

GIS (water)bodemonderzoek veiligheid geofysisch onderzoek
 bodembescherming beleidsondersteuning (water)bodemsanering
 ecologie directievoering Due Dilligence Assessments
 asbestinventarisaties energieadvies geofysisch onderzoek
 projectmanagement kwaliteitszorg
 management (water)bodemonderzoek
 detachering
 igheid geohydrologisch onderzoek
 odemsanering energieadvies
 terhuishoudingsplannen RO-projecten
 subsidies
 (water)bodemsanering waterhuishoudingsplannen beleidsondersteuning kwaliteitszorg
 subsidies geohydrologisch onderzoek asbestinventarisaties projectmanagement
 energieadvies asbestinventarisaties directievoering detachering
 RO-projecten Due Dilligence Assessments (water)bodemonderzoek ecologie

Bijzonder inventariserend onderzoek
Erosie van asbestdaken



Geofox-
Lexmond



Bijzonder inventariserend onderzoek

Erosie van asbestdaken

Opdrachtgever

Provincies Overijssel en Gelderland
C. Brunell en C. Nijendijk
p/a
Postbus 10078
8000 GB Zwolle

Adviesbureaus

Geofox-Lexmond bv en Eelerwoude bv
p/a
Eektestraat 10-12
Postbus 221
7570 AE OLDENZAAL
Tel. 0541 - 585544
Fax 0541 - 522935

Status

versie 1.2
Datum: 29 september 2014

Auteur

drs. J.L.V. Oosterwegel

Paraaf:

Kwaliteitscontrole

dr. R.R. Kloet

Paraaf:

Controle / vrijgave

S. Semmekrot

Paraaf:

Bijzonder Inventariserend onderzoek, erosie van asbestdaken

Geofox-Lexmond/Eelerwoude, drs. J.L.V. Oosterwegel

Samenvatting

In opdracht van de provincies Overijssel en Gelderland hebben Geofox-Lexmond bv en Eelerwoude bv, als onafhankelijke adviesbureaus¹, een bijzonder inventariserend onderzoek uitgevoerd naar de erosie van asbesthoudende daken.

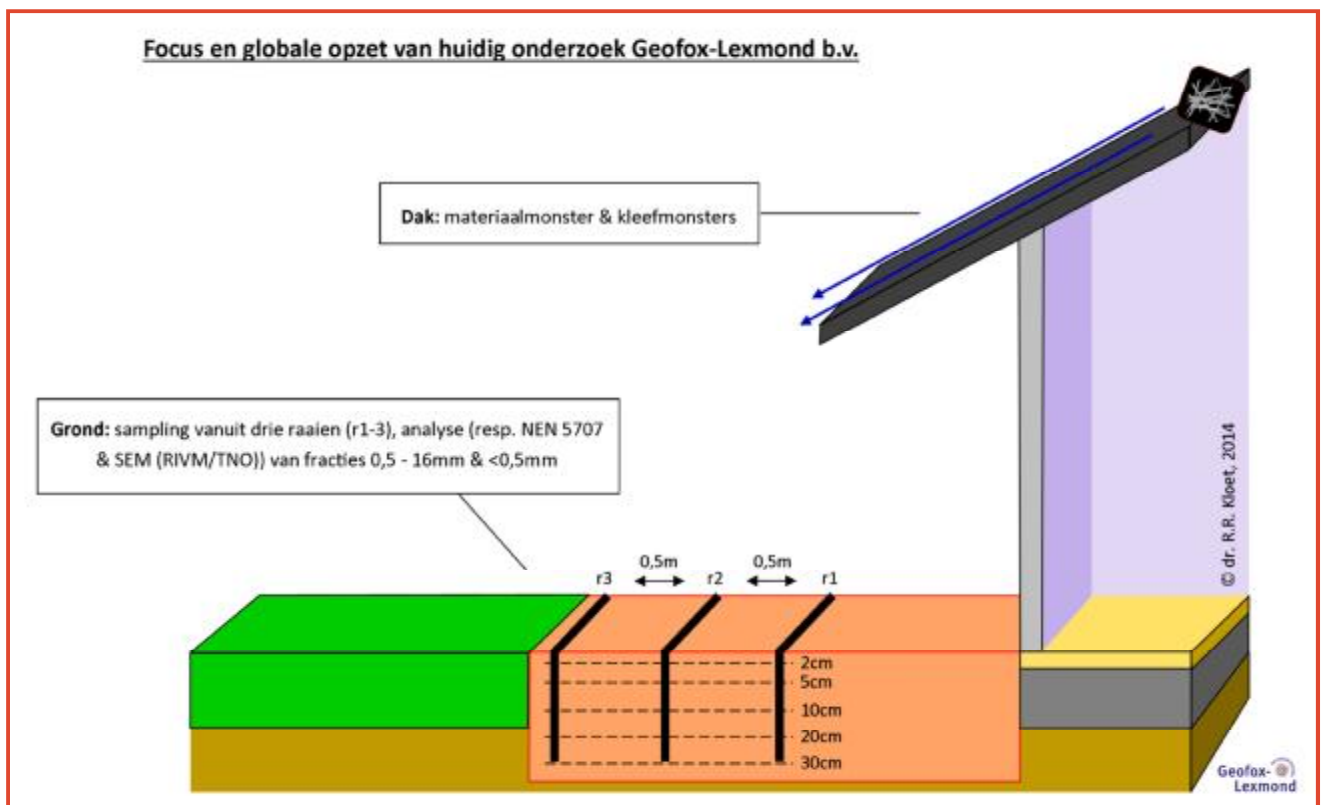
Het doel van het onderzoek is om inzicht te krijgen in het vóórkomen van respirabele asbestvezels (aard en omvang) aan en in het (onverharde) maaiveld, ter plaatse van de afwateringszone van dakgootloze asbesthoudende daken.

Voorafgaand aan het onderzoek zijn twee onderzoekshypotheses geformuleerd:

- 1) De bodem van de afwateringszone van dakgootloze asbestdaken is belast met asbesthoudend materiaal en/of respirabele vezels;
- 2) De omvang van deze belasting is in ruimtelijke zin beperkt.

Onderzoeksopzet

In totaal zijn de daken en afwateringszones op 20 locaties (tien per provincie) onderzocht. De onderzoeksopzet per locatie is weergegeven in onderstaand figuur.



¹ De opdrachtgever en terreineigenaar zijn geen zuster- of moederbedrijf en komen niet uit de eigen organisatie zodat de onafhankelijkheid van het onderzoek is gewaarborgd.

Resultaten - Mate van belasting

Op alle 20 locaties is visueel geen, maar analytisch wel asbest in de bodem van de afwateringszone aangetroffen:

- Op 45 % van de locaties wordt de interventiewaarde (100 mg/kg d.s. gewogen) uit de Wet bodembescherming overschreden;
- Op 45% van de locaties zijn hoeveelheden vezels aangetroffen die het criterium van 10 mg/kg d.s (gewogen) overschrijden;
- Bij 65% van de locaties wordt de Interventiewaarde en/of het toetsingscriterium voor spoedeisendheid overschreden.

Naast monsters van de afwateringszone zijn tevens materiaalmonsters van de daken verzameld. Analytisch blijken de aangetoonde asbestmineraaltypen vergelijkbaar met de vezels die worden aangetroffen in de bodem van de afwateringszone.

De kleefmonsters van de daken geven op een enkele uitzondering na allemaal het resultaat ++, hetgeen betekent dat vezels vrij kunnen komen uit de (verweerde) daken.

