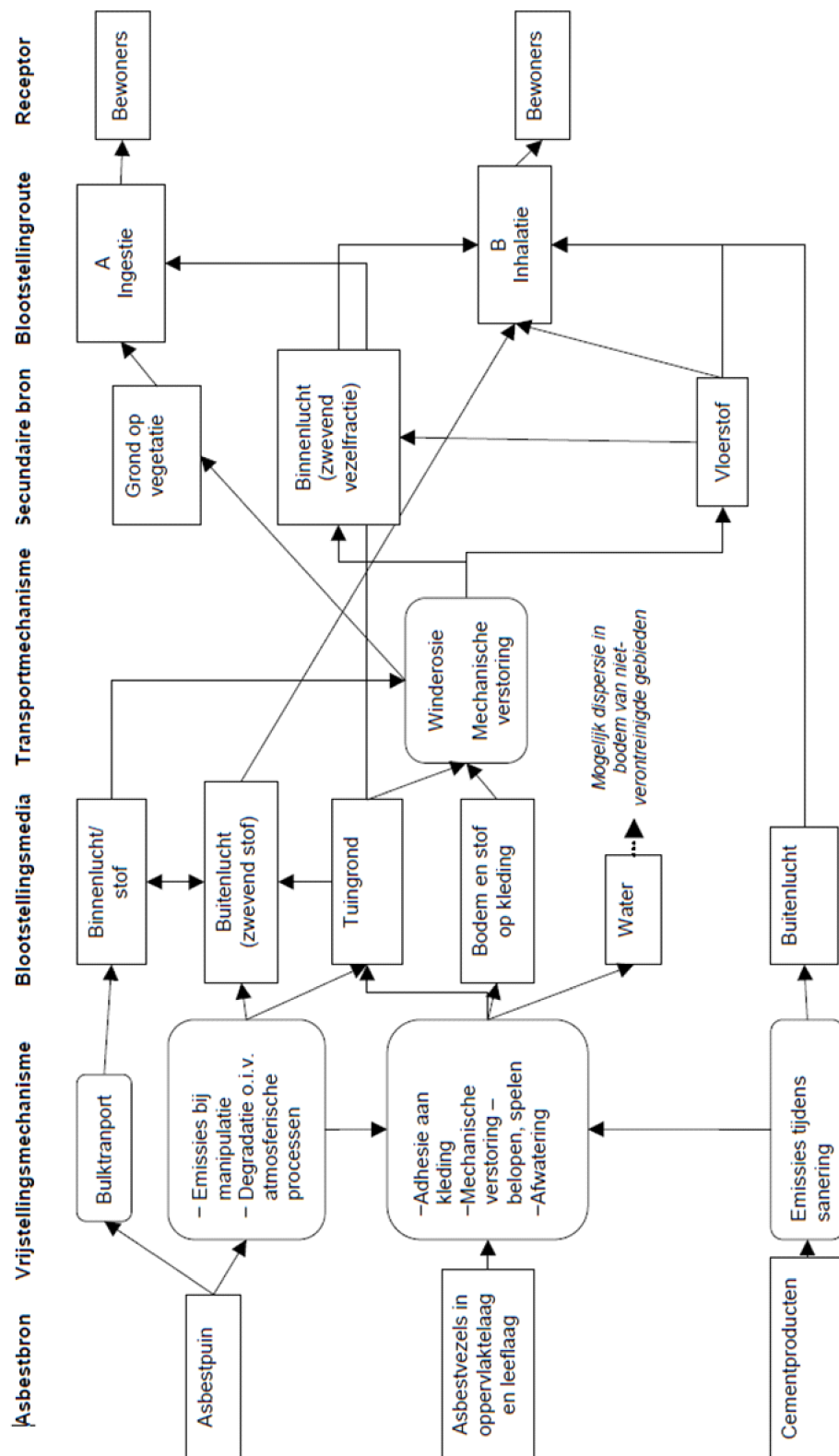
De bestemming en/of het gebruik van de site kan zijn: recreatie, industrieel/commercieel of residentieel.

9.1.5 Huidige en toekomstige potentieel blootgestelde populatie (receptor)

De populatie is gebaseerd op het huidige of toekomstig bodemgebruik. Meestal worden volwassen en kinderen uit naburig gelegen bewoning beoordeeld als potentiële receptoren.

9.1.6 Potentiële blootstellingroute

Een volledige blootstellingroute omvat een bron, een vrijstellingsmechanisme, transport mechanisme, een blootstellingmedium (lucht in geval van asbest) en een receptor. De inademing van verwaaide asbestvezels wordt als primaire blootstellingroute beschouwd omdat lucht het belangrijkste medium is voor het transport van vrije asbestvezels (figuur 4) Het is niet ondenkbaar dat kinderen ook asbestvezels binnenkrijgen via orale weg als gevolg van handmondgedrag, maar het hierdoor veroorzaakte risico wordt als minimaal verondersteld.



Figuur 4: CSM asbest – blootstellingswegen

9.2 Verspreidingsrisicoanalyse asbest (VRA asbest)

Asbest wordt beschouwd als een persistente verontreiniging. Hechtgebonden asbest dat in goede staat verkeert en niet wordt bewerkt, blijft immers langdurig aanwezig in het milieu.

Degradatie van (beschadigd) asbesthoudend afval zorgt voor een continue bron van vrije asbestvezels (i.e. de schadelijkste asbestvorm in relatie tot gezondheidsrisico's).

Vrije asbestvezels die aan het oppervlak/maaiveld voorkomen of die tijdens de verstoring van het oppervlak/maaiveld en/of de leeflaag vrijkomen, komen in contact met de omgevingslucht en kunnen zich vervolgens verder verspreiden via o.a. verwaaiing. Verstoring van de bodem kan zowel een gevolg zijn van menselijke als natuurlijke activiteiten (zie vrijstellings- en transportmechanismen CSM asbest).

