

**TNO-rapport****TNO 2018 R10825****Statistische analyse van de relatie puin in de bodem en de aanwezigheid van asbest****Circular Economy & Environment**Princetonlaan 6  
3584 CB Utrecht  
Postbus 80015  
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 88 866 42 56

|                 |   |
|-----------------|---|
| Datum           | 15 augustus 2018  |
| Auteur(s)       | Peter Tromp   |
| Aantal pagina's | 72 (incl. bijlage)  |
| Aantal bijlagen | 1   |
| Opdrachtgever   | Bodem+<br>Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving<br>Postbus 2232<br>3500 GE UTRECHT |
| Projectnaam     | Analyse relatie puin en asbest in de bodem  |
| Projectnummer   | 060.33291   |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2018 TNO

## Samenvatting

In opdracht van Rijkswaterstaat Bodem+ is door TNO een onderzoek uitgevoerd om de relatie tussen de aanwezigheid van puin (aard en mate) en de daadwerkelijke aanwezigheid van asbest in de bodem te onderzoeken.

### **Aanleiding onderzoek**

Naar aanleiding van een uitspraak van de Raad van State heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) aandacht gevraagd voor onderzoek op asbest bij partijkeuringen en bodemonderzoek waarbij puin wordt aangetroffen. Bijlage A van NEN 5725 (voorheen bijlage E van NEN 5707)) geeft handvatten voor de beoordeling en motivatie of de aanwezigheid van puin wel of niet leidt tot een verdenking op asbest in de bodem.

Het standpunt van de ILT heeft veel discussie opgeleverd. Door sommige partijen wordt ter discussie gesteld dat de aanwezigheid van puin een goede voorspeller is voor de aanwezigheid van asbest. Diverse organisaties geven aan te beschikken over onderzoeksgegevens op basis waarvan andere conclusies getrokken kunnen worden. Ook doen sommigen de suggestie om een minimaal percentage aan bijmengingen met puin te hanteren voor de verdenking op asbest. Aanpassing van de eisen uit het vooronderzoek conform NEN 5725 kan alleen plaatsvinden nadat de relatie tussen de aanwezigheid van puin en asbest eerst op landelijk niveau en door een onafhankelijke partij is onderzocht. Van belang is dat de eisen aan vooronderzoek op draagvlak kunnen rekenen en daarmee ook op spontane naleving. Diverse partijen hebben aangegeven daarom behoefte te hebben aan een betere onderbouwing van de eisen ten aanzien van asbest in de betreffende protocollen.

### **Gezamenlijk initiatief om database op te bouwen**

Op 21 juni 2017 is daarom een initiatief van start gegaan, waarbij een groot aantal private en publieke organisaties zich bereid hebben verklaard om gezamenlijk een database op te bouwen om de relatie tussen puin in de bodem en de verdenking op asbest te onderzoeken. In de zomer van 2017 is door een werkgroep met een aantal specialisten een voorstel uitgewerkt voor een standaard format voor een spreadsheet. Diverse private en publieke partijen zijn uitgenodigd om deze spreadsheet te vullen met data uit asbest in (water)bodemonderzoeken en partijkeuringen die in het verleden zijn uitgevoerd. In de periode september 2017 tot en met februari 2018 zijn door 50 organisatiespartijen spreadsheets aangeleverd met uiteindelijk meer dan 16.000 records, waarvan uiteindelijk 99% bruikbaar bleek.

### **Doelstelling van het onderzoek**

Hoofddoelstelling van het onderzoek is om de relatie tussen de aanwezigheid van puin (aard en mate) en de daadwerkelijke aanwezigheid van asbest in de bodem te onderzoeken. Dit om te verifiëren, te weerleggen of te nuanceren dat de relatie tussen de aanwezigheid van bepaalde typen puin altijd tot de aanwezigheid van asbest in de bodem leidt zoals vastgelegd in bijlage A van NEN 5725 (voorheen bijlage E van NEN 5707) en daarmee een noodzakelijk bodemonderzoek op asbest verplicht wordt.

### Statistische data-analyse

Voorafgaand aan de statistische data analyse is de data gecontroleerd op kwaliteit, voldoende omvang en representativiteit. Bij de data-analyse naar de relatie tussen puin en asbest is onderscheid gemaakt tussen locaties of partijen die a) onverdacht zijn, b) uitsluitend als gevolg van de aanwezigheid van puin verdacht zijn of c) ook als gevolg van een andere reden verdacht waren. In de analyse wordt rekening gehouden met het type onderzoek (NEN 5707, NEN5897, NTA5727 en SIKB protocol 1001), de monstername methode (boring, graafgat, sleuf, grepen) en het wel/niet aantreffen van visueel waarneembaar asbest in het veld. Ook is een analyse uitgevoerd naar de relatie tussen aangetoond asbestgehalte en de geografische ligging, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen stedelijk en landelijk gebied.

De relatie tussen puin en asbest is getoetst op basis van rekenkundig gemiddelde gewogen asbestgehalten, inclusief standaardafwijking en het percentage datapunten boven een bepaald gewogen asbestgehalte: 0 (asbest aangetoond), 10, 50 en 100 mg/kg. De statistische toetsing is uitgevoerd op basis van de zogenaamde t-toets, die is gebruikt om na te gaan of er een significant verschil is tussen de gemiddelde waarde van geselecteerde locaties met een bepaalde asbestverdenking en onverdachte locaties zonder de aanwezigheid van puin (referentiewaarde). Om te kunnen beoordelen of de aanwezigheid van asbest toeneemt bij toenemende puinbijmenging zijn tevens correlatie toetsingen uitgevoerd op basis van het kwadraat van de Pearson correlatie coëfficiënt ( $R^2$ ).

### Conclusies

De belangrijkste conclusies van de statistische analyse zijn als volgt:

- De database met meer dan 16.000 datapunten heeft voldoende geografische dekking en is representatief voor de gehele Nederlandse situatie inclusief landelijke en stedelijke gebieden.
- Voor onderzoek locaties met een verdenking uitsluitend op basis van puin is er een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest in de bodem.
- De aanwezigheid van asbest is gecorreleerd aan bouw- en sloopafval, gemengd puin, betonpuin en metselpuin. Bij deze typen puin is een toename te zien in de hoeveelheid asbest bij een oplopend percentage bijmenging. Asphaltpuin en straatstenen/klinkers zijn niet gerelateerd aan de aanwezigheid van asbest.  
Voor de overige typen bodemvreemd materiaal (slakken, glas, huishoudelijk afval, plastic, hout, kolen, grind) kan geen correlatie worden vastgesteld door enerzijds onvoldoende datapunten en anderzijds door mogelijk verkeerde interpretatie van de categorie "overige".
- Bij de relatie tussen de aanwezigheid van puin en asbest speelt de hoeveelheid bijmenging een belangrijke rol, maar kan niet gebruikt worden voor een verdere nuancering van de verdenking. Zelfs wanneer sporen puin (<1%) worden aangetroffen is er een duidelijke toename in de hoeveelheid asbest ten opzichte van onverdachte locaties.
- In landelijke gebieden wordt ongeveer twee keer zoveel asbest aangetroffen dan in stedelijke gebieden. In beide gebieden is voor bouw- en sloopafval, gemengd puin, betonpuin en metselpuin een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest.

- Ook voor partijkeuringen conform SIKB protocol 1001 is een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest aangetoond. Voor het onderzoek van waterbodems conform NTA 5727 was, door het geringe aantal datapunten, geen betrouwbare statistische data-analyse mogelijk.
- Het aantreffen van visueel asbest op de locatie resulteert in veel hogere asbestgehalten, echter, ook wanneer geen visueel asbest op locatie wordt aangetroffen is er significant meer asbest aanwezig ten opzichte van een onverdachte situatie. In beide gevallen is er een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest.
- Er wordt significant meer grof asbesthoudend materiaal (>20mm) in graafgaten en sleuven aangetroffen dan in boringen. Bij de aanwezigheid van grof asbesthoudend materiaal resulteert het zetten van boringen in een onderschatting van het asbestgehalte, doordat grof materiaal wordt weggedrukt tijdens het boren.
- De resultaten met betrekking tot verdachtheid van puintypen zijn grotendeels in overeenstemming met de NEN5725; alleen metselpuin is hierin nog niet als potentieel verdacht puin benoemd.

De resultaten van de statistisch data-analyse kunnen aanleiding geven tot het aanpassen c.q. optimaliseren van het vooronderzoek conform de NEN5725. Het doorvertalen van de resultaten naar praktische handvatten voor de NEN 5725 valt buiten de scope van dit onderzoek en is een beleidsmatige keuze. Er wordt aanbevolen om het rapport met alle belanghebbende partijen te bespreken en te komen tot een gezamenlijk oordeel over de vraag wanneer (bij welke type en percentage puin) er sprake is van een zodanige kans op het aantreffen van asbest dat die leidt tot aanvullend bodemonderzoek.

# Inhoudsopgave

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
|           | <b>Samenvatting .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1</b>  | <b>Inleiding .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2</b>  | <b>Plan van aanpak.....</b>  | <b>8</b>  |
| 2.1       | Vorbereiden database en controle op aangeleverde data .....              | 8         |
| 2.2       | Statistische data-analyse relatie puin en asbest .....                   | 8         |
| <b>3</b>  | <b>Opzet van de database.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>4</b>  | <b>Uitgangspunten statistische analyse .....</b>                         | <b>13</b> |
| 4.1       | Databewerking.....   | 13        |
| 4.2       | Statistische toetsing.....   | 15        |
| 4.3       | Analyse deelselecties .....  | 17        |
| <b>5</b>  | <b>Kwaliteit en representativiteit aangeleverde data .....</b>           | <b>19</b> |
| <b>6</b>  | <b>Resultaten globale data-analyse .....</b>                             | <b>24</b> |
| 6.1       | Reden verdenking.....  | 24        |
| 6.2       | Gewogen asbestgehalten.....  | 25        |
| 6.3       | Bodemvreemd materiaal en bijmengingen .....                              | 26        |
| 6.4       | Monsterneming .....  | 29        |
| <b>7</b>  | <b>Resultaten bijmengingen totaal bodemvreemd materiaal .....</b>        | <b>31</b> |
| <b>8</b>  | <b>Resultaten gespecificeerd bodemvreemd materiaal .....</b>             | <b>35</b> |
| <b>9</b>  | <b>Resultaten bijmengingen gespecificeerd bodemvreemd materiaal.....</b> | <b>40</b> |
| 9.1       | Som typen 1-3 bodemvreemd materiaal .....                                | 43        |
| 9.2       | Alleen type 1 bodemvreemd materiaal.....                                 | 46        |
| <b>10</b> | <b>Onderscheid landelijk en stedelijk gebied.....</b>                    | <b>49</b> |
| 10.1      | Reden verdenking.....  | 49        |
| 10.2      | Gespecificeerd bodemvreemd materiaal.....                                | 50        |
| 10.3      | Bijmengingen totaal bodemvreemd materiaal .....                          | 51        |
| <b>11</b> | <b>Onderscheid type onderzoek / matrix .....</b>                         | <b>55</b> |
| <b>12</b> | <b>Onderscheid visueel zichtbaar asbest .....</b>                        | <b>58</b> |
| <b>13</b> | <b>Conclusie en aanbevelingen .....</b>                                  | <b>62</b> |
| <b>14</b> | <b>Ondertekening .....</b>   | <b>64</b> |
|           | <b>Bijlage 1 Gedetailleerde resultaten .....</b>                         | <b>65</b> |

# 1 Inleiding

Naar aanleiding van een uitspraak van de Raad van State op 16 november 2016 heeft de Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) aandacht gevraagd voor onderzoek naar asbest bij partijkeuringen en bodemonderzoek waarbij puin wordt aangetroffen. Bijlage A van NEN 5725 (voorheen bijlage E van NEN 5707) geeft handvatten voor de beoordeling en motivatie of de aanwezigheid van puin wel of niet leidt tot een verdenking op asbest.

Het standpunt van ILT heeft veel discussie opgeleverd. Door sommige partijen wordt ter discussie gesteld dat de aanwezigheid van puin een goede voorspeller is voor de aanwezigheid van asbest. Diverse organisaties geven aan te beschikken over onderzoeksgegevens op basis waarvan andere conclusies getrokken kunnen worden. Ook doen sommigen de suggestie om een minimaal percentage aan bijmengingen met puin te hanteren voor de verdenking op asbest. Aanpassing van de eisen uit het vooronderzoek conform NEN 5725 kan alleen plaatsvinden nadat de relatie tussen de aanwezigheid van puin en asbest eerst op landelijk niveau en door een onafhankelijke partij is onderzocht. Van belang is dat de eisen aan vooronderzoek op draagvlak kunnen rekenen en daarmee ook op spontane naleving. Diverse partijen hebben aangegeven daarom behoefte te hebben aan een betere onderbouwing van de eisen ten aanzien van asbest in betreffende protocollen.

Op 21 juni 2017 is daarom een initiatief van start gegaan, waarbij een groot aantal private en publieke organisaties zich bereid hebben verklaard om gezamenlijk een database op te bouwen om de relatie tussen puin in de bodem en de aanwezigheid van asbest te onderzoeken. In de zomer van 2017 is door een werkgroep met een aantal specialisten een voorstel uitgewerkt voor een standaard format voor een spreadsheet. Diverse private en publieke partijen zijn uitgenodigd om deze spreadsheet te vullen met data uit asbest in (water)bodemonderzoeken en partijkeuringen die in het verleden zijn uitgevoerd.

Door Rijkswaterstaat WVL is aan TNO gevraagd om de database te controleren op kwaliteit, voldoende omvang en representativiteit en een statistische analyse uit te voeren naar de relatie tussen puin en asbest.

Hoofddoelstelling van het onderzoek is om de relatie tussen de aanwezigheid van puin (aard en mate) en de daadwerkelijke aanwezigheid van asbest in de bodem te onderzoeken. Dit om te verifiëren, te weerleggen of te nuanceren dat de relatie tussen de aanwezigheid van bepaalde typen puin altijd tot een verdenking op asbest leidt (zoals vastgelegd in bijlage A van NEN 5725) en daarmee een noodzakelijk bodemonderzoek op asbest verplicht wordt. Wanneer (bij welke grens) er sprake is van een verdenking op asbest (die mogelijk leidt tot onderzoek) is echter een beleidsmatige keuze. Vandaar dat dit rapport zich beperkt tot de statistisch data-analyse van de relatie tussen puin en asbest, zonder in te gaan op de verdenking in relatie tot verdere onderzoeksverplichtingen. Dit valt buiten de scope van het onderzoek.

Opmerking:

In het onderzoek naar de relatie tussen puin en asbest in bodem gaat het om puin dat op basis van vooronderzoek als verdacht is aangemerkt. Het gaat dus niet om gecertificeerd puin(granulaat); dit puin is per definitie niet asbestverdacht en valt buiten de scope van dit onderzoek.

## 2 Plan van aanpak

Het onderzoek naar de relatie tussen puin en asbest bestond uit het voorbereiden van de database, een controle van de aangeleverde data en de uiteindelijke statistische analyse.

### 2.1 Voorbereiden database en controle op aangeleverde data

Voorafgaand aan de statistische data analyse is de data geëvalueerd op basis van onderstaande werkwijze:

1. Nagaan of de database compleet en van voldoende kwaliteit en omvang is. Dit houdt onder meer in het controleren of de toegezonden spreadsheets volledig en correct zijn ingevuld. Indien noodzakelijk wordt contact opgenomen met de datahouders om fouten te herstellen.
2. Een controle van de hoeveelheid aangeleverde data op voldoende omvang om een statistisch onderzoek te kunnen uitvoeren. Hierbij zal worden gekeken naar diverse matrices zoals grond, bagger en puin(granulaat).
3. Het voorbereiden van de database ten behoeve van een statistische data analyse. Gebleken is dat meerdere datahouders de data niet volledig conform het voorgeschreven format hebben opgeleverd. Dit betekent dat de database moet worden gecontroleerd en gecorrigeerd waar nodig zodat alle data op uniforme wijze is ingevuld.
4. Nagaan of de aangeleverde database representatief is voor de Nederlandse situatie. Hiertoe wordt de geleverde data van individuele datahouders met elkaar vergeleken op o.a. verdachtheid, puinbijmengingen en asbestgehalte. Hiermee kan worden gecontroleerd of een dataverzameling van individuele datahouders afwijkend is ten opzichte van de overige datahouders. Ook zal rekening worden gehouden met specifieke belangengroepen, zoals probleemeigenaren, handhavers en ingenieursbureaus en zal worden onderzocht of de database een goed landelijk beeld geeft op basis van de postcodes.

### 2.2 Statistische data-analyse relatie puin en asbest

De statistische analyse van de database is uitgevoerd in Excel, aangezien dit software programma het meest toegankelijk is voor alle belanghebbenden. In de rapportage zijn de gebruikte methoden voor de statistische data analyse duidelijk beschreven, zodat deze ook bruikbaar zijn voor analyse op regionaal niveau ten behoeve van het maken van asbestkansenkaarten.



Bij de statistische data-analyse zijn de onderstaande punten meegenomen:

1. Onderzoek naar de relatie tussen aangetoond asbestgehalte en de aard en de mate van het aanwezige puin. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen locaties of partijen die a) onverdacht zijn, b) uitsluitend als gevolg van de aanwezigheid van puin verdacht zijn of c) ook als gevolg van een andere reden verdacht waren. In de analyse wordt rekening gehouden met het type onderzoek (NEN 5707, NEN5897, NTA5727 en SIKB protocol 1001), de monsternamemethode (boring, graafgat, sleuf, grepen) en het wel/niet aantreffen van visueel waarneembaar asbest in het veld.
2. Onderzoek naar de relatie tussen aangetoond asbestgehalte en de geografische ligging, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen stedelijk en landelijk gebied.

### 3 Opzet van de database

Tijdens het maken van de opzet van de spreadsheet is een aantal keuzes gemaakt. Er is voor gekozen om alleen data te verzamelen van onderzoeken die na 1 juli 2007 zijn uitgevoerd. Op deze datum is de erkenningsregeling Kwalibo voor wat betreft het uitvoeren van veldwerk voor milieuhygiënisch bodemonderzoek in werking getreden, waarmee de uitvoering van veldwerk en chemische analyses verplicht volgens vastgestelde normdocumenten en binnen een kwaliteitssysteem wordt uitgevoerd. Daarnaast is de keuze gemaakt om uitsluitend data te verzamelen die volgens de geldende normen en protocollen zijn uitgevoerd. Dit betekent dat indicatieve onderzoeken naar asbest niet zijn betrokken bij dit onderzoek. Namelijk, het onderzoek heeft als doel om te kijken naar de relatie tussen het voorkomen van puin en de aanwezigheid van asbest. Om voldoende draagvlak te krijgen voor de resultaten van het onderzoek en de eventuele gevolgen voor normen, is het van belang dat de onderzoeksopzet breed gedragen wordt en er geen onderzoeksresultaten bij de analyse worden betrokken waarvan de betrouwbaarheid op voorhand in twijfel kan worden getrokken.

De verschillende onderdelen (invulvelden) van de spreadsheet zijn weergegeven in Tabel 1. De asbestanalyseresultaten moesten per bemonsteringseenheid (sleuf, graafgat en/of boorgat) worden ingevuld. Van de beschikbare analyseresultaten moest alleen het berekende totaal gehalte en het gehalte in de grondmonsters (fijne fractie) worden ingevuld zonder onder- en bovengrenzen. Ook de eventueel bepaalde respirabele vezels met elektronenmicroscopie maakte geen onderdeel uit van de database.

Het is de bedoeling dat de database op landelijk niveau een voldoende geografische dekking heeft. Om deze reden is de "ligging / postcode" als verplicht opgenomen. Hiermee wordt bedoeld de (meest nabijgelegen) postcode van de plaats waar het monster is genomen. In geval van een partijkeuring is indien mogelijk de postcode van de plaats van herkomst van de partij ingevuld en anders de locatie van opslag/verwerking.

Op basis van de in Terra Index aanwezige omschrijvingen voor bijmengingen is voor het onderzoek een keuze gemaakt voor 10 hoofdtypen bijmenging (zie Tabel 1) die ongeveer een zelfde gradatie asbestverdachttheid hebben. In Tabel 2 zijn deze hoofdtypen nader gespecificeerd. Per bemonsteringseenheid kunnen maximaal 3 verschillende hoofdtype bijmengingen worden aangeven (type 1 - 3).

Voor de hoeveelheid bijmenging wordt tevens aangesloten bij de Terra Index beschrijvingen: 'sporen (0-1%)', 'licht (1-5%)', 'matig (5-10%)', 'sterk (10-20%)', 'uiterst (20-50%)' en 'volledig (50-100%)'. Hiermee wordt de specifiek van toepassing zijnde mate per benoemde bijmenging bedoeld zoals deze in de boorstaten is weergegeven. Omdat de bovengenoemde omschrijving van de mate van bijmenging landelijk niet eenduidig is vastgelegd kan ook direct een percentage bijmenging worden aangegeven; bijvoorbeeld in geval van een partijkeuring waar de Terra Index beschrijvingen vaak niet worden gebruikt.

Tabel 1. Overzicht van de invulvelden van de spreadsheet.

|  |   |
|--|---|
| Datum invoer   | (automatisch gegenereerd)   |
| Gegevens indiener  | organisatie / instantie, naam indiener en emailadres (invullen)   |
| Datum uitvoering veldwerk                                  | (invullen)  |
| Ligging / postcode   | (invullen)  |
| Rapportnummer  | (invullen)  |
| Zaaknummer   | (optioneel)   |
| volgnummer   | (automatisch gegenereerd)   |
| Matrix<br><keuze>  | grond (in situ dan wel uit een ex-situ partijkeuring)<br>baggerspecie (waterbodem, nog niet als landbodem toegepast)<br>overig (o.a. puin, bouwstof)  |
| Type onderzoek<br><keuze>                                  | NEN 5707 - VO<br>NEN 5707 - NO<br>NEN 5897 - VO<br>NEN 5897 - NO<br>NTA 5727<br>BRL 1001 (SIKB protocol 1001 partijkeuring)   |
| Monstername<br><keuze>                                     | sleuf<br>graafgat<br>boring<br>anders: (optioneel)  |
| Reden verdenking<br><keuze>                                | onverdacht<br>verdacht door puin<br>verdacht door andere redenen:<br>verdacht door puin en om andere redenen: (optioneel)   |
| Typen bodemvreemd<br>materiaal (type 1, 2 en 3)<br><keuze> | geen bodemvreemd materiaal<br>gedefinieerd puin: metselpuin (bakstenen en cement)<br>gedefinieerd puin: betonpuin (beton en grind)<br>gedefinieerd puin: asfaltpuin (asfalt en asfaltgrind)<br>gedefinieerd puin: klinkers en straatstenen<br>gedefinieerd puin: slakken<br>ongedefinieerd puin: gemengd puin (niet nader te definiëren)<br>ongedefinieerd puin: bouw- en sloopafval<br>overige (glas, huishoudelijk afval, plastic, hout, kolen, grind, etc)<br>overige asbestverdacht |
| Beschrijving hoeveelheid<br>bijmenging<br><keuze>          | sporen<br>zwak<br>matig<br>sterk<br>uiterst<br>volledig   |
| % bodemvreemd materiaal                                    | (optioneel)   |
| Asbestgehalten (mg/kgds)                                   | totaal en fijne fractie   |
| Hechtgebondenheid<br><keuze>                               | n.v.t.<br>hecht gebonden<br>niet hechtgebonden<br>beide vormen  |
| Visueel waargenomen  | ja/nee  |
| Amfibool asbest aanwezig                                   | ja/nee  |

Tabel 2. Specificatie van de 10 hoofdtypen bijmenging op basis van Terra Index.

| Hoofdtypen bijmenging  | Onderverdeling bijmenging op basis van Terra Index |                                    |
|--|--|------------------------------------|
| Gedefinieerd puin: metselpuin (bakstenen en cement)                                    | MP   | Metselpuin                         |
|  | BA   | Baksteen                           |
|  | ZC   | zandcement                         |
| Gedefinieerd puin: betonpuin (beton en grind)  | BE   | Beton                              |
|  | BG   | betongranulaat                     |
| Gedefinieerd puin: asfaltpuin (asfalt en asfaltgrind)                                  | AS   | asfalt                             |
| Gedefinieerd puin: klinkers en straatstenen  | KK   | Klinkers                           |
|  | B5   | betonstraatstenen                  |
|  | G5   | Gebakken straatstenen              |
| Gedefinieerd puin: slakken /+sintels   | SL   | Slakken                            |
|  | SI   | Sintels                            |
|  | H1   | Hoogovenslakken                    |
| Ongedefinieerd puin: gemengd puin (niet nader te definiëren)                           | PU   | Puin                               |
|  | PS   | Puin/slakken                       |
|  | RP   | Repac (=Menggranulaat)             |
| Ongedefinieerd puin: bouw- en sloopafval (BSA)   |  |                                    |
| Overige (glas, huishoudelijk afval, plastic, hout, kolen, grind, etc) Asbestonverdacht | GS   | Glas                               |
|  | HU   | Huisvuil                           |
|  | PC   | Plastic                            |
|  | HO   | Hout                               |
|  | KO/KG  | Kolen / kolengruis                 |
|  | GR   | Grind                              |
| Overige Asbestverdacht   | AB   | Asbest                             |
|  | GS   | Glas (indien afkomstig van kassen) |

## 4 Uitgangspunten statistische analyse

### 4.1 Databewerking

Ten behoeve van een objectieve en representatieve statistische analyse was het noodzakelijk om bepaalde data eerst te bewerken. Hieronder volgen de uitgevoerde aanpassingen en bewerkingen inclusief onderbouwing daarvoor:

#### 4.1.1 *Aanpassing reden verdenking*

Bij de statistische analyse is onderscheid gemaakt tussen “data uitsluitend verdacht door puin”, “data verdacht door andere redenen” en “data onverdacht”. Bij de invulvelden van de spreadsheet kon ook worden gekozen voor de categorie “verdacht door puin en om andere redenen”. Omdat voor deze categorie niet duidelijk is wat de precieze reden is van de verdenking op asbest moet deze data in principe worden uitgesloten. Bij een nadere analyse bleek echter dat de andere reden in meerdere gevallen bestond uit “stort, demping of ophoging” en “aantreffen asbest”. Stort, dempingen en ophogingen zijn puur gerelateerd aan de aanwezigheid van puin (bodenvreemd materiaal) en het aantreffen van asbest samen met puin is een logisch gevolg van het feit dat puin asbestverdacht is. Daarom zijn deze specifieke deelhypothese alsnog opgenomen in de oorspronkelijke hypothese “uitsluitend verdacht door puin”.

Bij een nadere analyse van de onverdachte datapunten bleek dat tijdens het veldonderzoek alsnog puin werd aangetroffen. Het is aannemelijk dat in deze gevallen een verkeerde hypothese is gesteld. Deze specifieke datapunten zijn daarom alsnog in de oorspronkelijk hypothese “uitsluitend verdacht door puin” opgenomen. De overige onverdachte datapunten zijn hiermee tevens opgeschoond.

#### 4.1.2 *Onderscheid typen bodenvreemd materiaal en bijmengingen*

In de database kunnen drie typen bodenvreemd materiaal worden ingevuld: één hoofdtype en maximaal twee neventypen. De statistische analyse is in eerste instantie alleen met bodenvreemd materiaal type 1 (hoofdtype) uitgevoerd. Echter, uit een screening van de data bleek dat soms het bodenvreemd materiaal type 2 en type 3 (neventypen) meer reden tot een verdenking op asbest geven dan type 1. Voor een zuivere analyse van de relatie tussen specifieke typen bodenvreemd materiaal en asbest is het daarom noodzakelijk om alleen datapunten mee te nemen waar slechts één type bodenvreemd materiaal is aangetroffen. Binnen deze datapunten (type 1 exclusief) is namelijk geen invloed van de andere neventypen bodenvreemd materiaal.

Het gevolg van bovenstaande systematiek om alleen een analyse met type 1 uit te voeren is wel dat een groot deel van de data wordt buitengesloten (ca. 30%) en dat er geen analyse plaatsvindt van het bodenvreemd materiaal type 2 en type 3. Als oplossing hiervoor is een extra databewerking uitgevoerd waarbij de drie typen bodenvreemd materiaal zijn omgezet naar één meest verdacht type bodenvreemd materiaal, dat wil zeggen dat van de drie typen het meest verdachte type bodenvreemd materiaal is geselecteerd. Hiervoor is het noodzakelijk om de verschillende bodenvreemde materialen te rangschikken naar verdenking op

asbest. De indeling naar de verdachtheid van puin is gebaseerd op de informatie uit het Vooronderzoek Asbest zoals verwoord in bijlage A van NEN 5725. Deze indeling is daarnaast gecontroleerd en bevestigd op basis van de data analyse van de datapunten uit de selectie bodemvreemd materiaal van alleen type 1 (type 1 exclusief). Het nadeel van bovenstaande methodiek is wel dat de relatie tussen het geselecteerd type puin en asbest niet helemaal “zuiver” is en beïnvloed kan zijn door de andere “minder verdachte” typen puin.