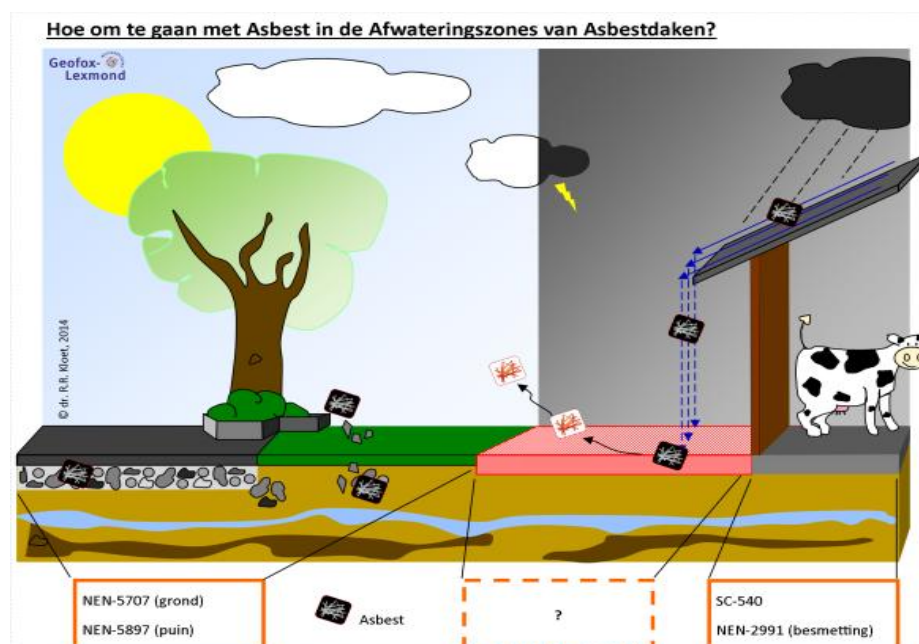
Resultaten - Omvang van de belasting

Op basis van de resultaten zijn een aantal extra grondmonsters onderzocht van de laag van 5 tot 10 cm van raai 1 en tevens van de toplaag (bovenste 2 cm) van raai 3. Hoewel op individuele locaties het patroon enigszins afwijkt lijkt de belasting met asbest zich te beperken tot een zone van circa 1 meter breed en 10 cm diep.

Conclusie en aanbevelingen

Geconcludeerd wordt dat beide onderzoekshypothesen worden bevestigd. Op basis van de bevindingen en redenerend vanuit de actuele wettelijke kaders indiceren de resultaten dat, bij een grove landelijke extrapolatie, tienduizenden locaties aanvullende acties behoeven. Acties kunnen zich dan richten op het bevestigen dan wel wegnemen van de asbestverdenking, alsmede op het elimineren van eventuele humane risico's van de respirabele fractie.

Het rapport sluit af met diverse aanbevelingen ten aanzien van onderzoek (o.a. gericht op gerelateerde humane risico's), beleid (hoe om te gaan met de implicaties voor diverse wettelijke kaders, en activiteiten die van hieruit reeds hebben plaatsgevonden), alsmede voor ketenzicht en communicatie. Naast uitdagingen voor de opdrachtgevers (provincies) liggen hier ook verantwoordelijkheden voor het rijk, de gemeenten en de eigenaren van vastgoed met asbestdaken.



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Vooronderzoek en onderzoeksopzet	6
2.1	Algemeen	6
2.2	Hypothese	6
2.3	Algemene gegevens	6
2.4	Onderzoeksopzet	7
3	Werkzaamheden en resultaten	9
3.1	Werkzaamheden	9
3.2	Resultaten veldonderzoek	10
3.3	Resultaten laboratoriumonderzoek	11
4	Data analyse en interpretatie	15
4.1	Data analyse	15
4.2	Toetsing hypothese	16
4.3	Interpretatie	16
4.4	Extrapolatie	20
5	Conclusies en advies	21
5.1	Conclusies	21
5.2	Aanbevelingen	22
Bijlagen		
1	Database	
2	Luchtfoto overzichten	
3	Analyseresultaten	
4	Data-analyse TNO	

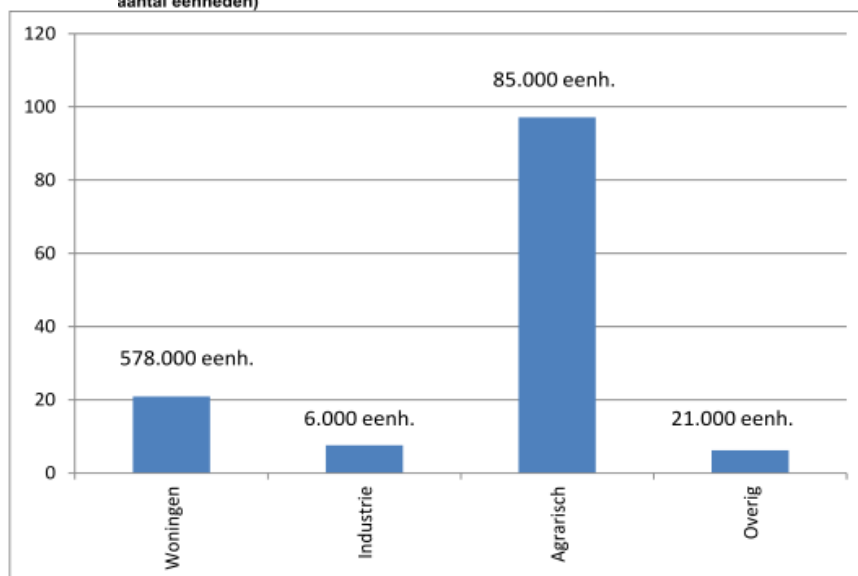
1 Inleiding

In opdracht van de provincies Overijssel en Gelderland hebben Geofox-Lexmond bv en Eelerwoude bv, als onafhankelijke adviesbureaus¹, een bijzonder inventariserend onderzoek uitgevoerd naar de erosie van asbesthoudende daken.

De aanleiding voor het uitvoeren van een onderzoek naar de erosie van asbesthoudende daken en de eventuele bodembelasting door eroderende asbesthoudende daken is meervoudig:

- De mate van vóórkomen: de aanwezigheid van circa 135 miljoen m² asbesthoudende daken en asbesthoudende gevelbeplating in Nederland (zie figuur 1).
- Het voortschrijdend inzicht in de risico's van asbest (rapportage gezondheidsraad 2010).
- De degeneratie van asbesthoudend materiaal. Door de ouderdom en kwaliteit van de asbestdaken (> 20 jaar) en de verwachte toenemende bijdrage van asbestdaken aan de achtergrondconcentratie asbestvezels in de buitenlucht, verbied het beleid de aanwezigheid van asbestdaken vanaf 2024.
- Het spanningsveld tussen de 'focus op het zichtbare' en 'risico(perceptie) van het onzichtbare. De nadruk ligt bij de huidige (uitpandig georiënteerde) asbestonderzoeksprotocollen op zichtbaar asbest; analyse van de (hoogrisico) respirabele fracties is beperkt.
- De actiebereidheid en het ontwikkelingsinitiatief hieromtrent. Stimuleringsprogramma's vanuit centrale en decentrale overheden om asbesthoudende daken te saneren (al dan niet gekoppeld aan het stimuleren van zonnepanelen).
- Voortschrijdend inzicht in (secundaire) verspreiding. Uit diverse studies (bijv. Geofox-Lexmond, TNO) blijkt dat via secundaire besmetting, waaronder de 'inloop' van asbestvezels die op het maaiveld als gevolg van eroderende daken aanwezig kunnen zijn, concentraties in woningen substantieel kunnen toenemen.