Soms is er ook sprake van verspreiding van asbest naar aanpalende terreinen en/of verspreiding naar andere milieucompartmenten (bv. naar oppervlaktewater ten gevolge van een (ongecontroleerde) oppervlakkige afstroming van een asbestverontreinigde zone (run-off)).

Naast verspreiding via verwaaiing (stofopwaai) of afstroming (run-off) kunnen vrije asbestvezels ook in een gebouw worden binnengebracht door de bewoners, werknemers en/of huisdieren, waar ze een continue bron van blootstelling kunnen vormen door het telkens weer in suspensie brengen van de vezels tijdens binnenhuisactiviteiten.

De belangrijkste aspecten met betrekking tot het risico op verspreiding van asbest die door de eBSD opgenomen dienen te worden en die al gedeeltelijk ter sprake kwamen onder de aspecten 'blootstellingsbron' en 'mechanisme van vrijstelling en transport' van het CSM asbest (§ 9.1.1 en 9.1.2), zijn:

- de hechtgebondenheid (i.e. de factor die aangeeft hoe goed (slecht) de asbestvezels in een materiaal zijn gebonden);
- het oppervlakkig of ondiep voorkomen van de asbestverontreiniging (max. 0,5 m);
- het al dan niet intensief betreden van de asbestverdachte laag/locatie;
- de kans op verstoring van de asbestverdachte laag.

Asbestvezels verspreiden zich ten gevolge van verwaaiing en/of via schoeisel over beperkte afstand (tot op ongeveer een afstand van 50 m na betreding van de asbestverdachte zone).

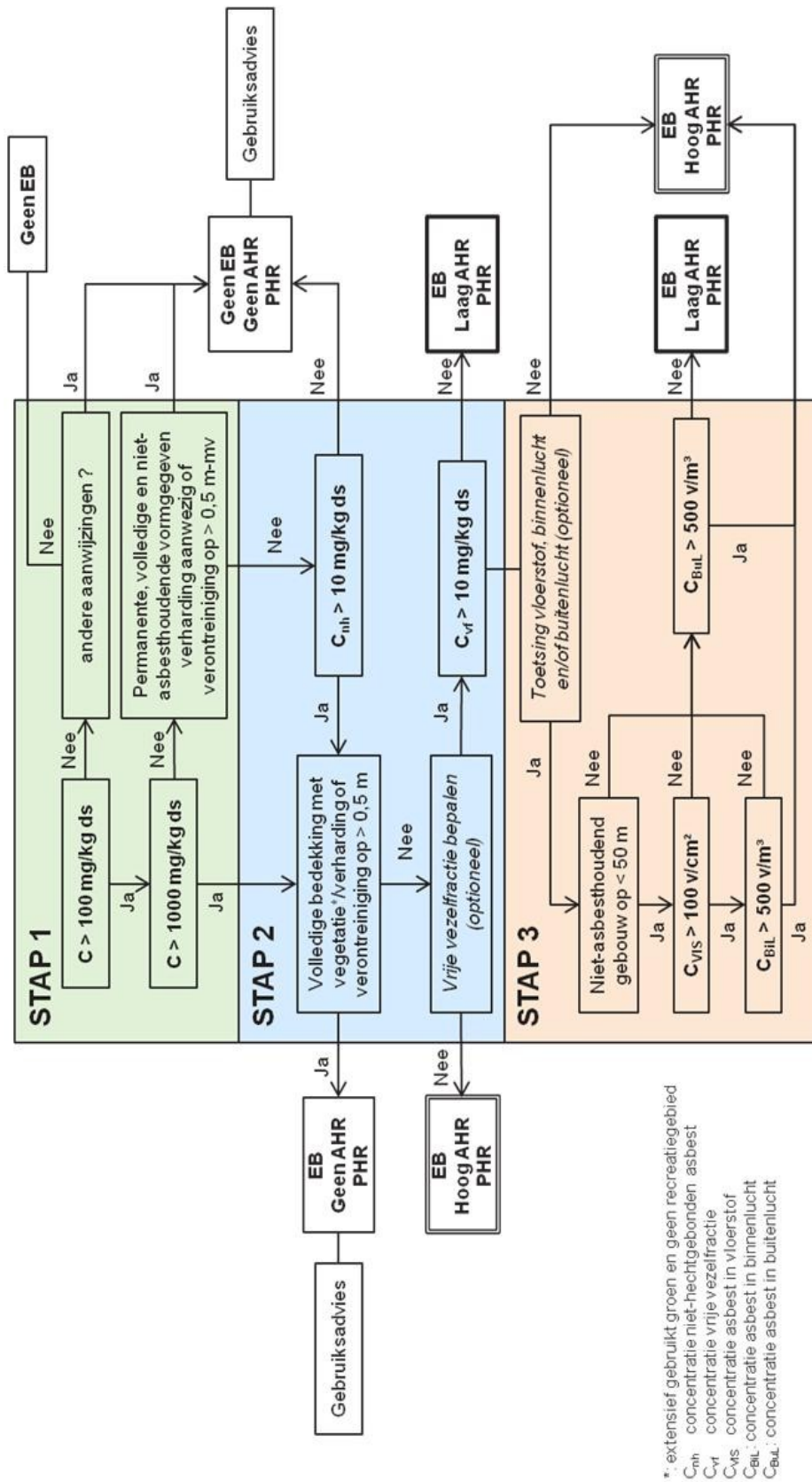
Verwaaiing en resuspensie is mogelijk indien de asbestverontreiniging oppervlakkig voorkomt (i.e. ter hoogte van het maaiveld/oppervlak), concentraties aan niet-hechtgebonden asbestvezels boven 10 mg/kg ds werden vastgesteld en er geen volledige bedekking met vegetatie en/of niet-asbesthoudende verharding aanwezig is. In zulke gevallen is er een verspreidingsrisico via verwaaiing. Van zulke asbestverontreinigingen gaat steeds een actueel humaan risico uit. De ernst van het actueel humaan risico kan verder verfijnd worden via bijkomende metingen (stappen 2 en 3 van Figuur 5; §9.3).

