



UITVOEREN VAN MILIEUMETINGEN VOOR HET BEPALEN VAN DE EXTERNE BELASTING AAN LOOD IN DE WIJDE OMGEVING VAN HOBOKEN

Documentbeschrijving



1. *Titel publicatie*

Uitvoeren van milieumetingen voor het bepalen van de externe belasting aan lood in de wijde omgeving van Hoboken

2. *Verantwoordelijke uitgever*

Herman Gobel, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Aantal blz.*

88

4. *Wettelijk depot nummer*

D/2009/5024/04

5. *Aantal tabellen en figuren*

6. *Publicatiereeks*

7. *Datum publicatie*

Januari 2009

8. *Trefwoorden*

Lood, milieumetingen, zwevend stof, PM10, bodem, depositiestof

9. *Samenvatting*

In combinatie met humane biomonitoringmetingen werden externe blootstellingsmetingen bij kinderen in Hoboken uitgevoerd voor een doorrekening naar de interne blootstelling van lood. Hiervoor werden verschillende milieucompartimenten zoals zwevend stof (binnen en buiten) bodem en depositiestof (veegstof, stofzuigerzakken en straatstof) bemeten bij 36 woningen, 4 scholen en bij 10 publieke plaatsen verspreid over de gemeenten Hoboken, Wilrijk en Hemiksen. De studie toont aan dat bij hoge loodbloedgehalten de loodiname via bodem en stof belangrijker is dan de opname via voeding.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

J. Van Deun, P. Berghmans, R. Brabers, J. Daems, K. Tirez, E. Govarts, C. Cornelis, M. Van Holderbeke, A. Standaert

11. *Contactperso(n)en*

Amy De Sloover en Griet Van Gestel

12. *Andere titels over dit onderwerp*

Gegevens uit dit document mag u overnemen mits duidelijke bronvermelding.

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

Beperkte verspreiding

Uitvoeren van milieumetingen voor het bepalen van de externe belasting aan lood in de wijde omgeving van Hoboken

Eindrapport

J. Van Deun, P. Berghmans, R. Brabers, J. Daems, K. Tirez, E. Govarts, C. Cornelis,
M. Van Holderbeke, A. Standaert

Studie uitgevoerd in opdracht van de openbare Vlaamse afvalstoffenmaatschappij (OVAM)

2008/MIM/R/080

VITO

December 2008

VERSPREIDINGSLIJST

OVAM 5 exemplaren

VITO 5 exemplaren

VERSPREIDINGSLIJST DATABASE

De database met de resultaten van de persoonsgebonden en de groepsgebonden metingen is beschikbaar in digitaal formaat (Excel) bij OVAM.

INHOUDSTABEL

SAMENVATTING	1
1 SITUERING	2
1.1 HOBOKEN	2
1.2 BESCHIKBARE INFORMATIE UIT ANDERE STUDIES	3
1.3 BLOOTSTELLING	3
1.3.1 LOOD	3
2 DOEL VAN HET ONDERZOEK	5
3 FASE I: REKRUTERING EN BEVRAGING DEELNEMERS	6
3.1 PLAATS VAN DE STUDIE	6
3.2 SELECTIE DEELNEMERS	6
3.3 VRAGENLIJST VOOR SELECTIE	6
3.4 VRAGENLIJST VOOR DE RISICOANALYSE	7
3.5 INFORMATIEBROCHURE	8
3.6 SELECTIE	9
3.7 OPDELING IN GEBIEDEN	9
3.8 EIGENSCHAPPEN VAN DE WONINGEN	12
4 FASE II: STAALNAME, ANALYSE EN VERWERKING RESULTATEN	13
4.1 SELECTIE VAN MILIEUCOMPARTIMENTEN	13
4.2 PERIODE UITVOERING MEETPROGRAMMA	14
4.3 BEHEER VAN DE RESULTATEN VAN DE ENQUÊTES EN DE METINGEN	14
4.4 BEMONSTERINGSSTRATEGIE	15
4.4.1 BEMONSTERING VAN HUISSTOF	15
4.4.2 VERGELIJKING VAN NATTE EN DROGE FILTERDOEKJES VOOR DE BEMONSTERING VAN VEEGSTOF	16
4.4.3 PERSOONLIJKE BEMONSTERING VAN STOF OP DE HANDEN	16
4.4.4 BEMONSTERING VAN PUTWATER	17
4.4.5 BEMONSTERING VAN BODEMSTOF	18
4.4.6 BEMONSTERING VAN STRAATSTOF	18
4.4.7 BEPALING VAN DE STOFCONCENTRATIES EN CONCENTRATIES ZWARE METALEN IN ZWEVEND STOF IN BUITENOMGEVING	18
4.4.8 BEPALING VAN DE STOFCONCENTRATIES EN CONCENTRATIES ZWARE METALEN IN ZWEVEND STOF IN DE SCHOLEN EN DE WONINGEN	20
4.4.9 BEPALING VAN DE STOFCONCENTRATIES EN CONCENTRATIES ZWARE METALEN	21
4.4.10 SAMENVATTING AANTAL BEMONSTERINGEN PER LOCATIE	22

4.5	STATISTISCHE ANALYSE VAN DE MILIEUMETINGEN	22
4.6	BRONBEPALING	22
4.6.1	SELECTIE VAN METINGEN	22
4.6.2	BRONBEPALING EN TOEWIJZING	23
4.6.3	STATISCHE ANALYSE BRONBEPALING	24
5	RESULTATEN	25
5.1	WEERSOMSTANDIGHEDEN	25
5.2	REPRESENTATIVITEIT VAN HET IMMISSIEONDERZOEK	25
5.2.1	WINDRICHTING & WINDSNELHEID	25
5.2.2	NEERSLAG	27
5.2.3	TEMPERATUUR EN RELATIEVE VOCHTIGHEID	27
5.3	ZWEVEND STOF METINGEN	28
5.3.1	PM10 GEHALTE IN DE BUITENLUCHT	28
5.3.2	PM 10 GEHALTE IN DE BINNENLUCHT	30
5.3.3	VERHOUDING ZWEVEND STOF BINNEN/BUITEN	32
5.4	PB IN ZWEVEND STOF	36
5.4.1	PB GEHALTE IN PM10 STOF IN DE BUITENLUCHT	36
5.4.2	PB GEHALTE IN PM10 STOF IN DE BINNENLUCHT	39
5.4.3	VERHOUDING PB BINNEN/BUITEN	41
5.5	DEPOSITIE STOF METINGEN	42
5.5.1	STRAATSTOF	47
5.5.2	VEEGSTOF IN DE WONINGEN	53
5.5.3	STOFZUIGERZAKKEN	55
5.6	CONCENTRATIES PB IN DE BODEM	57
5.6.1	RESULTATEN PER GEBIED	57
5.7	METINGEN VAN PUTWATER	59
5.7.1	RESULTATEN	59
5.8	HANDBELADING	60
5.9	ONDERZOEK NATTE VS DROGE DOEKJES	61
5.10	SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN PER GEBIED	62
6	VERGELIJKING MET VORIGE STUDIES	63
	REFERENTIES	66
	REALISATIE VAN DE STUDIE	69

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Aantal enquêtes per locatie.....	9
Tabel 2: Verdeling van de bemonsteringslocaties over de gebieden	11
Tabel 3: Verdeling van de scholen over de gebieden.....	11
Tabel 4: Adressen van de publieke plaatsen.....	11
Tabel 5: Eigenschappen van de woningen van de deelnemers	12
Tabel 6: Aantal handbeladingsmetingen bij de kinderen in de scholen	17
Tabel 7: Meetlocaties van de VMM meetstations.....	19
Tabel 8: Overzicht van de meetopzet voor PM10 metingen in buitenomgeving van de scholen	19
Tabel 9: Aantal stalen zwevend stof in buitenomgeving.....	20
Tabel 10: Aantal stalen zwevend stof in binnenomgeving	21
Tabel 11: Overzicht van het aantal stalen en meetlocaties per gebied.....	22
Tabel 12: Aantal stalen voor de bronbepaling.....	23
Tabel 13: Overzicht van statistische gegevens voor PM10 gehalte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de buitenlucht voor alle beschikbare data*	29
Tabel 14: Overzicht van statistische gegevens voor buiten stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die dagen* dat voor alle locaties data beschikbaar was	29
Tabel 15: Overzicht van statistische gegevens voor binnen stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor alle beschikbare data*	30
Tabel 16: Overzicht van statistische gegevens voor binnen stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die dagen* dat voor alle locaties data beschikbaar was	31
Tabel 17: PM10 concentraties in zwevend stof in woningen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	31
Tabel 18: Overzicht van statistische gegevens voor stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die schooldagen* dat in een school binnen en buiten gemeten is	32
Tabel 19: Overzicht van statistische gegevens voor stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die vakantiedagen* dat in een school binnen en buiten gemeten is.....	32
Tabel 20: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de schooldagen*	33
Tabel 21: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de vakantiedagen*	33
Tabel 22: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de schooldagen en de vakantiedagen	35
Tabel 23: Overzicht van de gemeten loodconcentraties (ng/m^3) in PM10 buiten voor alle beschikbare data tussen 22/01 en 6/04/2008	37
Tabel 24: Overzicht van gemeten loodconcentraties (ng/m^3) in PM10 binnen in de scholen voor alle beschikbare data	39
Tabel 25: Overzicht van gemeten loodconcentraties (ng/m^3) in PM10 binnen in de scholen voor enkel die dagen* dat voor beide scholen data beschikbaar is.....	39
Tabel 26: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in woningen bij een eerste reeks metingen.....	40
Tabel 27: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in woningen bij een tweede reeks metingen.....	40
Tabel 28: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in de 9 woningen waarbij het zwevend stof tweemaal bemonsterd is	40

Tabel 29: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de loodconcentraties in PM10 (ng/m ³) binnen/buiten voor de schooldagen en de vakantiedagen.....	42
Tabel 30: Data bemonsteringen in 2008	44
Tabel 31: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen en scholen (lood)	45
Tabel 32: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 1 gaan (lood).....	45
Tabel 33: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 2 gaan (lood).....	46
Tabel 34: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 11 gaan (lood).....	46
Tabel 35: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 17 gaan (lood).....	46
Tabel 36: Resultaten derde reeks straatstof voor het andere gebied	47
Tabel 37: Vergelijking van de loodconcentraties in de 0,250 mm en de 2mm bodemfracties	57
Tabel 38: Drinkwaternorm.....	59
Tabel 39: Vergelijking natte en droge veegdoekjes	61
Tabel 40: Vergelijking van de resultaten van lood voor de woningen in het onderzoeksgebied en het referentiegebied	62
Tabel 41: Vergelijking van de resultaten van lood voor de scholen in het onderzoeksgebied en het referentiegebied	62
Tabel 42: Vergelijking met de resultaten van lood bij de milieumetingen in de Noorderkempen in 2007	63
Tabel 43: Vergelijking van de resultaten van de duplo-analyse	79

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Overzicht van de meetlocaties in het projectgebied voor de milieumetingen.....	10
Figuur 2: lokale blootstellingswegen voor lood voor de mens.....	13
Figuur 3: Voorkomen van verschillende windrichtingen tijdens de meetperiode en in dezelfde periode gedurende de voorgaande jaren aan de meteomast te Antwerpen luchtbal.	26
Figuur 4: Voorkomen van verschillende windsnelheden (m/s) tijdens de meetperiode en in dezelfde periode gedurende de voorgaande jaren aan de meteomast te Antwerpen luchtbal.....	26
Figuur 5: Concentratieprofielen PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) buiten van 23/1 tot 6/4	28
Figuur 6: Concentratieprofielen PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen in de scholen van 23/1 tot 6/4.....	30
Figuur 7: Concentratieprofielen van PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen en buiten school 1 van 23/1 tot 6/4.....	34
Figuur 8: Concentratieprofielen van PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen en buiten school 2 van 23/1 tot 6/4.....	34
Figuur 9: Loodconcentraties bij de 24h VMM meetposten van 22/1 tot 6/4.....	36
Figuur 10: Plot van de gemiddelde loodconcentraties (ng/m^3) voor de periode van 22/1 tot 6/4/2008	38
Figuur 11: loodconcentratie binnen ten opzichte van de loodconcentratie buiten in school 141	
Figuur 12: loodconcentratie binnen ten opzichte van de loodconcentratie buiten in school 241	
Figuur 13: Loodconcentraties in het straatstof van de eerste reeks stalen (mg/kg)	48
Figuur 14: Loodconcentraties in het straatstof van de tweede reeks stalen (mg/kg)	49
Figuur 15: Loodconcentraties in het straatstof van de derde reeks stalen (mg/kg).....	50
Figuur 16: Loodbelading in het straatstof van de eerste reeks stalen ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	51
Figuur 17: Loodbelading in het straatstof van de derde reeks stalen ($\mu\text{g}/\text{m}^2$).....	52
Figuur 18: Loodconcentraties (mg/kg) in het veegstof	54
Figuur 19: Loodconcentraties in de stofzuigerzakken (mg/kg)	56
Figuur 20: Loodconcentratie (mg/kg) in bodemfractie $<250\mu\text{m}$	58
Figuur 21: Gemiddelde loodbelading op de handen	60

LIJST VAN BIJLAGEN

Bijlage 1: Foto's van VITO meetlocaties voor zwevend stof.....	70
Bijlage 2: Enquêteformulier Milieumetingen	73
Bijlage 3: Informatiebrochure	76
Bijlage 4: QAQC (Quality assurance/quality control) plan.....	79
Bijlage 5: Overzicht PM10 metingen met Partisols.....	80
Bijlage 6: Stofconcentraties PM10 metingen.....	82
Bijlage 7: Loodconcentratie VITO meetstations.....	84
Bijlage 8: Loodconcentraties VMM meetstations (niet gevalideerde data).....	86
Bijlage 9: Resultaten handbelading.....	88

SAMENVATTING

Voor het blootstellingsonderzoek van lood bij kinderen in Hoboken in 2008 zijn milieumetingen uitgevoerd bij 36 woningen, 4 scholen en bij 10 publieke plaatsen verspreid over de gemeenten Hoboken, Wilrijk en Hemiksen. Het studiegebied bestaat uit het referentiegebied Hemiksen en het onderzoeksgebied Hoboken en Wilrijk.

De externe blootstellingsmetingen werden uitgevoerd om te kunnen voorzien in gekoppelde gegevens voor de doorrekening naar interne blootstelling (zie andere studie, VITO rapport 2008/IMS/R/414). De resultaten van de milieumetingen zijn in eerste instantie bedoeld om gekoppelde data aan te leveren samen met de humane biomonitoringmetingen en hebben bijgevolg een beperkte bruikbaarheid voor de beoordeling van de algemene milieukwaliteit in de onderzochte regio. De woningen voor de milieumetingen zijn geselecteerd uit de lijst van de deelnemers van de biomonitoring die door het Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) werd uitgevoerd. Hiervoor was een selectievragenlijst opgesteld. De woningen zijn geselecteerd op basis van de volgende 3 aspecten in dalende rangorde: de woning is niet gesaneerd, de beschikbaarheid van de meetplaatsen bij de woning en de ruimtelijke spreiding van de woningen.

Methodologie

De milieumetingen bij de woningen bestaan uit 24h zwevend stof metingen (PM10) binnen, metingen van bodem en depositiestof (veegstof, stofzuigerzakken en straatstof). De milieumetingen bij de scholen bestaan uit zwevend stof metingen (PM10) binnen en buiten gedurende 11 weken, metingen van bodem en depositiestof (veegstof, stofzuigerzakken en straatstof). De bovenste bodemlaag (0-1cm) van de tuinen is bemonsterd. Het veegstof is bemonsterd met droge en natte doekjes, het stof uit de stofzuigerzakken is bemonsterd, het straatstof is gecollecteerd met een stofzuiger op een representatief oppervlak. Voor de verschillende milieucompartimenten zijn de loodconcentraties bepaald met XRF of ICP-MS.

Naast de milieumetingen voor de externe blootstelling, zijn voor 20 woningen XRF elementanalyses van de compartimenten bodem, zwevend stof binnen, zwevend stof buiten, straatstof en stofzuigerzakken uitgevoerd voor de bronbepaling.

Resultaten

Tijdens de schooldagen is de gemiddelde verhouding van PM10 binnen t.o.v. buiten voor school 1 0,67 en voor school 2 0,88. De gemiddelde verhouding van de loodconcentratie binnen t.o.v. buiten bedraagt 0,56 voor school 1 en 0,84 voor school 2 tijdens de schooldagen.

De loodconcentraties in de compartimenten in het onderzoeksgebied zijn 2 tot 5 maal hoger dan in het referentiegebied.

De resultaten van een uitgebreide statische analyse van de resultaten van de milieumetingen zijn te vinden in het VITO-rapport 2008/MIM/R/164.

1 SITUERING

1.1 Hoboken

De omgeving van Moretusburg te Hoboken – wat betreft milieubelasting – gekenmerkt door de aanwezigheid van een non-ferrobedrijf. Als gevolg van deze industriële activiteit is de regio gekenmerkt door een hoge (historische) belasting aan lood en cadmium.

Sinds de jaren '70 wordt in de wijk Moretusburg te Hoboken, naast de Umicore-vestiging, het loodgehalte in bloed van kinderen tussen 12 maanden en 12 jaar regelmatig opgevolgd. Uit de eerste resultaten bleek het noodzakelijk dat de loodopname bij kinderen beperkt moest worden. Hiervoor werden meerdere acties ondernomen door de overheden en het bedrijf. Zo werd de uitstoot aan lood (Pb) gereduceerd, werden maatregelen getroffen om stof te vermijden, werden de bewoners bewust gemaakt van de problematiek, werden er adviezen rond gezondheid gegeven etc.

De voormalige risicozone Moretusburg is inmiddels gesaneerd.

Volgens de algemeen toegepaste berekeningsmodellen voor het inschatten van risico's van bodemverontreiniging is er in de omgeving van Hoboken geen overschrijding meer te verwachten van het huidige gezondheids criterium voor inname van lood. De voormalige risicozone Moretusburg en Hertogvelden zijn reeds gesaneerd, de overige risicozones in Vinkevelen worden in de komende maanden gesaneerd. Lood is een stof waarvoor de gezondheidsrisico's niet alleen kunnen worden ingeschat door berekening van de inname (externe belasting), maar ook door het meten van het loodgehalte in bloed (interne belasting). De resultaten van het biomonitoringsonderzoek dat twee maal per jaar georganiseerd wordt in de wijk Moretusburg bevestigen de berekende resultaten. Buiten de wijk Moretusburg werden de berekende gehalten echter nog niet getoetst aan gemeten waarden (met uitzondering van de school die twee maal per jaar wordt meegenomen als controle).

Convenant Umicore-OVAM

In april 2004 hebben de OVAM en de nv Umicore een overeenkomst ondertekend waarin o.m. werd afgesproken om de bodemverontreiniging in de wijde omgeving van de Umicore-vestigingen in de regio gezamenlijk aan te pakken.

Omdat de OVAM en de nv Umicore het belangrijk vonden om inzicht te krijgen in de huidige blootstelling van de bevolking aan verontreinigde bodem, werd beslist de biomonitoring in Hoboken te financieren in het kader van de genoemde overeenkomst. De aanleiding hiertoe was o.m. dat de aanpassing van bestaande risico-analysemodellen met nieuwe toxicologische gegevens en andere wetenschappelijke data resulteerde in veel lagere risicogrenswaarden voor bodemconcentraties dan de tot nog toe gebruikte risicogrenswaarden. Aan de hand van biomonitoring wenst men de aangepaste modellen te valideren zodanig dat deze modellen met een grotere betrouwbaarheid kunnen worden gebruikt om risico's te voorspellen. Als gevolg van vastgestelde leemten met betrekking tot de blootstellingsmodellering van lood binnen de convenant, werd besloten tot het bepalen van de actuele blootstelling aan lood bij schoolgaande kinderen.

1.2 Beschikbare informatie uit andere studies

Moretusburg en de regio Hoboken vormen een gebied dat reeds gedurende lange tijd opgevolgd wordt met betrekking tot de milieukwaliteit en de blootstelling van de bevolking. Bij de uitvoering en de interpretatie van de uit te voeren milieumetingen, moet uiteraard rekening gehouden worden met de beschikbare informatie. Een overzicht van de relevante studies is bij de referenties weergegeven.

1.3 Blootstelling

1.3.1 Lood

Blootstelling aan lood via het milieu vindt plaats via volgende routes: inademing van zwevend stof, inname van bodem en stof, inname via voeding en inname via drank. De blootstelling van kinderen aan lood wordt vooral bepaald door inname van bodem en stof, hoewel de inname via voeding niet kan verwaarloosd worden. Recente data voor loodblootstelling via voeding in Vlaanderen ontbreken evenwel voor kinderen.

Het is evenwel duidelijk dat voor lood bijzondere aandacht moet besteed worden aan bodem- en stof (straatstof, huisstof). Bij dalende concentraties in de bodem en in stof, wordt voeding dan weer de belangrijkste blootstellingsweg. Bij gebieden, waar nog een actieve atmosferische emissiebron aanwezig is, moet ook voldoende aandacht besteed worden aan lokale productie van groenten.

Vele studies (vooral in de Verenigde Staten), die de blootstelling van kinderen aan lood bestuderen, hetzij via het gebruik van voorspellende modellen zoals IEUBK, hetzij via het leggen van relaties tussen lood in bloed en lood in het milieu, gaan uit van gegevens in de onmiddellijke woonomgeving van het kind (woning, tuin). Uit onderzoek in Moretusburg (Cornelis et al., 2006) bleek evenwel dat het belangrijk is rekening te houden met de verschillende locaties, waar een kind de tijd doorbrengt. Vooral de blootstelling via de school kan een belangrijke rol spelen. Hoewel zwevend stof belangrijk is naar de verspreiding van lood, ook naar binnenhuisstof, is het een weinig belangrijke directe blootstellingsweg.

Blootstelling van kinderen aan lood kan berekend worden via verschillende soorten modellen. Een mogelijkheid is het gebruik van modellen zoals Vlier-Humaan of het BeNeKempen-model, mits rekening te houden met de locatiespecifieke informatie voor Hoboken. Andere modellen zijn de gekoppelde blootstellings-farmacokinetische modellen zoals het IEUBK-model, AALM (All Ages Lead Model) en het ISE-model (Integrated Stochastic Exposure model), waarbij loodgehalten in bloed berekend worden. Al deze modellen vertrekken voor de inname via bodem en stof van concentraties in bodem en stof, gekoppeld met al dan niet leeftijdsafhankelijke ingestiegetallen en een verdeling van de ingestie over buiten en binnen. Door voorafgaandelijk een tijdsgewogen concentratie te berekenen, kan rekening gehouden worden met de tijd doorgebracht op verschillende locaties. Het AALM laat ook toe om te vertrekken van stofbelading in de woning voor het berekenen van ingestie, maar is hiervoor nog niet gevalideerd. Voor voeding wordt hetzij vertrokken van een inname via voeding, hetzij van concentraties in levensmiddelen (of groepen) gekoppeld aan consumptiecijfers.

Voor lucht en water worden de concentraties ingevoerd en wordt rekening gehouden met leeftijdsafhankelijke innamehoeveelheden.

Op deze wijze berekent men eerst een externe dosis, die vervolgens vertaald kan worden naar een interne dosis. Bij lood speelt hierbij de beschikbaarheid in de matrix een belangrijke rol. De belangrijkste factor hierin is de relatieve biobeschikbaarheid van lood in bodem en stof. Deze kan een beduidende modifierende impact hebben op de bijdrage via inname van bodem- en stofdeeltjes. Hoewel er standaardwaarden beschikbaar zijn, is het aangewezen deze informatie locatiespecifiek te meten. Voor deze studie zijn er in Hoboken biobeschikbaarheidsmetingen uitgevoerd. De resultaten hiervan zijn te vinden in het rapport "Biobeschikbaarheidstesten voor de metalen Pb en As uit bodem en stof van de Overige Omgeving rond de vestiging Hoboken" van de Universiteit Gent (2008).