Figuur 1: Hoeveelheid asbest daken en gevelpanelen en gevels per sector (in mln. m²; benoemd aantal eenheden)



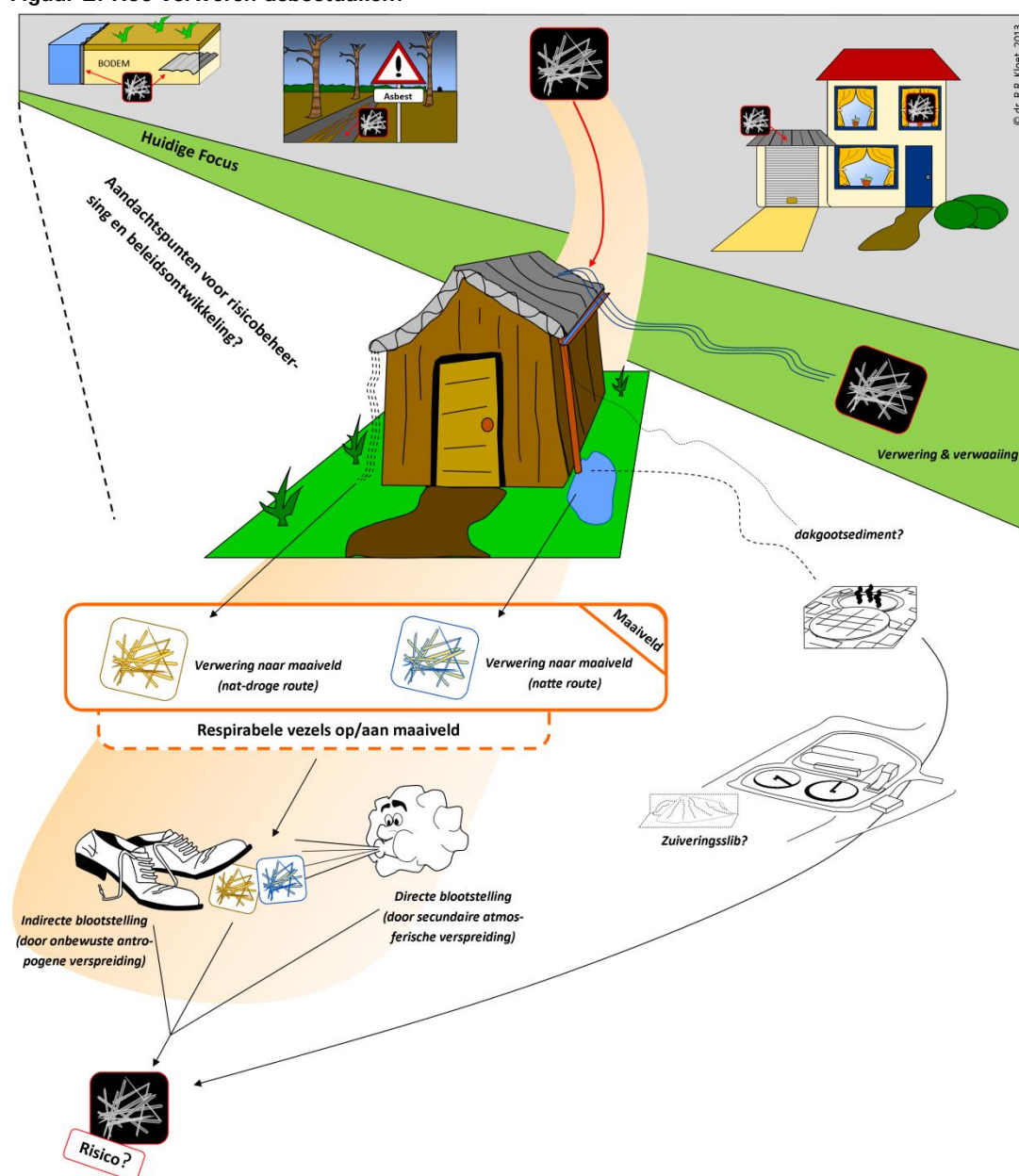
Bron: Ecomys, op basis van BAG en Search.

¹ De opdrachtgever en terreineigenaar zijn geen zuster- of moederbedrijf en komen niet uit de eigen organisatie zodat de onafhankelijkheid van het onderzoek is gewaarborgd.

Het doel van het onderzoek is om na te gaan wat de aard en omvang is van het vóórkomen van respirabele asbestvezels aan en in het (onverharde) maaiveld, ter plaatse van de afwatering van dakgootloze asbesthoudende daken (zie figuur 2). Hoewel de vezelneerslag op verhard oppervlak en de afzetting in dakgootsediment eveneens relevant zijn, vallen deze buiten de scope van onderhavig onderzoek.

Het onderzoek dient tevens bij te dragen aan (indien relevant) een gedegen basis voor de effectieve en efficiënte sanering van de afwateringszone's in combinatie met de asbestdaken. Dit opdat, mits verantwoord, niet elke afwateringszone van alle opstallen met asbestdaken (# = 700.000 in Nederland) individueel onderzocht behoeven te worden.

Figuur 2: Hoe ververen asbestdaken?



Het onderzoek is uitgevoerd op twintig locaties in de provincies Gelderland en Overijssel.

Voorafgaand aan het veldwerk zijn gegevens verzameld over de leeftijd, afwatering en verwachte materiaalsamenstelling van de daken. De resultaten van het vooronderzoek en de onderzoeksopzet zijn in Hoofdstuk 2 van dit rapport opgenomen. Verder komen aan de orde: de werkzaamheden en resultaten (Hoofdstuk 3), data analyse en interpretatie (Hoofdstuk 4) en tenslotte conclusies en aanbevelingen (Hoofdstuk 5).

2 Vooronderzoek en onderzoeksopzet

2.1 Algemeen

Het onderzoek richt zich op locaties waar de afwateringszone volledig onverhard is. Bij de selectie van de onderzoekslocaties wordt getracht om verschillende asbestdaktypen (serpentijn asbesthoudende daken; serpentijn en amfibool asbesthoudende daken) op te nemen.

Overige selectiecriteria zijn:

- De daken zijn bij voorkeur minimaal 34 jaar oud (vóór 1980);
- Er is sprake van vrije afwatering (geen dakgoot);
- De afstand dakrand-nok bedraagt minimaal 4 meter;
- De lengte van het bouwwerk (schuur) bedraagt minimaal 10 meter;
- De ontwateringszone is de afgelopen jaren niet bewerkt (ploegen/eggen);
- De locaties bevinden zich binnen de provincies Overijssel (10) en Gelderland (10).

Ook worden de regio's Hof van Twente en Harderwijk buiten de selectie gehouden, teneinde de invloed van regionale achtergrondwaarden op de onderzoeksdata te kunnen beperken.

Bij de voorbereiding, locatieselectie en het regelen van de benodigde toestemming is het uitgangspunt dat de deelnemende locatiehouders/eigenaren anoniem blijven.

2.2 Hypothese

Voorafgaand aan het onderzoek zijn twee onderzoekshypotheses geformuleerd:

- 1) De bodem van de afwateringszone van dakgootloze asbestdaken is belast met asbesthoudend materiaal en/of respirabele vezels;
- 2) De omvang van deze belasting is in ruimtelijke zin beperkt.

2.3 Algemene gegevens

Voorafgaand aan het onderzoek is een checklist opgesteld om een uniforme beschrijving van de verschillende onderzoekslocaties mogelijk te maken. De database is weergegeven in bijlage 1.

In totaal worden 20 dakgootloze asbesthoudende daken onderzocht. De geselecteerde daken worden:

- vastgelegd op foto;
- gescreend op historie (bouwjaar, gebruik en verweringsgevoeligheid inzake ammoniakemissies);
- beoordeeld op expositie ten opzichte van het noorden en hellingshoek;
- ingemeten (lengte en breedte) ten einde ook de theoretische vezelvracht in beschouwing te nemen;
- kwalitatief beschreven inzake verweringsgraad en mosbedekking;
- bemonsterd en geanalyseerd op asbest conform NEN 5896;
- beoordeeld op verweringsgraad door analyse van twee representatieve kleefmonsters.

Tevens wordt de 'ontvangende' afwateringszone beschreven ten aanzien van:

- historie inzake groundbewerking;
- bodemtype;
- begroeiing;
- visueel zichtbaar asbest.

2.4 Onderzoeksopzet

In de afwateringszone wordt een raai boringen tot maximaal 0,3 meter beneden maaiveld gezet. Een tweede en derde raai (zie piketpalen op de voorbeeld foto) worden op 0,5 respectievelijk één meter van de afwateringszone gepositioneerd. Binnen elke raai hebben de boringen een onderlinge afstand van 2 meter.

Per raai worden de volgende mengmonsters samengesteld:

- Het traject van 0,00 tot 0,02 m-mv;
- Het traject van 0,02 tot 0,05 m-mv;
- Het traject van 0,05 tot 0,10 m-mv;
- Het traject van 0,10 tot 0,20 m-mv;
- Het traject van 0,20 tot 0,30 m-mv.

De monster voorbehandeling en analyse vindt plaats op basis van de methodiek beschreven in RIVM rapport 'Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest' (711701034/2003, RIVM, TNO, Grontmij).