Verwaaiing is niet mogelijk indien een permanente, volledige en niet-asbesthoudende vormgegeven verharding aanwezig is of een niet-asbesthoudende (leef)laag van minstens 0,5 m-mv. In zulke gevallen is er geen sprake van een verspreidingsrisico via verwaaiing. Van zulke asbestverontreinigingen gaat geen actueel humaan risico uit Figuur 5; §9.3).

Wanneer in de toekomst activiteiten en/of bewerkingen plaatsgrijpen die een verstoring van de asbesthoudende laag (kunnen) veroorzaken (i.e. intensief betreden, graafwerken, ...), dan dient op dat moment een aangepaste risicoanalyse uitgevoerd te worden.

Indien een oppervlaktewater gelegen is ter hoogte van of aanpalend aan de asbesthoudende zone (oppervlakkige asbestverontreiniging) en/of in de nabije omgeving, dan zijn er mogelijk

asbestvezels terecht gekomen in de onderwaterbodem (slib). In dit geval is er ook sprake van een verspreidingsrisico. Indien de concentraties aan niet-hechtgebonden asbest in de onderwaterbodem kleiner zijn dan 10 mg/kg ds is er geen sprake van een ernstige bedreiging. Indien concentraties aan niet-hechtgebonden asbest boven 10 mg/kg ds worden vastgesteld, is er sprake van een potentieel risico zolang het slib niet uitdroogt. De asbestvezels uit het slib komen immers enkel in de luchtfase terecht wanneer het slib uitdroogt (bv. slibdepositie op oevers).



Figuur 5: Weergave stapsgewijze aanpak humane risicoanalyse

9.3 Humane risicoanalyse asbest (HRA asbest)

De humane risicoanalyse voor asbestverontreiniging verloopt volgens dezelfde basisprincipes als voor elke andere vastgestelde verontreiniging. Het doel van de humane risico-evaluatie is ook hier om voor een populatie de mate van de blootstelling aan asbest te schatten. Voor asbest wordt geen route specifieke inname dosis berekend, maar wordt een vereenvoudigde risicobeoordeling uitgevoerd, bestaande uit een stapsgewijze toetsing van asbestgehalten aan toetsingswaarden. Aan de hand van deze 3 stappen worden de actuele en/of potentiële asbestrisico's geschat. Naarmate het aantal stappen toeneemt, dienen meer kwantitatieve bepalingen uitgevoerd te worden.

9.3.1 Actueel versus potentieel asbestrisico

Op dit ogenblik is er onvoldoende informatie betreffende de relatie tussen asbest aan het oppervlak/maaiveld van een asbesthoudende laag en verwaaiing naar omgevingslucht en intrusie in gebouwen.

Toetsing van totale asbestgehalten aan het criterium voor gevaarlijk afval (1000 mg/kg ds; gewogen) en de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels (100 mg/kg ds)¹⁰ resulteert in een eerste indicatie betreffende het asbestrisico (**stap 1, § 9.3.2**).

Het potentieel om vezels vrij te stellen naar de omgevingslucht is gerelateerd aan het type en toestand van de matrix waarin het asbest voorkomt, alsook het potentieel voor mechanische verstoring door menselijke of natuurlijke activiteiten.

Actuele asbestrisico's worden veroorzaakt door de aanwezigheid van niet-hechtgebonden asbestvezels aan het oppervlak/maaiveld van een asbesthoudende laag. De concentratie aan niet-hechtgebonden vezels vastgesteld in het oppervlak/maaiveld van de asbesthoudende laag, geeft in dit geval een eerste indicatie van het actuele asbestrisico (**stap 2, § 9.3.3**).

In bepaalde gevallen wordt aangeraden om de concentratie "vrije" vezelfractie te bepalen om de ernst van het actuele humane asbestrisico beter te beoordelen. Bepaling van "vrije" vezels is nuttig ter hoogte van zones die (potentieel) bewerkt, belopen of bereden worden. Indien deze fractie niet bepaald wordt, wordt steeds gesteld dat er een actueel en potentieel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

Indien op basis van de concentratie "vrije" vezelfractie een actueel humaan asbestrisico vermoed wordt, dan wordt aangeraden om het asbestrisico nader te beoordelen op basis van aanvullende metingen zijnde metingen van asbestvezels in buitenlucht, binnenlucht en/of vloerstof (**stap 3, § 9.3.4**). Indien deze metingen niet worden uitgevoerd, wordt gesteld dat er een actueel en potentieel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

Hechtgebonden asbest stelt een veel geringer risico, maar kan potentieel – door verwerking of mechanische ingrepen – asbestvezels vrijstellen.

Hechtgebonden en niet hechtgebonden asbest, dat niet in de toplaag aanwezig is, vormt een potentieel risico. Indien een dergelijke asbesthoudende laag verstoord wordt (bv. door graafwerkzaamheden), is er contact met de omgevingslucht en kunnen asbestvezels vrijgesteld worden aan de lucht.

