



**ONDERZOEK NAAR DE BLOOTSTELLING
VAN KLEUTERS AAN LOOD IN DE WIJDE
OMGEVING VAN HOBOKEN. STATISTISCHE
VERWERKING EN ONDERSTEUNING**

Documentbeschrijving



1. *Titel publicatie*

Onderzoek naar de blootstelling van kleuters aan lood in de wijde omgeving van Hoboken: Statistische verwerking en ondersteuning

2. *Verantwoordelijke uitgever*

Herman Gobel, OVAM, Stationsstraat 110, 2800 Mechelen

3. *Aantal blz.*

59

4. *Wettelijk depot nummer*

D/2009/5024/03

5. *Aantal tabellen en figuren*

tabellen: 10, figuren: 19

6. *Publicatiereeks*

7. *Datum publicatie*

Januari 2009

8. *Trefwoorden*

Loodbelasting, bevolkingsonderzoek

9. *Samenvatting*

Het rapport beschrijft de resultaten van het bevolkingsonderzoek in de wijde omgeving van Hoboken. Bedoeling van het onderzoek was te meten welke de loodbelasting in bloed is bij kinderen die wonen en school lopen in de wijde omgeving van Hoboken. Om de resultaten van de kinderen in Hoboken te kunnen vergelijken met een controlegroep, werden ook 60 kinderen onderzocht die wonen en school lopen in Hemiksem.

10. *Begeleidingsgroep en/of auteur*

Auteur: Bruckers Liesbeth

Het onderzoek werd getrokken en gecoördineerd door een 'technische werkgroep'. Deze werkgroep bestaat uit vertegenwoordigers van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid (afdeling Toezicht Volksgezondheid), het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, de Vlaamse Milieumaatschappij, de Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM), de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en de Medisch Milieukundigen (MMK's) bij de Logo's van de betrokken regio's.

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

Amy De Sloovere en Griet Van Gestel

12. *Andere titels over dit onderwerp*

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

1. Rekrutering en staalname bij kinderen in Hoboken door PIH
2. Statistische verwerking en onderbouwing door Universiteit Hasselt

3. Milieumetingen door VITO
4. Modellerings van de blootstelling van kinderen aan lood in Hoboken door VITO

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>



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

Statistische verwerking en ondersteuning
Oktober 2008

MSc. Liesbeth Bruckers

Universiteit Hasselt

Interuniversity Institute for Biostatistics and Statistical Bioinformatics

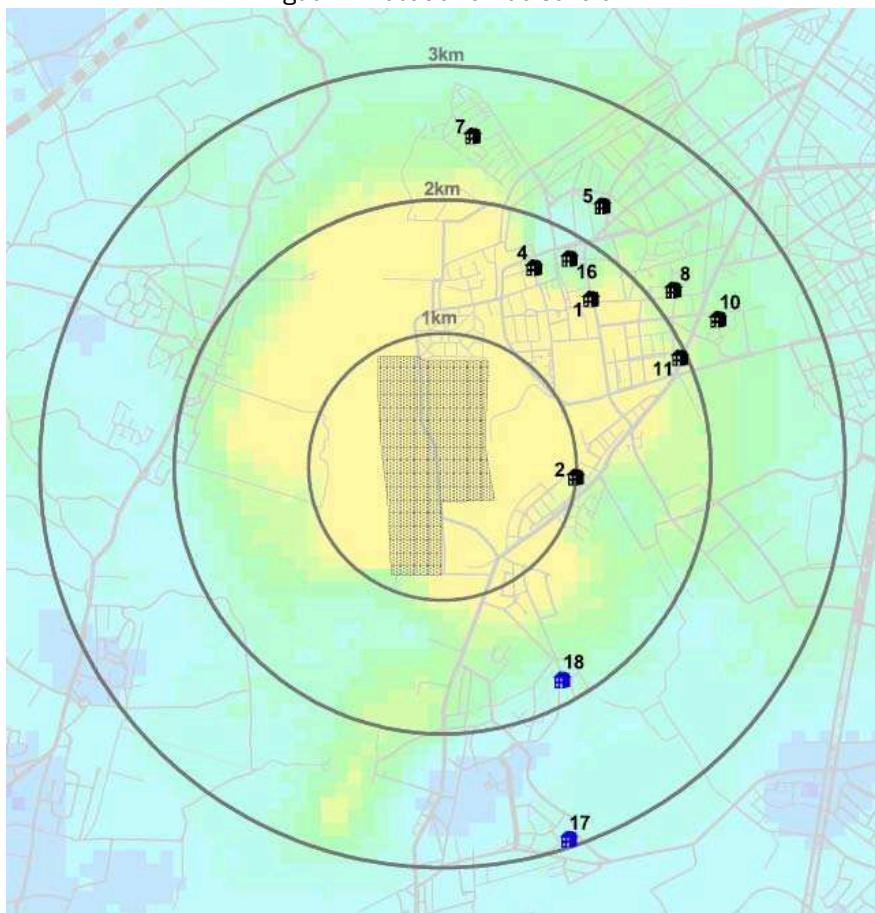
Inhoudstafel

1	Samenvatting	3
2	Achtergrond onderzoek	9
2.1	Doelstelling	9
2.2	Opbouw van de studie	9
2.3	Onderzoeksgebied	10
2.4	Controlegebied	10
3	Onderzoeksvragen	10
4	Beschrijving steekproef	11
4.1	Aantal kleuters	11
4.2	Verschillen tussen de twee steekproeven	11
4.3	Resultaten	12
5	Lood in bloed ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	14
5.1	Beschrijvende Statistiek	14
5.2	Verschillen naar leeftijd en geslacht	17
5.3	Verschil Hoboken en Hemiksem	18
5.3.1	Het lineair gemengd model	18
5.3.2	Resultaten	20
5.3.3	Verschillen tussen de scholen in de wijdere omgeving van Hoboken	20
5.3.4	Meervoudige regressie	21
6	Verklarende parameters voor kleuters die blootgesteld worden	22
7	Relatie met de milieumetingen	24
8	Relatie met de loodconcentraties op basis van de kaarten Van Meirvenne	26
9	Relatie tussen het loodgehalte in bloed en de afstand van de woning tot de fabriek, kleuters woonachtig en schoollopend in Hoboken (inclusief Moretusburg)	27
10	Relatie tussen het loodgehalte in bloed en de afstand van de school tot de fabriek, kleuters die schoollopen in Hoboken (inclusief Moretusburg)	31
11	Sanering in 2007	32
12	Vergelijking met andere onderzoeken	34
13	Bijlage I : Achtergrondkenmerken	38
14	Bijlage II : Waarden per school	47
15	Bijlage III: Kleuters in scholen (1,4,5,16)	48
16	Bijlage IV: Milieumetingen	52
17	Referenties	59

1 Samenvatting

In het BOHO onderzoek werd de blootstelling aan lood bij kleuters die in een straal van 3 km rond de Umicore vestiging- Hoboken school lopen onderzocht. De wijken Moretusburg, Hertogvelden en Vinkevelen werden niet in dit onderzoek opgenomen. De kleuters die in deze wijken naar school gaan worden reeds verschillende jaren opgevolgd. Als controlegebied werden twee scholen in Hemiksem genomen. Figuur 1 toont op kaart de locatie van de verschillende scholen.