De werkzaamheden worden uitgevoerd conform de richtlijnen en kwaliteitseisen zoals genoemd in de Beoordelingsrichtlijn veldwerk voor milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek en mechanisch boren van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, nummer 2000 "Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek" (kortweg: BRL SIKB 2000) en op basis van het werkprotocol VKB Protocol 2018 (Locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem).

De beoordeling van opstallen en monsternamen van asbestverdacht dakmateriaal vindt plaats door een Deskundig Inventariseerder Asbest (DIA) gecertificeerd en geregistreerd onder de SC-540. Hierbij wordt per dak zowel een materiaalmonster als een tweetal kleefmonsters (NEN 2991) genomen.

Het laboratoriumonderzoek wordt uitgevoerd conform de geldende NEN-normen door een onafhankelijk, door de Raad voor Accreditatie erkend laboratorium.

Het onderzoek in de afwateringszone wordt uitgevoerd op basis van het in het RIVM rapport 'Beoordeling van de risico's van bodemverontreiniging met asbest' (711701034/2003, RIVM, TNO, Grontmij). Gezien de specifieke onderzoeksvraag en kleine ruimtelijke eenheden (< 1000 m²) worden mengmonsters per raai en per onderscheiden diepte genomen. Uitgaande van een minimale lengte van betreffende schuren van tien meter bestaat het mengmonster uit minimaal vijf deelmonsters en maximaal tien deelmonsters. Eventueel zichtbare asbestverdachte stukjes (> 16mm) zullen als zodanig worden gemeld en gerapporteerd. De scope van het onderzoek betreft echter de kleinere (m.n.) niet zichtbare fracties.

Kleefmonster met behulp van elektronenmicroscopie

Van elk dak worden twee kleefmonsters genomen en geanalyseerd (NEN 2991) teneinde de hoeveelheid aan en aard van de vrije vezels op het dak te bepalen en daarmee ook een indicatieve waarde voor hechtgebondenheid/verweringsgraad te verkrijgen.

Materiaalverzamelmonsters

Van het asbest(verdachte) dak wordt een monster genomen door een daartoe bevoegde Deskundig Inventariseerder Asbest (gecertificeerd conform SC-540). De asbestverdachte materialen worden geïdentificeerd (kwalitatieve analyse) m.b.v. polarisatiemicroscopie (NEN 5896, 2003).

Indicatieve kwantitatieve analyses (grondmonster)

Om de mate van verontreiniging met vrije respirabele vezels vast te stellen wordt het verkregen materiaal behandeld en geanalyseerd conform de NEN5707.

Daarnaast worden kwantitatieve analyses uitgevoerd conform NEN 5707 voor de fracties groter dan 500 µm en kleiner dan 16 mm. Opgemerkt wordt dat de monsternamen als indicatief dient te worden beschouwd en daarmee ook de uitkomsten. De analyseprocedure is als volgt:

De mengmonsters worden gedroogd op 105 ° C en na droging gewogen. Hierna wordt het monster gezeefd over de volgende fracties: C16, C8, C4, 2 mm, 1 mm, 500 µm en 355 µm. Indien noodzakelijk wordt de zieving van 16 mm ter plaatse uitgevoerd. De fracties worden door middel van lichtmicroscopie onderzocht. Het aangetroffen asbest wordt gedeeld op het gewicht van de fracties.

Ook de lichtste fracties (< 500 µm) worden onderzocht met behulp van SEM (elektronenmicroscopie) om eventueel aanwezige respirabele vezels vast te stellen. In tabel 1 zijn de uit te voeren veld- en laboratoriumwerkzaamheden samengevat weergegeven.

Tabel 1: Uit te voeren veld- en laboratoriumwerkzaamheden per dak.

(deel)locatie	Veldwerkzaamheden		Laboratoriumwerkzaamheden	
	Monsternamen	traject	aantal	Analyse (fracties in mm)
Dak	Materiaal monster		1	NEN5896
	Kleefmonster		2*	NEN2991
Raai 1	0,00-0,02		1	NEN5707 (<0,5) + NEN5707 (>0,5 en < 16)
	0,02-0,05		1	NEN5707 (<0,5) + NEN5707 (>0,5 en < 16)
	0,05-0,10		(1)	-
	0,10-0,20		(1)	-
	0,20-0,30		(1)	-
Raai 2	0,00-0,02		1	NEN5707 (<0,5) + NEN5707 (>0,5 en < 16)
	0,02-0,05		(1)	-
	0,05-0,10		(1)	-
	0,10-0,20		(1)	-
	0,20-0,30		(1)	-
Raai 3	0,00-0,02		(1)	-
	0,02-0,05		(1)	-
	0,05-0,10		(1)	-
	0,10-0,20		(1)	-
	0,20-0,30		(1)	-

* Vooralsnog eerst van 10 daken

3 Werkzaamheden en resultaten

3.1 Werkzaamheden

Het onderzoek is, tenzij anders vermeld, uitgevoerd conform de beschrijving van de onderzoeksopzet in Hoofdstuk 2. De uitvoering van de veldwerkzaamheden vond plaats in de periode mei-juni 2014. Luchtfoto overzichten van de diverse locaties met daarop aangegeven het onderzochte dak en de bijbehorende afwateringszone zijn opgesteld maar maken omwille van de overeengekomen vertrouwelijkheid geen onderdeel uit van dit rapport.

3.1.1 Veldonderzoek

De veldwerkzaamheden zijn uitgevoerd op 20 locaties zoals beschreven in hoofdstuk 2. Enkele locaties voldeden niet alle vooraf gestelde randvoorwaarden. Deze afwijkingen zijn weergegeven in de dataset (bijlage 1).

Ten behoeve van een zo zorgvuldig mogelijke bemonstering zijn gangbare hulpmiddelen project specifiek aangepast (foto 3.1). Een impressie van de werkwijze bij het uitzetten van de raaien is weergegeven in foto 3.2.

Foto 3.1: Project specifieke aanpassingen materiaal



Foto 3.2: Uitzetten raaien en nemen grondmonsters



De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de richtlijnen en kwaliteitseisen zoals genoemd in de Beoordelingsrichtlijn veldwerk voor milieuhygiënisch bodem- en waterbodemonderzoek en mechanisch boren van de Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer, nummer 2000 "Veldwerk bij milieuhygiënisch bodemonderzoek" (kortweg: BRL SIKB 2000) en op basis van het werkprotocol VKB Protocol 2018 (Locatie-inspectie en monsterneming van asbest in bodem). De werkzaamheden zijn uitgevoerd onder de vereiste werkomstandigheden en met aanwezigheid van DECO-unit.

3.1.2 Laboratoriumonderzoek

Op een enkele uitzondering na (locatie specifieke omstandigheden en logistieke afstemmingsknelpunten met het laboratorium) zijn de analyses uitgevoerd volgens het bemonsteringsschema uit hoofdstuk 2. De uitzonderingen zijn in de dataset (bijlage 1) toegelicht. Op basis van de resultaten zijn gericht aanvullende monsters ingezet.

In totaal zijn 60 grondmonsters conform NEN5707 (fractie < 0,5 mm) en 60 grondmonsters NEN 5707 (fractie > 0,5 mm en < 16 mm), 20 kleefmonsters (dak) en 20 materiaalmonsters (dak) direct na veldwerkzaamheden ingezet. De overige monsters, aangeduid als (1) zijn opgeslagen en kunnen afhankelijk van de resultaten in een navolgende fase worden geanalyseerd.

Een volledig overzicht van de uitgevoerde analyses is tezamen met de analyse- en toetsingsresultaten opgenomen in paragraaf 3.3.

3.2 Resultaten veldonderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd na een warm voorjaar, na het verkrijgen van toestemming op voldoende geschikte locaties. Op een aantal locaties was daardoor de vegetatie dusdanig opgeschoten dat de betreffende raaien eerst met een bosmaaier van hoge vegetatie zijn ontdaan. Als vanzelfsprekend is hierbij een werkwijze gehanteerd waarbij geen direct contact met de afwateringszone is geweest.

Op twee locaties is een verharding gevonden onder de eerste bemonsteringszone (dus verdekt, beneden maaiveld). Hierdoor zijn een tweetal grondanalyses niet uitgevoerd (G03 en Ov05). Op basis van de eerste laboratoriumuitslagen zijn na overleg met de opdrachtgever in twee fasen extra analyses ingezet.