De blootstelling via voeding kan bepaald worden aan de hand van het voedselpakket voor de overeenstemmende leeftijdsgroep(en) en de normale waarden in levensmiddelen, tenzij in het gebied nog moestuinen aanwezig zijn. De correcte bepaling van de gehalten in groenten, rekening houdend met de verschillende bronnen van variabiliteit, vergt een uitgebreide bemonstering. Voorspelling aan de hand van bodemconcentraties is zeer onzeker en naar verwachting zal in Hoboken atmosferische depositie een grotere rol spelen. Indien moestuinen aanwezig zijn, is het noodzakelijk een bevraging te doen van de groenten die gewoonlijk geteeld worden en het belang in het groentepakket van de kinderen. Voor bladgewassen kunnen de concentraties naderhand geschat worden op basis van relaties tussen depositie en gehalte in gewas (De Temmerman en Hoenig, 2004). Wat betreft lood in leidingwater kan uitgegaan worden van de normale gehalten in leidingwater.

Voor het bepalen van de blootstelling van kinderen aan lood hebben we bijgevolg nood aan volgende informatie:

- gedrag van de kinderen:
 - tijdsbesteding: tijd en locaties, binnen of buiten;
 - hand-mondgedrag: duimzuigen, gebruik fopspeen, in de mond stoppen van voorwerpen;
- loodniveaus in het milieu voor bepaling ingestie bodem en stof:
 - toplaag van bodem (tuin, speelterreinen); fractie < 250 μm (+ enkele < 2 mm): concentraties;
 - depositiestof: veegstof in woningen en klaslokalen, stof op straat, speelpleinen, speelplaats van de school, stof in klaslokalen: concentraties en belading;
 - zwevend stof: binnen en buiten: concentraties
- aanwezigheid van moestuinen:
 - aanwezigheid;
 - belang in totale groentepakket kind.

2 DOEL VAN HET ONDERZOEK

Om er zeker van te zijn dat er buiten Moretusburg, in de ruimere omgeving van Hoboken, geen overschrijding is van het huidige gezondheids criterium voor lood in bloed van 10 µg/dl, werd het loodbloedgehalte van kinderen onderzocht. De resultaten van dit onderzoek worden vergeleken met de resultaten uit het controlegebied Hemiksem.

Op basis van de huidige milieumetingen in de lucht en in de bodem blijkt dat de afstand tot de fabriek belangrijk is. Bijgevolg wordt ook aandacht geschonken aan deze variabele.

Eveneens wordt een bestaand blootstellingsmodel verfijnd, specifiek voor de regio Hoboken. Hiervoor worden bij bepaalde kinderen, die deelnamen aan het onderzoek, ook milieumetingen thuis en op school uitgevoerd. De gegevens van lood in bloed en lood in het milieu worden samen verwerkt. Op deze manier wordt meer inzicht gekregen in de belangrijkste blootstellingsweg voor de kinderen. De resultaten van studie zijn van belang voor het bepalen van mogelijke maatregelen.

Om deze studie uit te voeren werden volgende deelopdrachten uitgeschreven en uitgevoerd :

1. Recrutering en staalname bij kinderen in Hoboken door PIH
2. Statistische analyse door Universiteit Hasselt
3. Milieumetingen door VITO
4. Modelleren van de blootstelling van kinderen aan lood in Hoboken door VITO

Dit deelrapport handelt over de milieumetingen. In dit deel van het onderzoek wordt op basis van milieumetingen in de woonomgeving en in de scholen onderzocht wat de huidige blootstelling van kinderen aan lood is in de omgeving van Hoboken, en wordt een dataset van milieumetingen opgesteld die een beoordeling mogelijk maakt van de actuele gezondheidsrisico's voor de bewoners op basis van deze blootstelling. Naast lood, is ook cadmium en arseen bepaald bij de milieumetingen. Deze gegevens zijn beschikbaar in de database. Bijkomstig zijn bronbepalingsmetingen uitgevoerd om de afkomst van het stof in stofzuigerzakken te bepalen.

Dit deel van het onderzoek behelst twee fasen:

- FASE I: rekrutering en bevraging deelnemers;
- FASE II: staalname, analyse en verwerking resultaten.

Deze studie is uitgevoerd in 2008.

3 FASE I: REKRUTERING EN BEVRAGING DEELNEMERS

3.1 Plaats van de studie

De studie is uitgevoerd in:

- Het onderzoeksgebied van 14 km² met de steden Hoboken en Wilrijk
- Het referentiegebied van 4 km² met de stad Hemiksen

3.2 Selectie deelnemers

De milieumetingen zijn uitgevoerd bij een subgroep van deelnemers uit de biomonitoringsstudie.

Om de subgroep op de best mogelijke manier te definiëren, is bij het opstarten van de biomonitoringsstudie aan de hand van een **selectievragenlijst** (bijlage 2) nagegaan welke deelnemers/huishoudens in aanmerking komen voor het uitvoeren van de milieumetingen. In deze vragenlijst zijn eveneens gegevens opgevraagd **voor de interpretatie van de milieumetingen** en het toepassen van de geïntegreerde risico-analyse. Ook is gepeild naar de bereidwilligheid van de deelnemers. Om de bereidwilligheid te vergroten was een duidelijke **informatiebrochure** (bijlage 3) toegevoegd aan de vragenlijst.

De vragenlijst en de informatiebrochure zijn ontwikkeld in nauw overleg met de stuurgroep, de uitvoerders van de biomonitoringsstudie en de uitvoerders van de risico-analyse.

3.3 Vragenlijst voor selectie

De individuele metingen zijn uitgevoerd bij kinderen die deelnemen aan de biomonitoringscampagne.

Het aantal metingen dat moet worden uitgevoerd is afhankelijk van een aantal factoren:

- aantal metingen dat minimaal nodig is;
Voor iedere milieucompartiment is er een aantal metingen nodig om tot een betrouwbare schatting van de blootstelling te komen en om op een betrouwbare manier het model voor risico-analyse te kunnen toepassen. Hierbij zal ook rekening worden gehouden met een evenwichtige verdeling in functie van de afstand tot het bedrijf;
- aantal beschikbare meetplaatsen;
Dit is afhankelijk van de reële situatie (bijv. hoeveel kinderen zijn er in de school) en van de bereidwilligheid van de bewoners.
- beschikbare tijd en budget.

3.4 Vragenlijst voor de risicoanalyse

Voor de interpretatie van de resultaten vulde elke deelnemer van de milieumetingen een gestandaardiseerde vragenlijst in over:

- de ouderdom van de woning (isolatie, afwerking van het dak)
- de grootte van de woning (bewoonbare oppervlakte)
- de structuur van de woning (woonkamer, keuken,...; type vloeroppervlakken)
- het type (gesloten, halfopen, open) bebouwing
- de frequentie van schoonmaak en het type (stofzuigen, borstelen) en de verluchting
- de renovatie/decoratie geschiedenis van de woning en de tuin
- de beschrijving tuin (% onbedekte bodem)
- de afstand tot de weg
- het aantal inwoners, kinderen, huisdieren
- het type verwarmingsbron (centrale, locale, gas, stookolie, steenkool, hout)
- de levensstijl factoren zoals hobby's, rookgewoonte
- de consumptie van de eigen moestuin
- de consumptie van putwater

De enquêtes werden uitgevoerd eind 2007 en begin 2008. Een voorbeeld van een volledige enquête is weergegeven in bijlage 2.

3.5 Informatiebrochure

Om de bereidwilligheid te vergroten was samen met de selectievragenlijst een duidelijke informatiebrochure meegegeven. Deze is opgesteld in eenvoudige, begrijpbare taal, maar er is ook rekening gehouden met het feit dat de bewoners van de streek reeds een uitgebreide kennis hebben van de problematiek.

De informatiebrochure geeft een korte uitleg over het algemeen belang van de studie. Daarnaast is aandacht besteed aan de praktische aspecten van deelname aan de studie (wat wordt er precies gemeten wordt, hoe lang duurt een meting, zijn er voorwaarden om de meting uit te voeren). Tot slot is ook benadrukt dat de individuele metingen interessante informatie opleveren voor de deelnemer zelf.

3.6 Selectie

Op basis van de verkregen informatie is dan stapsgewijs beslist in welke huishoudens de metingen uitgevoerd werden.

1. Het eerste criterium was dat de locatie niet gesaneerd is.
2. Het tweede criterium was de beschikbaarheid van het aantal meetplaatsen.
3. Aangezien er meer beschikbare meetplaatsen zijn dan nodig, was gekeken naar de ruimtelijke spreiding van de meetplaatsen. De woningen zijn op verschillende afstanden en in de verschillende windrichtingen t.o.v. de fabriek gekozen.

In de database die met de meetresultaten is opgesteld, zijn de woningen waarin gerookt wordt aangegeven. Met deze informatie kan een onderscheid gemaakt worden tussen de resultaten van de woningen van de rokers en de woningen van de niet-rokers.

Het aantal ingevulde enquêtes is weergegeven in tabel 1.

Tabel 1: Aantal enquêtes per locatie

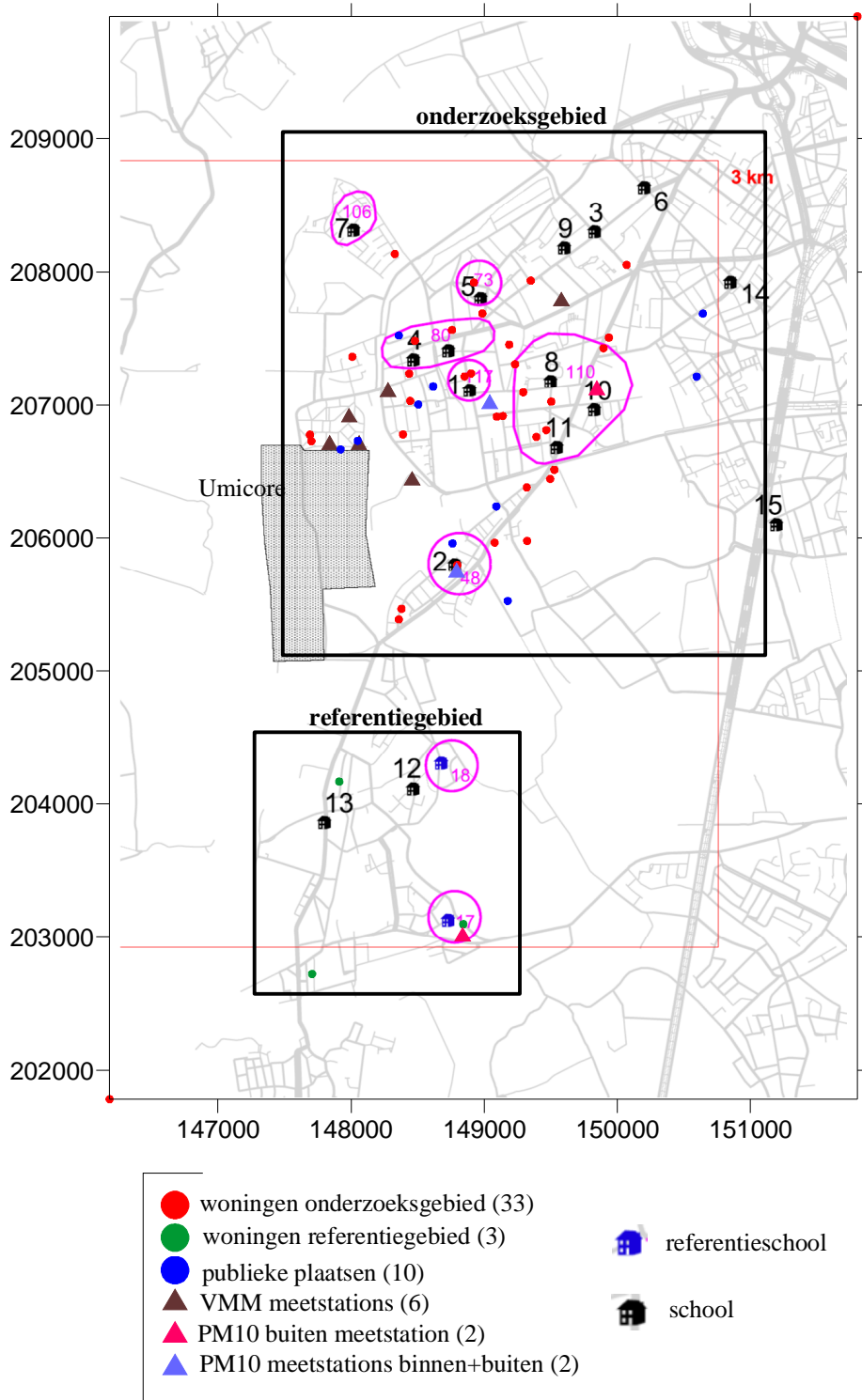
	Aantal ingevulde enquêtes	Aantal geselecteerde enquêtes	% geselecteerde enquêtes
Hoboken	64	32	50%
Wilrijk	2	1	50%
Hemiksem	4	3	75%
Totaal	70	36	51%

Hemiksem heeft onvoldoende kandidaten.

3.7 Opdeling in gebieden

De geselecteerde woningen (36) en scholen (4) waar milieumetingen zijn uitgevoerd zijn ingedeeld in 2 gebieden (zie figuur 1):

- 3 woningen en 1 school in het referentiegebied Hemiksen. Hemiksem ligt op ongeveer 2,5 km ten ZZO van het bedrijf
- 33 woningen en 3 scholen in het onderzoeksgebied Hoboken. Binnen een straal van 2,5 km t.o.v. het bedrijf, is 90 % van de woningen gelegen windafwaarts van de overheersende windrichting (binnen een sector N tot O t.o.v. het bedrijf).



Figuur 1: Overzicht van de meetlocaties in het projectgebied voor de milieumetingen

Tabel 2: Verdeling van de bemonsteringslocaties over de gebieden

Gebied	Aantal		
	Woningen	Woningen met rokers	Publieke plaatsen
Referentiegebied	3	1	0
Onderzoeksgebied	33	4	10

Naast woningen zijn er milieumetingen uitgevoerd bij 4 scholen en 10 publieke plaatsen (tabel 4 en 5).

Tabel 3: Verdeling van de scholen over de gebieden

Schoolnr.	Adres	Gebied
1	Hof ter Zande, Oudestraat 119 Hoboken	O
2	Romeintjes, Romestraat 20, Hoboken	O
11	Don Bosco, Sint-Bernardsesteenweg 665, Hoboken	O
17	Jan Sanderslaan 154, Hemiksen	Ref

O: onderzoeksgebied; Ref: referentiegebied

Tabel 4: Adressen van de publieke plaatsen

Adres	Gebied
Speelweide, Moskoustraat Hoboken	O
Woonwagenpark, Klaverbladdreef Hoboken	O
Sportcomplex, Sorghvliet Krijgslaan Hoboken	O
Pleintje, Moretusstraat Hoboken	O
Speelweide, Vinkenveldenstraat Hoboken	O
Sportcomplex, Hertoglei Hoboken	O
Speelplein, Standbeeldstraat Hoboken	O
Speelweide, Curiestraat Hoboken	O
Speelplein, Letterkundestraat Hoboken	O
Speelplein, Bosheidelaan Hoboken	O

O: onderzoeksgebied

3.8 Eigenschappen van de woningen

De gegevens van de woningen die zijn bevraagd in de enquêtes zijn weergegeven in tabel 5.

Tabel 5: Eigenschappen van de woningen van de deelnemers

Aantal woningen	Referentiegebied 3	Onderzoeksgebied 33
<i>Woningen</i>		
Ouderdom woningen (jaren)	40 ± 25	59 ± 26
Grootte woningen (m ²)*	105 (78-132)	170 (100-285)
<i>Ligging woningen</i>		
Afstand tot de weg (m)	4 (2-6)	4 (1-9)
Afstand tot Umicore (km) ¹	3,9 (2,7-4,0)	1,7 (0,5-2,5)
<i>Naast de woningen</i>		
Perceel gesaneerd	1 (33%)	8 (24%)
Moestuinen	0 (0%)	3 (9%)
Gebruik putwater in tuin/om auto te wassen	0 (0%)	1 (3%)
<i>In de woningen</i>		
Gebruik putwater om te koken	0 (0%)	0 (0%)
Woningen met rokers	1 (33%)	4 (13%)
Tapijt aanwezig	0 (0%)	8 (24%)
Woning wordt dagelijks verlucht	0 (0%)	0 (0%)

Statistische gegevens zijn gemiddelde ± SD, mediaan (5^{de}-95^{ste} percentiel interval), of aantal woningen (%).

* De grootte van de woning is de bewoonbare oppervlakte. Het is niet duidelijk of alle deelnemers deze interpretatie gebruikt hebben. Evenmin is het duidelijk of de oppervlakten van de kelder en de zolder hierin opgenomen zijn.

¹ Afstand tot de X = 147534 m en Y = 206717 m

4 FASE II: STAALNAME, ANALYSE EN VERWERKING RESULTATEN

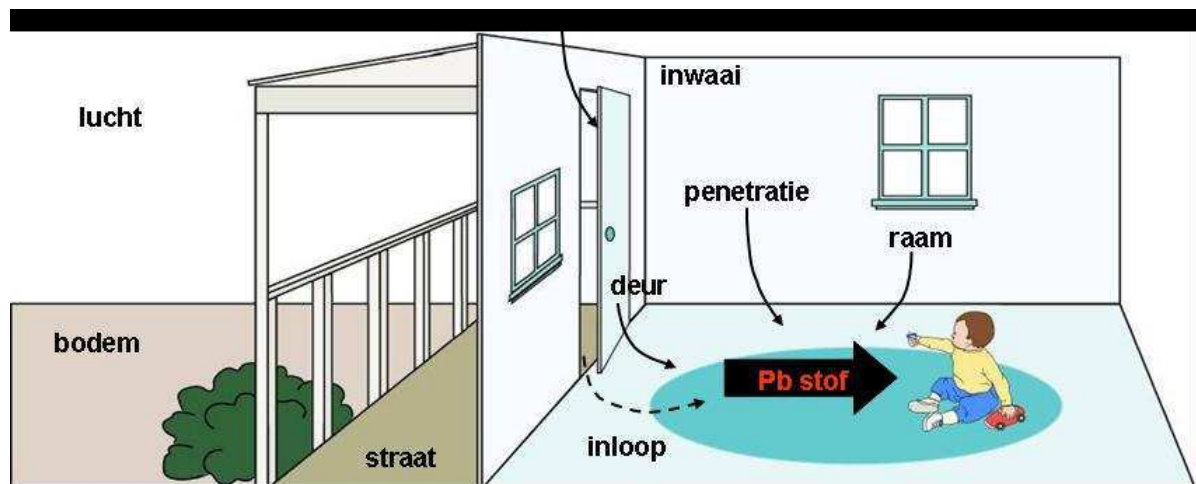
4.1 Selectie van milieucompartimenten

De gemeten milieucompartimenten zijn gekozen door rekening te houden met:

- de mogelijke blootstellingswegen
- de tijdsbesteding en het gedrag van mensen

In principe zijn de blootstellingswegen voor kinderen en voor volwassenen gelijklopend, zij het dat het gewicht (intensiteit van contact) verschillend kan zijn naargelang het om kinderen of volwassenen gaat. De mogelijke "lokale" blootstellingswegen voor lood voor de mens zijn (zie figuur 2):

- inname van bodemdeeltjes;
- inname van stofdeeltjes (huisstof, straatstof);
- inademing van zwevend stof (buitenshuis, binnenshuis);
- verbruik van lokaal voortgebrachte levensmiddelen;
- verbruik van putwater.



Figuur 2: lokale blootstellingswegen voor lood voor de mens

Deze zijn voor zover mogelijk gekwantificeerd voor de kinderen in de betreffende gebieden.

Als gevolg van verschillen in tijdsbesteding en gedrag, zijn de locaties welke representatief zijn evenwel deels verschillend voor volwassenen en kinderen. Volgende locaties zijn van belang voor de kinderen:

- woonomgeving
- schoolomgeving
- buitenschoolse opvang

- speelterreinen
- sportterreinen

In essentie is het van belang om te beschikken over milieumetingen die deels persoonsgebonden zijn (woning) en deels bruikbaar zijn voor een bredere groep (school, speelterreinen, sportterreinen). De uitgevoerde milieumetingen zijn ingedeeld in 2 groepen:

- **de persoonsgebonden (woninggebonden) metingen:** straatstof, bodem in de tuin, putwater, afgezet stof op vloer en meubelen (zowel veegstof als stofzuigerzak) binnenshuis, zwevend stof binnenshuis, handbelading met lood bij kinderen. Voor deze metingen zijn aan de hand van de vragenlijst 36 huishoudens geselecteerd waarbij de metingen uitgevoerd zijn (tabel 1).
- **de groepsgebonden metingen:** zwevend stof buitenshuis, op andere locaties dan de woning (school en kinderopvang), zwevend stof binnenshuis op andere locaties dan de woning (school en kinderopvang). Hier is gesampeld op een aantal representatieve plaatsen die een goed beeld geven voor een groep van kinderen. Aan de hand van de vragenlijsten zijn die representatieve plaatsen in kaart gebracht, en is een selectie van locaties gemaakt om tot een betrouwbaar beeld te komen voor de meerderheid van de deelnemers.

4.2 Periode uitvoering meetprogramma

De langdurige metingen van zwevend stof binnen in de scholen en in de omgeving van de scholen zijn uitgevoerd vanaf 23 januari tot 5 april 2008. In deze periode zijn twee vakantieperiodes:

- Krokusvakantie van 4 tot en met 10 februari 2008
- Paasvakantie van 24 maart tot en met 5 april 2008

De persoonsgebonden metingen in en rondom de woningen en de metingen op de publieke plaatsen zijn uitgevoerd van 7 tot en met 11 april 2008.

4.3 Beheer van de resultaten van de enquêtes en de metingen

Voor het beheer van de gegevens is een spreadsheet (excelbestand in bijlage) opgemaakt welke het makkelijk toelaat om de monsterinformatie te organiseren en de geospatiale patronen te beoordelen in de gemeten parameters zoals de stofconcentratie, de stofbelading, de metaalconcentratie in de bodem en de metaalbelading in de woning. De database bevat een code per locatie. De gegevens over het type monster, monsternummer, datum, aantal bewoners en andere informatie over het monster staan in de database. Omwille van de betrouwbaarheid van deze informatie zijn de gegevens over de locatie van de bemonstering (GPS –coördinaten) en adres niet vermeld.

4.4 Bemonsteringsstrategie

4.4.1 Bemonstering van huisstof²

Het verontreinigd huisstof waarmee een kind in contact komt, kan gezien worden als een gewogen gemiddelde over verschillende ruimten waar het kind stofcontact heeft. Hierbij zijn de ruw geschatte gewichten proportioneel met de tijd dat het kind doorbrengt in de verschillende kamers van de woning. Vanuit het perspectief van de monsternamen, kan de gemiddelde belasting zware metalen waaraan het kind wordt blootgesteld, worden geschat aan de hand van meerdere individuele stalen. Hiervoor zijn verschillende veldmonsters samengesteld, vooraf aan de laboratoriumanalyse, door het collecteren en het fysisch combineren van meerdere stofstalen van meerdere plaatsen in de kamer.

De stofniveaus kunnen sterk variëren tussen vóór de poetsbeurt en na de poetsbeurt, zoals bij gebruik van een stofzuiger, een natte reiniging of bij borstelen. De variatie van stofniveaus op vloeren en andere oppervlakken, de bronnen en hoeveelheid verontreinigd stof en de toegankelijkheid, kan sterk variëren van persoon tot persoon, van kamer tot kamer en van huis tot huis. Daar het stofzuigen of het borstelen van het huisstof, het gehalte zware metalen in het huisstof niet kan verminderen (de zware metaaldeeltjes kunnen niet preferentieel verwijderd worden boven de niet-metaalhoudende deeltjes), zal de loodconcentratie in het stof vóór de poetsbeurt gemiddeld gelijkend moeten zijn aan de loodconcentratie in het stof dat terug neerslaat na de poetsbeurt. De accumulatie snelheid van huisstof is veelal niet exact gekend, en wellicht sterk afhankelijk van type woning (ouderdom en indeling). In vele gevallen is bovendien het tijdstip van bemonstering tegenover het tijdstip van poetsen niet gekend.

Voor deze studie is de langdurige en de kortstondige blootstelling aan depositiestof bepaald aan de hand van 2 type bemonsteringsmethoden, nl. het nemen van veegmonsters en het collecteren van de stofzuigerzak. Voor een selectie van woningen (scholen) is gevraagd om gedurende een periode van 2 maanden hun stofzuiger te voorzien van een nieuwe stofzuigerzak en deze te vullen door het stofzuigen van enkel vloeroppervlakken van de voornaamste leefruimten. Nadien is het gecollecteerde stof geanalyseerd op de aanwezigheid van lood, arseen en cadmium m.b.v. HR-ICP-MS. Op basis hiervan zijn de lood-, arseen- en cadmiumconcentraties (ng/g) van het (depositie)stof bepaald, dat is uitgevallen over een langere periode. De arseen- en cadmiumconcentraties zijn weergegeven in het excelbestand dat bij OVAM aanwezig is.