In Tabel 3 is de rangschikking van bodemvreemde materialen naar verdenking op asbest weergegeven; het meest verdachte type heeft de code “10” en het minst verdachte type de code “0”. De categorie “overig asbestverdacht” betekent vaak dat er tijdens de monsterneming asbesthoudend materiaal is aangetroffen. Daarom krijgt deze categorie code “1”. Dit betekent dat de categorie “overig asbestverdacht” alleen resulteert in een verdenking op asbest als geen andere typen bodemvreemd materiaal zijn aangegeven.

Tabel 3. De rangschikking naar verdachtheid van de verschillende bodemvreemde materialen.

| Bodemvreemd materiaal    | code | Bodemvreemd materiaal       | code |
|--------------------------|------|-----------------------------|------|
| bouw en sloopafval (BSA) | 10   | overig specifiek - kolen    | 3    |
| gemengd puin             | 9    | overig specifiek - glas     | 3    |
| betonpuin                | 8    | overig specifiek - grind    | 3    |
| metselpuin               | 7    | overig specifiek - huisvuil | 3    |
| asfaltpuin               | 6    | overig specifiek - metaal   | 3    |
| klinkers/straatstenen    | 5    | overig                      | 2    |
| slakken                  | 4    | overig asbestverdacht       | 1    |
| overig specifiek -hout   | 3    | geen                        | 0    |

In meerdere gevallen is een gespecificeerd type bodemvreemd materiaal ingevuld (bijvoorbeeld hout, glas e.d.) die in principe valt onder de verzamelcategorie “overig”. Voor deze gespecificeerde bodemvreemde materialen (code “3”) is echter een extra verzamelcategorie “overig specifiek” opgenomen die apart van de (niet gespecificeerde) categorie “overig” wordt beoordeeld in de data-analyse. De reden hiervoor is dat de niet gespecificeerde categorie “overig” door data invoerders op een verkeerde manier kan zijn gebruikt, waardoor ook bodemvreemde materialen met een verdenking op asbest in deze categorie terecht zijn gekomen. Bijvoorbeeld als bij de invoer niet meteen duidelijk is onder welke andere categorie een bepaald materiaal valt is de categorie “overig” een makkelijke optie.

Op basis van de datapunten waarbij voor de typen bodemvreemd materiaal zowel de bijmenging is beschreven alsmede een percentage is ingeschat, is de gemiddelde waarde en de spreiding bepaald van de geschatte percentages in een bepaalde bijmenging categorie (sporen, zwak, matig, sterk, uiterst en volledig). Vervolgens zijn alle niet ingevulde percentage datavelden alsnog aangevuld met percentages op basis van de gemiddelde waarden behorend bij een bepaald bijmenging categorie. Op basis hiervan is het totaalpercentage aan bodemvreemd materiaal bepaald, waarbij het percentage van type 1, type 2 en type 3 zijn opgeteld.

#### 4.1.3 Omzetten resultaten per datapunt naar resultaten per onderzoek

Ondanks dat is aangegeven dat de datapunten per bemonsteringseenheid (sleuf, graafgat, boorgat) moeten worden ingevoerd, bleek uit een eerste analyse dat dit bij de invoering van de data door de datahouders niet altijd gebeurd is. Een deel van de data is namelijk per mengmonster (RE) of partij of deellocatie ingevuld. In Tabel 4 is vermeld hoe de data invoer door de verschillende datahouders is uitgevoerd. Van een deel valt niet goed te achterhalen hoe de data is ingevoerd.

Tabel 4. Data invoer door de datahouders.

| Data invoer per: | Percentage datahouders | Percentage data |
|------------------|------------------------|-----------------|
| boring/gat/sleuf | 14%                    | 27%             |
| monster/partij   | 71%                    | 36%             |
| onbekend         | 14%                    | 37%             |

De consequentie van een verschil in data invoer kan zijn dat er data wordt ondergewaardeerd of juist wordt overgewaardeerd, met name als het gaat om grote onderzoekslocaties met veel bemonsteringseenheden. Bij de statistische bewerking is daarom naast de individuele datapunten ook gekeken naar onderzoekslocaties. Een onderzoekslocatie is in dit geval dezelfde postcode + hetzelfde rapport. Binnen een onderzoekslocatie is een gemiddeld gewogen asbestgehalte en puinbijmenging aangehouden op basis van alle bemonsteringseenheden. Daarnaast is per onderzoek het type bodemvreemd materiaal aangehouden met de meeste verdenking op asbest in het kader van de onderzoekshypothese.

Een data-analyse op basis van onderzoekslocaties heeft als bijkomend voordeel dat tevens kan worden achterhaald of er een stevigere relatie is tussen de aanwezigheid van puin en asbest als de gehele onderzoekslocatie als één datapunt wordt gezien. Namelijk asbest en bodemvreemd materiaal kunnen beide wel op de onderzoekslocatie aanwezig zijn, maar in een individueel monsternemingspunt ontbreken. Dit zal vooral gelden bij boringen en grepen.

#### 4.1.4 Vergelijking met asbestgehalten

Sommige van de ingevulde asbestgehalten zijn extreem hoog (grammen asbest per kg grond). Wanneer een gemiddeld gehalte wordt berekend over een bepaalde deelselectie wordt dit gehalte soms volledig bepaald door deze sporadische uitschieters. Daarom zijn de asbestgehalten gemaximeerd op 1.000 mg/kgds.

## 4.2 Statistische toetsing

Bij het onderzoek naar de relatie tussen puin en asbest is de aanwezigheid van puin op drie manieren getoetst aan het asbestgehalte:

1. Op basis van rekenkundig gemiddelde waarden, inclusief standaardafwijking.
2. Op basis van mediaan waarden. De mediaan is de middelste waarde van een serie waarden wanneer deze op volgorde van klein naar groot zijn gezet.
3. Op basis van het aantal (percentage) datapunten binnen een deelselectie van datapunten boven een bepaald asbestgehalte. De toegepaste gehalten

zijn 0 mg/kgds (asbest aangetoond), 1 mg/kgds, 10 mg/kgds, 50 mg/kgds en 100 mg/kgds. In de hoofdtekst worden alleen de gehalten 0 mg/kgds en 100 mg/kgds behandeld; in de bijlage zijn de resultaten (in tabelvorm) voor alle toegepaste gehalten weergegeven.

Uit een eerste data analyse van de mediaan waarden bleek dat de mediaan vrijwel altijd "0" is. De reden hiervoor is dat bij het merendeel van de datapunten (74%) geen asbest is gemeten.

#### 4.2.1 *Significantie toetsing (t-toets)*

De statistische significantie toetsing is uitgevoerd op basis van een zogenaamde t-toets. De t-toets wordt gebruikt om na te gaan of er een verschil is tussen de gemiddelde waarde van twee groepen (deelselecties) met datapunten. In dit geval wordt het gemiddelde asbestgehalte van bepaalde deelselecties met een asbestverdenking vergeleken met het gemiddelde asbestgehalte van de selectie van onverdachte datapunten zonder de aanwezigheid van puin. Deze laatste deelselectie wordt als referentiewaarde gebruikt. Deze referentiewaarde is niet hetzelfde als de achtergrondwaarde, aangezien de database is gevuld met onderzoekslocaties waarbij er op de één of andere manier een reden moet zijn geweest om deze te onderzoeken. Onverdachte locaties worden normaliter niet onderzocht waardoor een "echte" achtergrondwaarde niet beschikbaar is als referentiekader.

Bij de statistische t-toets is als nulhypothese gesteld dat het asbestgehalte van een deelselectie met een bepaalde verdenking niet afwijkt van de referentiewaarde. De t-toets wordt uitgedrukt in een p-waarde, dit is de overschrijdingskans. Als de p-waarde kleiner is dan een vooraf vastgesteld significantieniveau wordt de nulhypothese verworpen. In dit geval kan dan worden gesteld dat het asbestgehalte van de betreffende deelselectie significant hoger is dan de referentiewaarde. Voor de toetsing worden de volgende significantieniveaus gehanteerd:

- Overschrijdingskans  $p > 0,1$ : geen significante verhoging ten opzichte van referentiewaarde
- Overschrijdingskans  $p \leq 0,1$ : enigszins significante verhoging ten opzichte van referentiewaarde
- Overschrijdingskans  $p \leq 0,05$ : significante verhoging ten opzichte van referentiewaarde

Bij de t-toets is gesteld dat de twee deelselecties van datapunten (steekproeven) ongelijke varianties hebben, dat wil zeggen dat de standaarddeviatie van het gemiddeld asbestgehalte van beide deelselecties niet gelijk zijn. Deze stelling is getoetst op basis van de F-toets, die wordt gebruikt om twee varianties te vergelijken.

#### 4.2.2 *Correlatie toetsing (Pearson correlatie coëfficiënt)*

Om te kunnen beoordelen of de aanwezigheid van asbest toeneemt bij toenemende puinbimenging is een correlatie toetsing uitgevoerd op basis van het kwadraat van de Pearson correlatie coëfficiënt ( $R^2$ ). De correlatie is beoordeeld op basis van onderstaande criteria:

- $R^2 < 0,5$  = geen correlatie
- $R^2 > 0,5$  = redelijke correlatie
- $R^2 > 0,75$  = goede correlatie



Bij de toetsing is het zogenaamde 0-punt (0% bodemvreemd materiaal) niet meegenomen. De reden is dat in de categorie 0% bodemvreemd materiaal ook datapunten zitten waarin de bijmenging aan bodemvreemd materiaal onbekend is en/of niet is ingevuld in de database. De blanco invulvelden zijn in de data analyse namelijk allemaal geïnterpreteerd als 0-waarden. De correlatieberekening is zowel uitgevoerd op basis van de categorie indeling (klassen) volgens de Terra-index (sporen 0-1%, zwak 1-5%, matig 5-10%, sterk 10-20% en uiterst 20-50%) als op basis van de geschatte percentages puin. Dit is gedaan omdat in het bodemonderzoek de puinbijmenging veelal wordt ingedeeld op basis van categorieën conform de Terra-index (sporen, zwak, matig, sterk en uiterst) waarbij geen directe inschatting wordt gemaakt van het percentage bijmenging.

Op basis van de data analyse in Paragraaf 6.3 blijkt het bijzonder lastig om het percentage puinbijmenging goed in te schatten. Het is dus niet zondermeer mogelijk om voor de correlatieberekening de Terra-index categorieën om te zetten naar percentages bijmenging. Dit zou mogelijk een verkeerd beeld geven van de correlatie tussen puin en asbest. Daarom zijn twee verschillende correlatieberekeningen gebruikt, zodat een beter onderbouwde lineaire correlatie tussen asbest en puinbijmenging kan worden vastgesteld.

#### 4.3 Analyse deelselecties

Bij de data analyse zijn verschillende relevante deelselecties apart beoordeeld (zie Tabel 5). Gezien de hoofdvraag van het onderzoek is bij de meeste deelselecties de reden van verdenking: verdacht uitsluitend op basis van puin. Daarnaast is een aparte selectie gemaakt van datapunten waarbij de monsterneming alleen met proefgaten en sleuven is uitgevoerd. De reden is dat het zetten van boringen (in algemene zin) niet conform de NEN5707 / NEN 5897 is, aangezien de kans bestaat dat bodemvreemde materialen worden weggedrukt tijdens het boren. Bij deze laatste deelselecties zijn alleen datapunten meegenomen waarin de proefgaten en sleuven onderdeel uitmaken van het verkennend onderzoek. Wanneer de proefgaten en sleuven onderdeel zijn van het nader onderzoek is namelijk al bekend dat de locatie is verontreinigd met asbest, waardoor de relatie tussen puin en asbest niet meer "zuiver" is.

Tabel 5. Verschillende deelselecties van de database die apart zijn onderzocht en de hoofdstukken in het rapport waar de gegevens zijn uitgewerkt.

| Selectie | Omschrijving selectie   | Uitwerking       |
|----------|---|------------------|
| 1        | Verdacht uitsluitend op basis van puin  | Hoofdstuk 7 en 8 |
| 2        | Verdacht op basis van een andere reden  |                  |
| 3        | Verdacht uitsluitend op basis van puin, alleen verkennend onderzoek, alleen monsterneming met graafgaten en sleuven |                  |
| 4-13     | Aparte selecties per type bodemvreemd materiaal   | Hoofdstuk 9      |
| 14       | Verdacht uitsluitend op basis van puin, alleen landelijk gebied   | Hoofdstuk 10     |
| 15       | Verdacht uitsluitend op basis van puin, alleen stedelijk gebied   |                  |
| 16-19    | Aparte selecties per type onderzoek / matrix: NEN5707, NEN5897, NTA5727 en SIKB protocol 1001                       | Hoofdstuk 11     |
| 20-21    | Verdacht uitsluitend op basis van puin, visueel asbest ja/nee   | Hoofdstuk 12     |

Verder zijn aparte deelselecties per type onderzoek (normvoorschrift) gemaakt, vooral om te kunnen beoordelen of partijkeuringen conform SIKB protocol 1001 en waterbodemonderzoek conform NTA 5727 tot dezelfde resultaten leiden als het reguliere bodemonderzoek conform NEN 5707. Daarbij is ook gekeken naar het onderzoek van puin(granulaat) conform NEN 5897, hoewel hier strikt genomen geen sprake is van bodem.

Het is relevant om te weten of de aanwezigheid van visueel asbest in het veld invloed heeft op het uiteindelijke asbestgehalte. Daarom zijn twee aparte deelselecties gemaakt met onderscheid in wel en geen visueel asbest in het veld.

Om onderscheid te kunnen maken tussen stedelijk en landelijk gebied is eerst gekeken of de postcodes vallen onder een bevolkingskern zoals geformuleerd door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). In een bevolkingskern staat de aanwezigheid centraal van een door mensen bewoond gebied dat aan een aantal voorwaarden met betrekking tot de bebouwing voldoet. Het moet gaan om een morfologisch aaneengesloten gebied met een groep gebouwen met een duidelijk herkenbaar stratenpatroon, dat voor het overgrote deel door mensen wordt bewoond. Door een herkenbaar stratenpatroon aan de voorwaarden toe te voegen, worden de in Nederland veelvoorkomende lintbebouwing langs wegen, kanalen en rivieren en soortgelijke nederzettingvormen in het landelijke gebied uitgesloten.

Datapunten die niet vallen onder een bevolkingskern behoren tot het landelijk gebied. Daarna is een gradatie aangebracht van de bevolkingskernen naar verstedelijking: zeer sterk, sterk, matig, weinig en niet (zie Tabel 6). De niet-stedelijke bevolkingskernen zijn tevens ingedeeld in landelijk gebied.

Tabel 6. De indeling naar verstedelijking van een bevolkingskern.

| <b>Categorie</b> | <b>Verstedelijking van een bevolkingskern</b>                       |
|------------------|---|
| 1                | Zeer sterk stedelijk (omgevingsadressendichtheid van 2 500 of meer) |
| 2                | Sterk stedelijk (omgevingsadressendichtheid van 1 500 tot 2 500)    |
| 3                | Matig stedelijk (omgevingsadressendichtheid van 1 000 tot 1 500)    |
| 4                | Weinig stedelijk (omgevingsadressendichtheid van 500 tot 1 000)     |
| 5                | Niet-stedelijk (omgevingsadressendichtheid van minder dan 500)      |
| 6                | Landelijk (geen bevolkingskern)                                     |

## 5 Kwaliteit en representativiteit aangeleverde data

In totaal zijn door 50 datahouders 16.250 datapunten geleverd. Van deze datapunten is 99% compleet en correct ingevuld, waardoor er uiteindelijk 16.077 datapunten overblijven voor een statistische data analyse. De datahouders en aantallen datapunten zijn goed verdeeld over de diverse belangengroepen: probleemeigenaren, handhavers en ingenieursbureaus (zie Tabel 8). Om te beoordelen of de dataverzameling van bepaalde belangengroepen en individuele datahouders afwijkend is ten opzichte van de overige belangengroepen en datahouders is de geleverde data per belangengroep en individuele datahouder beoordeeld op:

- verdenking op basis van puin (% t.o.v. totaal datapunten),
- bijmengingen bodemvreemd materiaal (% t.o.v. totaal datapunten),
- gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds),
- de aanwezigheid van asbest (% t.o.v. totaal datapunten) en
- de aanwezigheid asbest >100 mg/kgds (% t.o.v. totaal datapunten).

In Tabel 7 staan de resultaten van de bovengenoemde karakteristieken per datahouder vermeld. Voor de individuele datahouders is op alle karakteristieken een zogenaamde uitbijter test gedaan met behulp van “Box plot” functie in Excel. Een uitbijter is een afwijkende waarneming die relatief ver van de overige data verwijderd ligt. In de tabel zijn de uitbijters weergegeven met gekleurde vlakken. De uitbijter testen laten zien dat in de datasets van Buro Boot en Eco Reest veel asbest aanwezig is ten opzichte van de andere datahouders. In de dataset van de gemeente Den Bosch is relatief meer bodemvreemd materiaal aangetroffen. Het feit dat het aantal datapunten, dat door deze datahouders is aangeleverd, relatief klein is, kan een mogelijke verklaring zijn voor deze uitbijters. Daarnaast gaat het om een klein aantal datapunten (ca. 100) ten opzichte van de totale set aan datapunten (< 1%). Om deze redenen is besloten om de datapunten te behouden in de dataset.

In Tabel 8 staan de resultaten per belangengroep vermeld. Er zijn zes belangengroepen geïdentificeerd: ingenieursbureaus, gemeenten, omgevingsdiensten (ODs) en regionale uitvoeringsdiensten (RUDs), waterschappen en watergerelateerde bedrijven, netbeheerders en overige datahouders te relateren aan grondverzet/grondbeheer.

Uit de data analyse van de belangengroepen blijkt dat de geleverde data door gemeenten en ODs/RUDs relatief vaker asbest bevat. Deels kan dit worden verklaard doordat hier ook meer bodemvreemd materiaal is aangetroffen. Gezien het aantal datapunten (bemonsteringseenheden) per onderzoekslocatie (gemiddeld 4 tot 7 eenheden) blijkt ook dat het hierbij gaat om relatief grote locaties. Het kan zijn dat voor deze grotere locaties meer ruimte is geweest voor (historisch) vooronderzoek waardoor een scherper/beter onderscheid is gemaakt tussen locaties met en zonder verdenking op asbest. De locaties zonder verdenking op asbest zijn hierbij niet verder onderzocht en zijn daardoor niet betrokken in de data analyse.

Tabel 7. Karakteristieken van aangeleverde data door diverse datahouders.

| Nr. | Datahouder        | Data invoer | Data compleet | Verdenking puin (%) | Bodemvr. mat. (%) | Gehalte mg/kgds | % asbest aanwezig | % asbest >100 mg/kg |
|-----|-------------------|-------------|---------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| 1   | Alliander         | 2002        | 2000          | 98,2                | 9,5               | 4,5             | 5%                | 1%                  |
| 2   | Amos              | 134         | 134           | 82,8                | 3,2               | 8,9             | 8%                | 1%                  |
| 3   | Attero            | 24          | 23            | 0,0                 | 6,5               | 71,5            | 74%               | 17%                 |
| 4   | BOG               | 87          | 86            | 97,7                | 4,1               | 16,3            | 15%               | 5%                  |
| 5   | Brabant Water     | 16          | 16            | 100,0               | 5,7               | 8,1             | 44%               | 0%                  |
| 6   | BraBob            | 122         | 122           | 91,8                | 4,7               | 2,7             | 14%               | 0%                  |
| 7   | Buro Boot         | 69          | 69            | 66,7                | 11,2              | 175,5           | 65%               | 33%                 |
| 8   | Certicon          | 238         | 238           | 71,0                | 4,1               | 13,7            | 39%               | 3%                  |
| 9   | DCMR              | 535         | 535           | 53,5                | 16,5              | 105,7           | 46%               | 18%                 |
| 10  | Amersfoort        | 84          | 84            | 84,5                | 11,9              | 148,1           | 37%               | 20%                 |
| 11  | Arnhem            | 870         | 869           | 100,0               | 0,7               | 29,4            | 27%               | 5%                  |
| 12  | Den Bosch         | 36          | 34            | 47,1                | 32,6              | 62,3            | 62%               | 18%                 |
| 13  | Eindhoven         | 318         | 317           | 90,9                | 11,5              | 42,8            | 45%               | 8%                  |
| 14  | Haarlem           | 35          | 35            | -                   | 18,5              | 12,6            | 83%               | 3%                  |
| 15  | Waadhoeke         | 23          | 22            | 90,9                | 20,6              | 108,1           | 55%               | 14%                 |
| 16  | Hilversum         | 72          | 72            | 54,2                | 13,8              | 20,6            | 13%               | 3%                  |
| 17  | Voorburg-Leidsch. | 110         | 110           | 59,1                | 10,2              | 53,7            | 27%               | 11%                 |
| 18  | Nijmegen          | 172         | 172           | 48,3                | 6,4               | 18,6            | 15%               | 3%                  |
| 19  | Roermond          | 164         | 159           | 67,3                | 22,0              | 19,2            | 31%               | 3%                  |
| 20  | Rotterdam         | 108         | 95            | 53,7                | 15,3              | 74,1            | 37%               | 16%                 |
| 21  | Sittard-Geleen    | 7           | 7             | 100,0               | 4,4               | 1,9             | 14%               | 0%                  |
| 22  | Terneuzen         | 6           | 6             | 33,3                | 1,4               | 0,0             | 0%                | 0%                  |
| 23  | Tilburg           | 37          | 37            | 100,0               | 10,3              | 42,2            | 19%               | 8%                  |
| 24  | Utrecht           | 447         | 440           | 59,1                | 10,4              | 69,7            | 30%               | 12%                 |
| 25  | Venlo             | 186         | 184           | 83,7                | 20,6              | 7,3             | 27%               | 1%                  |
| 26  | Voorst            | 84          | 84            | 58,3                | 8,8               | 62,1            | 35%               | 12%                 |
| 27  | Weert             | 141         | 132           | 60,6                | 24,2              | 69,5            | 49%               | 14%                 |
| 28  | Heijmans          | 36          | 34            | 55,9                | 1,5               | 48,3            | 18%               | 6%                  |
| 29  | Koenders          | 21          | 1             | 0,0                 | 0,5               | 12,0            | 100%              | 0%                  |
| 30  | KWA               | 41          | 41            | 53,7                | 10,7              | 18,3            | 37%               | 7%                  |
| 31  | OD IJmond         | 19          | 18            | 77,8                | 9,5               | 29,6            | 39%               | 6%                  |
| 32  | OD MH             | 222         | 222           | 57,2                | 20,4              | 54,6            | 38%               | 13%                 |
| 33  | OD NZKG           | 2931        | 2931          | 33,8                | 11,1              | 18,8            | 22%               | 4%                  |
| 34  | OD ZHZ            | 85          | 85            | 90,6                | 10,5              | 1,3             | 11%               | 0%                  |
| 35  | PJ Milieu         | 38          | 38            | 100,0               | 5,7               | 2,8             | 26%               | 0%                  |
| 36  | Port of Rotterdam | 230         | 219           | 48,4                | 13,5              | 26,3            | 26%               | 5%                  |
| 37  | RSK               | 37          | 36            | 97,2                | 13,8              | 6,7             | 31%               | 0%                  |
| 38  | RUD Drenthe       | 19          | 18            | 72,2                | 10,1              | 164,1           | 44%               | 22%                 |
| 39  | RUD Zeeland       | 87          | 86            | 55,8                | 1,9               | 61,1            | 42%               | 15%                 |
| 40  | RUD Utrecht       | 503         | 497           | 47,3                | 7,7               | 130,7           | 49%               | 24%                 |
| 41  | RUD ZL            | 132         | 54            | 100,0               | 3,5               | 23,3            | 30%               | 2%                  |
| 42  | Scheldestromen    | 8           | 7             | 100,0               | 23,9              | 42,4            | 100%              | 0%                  |
| 43  | Stantec           | 256         | 254           | 21,7                | 16,5              | 39,2            | 34%               | 7%                  |
| 44  | Stedin            | 277         | 273           | 62,3                | 7,5               | 3,5             | 8%                | 1%                  |
| 45  | Tauw              | 4405        | 4405          | -                   | 6,2               | 16,2            | 28%               | 3%                  |
| 46  | PWN               | 111         | 111           | 69,4                | 7,8               | 3,0             | 16%               | 1%                  |
| 47  | Waternet          | 15          | 15            | 13,3                | 0,9               | 70,3            | 27%               | 7%                  |
| 48  | Eco Reest         | 17          | 17            | 52,9                | 6,9               | 358,8           | 94%               | 41%                 |
| 49  | Enexis            | 580         | 580           | 93,3                | 10,1              | 22,8            | 14%               | 4%                  |
| 50  | Amsterdam         | 53          | 53            | 81,1                | 11,4              | 94,7            | 23%               | 11%                 |
|     | Totaal            | 16250       | 16077         | 47,7                | 9,2               | 29,3            | 26%               | 5%                  |

Opmerking: de gekleurde vakken zijn de uitbijters

De data van netbeheerders laat juist een lager asbestgehalte zien. Dit kan worden verklaard uit het feit dat het hierbij in de regel gaat om tijdelijke uitplaatsingen van grond in het kader van werkzaamheden. Het gaat vaak om kleinschalige onderzoekslocaties met gemiddeld één datapunt per locatie. Reden tot onderzoek is vaak het aantreffen van stukken puin of een sporadisch asbestverdacht stukje tijdens de werkzaamheden. Vaak wordt hierbij geen vooronderzoek uitgevoerd en zal er geen goede onderbouwing mogelijk zijn voor uitsluiting van de aanwezigheid van asbest. Dit valt o.a. op te maken uit het hoge percentage datapunten met de verdenkingsreden: verdacht door puin (93%).

Tabel 8. Karakteristieken van aangeleverde data onderverdeeld naar belangengroepen.

| Belangengroep            | data houders | data punten | onderz. locaties | verdenking puin (%) | bodemvr. mat (%) | gehalte (mg/kg) | % asbest | % >100 (mg/kg) |
|--------------------------|--------------|-------------|------------------|---------------------|------------------|-----------------|----------|----------------|
| ingenieursbureaus        | 10           | 5233        | 1985             | 58,6                | 6,7              | 20,1            | 29%      | 4%             |
| gemeenten                | 19           | 2912        | 716              | 77,0                | 9,9              | 44,7            | 31%      | 8%             |
| omgevingsdiensten        | 9            | 4446        | 663              | 41,5                | 11,5             | 44,7            | 29%      | 9%             |
| waterschappen/-bedrijven | 4            | 149         | 122              | 68,5                | 7,6              | 12,2            | 24%      | 1%             |
| netbeheerders            | 4            | 2876        | 2205             | 93,0                | 9,4              | 8,7             | 8%       | 2%             |
| overige (grondbeheer)    | 4            | 461         | 174              | 69,6                | 8,5              | 19,8            | 20%      | 3%             |

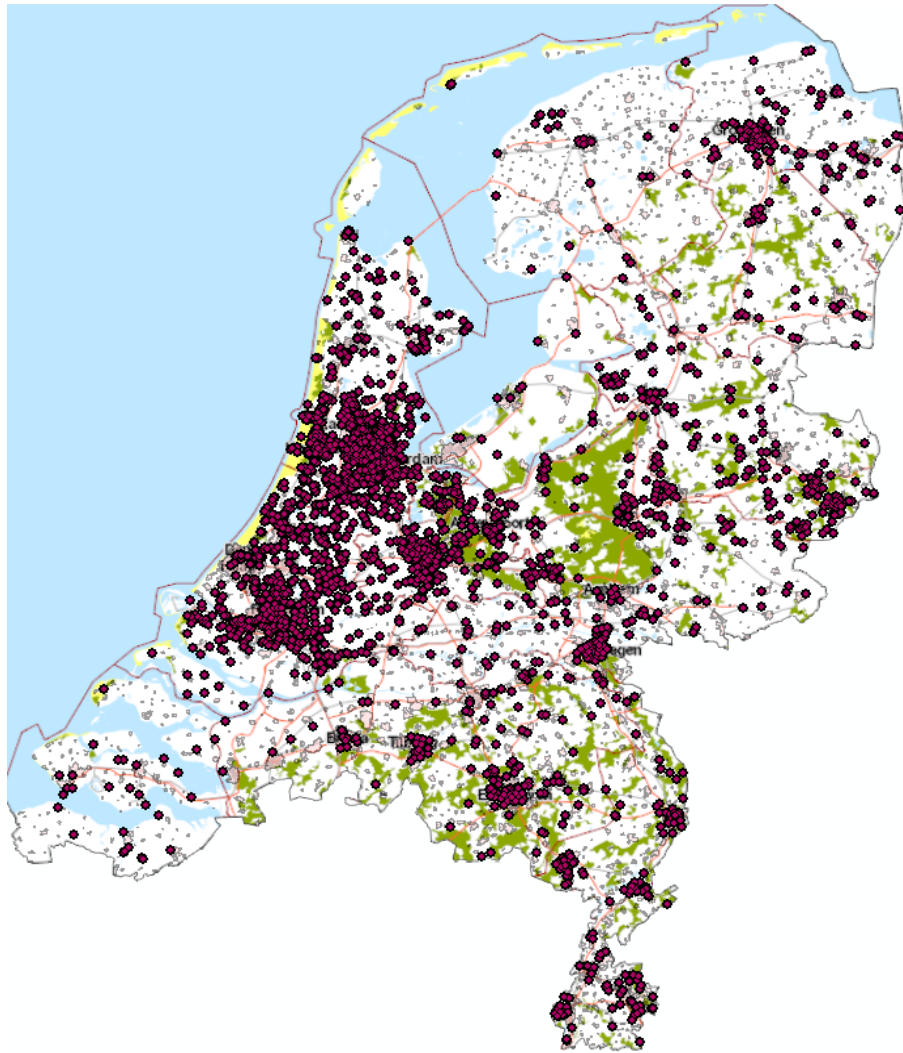
Op basis van de postcodes van de datapunten is tevens onderzocht of de database representatief is voor de Nederlandse situatie. In Tabel 9 zijn de datapunten gegroepeerd per provincie.