Er dient opgemerkt te worden dat de gemeten asbestconcentraties in bodem en lucht waaraan een individu kan blootgesteld zijn, enkel informatie geven over een momentopname en bijgevolg beperkt representatief zijn voor de blootstelling onder andere condities (i.e. andere activiteiten en/of omgevingscondities).

De verschillende stappen van de humane risicoanalyse worden in de volgende paragrafen gedetailleerd toegelicht en schematisch weergegeven in figuur 5.

9.3.2 Stap 1 – toetsing op basis van totale asbestgehalten

Stap 1 omvat een eenvoudige beoordeling van de asbesthoudende laag op locatiespecifieke risico's en is gebaseerd op de resultaten bekomen tijdens het OBO asbest en het (gefaseerde) BBO asbest en op het CSM asbest.

Een eerste indicatie betreffende het asbestrisico wordt bekomen op basis van de toetsing van de totale asbestgehalten (C_T) aan het criterium voor gevaarlijk afval (carcinogene stoffen) zijnde 1000 mg/kg ds (gewogen) en aan de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels (100 mg/kg ds)¹⁰.

In de toetsing van stap 1 wordt niet alleen rekening gehouden met de (gewogen) toetsingswaarde voor asbestvezels, maar ook met de gebruiksvorm (bewerking en activiteit) van de asbesthoudende laag, de asbestsoort, de bedekking en bedekkingsgraad, de laag waarin de asbestverontreiniging voorkomt en de activiteit(en) op de locatie. Stap 1 wordt schematisch weergegeven in figuur 5.

De toetsingswaarde van 1000 mg/kg ds (gewogen) wordt aanzien als een maximumwaarde in het kader van de humane risico-evaluatie. Bij overschrijding van deze waarde wordt gesteld dat er steeds een ernstige bedreiging (EB) uitgaat van de asbestverontreiniging. Wanneer deze asbestverontreiniging aanwezig is onder een permanente niet-asbesthoudende vormgegeven verharding (bv. beton, asfalt, klinker, ...) of onder een leeflaag van minstens 0,5 m, is er enkel een potentieel humaan risico.

Indien het asbestgehalte gelegen is tussen 1000 en 100 mg/kg ds (gewogen) en het oppervlak/maaiveld van de asbesthoudende zone is volledig verhard met een niet-asbesthoudende vormgegeven verharding (bv. beton, asfalt, klinker, ...) en/of de asbesthoudende laag komt niet voor aan het oppervlak/maaiveld maar op een diepte van meer dan 0,5 m-mv (bv. onder een niet-gecontamineerde leeflaag), dan gaat er geen ernstige bedreiging uit van de dieper gelegen asbestverontreiniging indien er geen activiteiten en/of bewerkingen (graafwerken) plaatsgrijpen. Er is met andere woorden geen actueel humaan asbestrisico (geen AHR) aanwezig. Bij verwijdering van de niet-asbesthoudende verhardingslaag en/of bij verstoring van de asbesthoudende laag (bv. graafwerken), is er mogelijk sprake van een potentieel humaan asbestrisico (PHR).

Indien de asbestverontreiniging oppervlakkig voorkomt ter hoogte van de asbesthoudende zone (i.e. aan het oppervlak/maaiveld en/of ondiep (i.e. in de bovenste 0,5 m)), dan dient steeds stap 2 doorlopen te worden om te bepalen of er al dan niet een actueel en/of potentieel humaan asbestrisico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

9.3.3 Stap 2 – toetsing op basis van niet-hechtgebonden asbestfractie en “vrije” vezelfractie

Stap 2 is gebaseerd op het al dan niet aanwezig zijn van niet-hechtgebonden asbestvezels in de oppervlakkige asbesthoudende laag (C_{nh}) en de “vrije” vezelfractie. Het zijn immers de vezels die zich in contact met omgevingslucht gemakkelijk kunnen verspreiden en die het grootste gevaar inhouden naar gezondheid toe. De concentraties aan niet-hechtgebonden asbestvezels zijn naast de totale asbestgehalten terug te vinden op het analyseverslag. Voor het bepalen van de “vrije” vezelfractie dient een extra analyse uitgevoerd te worden. Stap 2 wordt schematisch weergegeven in figuur 5.

Indien het totale asbestgehalte gelegen is tussen 1000 en 100 mg/kg ds (gewogen) en de concentratie aan niet-hechtgebonden asbestvezels is lager dan 10 mg/kg ds voor het

opgegraven materiaal van de oppervlakkige asbestverontreiniging, dan gaat er geen actueel en geen potentieel humaan asbestrisico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

Indien het totale asbestgehalte groter is dan 1000 mg/kg ds (gewogen) of indien het totale asbestgehalte groter is dan 100 mg/kg ds (gewogen) en de concentratie aan niet-hechtgebonden asbestvezels is groter dan 10 mg/kg ds, dan dient 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 (o.a. niet gelegen in recreatiegebied) en volledig bedekt is met vegetatie (extensief gebruikt groen) en/of verharding, dan gaat er geen actueel humaan risico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging maar wel een potentieel humaan risico (i.e. bij bewerking van de grond).
- Indien de asbesthoudende zone niet volledig bedekt is met vegetatie en/of verharding ende groenzones worden intensief betreden (bv. in recreatiegebied), dan wordt aangeraden de concentratie "vrije" vezelfractie te bepalen (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 deze "vrije" vezelfractie kleiner is dan 10 mg/kg ds, dan gaat er een laag actueel humaan risico uit van de oppervlakkige asbestverontreiniging en een potentieel humaan risico.

- Indien deze "vrije" vezelfractie groter is dan 10 mg/kg ds, dan wordt verondersteld dat er een hoog actueel humaan risico en een potentieel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging.