Figuur 1: Locatie van de scholen



Statistische methodologie:

De opgemeten loodgehalten zijn niet normaal verdeeld. Normaliteit werd grafisch bestudeerd door middel van het histogram en QQ-plot; en meer formeel met de Shapiro-Wilk toets voor normaliteit. De statistische verwerkingen worden daarom uitgevoerd op de ***natuurlijke logaritmische transformatie*** van het loodgehalte. De gepresenteerde gemiddelden zijn bijgevolg geometrische gemiddelden.

In dit bevolkingsonderzoek worden we geconfronteerd met *afhankelijke metingen* doordat via scholen kleuters gerecruteerd werden. Twee kleuters van eenzelfde school zijn 'gelijkaardiger' dan twee kleuters uit twee verschillende scholen. We kunnen de metingen binnen een school (een cluster) beschouwen als herhaalde metingen. Correcte en efficiënte statistische analyses modelleren het loodgehalte op het niveau van een kleuter, maar houden rekening met de correlatie binnen een school. Hiervoor werd gebruik gemaakt van GEE (generalized estimating equations) en 'random effect' modellen.

Om de relatie tussen loodconcentraties in bloed en de afstand waarop men van de fabriek woont, of de afstand waarop men naar school gaat te onderzoeken, werd gebruik gemaakt van (meervoudige) lineaire regressie modellen.

Om groepen te vergelijken voor de continue gegevens (zoals leeftijd, ...) werd gebruik gemaakt van ANOVA. Voor de categorische (bijv. opleidingsklasse) en nominale achtergrondgegevens (bijv. geslacht) werden chi-kwadraat en Fisher's Exact toets gebruikt.

Resultaten:

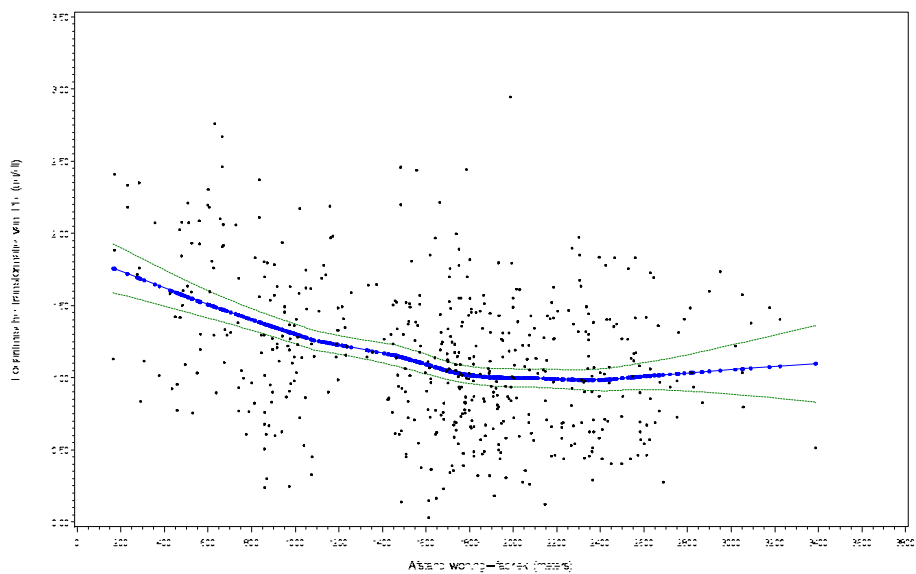
Kleuters die school lopen in de wijdere omgeving van Umicore (Hoboken met uitzondering van Moretusburg) hebben gemiddeld hogere waarden voor lood in bloed dan kleuters die school lopen buiten de invloedssfeer (Hemiksem). Het geometrisch gehalte aan lood in bloed voor kleuters die school lopen in de wijdere omgeving van Hoboken bedraagt 2.79 µg/dl. Voor kleuters die in Hemiksem school lopen bedraagt het gemiddeld loodgehalte in bloed 2.20 µg/dl. Alhoewel het verschil klein is, is het vanuit statistisch standpunt significant. Dit verschil blijft statistisch significant ook indien we rekening houden met verschillen in de steekproeven van Hoboken en Hemiksem, bijv. in termen van de hoogste opleiding van de ouders enz.

Binnen het onderzoeksgebied is de blootstelling aan lood niet overal gelijk. Zo stellen we vast dat de concentratie van lood in bloed duidelijk daalt naarmate de school verder ligt van de fabriek en naar mate men verder weg woont van de fabriek. Voor deze verwerkingen werden de BOHO gegevens

aangevuld met de data verzameld bij kleuters die school lopen in de Baron Sadoine school in Morertusburg in het voorjaar van 2008.

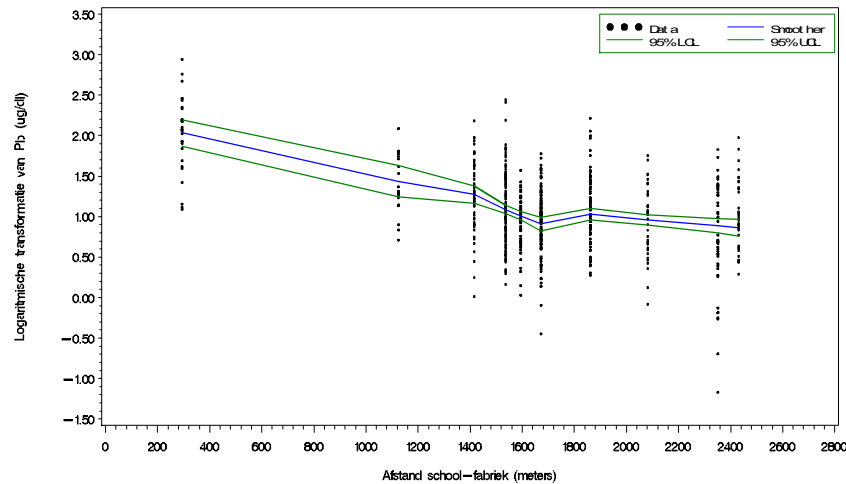
Figuur 2 toont een smoother door de gegevens. Op de y-as is het logaritme van het loodgehalte weergegeven, op de x-as de afstand van de *woning* waar de kleuter woont tot de fabriek. De groene curves geven het 95% betrouwbaarheidsinterval voor deze smoother weer. De zwarte punten zijn de individuele metingen. Het is duidelijk dat er minder data beschikbaar is kort bij de fabriek (<500m) en verder weg van de fabriek (>2800 meter).