Tabel 9. Verdeling van datapunten over de Provincies.

| Provincie     | aantal | percentage |
|---------------|--------|------------|
| Groningen     | 706    | 4,9%       |
| Friesland     | 176    | 1,2%       |
| Drenthe       | 158    | 1,1%       |
| Overijssel    | 560    | 3,9%       |
| Flevoland     | 13     | 0,1%       |
| Gelderland    | 661    | 4,6%       |
| Utrecht       | 1805   | 12,5%      |
| Noord-Holland | 6238   | 43,1%      |
| Zuid-Holland  | 2644   | 18,3%      |
| Zeeland       | 146    | 1,0%       |
| Noord Brabant | 725    | 5,0%       |
| Limburg       | 644    | 4,4%       |

In Figuur 1 is de verdeling van de datapunten over Nederland te zien. Op basis van de geografische verdeling van datapunten blijkt dat Flevoland ondervertegenwoordigd is. Dit is te verklaren door het feit dat Flevoland een relatief nieuwe en weinig bebouwde polder is met veel landbouwgrond. Zeeland, Drenthe en Friesland hebben relatief weinig datapunten en in Noord-Holland, Zuid-Holland

en Utrecht zijn de meeste asbest bodemonderzoeken beschikbaar gemaakt voor de database. Het aantal onderzoeken per provincie loopt hiermee enigszins in lijn met de bevolkings- en bebouwingsdichtheid van deze provincies.

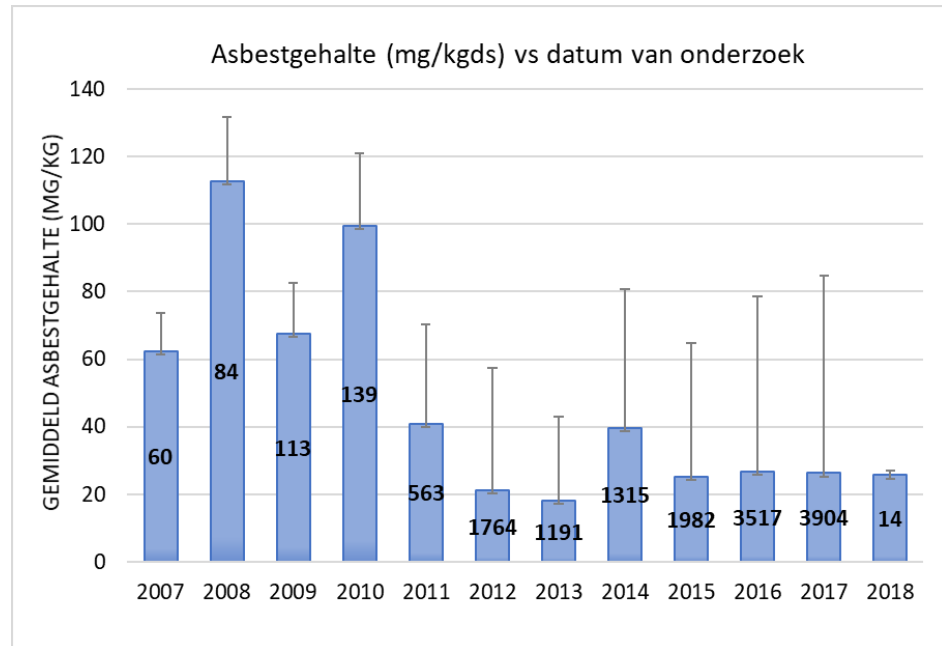


Figuur 1. Geografische verdeling van de datapunten over Nederland.

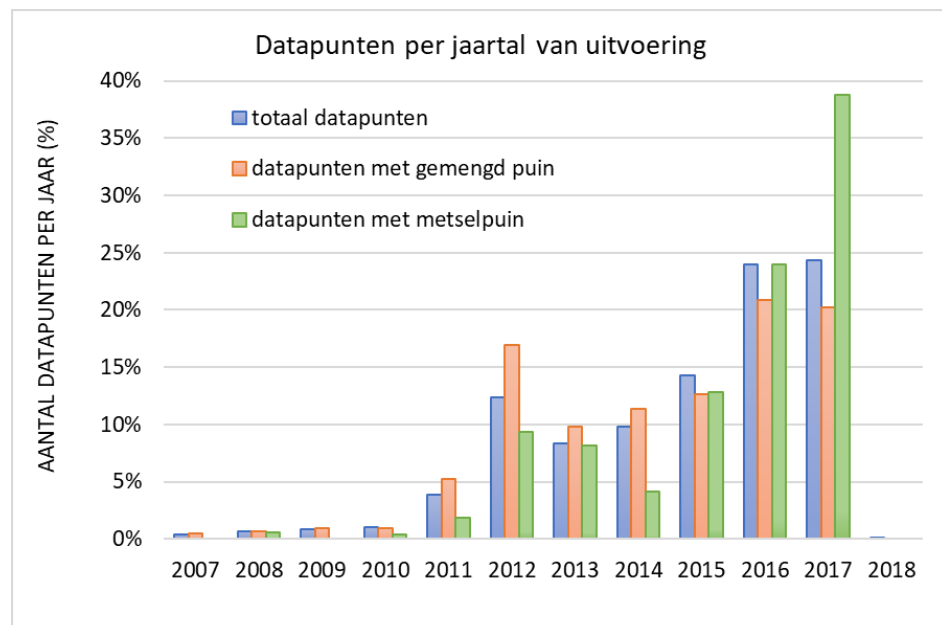
Naast een controle op de kwaliteit van de data en representativiteit voor de Nederlandse situatie is de data tevens gecontroleerd op afwijkingen (uitbijters in de dataset). Hierbij is een controle uitgevoerd op de datum van uitvoering van het asbestonderzoek. Hieruit bleek dat vrijwel alle onderzoeken in de database (99,8%) zijn uitgevoerd na 1 juli 2007 (de invoering van Kwalibo voor veldwerk). Wanneer de gemiddelde gewogen asbestgehalten per jaartal worden vergeleken (Figuur 2) is deze vanaf 2011 tot 2018 vrij constant. In de jaren ervoor (2007-2010) liggen de gehalten een factor 2-4 hoger. Een aanwijsbare oorzaak is hier niet voor te vinden. Wel is het aantal datapunten over deze jaren zeer beperkt (<3%).

Bij een vergelijking van de typen bodemvreemd materiaal over de periode 2007 – 2018 blijkt dat er over het algemeen weinig verschillen zijn, behalve voor metselpuin dat vanaf 2017 veel vaker wordt aangetroffen. Dit zou te maken kunnen

hebben met de uitspraak van de Raad van State op 16 november 2016, waarna door onderzoeksbureaus mogelijk meer kritisch is gekeken naar het type bijmenging.



Figuur 2. Grafische weergave van het gemiddelde gewogen asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen het jaartal van de uitvoering van het onderzoek. De vetgedrukte getallen zijn het aantal datapunten per jaartal.

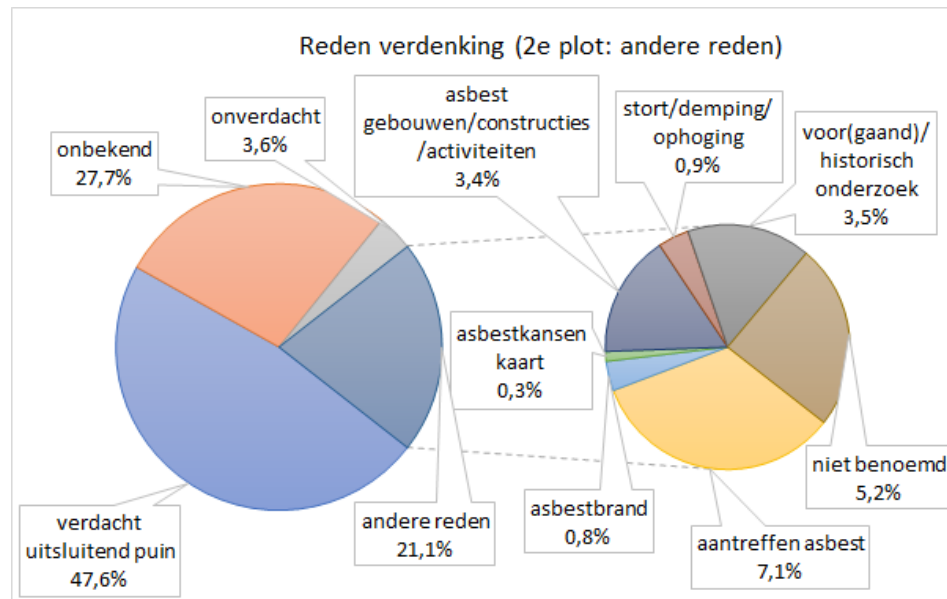


Figuur 3. Grafische weergave van het percentage datapunten per jaartal van uitvoering van het onderzoek. Het percentage datapunten is onverdeeld in totaal datapunten, datapunten met gemengd puin en datapunten metselpuin.

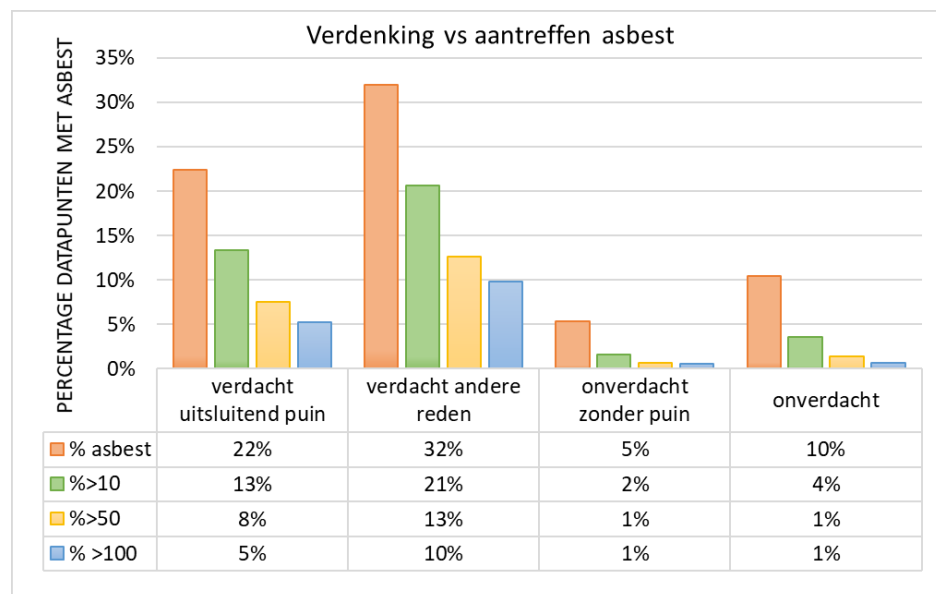
## 6 Resultaten globale data-analyse

### 6.1 Reden verdenking

In Figuur 4 zijn de diverse redenen van verdenking grafisch weergegeven in taartdiagrammen. Het merendeel van de datapunten (bijna 50%) heeft een verdenkingsreden: verdacht uitsluitend op basis van puin. In Figuur 5 zijn de verdenkingsredenen vergeleken op basis van het aantreffen van asbest.



Figuur 4. Grafische weergave van de verdeling van de verschillende verdenkingsredenen (hypothese). In de 2e plot zijn de andere redenen genoemd.



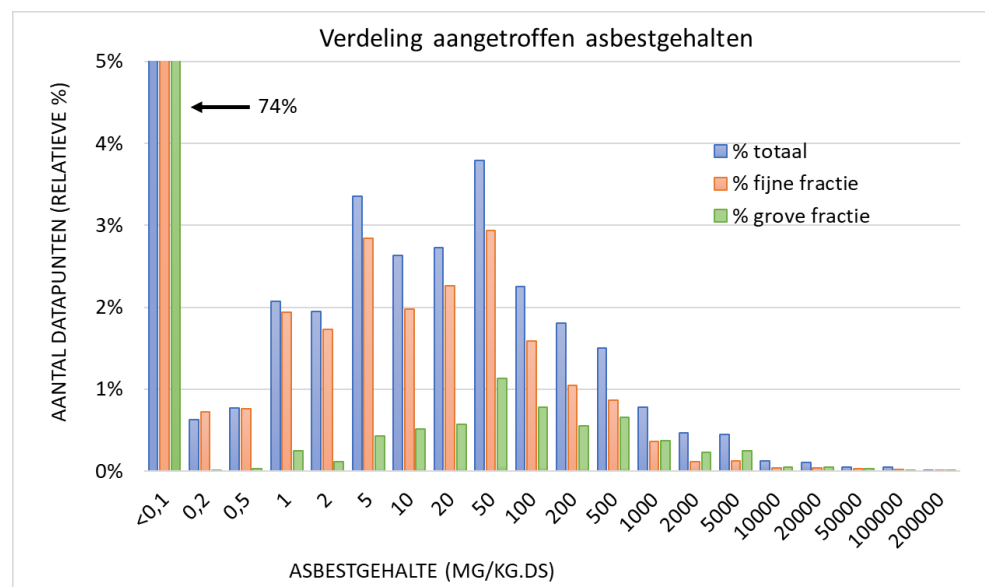
Figuur 5. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest > 0, 10, 50 en 100 mg/kgds wordt aangetroffen per verdenkingsreden.



Bij datapunten met een reden tot verdenking wordt asbest vaker aangetroffen en zijn de asbestgehalten significant hoger ( $p < 0,05$ ); dit geldt ook bij de verdenkingsredenen 'verdacht uitsluitend op basis van puin'. Meerdere keren worden op onverdachte locaties (zonder verdenkingsredenen) tijdens de monsterneming nog restanten puin aangetroffen. Wanneer deze datapunten niet worden meegenomen (overdachte locaties zonder puin) blijkt dat veel minder vaak asbest wordt aangetroffen.

## 6.2 Gewogen asbestgehalten

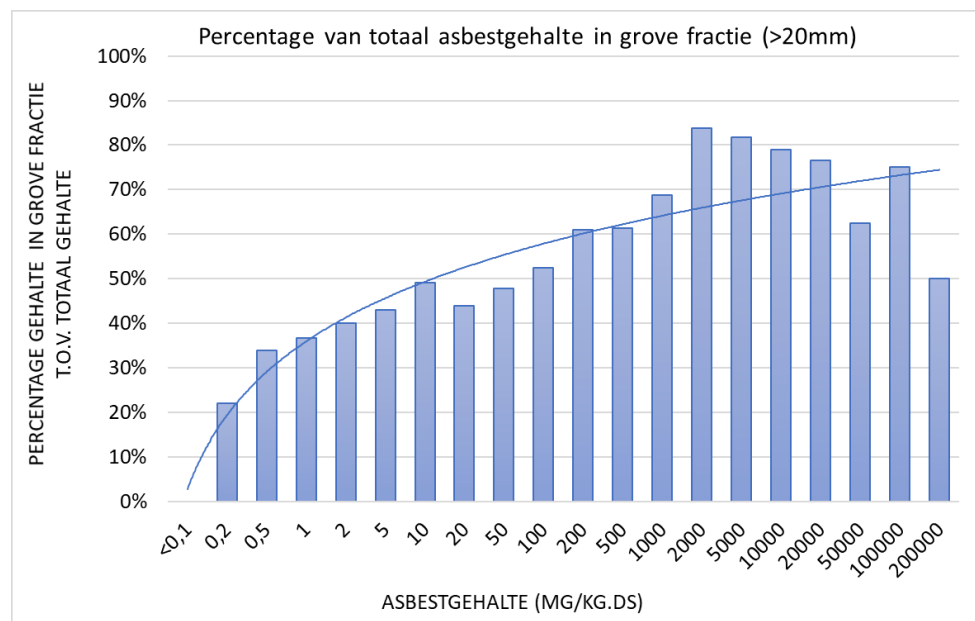
Om een beeld te krijgen van de variatie in gewogen asbestgehalten is in Figuur 6 de frequentieverdeling van de asbestgehalten over de gehele dataset in een staafdiagram gepresenteerd.



Figuur 6. De frequentieverdeling van datapunten met een bepaald gewogen asbestgehalte, als totaal en in de fijne en grove fractie. De waarden op de x-as geven de bovenste waarde per gehalteklasse (0-0,1 / 0,1-0,2 ....100000-200000).

In 74% van de datapunten is geen asbest aangetroffen en in 81% en 94% van de datapunten is in de fijne fractie respectievelijk grove fractie geen asbest aangetroffen. De gehalten in de overige datapunten is redelijk normaal verdeeld. Dit blijkt uit de klokvorm van de frequentieverdeling.

In Figuur 7 is het aandeel van de grove fractie (>20mm) ten opzichte van het totale asbestgehalte uitgezet tegen het totale asbestgehalte. Hieruit blijkt dat vooral bij lage gehalten het aandeel van de grove fractie klein is en bij toenemend gehalten dit aandeel steeds groter wordt. Hieruit kan worden opgemaakt dat hogere asbestgehalten vooral worden veroorzaakt door grove asbesthoudende materialen. Wat opvalt is dat deze trend bij extreem hoge gehalten (> ca. 10.000 mg/kgds) niet meer opgaat en dat het aandeel van de fijne fractie ten opzichte van het totale gehalte toe lijkt te nemen. Een verklaring hiervoor kan gevonden worden in het feit dat deze extreem hoge gehalten vaak worden veroorzaakt door amfibool asbest. Deze amfibole asbestsoorten zijn vaak gerelateerd aan niet-hechtgebonden asbesthoudende materialen die in de bodem uit elkaar vallen in kleine stukjes.



Figuur 7. Het gewogen asbestgehalte in de grove fractie ten opzichte van het totale gewogen asbestgehalte (als relatief percentage) uitgezet tegen het totale gewogen asbestgehalte (verdeeld in gedefinieerde gehalteklassen). De waarden op de x-ax geven de bovenste waarde aan van de gehalteklassen.

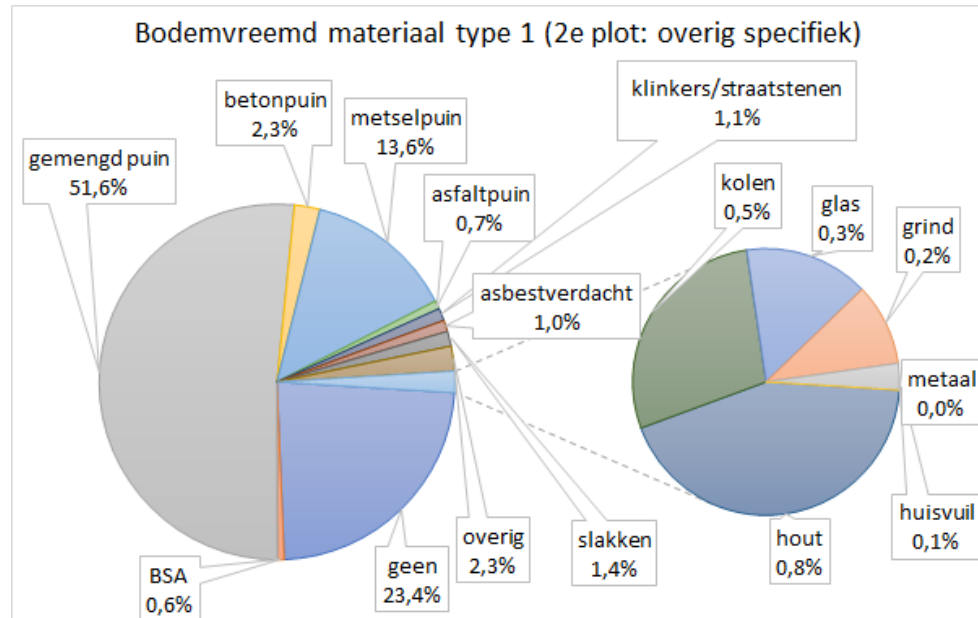
### 6.3 Bodemvreemd materiaal en bijmengingen

In Tabel 10 is de verdeling van de verschillende soorten bodemvreemd materiaal per type weergegeven. In "som type 1-3" is steeds het meest verdachte bodemvreemde materiaal van de drie typen genomen (zie paragraaf 4.1.2).

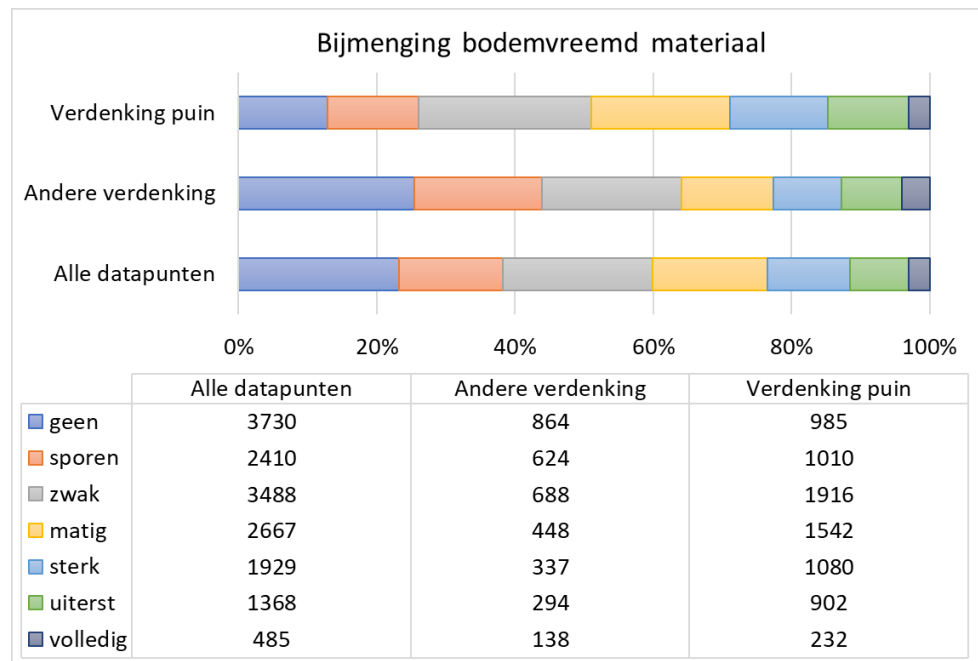
Tabel 10. Verdeling van de verschillende soorten bodemvreemd materiaal per type.

| Type bodemvreemd materiaal | Type 1 |       | Type 2 |       | Type 3 |       | Som type 1-3 |       |
|----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------------|-------|
|                            | aantal | %     | aantal | %     | aantal | %     | aantal       | %     |
| BSA                        | 96     | 0,6%  | 18     | 0,1%  | 16     | 0,1%  | 128          | 0,8%  |
| gemengd puin               | 8271   | 51,6% | 849    | 5,3%  | 183    | 1,1%  | 9222         | 57,6% |
| betonpuin                  | 373    | 2,3%  | 557    | 3,5%  | 101    | 0,6%  | 793          | 4,9%  |
| metselpuin                 | 2179   | 13,6% | 759    | 4,7%  | 133    | 0,8%  | 1475         | 9,2%  |
| asfaltpuin                 | 119    | 0,7%  | 269    | 1,7%  | 92     | 0,6%  | 37           | 0,2%  |
| klinkers/straatstenen      | 183    | 1,1%  | 96     | 0,6%  | 17     | 0,1%  | 155          | 1,0%  |
| asbestverdacht             | 165    | 1,0%  | 285    | 1,8%  | 161    | 1,0%  | 126          | 0,8%  |
| slakken                    | 218    | 1,4%  | 405    | 2,5%  | 136    | 0,8%  | 45           | 0,3%  |
| overig                     | 362    | 2,3%  | 999    | 6,2%  | 462    | 2,9%  | 258          | 1,6%  |
| overig specifiek:          | 311    | 2%    | 556    | 3%    | 328    | 2%    | 57           | 0,4%  |
| hout                       | 135    | 0,8%  | 137    | 0,9%  | 45     | 0,3%  |              |       |
| kolen                      | 88     | 0,5%  | 136    | 0,8%  | 96     | 0,6%  |              |       |
| glas                       | 47     | 0,3%  | 220    | 1,4%  | 159    | 1,0%  |              |       |
| grind                      | 31     | 0,2%  | 42     | 0,3%  | 18     | 0,1%  |              |       |
| huisvuil                   | 10     | 0,1%  | 11     | 0,1%  | 7      | 0,0%  |              |       |
| metaal                     | 0      | 0,0%  | 10     | 0,1%  | 3      | 0,0%  |              |       |
| geen                       | 3747   | 23,4% | 11231  | 70,1% | 14395  | 89,8% | 3728         | 23,3% |

In Figuur 8 is voor het hoofdtype (type 1) de verdeling van bodemvreemde materialen grafisch gepresenteerd. De tweede (rechter) plot is een verzameling van overige soorten bodemvreemd materiaal. In Figuur 9 is de verdeling van de puin bijmengingen weergegeven. Ongedefinieerd gemengd puin wordt verreweg het meest aangetroffen.



Figuur 8. Grafische weergave van de verdeling van de verschillende soorten bodemvreemd materiaal binnen type 1 (hoofdtype).



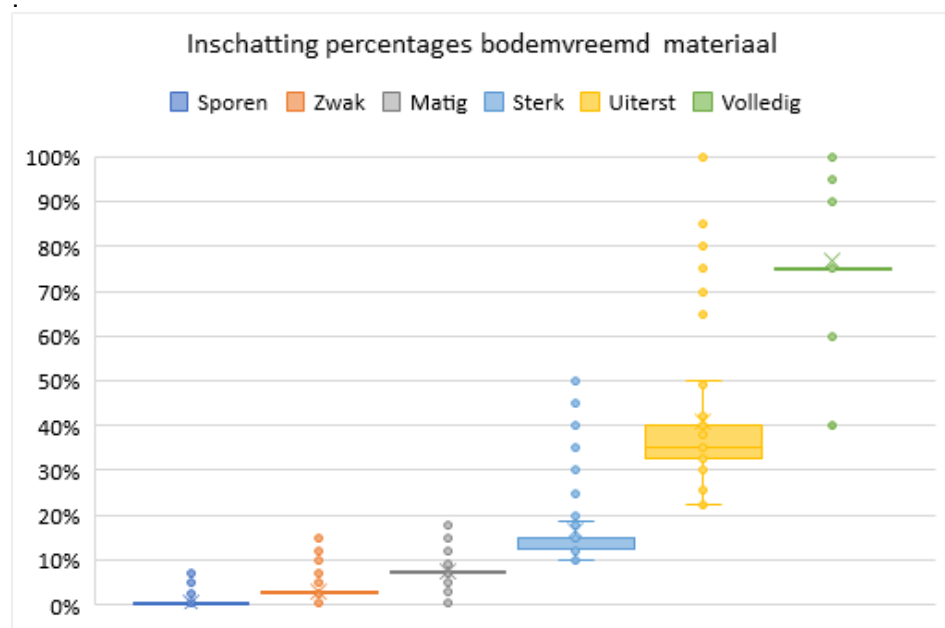
Figuur 9. Grafische weergave van de verdeling van bijmengingen bodemvreemd materiaal over alle datapunten en per verdenkingsreden.

In bovenstaande afbeelding is zichtbaar dat ook bij een verdenking op basis van een andere reden dan puin veel bodemvreemd materiaal wordt aangetroffen. Wel wordt er bij een verdenking op basis van puin iets meer bodemvreemd materiaal aangetroffen.

In Tabel 11 en in Figuur 10 zijn, in de vorm een Box-plot, per categorie puinbijmenging (Terra Index) de geschatte percentages bodemvreemd materiaal gepresenteerd. Uit de resultaten blijkt dat de geschatte percentages redelijk overeenkomen met de categorieën en bijbehorende percentages volgens Terra-Index. Echter, veel van de geschatte percentages zijn precies het gemiddelde percentage binnen een bepaalde Terra-index categorie. Dit betekent dat in het veld veelal wordt gedacht in categorieën en niet in percentages. Uit de overige percentageschattingen blijkt dat het zeer lastig is om het percentage bijmenging goed in te schatten. Er is een grote variantie in de schattingspercentages, waarbij de variantie toeneemt bij toenemende puinbijmenging. Daarnaast is er een overlap in percentages tussen de verschillende Terra-index categorieën.

Tabel 11. Geschatte percentages bodemvreemd materiaal per categorie puinbijmenging volgens de Terra Index.