9.3.4 Stap 3 – toetsing op basis van aanvullende metingen

Indien uit stap 2 blijkt dat de "vrije" vezelfractie aanwezig in de oppervlakkige asbestverontreiniging een hoog actueel humaan risico vormt, dan wordt aangeraden om het actueel risico nader te bepalen op basis van aanvullende metingen zijnde metingen van asbestvezels in buitenlucht, binnenlucht en/of vloerstof (stap 3). Indien deze metingen niet worden uitgevoerd, wordt steeds gesteld dat er een hoog actueel humaan risico uitgaat van de oppervlakkige asbestverontreiniging en een potentieel humaan risico.

Voor het nader bepalen van het actuele humane risico van de oppervlakkige asbestverontreiniging wordt in de meeste gevallen rekening gehouden met buitenluchtconcentraties. Indien op minder dan 50 meter van de asbestverontreiniging een 'niet-asbesthoudend' gebouw aanwezig is, wordt voor het bepalen van de saneringsurgentie ook rekening gehouden met binnenhuisconcentraties aan asbest (vloerstof en binnenlucht). De bemonstering en analyse kan uitgevoerd worden volgens een procedure voor het nemen van een veegmonster (afgeleid van de EPA, 1995) of conform ontwerpnorm NEN 2991. Voor asbestmetingen in lucht wordt verwezen naar de ISO-norm 14966 of VDI 3492.

Stap 3 wordt schematisch weergegeven in figuur 5 en is gebaseerd op de hoeveelheid asbest in media waaraan volwassenen en/of kinderen rechtstreeks blootgesteld kunnen worden, zijnde concentraties aan asbest in buitenlucht (C BuL), binnenlucht (C BiL) en/of vloerstof (C VIS). Volgende richtwaarden worden gehanteerd:

- 500 v/m³ voor buitenlucht en binnenlucht
- 100 v/cm² voor gesedimenteerd huisstof (i.e. vloerstof)

Asbestvezels in vloerstof (C VIS) toetsen aan 100 v/cm²

De concentratie aan asbest in vloerstof kan erg variabel zijn en kan een indicatie geven van de potentiële verspreiding van het asbesthoudend depositiestof, wanneer de asbestvezels enkel via schoeisel (of kleding) en/of via stofopwaai worden binnengebracht in het gebouw. Wanneer ook asbesthoudende materialen werden toegepast in het gebouw (i.e. asbesthoudend gebouw), kan

de vastgestelde hoeveelheid asbestvezels in het gebouw niet eenduidig worden toegeschreven aan de oppervlakkige asbestverontreiniging.

Dus, enkel indien op minder dan 50 meter van de asbestverontreiniging een 'niet asbesthoudend' gebouw (i.e. gebouw waarin geen asbesthoudende materialen werden toegepast) aanwezig is, dient op een aantal relevante plaatsen in het gebouw (i.e. plaatsen waar regelmatig mensen en/of kinderen komen) de concentratie aan asbestvezels in vloerstof bepaald te worden. In alle andere situaties dient de concentratie aan asbestvezels in buitenlucht bepaald te worden (C BuL).

Indien geen overschrijdingen van de richtwaarde van 100 v/cm² voor vloerstof worden vastgesteld, dan wordt de saneringsurgentie bepaald aan de hand van de concentratie aan asbestvezels in buitenlucht (C BuL).

Indien minstens één overschrijding van de richtwaarde van 100 v/cm² voor vloerstof wordt vastgesteld, dan dient de concentratie aan asbestvezels in binnenlucht (C BiL) bepaald te worden.

Asbestvezels in binnenlucht (C BiL) toetsen aan 500 v/m³

Op een aantal relevante plaatsen in het 'niet asbesthoudend' gebouw (i.e. plaatsen waar regelmatig mensen en/of kinderen komen) worden binnenluchtmetingen naar asbest uitgevoerd.

Indien geen overschrijdingen van de richtwaarde van 500 v/m³ voor binnenlucht worden vastgesteld, dan wordt de saneringsurgentie bepaald aan de hand van de concentratie aan asbestvezels in buitenlucht (CBuL).

Indien minstens één overschrijding van de richtwaarde van 500 v/m³ voor binnenlucht wordt vastgesteld, dan is de sanering urgent.

Asbestvezels in buitenlucht (C BuL) toetsen aan 500 v/m³

Op een aantal relevant plaatsen ter hoogte van of nabij de asbestverontreiniging (i.e. plaatsen waar regelmatig mensen en/of kinderen komen) wordt de concentratie aan asbestvezels in buitenlucht bepaald.

Indien geen overschrijdingen van de richtwaarde van 500 v/m³ voor buitenlucht wordt vastgesteld, dan is de sanering matig urgent.

Indien minstens één overschrijding van de richtwaarde van 500 v/m³ voor binnenlucht wordt vastgesteld, dan is de sanering urgent.

9.4 Saneringsurgentie asbest (SU asbest)

Indien bodemsanering noodzakelijk is (dus zowel voor nieuwe, historische, gemengd-nieuwe als gemengd-historische bodemverontreiniging), moet de bodemsaneringsdeskundige nagaan of de sanering van de ernstige bodemverontreiniging al dan niet urgent is.

De bepaling van de saneringsurgentie asbest gebeurt op basis van de aanwezigheid van risico's voor mens, dus waarbij in de actuele situatie (op dit moment) een bedreiging van de huidige aanwezige receptoren aanwezig/meetbaar is binnen de huidige gebruiksfunctie en bestemming van het terrein. Vervolgens wordt eveneens een urgentiebepaling uitgevoerd voor de potentiële situatie.

De saneringsurgentie wordt vastgelegd op basis van het verspreidingsrisico en de humane risicoanalyse (Figuur 5).