3.3 Resultaten laboratoriumonderzoek

De analyses zijn uitgevoerd door het milieulaboratorium van RPS in Breda. De analyses zijn vanwege de specifieke monsternametrajecten en de daarbij behorende afwijkende hoeveelheden monstermateriaal begeleid door specialisten van TNO. De analyseresultaten zijn door TNO als representatief beoordeeld.

De resultaten van het asbestonderzoek zijn getoetst aan het referentiekader van de Circulaire bodemsanering 2013 (Staatscourant 2013 nr. 16675). In de Circulaire wordt als interventiewaarde een gehalte van 100 mg/kg d.s. asbest gehanteerd. Het gehalte asbest wordt berekend uit het gewogen serpentijn asbestgehalte vermeerderd met 10 maal het amfiboolgehalte. Daarnaast zijn de gehalten aan respirabele vezels getoetst aan het criterium voor spoedeisendheid (10 mg/kg d.s. gewogen), zoals dat is opgenomen in het 'Milieuhygiënisch saneringscriterium Bodem, Protocol Asbest' (zie bijlage) hetgeen eveneens gekoppeld is aan de Circulaire bodemsanering 2013.

Een overzicht van de geselecteerde monsters, de hierop uitgevoerde analyses en de toetsingsresultaten is opgenomen in de tabellen 3.4 (Gelderland) en 3.5 (Overijssel). Kopieën van de analysecertificaten zijn opgenomen in bijlage 3.

Tabel 3.4: Asbest in de afwateringszone locaties Gelderland (in mg/kg d.s (gew.))

Locatie Code	Raai 1 0.5 < Fr. < 16	Raai 1 respirabel	Raai 2 0.5 < Fr. < 16	Raai 2 respirabel	Raai 3 0.5 < Fr. < 16	Raai 3 respirabel
Materiaal- en kleefmonsters dak						
G01	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: Chrys.. 10-15%	1700	4,2	670	2,8	<1	
KI1:chr. ++	1.2		2.2		3.2	
KI2:chr. ++	1500	1,2	110			
Middels lichtmicroscopie	1.3		2.3		3.3	
	31					
G02	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys:10-15% croci: 2-5%	1600	7,6	39	<		
KI1:chrys en crocid ++	1.2		2.2		3.2	
KI2:chrys en crocid. ++	1400	17				
Middels lichtmicroscopie	1.3		2.3		3.3	
	26					
G03	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	<	9,8	<	0,3		
	1.2		2.2		3.2	
	Niet genomen	Niet gen.				
G04	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	77	21	<	4,7		
	1.2		2.2		3.2	
	20	17				
	1.3		2.3		3.3	
		2,6				
G05	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15%	<	4,2	78	5,8		
	1.2		2.2		3.2	
	<	2,6				
G06	1.1		2.1		3.1	
Mm:chrys: 10-15% crocid: 2-5	190	70	37	19		<
KI1:chrys en crocid. ++	1.2		2.2		3.2	
KI2:chrys en crocid. ++	130	38		47		
	1.3		2.3		3.3	
	<					
G07	1.1		2.1		3.1	
Geen materiaal monster	41	<	30	<		
	1.2		2.2		3.2	
	5,6	<				
G08	1.1		2.1		3.1	
Geen materiaal monster	110	0,75	<1	<		
	1.2		2.2		3.2	
	<1	12				
G09	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	18	14	44	<		
	1.2		2.2		3.2	
	67	7,3				
G10	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	<	<	9,8	<		
KI1:chrysotiel +	1.2		2.2		3.2	
KI2:chrys en crocid. ++	370	<	270			
	1.3		2.3		3.3	
	240					

Tabel 3.5: Asbest in de afwateringszone locaties Overijssel (mg/kg d.s gew).

Locatie code	Raai 1 0.5 < Fr. < 16	Raai 1 respirabel	Raai 2 0.5 < Fr. < 16	Raai 2 respirabel	Raai 3 0.5 < Fr. < 16	Raai 3 respirabel
Ov01	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	140	1,9		<1		3,9
	1.2		2.2		3.2	
	41	36		3,3		
	1.3		2.3		3.3	
	<	9,7				
Ov02	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15%	<	3,8	9.8	<1		
	1.2		2.2		3.2	
	7	<1				
Ov03	1.1		2.1		3.1	
Mat.m:chrys: 10-15%	<1	5,9	<1	13		
	1.2		2.2		3.2	
	<1	5,7		8,6		
Ov04	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15% Kl1:Chrysotiel ++ Kl2: Chrysotiel ++	120	8,2	<	0,93		
	1.2		2.2		3.2	
	54	17				
	1.3		2.3		3.3	
		9,4				
Ov05	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15% Kl1:chrys en crocid. ++ Kl2:chrys en crocid. ++	130	3,9	520	<	73	
			2.2		3.2	
	Geen m.	Geen m.	67			
			2.3		3.3	
			190			
Ov06	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15%	1,4	12	1,8	<		
	1.2		2.2		3.2	
	9,7	<				
Ov07	1.1		2.1		3.1	
Mm:Ch.:0-15% Cr.2-5% Kl1:chrysotiel ++ Kl2:chrysotiel ++	370	2,6	2000	<	38	
	1.2		2.2		3.2	
	260	<	110			
	1.3		2.3		3.3	
	0,39					
Ov08	1.1		1.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15% Kl1: chrysotiel ++ Kl2: chrysotiel ++	5,2	<1		<1		
	1.2		2.2		3.2	
	13	<1	<			
Ov09	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: chrys: 10-15%	7,6	<1	<1	0,72		
	1.2		2.2		3.2	
	<1	5,7				
Ov10	1.1		2.1		3.1	
Mat.m: Chrys.I 10-15%	<1	<1	<1	<1		
	1.2		2.2		3.2	
	1,4	<1				

Toelichting op Tabellen 3.4 en 3.5:

- In de eerste kolom zijn de locatie coderingen weergegeven, alsmede (indien onderzocht) de resultaten van de bemonstering van het dak (zowel materiaalmonsters als kleefmonsters).
- Kolommen 2 en 3 geven de resultaten weer van de grondmonsters van raai 1 (loodrecht onder de dakrand). In kolom 2 is het gehalte aan asbest in de fractie groter dan 0,5 mm en kleiner dan 16 mm weergegeven. In kolom 3 het gehalte aan respirabele vezels (kleiner dan 0,5 mm).
 - Onder 1.1 staan de gegevens van het monster tussen maaiveld en 2 cm beneden maaiveld;
 - Onder 1.2 staan de gegevens van het monster tussen 2 en 5 cm beneden maaiveld;
 - Onder 1.3 staan de gegevens van het monster tussen 5 en 10 cm beneden maaiveld.
- Kolommen 4 en 5 zijn vergelijkbaar als voornoemde ingedeeld maar dan voor raai 2.
- Kolommen 6 en 7 idem, voor raai 3.
- Wanneer in de kolommen 2, 4 en 6 gehalten staan vermeld die de interventiewaarde (100 mg/kg ds gewogen) overschrijden zijn deze in **rood** weergegeven. Beneden de norm is in **groen** weergegeven.
- Wanneer in de kolommen 3,5 en 7 gehalten staan vermeld die het toetscriterium inzake spoed (10 mg/kg ds gewogen) overschrijden zijn ook deze in **rood** weergegeven. Beneden de norm is in **groen** weergegeven.

4 Data analyse en interpretatie

4.1 Data analyse

Mate van belasting

Op alle locaties zijn in meer of mindere mate asbest en/of asbestvezels in de afwateringszone aangetroffen:

- Bij 65% van de locaties wordt de Interventiewaarde en/of het toetsingscriterium voor spoedeisendheid overschreden.
- Op 45% van de locaties wordt de interventiewaarde uit de Wet bodembescherming overschreden.
- Op 45% van de locaties zijn hoeveelheden vezels aangetroffen die het criterium van 10 mg.kg d.s (gewogen) overschrijden.

De materiaalmonsters van de daken zijn in algemene zin in lijn met de asbestmineraaltypen die worden aangetroffen in de bodem van de afwateringszone.