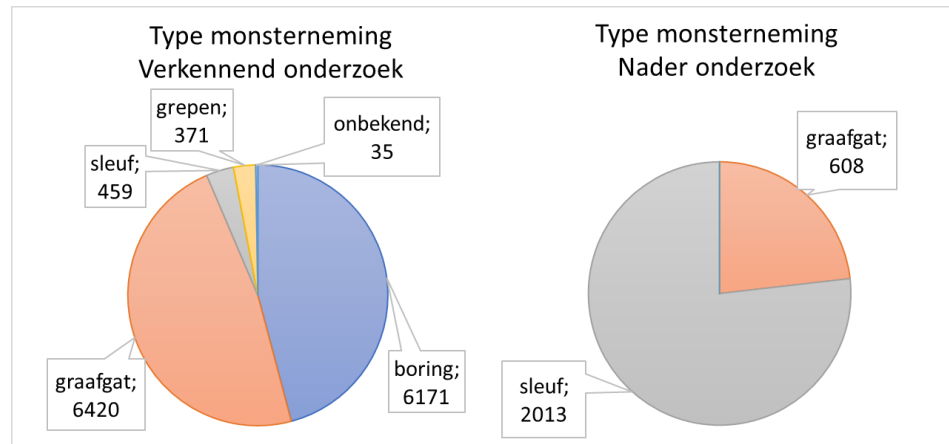
| Terra-Index       | Sporen | Zwak | Matig | Sterk  | Uiterst | Volledig |
|-------------------|--------|------|-------|--------|---------|----------|
| % Terra-Index     | ≤1%    | 1-5% | 5-10% | 10-20% | 20-50%  | 50-100%  |
| aantal datapunten | 1238   | 1408 | 509   | 300    | 135     | 312      |
| gemiddeld         | 0,7%   | 2,9% | 7,5%  | 16,7%  | 40,8%   | 76,7%    |
| mediaan           | 0,5%   | 3,0% | 7,5%  | 15,0%  | 35,0%   | 75,0%    |
| 5 percentiel      | 0,5%   | 1,0% | 5,5%  | 10,5%  | 22,5%   | 75,0%    |
| 95 percentiel     | 1,0%   | 3,5% | 10,0% | 40,0%  | 75,0%   | 100,0%   |



Figuur 10. Box-plot van de geschatte percentages bodemvreemd materiaal per categorie puinbijmenging (Terra Index).

## 6.4 Monsterneming

In Figuur 11 zijn de verschillende toegepaste monsternemingsmethoden voor het verkennend en nader onderzoek grafische weergegeven in taartdiagrammen.

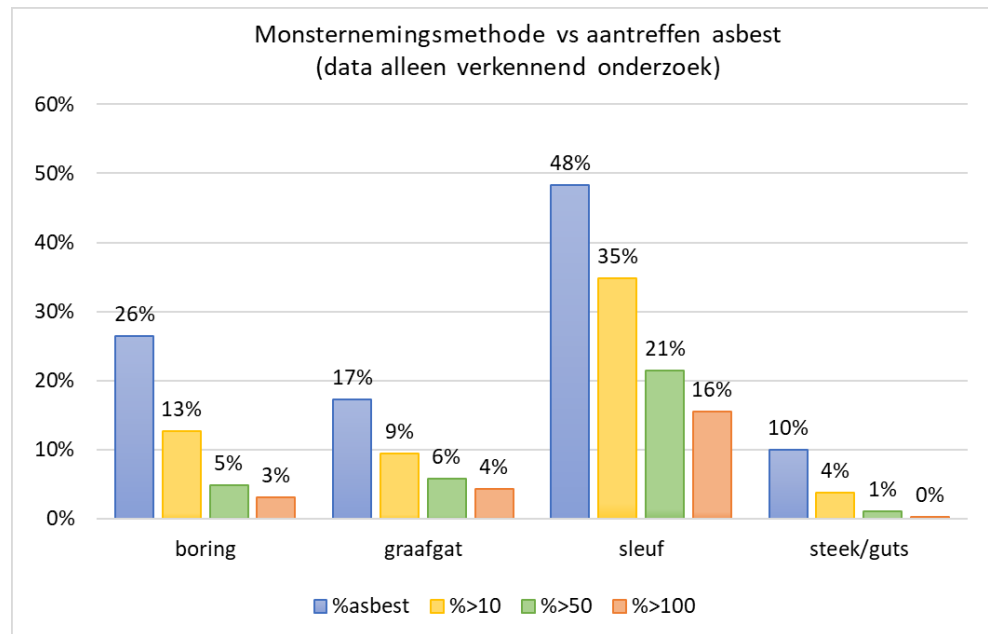


Figuur 11. Grafische weergave van de toegepaste monsternemingsmethoden. In het verkennend onderzoek en het nader onderzoek. Getallen geven het aantal datapunten aan.

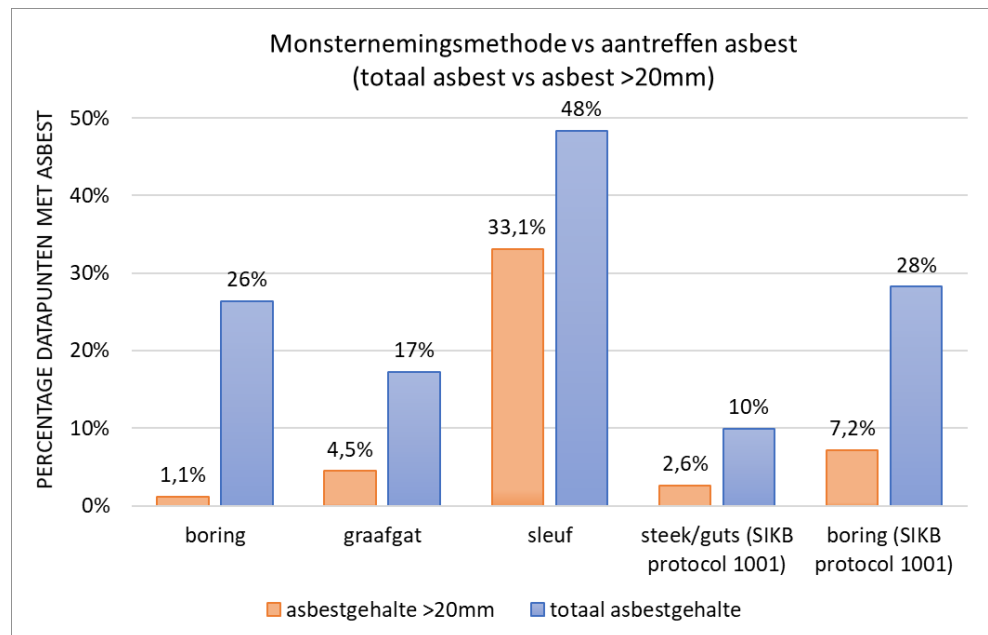
Het valt op dat een groot deel van het Verkennend Onderzoek asbest is uitgevoerd met behulp van boringen in plaats van graafgaten. Wanneer de monsternemingsmethoden (in de verkennende onderzoeksfase) met elkaar worden vergeleken op basis van het aantreffen van asbest (Figuur 12) blijkt dat in boringen vaker asbest wordt aangetroffen dan in de graafgaten, echter in graafgaten is het asbestgehalte wel significant hoger ( $p < 0,05$ ) dan in boringen. Het aantreffen van hogere gehalten is vaak gerelateerd aan een groter aandeel van grove asbesthoudende materialen (zie Figuur 7). Dit is logisch gezien het feit dat bij boringen grove asbesthoudende materialen niet goed worden meegenomen.

Om het effect van de monsternemingsmethode op het asbestgehalte inzichtelijk te maken is in Figuur 13 zowel het totale asbestgehalte als het gehalte afkomstig van de grove fractie (>20mm) uitgezet tegen de monsternemingsmethode. Hierbij valt op dat het aandeel van de grove fractie bij boringen nihil is (4%) en bij graafgaten is dat ca. 26%. Op basis hiervan kan worden geconcludeerd dat het zetten van boringen vaker tot een onderschatting van het asbestgehalte zal leiden. Dit kan worden verklaard door het feit dat grove materialen door het boren worden weggeduwd.

In sleuven wordt het meeste asbest aangetroffen met een groot aandeel aan grof asbesthoudend materiaal (ca. 69%). Daarbij geldt wel als kanttekening dat onderzoek op basis van sleuven in de regel pas wordt uitgevoerd als reeds bekend is dat asbest aanwezig is. Wel is duidelijk dat bij partijkeuringen (SIKB protocol 1001) op basis van steken en gutsen veel minder vaak asbest wordt aangetroffen dan op basis van boringen.



Figuur 12. Grafische weergaven van het percentage datapunten waarin asbest > 0, 10, 50 en 100 mg/kgds wordt aangetroffen per monsternemingsmethode. Het betreft hier alleen datapunten uit het Verkennend Onderzoek asbest.



Figuur 13. Grafische weergaven van het percentage datapunten waarin asbest wordt aangetroffen per monsternemingsmethode. Hierbij is zowel totaal asbest en asbest afkomstig van de grove fractie (>20mm) uitgezet. Het betreft hier alleen datapunten uit het Verkennend Onderzoek asbest.

## 7 Resultaten bijmengingen totaal bodemvreemd materiaal

Voor een eerste analyse van de relatie tussen puin in de bodem en de aanwezigheid van asbest is de bijmenging (percentage) aan totaal bodemvreemd materiaal vergeleken met de aanwezigheid van asbest. Hierbij is nog geen onderscheid gemaakt in soorten bodemvreemd materiaal. In Figuren 14 – 16 zijn de resultaten hiervan op drie manieren grafisch weergegeven in staafdiagrammen inclusief trendlijn:

1. Op basis van het gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds)
2. Op basis van het aantal datapunten waarin asbest is aangetroffen
3. Op basis van het aantal datapunten waarin het asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds

De drie diagrammen samen geven een goed beeld van de relatie tussen de bijmenging aan totaal bodemvreemd materiaal en de aanwezigheid van asbest.

In de resultaten is onderscheid gemaakt in drie verdenkingshypothesen:

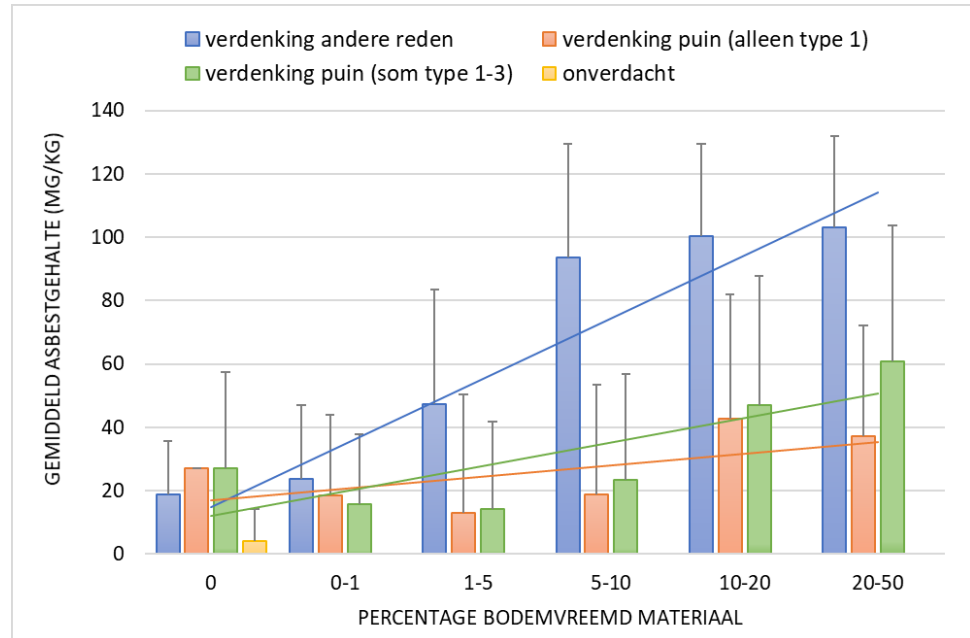
- verdacht alleen op basis van puin (twee scenario's)
- verdacht op basis van een andere reden en
- onverdacht (zonder aantreffen puin)

Bij de verdenking op basis van puin is de data-analyse op twee manieren uitgevoerd. De eerste analyse is uitgevoerd met datapunten waar alleen één type bodemvreemd materiaal is aangetroffen (alleen type 1) en de tweede analyse is uitgevoerd met datapunten waar alle drie typen bodemvreemd materiaal zijn meegenomen (som type 1-3). In dit laatste geval zijn de drie typen omgezet naar één meest verdacht type bodemvreemd materiaal (zie Paragraaf 4.1.2).

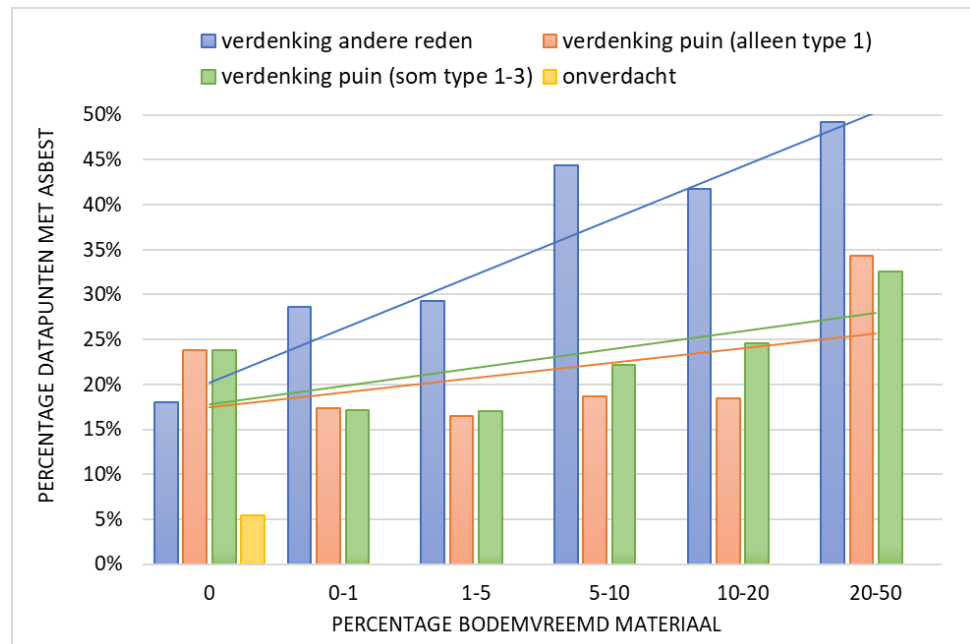
De “verdachte” datapunten met verdenkingsredenen zijn iedere keer vergeleken met de onverdachte situaties (zonder verdenkingsredenen), waarin geen bodemvreemd materiaal is aangetroffen (referentiewaarde). Er is significant meer asbest aanwezig in de “verdachte” datapunten ( $p < 0,05$ ). Dit geldt ook voor datapunten met een verdenking op basis van puin. Uit de resultaten blijkt tevens dat er een trend is waarbij de hoeveelheid asbest toeneemt met de hoeveelheid bijmengingen bodemvreemd materiaal. Deze trend is sterker bij datapunten die verdacht zijn op basis van een andere reden dan datapunten die verdacht zijn op basis van alleen puin.

Bij de datapunten, die verdacht zijn op basis van alleen puin, valt op dat wanneer tijdens de monsterneming geen bodemvreemd materiaal wordt aangetroffen (percentage bodemvreemd materiaal 0%) er meer asbest aanwezig is dan wanneer er sporen en zwakke bijmengingen worden aangetroffen. De verklaring hiervoor is dat in deze datapunten ook datapunten zitten waarin de bijmenging aan bodemvreemd materiaal onbekend is en/of niet is ingevuld in de database. De niet ingevulde velden zijn in de data analyse allemaal geïnterpreteerd als 0-waarden. Dit heeft overigens geen invloed op de correlatie.

De correlatie tussen het aantreffen van asbest en de hoeveelheid puinbijmenging is beoordeeld op basis van het kwadraat van de Pearson correlatiecoëfficiënt ( $R^2$ ). Hieruit blijkt dat voor de “verdenking puin (som type 1-3)” de correlatie goed is ( $R^2 > 0,85$ ) en dat de correlatie voor “verdenking puin (alleen type 1)” en “verdenking andere reden” redelijk tot goed is ( $R^2: 0,5 - 0,9$ ).

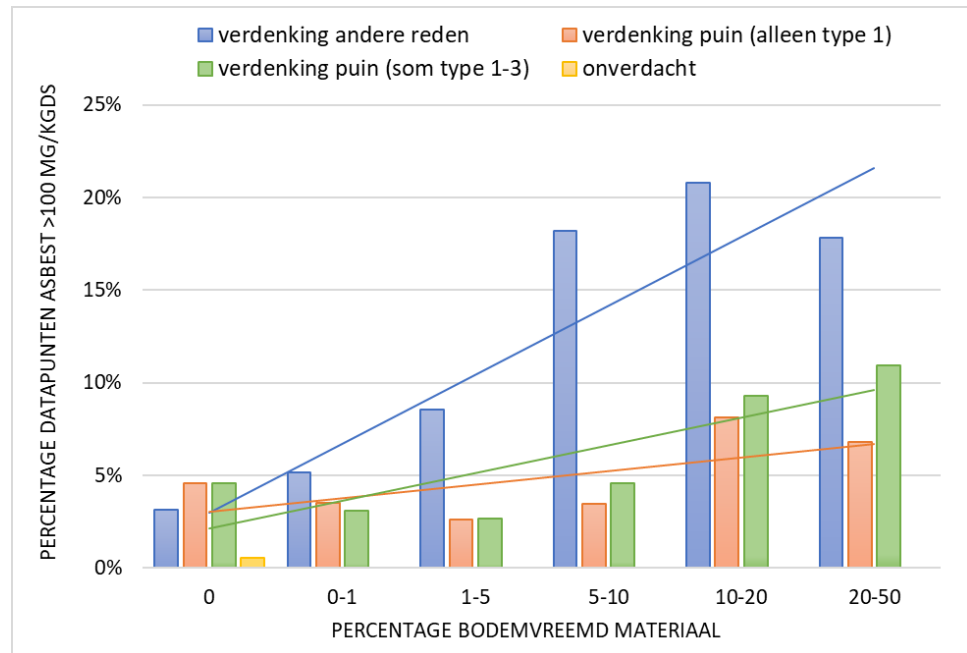


Figuur 14. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.



Figuur 15. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.



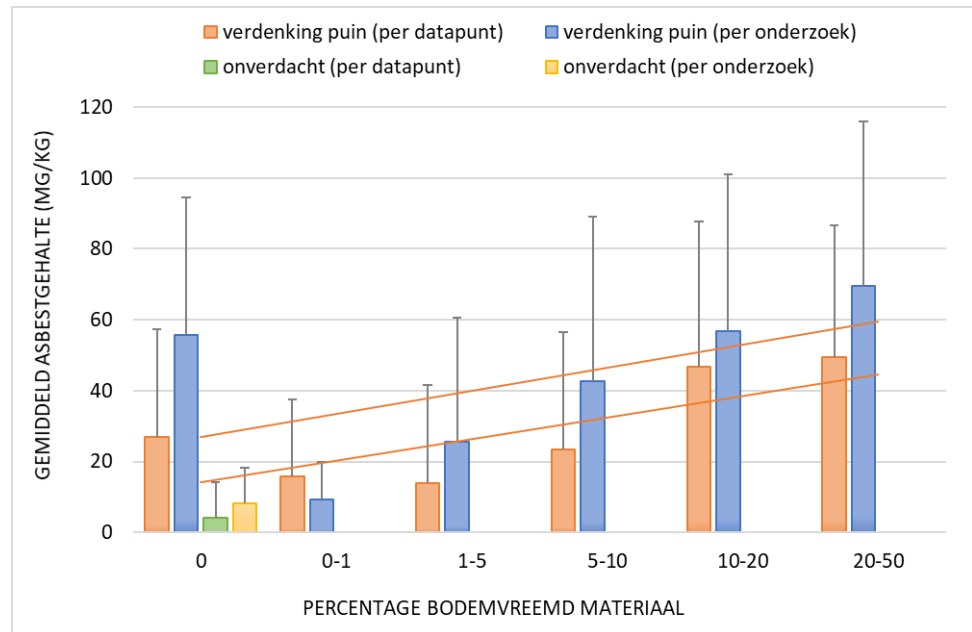


Figuur 16. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg, uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.

Aangezien niet alle datahouders de data per bemonsteringseenheid hebben ingevoerd, kunnen de resultaten op basis van datapunten een vertekend beeld geven. Daarom is dezelfde data-analyse ook uitgevoerd op basis van het aantal onderzoeken in plaats van het aantal datapunten. Een onderzoek is in dit geval dezelfde postcode + hetzelfde rapport (zie Paragraaf 4.1.3). In Figuur 17 is een vergelijking gemaakt tussen de resultaten op basis van datapunten en op basis van onderzoeken aan de hand van het gemiddelde asbestgehalte. Bij de resultaten op basis van onderzoeken is dezelfde trend waarneembaar als bij de resultaten op basis van datapunten.

Over het algemeen wordt per onderzoek iets meer asbest aangetroffen dan per datapunt. Onderlinge verschillen zijn te verwachten omdat de bijmengingen en asbestgehalten van alle datapunten binnen een onderzoekslocatie worden uitgemiddeld.

Echter, op onderzoekslocaties (onderzoeken) zonder bijmengingen wordt meer asbest aangetroffen dan op bemonsteringspunten (datapunten) zonder bijmengingen. Dit is duidelijk in tegenspraak met de verdenkingshypothese op basis van het aantreffen van puin op een onderzoekslocatie en ondersteunt de eerdere bewering dat er datapunten in de database aanwezig zijn waarin de bijmenging aan bodemvreemd materiaal onbekend is en/of niet (juist) is ingevuld.



Figuur 17. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) per datapunt en per onderzoek uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal.

Wanneer de correlaties op basis van onderzoeken worden vergeleken met de correlaties op basis van datapunten blijkt dat de correlatiecoëfficiënten ( $R^2$ ) op basis van het aantal onderzoeken allemaal hoger zijn. Voor de “verdenking puin (som type 1-3)” en “verdenking andere reden” is de correlatie uitstekend ( $R^2$ : > 0,9) en de correlatie voor “verdenking puin (alleen type 1)” is goed ( $R^2$ : 0,8 – 0,9). Dit is logisch gezien het feit dat de aanwezigheid van puin en asbest over een gehele onderzoekslocatie wel gerelateerd is, maar nog niet hoeft te betekenen dat op elke bemonsteringspunt ook daadwerkelijk puin en asbesthoudend materiaal in gelijke verhouding wordt aangetroffen.

## 8 Resultaten gespecificeerd bodemvreemd materiaal

In de hieronder gepresenteerde resultaten zijn de diverse gespecificeerde soorten bodemvreemd materiaal vergeleken met de aanwezigheid van asbest. In Figuren 18 – 20 zijn de resultaten hiervan op drie manieren grafisch weergegeven in staafdiagrammen:

1. Op basis van het gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds)
2. Op basis van het aantal datapunten waarin asbest is aangetroffen
3. Op basis van het aantal datapunten waarin het asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds

De drie diagrammen samen geven een goed beeld van de relatie tussen bodemvreemd materiaal en de aanwezigheid van asbest.

In de resultaten is onderscheid gemaakt in 3 verdenkingshypothesen:

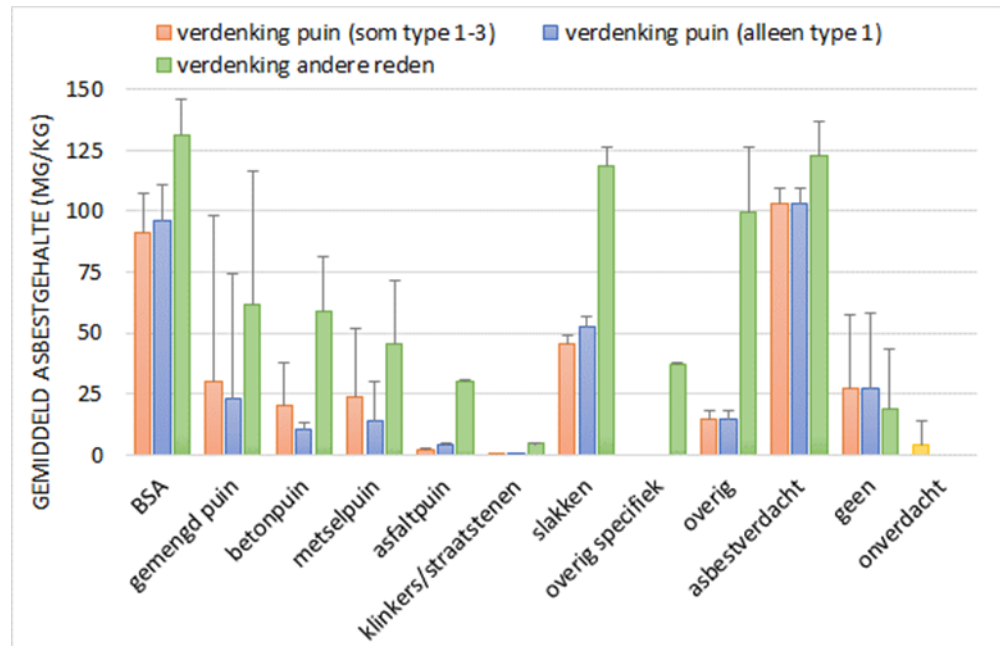
- verdacht alleen op basis van puin (twee scenario's)
- verdacht op basis van een andere reden en
- onverdacht (zonder aantreffen puin)

Bij de verdenking op basis van puin is de data-analyse op twee manieren uitgevoerd. De eerste analyse is uitgevoerd met datapunten waar alleen één type bodemvreemd materiaal is aangetroffen (alleen type 1) en de tweede analyse is uitgevoerd met datapunten waar alle drie typen bodemvreemd materiaal zijn meegenomen (soms type 1-3). In dit laatste geval zijn de drie typen omgezet naar één meest verdacht type bodemvreemd materiaal (zie Paragraaf 4.1.2). De “verdachte” datapunten (met een verdenkingsreden) zijn vergeleken met de onverdachte situaties (zonder verdenkingsreden), waarin geen bodemvreemd materiaal is aangetroffen. Bij het duiden van de resultaten is het belangrijk om een beeld te hebben van het aantal beschikbare datapunten en onderzoeken per soort bodemvreemd materiaal voor de drie verdenkingshypothesen (Tabel 12).

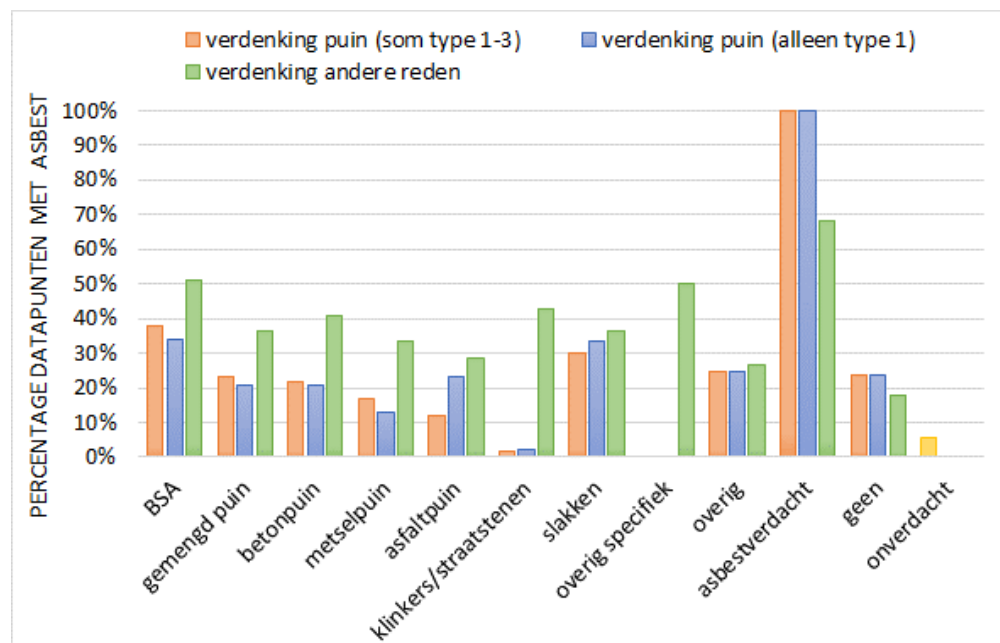
Tabel 12. Aantal datapunten en onderzoeken per verdenkingshypothese / scenario.

| Bodemvreemd materiaal | Verdenking puin som typen 1-3 |             | Verdenking puin alleen type 1 |             | Verdenking andere reden |             |
|-----------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------------------|-------------|
|                       | Data punten                   | Onderzoeken | Data punten                   | Onderzoeken | Data punten             | Onderzoeken |
| BSA                   | 77                            | 42          | 53                            | 21          | 43                      | 30          |
| gemengd puin          | 4929                          | 2653        | 3633                          | 1940        | 1481                    | 384         |
| betonpuin             | 495                           | 202         | 78                            | 37          | 267                     | 63          |
| metselpuin            | 882                           | 368         | 497                           | 245         | 462                     | 75          |
| asfaltpuin            | 25                            | 7           | 13                            | 4           | 7                       | 1           |
| klinkers/straatstenen | 108                           | 73          | 99                            | 69          | 35                      | 3           |
| slakken               | 20                            | 1           | 15                            | 1           | 11                      | 2           |
| overig specifiek      | 0                             | 0           | 0                             | 0           | 2                       | 1           |
| overig                | 89                            | 14          | 89                            | 14          | 169                     | 29          |
| asbestverdacht        | 14                            | 1           | 14                            | 1           | 44                      | 15          |
| geen                  | 985                           | 166         | 985                           | 166         | 862                     | 105         |
| <b>totaal</b>         | <b>7624</b>                   | <b>3527</b> | <b>5476</b>                   | <b>2498</b> | <b>3383</b>             | <b>707</b>  |

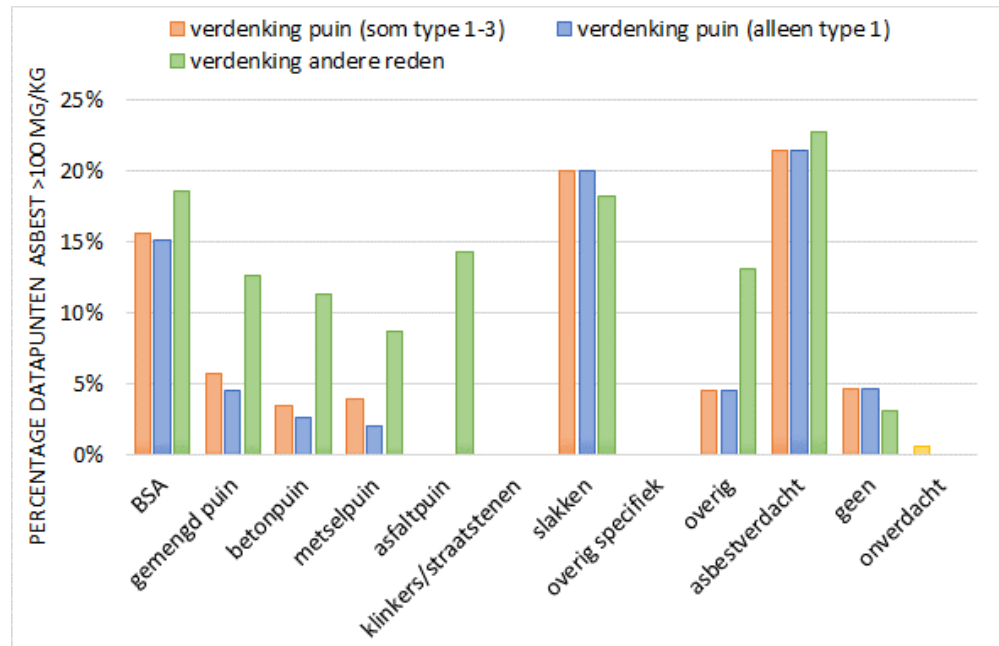
Voor de in het rood aangegeven bodemvreemde materialen zijn niet genoeg datapunten en onderzoeken beschikbaar voor een volledige onderbouwing van de resultaten.