Het resultaat van de urgentiebepaling is een onderverdeling van de aanwezige bodemverontreiniging in één van de volgende klassen:

- klasse I: zeer urgent;
- klasse II: urgent;
- klasse III: matig urgent;
- (klasse IV: beperkt urgent.)

In de meeste gevallen zal de saneringsurgentie van de humane risicoanalyse bepalend zijn.

Indien geen receptoren aanwezig zijn, dan bepaalt het verspreidingsrisico de saneringsurgentie.

De receptoren kunnen bestaande receptoren zijn, d.w.z. receptoren aanwezig in de actuele situatie (op dit moment) en in de huidige gebruiksfunctie, inrichting en bestemming van het terrein. In de urgentiebepaling moet echter ook rekening gehouden worden met scenario's waarin mogelijke, realistische wijzigingen van de huidige gebruiksfunctie of inrichting van het terrein plaatsvinden (binnen de 5 jaar of overeenkomstig artikel 21 § 1 van het bodemdecreet) waarbij desgevallend bestaande of potentiële receptoren kunnen worden blootgesteld aan de verontreiniging. Indien deze wijzigingen voorlopig nog ongekend zijn, dan moet voor de beoordeling van de risico's uitgegaan worden van een standaard gebruiksscenario overeenkomstig de huidige bestemming van het terrein zoals bepaald door de beschikbare gewestplannen, RUP's, BPA's, ...

9.4.1 Methodiek ter bepaling van urgentieklasse

De verontreiniging wordt steeds ingedeeld in klasse I wanneer er in de actuele situatie (op dit moment) een onmiddellijke of een reële (actuele) bedreiging aanwezig of meetbaar is in de huidige gebruiksfunctie, inrichting en bestemming van het terrein, waarbij negatieve effecten voor de beschouwde receptor kunnen optreden binnen korte termijn (maximaal 2 jaar). De onderstaande situaties zijn bindend en geven steeds aanleiding tot opname in klasse I (niet limitatieve lijst):

- er is sprake van een onmiddellijke (op dit moment) bedreiging voor de veiligheid / welzijn van de mens ten gevolge van rechtstreekse of onrechtstreekse humane blootstelling aan de verontreiniging (door inhalatie van asbestvezels);
- er is sprake van een reële actuele bedreiging voor het welzijn van de mens ten gevolge van rechtstreekse of onrechtstreekse humane blootstelling aan de verontreiniging (door inhalatie asbestvezels);

Er moeten **onmiddellijk** maatregelen worden genomen in functie van een eliminatie of vermindering van de bedreiging wanneer er sprake is van een onmiddellijke bedreiging of wanneer de negatieve effecten in de actuele situatie (op dit moment) optreden.

Indien er sprake is van een reële actuele bedreiging, moet in de mate van het mogelijke aangegeven worden wanneer het negatieve effect zal optreden. De urgentie wordt dan bepaald door het tijdstip waarop het negatieve effect plaatsvindt.

Bij afwezigheid van een actuele bedreiging op korte termijn (urgentieklasse I), wordt de saneringsurgentie bepaald door de mate van bedreiging van receptoren. Hierbij is de bepalende factor het tijdstip waarop de bedreiging reëel wordt op langere termijn. Het uitgangspunt hierbij is dat alle huidige of potentieel aanwezige receptoren gevrijwaard moeten blijven van enig nadelig effect in de toekomst.

Bijlage 1: Lijst van tabellen

Tabel 1: Overzicht van dosis-respons relaties voor carcinogeniteit van asbest uit humane studies (uit IRIS, 1993)	21
Tabel 2: Levenslang kankerrisico bij continue blootstelling aan asbestconcentraties van 0,0004 en 0,0002 v/ml (naar NRC, 1984)	22
Tabel 3: Omrekeningsfactoren voor inschatting van mesothelioomrisico bij blootstelling beginnend op een andere leeftijd dan 30 jaar	23
Tabel 4: Samenvatting van concentraties overeenkomend met een extra levenslang kankerrisico van 1/103 bij langdurige blootstelling (v/m ³)	24
Tabel 5: Overzicht van de kwantitatieve kankerrisico's als gevolg van asbestblootstelling bij cumulatieve blootstelling van 0,005 – 0,1 v/ml-j (naar Hodgson et al., 2000)	26
Tabel 6: Voorstel voor bodemsaneringsnorm voor asbest (uit: voorstel voor een bodemsanerings-norm voor asbest, 2003)	32
Tabel 7: Aantal gaten/sleuven (G/S) en aantal te onderzoeken deellocatie(s) in functie van de oppervlakte van een asbestverdachte zone	37
Tabel 8: Leidraad uitvoering OBO, BBO bij voorkomen van asbest	69

Bijlage 2: Lijst van figuren

Figuur 1: Schematische weergave OBO asbest	38
Figuur 2: Schematische weergave BBO asbest	42
Figuur 3: Visuele voorstelling uitwerking boorprogramma	44
Figuur 4: CSM asbest – blootstellingswegen	50
Figuur 5: Weergave stapsgewijze aanpak humane risicoanalyse	53

Bijlage 3: Bibliografie

ATSDR (2001). Toxicological profile for asbestos, september 2001.

Berghmans, P., Cornelis, C. (2003). Voorstel voor een bodemsaneringsnorm voor asbest, Vito, Mol (ontwerp).

Berghmans, P., Pauwels, J. (1998). Milieukwaliteitsnormen voor asbest in omgevingslucht. Vito rapport n° 1998/DIA/R/36, Vito, Mol.

Berry, G. and M.L. Newhouse. 1983. Mortality of workers manufacturing friction materials using asbestos. Br. J. Ind. Med. 40: 1-7.