Figuur 2: Smoother door de logaritmische Pb gehaltenes, als functie van de afstand woning-fabriek



Figuur 3 toont de relatie tussen het logaritme van het loodgehalte en de afstand van de **school** tot de fabriek.

Figuur 3: Smoother door de logaritmische Pb gehalten, als functie van de afstand school-fabriek



Uit statistische modellen, die de relaties die in Figuur 2 en Figuur 3 beschrijven, blijkt dat het gemiddelde loodgehalte in bloed kwadratisch afneemt als functie van de afstand tot de fabriek (woning of school). Naast de afstand is ook de hoek waaronder de school of woning zich bevindt belangrijk. De gemiddelde loodwaarden in bloed dalen als men verder van de hoofdwindrichting school loopt/woont.

De relatie tussen het logaritme van het loodgehalte en de locatie van de woning kan door volgende formule beschreven worden:

$$\ln(\text{Pb}) = 1.935 - 0.681 * \text{afstand} + 0.130 * \text{afstand}^2 - 0.062 \text{ hoek.}$$

Waarbij 'afstand', de afstand tussen de woning en de fabriek is uitgedrukt in kilometers. 'Hoek' is de hoek tussen de woning en de hoofdwindrichting vanuit de fabriek.

De relatie tussen het logaritme van het loodgehalte en de locatie van de school kan door volgende formule beschreven worden:

$$\ln(\text{Pb}) = 2.256 - 0.970 * \text{afstand} + 0.181 * \text{afstand}^2 - 0.044 \text{ hoek}$$

Waarbij 'afstand', de afstand tussen de school en de fabriek is uitgedrukt in kilometers. 'Hoek' is de hoek tussen de school en de hoofdwindrichting vanuit de fabriek.

De relatie met de locatie van de school resulteert in verschillen tussen scholengroepen. Kleuters die school lopen in een scholengroep gelegen in de hoofdwindrichting en dicht bij de fabriek hebben hogere Pb waarden (zie Tabel 1).

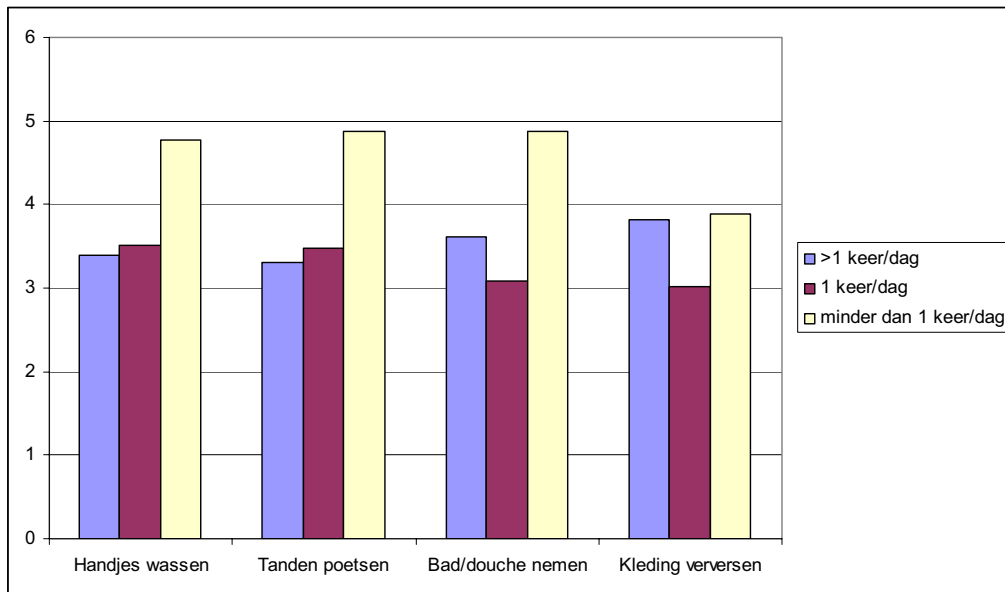
Tabel 1: Geometrisch gecorrigeerd gemiddelde (en 95% betrouwbaarheidsinterval) per scholengroep

	N	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheids- interval	% kleuters met Pb > 5 µg/dl)
school 1	112	2.95	[2.71, 3.20]	11.6
school 2	47	2.54	[2.23, 2.89]	0.0
school 5	71	2.98	[2.68, 3.31]	9.9
school 7	90	2.42	[2.20, 2.65]	2.2
school 4+16	75	3.60	[3.25, 3.99]	26.7
school 8+10+11	108	2.41	[2.21, 2.62]	6.5
School 17+18 (Hemiksem)	60	2.20	[1.96, 2.46]]	5.00

Ongeveer één op tien kleuters die in de wijdere omgeving van Hoboken school loopt, heeft een waarde voor lood in bloed >5 µg/dl. In Hemiksem heeft 5% van de kleuters een waarde voor lood in bloed >5 µg/dl. Dit verschil is niet statistisch significant. We zien wel dat er binnen de ruimere omgeving van Hoboken verschillen zijn. Het percentage kleuters met een loodgehalte >5 µg/dl is hoger in scholen(groepen) gelegen dicht bij de fabriek, en in de hoofdwindrichting (Zie Tabel 1).

Uit deze verwerkingen besluiten we dat hoe meer tijd het kind doorbrengt kort bij de fabriek, hoe hoger zijn/haar loodgehalte in bloed. Uiteraard zijn er nog factoren die samenhangen met het gehalte aan lood in bloed. Voor de kleuters die school lopen kort bij de fabriek, kon de loodconcentratie in bloed gerelateerd worden aan het socio-economisch profiel van de ouders (opleiding en inkomen), het vrije tijdsprofiel en de hygiëne van de kleuter. Naarmate de ouders het socio-economisch beter hebben (hogere opleiding, hoger inkomen), daalt het gemiddelde loodgehalte in bloed. Kleuters die bij goed weer tijdens hun vrije tijd vooral in de eigen tuin of op straat spelen hebben gemiddeld hogere loodwaarden (3.54 versus 3,14 µg/dl). Kleuters die op hun nagels bijten hebben gemiddeld meer lood in hun bloed (4.06 versus 3,26 µg/dl). De relaties met de hygiëne van de kleuter zijn niet steeds rechtlijnig. Naarmate men de handjes van de kinderen minder vaak wast of de tandjes minder vaak poetst, werden er gemiddeld hogere waarden van lood in bloed gemeten. Voor het nemen van een bad/douche en het verversen van kleding blijkt dat kleuters die dit één keer per dag doen gemiddeld de laagste Pb in bloed waarden hebben. Kleuters die dit vaker of minder vaak doen heb gemiddeld meer lood in bloed.