Figuur 18. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.



Figuur 19. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.



Figuur 20. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg, uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal voor vier verdenkingshypothese / scenario's.

Uit de resultaten (Figuren 18 – 20) blijkt dat de aanwezigheid van asbest gerelateerd kan worden aan een aantal soorten bodemvreemd materiaal:

- bouw- en sloopafval,
- gemengd puin,
- betonpuin
- metselpuin
- overig bodemvreemd materiaal ("overig")
- slakken
- overig asbestverdacht materiaal ("asbestverdacht")

Bij de eerste vijf genoemde soorten bodemvreemd materiaal wordt significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde in de onverdachte situaties zonder verdenkingsreden ( $p < 0,05$ ). Voor slakken en overig asbestverdacht materiaal is de verhoging enigszins significant ( $p \leq 0,10$ ). Voor slakken is het opvallend dat de verhoging enigszins significant is, aangezien dit type bodemvreemd materiaal in de NEN 5725 niet resulteert in een verdenking op asbest. Echter, de resultaten zijn gebaseerd op een zeer beperkt aantal datapunten (10 – 20) die afkomstig zijn van slechts één of twee onderzoekslocaties. Dit betekent dat dit geen representatieve steekproef is van de Nederlandse situatie.

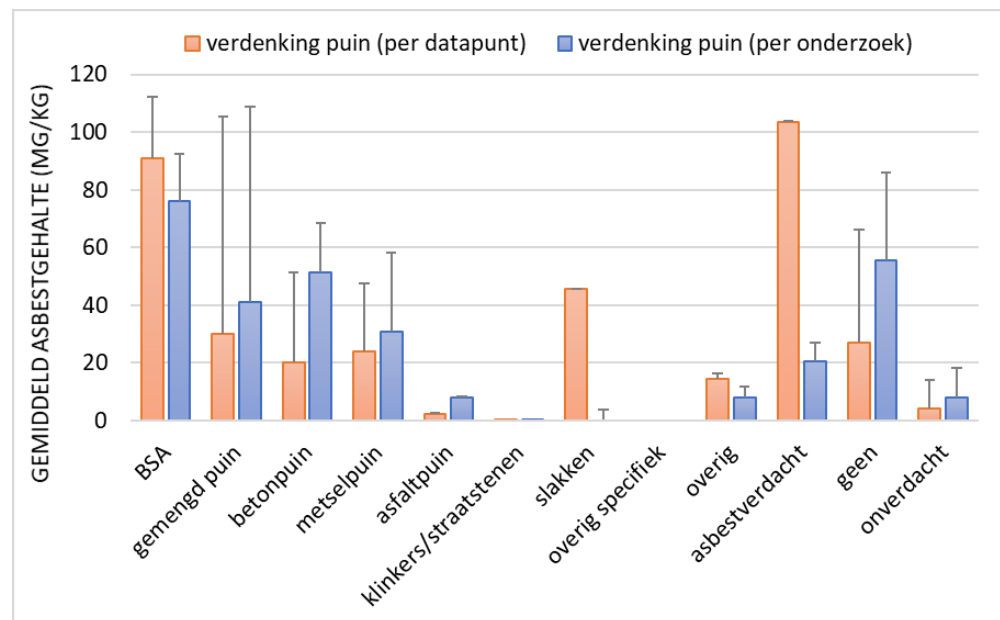
Ook overig bodemvreemd materiaal lijkt gerelateerd aan asbest. Hier geldt echter als kanttekening dat in deze categorie ook materialen met een verdenking op asbest terecht kunnen zijn gekomen door een verkeerde interpretatie van deze "onverdachte" categorie of doordat niet gespecificeerd puin (bijvoorbeeld niet nader gespecificeerd in de onderzoeksrapporten) is ingedeeld in deze verzamelcategorie van overige bodemvreemde materialen.

Zonder het aantreffen van bodemvreemd materiaal wordt er ook significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde ( $p < 0,05$ ). Een verklaring hiervoor is dat in deze categorie ook datapunten zitten waarin het type bodemvreemd materiaal onbekend is en/of niet (juist) is ingevuld.

Uit de resultaten blijkt dat asfaltpuin en klinkers/straatstenen niet gerelateerd zijn aan asbest ( $p > 0,1$ ). Echter, gezien het beperkte aantal datapunten voor asfaltpuin is deze conclusie voor asfaltpuin nog niet volledig onderbouwd.

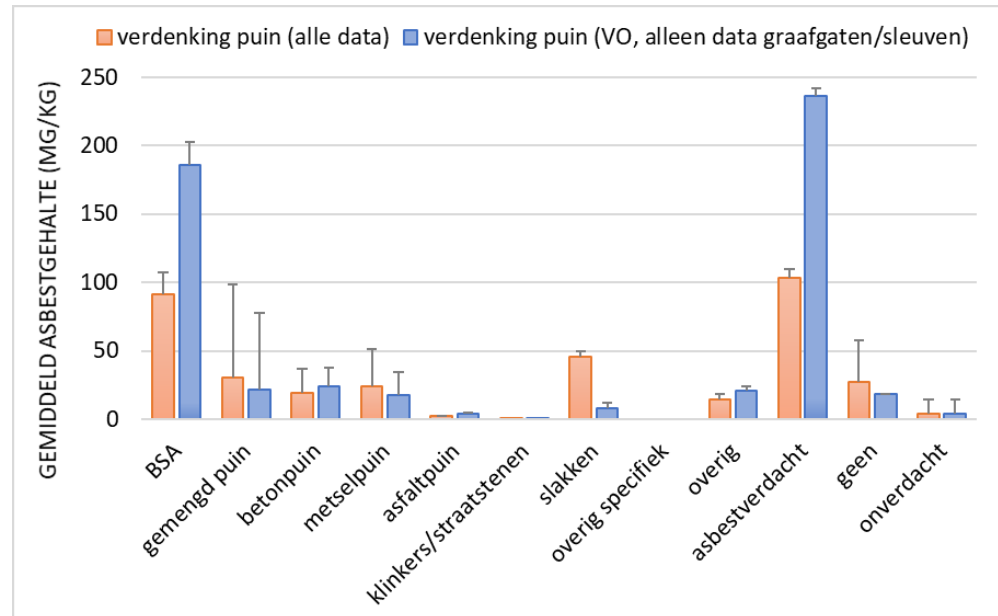
Aangezien niet alle datahouders de data per bemonsteringseenheid hebben ingevoerd, kunnen de resultaten op basis van datapunten een vertekend beeld geven. Daarom is dezelfde data-analyse ook uitgevoerd op basis van het aantal onderzoeken in plaats van het aantal datapunten. Een onderzoek is in dit geval dezelfde postcode + hetzelfde rapport (zie Paragraaf 4.1.3). In Figuur 21 is een vergelijking gemaakt tussen de resultaten op basis van datapunten en op basis van onderzoeken aan de hand van het gemiddelde asbestgehalte.

Bij de resultaten op basis van onderzoeken is dezelfde trend waarneembaar als bij de resultaten op basis van datapunten. Wel is voor een tweetal bodemvreemde materialen, slakken en asbestverdacht materiaal, een duidelijk verschil waarneembaar. De verklaring hiervoor is dat binnen een onderzoekslocatie het meest verdachte type bodemvreemd materiaal van alle datapunten als hoofdtype wordt genomen (zie Paragraaf 4.1.3). Met andere woorden, naast slakken en asbestverdacht materiaal worden blijkbaar ook andere bodemvreemde materialen met een verdenking op asbest aangetroffen, zoals BSA, gemengd puin e.d.



Figuur 21. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) per datapunt en per onderzoek voor verdenkingen op basis van puin, uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal.

Aangezien het zetten van boringen (in algemene zin) niet conform de NEN5707 / NEN 5897 is aangezien de kans bestaat dat bodemvreemde materialen worden weggedrukt tijdens het boren is tevens een vergelijking gemaakt waarbij alleen datapunten zijn meegenomen met proefgaten en sleuven (Figuur 22). Hierbij zijn alleen datapunten meegenomen die onderdeel uitmaken van het verkennend onderzoek, omdat in het nader onderzoek al bekend is dat de locatie is verontreinigd met asbest.



Figuur 22. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) voor alle data en data waar tijdens het verkennend onderzoek is bemonsterd met graafgaten en sleuven, uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal.

Bij de resultaten van de data waar boringen en het nader onderzoek is uitgesloten is dezelfde trend waarneembaar als bij de resultaten op basis van alle data. Wel blijkt dat voor BSA en overig asbestverdacht materiaal circa twee keer zoveel asbest wordt aangetroffen. Dit is te verklaren doordat bij boringen grof materiaal zoals bouw- en sloopafval vaak niet wordt gesignaleerd. Daarentegen wordt voor slakken veel minder asbest aangetroffen. De verklaring hiervoor is dezelfde als bij de vergelijking tussen datapunten en onderzoekslocaties (Figuur 21). In graafgaten en sleuven worden naast slakken vaker andere bodemvreemde materialen met een verdenking op asbest aangetroffen.

## 9 Resultaten bijmengingen gespecificeerd bodemvreemd materiaal

In dit hoofdstuk worden de resultaten gepresenteerd van de uitgebreide data-analyse waarbij per soort bodemvreemd materiaal de hoeveelheid bijmenging is vergeleken met de aanwezigheid van asbest. In Paragraaf 9.1 is de data-analyse uitgevoerd met datapunten waar alle drie typen bodemvreemd materiaal zijn meegenomen (som type 1-3). In Paragraaf 9.2 is de data-analyse uitgevoerd met datapunten waar alleen één type bodemvreemd materiaal is aangetroffen (alleen type 1). In het eerste geval zijn de drie typen omgezet naar één meest verdacht type bodemvreemd materiaal (zie Paragraaf 4.1.2). De “verdachte” datapunten met verdenkingsredenen zijn tevens vergeleken met de onverdachte situaties zonder verdenkingsredenen, waarin geen bodemvreemd materiaal is aangetroffen.

In Figuren 23 – 25 (scenario: som type 1-3) en Figuren 26 – 28 (scenario: alleen type 1) zijn de resultaten op drie manieren grafisch weergegeven in staafdiagrammen:

1. Op basis van het gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds)
2. Op basis van het aantal datapunten waarin asbest is aangetroffen
3. Op basis van het aantal datapunten waarin het asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds

De drie diagrammen samen geven een volledig beeld van de relatie tussen bodemvreemd materiaal en de aanwezigheid van asbest.

Bij het duiden van de resultaten is het belangrijk om een beeld te hebben van het aantal beschikbare datapunten en onderzoeken per soort bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (zie Tabel 13: som type 1-3 en Tabel 14: alleen type 1). Voor de in het rood aangegeven bodemvreemde materialen zijn niet genoeg datapunten en onderzoeken beschikbaar voor een volledige onderbouwing van de resultaten.

Tabel 13. Aantal datapunten en onderzoeken per bodemvreemd materiaal en bijmenging wanneer alle 3 typen bodemvreemd materiaal (som type 1-3) worden meegenomen in de data-analyse.

| % bijmenging          | 0 – 1% |     | 1 – 5% |      | 5 – 10% |      | 10 – 20% |     | 20 – 50% |     |
|-----------------------|--------|-----|--------|------|---------|------|----------|-----|----------|-----|
|                       | D      | O   | D      | O    | D       | O    | D        | O   | D        | O   |
| BSA                   | 18     | 7   | 20     | 12   | 19      | 14   | 31       | 18  | 29       | 23  |
| gemengd puin          | 1622   | 562 | 2703   | 1390 | 2022    | 1042 | 1486     | 692 | 1063     | 413 |
| betonpuin             | 88     | 39  | 133    | 66   | 225     | 101  | 159      | 44  | 109      | 24  |
| metsepuin             | 416    | 416 | 457    | 457  | 295     | 295  | 174      | 174 | 82       | 82  |
| asfaltpuin            | 5      | 2   | 4      | 2    | 4       | 1    | 6        | 3   | 9        | 2   |
| klinkers/straatstenen | 39     | 8   | 28     | 24   | 37      | 21   | 36       | 20  | 10       | 5   |
| slakken               | 9      | 4   | 3      | 1    | 5       | 1    | 5        | 1   | 20       | 3   |
| overig specifiek      | 24     | 6   | 19     | 5    | 12      | 4    | 0        | 0   | 1        | 1   |
| overig                | 80     | 13  | 93     | 14   | 25      | 9    | 24       | 5   | 36       | 2   |
| asbestverdacht        | 99     | 28  | 15     | 5    | 8       | 1    | 3        | 1   | 1        | 1   |



Tabel 14. Aantal datapunten en onderzoeken per bodemvreemd materiaal en bijmenging wanneer alleen één type bodemvreemd materiaal (alleen type 1) wordt meegenomen in de data-analyse

| % bijmenging          | 0 – 1% |     | 1 – 5% |     | 5 – 10% |     | 10 – 20% |     | 20 – 50% |     |
|-----------------------|--------|-----|--------|-----|---------|-----|----------|-----|----------|-----|
|                       | D      | O   | D      | O   | D       | O   | D        | O   | D        | O   |
| BSA                   | 17     | 6   | 15     | 7   | 8       | 5   | 14       | 9   | 19       | 7   |
| gemengd puin          | 1288   | 435 | 1998   | 925 | 1213    | 618 | 633      | 337 | 758      | 227 |
| betonpuin             | 33     | 19  | 41     | 23  | 13      | 3   | 9        | 5   | 19       | 3   |
| metselpuin            | 305    | 305 | 311    | 311 | 120     | 120 | 37       | 37  | 40       | 40  |
| asfaltpuin            | 4      | 1   | 3      | 2   | 3       | 1   | 1        | 1   | 9        | 2   |
| klinkers/straatstenen | 37     | 7   | 24     | 23  | 31      | 19  | 29       | 18  | 5        | 4   |
| slakken               | 7      | 4   | 3      | 1   | 3       | 1   | 0        | 0   | 16       | 1   |
| overig specifiek      | 22     | 6   | 16     | 2   | 11      | 4   | 0        | 0   | 0        | 0   |
| overig                | 77     | 12  | 93     | 14  | 24      | 9   | 22       | 5   | 36       | 2   |
| asbestverdacht        | 99     | 28  | 15     | 5   | 8       | 1   | 3        | 1   | 1        | 1   |

Een goede relatie tussen een specifiek type bodemvreemd materiaal en de aanwezigheid van asbest komt tot uitdrukking als er een toename is te zien in de hoeveelheid asbest bij een oplopend percentage bodemvreemd materiaal. Uit de resultaten (Figuren 23 – 28) blijkt dat deze relatie voor een aantal soorten bodemvreemd materiaal aanwezig is:

- bouw- en sloopafval,
- gemengd puin,
- betonpuin
- metselpuin
- overig bodemvreemd materiaal (“overig”)

Vooraf bij de uitwerking op basis van de som typen 1-3 (Paragraaf 9.1) blijkt er voor bovengenoemde bodemvreemde materialen een sterke lineaire correlatie te zijn tussen het percentage puinbijmenging en het aantreffen van asbest ( $R^2$  0,75 – 0,99). Bij de uitwerking op basis van uitsluitend type 1 (Paragraaf 9.2) lijkt voor alle bovengenoemde vijf typen bodemvreemd materiaal de correlatie iets minder sterk, maar dit is voor een belangrijk deel te wijten aan het beperkt aantal datapunten. Dit geldt met name voor betonpuin en in mindere mate voor metselpuin ( $R^2$  0,4 – 0,9). Voor BSA, gemengd puin en overig bodemvreemd materiaal blijft de correlatie met de aanwezigheid van asbest sterk ( $R^2$  0,6 – 0,9).

Voor overig bodemvreemd materiaal (niet gespecificeerd) is de sterke correlatie opvallend, aangezien deze materialen in de NEN 5725 niet resulteren in een verdenking op asbest. Hier geldt echter weer als kanttekening dat in deze categorie ook materialen met een asbestverdenking terecht kunnen zijn gekomen door een verkeerde interpretatie tijdens het invullen van de data. Het kan bijvoorbeeld zijn dat rapportages met melding van “ongespecificeerd puin” geïnterpreteerd zijn als “overig bodemvreemd materiaal”.

Bovenstaande blijkt tevens uit het feit dat voor de categorie “overig specifiek” er geen relatie is tussen de hoeveelheid bijmenging en de aanwezigheid van asbest. De materialen die vallen onder deze categorie zijn dezelfde als de materialen die vallen onder de categorie “overig”. Het enige verschil is dat in de categorie “overig specifiek” de interpretatie door TNO is gedaan.

Met andere woorden de in de database aangegeven specifieke materialen, zoals glas, huisvuil, plastic, hout, kolen / kolengruis en grind zijn door TNO gegroepeerd onder de noemer "overige specifiek". Uit de resultaten blijkt eveneens dat asfaltpuin en klinkers/straatstenen niet gerelateerd zijn aan asbest. Gezien het beperkt aantal datapunten voor asfaltpuin (Tabellen 13 en 14) lijkt de onderbouwing van deze conclusie minimaal. Echter, in combinatie met de resultaten in Hoofdstuk 8 is deze conclusie gerechtvaardigd.

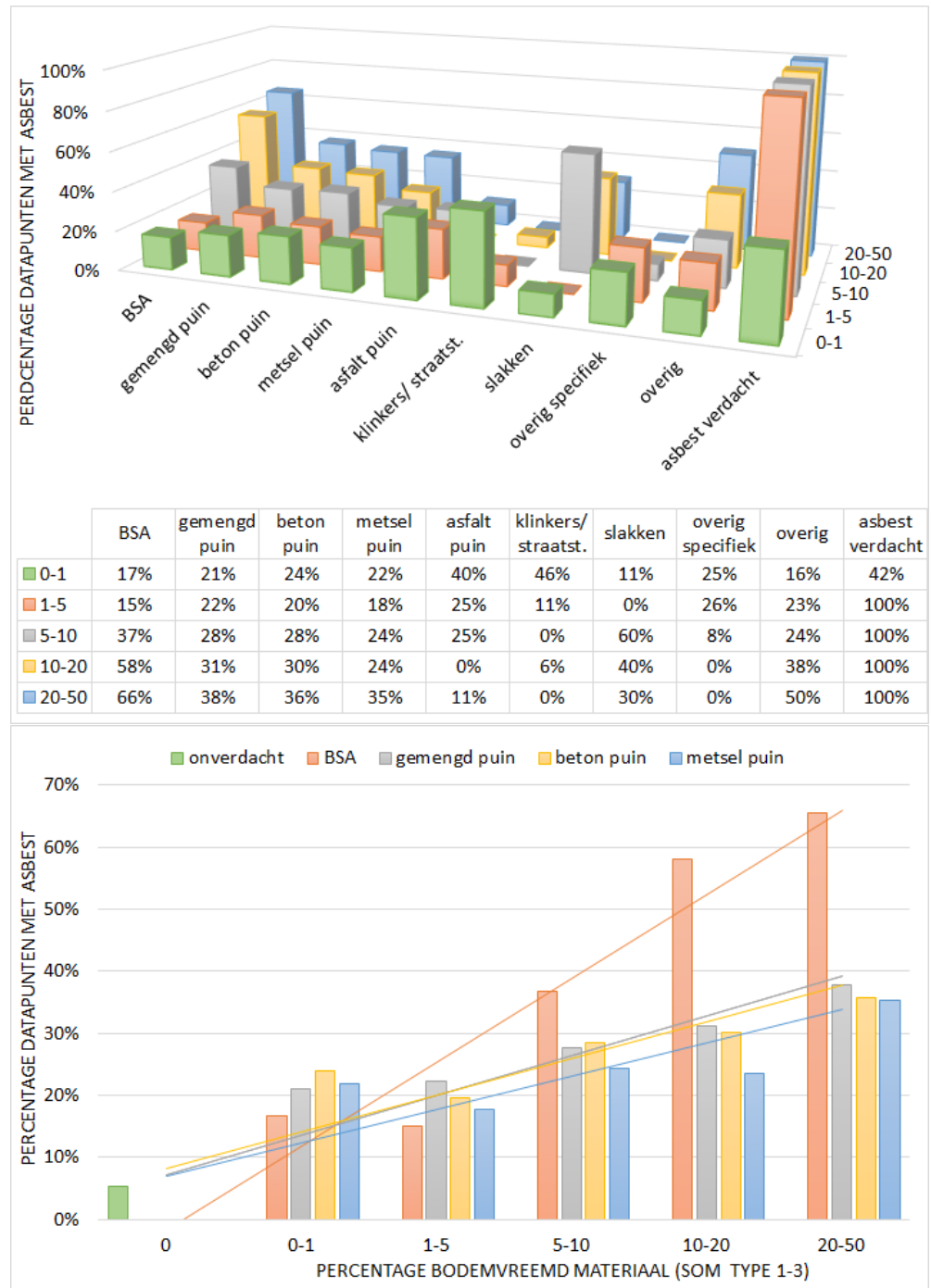
Voor de vijf genoemde soorten bodemvreemd materiaal waarvoor een lineaire correlatie is aangetoond tussen de hoeveelheid puinbijmenging en het aantreffen van asbest wordt ook significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde. De significantie wordt echter wel minder bij lage percentages bijmengingen. Ook hier is dit voor een belangrijk deel te wijten aan de geringe hoeveelheid datapunten. Dit geldt met name voor BSA, betonpuin en overig bodemvreemd materiaal. In Tabel 15 zijn de resultaten van de significantietoets (t-toets) weergegeven.

Tabel 15. Resultaten t-toets per gespecificeerd type puin en hoeveelheid bijmenging op basis van de som typen 1-3 en uitsluitend type 1.

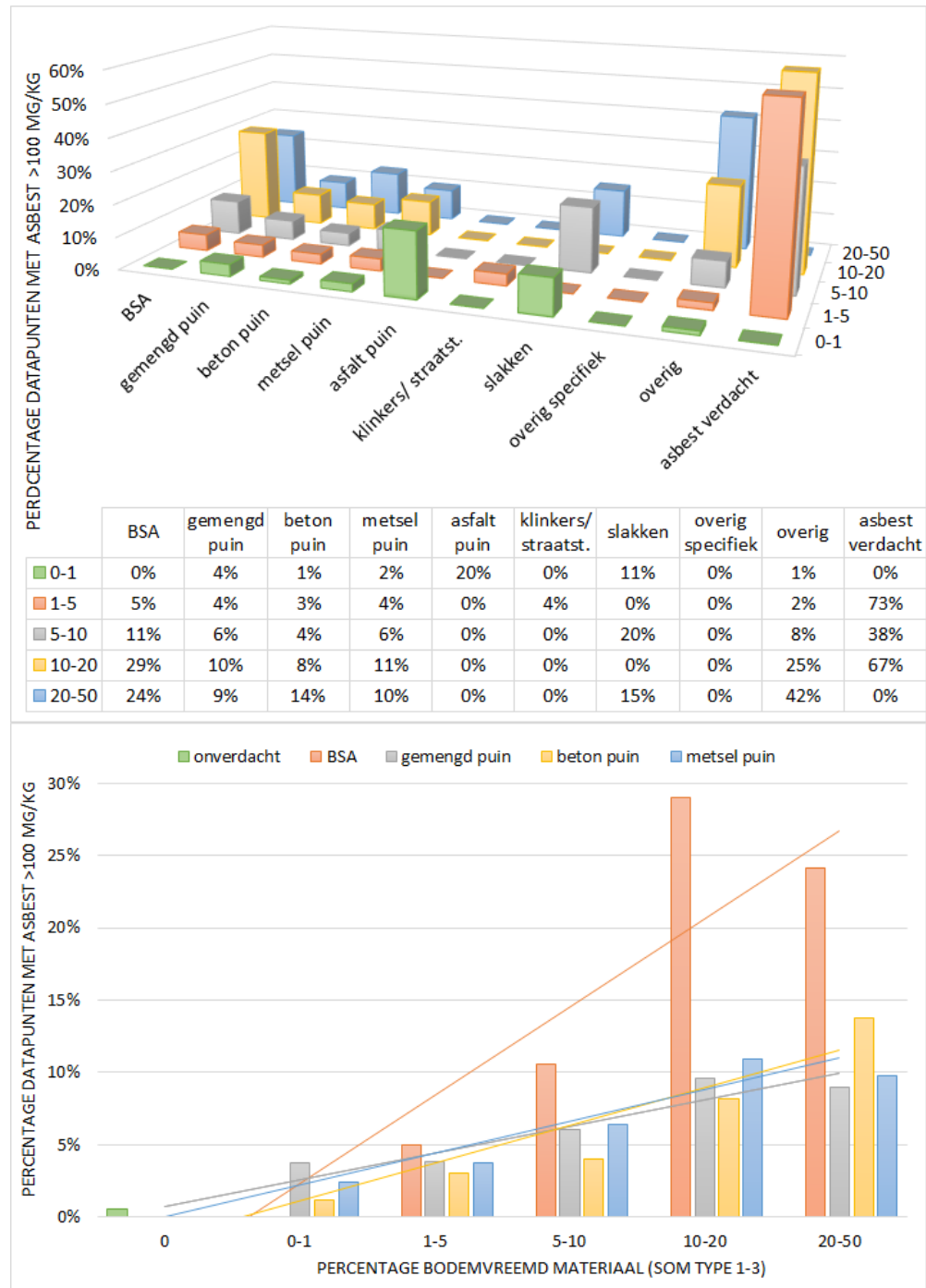
| %  | BSA   | gemengd puin | betonpuin | metsepuin | overig |
|--|-------|--------------|-----------|-----------|--------|
| <i>Som typen 1-3 bodemvreemd materiaal</i>     |       |              |           |           |        |
| 0-1  | >0,1  | <0,05        | >0,1      | <0,05     | >0,1   |
| 1-5  | >0,1  | <0,05        | <0,1      | <0,05     | <0,1   |
| 5-10   | >0,1  | <0,05        | <0,05     | <0,05     | >0,1   |
| 10-20  | <0,05 | <0,05        | <0,05     | <0,05     | <0,05  |
| 20-50  | <0,05 | <0,05        | <0,05     | <0,05     | <0,05  |
| <i>Uitsluiten type 1 bodemvreemd materiaal</i> |       |              |           |           |        |
| 0-1  | >0,1  | <0,05        | >0,1      | <0,05     | >0,1   |
| 1-5  | >0,1  | <0,05        | <0,1      | <0,05     | <0,1   |
| 5-10   | >0,1  | <0,05        | >0,1      | <0,1      | >0,1   |
| 10-20  | <0,05 | <0,05        | >0,1      | >0,1      | <0,1   |
| 20-50  | <0,1  | <0,05        | >0,1      | <0,05     | <0,05  |

### 9.1 Som typen 1-3 bodemvreemd materiaal

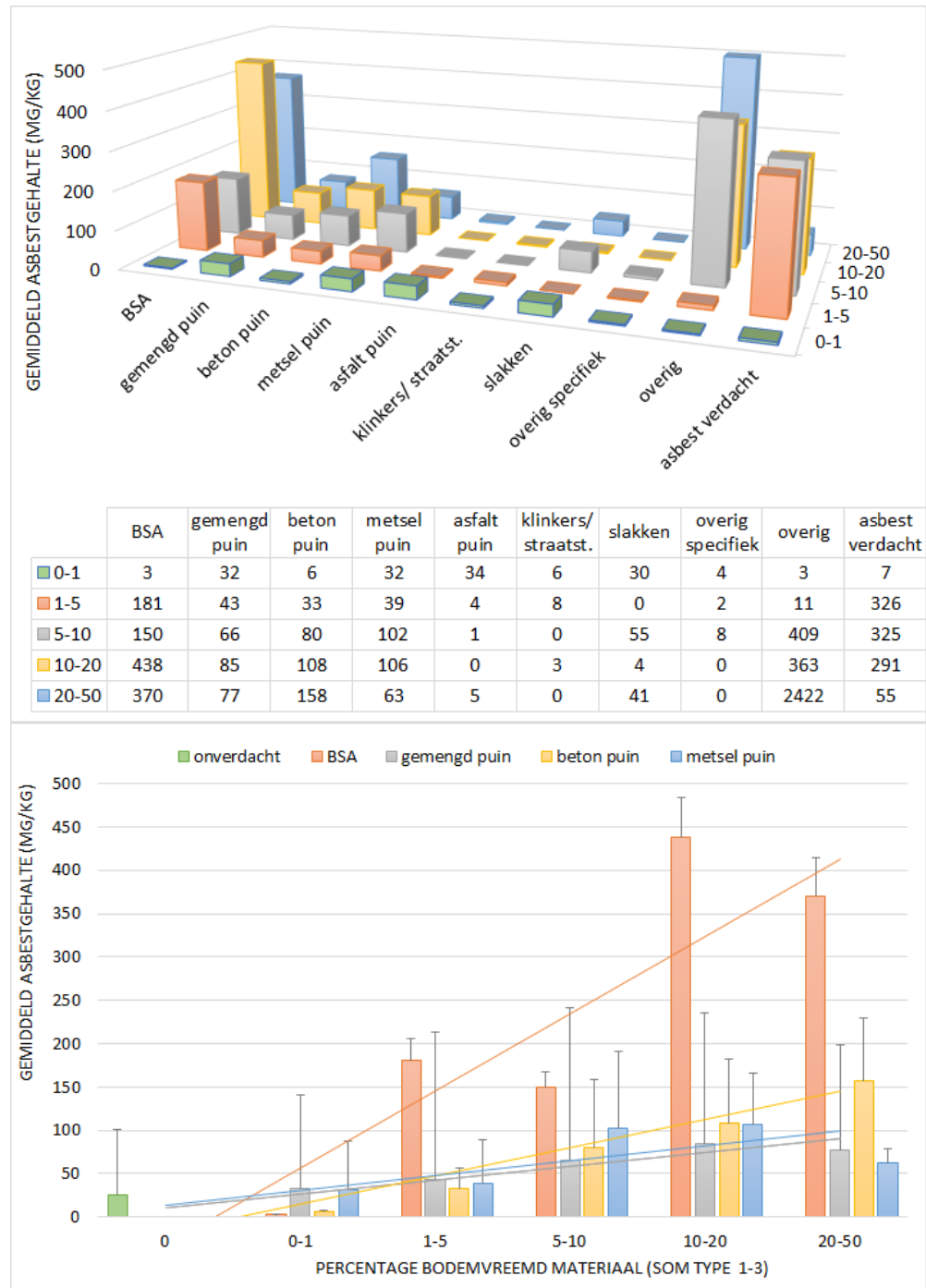
Figuren 23 - 25 geven de resultaten weer van de data-analyse met datapunten waar alle drie typen bodemvreemd materiaal zijn meegenomen (som type 1-3).