Berman, D.W. and Crump, K.S. 1999a. Methodology for Conducting Risk Assessment at Asbestos Superfund Sites, Part 1, EPA Contract 68-W9-0059, 1999.

Berman, D.W. and Crump, K.S. 1999a. Methodology for Conducting Risk Assessment at Asbestos Superfund Sites, Part 2, EPA Contract 68-W9-0059, 1999.

Berman, D.W. 2000. Asbestos measurement in soil and bulk materials: sensitivity, precision, and interpretation – you can have it all. Advances in environmental measurements methods for asbestos, ASTM STP 1342. American Society for Testing and materials p. 70-89.

CMA/1/A.19 Monsterneming asbest in gerecycleerde granulaten.

CMA/1/A.20 Monsterneming asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen.

CMA/2/II/C.2 Anorganische analysemethoden – Vaste stoffen – Bepaling van vezels – Asbest in gerecycleerde granulaten.

CMA/2/II/C.3 Anorganische analysemethoden – Vaste stoffen – Bepaling van vezels – Analyse van asbest in verhardings-, funderings- en bodemlagen

Dement, J.M., R.L. Harris Jr., M.J. Symons and C.M. Shy. 1983. Exposures and mortality among chrysotile asbestos workers. Part II: Mortality. Am. J. Ind. Med. 4: 421-433.

EPA [1995]. Sampling house dust for lead-basic concepts and literature review. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances. Publication No: EPA 747-R-95-007.

EPA 1997. Superfund Methods for the determination of releasable asbestos in soil and bulk materials. Office of Solid waste and emergency response EPA #540-R-97-028 EPA (2003). Report on the peer consultation workshop to discuss a proposed protocol to assess asbestos-related risk. US-EPA/OSWER, on-line <http://www.epa.gov/superfund/risk/asbestos>.

Finkelstein, M.M. 1983. Mortality among long-term employees of an Ontario asbestos cement factory. Br. J. Ind. Med. 40: 138-144.

Henderson, V.L. and P.E. Enterline. 1979. Asbestos exposure: Factors associated with excess cancer and respiratory disease mortality. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 330: 117-126.

Hodgson, J.T., Darnton, A. (2000). The quantitative risk of mesothelioma and lung cancer in relation to asbestos exposure. *Ann. occup. Hyg.*, 44 (8), p 565 – 601.

IPCS (1986). Environmental Health Criteria n° 53 – asbestos and other natural mineral fibres.

IPCS (1998). Environmental Health Criteria n° 203 – chrysotile asbestos.

IRIS (1993). Asbestos (CAS 1332-21-4) – on-line <http://www.epa.gov/iris/subst/0371.htm>.

NRC (1984). Asbestiform fibers – non-occupational health risks. Committee on nonoccupational health risks of asbestiform fibers – Board on toxicology and environmental health hazards – Commission on Life Sciences – National Research Council.

McDonald, A.D., J.S. Fry, A.J. Wooley and J.C. McDonald. 1983a. Dust exposure and mortality in an American chrysotile textile plant. *Br. J. Ind. Med.* 40: 361-367.

McDonald, A.D., J.S. Fry, A.J. Wooley and J.C. McDonald. 1983b. Dust exposure and mortality in an American factory using chrysotile, amosite and crocidolite in mainly textile manufacturing. *Br. J. Ind. Med.* 40: 368-374.

McDonald, A.D., J.S. Fry, A.J. Wooley and J.C. McDonald. 1984. Dust exposure and mortality in an American chrysotile asbestos friction products plant. *Br. J. Ind. Med.* 41: 151-157.

NEN 5896 : Kwalitatieve analyse van asbest in materialen met behulp van polarisatiemicroscopie

NEN 5897:2005 : Monsterneming en analyse van asbest in bouw- en sloopafval en puingranulaat

Ontwerp NEN 2991 : Kwalitatieve analyse van asbest in gebouwen

NEN 5707: mei 2003: Bodem - Inspectie, monsterneming en analyse van asbest in bodem en partijen grond, ICS: 13.080.01.

OVAM (2004). Basisinformatie voor risico-evaluaties versie 8 april 2004. OVAM, Mechelen.

OVAM (2003). Asbest en asbestafval versie 18 februari 2003. OVAM, Mechelen.

OVAM (2000). Beschrijvend bodemonderzoek: standaardprocedure - juni 2000. OVAM, Mechelen

OVAM (2006a). Oriënterend bodemonderzoek: standaardprocedure - gecoördineerde versie 2006. OVAM, Mechelen

OVAM (2006b). Protocol voor oriënterend en beschrijvend bodemonderzoek naar asbestverontreiniging. OVAM, Mechelen

Peto, J. 1980. Lung cancer mortality in relation to measured dust levels in an asbestos textile factory. In: *Biological effects of mineral fibers: Effets biologiques des fibres minérales*, Vol. 2, J.C. Wagner and W. Davis, Ed. Proceedings of a symposium, September 1979, Lyon, France. World Health Organization, International Agency for Research on Cancer Lyon, France. p. 829-836. (IARC scientific publ. no. 30; INSERM symposia series: Vol. 92.)

Peto, J., H. Siedman and I.J. Selikoff. 1982. Mesothelioma mortality in asbestos workers: Implications for models of carcinogenesis and risk assessment. *Br. J. Cancer.* 45: 124-135.

RIVM rapport 711701034 "Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest"

Seidman, H., I.J. Selikoff and E.C. Hammond. 1979. Short-term asbestos work exposure and long-term observation. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 330: 61-89.

Seidman, H. 1984. Short-term asbestos work exposure and long-term observation. In: [Docket of current rulemaking for revision of the asbestos (dust) standard]. U.S. Department of Labor, Occupational Safety and Health Administration, Washington, DC Available for inspection at U.S. Department of Labor, OSHA Technical Data Center, Francis Perkins Building; docket no. H033C, exhibit nos. 261-A and 261-B.