Na de bemonsteringsperiode van 11 weken voor het zwevend stof in omgevingslucht bij de scholen is een staalname uitgevoerd van veegmonsters met droge doekjes door het VITO bemonsteringsteam. Voor de metingen in de woningen (scholen) is de nadruk gelegd op de blootstelling van kinderen waarbij een representatief droog (en bij enkele woningen ook een nat) veegmonster is samengesteld uit 4 deelmonsters van vloerstof ($\mu\text{g}/\text{m}^2$), gecollecteerd op een 25 x 25 cm vloeroppervlak in de voornaamste leefruimtes (slaapkamer, keuken, woonkamer en voornaamste inkom ter hoogte van de mat). Tijdens deze rondgang is gelijktijdig een ruwe inventaris gemaakt van mogelijke Pb-houdende materialen (raamwerk, waterleiding,...). Bij de bemonstering van huisstof zijn veegmonsters bemonsterd met behulp

² De term huisstof wordt algemeen gebruikt voor stof indoor (woningen, scholen, kantoor)

van (droge) filterdoekjes volgens de ASTM E1792-E3 Standard Specification for Wipe Sampling Materials for Lead in Surface Dust en de NIOSH draft methode 0700. Aan de hand van deze monsters is zowel de stofbelading als de lood-, arseen- en cadmiumbelading (ng/m².dag) bepaald van stof dat is uitgevallen tijdens een korte periode (~week). De veegdoekjes van de eerste reeks stalen (natte en droge) zijn geanalyseerd met de HR-ICP-MS. De veegdoekjes van de tweede reeks stalen (enkel droge doekjes) zijn geanalyseerd met XRF.

In totaal is voor elke residentie (36 woningen en 4 scholen) een bemonstering van het depositiestof uitgevoerd. Voor 28 woningen en de 4 scholen is de stofzuigerzak bemonsterd. Al deze bemonsterde stalen zijn geanalyseerd voor lood, arseen en cadmium.

4.4.2 Vergelijking van natte en droge filterdoekjes voor de bemonstering van veegstof

Voor 20 veegstofbemonsteringen is een vergelijking gemaakt tussen de opname van natte (Ghost Wipes, volgens de specificaties van ASTM E1792) en droge (volgens de NIOSH draft methode 0700) filterdoekjes. Het doel hiervan is om het gebruik van de natte filterdoekjes te evalueren. Het voordeel van deze natte filterdoekjes is dat ze eenvoudiger te gebruiken zijn en dat de analyses eenvoudiger zijn uit te voeren. Het nadeel van deze natte filterdoekjes is dat de stofconcentratie niet bepaald kan worden.

4.4.3 Persoonlijke bemonstering van stof op de handen

De blootstelling van kinderen via inname van bodemdeeltjes wordt meestal berekend op basis van dagelijkse waarden voor de inname van bodemmateriaal en daarbij wordt rekening gehouden met een verdeling over buiten (bodem) en binnen (bodem in stof). De waarden voor inname van bodem- en stofdeeltjes zijn onzeker. Eveneens is er onzekerheid over hoe de ingestiegetallen verdeeld zijn over het aandeel buiten en binnen.

Een alternatieve route is om de inname te schatten uit de mate van bodem- en stofbelading op handen. Hierbij dient rekening gehouden te worden met de verschillende processen en fasen van bodem/stof tot en met inname:

- overdracht van stof naar handen
- stof/bodembelading op handen onder “achtergrond” en onder specifieke omstandigheden
- frequentie van hand-mondcontact
- contactoppervlak bij hand-mondcontact
- efficiëntie van overdracht van hand naar mond

Uit de literatuur blijkt dat de belading op handen afhankelijk is van omstandigheden zoals binnen of buiten spelen, de intensiteit van het spel, enzoverder (o.a. Kissel *et al.* 1996 en 1998, Holmes *et al.* 1999). De frequentie van hand-mondcontact is eveneens afhankelijk van de aard van de activiteiten (binnen of buiten spelen) en de leeftijd van het kind (o.a. Xue *et al.* 2007, Zartarian *et al.* 1997 en 1998, Stanek *et al.* 1998). Verschillende auteurs hebben handbelading bij kinderen en volwassenen gemeten na verschillende activiteiten. Deze

gegevens moeten voor de berekening van de gemiddelde ingestie gecombineerd worden met data over tijdsbesteding binnen en buiten. Voor de berekening van de gemiddelde ingestie zijn bijgevolg meerdere metingen van de handbelading onder specifieke omstandigheden nodig.

Wanneer de handbelading bij kinderen op één moment bepaald wordt, kunnen deze gegevens gebruikt worden om de kinderen onderling te vergelijken. Dergelijke metingen moeten onder goed gecontroleerde omstandigheden gebeuren, dat wil zeggen dat de kinderen zich allen in dezelfde situatie bevinden zoals bijvoorbeeld kinderen op school.

Het afleiden van een gemiddelde ingestie voor kinderen op basis van hand-beladingsmetingen die op één tijdstip na één welbepaalde activiteit gebeurd zijn, is niet mogelijk omdat deze metingen slechts een momentopname weergeven van de handbelading na één bepaalde activiteit. Hiervoor zijn door het PIH op de scholen 1, 2, 5, 8 en 16 de monsters voor handbeladingen genomen, op eenzelfde dag telkens in de voormiddag en in de namiddag. Het overzicht van het aantal stalen per school is weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Aantal handbeladingsmetingen bij de kinderen in de scholen

School	1	2	5	8	16	ref
Datum	11 feb	17 jan	25 feb	29 jan	28 jan	10 ma
Enkel voormiddag	3	4	1	4	6	10
Enkel namiddag	8	8	0	8	11	0
Voormiddag en namiddag	5	2	4	3	4	0

De resultaten van de handbeladingsmetingen kunnen gebruikt worden om verschillende kinderen met elkaar te vergelijken, om de ingestie in te schatten en mogelijk ook om de bronnen te traceren. Voor de ingestiebepaling zijn in het ideale geval meerdere metingen nodig, en kunnen deze best gecombineerd worden met gegevens uit vragenlijsten zoals over het gedrag van het kind (tijdsbesteding, maar ook bijvoorbeeld duimzuigen).

De collectie van handstof is uitgevoerd m.b.v. filterdoekjes, volgens de “ASTM E1792-E3 Standard Specification for Wipe Sampling Materials for Lead in Surface Dust”. Achteraf werden de doekjes geanalyseerd op lood, cadmium en arseen m.b.v. HR-ICP-MS. In totaal werden 81 doekjes geanalyseerd.

4.4.4 Bemonstering van putwater

Bij 1 van de 36 geselecteerde woningen wordt putwater gebruikt voor de wc, de wasmachine en de tuin. Hiervan is een staal genomen en geanalyseerd voor lood, cadmium en arseen m.b.v. HR-ICP-MS.

4.4.5 Bemonstering van bodemstof

Per geselecteerde residentie (woning en school) is binnen een straal van 15 m een bodemmonster van de bovenste toplaag (0,5 – 1 cm) samengesteld uit een 4-tal deelmonsters van locaties rondom de woning. Hiervoor is een template op de onbedekte bodem geplaatst (tuin, zandweg) en is de toplaag afgeschraapt met een roestvrije spatel. Ingeval van een grasperk is vooraf de vegetatie (het gras) verwijderd. In totaal is voor 34 bodemmonsters de zeeffractie van 0,25 mm en voor 12 bodemmonsters de zeeffractie van 2 mm, geanalyseerd op de aanwezigheid van lood, cadmium en arseen m.b.v. ICP-AES ($\mu\text{g/g}$).

Voor de bronbepaling is van 30 bodemmonsters (26 woningen en 4 scholen) extra een elementanalyse met XRF uitgevoerd (zie §4.6).

4.4.6 Bemonstering van straatstof

In deze studie is in april (1^{ste} reeks stalen) voor elk van de geselecteerde residenties (36) binnen een straal van 15 m, één representatief monster samengesteld uit 4 deelmonsters van gesedimenteerd stof (straatstof) ($\mu\text{g/m}^2$). Het stof is gecollecteerd op een 25 x 25 cm oppervlak op een aantal veel belopen plaatsen of op allerlei oppervlakken zoals vensterbanken enz.. Bij de bemonstering van straatstof zijn filters bemonsterd met behulp van een stofzuiger met hoog debiet. Naast de residentiële bemonsteringen zijn eveneens monsters genomen op de 10 publieke plaatsen en in 3 scholen. In totaal zijn 49 bemonsteringen van straatstof en 49 lood, cadmium en arseen analyses uitgevoerd met HR-ICP-MS.

In een tweede periode is voor 20 residenties een extra bemonstering van straatstof uitgevoerd met een borstel en een blik ten behoeve van de bronbepaling (2^{de} reeks stalen). Tijdens een derde periode (oktober) is een extra bemonstering van straatstof uitgevoerd met een stofzuiger met een hoog debiet voor 100 straten die ruimtelijk goed verspreid zijn over het studiegebied (3^{de} reeks stalen). Deze derde reeks stalen dient voor de blootstellingsmodellering aangezien hiervoor anders niet voldoende gegevens aanwezig waren. Op de stalen van de tweede en de derde reeks is een elementanalyse met XRF uitgevoerd zodat ze voor de bronbepaling gebruikt kunnen worden (zie §4.6).

4.4.7 Bepaling van de stofconcentraties en concentraties zware metalen in zwevend stof in buitenomgeving

Voor de bepaling van lood, cadmium en arseen in zwevend stof in de buitenomgeving is PM10 stof bemonsterd op filters. Naast de 6 VMM meetstations zijn op 4 extra meetlocaties, monitoren opgesteld in de directe omgeving van 4 scholen. Voor de continue buitenmetingen in de omgeving van de scholen zijn monitoren ingezet die vergelijkbaar zijn met de toestellen van de VMM meetstations. Hiervoor werden Partisol (R&P) filterbemonsteraars, uitgerust met een PM10 voorafscheider en een teflon filter, ingezet.

De meetperioden en de locaties van de VMM stations zijn samengevat in tabel 7. De meetperioden voor de PM10 metingen in de omgeving van de 4 scholen (zie foto's in bijlage 1) zijn weergegeven in tabel 8.

Tabel 7: Meetlocaties van de VMM meetstations

code	Straat	gemeente	periode bemonstering*	duur filterbemonstering
00hb01	Maalbootstraat	Hoboken	6/03-6/04/2008	24h
00hb17	Edisonstraat	Hoboken	22/01- 6/04/2008	24h
00hb18	J. Leemanslaan	Hoboken	23/01- 25/03/2008	7d
00hb19	Schanstraat	Hoboken	23/01- 25/03/2008	7d
00hb23	Pleintje	Hoboken	22/01- 6/04/2008	24h
00hb24	Hof ter Heidelaan	Hoboken	23/01- 25/03/2008	7d

* In de periode van 22/01 tot en met 6/04/2008

Tabel 8: Overzicht van de meetopzet voor PM10 metingen in buitenomgeving van de scholen

code	Straat	gemeente	periode bemonstering*	duur filterbemonstering
School 1	Hof ter Zande, Oudestraat 119	Hoboken	22/01- 6/04/2008	24h
School 2	Romeintjes, Romestraat 20	Hoboken	22/01- 6/04/2008	24h
School 11	Don Bosco, Sint- Bernardsesteenweg 665	Hoboken	22/01- 6/04/2008	24h
School 17	Jan Sanderslaan 154	Hemiksen	22/01- 6/04/2008	24h

* In de periode van 22/01 tot en met 6/04/2008

De locaties zijn gekozen in functie van de afstand tot de Umicore site, de locaties van de metingen zwevend stof in de binnenomgeving (zie verder) en praktische overwegingen zoals stroomvoorziening (zie bemonsteringskaart figuur 1). In totaal zijn voor de meetperiode van 3 maanden, 294 stofconcentraties PM10 (24 h bemonsteringen) gerapporteerd (tabel 9). Op basis van de stofconcentraties zijn 48 filters uitgeselecteerd (12 per lokatie) voor de analyse van lood m.b.v. XRF. Hierbij zijn de volgende criteria gebruikt per locatie:

- 7 filters op dagen met relatief hoge stofconcentraties (7 dagen uit 24/1, 28/1, 13/2, 19/2, 20/2, 21/2, 28/2, 6/3, 13/3, 26/3 en 4/4)
- 2 filters op dagen met relatief lage stofconcentraties (27/2 en 22/3)
- 3 filters op dagen met gemiddelde stofconcentraties (31/1, 1/3 en 1/4)
- de filters voor analyse van de verschillende meetstations worden indien mogelijk op dezelfde dagen gekozen

De data zijn terug te vinden in bijlage 7.

Tabel 9: Aantal stalen zwevend stof in buitenomgeving

Aantal stalen zwevend stof in buitenomgeving	Locaties	Periode (#weken)	Stof	XRF
PM10	4	11	294	48

4.4.8 Bepaling van de stofconcentraties en concentraties zware metalen in zwevend stof in de scholen en de woningen

Tijdens de meetperiode van zwevend stof in buitenlucht bij de scholen, zijn metingen van PM10 stof in de binnenomgeving uitgevoerd. Deze metingen zijn uitgevoerd in 2 scholen en 30 woningen.

In de binnenomgeving van school 1 en school 2, is gedurende 11 weken aansluitend de PM10 stoffractie gecollecteerd. Deze metingen werden uitgevoerd in een ruimte waar regelmatig veel kinderen aanwezig waren (vb. klaslokaal, eetzaal, gang). Voor de continue binnenmetingen zijn 24 uren bemonsteringen uitgevoerd. In totaal werden 149 stoffilters gecollecteerd. Hiervan zijn 24 filters (12 per lokatie) geanalyseerd op de aanwezigheid van lood, cadmium en arseen m.b.v. XRF.

Naast de continue metingen zijn eveneens momentane bepalingen van zwevend stof (PM10) uitgevoerd in de binnenlucht van de woningen. Op basis van de verwerkte resultaten van de enquête, in combinatie met de geografische ligging, is stapsgewijs een selectie uitgevoerd van 30 woningen waarvan 3 in het referentiegebied. Deze metingen werden zo georganiseerd dat een eerste reeks van 20 woningen in april en een tweede reeks van 19 woningen in juli werden bemonsterd voor zwevend stof PM10 (24 h bemonstering). Van de 19 woningen uit de tweede reeks zijn er 9 die ook bij de eerste reeks bemonsterd werden. In totaal zijn 39 filters PM10 bemonsterd en geanalyseerd. De eerste reeks van filters is geanalyseerd met de ICP-MS en de tweede reeks met de XRF zodat de elementsamenstelling bepaald kon worden voor de bronbepaling (zie 4.6).

In tabel 10 is een overzicht gegeven van het aantal monsters en aantal analyses dat is uitgevoerd voor de bepaling van lood-, cadmium- en arseen in zwevend stof in de binnenomgeving.

Tabel 10: Aantal stalen zwevend stof in binnenomgeving

Aantal stalen zwevend stof in binnenomgeving	Locaties	Periode	Stof	Metaal XRF	Metaal ICP-MS
PM10 woningen	30	24 h	39	19	20
PM10 school	2	11 weken	149	24	
Totaal			188	43	20

Voor de meting van het zwevend stof in de woningen is een stationaire filterbemonsteraar (Tecora) gebruikt, uitgerust met een PM10 afscheider en voorzien van een cellulose filter.

4.4.9 Bepaling van de stofconcentraties en concentraties zware metalen

Bij de monsternamen en de analyse van zware metalen is de manipulatie van het stof een potentiële foutenbron. Voor de bepaling van de stofconcentratie ($\mu\text{g/g}$ of ppm) is het nodig het gewicht van het bemonsterde stof te bepalen. Bij het bemonsteren van veegmonsters is het gewicht van het geïncubeerde stof vaak klein tegenover het gewicht van het filter en/of filterdoek, waardoor hoge eisen dienen gesteld zijn voor een accurate bepaling van het gewicht.

De teflonfilters (Zefluor 2 μm , Pall) voor de zwevend stof (PM10) binnen- en buitenmetingen worden voorafgaand aan en na afloop van de bemonstering gewogen na conditionering van temperatuur (20 ± 1 °C) en relatieve vochtigheid (50 ± 2 %) gedurende 24 h. Uit het verschil in massa na en voor monsternamen is de belading berekend, die na deling door het volume bemonsterde lucht wordt omgerekend in de PM10 concentratie. Vervolgens zijn de filters beschikbaar voor de analyse op (zware) metalen.

Zoals de Europese norm voor PM10³ stof voorschrijft, zijn de droge filterdoekjes voor en na de bemonstering gewogen in een geconditioneerde handschoenkast bij 50 ± 2 % relatieve vochtigheid en een temperatuur van 20 ± 1 °C. De analytische balans heeft een resolutie van:

- 10 μg voor doekjes
- 10 μg voor filters beladen met straatstof
- 1 μg voor de andere filters

³ PM10 norm: NBN-EN-12341 (1999): Luchtkwaliteit – Bepaling van de PM10-fractie van zwevend stof – Referentiemethode en beproevingswerkwijze in situ voor het aantonen van de gelijkwaardigheid van meetmethoden met de referentiemethode.

4.4.10 Samenvatting aantal bemonsteringen per locatie

Het aantal bemonsteringen van de verschillende milieucompartimenten verdeeld over de verschillende gebieden is weergegeven in tabel 11. Voor de compartimenten straatstof en PM10 binnen zijn meerdere staalnamen uitgevoerd ten behoeve van de bronbepaling.

Tabel 11: Overzicht van het aantal stalen en meetlocaties per gebied

	Onderzoeksgebied			Referentiegebied	
	# woningen	# scholen	# publieke plaatsen	# woningen	# scholen
Veegstof (droog doekje)	33	3		3	1
Veegstof (nat doekje)	16	3			1
Stofzuigerzak	25	3		3	1
Putwater	1				
Bodem <0,25 mm	31	3		3	1
Bodem <2 mm	10			2	
Straatstof 1 ^{ste} reeks	33	2	10	3	1
Straatstof 2 ^{de} reeks	18			2	
Straatstof 3 ^{de} reeks	76			16	
PM10 buiten meetstation (11 weken)		1			1
PM10 binnen en buiten meetstations (11 weken)		2			
PM10 binnen (24h) 1 ^{ste} reeks	17			3	
PM10 binnen (24h) 2 ^{de} reeks	17			2	

4.5 Statistische analyse van de milieumetingen

De statistische analyse van de milieumetingen is gerapporteerd in het VITO document 2008/MIM/R/164 (Milieumetingen uitgevoerd in de wijde omgeving van Umicore Hoboken - relaties tussen milieucompartimenten -).

4.6 Bronbepaling

4.6.1 Selectie van metingen

Het doel van de bronbepaling is om experimentele gegevens aan te leveren voor Pb en andere chemische elementen zodanig dat de relatieve betekenis van binnen en buitenbronnen kunnen worden bepaald en een exact profiel van de bronnen kan worden weergegeven. Een belangrijk gegeven voor de blootstelling is de kennis over de mate waarin het metaalgehalte van huisstof afkomstig is van transport van stof uit de buitenomgeving en van bodemstof in de binnenomgeving. Ongeveer 20-40 % van huisstof is afkomstig van bodem, terwijl bodem en

straatstof samen ongeveer 45-50 % kunnen uitmaken van de samenstelling van huisstof. Een andere bron in de buitenomgeving is de blootstelling via de omgevingslucht.

Een studie van Wallace (1996) geeft aan dat deeltjes in de PM10 fractie een woning kunnen binnendringen met dezelfde efficiëntie als onreactieve gassen. De grovere deeltjes bezitten een grotere depositiesnelheid dan kleinere deeltjes waardoor ze neerslaan door gravimetrische uitval of afgezet worden in het binnenmilieu, wat resulteert in een reductie in de binnenhuisconcentratie van deze deeltjes.

De variatie in metaalconcentratie in zwevend stof en vloerstof kunnen variëren in verschillende kamers in de woning, tussen verschillende woningen in een woongebied en tussen verschillende woonwijken. Hiervoor is de elementsamenstelling bepaald in een consistent deeltjesfractie van 100-250 μm in de stofzuiger zak, in bodemstof en in straatstof en voor het volledige staal in depositiestof en zwevend stof. Het aantal stalen voor elk milieucompartiment is weergegeven in tabel 12.

Tabel 12: Aantal stalen voor de bronbepaling

Milieucompartiment	Aantal stalen
Stofzuigerzak	32
Bodemstof	30
Straatstof	120
Zwevend stof in de woningen	19
Zwevend stof in de scholen	24
Zwevend stof buiten aan de scholen	48

Bodemstof werd bemonsterd in de directe omgeving (binnen een straal van 15 m) van elke woning. 20 stalen straatstof werden bemonsterd binnen een straal van 15 m van de woningen en 100 stalen werden ruimtelijk gespreid genomen over het studiegebied. Zwevend stof werd geïncollateerd zowel in de buitenomgeving (PM10) van de scholen als in de binnenomgeving (PM10) van de scholen en de woningen.

4.6.2 Bronbepaling en toewijzing

- Depositiestof op filter

Er zijn verschillende parameters die het gehalte zware metalen in huisstof kunnen beïnvloeden, nl. bronnen in de woning, woning in stedelijk omgeving, ventilatiegedrag, type verwarming, jaartal woning en activiteitsgraad, schoonmaak gewoontes, schoeisel in de woning, bodemconcentraties rondom de woning, bodembedekking (gras, bestrating, onbedekte bodem), aantal gezinsleden/huisdieren (en hun leefgewoonten) en de fractinatie van bodemdeeltjes (bepaalde grootte van deeltjes wordt binnengebracht). Fossiele brandstoffen kunnen een bron vormen voor Cd en Pb in de woning. Steenkool kan een verhoogde Cd en Pb belading geven t.o.v. centrale verwarming. Het is moeilijk om deze variabelen te modeleren of te monitoren voor elke woning omwille van de grote variabiliteit zowel binnen een bepaalde woning (binnenactiviteit en seizoenen) als tussen verschillende

woningen. Indien een waarde kan worden gehanteerd die de hoeveelheid binnengebracht stof aangeeft, kan hieruit een schatting worden gemaakt van de bijdrage van zware metalen in huisstof afkomstig van de buitenomgeving. De meting van het gehalte van tracer-elementen zoals Fe, Mn en Ce in de bodem, kan worden gebruikt voor de kwantificatie van deze fractie. Door berekening van een externe bodem fractie (EBF) kan de bijdrage van de externe verontreiniging in het huisstof worden geschat (Fergusson en Kim, 1991).

Het Pb gehalte varieert in functie van de deeltjesgrootte. Kleinere deeltjes bevatten relatief meer Pb dan grotere deeltjes (Fergusson, 1984). Door fractinatie van de bodemdeeltjes, worden kleinere deeltjes (hogere Pb gehalte) binnengebracht in de woning. Eenmaal in de woning zullen, afhankelijk van de activiteit, de deeltjes (voornamelijk < 10 µm) via resuspensie in de lucht worden gebracht.

- **Zwevend stof**

De verhouding tussen de concentratie in de woning en buiten de woning van een specifieke deeltjesfractie kan een indicatie geven in hoeverre deeltjes die in de binnenomgeving worden gemeten afkomstig zijn van interne bronnen. De variatie in de verhouding stofconcentratie binnen/buiten wordt voor een belangrijke factor bepaald door de variatie in activiteit in de woning.

4.6.3 Statische analyse bronbepaling

De statische analyse van de stalen voor de bronbepaling is gerapporteerd in het VITO document 2008/MIM/R/164 (Milieumetingen uitgevoerd in de wijde omgeving van Umicore Hoboken - relaties tussen milieucompartmenten -).