De kleefmonsters geven op een enkele uitzondering na allemaal het resultaat + + .

Omvang van de belasting

Op basis van de resultaten zijn een aantal extra grondmonsters onderzocht van de laag van 5 tot 10 cm van raai 1 en tevens van de toplaag van raai 3. Hoewel op individuele locaties het patroon enigszins afwijkt lijkt de belasting met asbest zich te beperken tot een zone van circa 1 meter breed en 10 cm diep.

Correlatie analyse

In de database zijn een groot aantal omgevingsvariabelen opgenomen. Indicatief is in onderhavige studie naar twee variabelen gekeken.

In tabel 4.1 zijn de correlatiecoëfficiënten (r^2) weergegeven van de maximale concentratie in relatie tot de twee variabelen 'bouwjaar' en 'lengte oversteek-nok'. De correlatie zegt iets over de lineaire relatie tussen twee variabelen. Er wordt gekeken naar de manier waarop de scores op de ene variabele samenhangen met de scores op de andere variabele.

- Indien hoge scores op de ene variabele samengaan met hoge scores op de andere variabele, dan is er sprake van een positieve correlatie tussen de twee variabelen.
- Als hoge scores op de ene variabele samengaan met lage scores op de andere variabele, dan is er sprake van een negatieve correlatie tussen de twee variabelen.

De maat waarin de sterkte en de richting van de correlatie wordt uitgedrukt, is de correlatiecoëfficiënt. Deze kan waarden aannemen van -1 tot +1. Het teken geeft de richting van de correlatie aan. De absolute waarde van de correlatiecoëfficiënt geeft de sterkte van de correlatie aan. De waarde voor een perfecte positieve correlatie is +1 en de waarde voor een perfecte negatieve correlatie is -1. Als er geen relatie bestaat tussen de twee variabelen is de correlatiecoëfficiënt 0.

Tabel 4.1: Correlatiecoëfficiënten matrix

Variabelen	Totaal gehalte asbest	Gehalte respirabele vezels
Bouwjaar	0,0004	0,0125
Lengte oversteek-nok	-0,0217	0,0105

De correlatiecoëfficiënten bevinden zich rond de 0. Dit duidt erop dat er geen eenduidige relatie kan worden aangetoond tussen de ouderdom van de daken en de mate van asbestbelasting. Ook de lengte tot de nok kan niet worden gerelateerd aan mate van asbestbelasting in de afwateringszone. Door TNO is nog een nadere analyse binnen de dataset uitgevoerd. Ook hierbij zijn binnen de dataset geen correlaties gevonden (bijlage 4).

4.2 Toetsing hypothese

Voorafgaand aan het onderzoek werden twee hypothesen opgesteld.

Hypothese 1:

De bodem van de afwateringszone van dakgootloze asbestdaken is belast met asbesthoudend materiaal en/of respirabele vezels.

Toetsing 1: Bij alle locaties is asbesthoudend materiaal in de bodem van de afwateringszone aangetroffen al dan niet in de vorm van respirabele vezels. Deze hypothese is bevestigd.

Hypothese 2:

De omvang van deze bodembelasting is in ruimtelijke zin beperkt.

Toetsing 2: De horizontale verspreiding van de belasting is maximaal aangetoond tot 1 meter van de afwateringszone. De verticale verspreiding lijkt zich te beperken tot de bovenste 5 á 10 cm. Ook deze hypothese is bevestigd.

4.3 Interpretatie

In onderliggende paragraaf worden de resultaten nader geduid vanuit diverse vigerende (wettelijke) kaders.

Wet bodembescherming (Wbb)

Binnen de Wet bodembescherming (Wbb) wordt onderscheid gemaakt tussen nieuwe gevallen en historische gevallen van bodemverontreiniging. Voor de parameter asbest is de datum 1 juli 1993 hierbij bepalend. Bodemverontreinigingen die ontstaan zijn vóór 1 juli 1993 worden beschouwd als historische verontreinigingen. Bodemverontreinigingen die ontstaan zijn ná 1993 worden beschouwd als nieuwe gevallen waarop de zorgplicht van toepassing is.

Bij eroderende asbestdaken is duidelijk dat de daken aanwezig waren voor 1 juli 1993, maar ook dat verwerking vermoedelijk (én met name, toenemend) ná 1993 heeft plaatsgevonden.

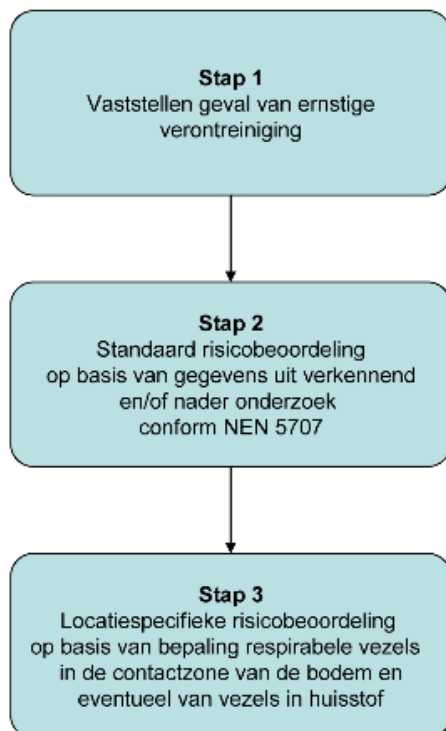
Infomil omschrijft dit als volgt:

Op ieder die op of in de bodem handelingen als bedoeld in de artikelen 6 t/m 11 Wbb verricht, rust de verplichting om te zorgen dat door die handelingen de bodem niet wordt verontreinigd. Als er toch een verontreiniging optreedt dienen maatregelen te worden genomen om de verontreiniging zoveel mogelijk ongedaan te maken. Deze zorgplichtbepaling verplicht bij (dreigende) bodemverontreiniging, dus ook van

het grondwater, tot het nemen van alle maatregelen die redelijkerwijs kunnen worden gevergd. De zorgplicht geldt alleen voor zogenaamde 'nieuwe' bodemverontreinigingen.

Voor historische gevallen van bodemverontreiniging is het onderstaande van toepassing. Duiding van een verontreiniging vindt binnen de Wbb stapsgewijs plaats (figuur 4.1)

Figuur 4.1: Risicobeoordeling conform 'Protocol asbest' (Circulaire, 2013)

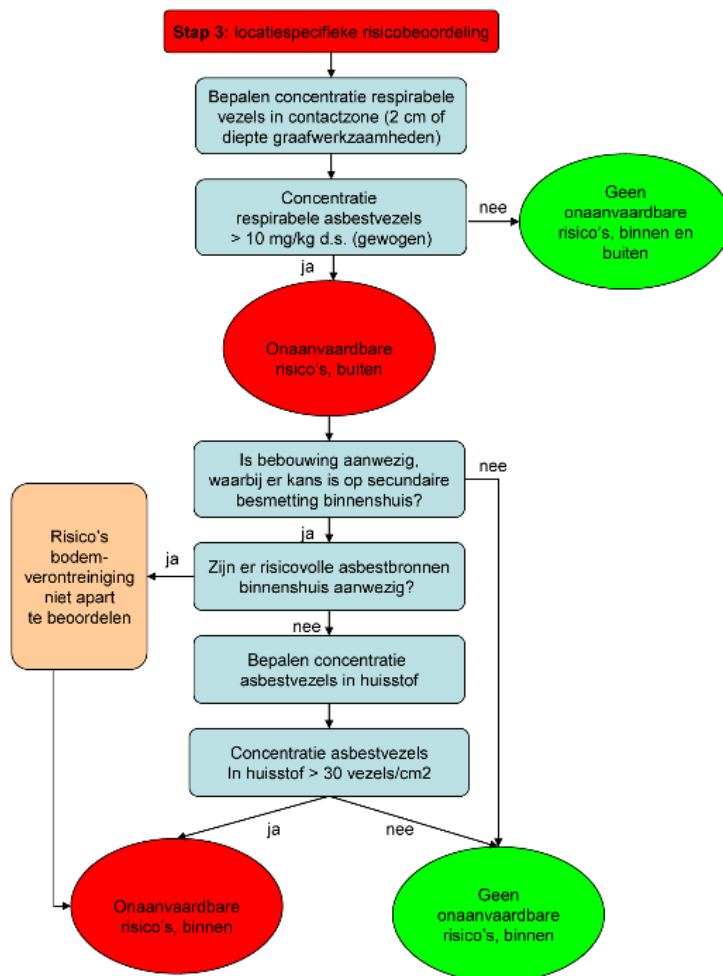


Er is sprake van een geval van ernstige verontreiniging met asbest in de bodem indien de gemiddelde concentratie binnen een ruimtelijke eenheid hoger is dan de interventiewaarde van 100 mg/kg d.s. (gewogen; dat wil zeggen de concentratie serpentijn asbest + 10 x de concentratie amfibool asbest). Het vaststellen van de gemiddelde gewogen asbestconcentratie dient te worden uitgevoerd conform de NEN 5707. Opgemerkt wordt dat het volumecriterium voor een bodemverontreiniging met asbest niet van toepassing is bij het vaststellen van de ernst.