Selikoff, I.J., E.C. Hammond and H. Siedman. 1979. Mortality experience of insulation workers in the United States and Canada, 1943-1976. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 330: 91-116.

Weill, H., J. Hughes and C. Waggenspack. 1979. Influence of dose and fiber type on respiratory malignancy risk in asbestos cement manufacturing. *Am. Rev. Respir. Dis.* 120: 345-354.

WHO (1987). Air Quality Guidelines for Europe – WHO Regional Publications, European Series n° 23. WHO, Genève, Zwitserland.

WHO (1989). Occupational exposure limit for asbestos. WHO/OCH/89.1 (niet officieel gepubliceerd).

WHO (1996). Guidelines for drinking-water quality – 2nd edition volume 2 – health criteria and other supporting information. WHO, Genève, Zwitserland.

Valic F. (2002). The asbestos dilemma- Assessment Risk, *Arh Hig Rada Toksikol* 2002; 53: 153-167

Valic F. (1988). Risk Assessment of Non-Occupational Asbestos Exposure - Can It Be Done- *ARHIV ZA HIGIJENU RADA I TOKSIKOLOGIJU*, 1988; 39(4): 499-505.

Bijlage 4:

Deze bijlage kan gebruikt worden als leidraad bij de beoordeling of een grond al dan niet onderzocht moet worden volgens de code van goede praktijk OBO, BBO en risicoanalyse asbest. In de onderstaande tabel wordt voor verschillende situaties weergegeven of dit volgens de code moet onderzocht worden. De tabel is slechts richtinggevend. De eindverantwoordelijkheid ligt bij de bodemsaneringsdeskundige. De bodemsaneringsdeskundige moet steeds nagaan of er omwille van terreinspecifieke kenmerken noodzaak is tot het uitvoeren van een OBO of BBO asbest.

Voorkomen van asbest	Motivatie	Uitvoering OBO/BBO volgens cvgp
Onzorgvuldige sloop van gebouw waarin asbesthoudend materiaal aanwezig was	Asbesthoudend puin is hierdoor vermengd geraakt met de bodem	Ja
Sloop door erkend verwijderaar	We kunnen ervan uitgaan dat de erkend verwijderaar alle asbesthoudende materialen zorgvuldig verwijderd heeft	Nee
Kapotte rioleringsbuis	Indien de rioleringsbuis volledig gebroken is, zie standpunten onzorgvuldige sloop. Indien de rioleringsbuis nog in redelijke staat is (bv. stukken van 1 m) wordt dit niet als bodemverontreiniging beschouwd.	Nee
Asbesthoudende funderingslaag	Funderings- en verhardingslagen zijn strikt gezien geen bodem, maar een bouwstof. Echter probeebezitters gaan ervan uit dat hun grond onderzocht is, want de OVAM levert een conformiteitsattest en een gunstig bodemattest af. Gezien de perceptie rond de risico's van asbest zijn we van mening at over deze funderings- en verhardingslagen toch een uitspraak nodig is in het OBO/BBO	Ja
Asbesthoudende verhardingslaag		Ja
Regio rond asbestfabriek	In regio's rond asbest-fabrieken moet de EBSD extra aandachtig zijn voor het voorkomen van asbest in bodem. De gevallen zullen meestal ingedeeld kunnen worden bij sloop, funderings- of verhardingslagen	Ja/nee:locatiespecifiek
Puinhoudende weg	Idem als asbesthoudende verhardingslaag.	Ja
(varkens)stallen in goede staat	Een stal opgebouwd uit asbesthoudend materiaal is geen bodemverontreiniging. Het kan pas een bodemprobleem worden als de stal onzorgvuldig wordt gesloopt.	Nee
Onzorgvuldig gesloopte (varkensstallen)	Idem als onzorgvuldige sloop	Ja

Moestuin omrand met asbesthoudend plaatmateriaal	Een moestuin omrand met asbesthoudend materiaal is geen bodemverontreiniging.	Nee
Asbestverwerkende bedrijven bv. Waar productie van remschijven brandveilig materiaal (niet-limitatieve lijst) uit verdachte periode plaatsvond.	Op dergelijke terreinen moet de EBSD extra aandachtig zijn voàor het voorkomen van asbest in de bodem. De opslag van afgewerkte producten is veelal geen probleem. De locatie waar de ruwe grondstoffen werden opgeslagen of verwerkt is misschien wel een probleem.	Ja/nee:locatiespecifiek
Locatie waar reiniging van asbesthoudend materiaal onder hote druk plaatsvond	Reiniging met hoge druk, bewerking met slijpschijven e.d. Is verboden omdag hierbij zeer veel vezels vrijkomen. Ondanks het verbod gebeurt het blijkbaar nog regelmatig dat mensen bv. Hun dak ontmossen onder hoge druk, met alle mogelijke gevolgen vandien.	Ja
Terreinen waar abest in niet-gebonden vorm is toegepast, verwerkt of bewerkt	Op dergelijke terreinen moet de EBSD extra aandachtig zijnn voor het voorkomen van asbest in bodem	Ja/nee:locatiespecifiek
Copro-gekeurd puin	Strikt gezien zou dit puin moeten gekeurd zijn. Het verplicht als asbestverdacht beschouwen van dit puin zou het hele certificatiesysteem in vraag stellen.	Nee
Golfplaten die opgestapeld op de grond liggen	Dit is een bouw of afvalstof, geen bodemverontreiniging	Nee

Tabel 8: Leidraad uitvoering OBO, BBO bij voorkomen van asbest