Figuur 4: Relatie tussen lood in bloed en de hygiëne van de kleuter



In de woningen van 38 kleuters in Hoboken (36 woningen) werden ook milieumetingen uitgevoerd. Ondanks het lage aantal observaties werd er een verband vastgesteld tussen de loodconcentratie in het bloed van de kleuters enerzijds en de concentratie Pb in de stofzuiger als ook met het zwevend stof binnen (XRF) anderzijds. Met toenemende concentraties Pb in de stofzuiger en met toenemend zwevend stof, neemt ook het loodgehalte in bloed bij de kleuter toe.

Wanneer we de opgemeten waarden vergelijken met andere studies in Vlaanderen stellen we vast dat het gemiddelde loodgehalte in Hemiksem zich op hetzelfde niveau bevindt als dit voor het aandachtsgebied van het bevolkingsonderzoek in de Noorderkempen. De gemiddelde waarde voor Hoboken (exclusief Moretusburg) is lichtjes hoger dan de gemiddelde waarde in de Noorderkempen, maar lager dan de waarde gemeten in Den Hout/Absheide (geen statistische toetsen uitgevoerd). De gehalten liggen allemaal onder de huidige richtwaarde van het CDC en WHO van 10 µg/dl, en met uitzondering van de gemiddelde waarde van Moretusburg ook onder de 5 µg/dl.

2 Achtergrond onderzoek

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.

Staat verder vermeld Volgens het Vlaamse berekeningsmodel 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 Vinkevelden worden in de komende maanden gesaneerd. Lood is een stof waarvoor de gezondheidsrisico's niet alleen kunnen worden ingeschat door modelberekening van de inname (externe belasting), maar ook door het meten van het loodgehalte in bloed (interne belasting).

De resultaten van het biomonitoringsonderzoek dat tweemaal per jaar georganiseerd wordt in de wijk Moretusburg bevestigen de berekende resultaten via het blootstellingsmodel. Buiten de wijk Moretusburg werden de berekende gehalten echter nog niet getoetst aan gemeten waarden (met uitzondering van de school die tweemaal per jaar wordt meegenomen als controle).

2.1 Doelstelling

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 variabelen.

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 getracht meer inzicht te krijgen in de belangrijkste blootstellingswegen voor de kinderen.

2.2 Opbouw van de studie

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

1. Rekrutering en staalname bij kinderen in Hoboken door PIH

2. Statistische verwerking en onderbouwing door Universiteit Hasselt
3. Milieumetingen door VITO
4. Modelling van de blootstelling van kinderen aan lood in Hoboken door VITO

Dit deelrapport handelt over de Statistische verwerking en onderbouwing.

2.3 Onderzoeksgebied

In een straal van 3 km rond de vestiging werden de verschillende scholen aangeduid op een concentratiekaart. De school in de Baron Sadoinestraat, in de wijk Moretusburg, wordt uitgesloten omdat deze al 2 maal per jaar wordt opgevolgd.

Eveneens werden de scholen 6, 12, 13, 14 en 15 uitgesloten omdat ze niet in het 'worst case' gebied volgens het Vlier-humaan model liggen. De meeste scholen liggen in de windafwaartse richting.

2.4 Controlegebied

Er werd geopteerd voor een controle school die buiten de mogelijke invloedssfeer van Umicore ligt. Er mogen verder ook geen andere industrieën aanwezig zijn die een impact kunnen hebben op de loodbelasting. Twee scholen in Hemiksem werden als controle scholen genomen.

De potentiële deelnemers zijn (theoretisch) tussen 2,5 en 6 jaar oud.

3 Onderzoeksvragen

De volgende onderzoeksvragen zullen onderzocht worden in het kader van deze biomonitoringsstudie:

- Is er een verschil in gemiddelde loodconcentratie in bloed bij kinderen die school lopen in het onderzoeksgebied ten opzichte van kinderen die schoollopen in het referentiegebied ?
- Welke verklarende parameters (leefstijl, socio-economische gegevens, kenmerken van de woning,...) zijn gerelateerd aan het loodgehalte in bloed ?
- Is er een relatie tussen de milieumetingen die uitgevoerd werden in een aantal woningen en de loodconcentraties in bloed ?

Om op deze vragen een antwoord te formuleren, maken we gebruik van de gegevens verzameld binnen het BOHO onderzoek (Blootstellingsonderzoek Hoboken). Het betreft met andere woorden metingen bij kleuters die school lopen in Hoboken (niet in Moretusburg) of in Hemiksem.

De gegevens van BOHO werden aangevuld met data verzameld in Moretusburg (Baron Sadoinestraat) om bijkomende onderzoeksvragen te bestuderen:

- Is er een dalende trend in het loodgehalte in bloed van de kleuters met toenemende afstand tot de vestiging van Umicore?
- Liggen de gemiddelde loodconcentraties in bloed na de sanering in 2007 lager dan voordien?

4 Beschrijving steekproef

4.1 Aantal kleuters

In totaal werden 618 kleuters geprikt. Hiervan wonen er 29 in Moretusburg. Zij worden niet opgenomen in de verwerkingen. Verder zijn er 26 kleuters waarvan er geen of onvoldoende bloed geprikt kon worden, of waarvan de vragenlijsten niet compleet zijn. We beschikken dus over 563 bloedstalen; waarvan er 503 afkomstig zijn van kleuters die school lopen in Hoboken en 60 in Hemiksem.

4.2 Verschillen tussen de twee steekproeven

Eén van de onderzoeksvragen is of er een verschil is in gemiddelde loodgehaltes in bloed van kleuters die schoollopen in Hoboken (onderzoeksgebied) en Hemiksem (controlegebied). Naast de locatie van de school zijn er tal van factoren die een invloed kunnen hebben op het loodgehalte in bloed, waaronder de leeftijd van de kleuter, geslacht, al dan niet duimen, ... Verschillen in loodgehalten tussen de twee gebieden kunnen foutief geïnterpreteerd worden indien de verschillen in populatiesamenstelling van de twee gebieden niet mee beschouwd worden in de statistische verwerkingen.