Wanneer de dataset uit onderhavig onderzoek wordt beschouwd op dit criterium leidt dit in 45% van de daken tot een geval van ernstige bodemverontreiniging (afwateringszone).

Gezien het specifieke onderzoek kan stap 2 worden overgeslagen, daar alle in stap 1 vastgestelde gevallen van ernstige bodemverontreiniging in stap 3 dienen te worden beoordeeld (figuur 4.2).

Figuur 4.2: Stap 3 Locatie-specifieke risicobeoordeling



Wanneer de gehalten respirabele vezels in de bovengrond uit de dataset worden getoetst aan het criterium $> 10 \text{ mg/kg d.s. (gewogen)}$ komt naar voren dat bij 45% van de onderzochte locaties sprake is van "onaanvaardbare risico's, buiten".

Op deze locaties is er sprake van spoed. Er dienen dan spoedig saneringsmaatregelen te worden getroffen op dat deel van de locatie waar sprake is van onaanvaardbare risico's ten gevolge van de aanwezigheid van de bodemverontreiniging met asbest. Met 'spoedig' wordt in dit kader bedoeld dat de sanering binnen 4 jaar na het afgeven van de beschikking ernst en spoed moet aanvangen.

Opmerkelijk hierbij: in de dataset komen locaties voor waar het totaalgehalte asbest in de bodem beneden de interventiewaarde blijft, terwijl de hoeveelheid respirabele vezels het criterium van $10 \text{ mg/kg d.s. (onaanvaardbare risico's, buiten)}$ overschrijdt.

In het protocol asbest (Circulaire bodemsanering 2013) is het volgende opgenomen:
In theorie zou er sprake kunnen zijn van een verontreiniging met meer dan 10 mg/kg d.s. aan respirabele asbestvezels, terwijl de totaalconcentratie aan asbest onder de interventiewaarde ligt. Uit onderzoek dat TNO heeft uitgevoerd blijkt echter dat zelfs voor het meest 'losse' niet-hechtgebonden asbest (vrijwel ongebonden asbest) het aandeel aan respirabele vezels nooit

meer zal zijn dan 5–10% (zie RIVM-rapport 711701034/2003). Dit betekent dat bij een asbestconcentratie in de grond van 100 mg/kg d.s. de concentratie aan respirabele vezels nooit meer zal zijn dan 5–10 mg/kg d.s.

Deze veronderstelling in de Circulaire bodemsanering 2013 wringt met de gemeten waarden in dit onderzoek.

In 20% van de onderzochte locaties wordt zowel de Interventiewaarde als het criterium > 10 mg/kg d.s. respirabele vezels overschreden.

Asbestverwijderingsbesluit

Het asbestinventarisatie besluit (2005) geeft aan op welke wijze omgegaan dient te worden met asbestverdachte objecten in geval van renovatie en sloop. Hierbij wordt ook aangegeven hoe om moet worden gegaan met een asbestbesmetting: *Conform paragraaf 7.16.2 van de SC-540:2011 is de definitie van een asbestbesmetting:*

- *asbeststof afkomstig van oude saneringen of erosie (kabelgoten verlaagde plafonds enz.) op materiaal of constructieonderdelen;*
- *asbeststof afkomstig uit naastgelegen bouwdelen of emissie-bronnen (via banden, schoeisel of calamiteit) op materiaal of constructieonderdelen.*

De definitie van 'stof' is: kleine deeltjes van minder dan een halve micrometer. Asbeststof is dus niet visueel zichtbaar.

Het in onderhavig onderzoek aangetoonde asbest in de afwateringszone past binnen deze definitie. Binnen de kaders van het asbestverwijderingsbesluit zou dit leiden tot het uitvoeren van een risico-analyse conform NEN 2991 (*noot auteur: Hetgeen in de buitenlucht vermoedelijk niet leidt tot het aantonen van verhoogde vezelgehalten in de lucht*).

Daarnaast geven de geanalyseerde kleefmonster in combinatie met de aangetroffen vezels in de toplaag aan dat er sprake is van een "besmettingsroute". Dit heeft ook consequenties voor de status van allerlei materialen. Zo dienen dakgoten, afvoerleidingen en het hemelwater lozingspunt (in bodem, sloot of oppervlaktewater) als asbestbesmet te worden beschouwd, met alle praktische en financiële consequenties van dien.

In de NEN2991 worden kleefmonsters als volgt beoordeeld:

Concentratie (aantal asbest- vezels/cm ²)	Verontreinigingsgraad	
	Weergave	Omschrijving
> 1.000	++	Zeer veel asbest aangetroffen
100 – 1.000	+	Duidelijk asbest aangetroffen
10- 100	+/-	Sporen asbest aantoonbaar
< 10	-	Geen asbest aangetroffen
Concentratie (aantal asbest- vezels/cm ²)	Verontreinigingsgraad	
	Weergave	Omschrijving
> 1.000	++	Zeer veel asbest aangetroffen
100 – 1.000	+	Duidelijk asbest aangetroffen
10- 100	+/-	Sporen asbest aantoonbaar
< 10	-	Geen asbest aangetroffen

Vrijwel alle van de daken genomen kleefmonsters in deze studie zijn geclassificeerd als ++.

De substantiële hoeveelheden respirabele vezels geven tevens aanleiding om na te gaan hoe de verweringsgraad van daken inpandig is. Zeker daar waar het asbestcement is blootgesteld aan verwerking bevorderende gassen (bv ammoniak en staldaken) in de veehouderij.

De ++ resultaten van de kleefmonsters houden tevens in dat de betreffende daken als niet-hechtgebonden asbest zouden kunnen worden gekwalificeerd. Dit is op fronten in tegenspraak met de materiaalanalyses van dezelfde daken.

Besluit asbestwegen

Daar waar de afwateringszone deel uitmaakt van een (onverharde) weg, erf, pad of parkeerplaats kan het kader van het besluit asbestwegen van toepassing zijn. In dat geval is de eigenaar in overtreding indien meer dan 100 mg/kg d.s wordt aangetroffen. Dit is in onderhavig onderzoek het geval bij 45% van de onderzochte locaties.

Door diverse regelingen asbestwegen zijn enkele duizenden locaties gesaneerd en voorzien van schoon erf materiaal. Alwaar asbestdaken nog steeds aanwezig zijn, wordt als gevolg van erosie het schone erf materiaal nu opnieuw belast met asbest. Dit lijkt onwenselijk en is maatschappelijk moeilijk uitlegbaar.

Reeds gesloopte daken

De afgelopen decennia zijn veel daken vervangen of afgebroken en verdwenen. Stimuleringsregelingen zoals 'ruimte voor ruimte' en 'rood voor rood' hebben hieraan bijgedragen. De (voormalige) afwateringszones zijn daarbij niet gesaneerd en zijn derhalve achtergebleven. Deze zones zijn in bodem beleidskaders zoals het landsdekkend beeld niet meegenomen, maar wel potentieel 'belast'.

4.4 Extrapolatie

Onderhavig onderzoek heeft zich gericht op twintig daken in de provincies Overijssel en Gelderland.