Figuur 23. Boven: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario som type 1-3). Onder: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.



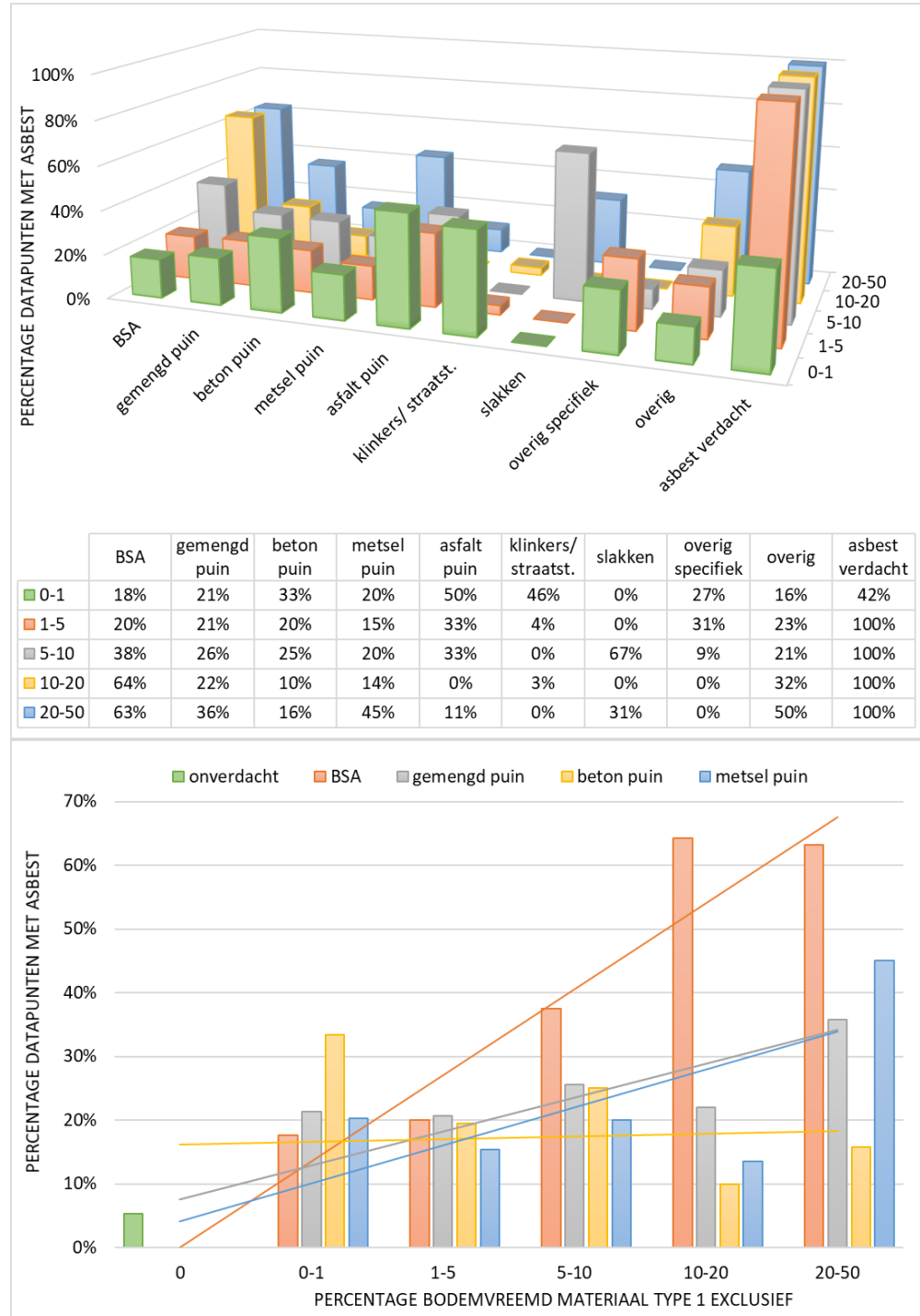
Figuur 24. Boven: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario som type 1-3). Onder: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.



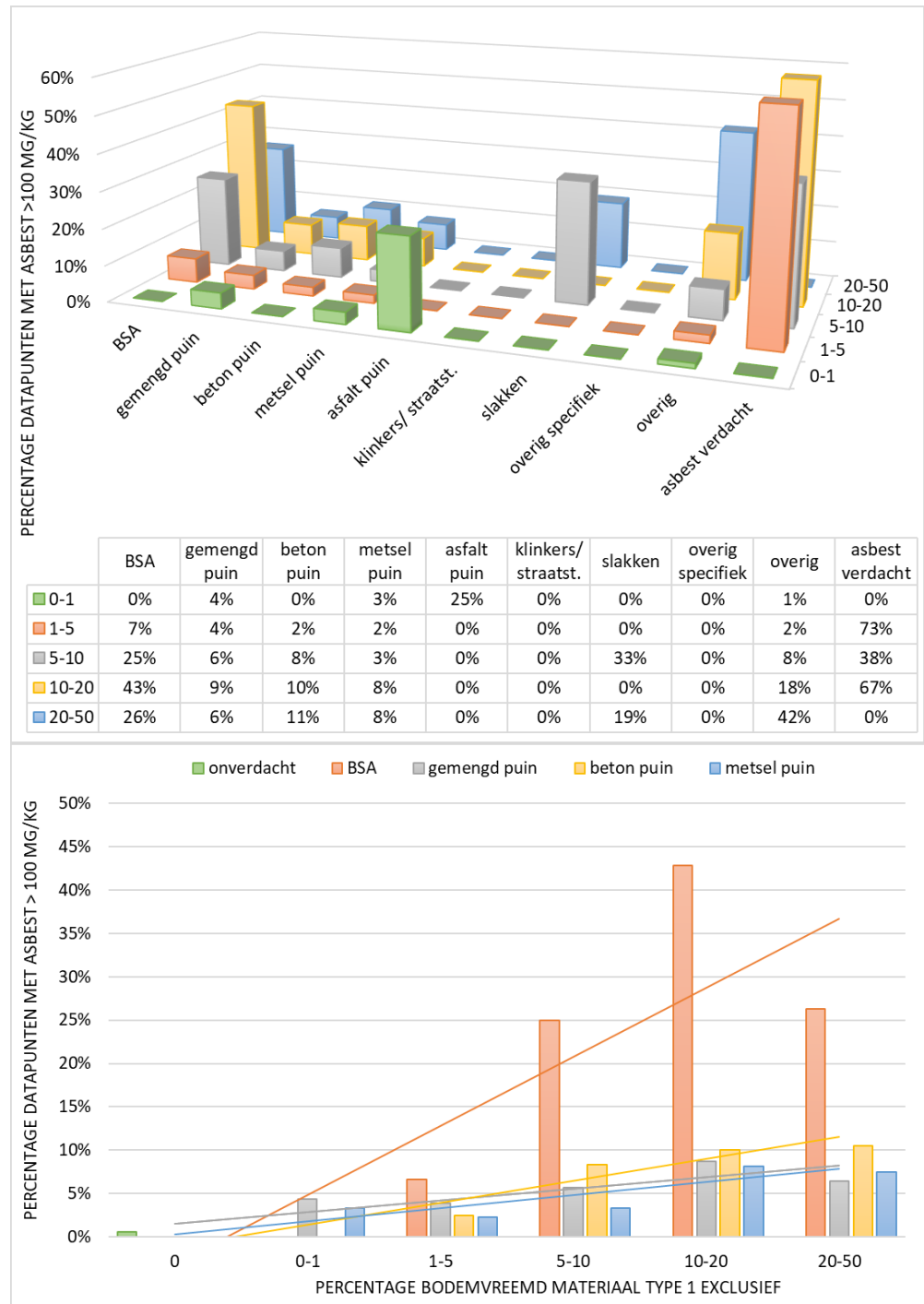
Figuur 25. Boven: grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario som type 1-3). Onder: grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.

## 9.2 Alleen type 1 bodemvreemd materiaal

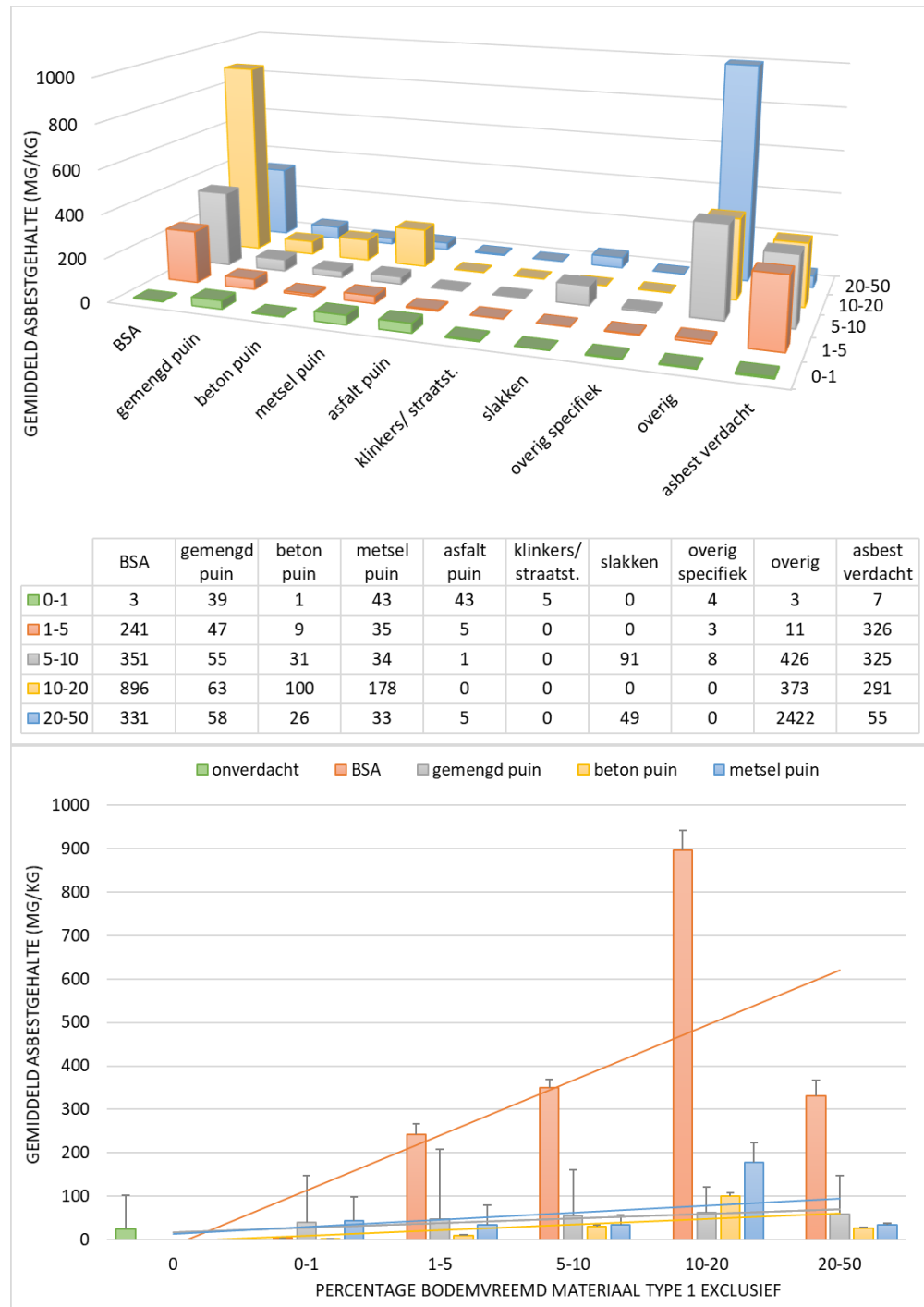
Figuren 26 - 28 geven de resultaten weer van de data-analyse met datapunten waar alleen één type bodemvreemd materiaal is aangetroffen (alleen type 1).



Figuur 26. Boven: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario alleen type 1). Onder: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.



Figuur 27. Boven: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario alleen type 1). Onder: grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.



Figuur 28. Boven: grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte uitgezet tegen alle soorten bodemvreemd materiaal en hoeveelheid bijmenging (scenario alleen type 1). Onder: grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de vier belangrijkste soorten puin.

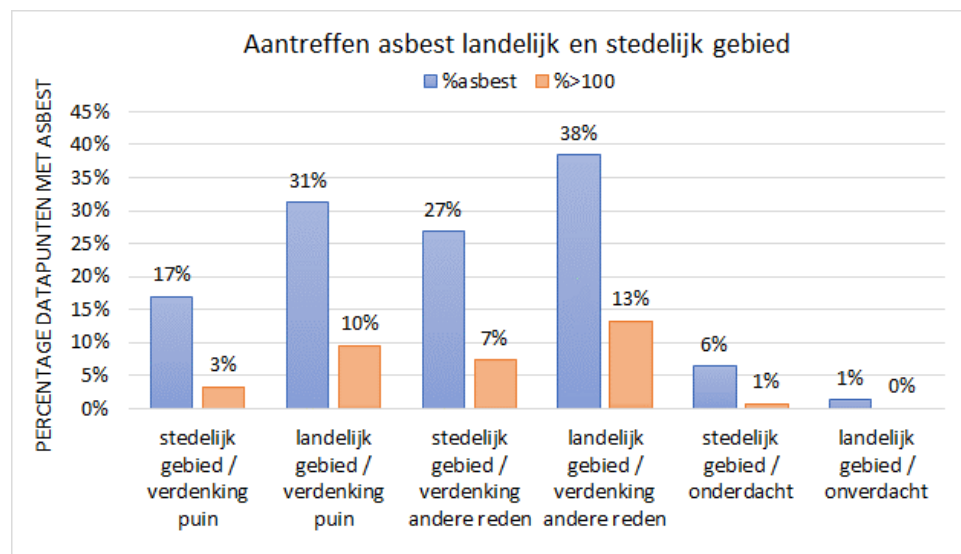


## 10 Onderscheid landelijk en stedelijk gebied

Het onderscheid tussen stedelijk en landelijk gebied is gebaseerd op de overlap tussen de postcode van de onderzoekslocatie en de bevolkingskern zoals geformuleerd door het CBS (zie Paragraaf 4.2). Op basis van deze formulering vallen 9224 datapunten onder stedelijk gebied en 5246 datapunten onder landelijk gebied. Hieronder volgen de resultaten van de apart uitgevoerde statistische data-analyses van datapunten die vallen onder landelijk en stedelijk gebied.

### 10.1 Reden verdenking

In zowel het landelijk als stedelijk gebied is er een vergelijkbare verdeling in verdenkingsredenen. Ongeveer 60-65% van de datapunten heeft als verdenkingsreden: verdacht door puin, 30-35% een verdenking door een andere reden en ca.5% heeft geen reden tot verdenking (onverdacht). In Figuur 29 zijn voor landelijk en stedelijk gebied de verdenkingsredenen vergeleken op basis van het aantreffen van asbest. Voor locaties met een reden tot verdenking wordt in het landelijk gebied significant meer (bijna 2x zoveel) asbest aangetroffen dan in het stedelijk gebied. Daarentegen is op locaties zonder reden tot verdenking in het stedelijk gebied vaker asbest aanwezig dan in het landelijk gebied. Voor zowel de landelijke gebieden als de stedelijke gebieden met een reden tot verdenking geldt dat de verhoging van het asbestgehalte ten opzichte van de onverdachte situatie (zonder verdenkingsredenen) significant is ( $p < 0,05$ ).



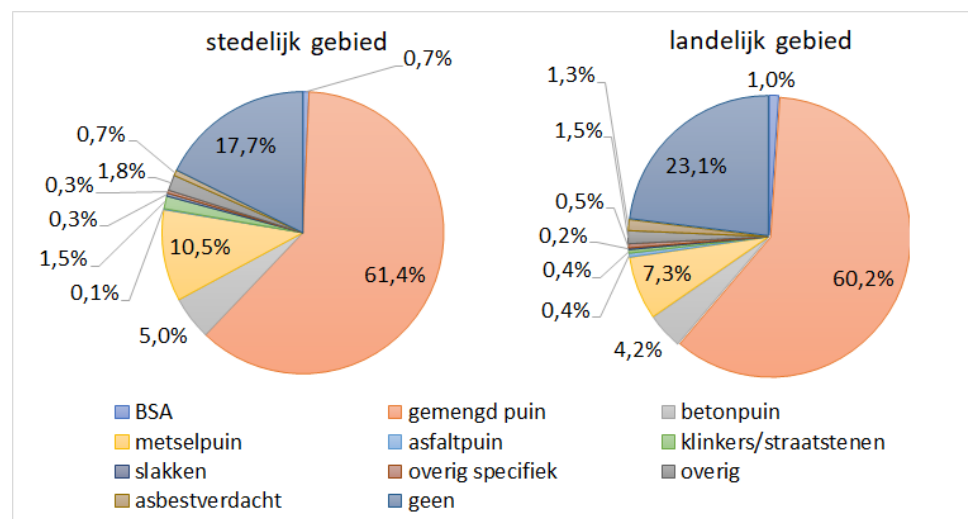
Figuur 29. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest (>0 en >100 mg/kg) wordt aangetroffen per verdenkingsredenen met onderscheid in stedelijk en landelijk gebied.

Bovenstaande verschillen in de aanwezigheid van asbest tussen landelijk gebied en stedelijk gebied zijn niet veroorzaakt door verschillen in monsternemingsmethode. De verdeling over boringen, graafgaten, sleuven en grepen is voor stedelijk gebied 44%-51%-2%-3% en voor landelijk gebied 55%-37%-6%-2%.

Voor landelijk gebied zijn weliswaar meer sleuven gebruikt, maar daarentegen ook meer boringen dan graafgaten. In sleuven wordt vaker asbest aangetroffen dan in graafgaten, maar in graafgaten wordt vaker asbest (>50 mg/kgds) aangetroffen dan in boringen (zie Paragraaf 6.2). Waarschijnlijk is de belangrijkste reden voor het verschil in de aanwezigheid van asbest tussen landelijk gebied en stedelijk gebied dat in het stedelijk gebied het lastig is om een éénduidige hypothese (verdacht/onverdacht) te stellen door de diversiteit van het bodemvreemd materiaal en de vele omgevingsfactoren die een verdenking met zich mee kunnen brengen. Voor landelijke gebieden is de hypothese veel makkelijker te stellen door de éénduidigheid van de situatie en er zal bij een gestelde verdenking dan ook vaker asbest worden aangetroffen.

## 10.2 Gespecificeerd bodemvreemd materiaal

In Figuur 30 is de verdeling van de verschillende soorten bodemvreemd materiaal grafisch gepresenteerd voor landelijk en stedelijk gebied. De verschillen in bodemvreemd materiaal tussen beide gebieden is over het algemeen klein. Wel wordt in het stedelijk gebied iets vaker bodemvreemd materiaal aangetroffen (82% ten opzichte van 77%), wat grotendeels wordt veroorzaakt door het vaker aantreffen van betonpuin en metselpuin.

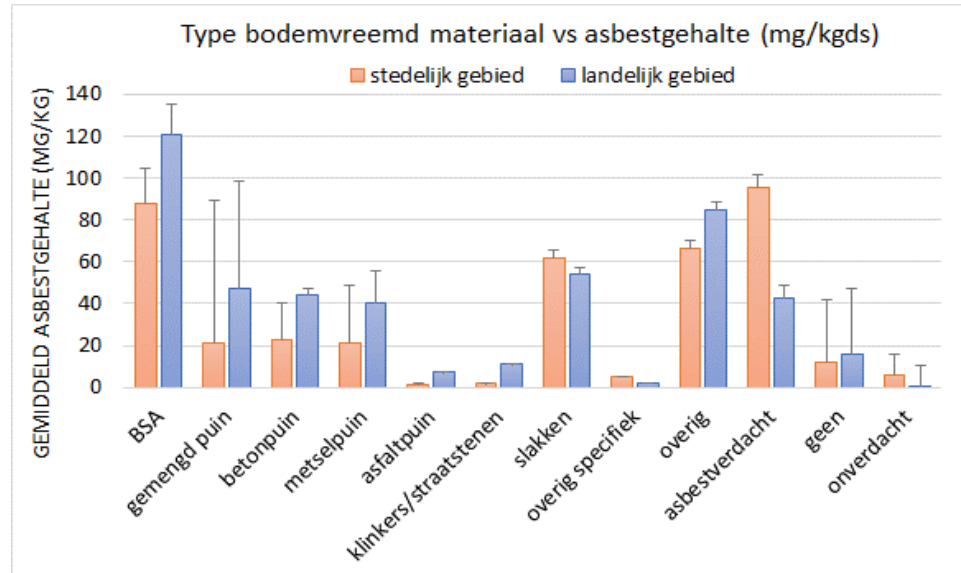


Figuur 30. Grafische weergave van de verdeling van de verschillende soorten bodemvreemd materiaal voor stedelijk en landelijk gebied.

Wanneer voor landelijk en stedelijk gebied de aanwezigheid van asbest per type bodemvreemd materiaal wordt vergeleken valt op dat voor de meeste bodemvreemde materialen meer asbest wordt aangetroffen in het landelijk gebied (zie Figuur 31). Echter zowel voor het landelijk gebied als het stedelijk gebied blijkt dat de aanwezigheid van asbest gerelateerd kan worden aan vijf soorten bodemvreemd materiaal:

- bouw- en sloopafval,
- gemengd puin,
- betonpuin
- metselpuin
- overig bodemvreemd materiaal ("overig")

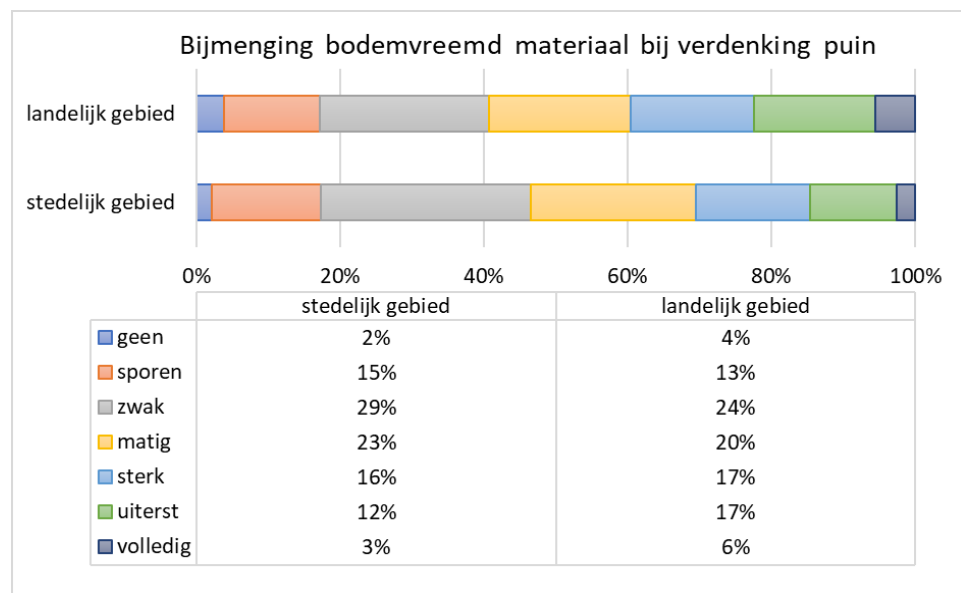
Bij deze soorten bodemvreemd materiaal wordt zowel voor het landelijk gebied als het stedelijk gebied significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde ( $p < 0,05$ ).



Figuur 31. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal voor stedelijk en landelijk gebied bij een verdenking op basis van uitsluitend puin.

### 10.3 Bijmengingen totaal bodemvreemd materiaal

De verdeling van de hoeveelheid bijmenging bodemvreemd materiaal is voor stedelijk en landelijk gebied grafisch weergegeven in Figuur 32. Het gaat hierbij uitsluitend om datapunten met een verdenkingsreden op basis van puin.



Figuur 32. Grafische weergave van de verdeling van bijmenging bodemvreemd materiaal met onderscheid in stedelijk en landelijk gebied.

Op locaties met puin als verdenkingsreden heeft het landelijk gebied gemiddeld meer bijmenging van bodemvreemd materiaal dan het stedelijk gebied. In het landelijk gebied heeft 40% van de datapunten meer dan 10% bijmenging (sterk + uiterst + volledig) terwijl in het stedelijk gebied dit percentage op 30% ligt.