Deze sectie presenteert daarom achtergrondkenmerken van de kleuters en hun ouders. We gaan na of de steekproef in het onderzoeksgebied en het referentiegebied verschillen voor wat betreft deze kenmerken.

Voor de continue achtergrondgegevens (zoals leeftijd) werd gebruik gemaakt van ANOVA¹. ANOVA is een toetsingsprocedure om na te gaan of de gemiddelden van de twee gebieden verschillen. Voor de categorische (bijvoorbeeld opleidingsniveau van de ouders) en nominale achtergrondgegevens (bijvoorbeeld geslacht) werd een chi-kwadraat toets gebruikt om na te gaan of de steekproeven van het onderzoeks- en controlegebied gelijkaardig zijn samengesteld.

¹ Analysis of Variance

4.3 Resultaten

De volledige tabellen zijn opgenomen in Tabel 9 in bijlage I. Ze tonen voor de twee gebieden het percentage kleuters met een bepaald kenmerk.

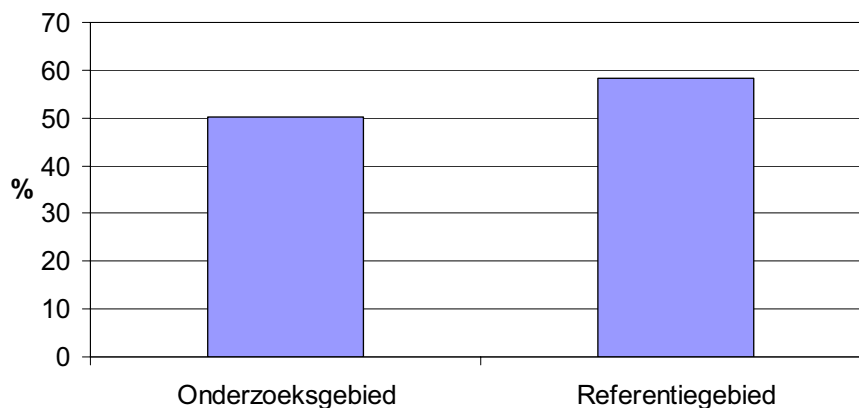
De resultaten van deze statistische toetsen zijn weergegeven in Tabel 10 (Bijlage I). Indien de gerapporteerde p-waarde kleiner dan 0.05 is, spreken we van een statistisch significant verschil tussen de twee gebieden. De kans dat het verschil aan toeval te wijten kan zijn, is dan kleiner dan 5%.

Er zijn geen verschillen tussen de twee steekproeven voor wat betreft socio-demografische kenmerken.

Het percentage meisjes is in het onderzoeksgebied niet statistisch verschillend van het percentage in het referentiegebied (p-waarde = 0.2392). 49% van de deelnemende kleuters waren meisjes.

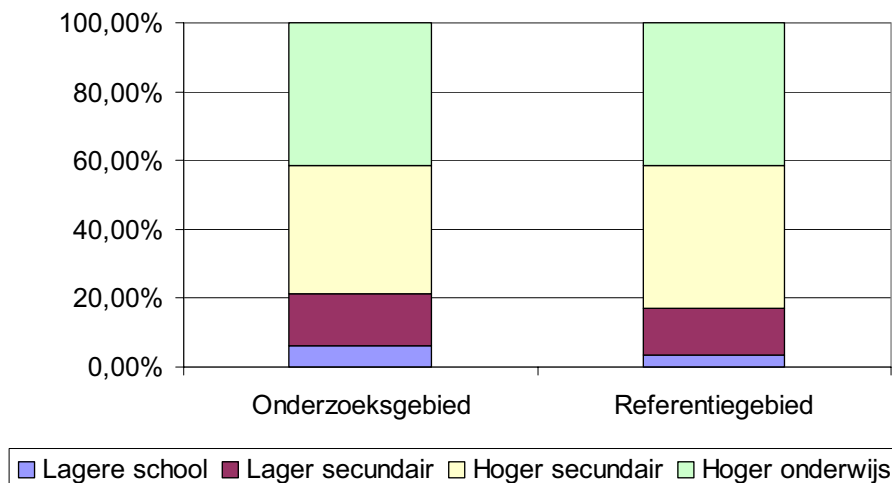
De leeftijd van de kleuters ligt tussen 2.57 jaar en 7.12 jaar. De gemiddelde leeftijd van de deelnemende kleuters in het onderzoeks- en referentiegebied is niet statistisch verschillend (p-waarde = 0.5594). De gemiddelde leeftijd van de deelnemende kleuters is 4.55 jaar (met standaard deviatie 1.03). In Hemiksem heeft 90% van de kleuters twee Belgische ouders, in Hoboken is dit 78% (p=0.0603).

Figuur 5: Geslachtsverdeling (% jongens)



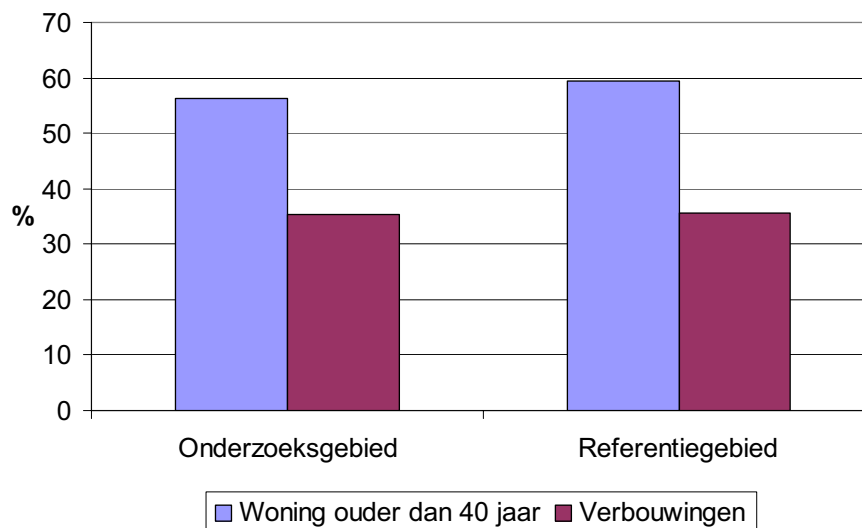
Voor wat betreft het socio-economisch profiel van de gezinnen zijn er geen verschillen tussen de twee gebieden. Voor 41% van de kleuters voltooide één van de ouders hoger of universitair onderwijs. Voor 38% van de gezinnen is hoger secundair onderwijs het hoogste opleidingsniveau van de partners (p-waarde = 0.8055). Bijna 15% van de gezinnen heeft een maandelijks netto gezinsinkomen dat meer dan 3470 Euro bedraagt (p-waarde = 0.3243).