5 RESULTATEN

5.1 Weersomstandigheden

Omdat verspreiding van stof via de lucht sterk afhankelijk is van de weersomstandigheden, zijn voor de onderzoeksperiode (22 januari 2008 tot en met 6 april 2008) de meteogegevens opgevraagd van het weerstation T2M802 van VMM, op ongeveer 10 km van Hoboken. Van de volgende parameters zijn de gegevens opgevraagd:

- Windrichting
- Windsnelheid
- Temperatuur
- Hoeveelheid van de neerslag
- Relatieve vochtigheid

De windrichting en windsnelheid zijn vooral bepalend voor de verspreiding van fijn stof in de omgevingslucht. De hoeveelheid neerslag heeft invloed op de uitwassing, depositie en resuspensie van stofdeeltjes. Temperatuur en relatieve vochtigheid hebben geen rechtstreekse invloed op de verspreiding van stof maar geven een volledig beeld van de weersomstandigheden. In §5.2 wordt verder ingegaan op de representativiteit van het immissieonderzoek, waarvan een analyse van de meteogegevens een belangrijk onderdeel uitmaakt.

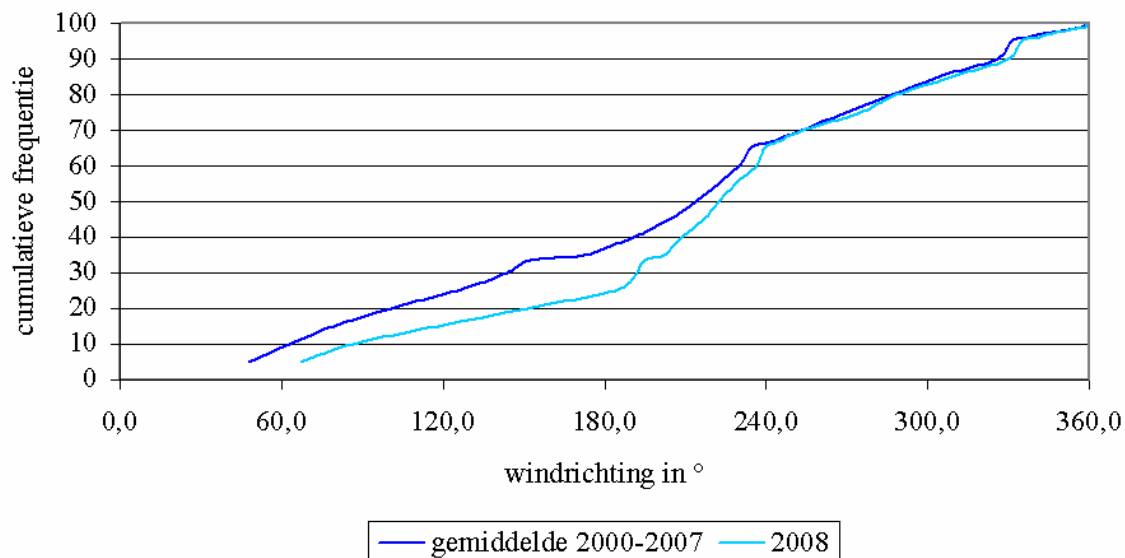
5.2 Representativiteit van het immissieonderzoek

Het is belangrijk om na te gaan in hoeverre de meetgegevens die zijn verzameld in een relatief kortdurend onderzoek, een representatief beeld geven van de blootstelling en milieubelasting in Hoboken over meerdere jaren. Om dit te verifiëren moet worden nagegaan in hoeverre de weersomstandigheden, m.n. windrichting, windsnelheid en neerslag, tijdens de meetperiode gemiddelde genomen overeenkomen met die over meerdere jaren.

5.2.1 Windrichting & windsnelheid

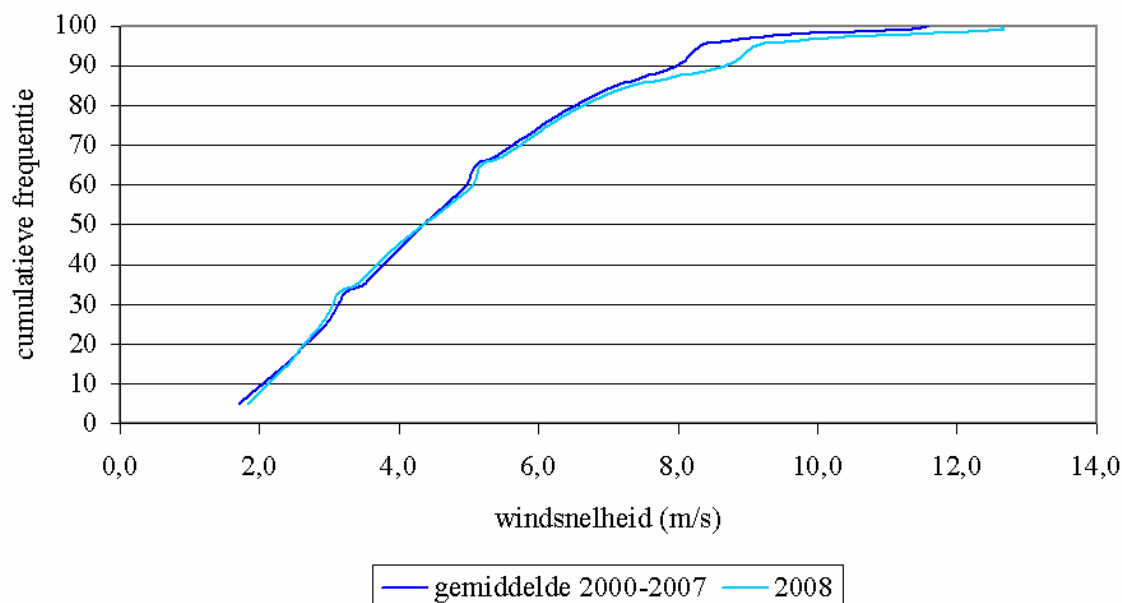
De gegevens van windrichting en windsnelheid zijn statistisch vergeleken met die over meerdere jaren (2000-2007). Figuur 3 en figuur 4 tonen het voorkomen van de verschillende windrichtingen en windsnelheden tijdens de meetperiode en dezelfde periode over meerdere jaren. De figuren tonen cumulatief aan hoeveel procent van de tijd een bepaalde windrichting (figuur 3) of windsnelheid (figuur 4) is voorgekomen. Tijdens de meetperiode kwam de wind 5 % van de tijd meer uit de windrichting ZW en 5 % van de tijd minder uit de windrichting NO dan normaal. De verdeling van de windsnelheden is voor de meetperiode in 2008 analoog als het gemiddeld van dezelfde periode voor 2000-2007.

distributie van de windrichting van 22 januari tot en met 11 april



Figuur 3: Voorkomen van verschillende windrichtingen tijdens de meetperiode en in dezelfde periode gedurende de voorgaande jaren aan de meteomast te Antwerpen luchtbal⁴.

Distributie windsnelheid van 22 januari tot en met 11 april



Figuur 4: Voorkomen van verschillende windsnelheden (m/s) tijdens de meetperiode en in dezelfde periode gedurende de voorgaande jaren aan de meteomast te Antwerpen luchtbal⁵.

⁴ 0° komt overeen met N-wind, 90° met O-wind, 180° met Z-wind en 270° met W-wind. De langdurige gegevens zijn de gemiddelden van de distributie 22 januari tot en met 11 april van 2001 tot 2007 aan de VMM meteomast te Antwerpen luchtbal (T2M802).

5.2.2 Neerslag

De hoeveelheid neerslag die tijdens de meetperiode is gevallen, was hoger dan normaal. In de meetperioden is 187 mm regen gevallen. De gemiddelde hoeveelheid neerslag voor dezelfde periode over meerdere jaren bedraagt 155 mm⁶.

5.2.3 Temperatuur en relatieve vochtigheid

De gemiddelde temperatuur tijdens de meetperiode bedroeg 6,9 °C wat hetzelfde is als de gemiddelde temperatuur van 2000-2007 voor deze periode (6,8 °C). De relatieve vochtigheid in de meetperiode bedroeg 67 % en komt overeen met de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid van 2000-2007 voor deze periode (70 %).

⁵ 0De langdurige gegevens zijn de gemiddelden van de distributie 22 januari tot en met 11 april van 2001 tot 2007 aan de VMM meteomast te Antwerpen luchtbal (T2M802).

⁶ De gemiddelde hoeveelheid neerslag voor de periode van 22 januari tot en met 11 april van 2001 tot 2007 aan de VMM meteomast te Antwerpen luchtbal (T2M802).

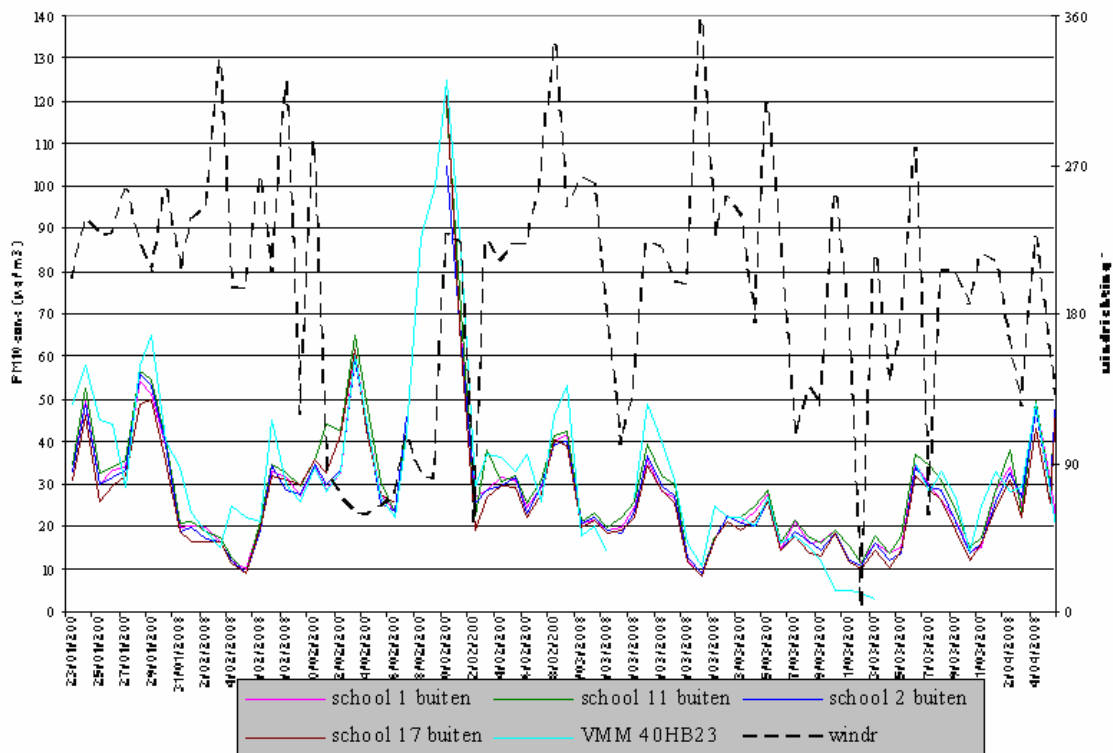
5.3 Zwevend stof metingen

Een samenvatting van de bemonsterde dagen en de resultaten van de zwevend stofgehalte in de binnenlucht en de buitenlucht van de scholen (24h filterbemonsteringen) zijn terug te vinden in bijlage 5 en bijlage 6.

Opgemerkt wordt dat de metingen zijn verricht bij eerder koude en natte perioden (januari tot april). De stofvorming in de lucht zal relatief laag geweest zijn bij deze natte weersomstandigheden en zodoende geven de metingen een enigszins minder representatief beeld van de blootstelling ten opzichte van het jaargemiddelde.

5.3.1 PM10 gehalte in de buitenlucht

Figuur 5 geeft het verloop weer voor de periode van 22/1 tot 6/4 van de 24 uren PM10 concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de buitenomgeving van de 4 scholen en een VMM station (40HB23), in functie van de windrichtingen. Voor het onderzoeksgebied zijn naast de resultaten van de 3 VITO meetposten ook de resultaten van de VMM meetpost 40HB23 weergegeven⁷. De gemiddelden, minima en maxima van al de gemeten PM10 concentraties van de vijf meetplaatsen gedurende de meetperiode zijn weergegeven in tabel 13.



Figuur 5: Concentratieprofielen PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) buiten van 23/1 tot 6/4

⁷ Deze resultaten zijn afkomstig van de IRCEL website (www.ircel.be) en zijn niet gevalideerde concentraties.

Tabel 13: Overzicht van statistische gegevens voor PM10 gehalte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de buitenlucht voor alle beschikbare data*

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen	# > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
School 1	O	Buiten	28	83	9	71	5
School 2	O		28	105	9	72	5
School 11	O		31	118	9	71	6
School 17	Ref		27	121	8	71	3
40HB23	O		34	125	3	79	11

* data tussen 22/1 en 6/4

In tabel 14 zijn hiervan enkel de PM10 concentraties weergegeven voor die dagen dat voor alle locaties data beschikbaar was. Deze concentraties kunnen volledig vergeleken worden. De gemiddelden, minima en maxima bij de simultane PM10 metingen op de vier locaties komen overeen.

Tabel 14: Overzicht van statistische gegevens voor buiten stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die dagen* dat voor alle locaties data beschikbaar was

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen	# > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
School 1	O	Buiten	28	65	9	65	4
School 2	O		28	64	9		4
School 11	O		30	71	9		5
School 17	Ref		26	62	8		2
40HB23	O		31	84	3		6

* data tussen 22/1 en 6/4

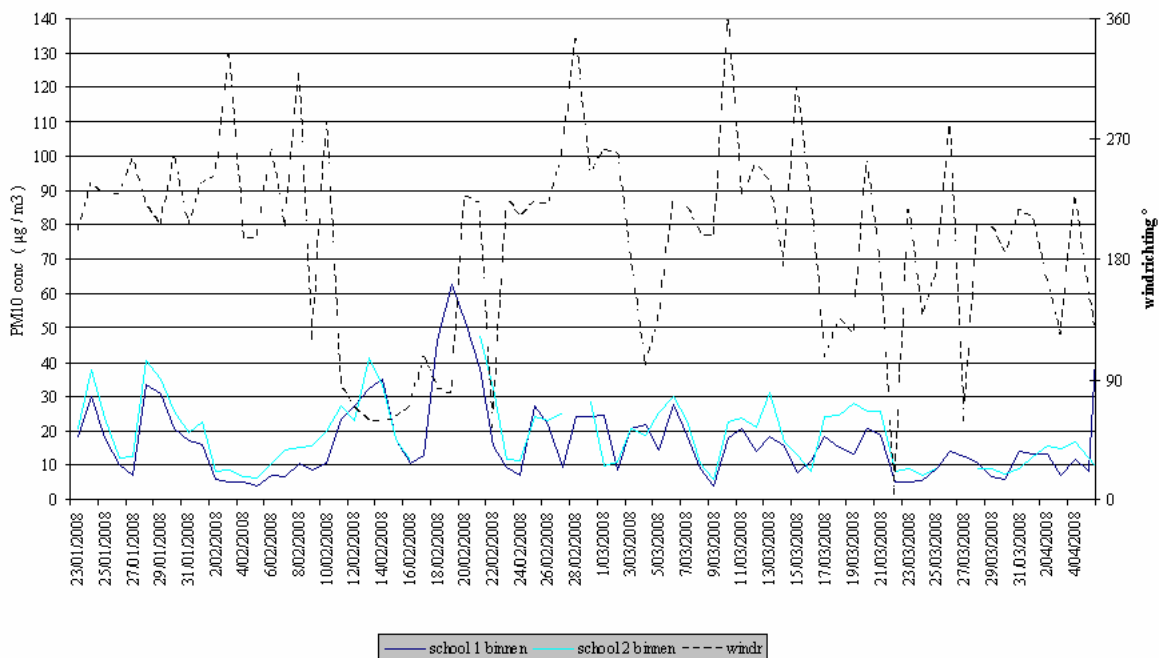
De gemeten stofconcentraties PM10 zijn vergelijkbaar voor de 4 scholen en de VMM meetpost (zie figuur 5). De hogere maximum waarden voor het VMM meetstation t.o.v. de scholen, kan mogelijk verklaard worden door de ligging van de meetlocaties (kortere afstand van het VMM meetstation tot het bedrijf). Om deze hypothese te bevestigen zijn echter lange termijn metingen (minimaal 1 jaar) nodig. Van 23 januari tot 6 april komen de hoogste concentraties van PM10 overeen met ZW-wind. Op 13 februari komen de hoge concentraties van PM10 overeen met NO - wind.

5.3.2 PM 10 gehalte in de binnenlucht

In de binnenomgeving van de scholen is gedurende 11 weken, de PM10 concentraties gemeten (24h bemonsteringen). In de binnenomgeving van 30 woningen is PM10 gemeten gedurende 24h. Hierbij zijn 9 woningen twee maal bemonsterd.

- PM10 gehalte in de scholen

Figuur 6 geeft het verloop van de PM10 concentraties en de windrichtingen weer. Gedurende de perioden van 22/1 tot 6/4 zijn de PM10 metingen uitgevoerd op 2 locaties in het onderzoeksgebied (24h filterbemonsteringen). De gemiddelden, minima en maxima van al de gemeten PM10 concentraties van de twee meetplaatsen gedurende de studie zijn weergegeven in tabel 15.



Figuur 6: Concentratieprofielen PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen in de scholen van 23/1 tot 6/4

Tabel 15: Overzicht van statistische gegevens voor binnen stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor alle beschikbare data*

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen	# > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
School 1	O	Binnen	17	63	4	74	2
School 2	O		19	48	6	68	0

* data tussen 22/1 en 6/4

In tabel 16 zijn hiervan enkel de PM10 concentraties weergegeven voor die dagen dat voor alle locaties data beschikbaar was. Deze concentraties kunnen volledig vergeleken worden.

De gemiddelden, minima en maxima bij de simultane PM10 metingen op de twee locaties komen overeen.

Tabel 16: Overzicht van statistische gegevens voor binnen stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die dagen dat voor alle locaties data beschikbaar was*

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen	# > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
School 1	O	Binnen	15	38	4	67	0
School 2	O		19	48	6	67	0

* data tussen 22/1 en 6/4

De gemeten stofconcentraties PM10 zijn vergelijkbaar voor de 2 scholen (zie figuur 6).

- PM10 gehalte in de woningen

In 30 woningen zijn de PM10 concentraties bemonsterd in de binnenomgeving. Hiervoor werden volgende 24h bemonsteringen uitgevoerd:

- 1^{ste} reeks: van 7/4 tot op 11/4: 4 maal in 5 woningen simultaan
- 2^{de} reeks:
 - 8/7 op 8 woningen simultaan
 - 14/7 op 7 woningen simultaan
 - 15/7 op 4 woningen simultaan

De resultaten en de data van de PM10 bemonsteringen in de woningen zijn weergegeven in tabel 17. De PM10 stalen zijn niet simultaan bemonsterd.

Tabel 17: PM10 concentraties in zwevend stof in woningen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Data staalname	N	Gemiddelde 1 ^{ste} reeks	Gemiddelde 2 ^{de} reeks
Referentiegebied	10/4	3	50	
	8,14/7	2		49
Onderzoeksgebied	7-11/4	17	53	
	8,14,15/7	17		30

N: aantal analyses

5.3.3 Verhouding zwevend stof binnen/buiten

- PM10 verhouding binnen/buiten

In figuur 7 en figuur 8 zijn de concentraties PM10 voor alle binnen- en buitenmetingen met de meetstations weergegeven voor school 1 en school 2. In tabel 18 zijn de concentraties PM10 weergegeven voor die schooldagen dat bij school 1 en respectievelijk school 2 simultaan binnen en buiten gemeten is. In tabel 19 is dit weergegeven voor de vakantiedagen. Tijdens de schoolperiode is de verhouding van PM10 binnen/buiten 0,67 voor school 1 en 0,88 voor school 2. Voor de vakantiedagen zijn deze verhoudingen lager, namelijk 0,39 voor school 1 en 0,52 voor school 2.

Tabel 18: Overzicht van statistische gegevens voor stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die schooldagen dat in een school binnen en buiten gemeten is*

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Buiten	29	83	9	50
		Binnen	19	63	4	
School 2	O	Buiten	27	64	9	49
		Binnen	22	48	6	

*23/1-3/2; 11/2-23/3

Tabel 19: Overzicht van statistische gegevens voor stofconcentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) PM10 voor enkel die vakantiedagen dat in een school binnen en buiten gemeten is*

PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Gebied	Locatie	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Buiten	25	49	10	20
		Binnen	9	14	4	
School 2	O	Buiten	24	47	9	18
		Binnen	12	20	6	

*4/2-10/2; 24/3-5/4

*Tabel 20: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de schooldagen**

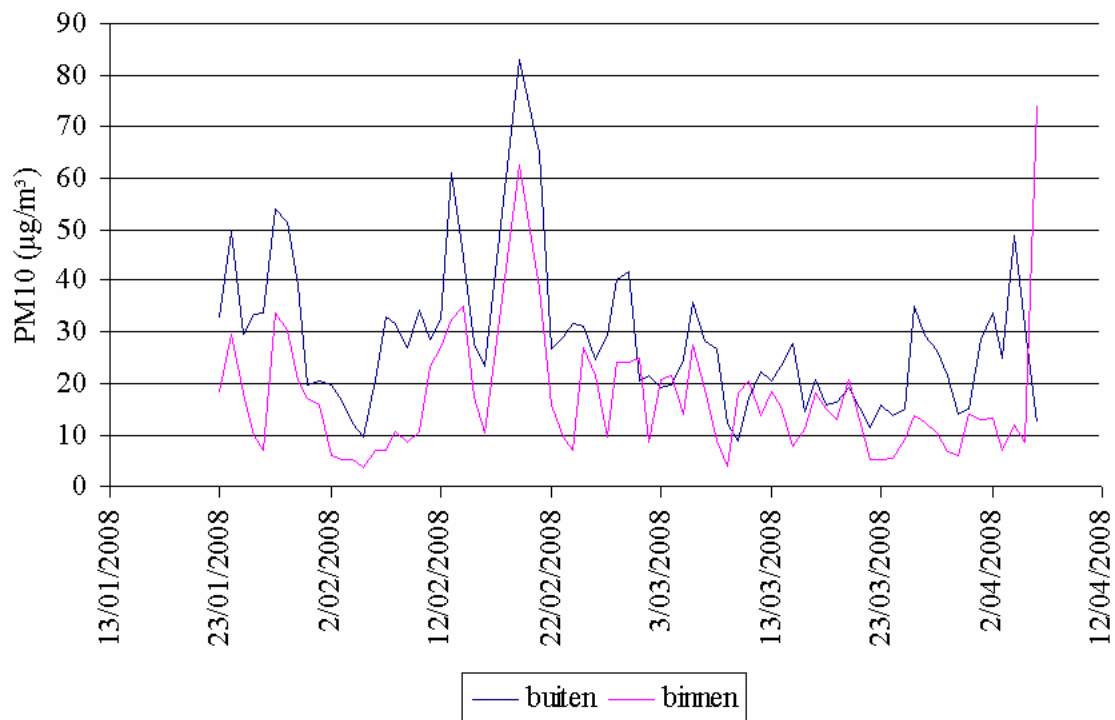
PM10	Gebied		Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Verhouding binnen/buiten	0,67	2,06	0,21	50
School 2	O	Verhouding binnen/buiten	0,88	2,56	0,37	49

*23/1-3/2; 11/2-23/3

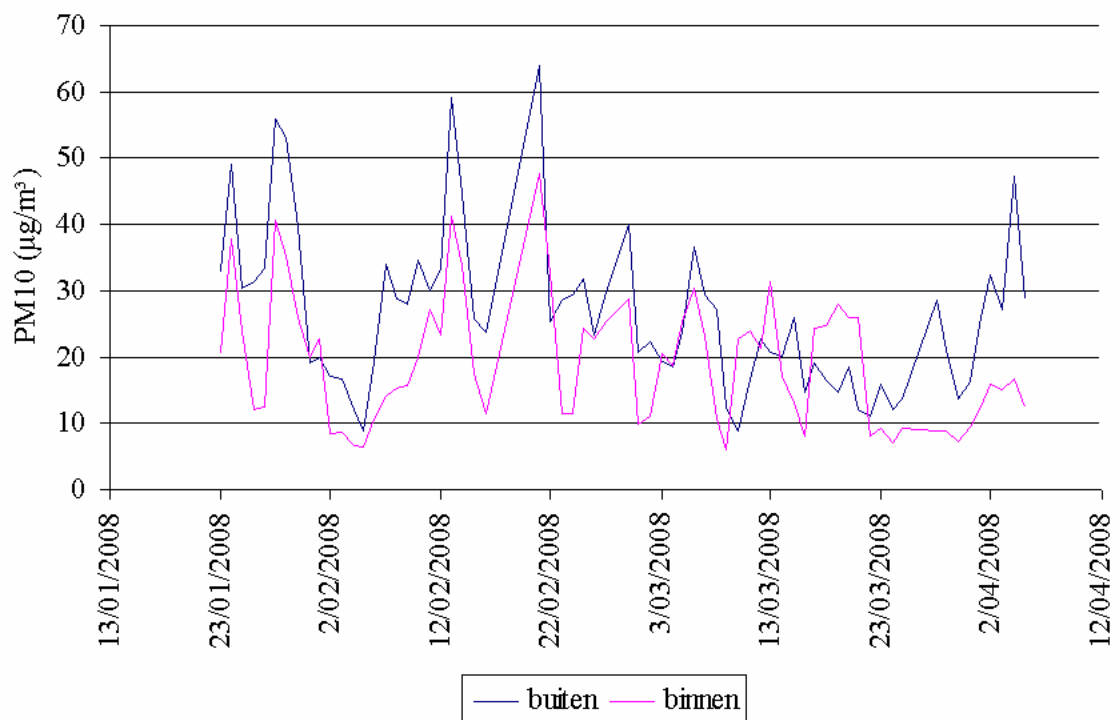
*Tabel 21: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de vakantiedagen**

PM10	Gebied		Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Verhouding binnen/buiten	0,39	0,93	0,21	20
School 2	O	Verhouding binnen/buiten	0,52	0,71	0,31	18

* 4/2-10/2; 24/3-5/4



Figuur 7: Concentratieprofielen van PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen en buiten school 1 van 23/1 tot 6/4



Figuur 8: Concentratieprofielen van PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) binnen en buiten school 2 van 23/1 tot 6/4

In de periode van de PM10 metingen zijn er twee schoolvakanties:

- Krokusvakantie van 4 tot en met 10 februari 2008
- Paasvakantie van 24 maart tot en met 5 april 2008

Voor de beide scholen worden de verhoudingen van de binnen tot buitenstof concentraties opgesplitst voor de vakantiedagen en de schooldagen (tabel 22).