Uit figuur 1 (Inleiding) komt naar voren dat er nog circa 85.000 asbestdaken in de agrarische sector aanwezig zijn. Als aangenomen wordt dat circa 20% (niet onderbouwd) van deze daken voorzien is van een dakgoot/verhard oppervlak en dat de daken allen aan twee zijden afwateren, en als wordt aangenomen dat voor woningen, industrie en overig (samen circa 600.000 asbestdaken) ca. 90% (niet onderbouwd) is voorzien van dakgoot/verharding, leidt extrapolatie van de onderzoeksdata tot totaal ca. 250.000 min of meer vergelijkbare locaties :

- 136.000 afwateringslocaties agrarisch;
- 120.000 afwateringslocaties woning/industrie/overig;

Met als uitgangspunt dat de onderzoeksgegevens min of meer representatief kunnen zijn voor Nederland, betekent dit een uitdaging met de volgende orde van grootte:

- Aantal gevallen van ernstige bodemverontreiniging: ruim 100.000
- Aantal gevallen waar het criterium voor spoedeisendheid wordt overschreden: eveneens ruim 100.000.

5 Conclusies en advies

5.1 Conclusies

De bodem van de afwateringszone van dakgootloze asbestdaken is belast met asbesthoudend materiaal en respirabele vezels. In ruimtelijke zin lijkt de omvang van de verontreiniging zich te beperken tot een diepte van 10 cm bij een horizontale verspreiding van circa 1 meter.

De in dit onderzoek aangetoonde belasting is merendeels dusdanig dat normen en toetsingscriteria uit de Wet bodembescherming, het Besluit Asbestwegen en het asbestverwijderingsbesluit worden overschreden:

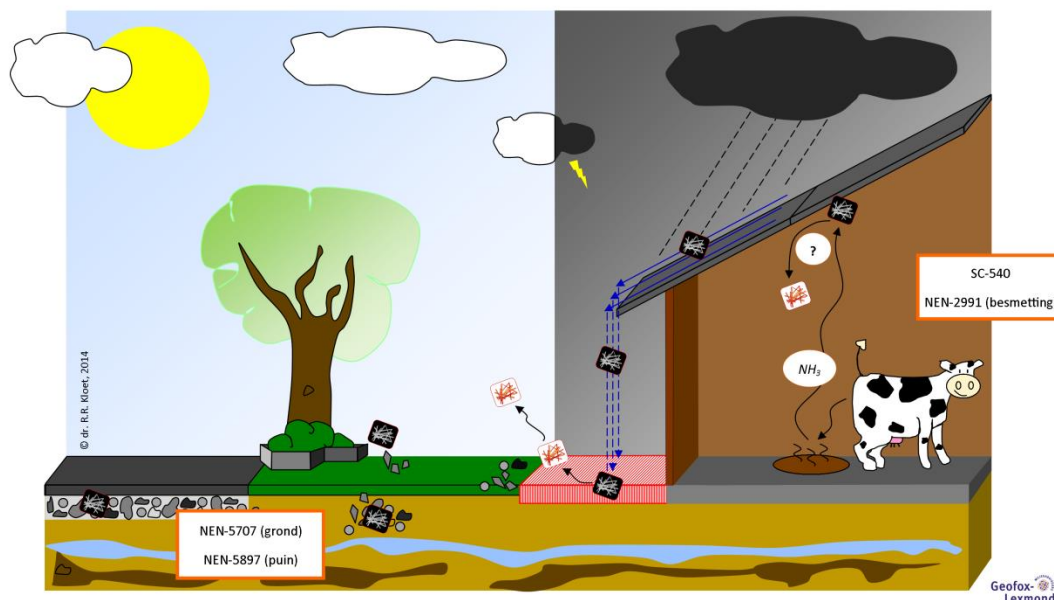
- Bij 45% van de locaties is sprake van een geval van ernstige bodemverontreiniging.
- Bij 45% van de locaties is sprake van 'onaanvaardbare risico's, buiten'.
- De bovengenoemde classificaties vallen in 20% van de locaties samen.

Alle genomen kleefmonsters duiden op een dusdanige verweringsgraad dat het asbest als niet hechtgebonden kan worden geclassificeerd. Materiaalmonsters worden daarentegen als hechtgebonden geclassificeerd.

Figuur 5.1 plaatst de onderhavige studie en constatering in (keten)perspectief.

Fig. 5.1 Houdt asbest zich aan onze normen?

Houdt asbest zich aan onze normen?



5.2 Aanbevelingen

Op basis van de uitkomsten van dit onderzoek wordt aanbevolen om:

- Risicodossier(s) op te stellen, ingaand op o.m. de (financiële) consequenties van de bevindingen voor zowel eigenaar/ initiatiefnemer als de begeleidende en controlerende overheid;
- De afwateringszones onder asbestdaken als asbestverdacht aan te merken bij bodemonderzoeken, asbestinventarisaties en asbestsaneringen;
- Beleid te ontwikkelen dat inspeelt op de uitkomsten en bevindingen van dit onderzoek, vanuit zowel de kaders van de Wet bodembescherming, het Zorgplichtbeginsel (Wet Milieubeheer), het Besluit Asbestwegen en de het Asbestverwijderingsbesluit;
- Al dan niet samen met voorgaande aanbevelingen, de financiële implicaties van de bevindingen in beeld te brengen voor sanering/beheersing, redenerend vanuit zowel het beleidsscenario Wet bodembescherming als het beleidsscenario asbestverwijderingsbesluit;
- Aanvullende procedures op te stellen bij de sanering van asbestdaken (bijvoorbeeld bij de door de provincies gestimuleerde regelingen);
- De consequenties na te gaan van, en een scenario op te stellen voor de mogelijke niet-hechtgebondenheid van asbestdaken (bijvoorbeeld met betrekking tot de huidige vrijstellingsregeling voor particulieren inzake sloop van <math>< 35 \text{ m}^2</math> asbestdak);
- Onderzoek te verrichten naar de vezelroute en de dientengevolge optredende milieubelasting bij asbestdaken die voorzien zijn van dakgoten;
- Onderzoek te verrichten naar de vezelroute en de dientengevolge optredende milieubelasting van dakgootloze asbestdaken met een verharde afwateringszone;
- Onderzoek te verrichten naar de vezelroute en de dientengevolge optredende milieubelasting en humane risico's van asbestdaken binnen de betreffende stalruimten (in pandig, als gevolg van extra erosie door o.m. ammoniakgassen);
- Onderzoek te verrichten naar de humane risico's van asbesthoudende afwateringszones (conform NEN 2991 of vervolg stap 3 Wbb (zie fig. 4.2)). Een en ander in nauw overleg met betrokkenen van bijvoorbeeld de GGD's;
- Mogelijkheden te onderzoeken om het saneren van zowel asbestdaken als de verontreinigde afwateringszone te stimuleren;
- Vanaf 2015 vallen een aantal taken en bevoegdheden vanuit DLG, alsmede vastgoed vanuit BBL onder de provinciale verantwoordelijkheid. Aanbevolen wordt om de inzichten volgend uit dit onderzoek mee te nemen in de intake beoordeling (bijvoorbeeld t.a.v. mogelijke claims en waarde derving van vastgoed, dus vóór januari 2015);
- Met het oog op de publieke beleving van asbest en asbestrisico's, het in overleg met GGD's, communicatiedeskundigen en eventueel de omgevingsdiensten opstellen van een communicatie en informatie strategie naar burger, gemeenten, advies- en onderzoeksbureaus en anderszins betrokkenen.

Disclaimer

Het onderzoek is op een zorgvuldige wijze uitgevoerd met behulp van de voor het onderzoek gangbare technieken, inzichten en methodes. Bij het uitvoeren van onderzoek streven wij optimale representativiteit na. Het blijft mogelijk dat er plaatselijk afwijkingen voorkomen in de samenstelling van grond of grondwater. Deze afwijkingen komen door het steekproefsgewijze karakter van het onderzoek niet aan het licht. Daar komt bij dat onderzoek naar de bodem een momentopname is. Verandering van grond en grondwater o.a. als gevolg van het bodemgebruik kan na het onderzoek plaatsvinden. Geofox-Lexmond b.v. is niet aansprakelijk voor schade die voortkomt uit bovengenoemde aspecten.