Figuur 6: Hoogste opleiding binnen het gezin



Meer dan de helft van de kleuters (56.6%) woont in een huis dat 40 jaar of ouder is; ongeveer één op drie (35.5%) woont in een huis waar er het afgelopen jaar verbouwingen werden uitgevoerd waarbij er veel stof vrijkwam. Voor deze twee kenmerken van de woning zijn er geen statistisch significante verschillen tussen het onderzoeks- en controlegebied (p-waarde = 0.6838, p-waarde = 0.9844).

Figuur 7: Kenmerken van de woning



Het percentage kleuters dat een fopspeen gebruikt, op zijn duim zuigt of regelmatig de vingers in de mond steekt is 45% in het controlegebied en 38% in het onderzoeksgebied. Dit verschil is echter niet statistisch significant (p-waarde = 0.2705). Wanneer we meer in detail kijken zien we wel een verschil voor wat betreft het gebruik van fopspeen. In het controlegebied heeft 32% van de kleuters een fopspeen, in het onderzoeksgebied is dit 20% (p-waarde=0.0370). 19% van de kleuters in het controlegebied zuigt op zijn duim of stopt regelmatig een vinger in de mond tijdens het spelen. In het onderzoeksgebied is dit 9% (p-waarde = 0.0151).

De hygiëne van het kind verschilt niet in Hoboken en Hemiksem. Bij 89% van de kleuters worden de handjes meer dan 1 keer per dag gewassen, en bij 60% worden de tanden meer dan 1 keer per dag gepoetst. 97% van de kleuters neemt vaker dan 1 keer per week een bad of douche. 75% van de kleuters krijgt dagelijks of vaker verse kleren.

Er is ook geen statistisch significant verschil (p -waarde = 0.6483) voor wat betreft het percentage kinderen dat op zijn nagels bijt. Globaal doet 18% van de deelnemende kleuters dit.

Kleuters die in Hemiksem wonen spelen in hun vrije tijd vaker in de eigen tuin of in de eigen straat (93% versus 77%, $p=0.0040$).

Minder dan 5% van de gezinnen maakt gebruik van water uit een grondwaterput (voor de moestuin, siertuin of om schoon te maken). Putwater wordt niet voor het bereiden van voeding gebruikt.

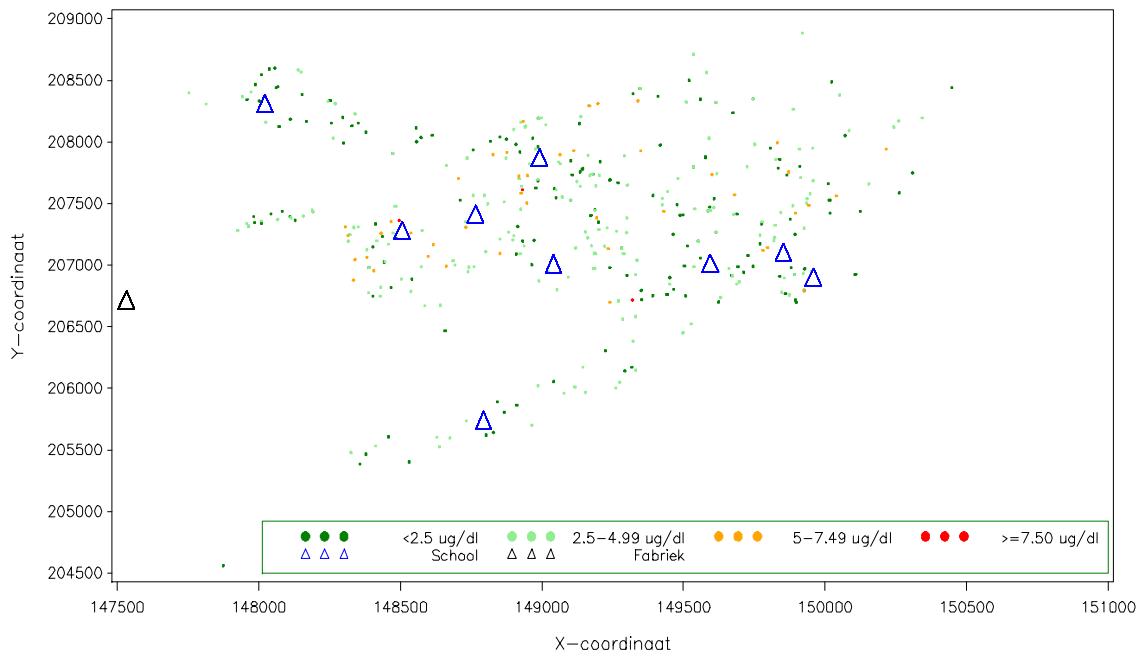
5 Lood in bloed ($\mu\text{g}/\text{dl}$)

In deze sectie bespreken we de resultaten voor lood in bloed bij de kleuters in het onderzoek.

5.1 Beschrijvende Statistiek

Figuur 8 toont op kaart de loodconcentraties in bloed in 4 klassen: $< 2.5\mu\text{g}/\text{dl}$, $2.50\text{-}4.99\mu\text{g}/\text{dl}$, $5.00\text{-}7.49\mu\text{g}/\text{dl}$ en $\geq 7.50\mu\text{g}/\text{dl}$. De locaties die zijn uitgezet, zijn de adressen waar de kleuters wonen. De blauwe cirkels geven de locaties van de scholen weer. De indeling in onderzoeksgebied en referentiegebied is gebaseerd op het schoollopen van de kleuter. Enkel de kleuters die schoollopen en woonachtig zijn in Hoboken zijn weergegeven.

Figuur 8: Woonlocaties van de kleuters in BOHO, woonachtig in Hoboken



Het loodgehalte van één kleuter (van de 563 bemonsterd in de wijdere omgeving van Hoboken en Hemiksem) ligt boven de CDC- en WHO-aanbeveling van $10 \mu\text{g}/\text{dl}$. Op basis van onderzoek dat ook bij gehalten lager dan $10 \mu\text{g}/\text{dl}$ effecten beschrijft op het zenuwstelsel van kinderen, gaan er stemmen op om de richtwaarde te verminderen tot $5 \mu\text{g}/\text{dl}$. Daarom wordt ook vergeleken met deze strengere waarde. 52 kleuters hebben een loodgehalte $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dl}$ (9.24%). 49 van deze 52 kinderen lopen school in de wijdere omgeving van Hoboken; 3 in Hemiksem. Dit betekent dat 9.74% van de kleuters in het onderzoek, die school lopen in de wijdere omgeving van Hoboken, een loodgehalte in bloed $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dl}$ heeft. Van de kleuters in het onderzoek die school lopen in Hemiksem heeft 5.00% een loodgehalte $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dl}$. Dit verschil is niet statistisch significant ($p=0.2401$). Vooral bij de scholen die in de hoofdwindrichting liggen en kort bij de vestiging zijn er relatief meer kleuters met een loodgehalte $\geq 5 \mu\text{g}/\text{dl}$ (school 4: 33%, school 16: 25%).