Tabel 22: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de stofconcentraties PM10 binnen/buiten voor de schooldagen en de vakantiedagen

PM10	Gebied	Verhouding binnen/buiten	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Schooldagen	0,67	2,06	0,21	50
		Vakantiedagen	0,39	0,93	0,21	20
School 2	O	Schooldagen	0,88	2,56	0,37	49
		Vakantiedagen	0,52	0,71	0,31	18

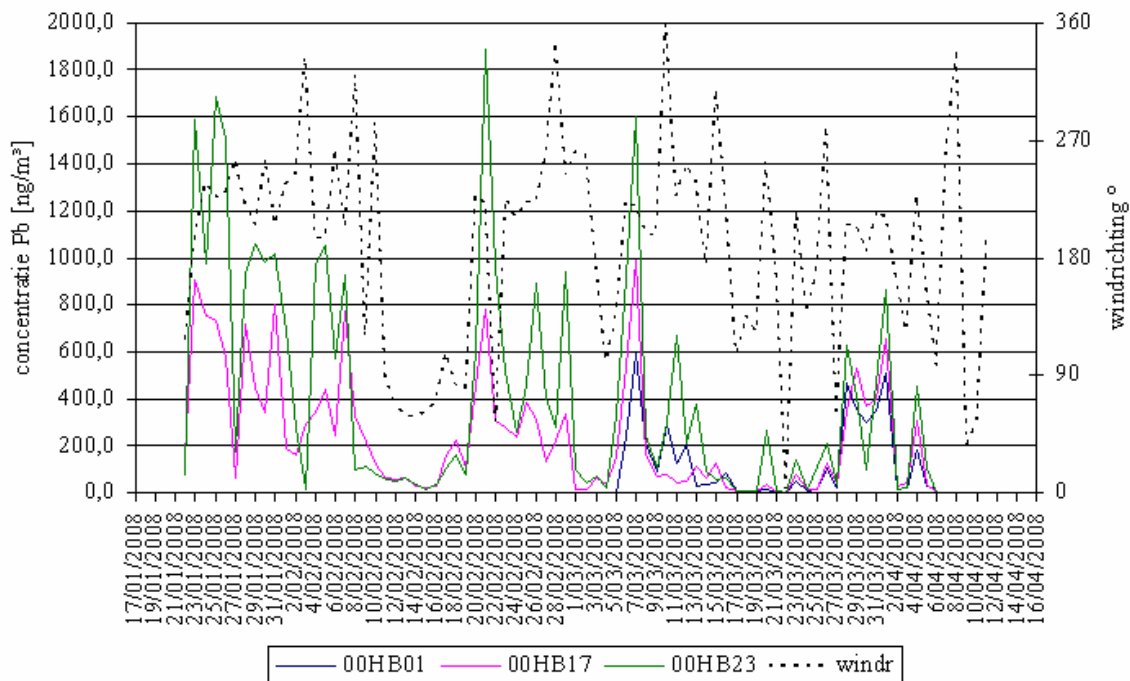
22/1-6/4

Voor de vakantiedagen is de gemiddelde verhouding van de binnen tot buitenstof concentratie voor de twee scholen 40% lager dan voor de schooldagen.

5.4 Pb in zwevend stof

5.4.1 Pb gehalte in PM10 stof in de buitenlucht

In deze studie zijn de resultaten van de zware metalen concentraties afkomstig van de 6 VMM meetposten (00HB01, 00HB17, 00HB18, 00HB19, 00HB23 en 00HB24) bijgevoegd aan de 4 meetposten buiten aan de scholen. In figuur 9 is het verloop weergegeven van de Pb concentraties in PM10 voor de 3 meetposten van VMM in functie van de windrichting. De hoogste loodconcentraties komen overeen met ZW-wind.



Figuur 9: Loodconcentraties bij de 24h VMM meetposten van 22/1 tot 6/4

In tabel 23 is een statistisch overzicht gegeven van de Pb concentraties in PM10 van de VMM meetstations en de 4 meetposten aan de scholen.

Tabel 23: Overzicht van de gemeten loodconcentraties (ng/m³) in PM10 buiten voor alle beschikbare data tussen 22/01 en 6/04/2008

	Statistisch*
00HB01	139 (5-486)
00HB17	243 (7-778)
00HB18	126 (18-269)
00HB19	63 (13-124)
00HB23	421 (5-1528)
00HB24	50 (25-84)
School 1	89 (16-150)
School 2	61 (9-168)
School 11	48 (5-107)
School 17	25 (6-58)

N-T: aantal analyses-bemonsteringstijd per filter (1d = 24h); Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel); <DL: aantal lager dan detectielimiet⁸

* Voor de berekening van de gemiddelden zijn de waarden die kleiner zijn dan de detectielimiet gelijkgesteld aan de detectielimiet.

** Data VMM metingen zijn terug te vinden in bijlage 8.

Op basis van de gemiddelde concentraties van alle buitenmeetstations voor de periode van 22/1 tot 6/4 is m.b.v. de Krigging methode een extrapollatie gemaakt van de loodconcentraties en uitgezet in plot i.f.v. de ligging (figuur 10). De plot kan op figuur 1 gelegd worden om de positie van de woningen en de meetstations aan te duiden. De loodconcentratie is plaatsafhankelijk. De plot kan gebruikt worden om de gemiddelde loodconcentratie per woning voor de meetperiode te bepalen.

⁸ De detectielimiet (DL) die door VMM gebruikt is, kan niet vergeleken worden met de bepalinggrens (BG) die VITO gebruikt voor het aangeven van de laagst meetbare concentratie:

1. De DL en BG zijn anders gedefinieerd:

$$DL = X_{\text{blank}} + 3 * \text{stdev}_{\text{blank}}$$

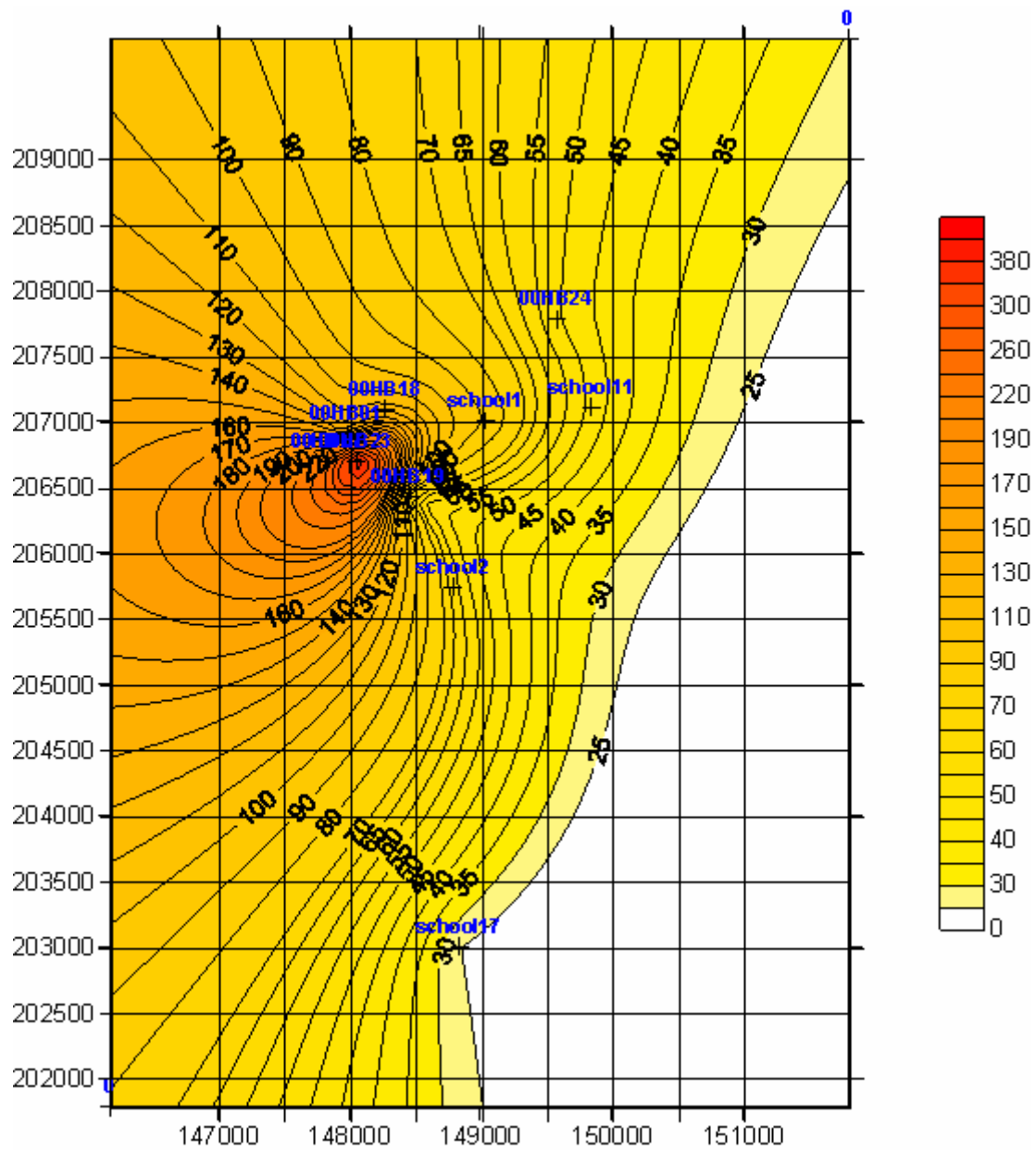
$$BG = X_{\text{proc blank}} + 2 * \text{stdev}_{\text{proc blank}} + X_{\text{matrix blank}} + 2 * \text{stdev}_{\text{matrix blank}}$$

(zie 1.2.2 van het bijlage resultaten en analyse)

De BG houdt zowel rekening met de procedureblanko en met de matrix en is hierdoor een hogere concentratie.

2. Bij de bemonstering bij VITO is 24 m³ lucht bemonsterd per filter, terwijl bij VMM 55 m³ bemonsterd is per filter. Hierdoor is de DL bij VMM al een factor 55/24 lager dan als VITO de detectielimiet zou hanteren.

Bovendien speelt nog een ander argument mee, nl. dat de As concentraties die VITO meet bij waarden rond de detectielimiet van de XRF tot een factor 13 hoger kunnen zijn.



Figuur 10: Plot van de gemiddelde loodconcentraties (ng/m^3) voor de periode van 22/1 tot 6/4/2008

5.4.2 Pb gehalte in PM10 stof in de binnenlucht

- Pb in PM10 in de scholen

In tabel 24 zijn de loodconcentraties van alle PM10 binnen metingen in de scholen samengevat. In tabel 25 zijn de loodconcentraties van de PM10 binnenmetingen samengevat van enkel die dagen dat voor beide scholen data beschikbaar is. De loodconcentraties komen voor de 2 scholen overeen tijdens de schooldagen.

Tabel 24: Overzicht van gemeten loodconcentraties (ng/m³) in PM10 binnen in de scholen voor alle beschikbare data

	N**	Statistisch	Analysetechniek
School 1	12	48 (28-73)	XRF
School 2	12	51 (28-75)	XRF

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)

** data tussen 22/1 en 6/4

Tabel 25: Overzicht van gemeten loodconcentraties (ng/m³) in PM10 binnen in de scholen voor enkel die dagen dat voor beide scholen data beschikbaar is*

		N**	Statistisch	Analysetechniek
School 1	Schooldagen	6	35 (11-62)	XRF
	Vakantiedagen	2	33	XRF
School 2	Schooldagen	6	33 (14-60)	XRF
	Vakantiedagen	2	23	XRF

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)

** data tussen 22/1 en 6/4

- Pb in PM10 in de woningen

Voor 30 woningen zijn de Pb concentraties in PM10 in binnenstof bepaald. In totaal werden 39 filters bemonsterd verspreid over 2 perioden, waarvan de resultaten zijn weergegeven in tabel 26 en tabel 27:

- Een eerste periode van 7/4/2008-11/4/2008 met 20 bemonsterde woningen met analyse van de monsters met ICP-MS.
- Een tweede periode van 8,14 en 15/7/2008 met 19 bemonsterde woningen en analyse van de monsters met XRF. Van deze bemonsterde woningen zijn er 9 woningen van de eerste meetreeks. De woningen van de tweede periode zijn gekozen op basis van de beschikbare meetplaatsen.

Tabel 26: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in woningen bij een eerste reeks metingen

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		
N	3		17		
	<BG	Statistisch	<BG	Statistisch*	Analysetechniek
Lood (mg/kg)	0	769 (369-1177)	6	671 (305-1154)	ICP-MS
Lood (ng/m ³)		30 (15-52)		33 (15-57)	

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel); <BG: aantal lager dan bepalingsgrens

(*) Voor de berekening van de gemiddelden zijn de waarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens gelijkgesteld aan de bepalingsgrens.

Tabel 27: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in woningen bij een tweede reeks metingen

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		
N	2		17		
	<BG	Statistisch	<BG	Statistisch*	Analysetechniek
Lood (mg/kg)	0	314 (260-368)	1	1436 (620-2846)	XRF
Lood (ng/m ³)		15 (13-16)		40 (15-87)	

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel); <BG: aantal lager dan bepalingsgrens

(*) Voor de berekening van de gemiddelden zijn de waarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens gelijkgesteld aan de bepalingsgrens.

Tabel 28: Loodconcentraties in zwevend stof (PM10) in de 9 woningen waarbij het zwevend stof tweemaal bemonsterd is

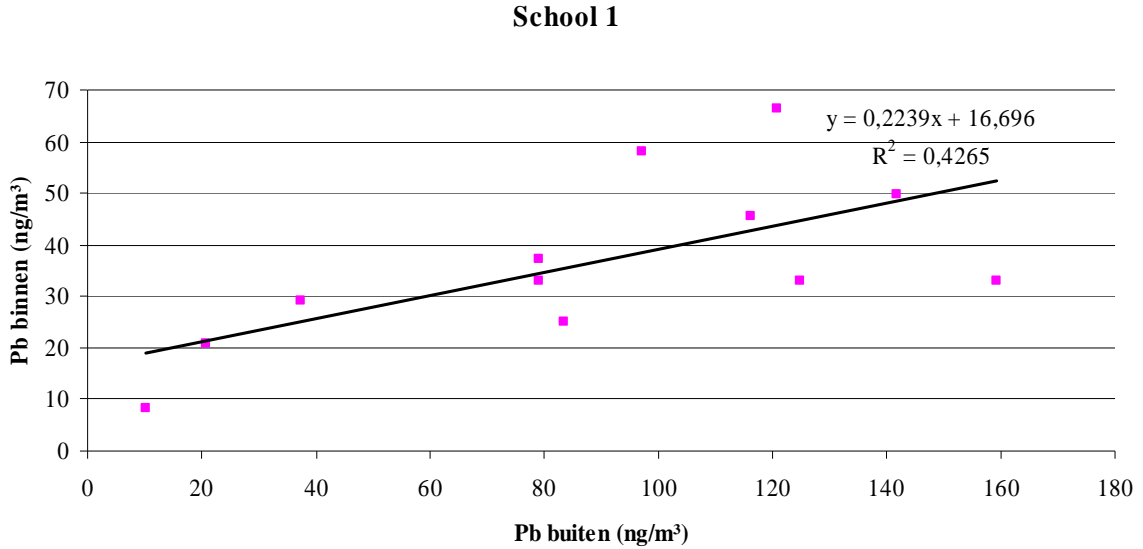
	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		
N	2		7		
	<BG	Statistisch	<BG	Statistisch*	Analysetechniek
Lood (mg/kg) bij eerste bemonstering	0	774 (370-1179)	3	554 (302-938)	ICP-MS
Lood (ng/m ³) bij eerste bemonstering		18 (14-21)		29 (14-46)	
Lood (mg/kg) bij tweede bemonstering	0	314 (260-368)	0	1245 (655-2055)	XRF
Lood (ng/m ³) bij tweede bemonstering		15 (13-16)		46 (18-102)	

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel); <BG: aantal lager dan bepalingsgrens

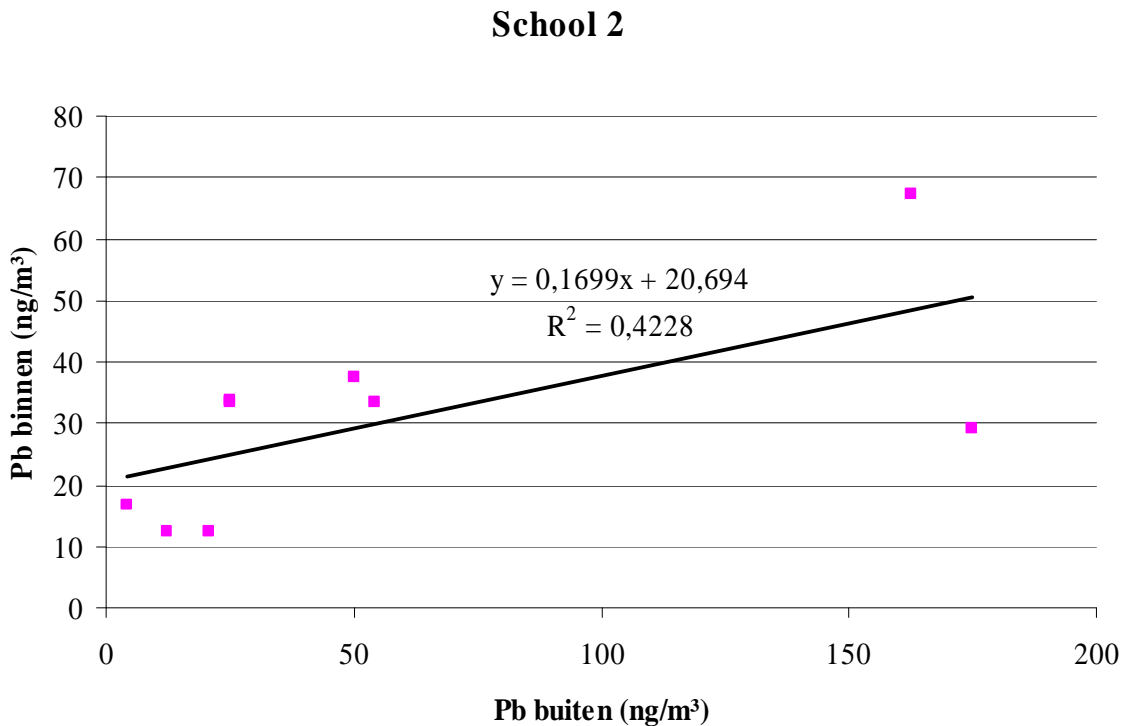
(*) Voor de berekening van de gemiddelden zijn de waarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens gelijkgesteld aan de bepalingsgrens.

5.4.3 Verhouding Pb binnen/buiten

In figuur 11 en figuur 12 zijn de loodconcentraties in PM10 voor alle simultane binnen- en buitenmetingen met de meetstations weergegeven voor school 1 en school 2.



Figuur 11: loodconcentratie binnen ten opzichte van de loodconcentratie buiten in school 1



Figuur 12: loodconcentratie binnen ten opzichte van de loodconcentratie buiten in school 2

Voor de beide scholen worden de verhoudingen van de loodconcentraties (ng/m³) binnen tot buiten opgesplitst voor de vakantiedagen en de schooldagen (

tabel 30).

Tabel 29: Overzicht van statistische gegevens voor verhoudingen van de loodconcentraties in PM10 (ng/m³) binnen/buiten voor de schooldagen en de vakantiedagen

Pb in PM10	Gebied	Verhouding binnen/buiten	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Aantal metingen
School 1	O	Schooldagen	0,56	1,00	0,3	9
		Vakantiedagen	0,36	0,60	0,24	3
School 2	O	Schooldagen	0,84*	1,36*	0,47	6
		Vakantiedagen	0,64	0,62	0,60	2

22/1-6/4

Voor school 2 zijn er 12 binnenmetingen en 12 buitenmetingen, maar zijn er 3 niet simultaan omwille van verwerping van filters voor kwaliteitsredenen.

* Hier is een outlyer (voor 31/01/2008) weggelaten.

In zowel school 1 als school 2 wordt tijdens de vakantiedagen een lagere Pb concentratie (ng/m³) gemeten t.o.v. de buitenconcentratie.

5.5 Depositie stof metingen

In en rondom de 36 geselecteerde woningen en scholen werden depositiemetingen (straatstof, veegstof, stofzuigerzakken) uitgevoerd. De data van de bemonsteringen van het depositiestof zijn weergegeven in

tabel 30. In tabel 31 zijn de Pb concentraties van de depositiestofmetingen in en rond de woningen weergegeven. De Cd en As concentraties zijn terug te vinden in het excelbestand dat bij OVAM beschikbaar is. Niet alle bemonsteringen zijn op dezelfde dag uitgevoerd.

De hoeveelheid lood in het vloerstof kan beïnvloed zijn door de weersomstandigheden (koude en natte periode), wanneer het lood in het vloerstof voornamelijk is aangebracht (via schoeisel) vanuit de bodem. In dit geval zal waarschijnlijk voor het depositiestof een conservatieve metaalconcentratie gevonden worden ten opzichte van het jaargemiddelde.