Voor landelijk gebied en stedelijk gebied is de hoeveelheid bijmenging aan totaal bodemvreemd materiaal vergeleken met de aanwezigheid van asbest. In Figuren 33 – 35 zijn de resultaten hiervan op drie manieren grafisch weergegeven in staafdiagrammen inclusief trendlijn:

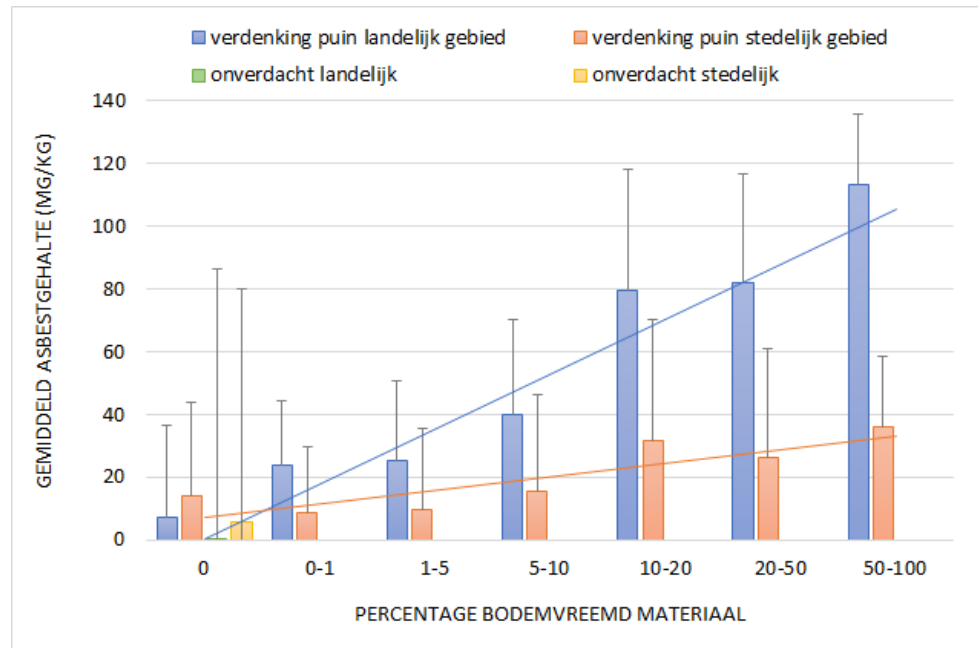
1. Op basis van het gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds)
2. Op basis van het aantal datapunten waarin asbest is aangetroffen
3. Op basis van het aantal datapunten waarin het asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds

De drie diagrammen samen geven een goed beeld van de relatie tussen de bijmenging aan totaal bodemvreemd materiaal en de aanwezigheid van asbest. In tegenstelling tot de voorgaande data uitwerkingen is nu ook het bijmengingspercentage 50-100% meegenomen. Dit is strikt genomen geen bodem, maar voor complete vergelijking tussen het landelijk gebied en stedelijk gebied in algemene zin wel relevant.

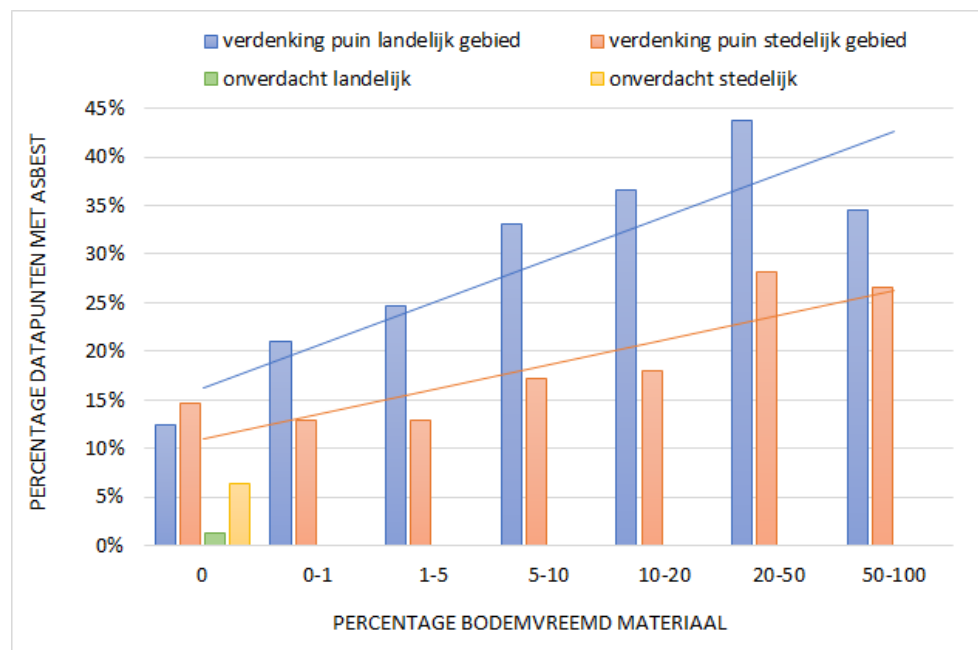
In de resultaten is onderscheid gemaakt in datapunten met een verdenking op basis van puin op basis van het scenario “som type 1-3” (zie Paragraaf 4.1.2) en onverdachte datapunten (zonder verdenkingsreden), waarin geen bodemvreemd materiaal is aangetroffen

Uit de resultaten blijkt dat voor landelijk en stedelijk gebied een trend is waarbij de hoeveelheid asbest toeneemt met de hoeveelheid bijmenging aan bodemvreemd materiaal. Deze trend is echter veel (2-3 x) sterker bij de datapunten in het landelijke gebied. Voor zowel het landelijk als stedelijk gebied geldt echter wel dat bij alle bijmengingen (0 – 100%) aan bodemvreemd materiaal significant meer asbest aanwezig is dan bij onverdachte datapunten zonder bodemvreemd materiaal ( $p < 0,05$ ). Ook de correlatie tussen het aantreffen van asbest en de hoeveelheid puinbijmenging is voor het landelijk en stedelijk gebied redelijk goed ( $R^2$  0,6 – 0,9).

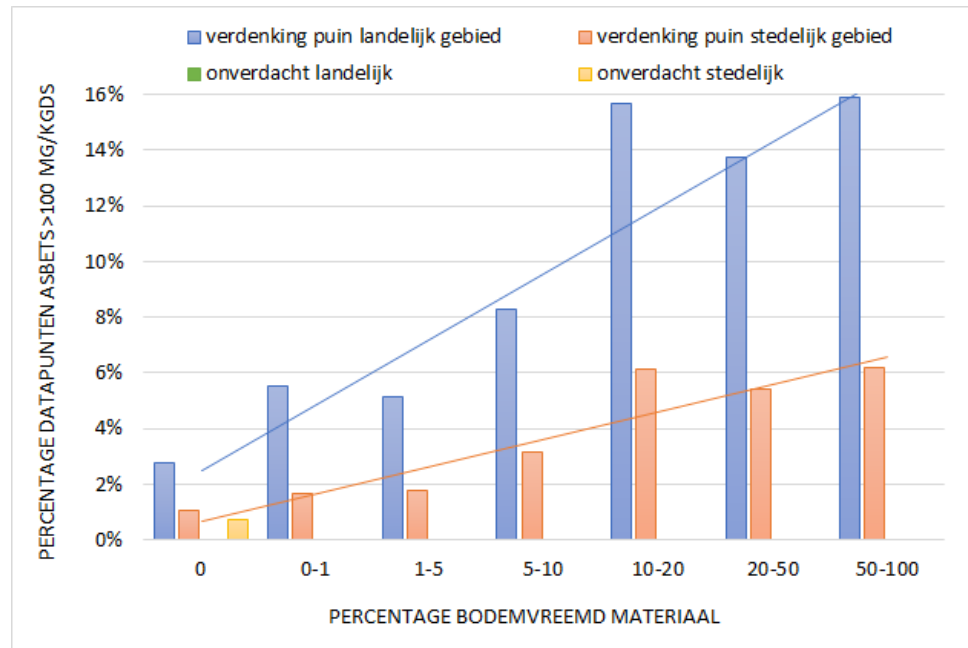
Mogelijke verklaring voor de lagere asbestgehalten in stedelijke gebieden kan zijn dat daar over het algemeen meer bodemvreemd materiaal in de bodem aanwezig is, wat vaker leidt tot een verdenking op basis van puin met als consequentie meer asbest bodemonderzoek. Echter, in stedelijk gebied is het puin meer divers dan in het landelijk gebied en is een deel hiervan minder sterk te relateren aan de aanwezigheid van asbest. Dit betreft vooral het “historische puin”. In het landelijk gebied zullen locaties zonder verdenkingsreden vooral gerelateerd zijn aan (niet professioneel) gesloopte schuren en stallen waarvan het puin als verharding, fundering en /of restverontreiniging in de bodem terecht is gekomen. Dit puin is sterk gerelateerd aan de aanwezigheid van asbest.



Figuur 33. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor puinverdachte en onverdachte datapunten in stedelijk en landelijk gebied



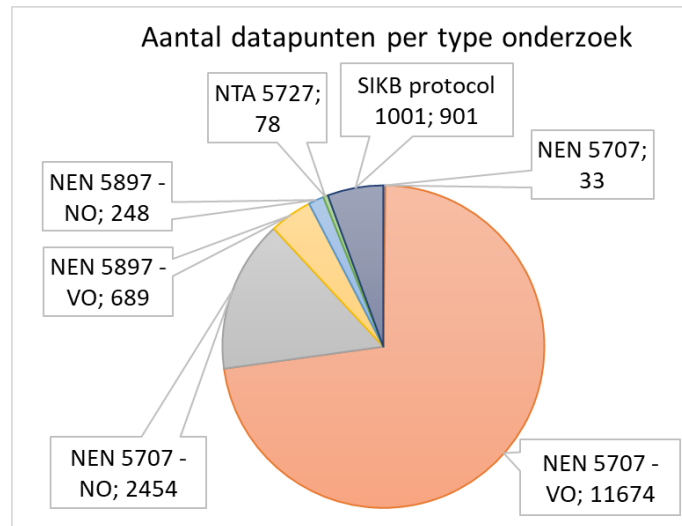
Figuur 34. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor puinverdachte en onverdachte datapunten in stedelijk en landelijk gebied.



Figuur 35. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest >100 mg/kgds is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor puinverdachte en onverdachte datapunten in stedelijk en landelijk gebied.

## 11 Onderscheid type onderzoek / matrix

In Figuur 36 zijn de verschillende toegepaste onderzoeken grafisch weergegeven in een taartdiagram.



Figuur 36. Grafische weergave van het aantal datapunten per type toegepast onderzoeken. VO = verkennend onderzoek, NO = nader onderzoek (de getallen geven het aantal datapunten weer).

Verreweg de meeste onderzoeken zijn asbest in bodem onderzoeken conform de NEN 5707 (ca 88%). Daarnaast betreft het een klein deel puinlagen die zijn onderzocht conform de NEN 5897 (ca. 6%) en een klein deel partijen grond die zijn onderzocht conform de SIKB protocol 1001 (ca. 5%). De database bevat slechts enkele datapunten met waterbodem/baggerspecie die zijn onderzocht volgens de NTA 5727 (78 datapunten: 0,5%). Op basis van dit geringe aantal datapunten is een betrouwbare statistische data-analyse voor waterbodem niet mogelijk. In de gedetailleerde data analyse is het onderzoek van waterbodden volgens de NTA 5727 dan ook buiten beschouwing gelaten.

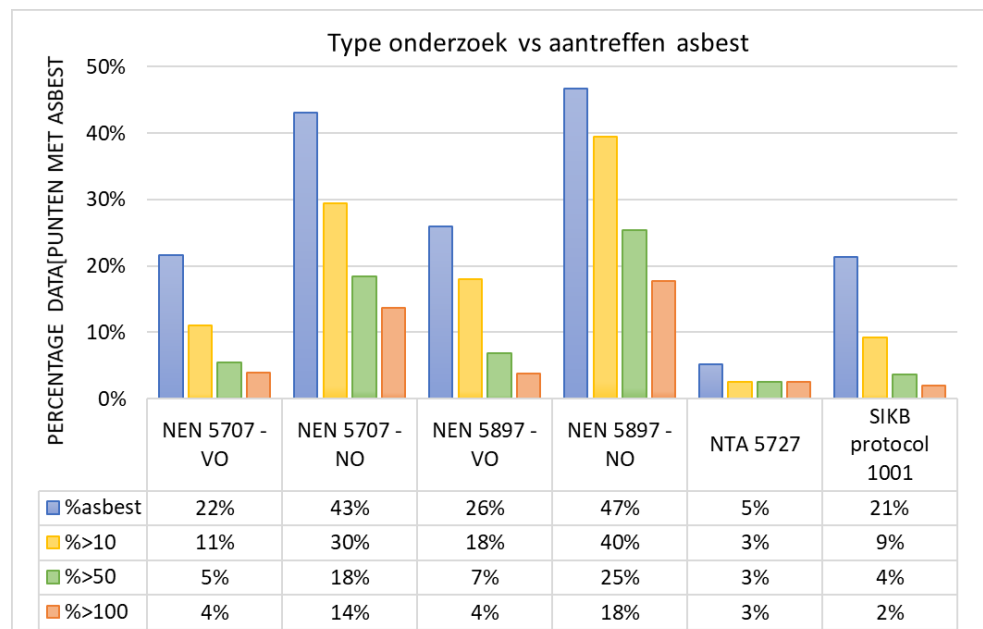
In Figuur 37 zijn de verschillende typen onderzoek vergeleken op basis van de aanwezigheid van asbest. De resultaten laten zien dat in het nader onderzoek circa twee keer zoveel asbest wordt aangetroffen dan in het verkennend onderzoek. Daarnaast worden er vergelijkbare hoeveelheden asbest aangetroffen in de onderzoeken conform NEN 5897 voor puin(granulaat) en de onderzoeken conform NEN 5707 voor bodem. Bij partijkeuring volgens SIKB protocol 1001 is de kans op het aantreffen van asbest even groot als in het verkennend onderzoek. Echter de asbestgehalten zijn lager. Een mogelijke reden kan zijn dat bij partijkeuringen vaker gebruik wordt gemaakt van boringen.

Wanneer voor de verschillende typen onderzoeken (en matrices) de aanwezigheid van asbest per type bodemvreemd materiaal wordt vergeleken (Figuur 38) valt op dat voor het onderzoek volgens NEN 5707 en NEN 5897 de aanwezigheid van asbest gerelateerd kan worden aan vijf soorten bodemvreemd materiaal:

- bouw- en sloopafval,
- gemengd puin,
- betonpuin,
- metselpuin
- overig bodemvreemd materiaal (“overig”)

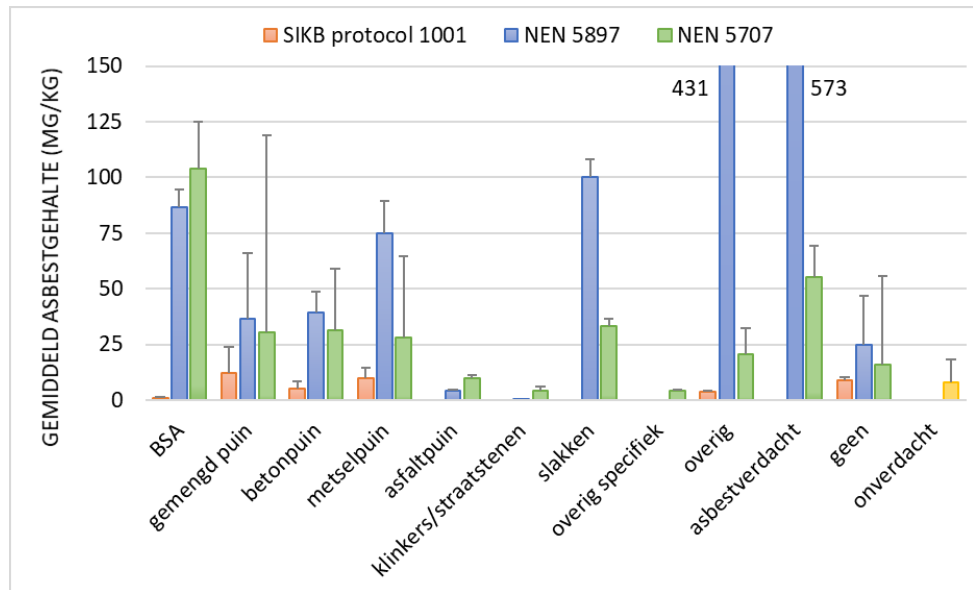
Bij deze soorten bodemvreemd materiaal wordt voor beide typen onderzoek significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde ( $p < 0,05$ ). Wel is duidelijk dat bij het onderzoek van puin(granulaat) volgens NEN 5897 vaker asbest wordt aangetroffen. Bij partijkeuringen wordt weer minder vaak asbest aangetroffen en alleen voor gemengd puin en metselpuin wordt hierbij significant meer asbest aangetroffen ten opzichte van de referentiewaarde  $p < 0,05$ .

Voor alle type onderzoek geldt dat ook zonder aantreffen van bodemvreemd materiaal significant meer asbest aangetroffen wordt ten opzichte van de referentiewaarde ( $p < 0,05$ ). Een verklaring hiervoor is dat in deze categorie ook datapunten zitten waarin het type bodemvreemd materiaal onbekend is en/of niet (juist) is ingevuld. Tevens blijkt dat asfaltpuin en klinkers/straatstenen niet gerelateerd zijn aan asbest ( $p > 0,1$ ). De correlatie tussen het aantreffen van asbest en de hoeveelheid puinbijmenging (Figuur 39) is voor bodemonderzoek conform NEN 5707 en partijkeuringen conform SIKB protocol 1001 goed ( $R^2 0,7 - 0,9$ ). Voor partijkeuringen geldt wel dat het asbestgehalte bij sporen puin niet significant is verhoogd ten opzichte van de referentiewaarde. Voor het onderzoek van puin(granulaat) conform NEN 5897 ontbreekt de correlatie ( $R^2 < 0,5$ ). Dit is ook te verwachten aangezien verreweg de meeste datapunten een bijmengingspercentage hebben van meer dan 50%.

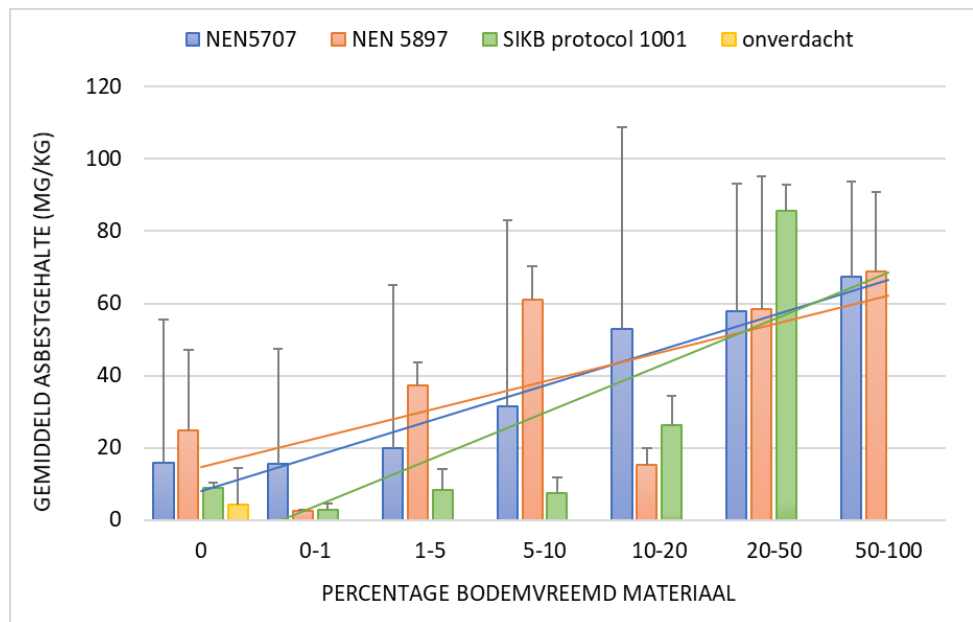


Figuur 37. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest (>0, >10, >50 en >100 mg/kg) wordt aangetroffen per type onderzoek.





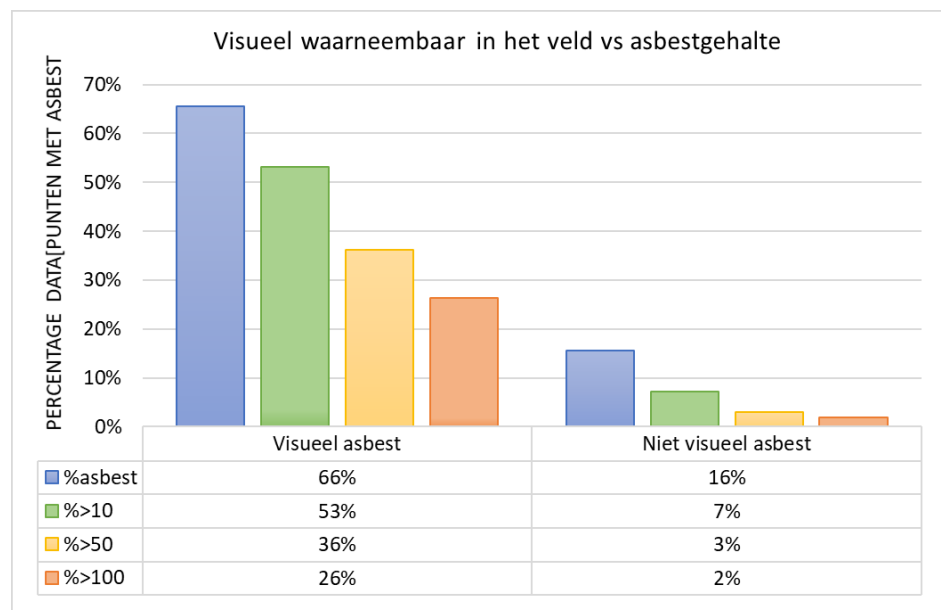
Figuur 38. Grafische weergave van het gemiddelde asbestgehalte (inclusief standaard deviatie) uitgezet tegen de soorten bodemvreemd materiaal onderverdeeld naar type onderzoek: SIKB protocol 1001, NEN 5707 en NEN 5897.



Figuur 39. Grafische weergave van het gemiddeld asbestgehalte uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal onderverdeeld naar type onderzoek: SIKB protocol 1001, NEN 5707 en NEN 5897.

## 12 Onderscheid visueel zichtbaar asbest

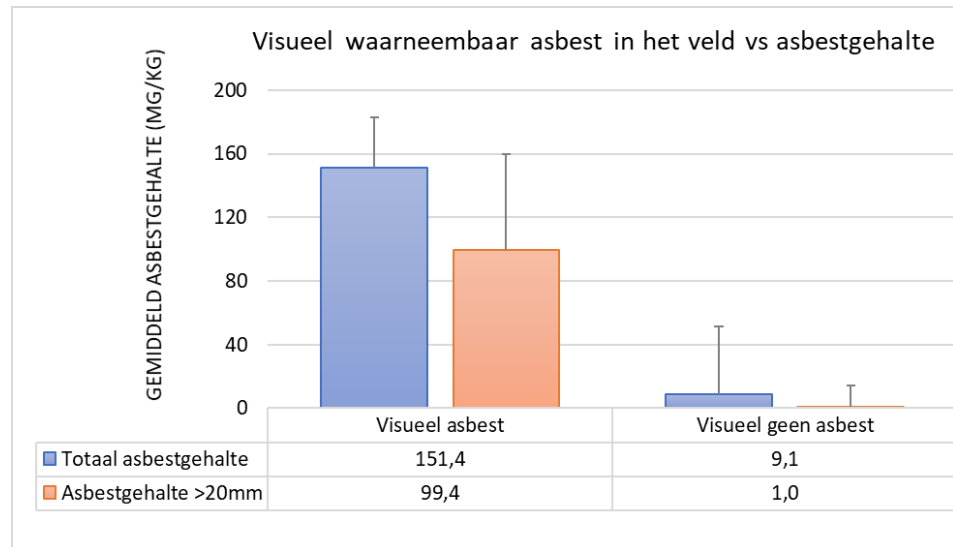
Op basis van de database kan onderscheid worden gemaakt in datapunten waarbij visueel asbest in het veld is aangetroffen en datapunten waar asbest niet zichtbaar was in het veld. De verwachting is dat het aantreffen van asbest in het veld resulteert in een hoger totaalgehalte aan asbest. Dit gegeven maakt het relevant om te onderzoeken of het niet aantreffen van asbest in veld nog steeds resulteert in een significante verhoging van het asbestgehalte ten opzichte van overdachte situaties zonder verdenkingsreden. In Figuren 40 en 41 is een vergelijking gemaakt op basis van de aanwezigheid van asbest voor wel en niet visueel asbest in het veld.



Figuur 40. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest (>0, >10, >50 en >100 mg/kg) wordt aangetroffen voor de situaties waarin visueel wel en geen asbest in het veld wordt aangetroffen.

Uit de resultaten blijkt duidelijk dat bij het visueel aantreffen van asbest in het veld er significant meer asbest wordt aangetroffen dan wanneer er in het veld visueel geen asbest wordt aangetroffen ( $p < 0,05$ ). Wanneer in het veld visueel geen asbest wordt aangetroffen zal het totale asbestgehalte relatief laag blijven. Dit is logisch gezien het feit dat het aandeel aan grof asbesthoudend materiaal (>20 mm) bepalend is voor het asbestgehalte. In Figuur 41 is te zien dat het aandeel aan grof asbest in het totaalgehalte ca. 70% is wanneer asbest visueel in het veld wordt aangetroffen, terwijl deze slechts 10% is wanneer dit niet het geval is.

Ondanks dat het asbestgehalte relatief laag blijft wanneer visueel geen asbest in het veld wordt aangetroffen is het gehalte nog steeds significant verhoogd ten opzichte van de onverdachte situaties zonder bodemvreemd materiaal (referentiewaarde).

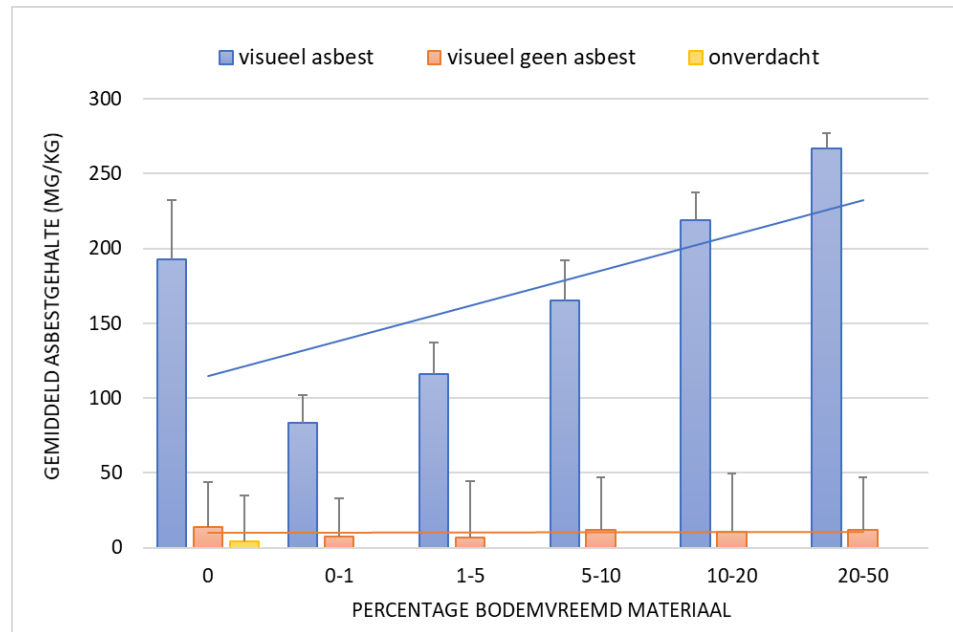


Figuur 41. Grafische weergave van het gemiddeld totaalgehalte en het gemiddeld asbestgehalte van het grove asbesthoudende materiaal >20mm (in mg/kg) voor de situaties waarin wel en geen asbest in het veld wordt aangetroffen.