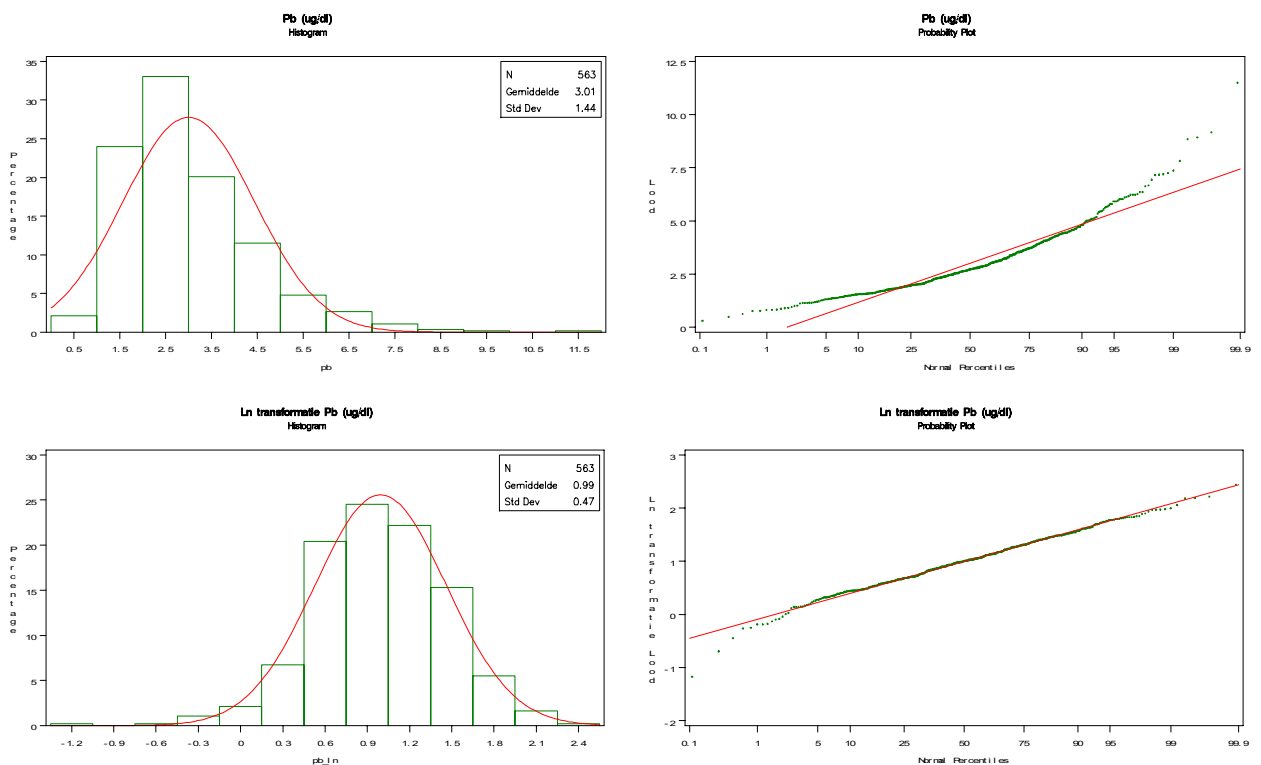
Het gemiddelde loodgehalte van de kinderen in het bevolkingsonderzoek bedraagt $3.01 \mu\text{g}/\text{dl}$, met een standaard deviatie van 1.44. Voor de kleuters die school lopen in de wijdere omgeving van Hoboken is het gemiddelde loodgehalte gelijk aan $3.08 \mu\text{g}/\text{dl}$ (std = 1.46), voor de kleuters die in Hemiksem naar school gaan is het gemiddelde loodgehalte gelijk aan $2.42 \mu\text{g}/\text{dl}$ (std = 1.08).

Figuur 9 toont het histogram en de QQ-plot van de gemeten loodconcentraties. De QQ-plot toont de standaard normale verdelingsvorm van de Pb-gehalten op de x-as. De oorspronkelijke verdelingsvorm van de metingen staat op de y-as. Wanneer we tussen beide een lineair verband aantreffen zijn de gegevens normaal verdeeld. De loodgehaltes in bloed zijn niet normaal verdeeld. Dit blijkt uit het histogram waar geen mooie klokvorm zichtbaar is, en uit de QQ-plot waar de punten niet op een rechte

liggen. Ook de Shapiro-Wilk test voor normaliteit geeft aan dat de gegevens niet normaal verdeeld zijn (p-waarde = 0.0001). De natuurlijk logaritmisches getransformeerde Pb-gehalten zijn ook niet normaal verdeeld (Shapiro-Wilk test p-waarde = 0.0061, Kolmogorov-Smirnov p-waarde = 0.1500). Het histogram toont wel een meer symmetrische verdeling, en in de QQ-plot liggen de punten beter op een rechte.

Vandaar dat we verder werken met de natuurlijke logaritmische transformatie van de loodconcentraties in bloed. Deze transformatie wordt vaak in statistische analyses gebruikt voor dit type blootstellingmerker. De gemiddelden die verder in dit rapport gepresenteerd worden zijn geometrische gemiddelden. Deze worden verkregen na terugtransformatie van de gemiddelden van de natuurlijke logaritmische getransformeerde data. Het geometrisch gemiddelde van de loodgehalten bedraagt 2.77 $\mu\text{g}/\text{dl}$ voor de kleuters die in Hoboken naar school gaan en 2.21 $\mu\text{g}/\text{dl}$ voor de kleuters in Hemiksem.

Figuur 9: Histogram en QQ plot voor de Pb metingen (bovenste luik) en voor de ln-getransformeerde Pb metingen (onderste luik).



5.2 Verschillen naar leeftijd en geslacht

Voor de loodgehaltes in bloed werden de leeftijd en het geslacht van de kleuters als confounders geïdentificeerd. Tabel 2 en Tabel 3 tonen voor de leeftijd (in 3 klassen) en voor meisjes en jongens enkele statistieken voor de loodconcentraties.