Tabel 30: Data bemonsteringen in 2008

	Referentiegebied	Onderzoeksgebied
Straatstof 1	10/4	7-11/4
Straatstof 2	14/7	8,14,15/7
Straatstof 3	14,17,20,22/10	
Veegstof	10/4	7-11/4
Stofzuigerzakken	jan t/m april	jan t/m april
Bodem	10/4	7-11/4
Putwater	-	7-11/4

Tabel 31: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen en scholen (lood)

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied	
	Woningen Statistisch	Scholen Statistisch	Woningen Statistisch	Scholen Statistisch
N	3	1	33	3
Straatstof 1 (mg/kg)	1099 (628-1665)	185	2215 (446-5769)	880 (731-1028)
Straatstof 2 (mg/kg)	1 staal 389		10 stalen 862 (288-1878)	
Straatstof 3 (mg/kg)	16 stalen 198 (44-604)		76 stalen 326 (95-697)	
Straatstof 1 (µg/m ²)	1067 (356-1920)	1488	6514 (170-36500)	2 stalen 1381 (431-2332)
Straatstof 3 (µg/m ²)	16 stalen 2151 (768-5433)		76 stalen 4256 (617-12610)	
Veegstof (mg/kg)	345 (258-464)	284	889 (214-2494)	2 stalen 636 (543-712)
Veegstof (µg/m ²)	5 (3-6)	15	16 (4-38)	37 (18-54)
Stofzuiger-zakken (mg/kg)	110 (92-124)	88	25 stalen 519 (116-1348)	297 (103-496)
Bodem <250µm (mg/kg)	113 (84-152)	128	31 stalen 311 (45-792)	137 (39-242)
Bodem <2mm (mg/kg)	2 stalen 147 (106-187)		10 stalen 406 (57-978)	

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)

Tabel 32: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 1 gaan (lood)

School 1			
	N	Woningen Statistisch	School
Straatstof 1 (mg/kg)	18	2336 (415-7273)	714
Straatstof 2 (mg/kg)	7	855 (284-2049)	
Straatstof 1 (µg/m ²)	18	7938 (374-50900)	2438
Veegstof (mg/kg)	18	1034 (175-2694)	717
Veegstof (µg/m ²)	18	19 (4-42)	55
Stofzuiger-zakken (mg/kg)	13	678 (175-2402)	290
Bodem <250µm (mg/kg)	16	398 (67-888)	29

N: aantal analyses van woningen; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)

': het aantal stalen voor deze parameter staat weergegeven als ('..') bij N

Tabel 33: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 2 gaan (lood)

School 2			
	N	Woningen Statistisch	School
Straatstof 1 (mg/kg)	12	2349 (535-4417)	1045
Straatstof 2 (mg/kg)	2	1153 (1088-1217)	
Straatstof 1 (µg/m ²)	12	5710 (169-25463)	325
Veegstof (mg/kg)	12	815 (303-1713)	530
Veegstof (µg/m ²)	12	13 (6-27)	40
Stofzuiger-zakken (mg/kg)	9	322 (92-688)	82
Bodem <250µm (mg/kg)	12	232 (45-631)	255

N: aantal analyses van woningen; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)
': het aantal stalen voor deze parameter staat weergegeven als ('..') bij N

Tabel 34: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 11 gaan (lood)

School 11			
	N	Woningen Statistisch	School
Straatstof 1 (mg/kg)	3	1112 (1012-1237)	
Straatstof 2 (mg/kg)	1	323	
Straatstof 1 (µg/m ²)	3	1182 (197-1979)	
Veegstof (mg/kg)	3	313 (239-431)	661
Veegstof (µg/m ²)	3	7 (6-8)	16
Stofzuiger-zakken (mg/kg)	3	420 (322-543)	519
Bodem <250µm (mg/kg)	3	164 (100-246)	128

N: aantal analyses van woningen; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)
': het aantal stalen voor deze parameter staat weergegeven als ('..') bij N

Tabel 35: Resultaten depositiestofmetingen en bodem van de woningen van de kinderen die naar school 17 gaan (lood)

School 17			
	N	Woningen Statistisch	School
Straatstof 1 (mg/kg)	3	1099 (628-1665)	185
Straatstof 2 (mg/kg)	1	389	
Straatstof 1 (µg/m ²)	3	1067 (356-1920)	1488
Veegstof (mg/kg)	3	345 (258-464)	284
Veegstof (µg/m ²)	3	5 (3-6)	15
Stofzuiger-zakken (mg/kg)	3	110 (92-124)	88
Bodem <250µm (mg/kg)	3	113 (84-152)	128

N: aantal analyses van woningen; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel)
': het aantal stalen voor deze parameter staat weergegeven als ('..') bij N

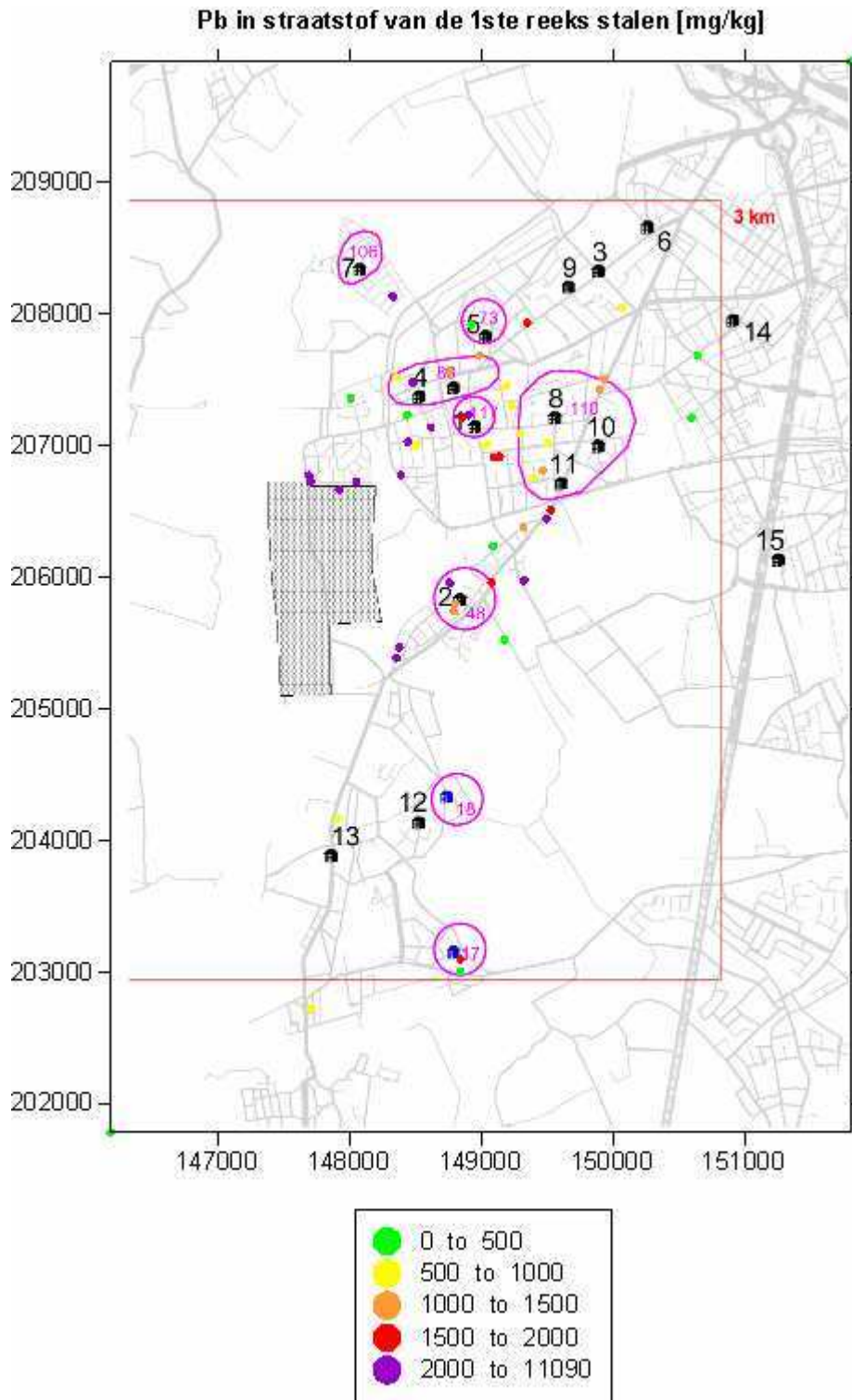
5.5.1 Straatstof

De ruimtelijke spreidingen van de concentraties Pb (mg/kg) in het straatstof van de eerste reeks stalen (straatstof 1) zijn weergegeven in figuur 13, van de tweede reeks stalen (straatstof 2) in figuur 14 en van de derde reeks stalen (straatstof 3) in figuur 15. De beladingen van lood in het straatstof voor de eerste en derde reeks stalen zijn weergegeven in figuur 16 en figuur 17. Ten noorden van de Umicore site zijn de loodconcentraties in het straatstof het hoogste. Bij de eerste en derde reeks is het stof met een stofzuiger gecollecteerd en bij de tweede reeks is het stof met een borstel en een blik gecollecteerd.

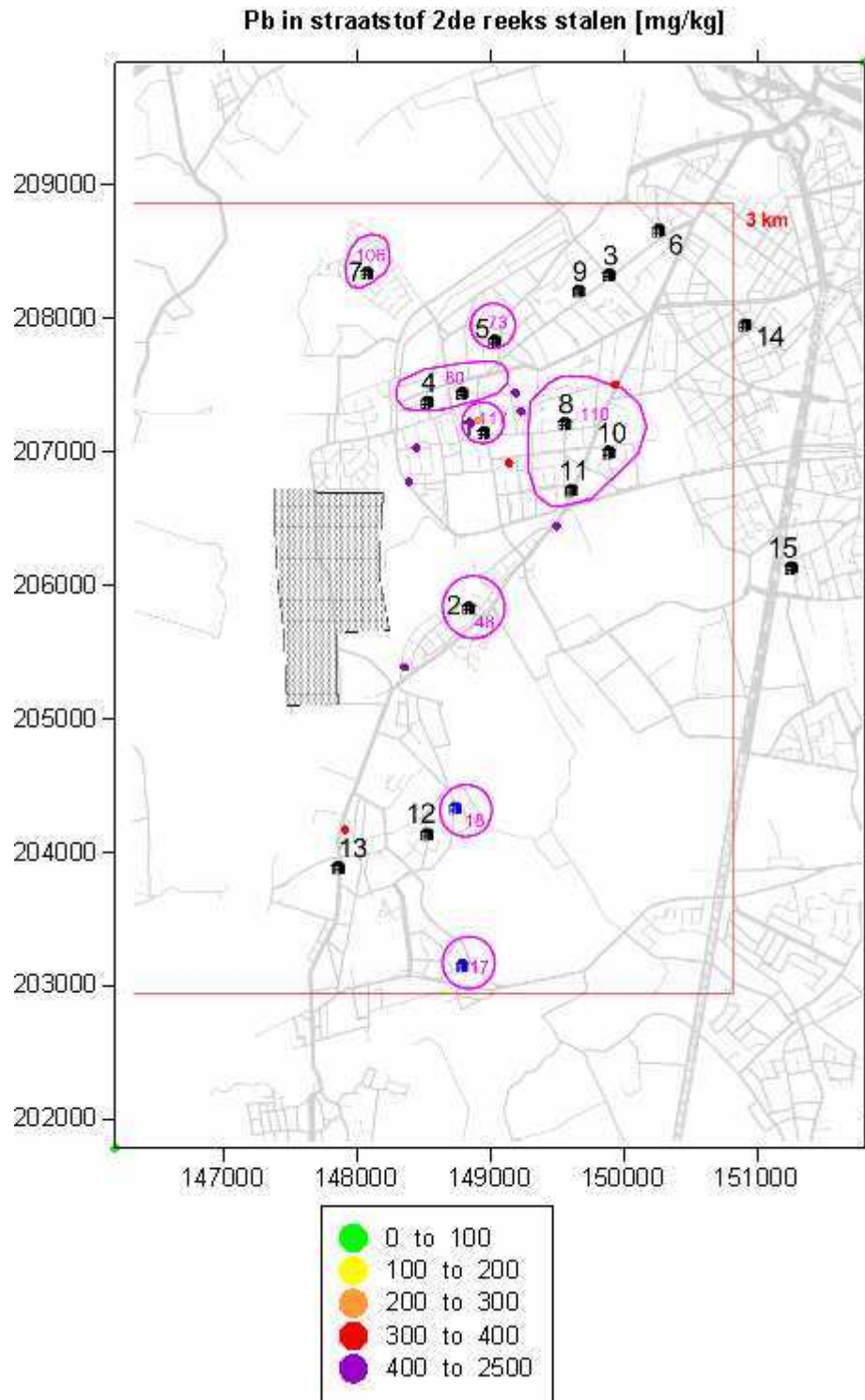
Bij de derde reeks bemonsteringen zijn er ook 4 staalnames uitgevoerd in een gebied buiten het referentiegebied en buiten het onderzoeksgebied. Het resultaat hiervan is in tabel 36 samengevat. De resultaten van de derde reeks zijn het meest bruikbaar voor de studie omdat hiervan de meeste stalen beschikbaar zijn. Als de resultaten van eerste en de derde reeks stalen met elkaar vergeleken worden, valt op dat er een belangrijk verschil is. De concentraties aan lood in het straatstof zijn vermoedelijk afhankelijk van de andere milieucompartimenten en van de meteo. De afhankelijkheid van de loodconcentratie in het straatstof van de meteo zou bestudeerd kunnen worden om zo uiteindelijk een gemiddelde straatstofconcentratie op jaarbasis te kunnen afleiden. Dit laatste is niet voorzien in deze studie.

Tabel 36: Resultaten derde reeks straatstof voor het andere gebied

	Ander gebied
N	4
Straatstof 3 (mg/kg)	48 (36-60)
Straatstof 3 ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)	601 (297-904)

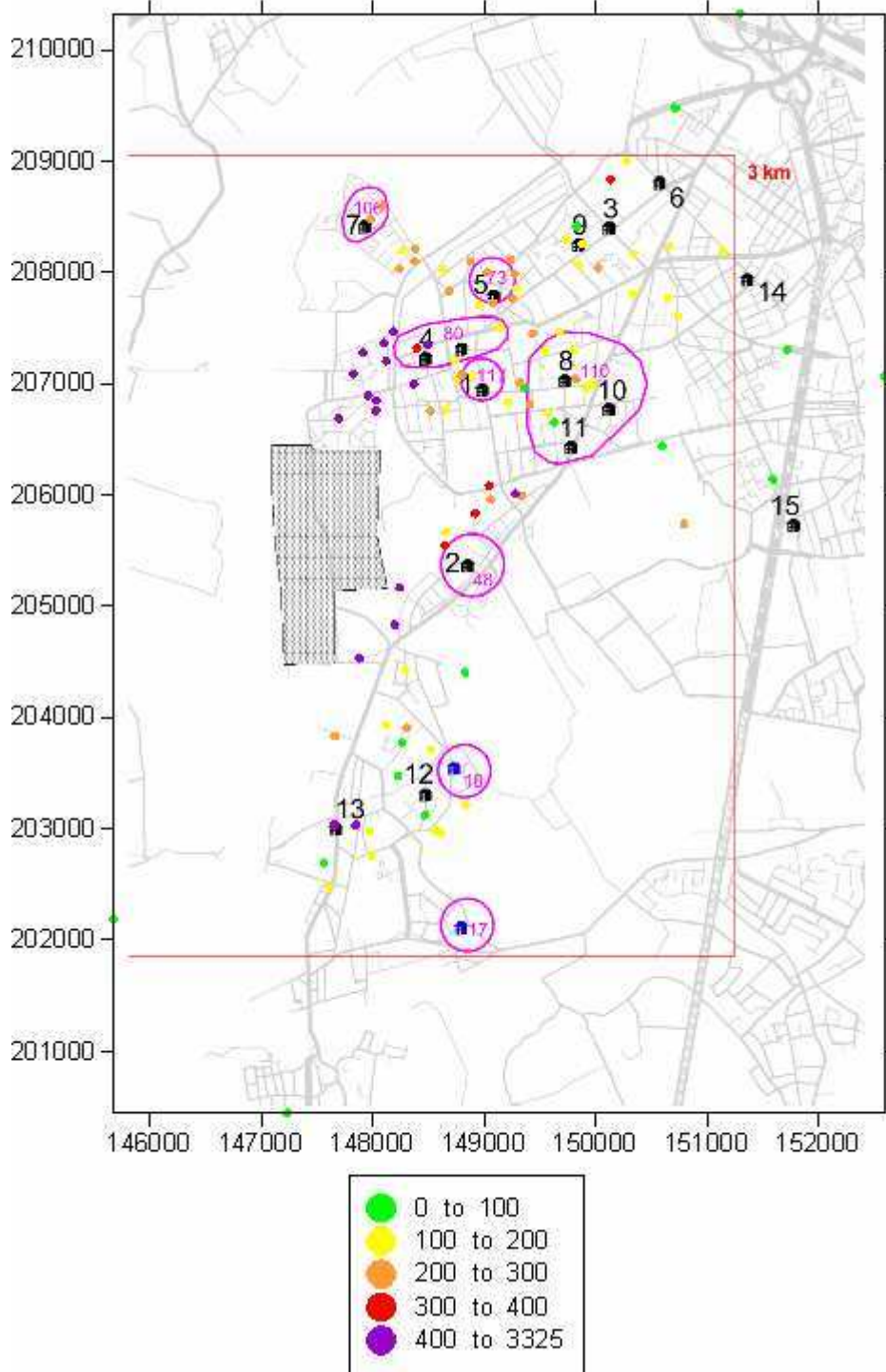


Figuur 13: Loodconcentraties in het straatstof van de eerste reeks stalen (mg/kg)



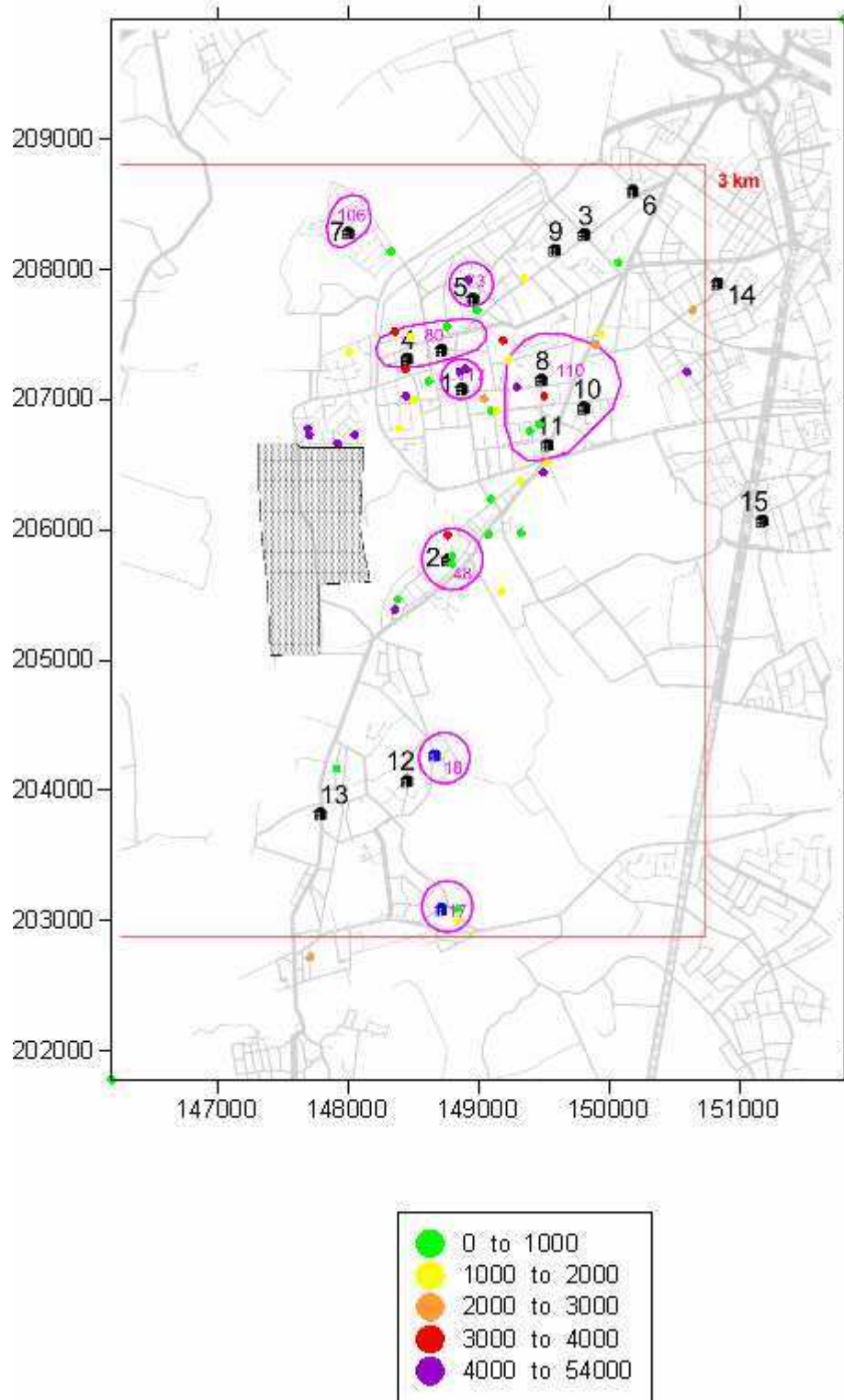
Figuur 14: Loodconcentraties in het straatstof van de tweede reeks stalen (mg/kg)

Pb in straatstof van de 3de reeks stalen [mg/kg]



Figuur 15: Loodconcentraties in het straatstof van de derde reeks stalen (mg/kg)

Loodbelading in straatstof van de 1ste reeks stalen [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]

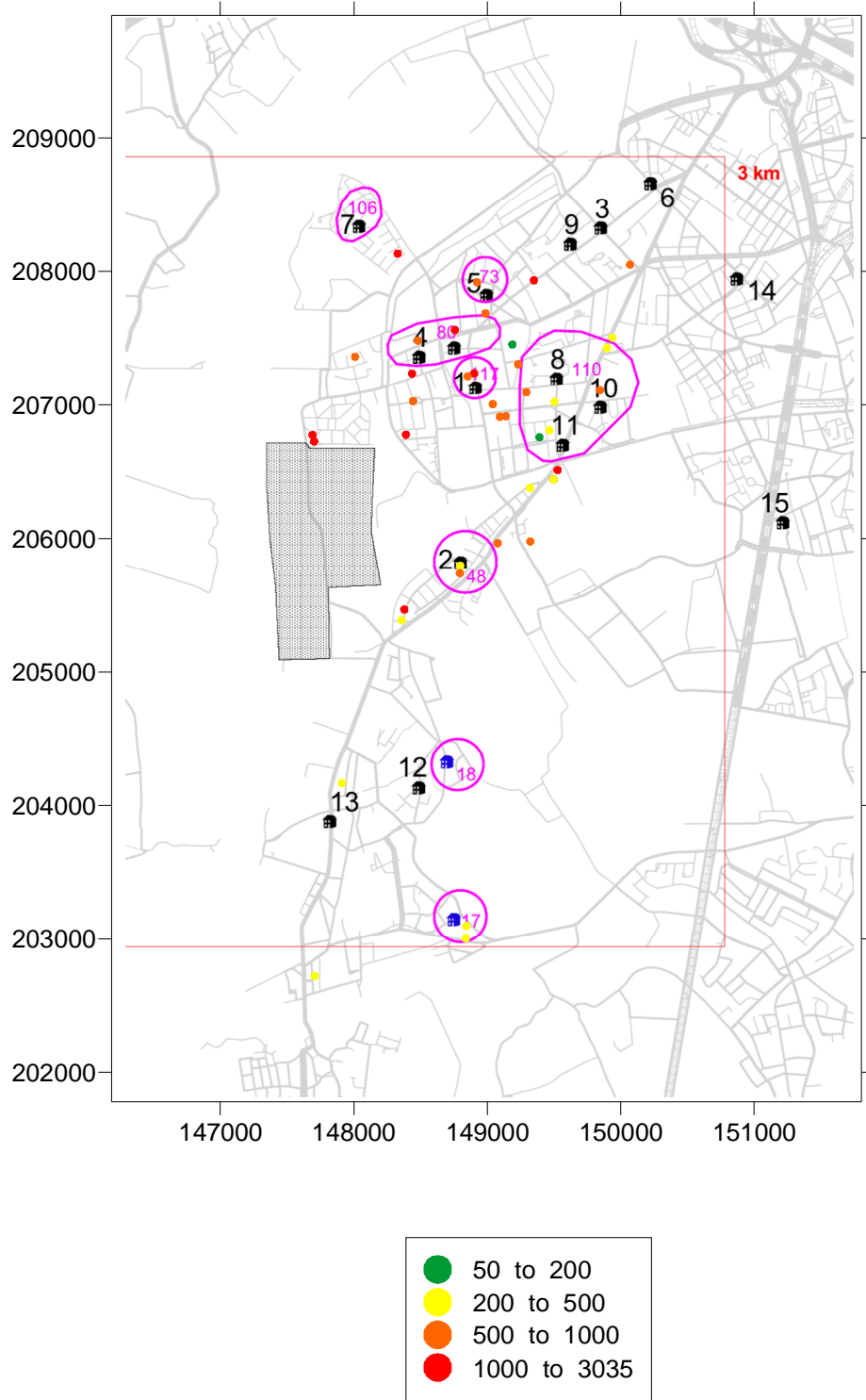


Figuur 16: Loodbelading in het straatstof van de eerste reeks stalen ($\mu\text{g}/\text{m}^2$)

5.5.2 Veegstof in de woningen

De ruimtelijke spreiding van de concentratie Pb in het veegstof is weergegeven in figuur 18. Als de gemiddelde belading veegstof in de woningen waarvan de kinderen naar dezelfde school gaan vergeleken worden met de belading veegstof in de school (tabel 32 tot tabel 35) valt op dat de belading in de school 2 tot 3 maal hoger is dan het gemiddelde van de woningen.