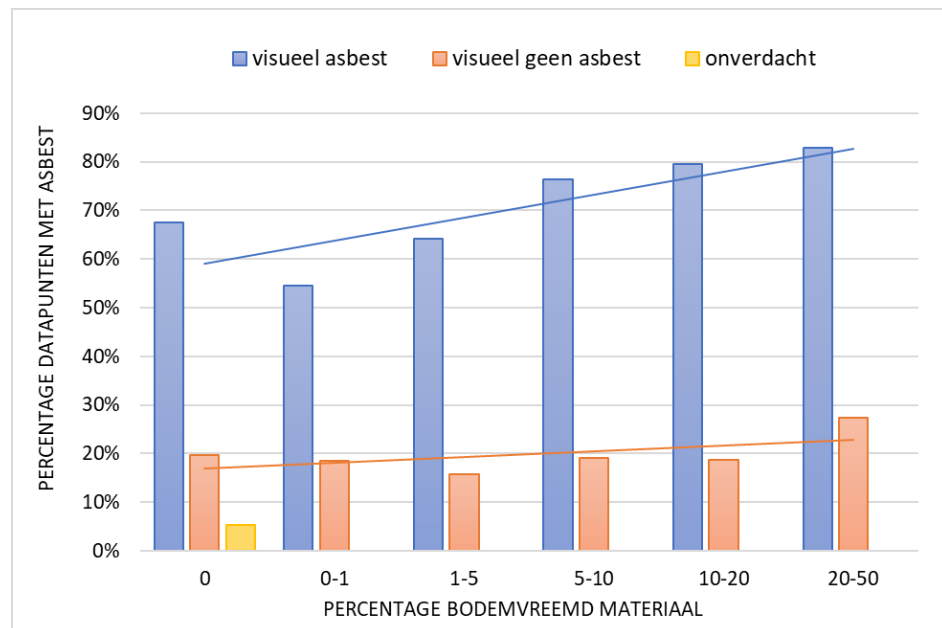
Voor de situaties met en zonder visueel asbest in het veld is de hoeveelheid bijmenging aan totaal bodemvreemd materiaal vergeleken met de aanwezigheid van asbest. In Figuren 42 – 44 zijn de resultaten hiervan op drie manieren grafisch weergegeven in staafdiagrammen inclusief trendlijn:

1. Op basis van het gemiddeld asbestgehalte (mg/kgds)
2. Op basis van het aantal datapunten waarin asbest is aangetroffen
3. Op basis van het aantal datapunten waarin het asbestgehalte groter is dan 100 mg/kgds

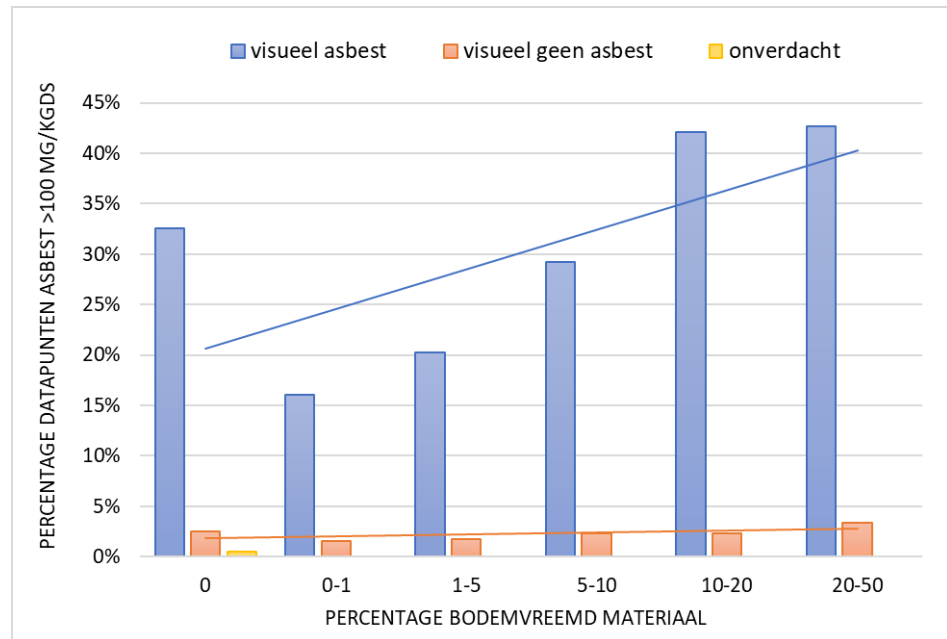
Voor beide situaties, met en zonder visueel asbest in het veld, geldt dat bij alle percentages bijmengingen er significant meer asbest aanwezig is ( $p < 0,05$ ) dan in onverdachte situaties zonder bodemvreemd materiaal (referentiewaarde). Dit geldt ook voor het aantreffen van sporen puin. Uit de resultaten blijkt tevens dat er veel meer (10-15x) asbest wordt aangetroffen wanneer asbest zichtbaar is in het veld. Echter voor beide situaties, met en zonder visueel asbest in het veld, is een trend waarbij de hoeveelheid asbest toeneemt met de hoeveelheid bijmengingen bodemvreemd materiaal. De correlatie tussen het aantreffen van asbest en de hoeveelheid puinbijmenging is in beide situaties goed ( $R^2 > 0,7$ ).



Figuur 42. Grafische weergave van het gemiddeld asbestgehalte uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal onderverdeeld naar wel en geen visueel asbest in het veld.



Figuur 43. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de situaties waarin wel en geen asbest is aangetroffen in het veld.



Figuur 44. Grafische weergave van het percentage datapunten waarin asbest is aangetroffen met een gehalte > 100 mg/kg uitgezet tegen het percentage bodemvreemd materiaal voor de situaties waarin wel en geen asbest is aangetroffen in het veld.

## 13 Conclusie en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies zijn:

- De database met meer dan 16.000 datapunten heeft voldoende geografische dekking en is representatief voor de gehele Nederlandse situatie inclusief landelijke en stedelijke gebieden.
- Voor onderzoekslocaties met een verdenking uitsluitend op basis van puin is er een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest in de bodem.
- De aanwezigheid van asbest is gecorreleerd aan bouw- en sloopafval, gemengd puin, betonpuin en metselpuin. Bij deze typen puin is een toename te zien in de hoeveelheid asbest bij een oplopend percentage bijmenging. Asfaltpuin en straatstenen/klinkers zijn niet gerelateerd aan de aanwezigheid van asbest.

Voor de overige typen bodemvreemd materiaal (slakken, glas, huishoudelijk afval, plastic, hout, kolen, grind) kan geen correlatie worden vastgesteld door enerzijds onvoldoende datapunten en anderzijds door mogelijk verkeerde interpretatie van de categorie "overige".

- Bij de relatie tussen de aanwezigheid van puin en asbest speelt de hoeveelheid bijmenging aan bodemvreemd materiaal een belangrijke rol, maar kan niet gebruikt worden voor een verdere nuancering van de verdenking. Zelfs wanneer sporen puin (<1%) worden aangetroffen is er een duidelijke toename in de hoeveelheid asbest ten opzichte van onverdachte locaties.
- In landelijke gebieden wordt ongeveer twee keer zoveel asbest aangetroffen dan in stedelijke gebieden. In beide gebieden is voor bouw- en sloopafval, gemengd puin, betonpuin en metselpuin een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest.
- Ook voor partijkeuringen conform SIKB protocol 1001 is een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest aangetoond.
- Voor het onderzoek van waterbodems conform NTA 5727 was, door het geringe aantal datapunten, geen betrouwbare statistische data-analyse mogelijk.
- Het aantreffen van visueel asbest op de locatie resulteert in veel hogere asbestgehalten, echter, ook wanneer geen visueel asbest op locatie wordt aangetroffen is er significant meer asbest aanwezig ten opzichte van een onverdachte situatie. In beide gevallen is er een duidelijke correlatie tussen de hoeveelheid puin en de aanwezigheid van asbest.
- Er wordt significant meer grof asbesthoudend materiaal (>20mm) in graafgaten en sleuven aangetroffen dan in boringen. Bij de aanwezigheid van grof asbesthoudend materiaal resulteert het zetten van boringen in een

onderschatting van het asbestgehalte, doordat grof materiaal wordt weggedrukt tijdens het boren.

- De resultaten met betrekking tot verdachtheid van puintypen zijn grotendeels in overeenstemming met de NEN 5725; alleen metselpuin is hierin nog niet als potentieel verdacht puin benoemd.
- De resultaten van de statistisch data-analyse kunnen aanleiding geven tot het aanpassen cq. optimaliseren van het vooronderzoek conform de NEN 5725. Het doorvertalen van de resultaten naar praktische handvatten voor de NEN 5725 valt buiten de scope van dit onderzoek en is een beleidsmatige keuze. Er wordt aanbevolen om het rapport met alle belanghebbende partijen te bespreken en te komen tot een gezamenlijk oordeel over de vraag wanneer (bij welke type en percentage puin) er sprake is van een zodanige kans op het aantreffen van asbest dat die leidt tot aanvullend bodemonderzoek.

## 14 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Bodem+  
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving  
Postbus 2232  
3500 GE UTRECHT

Naam en functies van medewerkers:

P.C. Tromp, Senior Research Scientist

Kwaliteitsborging

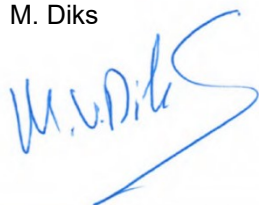
Het onderzoek is uitgevoerd onder een kwaliteitssysteem dat voldoet aan ISO-9001.

Datum waarop of tijdsbestek waarin het onderzoek heeft plaatsgehad:

Maart - juni 2018

Naam en paraaf tweede lezer:

M. Diks



Utrecht, 25-06-2018

TNO



Dr. B. Bos  
Afdelingshoofd



P.C. Tromp, MSc.  
Auteur



## Bijlage 1 Gedetailleerde resultaten

Tabel B1. Percentage datapunten met asbest per percentage bijmenging.

| Klasse bijmenging                      | Percentage bijmenging | Aantal data punten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|--|-----------------------|--------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|  |                       |                    | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>Onverdacht</b>                      |                       |                    |                                  |          |           |           |            |
| -                                      | 0%                    | 577                | 5%                               | 5%       | 2%        | 1%        | 1%         |
| <b>Verdenking puin (alleen type 1)</b> |                       |                    |                                  |          |           |           |            |
| -                                      | 0%                    | 985                | 24%                              | 20%      | 11%       | 7%        | 5%         |
| sporen                                 | 0-1%                  | 795                | 17%                              | 15%      | 9%        | 5%        | 4%         |
| zwak                                   | 1-5%                  | 1513               | 16%                              | 15%      | 9%        | 4%        | 3%         |
| matig                                  | 5-10%                 | 949                | 19%                              | 17%      | 10%       | 5%        | 3%         |
| sterk                                  | 10-20%                | 553                | 18%                              | 18%      | 12%       | 10%       | 8%         |
| uiterst                                | 20-50%                | 694                | 34%                              | 33%      | 26%       | 12%       | 7%         |
| <b>Verdenking puin (som type 1-3)</b>  |                       |                    |                                  |          |           |           |            |
| -                                      | 0%                    | 985                | 24%                              | 20%      | 11%       | 7%        | 5%         |
| sporen                                 | 0-1%                  | 1010               | 17%                              | 15%      | 9%        | 4%        | 3%         |
| zwak                                   | 1-5%                  | 1916               | 17%                              | 16%      | 9%        | 4%        | 3%         |
| matig                                  | 5-10%                 | 1542               | 22%                              | 20%      | 13%       | 7%        | 5%         |
| sterk                                  | 10-20%                | 1080               | 24%                              | 24%      | 16%       | 12%       | 9%         |
| uiterst                                | 20-50%                | 902                | 34%                              | 33%      | 26%       | 13%       | 9%         |
| <b>Verdenking andere reden</b>         |                       |                    |                                  |          |           |           |            |
| -                                      | 0%                    | 864                | 18%                              | 16%      | 9%        | 5%        | 3%         |
| sporen                                 | 0-1%                  | 624                | 29%                              | 22%      | 14%       | 6%        | 5%         |
| zwak                                   | 1-5%                  | 688                | 29%                              | 27%      | 18%       | 10%       | 9%         |
| matig                                  | 5-10%                 | 448                | 44%                              | 41%      | 32%       | 23%       | 18%        |
| sterk                                  | 10-20%                | 337                | 42%                              | 42%      | 33%       | 26%       | 21%        |
| uiterst                                | 20-50%                | 294                | 50%                              | 49%      | 40%       | 25%       | 20%        |

Tabel B2. Percentage datapunten met asbest per type bodemvreemd materiaal.

| Type bodemvreemd materiaal             | Aantal datapunten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|--|-------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|  |                   | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>Onverdacht</b>                      |                   |                                  |          |           |           |            |
| geen                                   | 577               | 5%                               | 5%       | 2%        | 1%        | 1%         |
| <b>Verdenking puin (alleen type 1)</b> |                   |                                  |          |           |           |            |
| BSA                                    | 53                | 34%                              | 34%      | 23%       | 17%       | 15%        |
| gemengd puin                           | 3633              | 21%                              | 20%      | 13%       | 7%        | 4%         |
| betonpuin                              | 78                | 21%                              | 14%      | 8%        | 5%        | 3%         |
| metsepuin                              | 510               | 13%                              | 12%      | 7%        | 4%        | 2%         |
| asfaltpuin                             | 13                | 23%                              | 15%      | 15%       | 0%        | 0%         |
| klinkers/straatstenen                  | 99                | 2%                               | 1%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| slakken                                | 15                | 33%                              | 33%      | 27%       | 20%       | 20%        |
| overig specifiek                       | 0                 | -                                | -        | -         | -         | -          |
| overig                                 | 89                | 25%                              | 25%      | 11%       | 7%        | 4%         |
| asbestverdacht                         | 14                | 100%                             | 93%      | 64%       | 29%       | 21%        |
| geen                                   | 985               | 24%                              | 20%      | 11%       | 7%        | 5%         |
| <b>Verdenking puin (som type 1-3)</b>  |                   |                                  |          |           |           |            |
| BSA                                    | 77                | 38%                              | 36%      | 26%       | 18%       | 16%        |
| gemengd puin                           | 4929              | 23%                              | 22%      | 15%       | 8%        | 6%         |
| betonpuin                              | 523               | 20%                              | 18%      | 12%       | 6%        | 3%         |
| metsepuin                              | 897               | 17%                              | 16%      | 10%       | 5%        | 4%         |
| asfaltpuin                             | 25                | 12%                              | 8%       | 8%        | 0%        | 0%         |
| klinkers/straatstenen                  | 108               | 2%                               | 1%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| slakken                                | 20                | 30%                              | 30%      | 25%       | 20%       | 20%        |
| overig specifiek                       | 0                 | -                                | -        | -         | -         | -          |
| overig                                 | 89                | 25%                              | 25%      | 11%       | 7%        | 4%         |
| asbestverdacht                         | 14                | 100%                             | 93%      | 64%       | 29%       | 21%        |
| geen                                   | 985               | 24%                              | 20%      | 11%       | 7%        | 5%         |
| <b>Verdenking andere reden</b>         |                   |                                  |          |           |           |            |
| BSA                                    | 43                | 51%                              | 51%      | 37%       | 23%       | 19%        |
| gemengd puin                           | 1489              | 37%                              | 35%      | 26%       | 16%       | 13%        |
| betonpuin                              | 267               | 41%                              | 39%      | 27%       | 16%       | 11%        |
| metsepuin                              | 462               | 33%                              | 27%      | 19%       | 12%       | 9%         |
| asfaltpuin                             | 7                 | 29%                              | 29%      | 29%       | 14%       | 14%        |
| klinkers/straatstenen                  | 35                | 43%                              | 23%      | 17%       | 0%        | 0%         |
| slakken                                | 11                | 36%                              | 36%      | 27%       | 18%       | 18%        |
| overig specifiek                       | 2                 | 50%                              | 50%      | 50%       | 50%       | 0%         |
| overig                                 | 169               | 27%                              | 27%      | 18%       | 14%       | 13%        |
| asbestverdacht                         | 44                | 68%                              | 55%      | 39%       | 27%       | 23%        |
| geen                                   | 864               | 18%                              | 16%      | 9%        | 5%        | 3%         |

Tabel B3. Percentage datapunten met asbest per type bodemvreemd materiaal en percentage bijmenging voor de som van typen 1-3 bodemvreemd materiaal.

| Klasse bijmenging            | Percentage bijmenging | Aantal datapunten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|                              |                       |                   | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>BSA</b>                   |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 18                | 17%                              | 17%      | 6%        | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 20                | 15%                              | 15%      | 15%       | 5%        | 5%         |
| matig                        | 5-10%                 | 19                | 37%                              | 32%      | 21%       | 11%       | 11%        |
| sterk                        | 10-20%                | 31                | 58%                              | 58%      | 45%       | 35%       | 29%        |
| uiterst                      | 20-50%                | 29                | 66%                              | 66%      | 45%       | 31%       | 24%        |
| <b>gemengd puin</b>          |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 1622              | 21%                              | 20%      | 11%       | 5%        | 4%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 2703              | 22%                              | 21%      | 12%       | 5%        | 4%         |
| matig                        | 5-10%                 | 2022              | 28%                              | 26%      | 16%       | 9%        | 6%         |
| sterk                        | 10-20%                | 1486              | 31%                              | 31%      | 20%       | 12%       | 10%        |
| uiterst                      | 20-50%                | 1063              | 38%                              | 37%      | 26%       | 14%       | 9%         |
| <b>betonpuin</b>             |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 88                | 24%                              | 16%      | 6%        | 2%        | 1%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 133               | 20%                              | 17%      | 11%       | 6%        | 3%         |
| matig                        | 5-10%                 | 225               | 28%                              | 27%      | 15%       | 8%        | 4%         |
| sterk                        | 10-20%                | 159               | 30%                              | 28%      | 20%       | 13%       | 8%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 109               | 36%                              | 34%      | 28%       | 15%       | 14%        |
| <b>metselpuin</b>            |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 416               | 22%                              | 16%      | 9%        | 3%        | 2%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 457               | 18%                              | 16%      | 11%       | 5%        | 4%         |
| matig                        | 5-10%                 | 295               | 24%                              | 21%      | 14%       | 9%        | 6%         |
| sterk                        | 10-20%                | 174               | 24%                              | 24%      | 17%       | 15%       | 11%        |
| uiterst                      | 20-50%                | 82                | 35%                              | 35%      | 22%       | 13%       | 10%        |
| <b>asfaltpuin</b>            |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 5                 | 40%                              | 20%      | 20%       | 20%       | 20%        |
| zwak                         | 1-5%                  | 4                 | 25%                              | 25%      | 25%       | 0%        | 0%         |
| matig                        | 5-10%                 | 4                 | 25%                              | 25%      | 0%        | 0%        | 0%         |
| sterk                        | 10-20%                | 6                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 9                 | 11%                              | 11%      | 11%       | 0%        | 0%         |
| <b>klinkers/straatstenen</b> |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 39                | 46%                              | 28%      | 21%       | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 28                | 11%                              | 11%      | 7%        | 4%        | 4%         |
| matig                        | 5-10%                 | 37                | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| sterk                        | 10-20%                | 36                | 6%                               | 3%       | 3%        | 3%        | 0%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 10                | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| <b>slakken</b>               |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 9                 | 11%                              | 11%      | 11%       | 11%       | 11%        |
| zwak                         | 1-5%                  | 3                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| matig                        | 5-10%                 | 5                 | 60%                              | 60%      | 20%       | 20%       | 20%        |
| sterk                        | 10-20%                | 5                 | 40%                              | 40%      | 20%       | 0%        | 0%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 20                | 30%                              | 30%      | 25%       | 15%       | 15%        |

| Klasse<br>bijmenging    | Percentage<br>bijmenging | Aantal<br>datapunten | Percentage datapunten met asbest |             |              |              |               |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|                         |                          |                      | >0<br>mg/kg                      | >1<br>mg/kg | >10<br>mg/kg | >50<br>mg/kg | >100<br>mg/kg |
| <b>overig specifiek</b> |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 24                   | 25%                              | 21%         | 4%           | 4%           | 0%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 19                   | 26%                              | 21%         | 5%           | 0%           | 0%            |
| matig                   | 5-10%                    | 12                   | 8%                               | 8%          | 8%           | 8%           | 0%            |
| sterk                   | 10-20%                   | 0                    | -                                | -           | -            | -            | -             |
| uiterst                 | 20-50%                   | 1                    | 0%                               | 0%          | 0%           | 0%           | 0%            |
| <b>overig</b>           |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 80                   | 16%                              | 16%         | 6%           | 1%           | 1%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 93                   | 23%                              | 23%         | 10%          | 5%           | 2%            |
| matig                   | 5-10%                    | 25                   | 24%                              | 24%         | 12%          | 12%          | 8%            |
| sterk                   | 10-20%                   | 24                   | 38%                              | 38%         | 25%          | 25%          | 25%           |
| uiterst                 | 20-50%                   | 36                   | 50%                              | 50%         | 50%          | 42%          | 42%           |
| <b>asbestverdacht</b>   |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 99                   | 42%                              | 36%         | 17%          | 4%           | 0%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 15                   | 100%                             | 100%        | 87%          | 73%          | 73%           |
| matig                   | 5-10%                    | 8                    | 100%                             | 88%         | 63%          | 38%          | 38%           |
| sterk                   | 10-20%                   | 3                    | 100%                             | 100%        | 67%          | 67%          | 67%           |
| uiterst                 | 20-50%                   | 1                    | 100%                             | 100%        | 100%         | 100%         | 0%            |

Tabel B4. Percentage datapunten met asbest per type bodemvreemd materiaal en percentage bijmenging voor alleen type 1 bodemvreemd materiaal.

| Klasse bijmenging            | Percentage bijmenging | Aantal datapunten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|                              |                       |                   | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>BSA</b>                   |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 17                | 18%                              | 18%      | 6%        | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 15                | 20%                              | 20%      | 20%       | 7%        | 7%         |
| matig                        | 5-10%                 | 8                 | 38%                              | 38%      | 25%       | 25%       | 25%        |
| sterk                        | 10-20%                | 14                | 64%                              | 64%      | 50%       | 50%       | 43%        |
| uiterst                      | 20-50%                | 19                | 63%                              | 63%      | 47%       | 32%       | 26%        |
| <b>gemengd puin</b>          |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 1288              | 21%                              | 20%      | 11%       | 6%        | 4%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 1998              | 21%                              | 20%      | 11%       | 5%        | 4%         |
| matig                        | 5-10%                 | 1213              | 26%                              | 24%      | 14%       | 8%        | 6%         |
| sterk                        | 10-20%                | 633               | 22%                              | 22%      | 15%       | 11%       | 9%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 758               | 36%                              | 35%      | 25%       | 11%       | 6%         |
| <b>betonpuin</b>             |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 33                | 33%                              | 18%      | 3%        | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 41                | 20%                              | 17%      | 15%       | 7%        | 2%         |
| matig                        | 5-10%                 | 12                | 25%                              | 25%      | 8%        | 8%        | 8%         |
| sterk                        | 10-20%                | 10                | 10%                              | 10%      | 10%       | 10%       | 10%        |
| uiterst                      | 20-50%                | 19                | 16%                              | 16%      | 11%       | 11%       | 11%        |
| <b>metselpuin</b>            |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 305               | 20%                              | 14%      | 9%        | 3%        | 3%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 311               | 15%                              | 13%      | 7%        | 5%        | 2%         |
| matig                        | 5-10%                 | 120               | 20%                              | 14%      | 9%        | 5%        | 3%         |
| sterk                        | 10-20%                | 37                | 14%                              | 14%      | 11%       | 11%       | 8%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 40                | 45%                              | 45%      | 25%       | 15%       | 8%         |
| <b>asfaltpuin</b>            |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 4                 | 50%                              | 25%      | 25%       | 25%       | 25%        |
| zwak                         | 1-5%                  | 3                 | 33%                              | 33%      | 33%       | 0%        | 0%         |
| matig                        | 5-10%                 | 3                 | 33%                              | 33%      | 0%        | 0%        | 0%         |
| sterk                        | 10-20%                | 1                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 9                 | 11%                              | 11%      | 11%       | 0%        | 0%         |
| <b>klinkers/straatstenen</b> |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 37                | 46%                              | 27%      | 19%       | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 24                | 4%                               | 4%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| matig                        | 5-10%                 | 31                | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| sterk                        | 10-20%                | 29                | 3%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| uiterst                      | 20-50%                | 5                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| <b>slakken</b>               |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| sporen                       | 0-1%                  | 7                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| zwak                         | 1-5%                  | 3                 | 0%                               | 0%       | 0%        | 0%        | 0%         |
| matig                        | 5-10%                 | 3                 | 67%                              | 67%      | 33%       | 33%       | 33%        |
| sterk                        | 10-20%                | 0                 | -                                | -        | -         | -         | -          |
| uiterst                      | 20-50%                | 16                | 31%                              | 31%      | 25%       | 19%       | 19%        |

| Klasse<br>bijmenging    | Percentage<br>bijmenging | Aantal<br>datapunten | Percentage datapunten met asbest |             |              |              |               |
|-------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|
|                         |                          |                      | >0<br>mg/kg                      | >1<br>mg/kg | >10<br>mg/kg | >50<br>mg/kg | >100<br>mg/kg |
| <b>overig specifiek</b> |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 22                   | 27%                              | 23%         | 5%           | 5%           | 0%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 16                   | 31%                              | 25%         | 6%           | 0%           | 0%            |
| matig                   | 5-10%                    | 11                   | 9%                               | 9%          | 9%           | 9%           | 0%            |
| sterk                   | 10-20%                   | 0                    | -                                | -           | -            | -            | -             |
| uiterst                 | 20-50%                   | 0                    | -                                | -           | -            | -            | -             |
| <b>overig</b>           |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 77                   | 16%                              | 16%         | 6%           | 1%           | 1%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 93                   | 23%                              | 23%         | 10%          | 5%           | 2%            |
| matig                   | 5-10%                    | 24                   | 21%                              | 21%         | 13%          | 13%          | 8%            |
| sterk                   | 10-20%                   | 22                   | 32%                              | 32%         | 18%          | 18%          | 18%           |
| uiterst                 | 20-50%                   | 36                   | 50%                              | 50%         | 50%          | 42%          | 42%           |
| <b>asbestverdacht</b>   |                          |                      |                                  |             |              |              |               |
| sporen                  | 0-1%                     | 99                   | 42%                              | 36%         | 17%          | 4%           | 0%            |
| zwak                    | 1-5%                     | 15                   | 100%                             | 100%        | 87%          | 73%          | 73%           |
| matig                   | 5-10%                    | 8                    | 100%                             | 88%         | 63%          | 38%          | 38%           |
| sterk                   | 10-20%                   | 3                    | 100%                             | 100%        | 67%          | 67%          | 67%           |
| uiterst                 | 20-50%                   | 1                    | 100%                             | 100%        | 100%         | 100%         | 0%            |

Tabel B5. Percentage datapunten met asbest per percentage bijmenging voor stedelijk gebied en landelijk gebied.

| Klasse bijmenging                    | Percentage bijmenging | Aantal datapunten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|--------------------------------------|-----------------------|-------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|                                      |                       |                   | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>Stedelijk gebied - onverdacht</b> |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -                                    | 0%                    | 409               | 6%                               | 6%       | 1%        | 1%        | 1%         |
| <b>Stedelijk gebied</b>              |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -                                    | 0%                    | 96                | 15%                              | 15%      | 9%        | 4%        | 1%         |
| sporen                               | 0-1%                  | 668               | 13%                              | 11%      | 6%        | 2%        | 2%         |
| zwak                                 | 1-5%                  | 1290              | 13%                              | 12%      | 6%        | 3%        | 2%         |
| matig                                | 5-10%                 | 1017              | 17%                              | 15%      | 8%        | 5%        | 3%         |
| sterk                                | 10-20%                | 701               | 18%                              | 17%      | 11%       | 7%        | 6%         |
| uiterst                              | 20-50%                | 536               | 28%                              | 27%      | 21%       | 8%        | 5%         |
| <b>Landelijk gebied - onverdacht</b> |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -                                    | 0%                    | 152               | 1%                               | 1%       | 1%        | 0%        | 0%         |
| <b>Landelijk gebied</b>              |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -                                    | 0%                    | 72                | 13%                              | 13%      | 6%        | 4%        | 3%         |
| sporen                               | 0-1%                  | 253               | 21%                              | 20%      | 13%       | 8%        | 6%         |
| zwak                                 | 1-5%                  | 449               | 25%                              | 24%      | 16%       | 8%        | 5%         |
| matig                                | 5-10%                 | 375               | 33%                              | 32%      | 22%       | 11%       | 8%         |
| sterk                                | 10-20%                | 325               | 37%                              | 37%      | 27%       | 21%       | 16%        |
| uiterst                              | 20-50%                | 320               | 44%                              | 43%      | 33%       | 21%       | 14%        |

Tabel B6. Percentage datapunten met asbest per percentage bijmenging voor locaties waar wel en niet visueel asbest is aangetroffen.

| Klasse bijmenging                                  | Percentage bijmenging | Aantal datapunten | Percentage datapunten met asbest |          |           |           |            |
|--|-----------------------|-------------------|----------------------------------|----------|-----------|-----------|------------|
|  |                       |                   | >0 mg/kg                         | >1 mg/kg | >10 mg/kg | >50 mg/kg | >100 mg/kg |
| <b>Onverdacht</b>                                  |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -  | 0%                    | 577               | 5%                               | 5%       | 2%        | 1%        | 1%         |
| <b>Visueel asbest op locatie aangetroffen</b>      |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -  | 0%                    | 83                | 67%                              | 64%      | 54%       | 37%       | 33%        |
| sporen   | 0-1%                  | 249               | 55%                              | 53%      | 39%       | 22%       | 16%        |
| zwak   | 1-5%                  | 419               | 64%                              | 63%      | 48%       | 28%       | 20%        |
| matig  | 5-10%                 | 356               | 76%                              | 76%      | 60%       | 41%       | 29%        |
| sterk  | 10-20%                | 368               | 80%                              | 79%      | 65%       | 51%       | 42%        |
| uiterst  | 20-50%                | 258               | 83%                              | 83%      | 73%       | 55%       | 43%        |
| <b>Visueel geen asbest op locatie aangetroffen</b> |                       |                   |                                  |          |           |           |            |
| -  | 0%                    | 3647              | 20%                              | 16%      | 8%        | 4%        | 2%         |
| sporen   | 0-1%                  | 2157              | 18%                              | 16%      | 7%        | 2%        | 2%         |
| zwak   | 1-5%                  | 3061              | 16%                              | 14%      | 7%        | 2%        | 2%         |
| matig  | 5-10%                 | 2301              | 19%                              | 17%      | 9%        | 4%        | 2%         |
| sterk  | 10-20%                | 1558              | 19%                              | 18%      | 9%        | 4%        | 2%         |
| uiterst  | 20-50%                | 1100              | 27%                              | 26%      | 17%       | 6%        | 3%         |