Pb in veegstof [mg/kg]

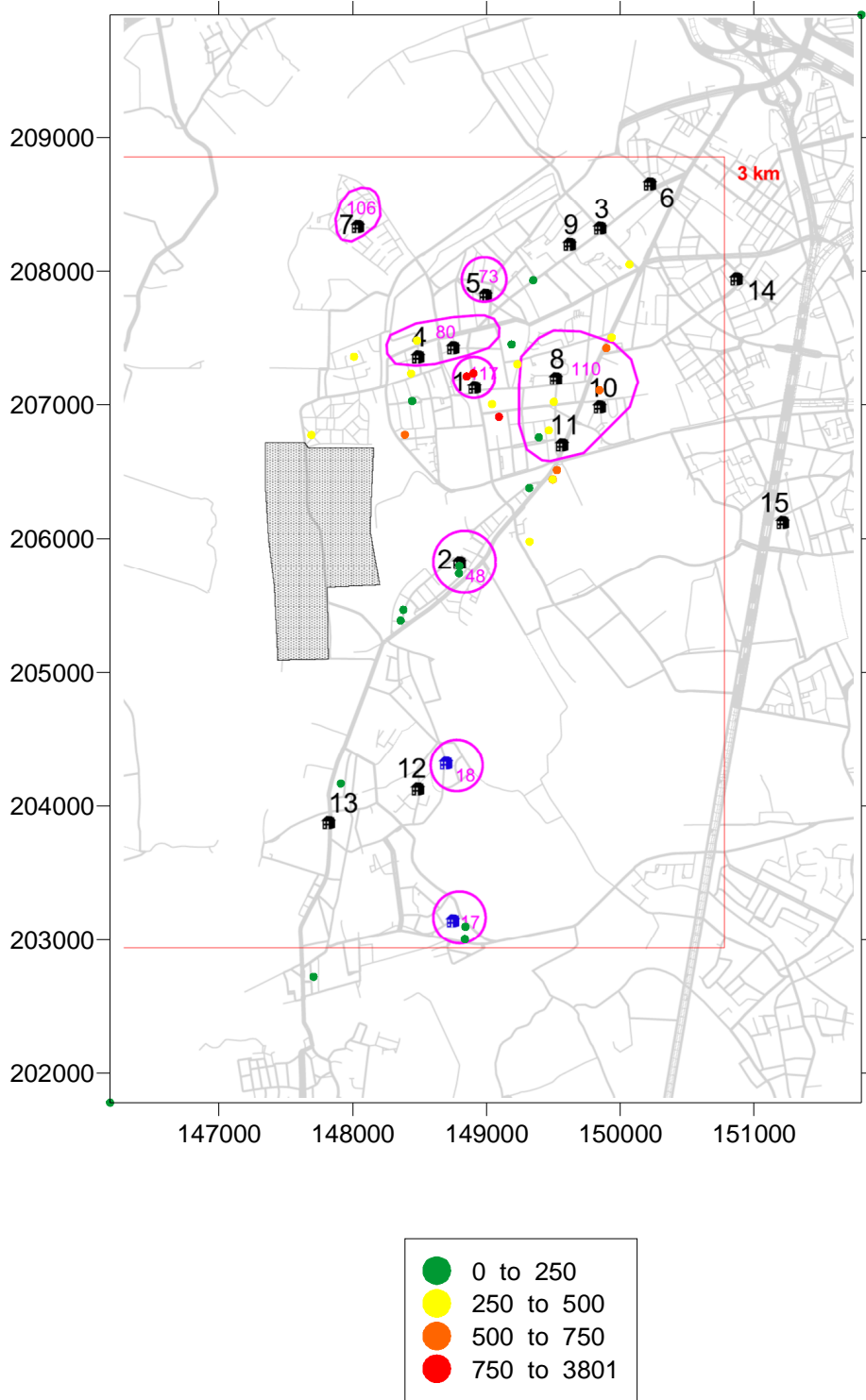


Figuur 18: Loodconcentraties (mg/kg) in het veegstof

5.5.3 Stofzuigerzakken

De ruimtelijke spreiding van de concentratie Pb in het stof uit de stofzuigerzakken van de woningen en de scholen is weergegeven in figuur 19.

Pb in stofzuigerzak [mg/kg]



Figuur 19: Loodconcentraties in de stofzuigerzakken (mg/kg)

5.6 Concentraties Pb in de bodem

5.6.1 Resultaten per gebied

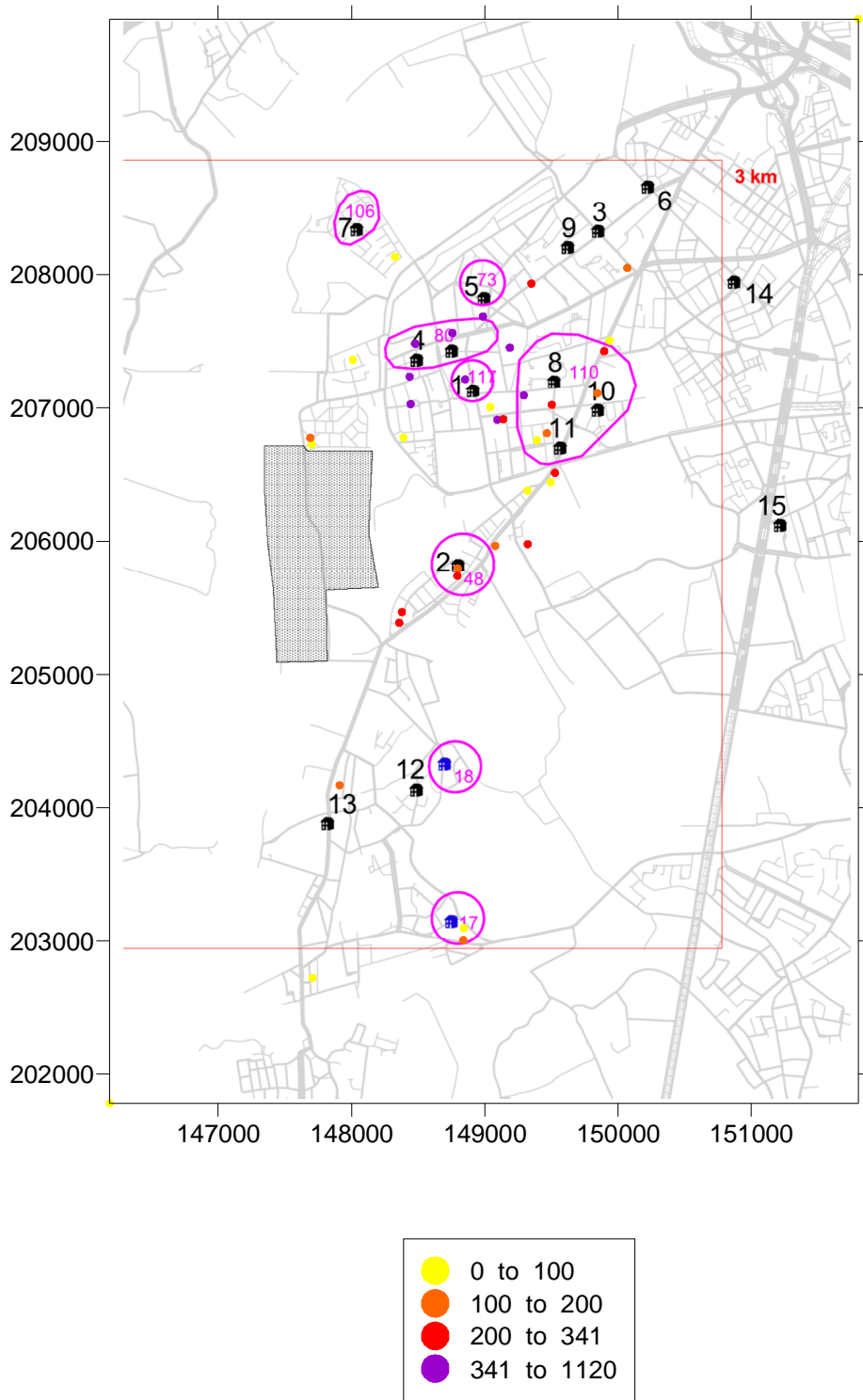
Voor alle woningen met tuin (34 van de 36) en de 4 scholen zijn één of meerdere bodemstalen genomen en geanalyseerd. Voor de 34 woningen en de 4 scholen is de bodemfractie <250 µm geanalyseerd. Eveneens is voor 12 van de 34 woningen de bodemfractie <2 mm geanalyseerd om na te gaan welke fractie het meest aangerijkt is aan lood (tabel 37). De ruimtelijke spreiding van de Pb concentratie in de bodemfractie <250 µm is weergegeven in figuur 20. De gemiddelde concentraties Pb zijn weergegeven per bodemfractie en per gebied in tabel 31 en per school en voor de woningen waarvan de kinderen naar dezelfde school gaan in tabel 32 tot en met tabel 35.

De loodconcentratie in de 250µm bodemfractie bedraagt 90% van de loodconcentratie in de 2mm fractie. De waarde 0,250mm/2mm voor PIH-nummer 117 wordt niet meegenomen in de berekening van de gemiddelde verhouding omdat deze afwijkt van de andere getallen. De gemiddelde loodconcentraties in de bodem van de woningen waarvan de kinderen naar dezelfde school gaan, zijn voor school 2, 11 en 17 evengroot als de bodemconcentraties van de scholen. Voor school 1 is de loodconcentratie in de bodem beduidend lager dan de gemiddelde loodconcentratie van de woningen van de kinderen die daar naar school gaan.

Tabel 37: Vergelijking van de loodconcentraties in de 0,250 mm en de 2mm bodemfracties

PIH	[mg/kg ds]		0,250mm/2mm
	Pb (<0,250 mm)	Pb(<2mm)	
26	195	207	0,94
309	501	557	0,90
11	45	43	1,05
308	286	320	0,89
182	1120	1070	1,05
110	84	107	0,79
245	484	587	0,82
887	74	74	1,00
41	209	234	0,89
117	333	865	0,38
916/915/944	82	101	0,81
932	158	192	0,82
gemiddelde (zonder waarde PIH 117)			0,91

Pb in bodemfractie 250 µm [mg/kg droge stof]



Figuur 20: Loodconcentratie (mg/kg) in bodemfractie <250µm

5.7 Metingen van putwater

5.7.1 Resultaten

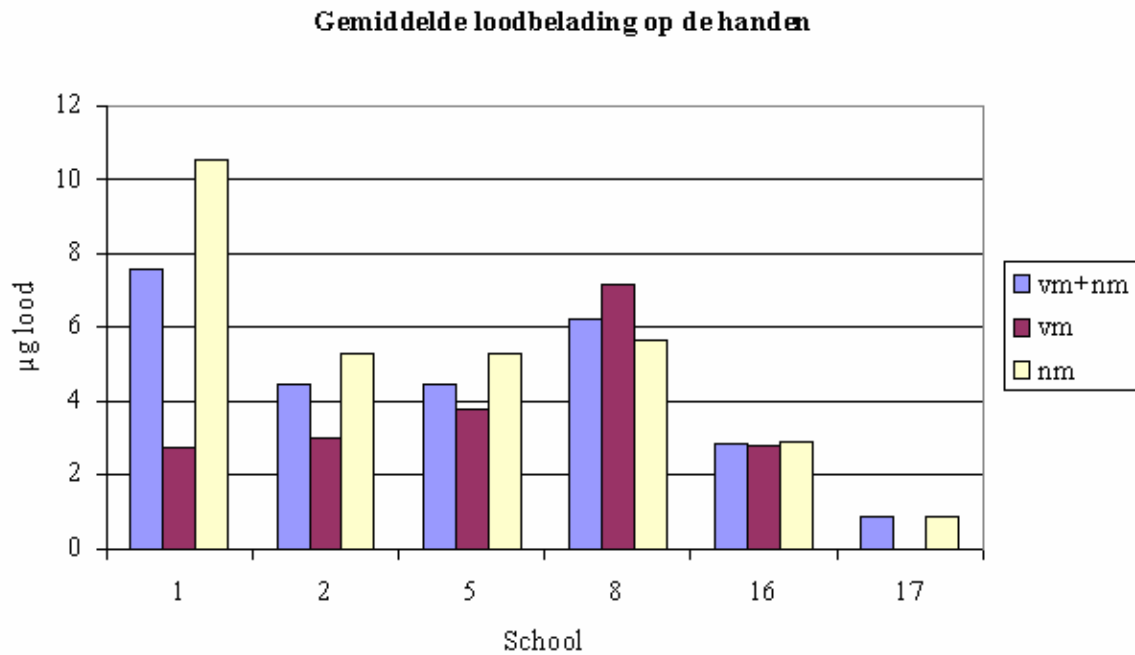
De concentratie Pb in het grondwater van 1 woning in het onderzoeksgebied bedraagt 28 µg/l en overschrijdt de drinkwaternorm.

Tabel 38: Drinkwaternorm

Lood	10 µg/l
------	---------

5.8 Handbelading

De resultaten van de handbeladingsmetingen zijn weergegeven in bijlage 9. In figuur 21 is een overzicht gegeven van de gemiddelde loodconcentraties op de handen van de kleuters per school. De gemiddelden van de resultaten van de voormiddag, de resultaten van de namiddag en de resultaten van de hele dag zijn apart weergegeven. Het resultaat van staalnummer H411b (67 μg , school 5, namiddag) is weggelaten bij de berekening van het gemiddelde omdat deze waarde tien maal hoger is dan het gemiddelde van de andere waarden.



Figuur 21: Gemiddelde loodbelading op de handen

5.9 Onderzoek natte vs droge doekjes

Er zijn 20 veegstalen bemonsterd met zowel droge als natte doekjes. De resultaten van deze duplo bemonstering zijn weergegeven in tabel 39.

Tabel 39: Vergelijking natte en droge veegdoekjes

staal	droge bemonstering [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	natte bemonstering [$\mu\text{g}/\text{m}^2$]	nat/droog
1	13	40	3,0
2	26	25	1,0
3	32	47	1,5
4	31	69	2,3
5	16	20	1,3
6	7	6	0,8
7	31	16	0,5
8	68	199	2,9
9	3	5	2,0
10	14	24	1,6
11	38	59	1,6
12	4	10	2,7
13	6	8	1,4
14	4	8	1,8
15	11	10	1,0
16	15	23	1,6
17	55	42	0,8
18	40	38	0,9
19	16	24	1,5
20	15	18	1,2
		gemiddelde	1,6

De rode waarden bij de verhoudingen zijn kleiner dan 1.

Uit de resultaten uit tabel 39 is besloten dat door de natte veegdoekjes bij 14 van de 20 stalen meer stof opgenomen wordt dan door de droge stofdoekjes.

5.10 Samenvatting van de resultaten per gebied

De belangrijkste resultaten uit deze studie zijn samengevat in tabel 40 en tabel 41. In deze tabel zijn de resultaten relatief t.o.v. referentiegebied uitgedrukt.

Tabel 40: Vergelijking van de resultaten van lood voor de woningen in het onderzoeksgebied en het referentiegebied

	Referentiegebied	Onderzoeksgebied
PM 10 binnen (1 ^{ste} reeks)	1	1,1
PM 10 binnen (2 ^{de} reeks)	1	2,7
Straatstof concentratie (1 ^{ste} reeks)	1	2,0
Straatstof concentratie (2 ^{de} reeks)	1	2,2
Straatstof concentratie (3 ^{de} reeks)	1	1,6
Straatstof belading (1 ^{ste} reeks)	1	6,1
Straatstof belading (3 ^{de} reeks)	1	2,0
Veegstof concentratie	1	2,6
Veegstof belading	1	3,2
Stofzuigerzakken concentratie	1	4,7
Bodem <250 µm	1	2,8

Tabel 41: Vergelijking van de resultaten van lood voor de scholen in het onderzoeksgebied en het referentiegebied

	Referentiegebied	Onderzoeksgebied
PM 10 buiten	1	2,6
Straatstof concentratie (1 ^{ste} reeks)	1	4,8
Straatstof belading (1 ^{ste} reeks)	1	0,9
Veegstof concentratie	1	2,2
Veegstof belading	1	2,5
Stofzuigerzakken concentratie	1	3,4
Bodem <250 µm	1	1,1

De loodconcentraties in de compartimenten in het onderzoeksgebied zijn 2 tot 5 maal hoger dan in het referentiegebied.

De hoogste loodconcentraties in PM10 in het onderzoeksgebied komen overeen met ZW-wind.

De drinkwaternorm van lood is overschreden in het putwater op 1 locatie onderzoeksgebied.

6 VERGELIJKING MET VORIGE STUDIES

De resultaten van deze studie zijn vergeleken met de resultaten van de studie “Uitvoeren van milieumetingen voor het bepalen van de externe belasting aan zware metalen in de Noorderkempen” uit 2007 (VITO rapportnummer 2008/MIM/R/005)

Tabel 42: Vergelijking met de resultaten van lood bij de milieumetingen in de Noorderkempen in 2007

	Noorderkempen 2007						Hoboken 2008			
	Referentiegebied HE		Onderzoeksgebied S		Onderzoeksgebied R		Referentiegebied		Onderzoeksgebied	
N	11		33 (34')		55		3 (16')		33 (25';31'';76''')	
	<BG	Statistisch*	<BG	Statistisch*	<BG	Statistisch*	<BG	Statistisch*	<BG	Statistisch*
Straatstof 3 ^{ste} reeks (mg/kg)	0	132 (47-273)	2	366 (98-904)	0	195 (60-484)	0'	198 (44-604)	0''	326 (95-697)
Straatstof 3 ^{de} reeks (µg/m ²)	0	143 (8-328)	2	128 (4-302)	0	123 (9-430)	0'	2151 (768-5433)	0	4256 (617-12610)
Veegstof (mg/kg)	0	151 (61-371)	0'	366 (69-819)	0	281 (58-1429)	0	345 (258-464)	0	889 (214-2494)
Veegstof (µg/m ²)	0	5 (1-13)	0'	8 (1-20)	0	8 (1-38)	0	5 (3-6)	0	16 (4-38)
Stofzuiger- zakken (mg/kg)	0	89 (57-143)	0	227 (36-688)	0	163 (40-401)	0	110 (92-124)	0'	519 (116-1348)
Bodem <250 µm (mg/kg)	0	46 (25-80)	0'	144 (38-317)	0	74 (31-159)	0	113 (84-152)	0''	311 (45-792)

N: aantal analyses; Statistisch: gemiddelde (5^{de} percentiel-95^{ste} percentiel); <BG: aantal lager dan bepalingsgrens

' : het aantal stalen voor deze parameter staat weergegeven als (..) bij N

* Voor de berekening van de gemiddelden zijn de waarden die kleiner zijn dan de bepalingsgrens gelijkgesteld aan de bepalingsgrens.

Het onderzoek in de Noorderkempen in 2007 omvatte het gebied Mol, Balen, Lommel, Overpelt, Neerpelt. Dit gebied is historisch verontreinigd door de non-ferro industrie in de omgeving. Het onderzoeksgebied S bij de metingen in de Noorderkempen in 2007 is het gebied dat het meest beïnvloed is. Het onderzoeksgebied R is het gebied dat rondom het onderzoeksgebied S gelegen is. Het referentiegebied HE (Hechtel Eksel) is het gebied dat minder beïnvloed is door de non-ferro bedrijven in de omgeving.

Bij de vergelijking van de resultaten van Hoboken met de resultaten van Noorderkempen, moet vermeld worden dat de omgevingskenmerken van beide regio's verschillen. In Hoboken wordt een verhoogde hoeveelheid lood verwacht omwille van de nog steeds actieve bron en door meer resuspensie van stof door het intenser verkeer in Hoboken.

De gemiddelde loodconcentraties in de woningen (veegstof en stofzuigerzakken) en de bodem zijn in het onderzoeksgebied van Hoboken dubbel zo hoog als de gemiddelde loodconcentratie in de woningen en de bodem van het onderzoeksgebied S van Noorderkempen. De gemiddelde straatstof concentratie in het onderzoeksgebied van Hoboken is evengroot als dat van het onderzoeksgebied S van Noorderkempen, maar de belading is 30 maal hoger dan in het onderzoeksgebied S van Noorderkempen. Bij deze laatste interpretatie dient opgemerkt te worden dat de belading met het straatstof vermoedelijk afhankelijk is van de meteo.

REFERENTIES

Ayers, R.S., Westcot, D.W. (1994). Water quality for agriculture – FAO irrigation and drainage paper 29 rev 1. beschikbaar via <http://www.fao.org>.

Berghmans P.; Cornelis C. (2002), "Evaluatie van de loodblootstelling van kinderen in de wijk Moretusburg te Hoboken." VITO rapport 2002/MIM/R/96.

Berghmans, P., (2006). Milieuonderzoek van de wijk Lutlommel ter bepaling van de verhouding zware metalen in huisstof en in de bodem. Studie uitgevoerd in opdracht van OVAM.

Bierkens, J., Cornelis, C., De Raemaeker, B., et al. (2006). Voorstel voor herziening bodemsaneringsnormen voor arseen, ontwerprapport. uitgevoerd in opdracht van OVAM.

Bland M. (2000). An introduction to medical statistics. 3 ed., New York: Oxford University Press.

Boeniger M. (2006). A comparison of surface wipe media for sampling lead on hands, *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 3, 428-434.

Chao Y.C., Zhao Y., Kupper L.L., Nylander-French L.A. (2008). Quantifying the relative importance of predictors in multiple linear regression analyses for public health studies, *J Occup Environ Hyg* 2008, 5 (8), 519-29.

De Temmerman, L., Hoenig, M. (2004). Vegetable crops for biomonitoring lead and cadmium deposition. *J. Atmospheric Chemistry*, 49, 121-135.

ECB (2003). Final draft RAR Cadmium/Cadmium oxide. beschikbaar via <http://ecb.jrc.it/esis/>.

EU (2001). Guideline 466/2001 (8 March 2001) on the establishment of maximum values of contaminants in foods. *J. European Union EG L* 77.

Fergusson J.E. , Kim N.D. (1991). Trace elements in street and house dusts: Sources and speciation. *Sci Total Environ*, 100:125-150.

Fox J. (1991). Regression diagnostics: an introduction, CA: Sage.

Govarts, E; Cornelis, C., Standaert, A., Van Holderbeke, M., Berghmans, P., Van Deun, J. (2008). Milieumetingen uitgevoerd in de wijde omgeving van Umicore Hoboken - relaties tussen milieucompartimenten -, VITO rapport 2008/MIM/R/005.

Hogervorst, J., Plusquin, M., Vangronsveld, J., et al. (2006). House dust as a possible route of environmental exposure to cadmium and lead in the adult general population, *Environmental Research*, available online 10 July 2006.

Neter J., Kutner M., Nachtsheim C., Wasserman W. (1996). Applied linear statistical Models, New York: McGraw-Hill.

Van Deun J., Berghmans P., Brabers R., Daems J. en Tirez K. (2008). “Uitvoeren van milieumetingen voor het bepalen van de externe belasting aan zware metalen in de Noorderkempen”, VITO rapport 2008/MIM/R/005.

Van de Wiele, T. (2008). Biobeschikbaarheidstesten voor de metalen Pb en As uit bodem en stof van de Overige Omgeving rond de vestiging Hoboken, Universiteit Gent, Laboratory Microbial Ecology and Technology.

Standaert, A., Van Holderbeke, M. en Cornelis, C. (2008). “Modellering van de blootstelling van kinderen aan lood in Hoboken”, VITO rapport 2008/IMS/R/414.

Walace, L. (1996). Indoor particles: a review. Journal Air and Waste Management Association 46, 98-126.

WHO (2001). Environmental Health Criteria n° 224 – arsenic and arsenic compounds. IPCS/WHO, Genève, Zwitserland.

White H. (1980). A heteroscedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroscedasticity, *Econometrica* 48, 817-838.

REALISATIE VAN DE STUDIE

Deze studie is gefinancierd door de overeenkomst gesloten tussen de Vlaamse Regering, de OVAM en Umicore NV voor het aanpakken van de verontreiniging in de wijdere omgeving rond de Umicore NV vestigingen.

Het project wordt inhoudelijk volledig gestuurd door de administraties binnen de Technische Werkgroep, bestaande uit

- team Gezondheid en Milieu van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid
- Medisch Milieukundigen Regio Antwerpen en Hemiksem
- Dienst Milieu & Gezondheid van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
- VMM
- OVAM

De andere leden van de Technische Werkgroep zijn de opdrachtnemers

- PIH
- VITO
- Universiteit Hasselt

Tevens werd Haskoning toegelaten tot de vergadering als secretaris en het aanleveren van de gekende data in de wijdere omgeving van Umicore NV te Hoboken.

In deze Technische Werkgroep, onder voorzitterschap van de OVAM, worden door de verschillende betrokken organisaties advies en samenwerking gegeven over de onderzoeksopzet en optimale afstemming van verschillende onderzoeken op hetzelfde domein.

Umicore NV maakte geen deel uit van deze Technische werkgroep. Zij werden wel geïnformeerd over de belangrijkste beslissingen die genomen werden binnen de Technische Werkgroep.

Deze studie werd voor publicatie eveneens voorgelegd aan een wetenschappelijk team, bestaande uit volgende leden :

- Dr. Meheus
- Prof. Lison
- Dr. Van Sprundel
- Eric Smolders
- Agnes Oomen
- Ward Roekens

Bijlage 1: Foto's van VITO meetlocaties voor zwevend stof



Foto 1: Binnenmetingen (PM10) in De Romeintjes te Hoboken



Foto 2: Buitenmetingen (PM10) bij De Romeintjes te Hoboken



Foto 3: Binnenmetingen (PM10) in Hof ter Zande te Hoboken



Foto 4: Buitenmetingen (PM10) bij Hof ter Zande te Hoboken



Foto 5: Buitenmetingen (PM10) bij Jan Sanders te Hemiksen



Foto 6: Buitenmetingen (PM10) bij Don Bosco te Hoboken

Bijlage 2: Enquêteformulier Milieumetingen

Sectie A

Identificatiegegevens

Naam :

Adres :

Tel. :

Huidig en voormalig beroep en werkgever
:.....

Aantal gezinsleden : Aantal kinderen onder de 12 jaar:

Naam van de School :

Bent u bereid voor een staalname van het huisstof : ja nee

Wanneer: specifieke weekdag: voormiddag namiddag

Sectie B

In verband met de woning

1.1. Bent u eigenaar van deze woning? ja nee

1.2. Hoe oud is deze woning? jaar

1.3. Type bebouwing gesloten halfopen open

1.4. Werden er in het afgelopen jaar verbouwingen waarbij veel stof vrijkwam uitgevoerd? ja nee

1.5 Grootte van de woning :m² (bewoonbaar oppervlak: inclusief verdiepingen)

1.6 Afstand van de woning t.o.v. de weg :m

1.7. Enkele vragen in verband met de inrichting van de woning.

Kamer	Vast tapijt	Parket	Tegels	Tapijten	Planken vloer	Andere (vb.laminaat, vinyl,...)
- woonkamer						
- keuken						
- slaapkamer (indien er gespeeld wordt)						

- speelkamer (ruimte)						
-----------------------	--	--	--	--	--	--

1.8. Schoeisel in de woning: pantoffels schoeisel van buiten geen schoeisel

1.9. Hebt u iets veranderd aan de inrichting van uw huis met het oog op stofvermindering? (vb. tapijt weggedaan):

ja nee

zo ja: welke maatregelen:

.....

wanneer (jaartal):

2.0. Werden er in het afgelopen jaar veranderingswerken (nieuwe bodem) uitgevoerd in de tuin? ja

nee

2.1. Hoe is uw tuin ingericht (meerdere antwoorden mogelijk):

tegels: Aantal m² (ongeveer):.....

gras: Aantal m² (ongeveer):.....

plantenborders: Aantal m² (ongeveer):.....

moestuin: Aantal m² (ongeveer):.....

blote grond: Aantal m² (ongeveer):.....

grondwaterput: wordt gebruikt voor:.....

2.2. Hoeveel keer per week voert u volgende werkzaamheden uit?

	nooit	minder dan 1 keer/week	1-3 keer/week	4-7 keren/week	niet van toepassing
Woonvertrekken :					
vegen, keren					
stofzuigen					
vloerkleed uitkloppen					
dweilen					
vochtig stof afnemen					
boenen, reinigen met shampoo					
verluchten					
ruiten wassen					
keuken schoonmaken					
badkamer schoonmaken					
terras vegen					
afspuiten					

2.3. Hebt u huisdieren in huis? kat hond andere :

2.4. Type verwarming? gas stookolie steenkool hout elektrisch andere

2.5. Wordt er in de woning gerookt? ja nee

Indien Ja : In welke ruimten :



Folder Milieumetingen

Onderzoek naar de blootstelling van kleuters aan lood in de wijde omgeving van Hoboken.



Sinds de jaren '70 onderzoeken we twee maal per jaar kleuters die schoollopen in de directe omgeving van de Umicore fabriek in Hoboken . We meten de hoeveelheid lood in het bloed.

Nu willen we dit onderzoek voor één keer uitbreiden naar de nabije buurten om te zien of er ook daar een invloed is van de fabriek.

Welke stoffen meten we in en rond de woning en waarom?

Bij de milieumetingen wordt een gericht brononderzoek uitgevoerd voor het inschatten van de blootstelling aan lood in een aantal woningen. In deze woningen worden metingen uitgevoerd van het gehalte lood in :

- huisstof (vloerstof, meubelen,...) bemonsterd in de voornaamste leefruimtes (inkom, leefkamer en slaapkamer) ;
- straatstof en de omliggende bodem van de woning ;
- zwevend stof in de binnenlucht van de woning ;
- zwevend stof in de buitenlucht in de omgeving van de woning.

Wie wordt geselecteerd?

Aan alle deelnemers vragen we om een beperkte vragenlijst in te vullen waarin we informeren naar de binnenhuisactiviteiten, aantal bewoners, type woning, reiniging van de woning,...

De gegevens van deze vragenlijst zijn belangrijk om de resultaten van de stalen correct te kunnen interpreteren. Alle informatie behandelen we vertrouwelijk.

Hoe gaat het nu verder?

Als u geselecteerd wordt zal één van onze medewerkers u opbellen om te vragen of u wilt deelnemen en om eventueel een afspraak te maken voor de uitvoering van de staalnames. Dit onderzoek is uiteraard niet verplicht, maar vrijwillig. De periode voor de uitvoering van de metingen is voorzien tussen 15 januari tot 15 maart.

De staalnames in en rond de woning zullen maximaal 1 uur in beslag nemen waarbij een minimale belasting voor de bewoners wordt nagestreefd. Hierbij worden met een doekje veegmonsters genomen op vloer en meubels in de voornaamste leefruimtes (inkom, leefkamer en slaapkamer) en bodemmonsters in de tuin. Er zal eveneens gevraagd worden om een nieuwe stofzuigerzak te gebruiken die dan bij een tweede afspraak, na 3 maanden, opgehaald zal worden. Bovendien zal ter plaatse een vragenlijst afgenomen worden waarbij we onder andere informeren naar voedingsgewoonten en specifieke informatie over de woning.

Aan een aantal deelnemers wordt aangeboden om bijkomend, metingen uit te voeren van zwevend stof in de woning. Hiervoor dient een compact toestel (35 cm x 35 cm) geplaatst te

worden dat gedurende 24 h het stof in de lucht bemonsterd. Indien we u voor dit bijkomende onderzoek selecteren, zullen we opnieuw uw toestemming vragen. U bent dan vrij om deel te nemen of te weigeren.

Wat gebeurt er met de resultaten van het onderzoek?

Uit de resultaten kunnen we conclusies trekken in verband met de blootstelling aan lood in uw woongebied. Er kunnen ook verbanden gelegd worden tussen de verschillende locaties en blootstellingswegen aan lood.

Op basis hiervan kunnen we, indien nodig, aanbevelingen formuleren voor eventuele beleidsacties in verband met de nog bestaande bronnen van loodblootstelling.

U ontvangt uw persoonlijke resultaten in het midden van 2008.

Problemen of vragen?

Neem gerust contact op met Rob Brabers
Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Boeretang 200, 2400 Mol
Tel: 014/33 53 61
e-mail : rob.brabers@vito.be

Programma uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse overheid door:
Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap: Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, IVA
Zorg en Gezondheid, Medisch Milieukundigen van de betrokken Lokaal GezondheidsOverleg's,
Universiteit Hasselt, Afdeling Milieu Inspectie, Openbare Vlaamse Afvalstoffen
Maatschappij, Provinciaal Instituut voor Hygiëne, Vlaams Instituut voor Technologisch
Onderzoek, Vlaamse Milieu Maatschappij.

Bijlage 4: QAQC (Quality assurance/quality control) plan

QAQC programma bemonstering

QA/QC procedures zijn gevolgd in de gehele studie. In het verloop van de studie zijn 2 % geïntegreerde monsters genomen specifiek voorzien voor QA doeleinden. Deze monsters zijn blanco's, duplo's en replica's. De bemonstering, data collectie, data verwerking, bepalingsgrens, accuraatheid, precisie en gebruik van standaarden zijn vastgelegd in specifieke kwaliteitsprocedures. Alle filters zijn gewogen in een geconditioneerde ruimte gecontroleerd voor temperatuur ($20\text{ °C} \pm 1$ en relatieve vochtigheid $40 \pm 5\%$). Alle filters zijn gedurende 24 h geconditioneerd voor de voor- en naweging. Op basis van een laboratorium blanco filter is de detectielimiet van de microbalans geschat op minder dan 10 µg. Alle filters zijn tweemaal gewogen en de gemiddelde waarde is gebruikt als filtergewicht. Standaard wordt 1 % in veldblanco's voorzien van het totaal aantal monsters. Continue monitoren worden gecalibreerd en gecontroleerd bij de start van de bemonstering. De controle van debiet en lekttest bij de bemonstering van zwevend stof is vastgelegd in een kwaliteitsprocedure.

Blanco-analyses en analyse van referentiematerialen

De verwerking van de blanco-analyses en de analyse van de referentiematerialen is analoog als bij het rapport "Uitvoeren van milieumetingen voor het bepalen van de externe belasting aan zware metalen in de Noorderkempen". Hiervoor is geen apart document opgesteld.

Resultaten duplo-analyses

In tabel 43 zijn de resultaten van de duplo-analyses van het straatstof vergeleken met de eerste analyses. De resultaten van de duplo analyse bedragen 60 tot 330% van het eerste staal. Dit duidt op een sterke variatie van de samenstelling van het straatstof.

Tabel 43: Vergelijking van de resultaten van de duplo-analyse

Pb	Eerste staal	Duplo staal	Afwijking duplo van eerste staal
Straatstof (mg/kg)	4599	2774	60%
	237	782	330%
	510	946	186%

Bijlage 5: Overzicht PM10 metingen met Partisols

In de onderstaande tabellen is een overzicht gegeven van de data van de PM10 metingen. De data van de metingen zijn zwart gekleurd in de tabellen.

datum	PM10						
	buitenmetingen				binnenmetingen		
	School 1	School 2	School 11	School 17	School 1	School 2	
22/01/2008							
23/01/2008							
24/01/2008							
25/01/2008							
26/01/2008							
27/01/2008							
28/01/2008							
29/01/2008							
30/01/2008							
31/01/2008							
1/02/2008							
2/02/2008							
3/02/2008							
4/02/2008							
5/02/2008							
6/02/2008							
7/02/2008							
8/02/2008							
9/02/2008							
10/02/2008							
11/02/2008							
12/02/2008							
13/02/2008							
14/02/2008							
15/02/2008							
16/02/2008							
17/02/2008							
18/02/2008							
19/02/2008							
20/02/2008							
21/02/2008							
22/02/2008							
23/02/2008							
24/02/2008							
25/02/2008							
26/02/2008							
27/02/2008							
28/02/2008							

	PM10						
	buitenmetingen					binnenmetingen	
datum	School 1	School 2	School 11	School 17		School 1	School 2
29/02/2008							
1/03/2008							
2/03/2008							
3/03/2008							
4/03/2008							
5/03/2008							
6/03/2008							
7/03/2008							
8/03/2008							
9/03/2008							
10/03/2008							
11/03/2008							
12/03/2008							
13/03/2008							
14/03/2008							
15/03/2008							
16/03/2008							
17/03/2008							
18/03/2008							
19/03/2008							
20/03/2008							
21/03/2008							
22/03/2008							
23/03/2008							
24/03/2008							
25/03/2008							
26/03/2008							
27/03/2008							
28/03/2008							
29/03/2008							
30/03/2008							
31/03/2008							
1/04/2008							
2/04/2008							
3/04/2008							
4/04/2008							
5/04/2008							
6/04/2008							

Bijlage 6: Stofconcentraties PM10 metingen

datum	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
	buitenmetingen				binnenmetingen		
	School 1	School 2	School 11	School 17	School 1	School 2	
22/01/2008							
23/01/2008	33	33	35	31	18	21	
24/01/2008	49	49	53	46	30	38	
25/01/2008	30	30	32	26	18	24	
26/01/2008	33	31	34	29	10	12	
27/01/2008	34	33	36	32	7	13	
28/01/2008	54	56	56	49	34	41	
29/01/2008	51	53	55	50	31	35	
30/01/2008	39	40	41	35	21	26	
31/01/2008	20	19	21	19	17	20	
1/02/2008	20	20	21	16	16	23	
2/02/2008	20	17	19	16	6	8	
3/02/2008	17	17	18	16	5	8	
4/02/2008	12	12	13	11	5	7	
5/02/2008	10	9	9	9	4	6	
6/02/2008	21	19	21	20	7	11	
7/02/2008	33	34	35	32	7	14	
8/02/2008	31	29	32	31	11	15	
9/02/2008	27	28	30	30	9	16	
10/02/2008	34	35	36	36	11	20	
11/02/2008	29	30	44	32	24	27	
12/02/2008	32	33	42	42	27	23	
13/02/2008	61	59	65	61	32	41	
14/02/2008	45	45	49	43	35	34	
15/02/2008	28	26	31	28	17	18	
16/02/2008	23	24	23	25	10	11	
17/02/2008		46	43		13		
18/02/2008					46		
19/02/2008	83				63		
20/02/2008		105	118	121	52		
21/02/2008	65	64	71	62	38	48	
22/02/2008	27	25	23	19	16	32	
23/02/2008	29	28	38	27	10	12	
24/02/2008	32	30	31	30	7	11	
25/02/2008	31	32	32	29	27	24	
26/02/2008	24	23	25	22	22	23	
27/02/2008	29	30	31	28	10	25	
28/02/2008	40	39	41	40	24		

datum	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)					
	buitenmetingen				binnenmetingen	
	School 1	School 2	School 11	School 17	School 1	School 2
29/02/2008	42	40	42	39	24	29
1/03/2008	21	21	21	20	25	10
2/03/2008	22	22	23	21	9	11
3/03/2008	19	19	20	18	21	21
4/03/2008	20	18	22	19	22	19
5/03/2008	25	24	26	22	14	25
6/03/2008	36	36	39	34	28	30
7/03/2008	28	29	32	29	19	23
8/03/2008	27	27	30	25	9	11
9/03/2008	12	12	13	12	4	6
10/03/2008	9	9	9	8	18	23
11/03/2008	17	17	18	17	21	24
12/03/2008	22	23		21	14	21
13/03/2008	21	21	22	19	19	31
14/03/2008	23	20	25	22	15	17
15/03/2008	28	26	29	26	8	13
16/03/2008	14	15	16	14	11	8
17/03/2008	21	19	21	18	18	24
18/03/2008	16	17	18	14	15	25
19/03/2008	16	15	16	13	13	28
20/03/2008	19	18	19	18	21	26
21/03/2008		12	16	12	19	26
22/03/2008	12	11	11	10	5	8
23/03/2008	16	16	18	15	5	9
24/03/2008	14	12	14	10	6	7
25/03/2008	15	14	18	15	9	9
26/03/2008	35	34	37	32	14	
27/03/2008	30	29	34	29	12	
28/03/2008	26	29	31	26	11	9
29/03/2008	22	21	24	19	7	9
30/03/2008	14	14	15	12	6	7
31/03/2008	15	16	17	16	14	9
1/04/2008	28	26	29	24	13	12
2/04/2008	34	32	38	31	13	16
3/04/2008	25	27	24	22	7	15
4/04/2008	49	47	49	43	12	17
5/04/2008	31	29	29	25	8	12
6/04/2008	13					8

Bijlage 7: Loodconcentratie VITO meetstations

datum	Pb (ng/m ³)					
	buitenmetingen				binnenmetingen	
	School 1	School 2	School 11	School 17	School 1	School 2
22/01/2008						
23/01/2008						
24/01/2008						50
25/01/2008						
26/01/2008						
27/01/2008						
28/01/2008	79	50	42	25	37	38
29/01/2008						
30/01/2008						
31/01/2008	21	4	8	8	21	17
1/02/2008						
2/02/2008						
3/02/2008						
4/02/2008						
5/02/2008						
6/02/2008						
7/02/2008						
8/02/2008						
9/02/2008						
10/02/2008						
11/02/2008						
12/02/2008						
13/02/2008						46
14/02/2008						
15/02/2008						
16/02/2008						
17/02/2008						
18/02/2008						
19/02/2008	79				33	
20/02/2008		126	130	83		
21/02/2008	116	25	38	25	46	34
22/02/2008						
23/02/2008						
24/02/2008						
25/02/2008						
26/02/2008						
27/02/2008	142	163	83	25	50	67
28/02/2008	38	42	38	33	29	

datum	Pb (ng/m ³)					
	buitenmetingen				binnenmetingen	
	School 1	School 2	School 11	School 17	School 1	School 2
29/02/2008						
1/03/2008	83	175	42	8	25	29
2/03/2008						
3/03/2008						
4/03/2008						
5/03/2008						
6/03/2008	121	25	38	17	66	33
7/03/2008						
8/03/2008						
9/03/2008						
10/03/2008						
11/03/2008						
12/03/2008						
13/03/2008						29
14/03/2008						
15/03/2008						
16/03/2008						
17/03/2008						
18/03/2008						
19/03/2008						
20/03/2008						
21/03/2008						
22/03/2008	10	13	0	4	8	13
23/03/2008						
24/03/2008						
25/03/2008						
26/03/2008	97	29	67	21	58	
27/03/2008						
28/03/2008						
29/03/2008						
30/03/2008						
31/03/2008						
1/04/2008	159	21	8	17	33	13
2/04/2008						
3/04/2008						
4/04/2008	125	54	88	37	33	33
5/04/2008						
6/04/2008						

Bijlage 8: Loodconcentraties VMM meetstations (niet gevalideerde data)

Pb (ng/m ³) 24h-filters				Pb (ng/m ³) 24h-filters			
Datum	00HB01	00HB17	00HB23	Datum	00HB01	00HB17	00HB23
22/01/2008		145	79	29/02/2008		334	944
23/01/2008		907	1587	1/03/2008		17	95
24/01/2008		754	975	2/03/2008		13	41
25/01/2008		731	1686	3/03/2008		66	69
26/01/2008		576	1503	4/03/2008		34	21
27/01/2008		62	174	5/03/2008		157	330
28/01/2008		716	931	6/03/2008	237	534	914
29/01/2008		449	1060	7/03/2008	591	988	1602
30/01/2008		345	981	8/03/2008	210	159	244
31/01/2008		805	1014	9/03/2008	94	69	108
1/02/2008		192	694	10/03/2008	292	79	298
2/02/2008		159	279	11/03/2008	124	46	668
3/02/2008		292	14	12/03/2008	205	53	208
4/02/2008		341	977	13/03/2008	33	111	376
5/02/2008		438	1050	14/03/2008	34	61	89
6/02/2008		246	571	15/03/2008	41	129	56
7/02/2008		777	927	16/03/2008	82	23	61
8/02/2008		330	100	17/03/2008	7	10	5
9/02/2008		216	112	18/03/2008	8	7	5
10/02/2008		122	75	19/03/2008	7	7	5
11/02/2008		61	55	20/03/2008	18	35	265
12/02/2008		59	52	21/03/2008	3	3	7
13/02/2008		65	63	22/03/2008	3	3	3
14/02/2008		29	33	23/03/2008	51	78	141
15/02/2008		21	17	24/03/2008	11	15	13
16/02/2008		32	36	25/03/2008	15	17	114
17/02/2008		164	109	26/03/2008	108	128	212
18/02/2008		222	158	27/03/2008	23	35	37
19/02/2008		104	79	28/03/2008	465	347	627
20/02/2008		461	607	29/03/2008	358	528	415
21/02/2008		779	1890	30/03/2008	299	372	98
22/02/2008		308	962	31/03/2008	352	401	470
23/02/2008		280	516	1/04/2008	512	656	866
24/02/2008		238	262	2/04/2008	15	30	15
25/02/2008		383	462	3/04/2008	23	43	23
26/02/2008		312	895	4/04/2008	185	306	455
27/02/2008		131	404	5/04/2008	26	39	105
28/02/2008		222	280	6/04/2008	12		

		Pb (ng/m³) 7d-filters		
Datum start	Datum stop	00HB18	00HB19	00HB24
26/12/2007	1/01/2008	103	109	109
2/01/2008	8/01/2008	100	90	50
9/01/2008	15/01/2008	156	32	19
16/01/2008	22/01/2008	182	95	82
23/01/2008	29/01/2008	306	87	67
30/01/2008	5/02/2008	159	104	49
6/02/2008	12/02/2008	128	90	70
13/02/2008	19/02/2008	79	68	63
20/02/2008	26/02/2008	214	137	93
27/02/2008	4/03/2008	60	14	22
5/03/2008	11/03/2008	151	35	54
12/03/2008	18/03/2008	24	18	15
19/03/2008	25/03/2008	14	12	17

Bijlage 9: Resultaten handbelading

datum	school	staalname	nr	µg/filter
				lood
17/jan	2	vm,11h, droog weer	H56	2,47
			H58	5,57
			H59	1,77
			H60	3,07
			H62	2,57
			H63	2,47
17/jan	2	nm, 14h, droog weer	H41	10,67
			H42	3,67
			H43	3,97
			H45	20,67
			H47	2,77
			H48	2,77
			H49	1,77
			H50	3,47
			H59b	1,67
			H60b	1,67
28/jan	16	vm 10:40h, droog weer	H655	3,17
			H663	1,47
			H664	5,47
			H665	2,67
			H666	3,87
			H668	2,07
			H671	1,27
			H674	5,87
			H678	1,07
			H679	< 0,81
28/jan	16	nm, 14h, droog weer	H655b	6,07
			H663b	3,87
			H664b	2,57
			H665b	2,37
			H666b	5,37
			H683	< 0,81
			H687	< 0,81
			H690	1,37
			H691	7,27
			H693	3,37
			H697	1,57
			H699	1,87
			H705	1,17
			H706	2,87
			H709	2,37

datum	school	staalname	nr	µg/filter	
					lood
29/jan	8	vm 11:25h, droog weer	H492		6,17
			H498		14,67
			H500		7,07
			H502		2,27
			H504		5,37
			H508		5,37
			H511		9,37
29/jan	8	nm 13:45h, droog weer	H488		1,57
			H489		5,07
			H491		4,17
			H498b		1,57
			H500b		1,47
			H501		6,27
			H503		10,67
			H507		9,07
			H508b	<	0,81
			H509		4,87
11/feb	1	vm 11h, zon	H203		1,37
			H209		1,77
			H210		2,47
			H219		1,47
			H220		1,67
			H221		2,47
			H222		9,67
			H224		1,17
11/feb	1	nm 14:10h, droog, zon	H107		19,67
			H111		13,67
			H112		24,67
			H116		11,67
			H117		16,67
			H121		18,67
			H127		8,37
			H128		5,87
			H219b		4,87
			H220b		2,07
			H221b		1,67
25/feb	5	vm, na speeltijd, droog, zon	H392		2,97
			H393		8,67
			H406		2,87
			H409		1,87
			H411		2,47
25/feb	5	nm, 13.30h, zon	H392b		6,77
			H393b		5,57
			H406b		1,97
			H409b		6,77
10/mrt	17	vm, na speeltijd, droog	H411b		66,67
			H930	<	0,81
			H931		0,87
			H932	<	0,81
			H933	<	0,81
			H934	<	0,81
			H935	<	0,81
			H937		1,07
			H938		0,97
			H941		0,87
H942	<	0,81			