Volgende informatie wordt gepresenteerd:

- Statistieken die de verdeling van het loodgehalte beschrijven voor de steekproef (n, gemiddelde, standaard deviatie, minimum, maximum, P10, mediaan, P90, geometrisch gemiddelde met bijhorend 95% betrouwbaarheidsinterval).
- Een grafische weergave van het geometrische gemiddelde (en het 95% betrouwbaarheidsinterval) voor leeftijd en geslacht (Figuur 10).

Tabel 2: Loodconcentraties in bloed naar geslacht

		Meisje	jongen
Pb (ug/dl)	N	275	288
	Mean	2.9297	3.0819
	SD	1.3016	1.5540
	Median	2.7400	2.6900
	Min	0.6400	0.3100
	Max	7.8200	11.5000
	P10	1.5000	1.5900
	P90	4.5800	5.0600
	Geometric mean	2.6527	2.7543
	95% CI	[2.5132; 2.7999]	[2.6062; 2.9109]

Tabel 3: Loodconcentraties in bloed naar leeftijdsklasse

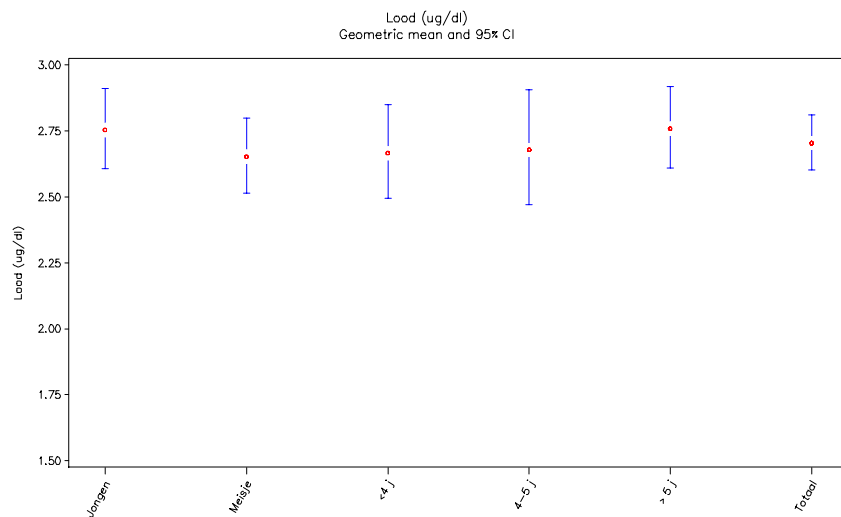
		<4 jaar	4-5 jaar	>=5 jaar
Pb (ug/dl)	N	187	166	210
	Mean	2.9624	3.0636	3.0036
	SD	1.4453	1.5999	1.2917
	Median	2.6600	2.6250	2.7900
	Min	0.5000	0.3100	0.8300
	Max	11.5000	9.1700	8.9300
	P10	1.5000	1.4800	1.6100
	P90	4.6600	5.5500	4.6250
	Geometric mean	2.6664	2.6787	2.7589
	95% CI	[2.4951; 2.8494]	[2.4695; 2.9056]	[2.6083; 2.9182]

We stellen vast dat er weinig verschil is in loodgehalte als functie van de leeftijd (p-waarde = 0.7334). De leeftijd van de kleuters varieert in dit onderzoek van 2.57 tot 7.12 jaar.

Tussen jongens en meisjes is er een klein verschil. Het geometrisch gemiddelde loodgehalte voor jongens bedraagt 2.75 $\mu\text{g}/\text{dl}$, voor meisjes is dit 2.65 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Dit verschil is niet statistisch significant (p-waarde = 0.3414).

De geometrische gemiddelden (en het 95% betrouwbaarheidsinterval) naar geslacht, naar leeftijd en voor de volledige onderzoekspopulatie zijn weergegeven in Figuur 10.

Figuur 10: Geometrisch gemiddeld loodgehalte in bloed (en 95% betrouwbaarheidsinterval)



5.3 Verschil Hoboken en Hemiksem

5.3.1 Het lineair gemengd model

Het lineair gemengd model verschilt van het gewone lineaire model doordat de eis van onafhankelijke metingen wordt losgelaten. In dit bevolkingsonderzoek worden we geconfronteerd met afhankelijke metingen doordat we via scholen kleuters gerekruteerd hebben. Twee kleuters van eenzelfde school zullen Pb gehaltes hebben die 'gelijkaardiger' zijn dan deze van twee kleuters uit twee verschillende scholen. Deze afhankelijkheid komt in de covariantie matrix van de waarnemingen tot uiting als niet-diagonale elementen.

Indien de Pb metingen als onafhankelijke metingen beschouwd zouden kunnen worden dan kan het verband tussen het Pb gehalte en de confounders (leeftijd en geslacht) door het volgende model beschreven worden:

$$Pb_{ij} = \mu + \beta_1 * geslacht_{ij} + \beta_2 * leeftijd_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Waarbij Pb_{ij} het gemeten loodgehalte is voor kleuter j in school i . μ is het gemiddelde van alle loodgehaltes. β_1 en β_2 geven het effect van het geslacht en de leeftijd van de kleuter weer. ε_{ij} is het verschil tussen het gemeten loodgehalte Pb_{ij} en de door het model berekende waarde. Dit verschil wordt de error term genoemd. Men veronderstelt dat deze error termen onafhankelijk zijn van elkaar, en een normale verdeling hebben met gemiddelde nul en variantie σ_ε^2 . De variantie-covariantie matrix van de loodgehaltes is met andere woorden een diagonaal matrix (de termen op de hoofddiagonaal zijn gelijk aan σ_ε^2 en alle termen daarbuiten zijn gelijk aan nul). De effecten van geslacht en leeftijd in bovenstaand model worden 'fixed' effects genoemd.

Afhankelijkheid tussen de Pb-gehaltes van kleuters die naar eenzelfde school gaan kan in het model geïntroduceerd worden door een 'random' effect:

$$Pb_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_1 * geslacht_{ij} + \beta_2 * leeftijd_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

De effecten α_i zijn hier random effecten, normaal verdeeld met een gemiddelde nul en een variantie gelijk aan σ_c^2 . Deze effecten zijn verder onafhankelijk van de error termen ε_{ij} . Merk op dat volgens bovenstaande model de verwachtingswaarde voor het Pb gehalte gelijk is aan:

$$E(Pb_{ij}) = \mu + \beta_1 * geslacht_{ij} + \beta_2 * leeftijd_{ij}$$

De variantie covariantie matrix van de Pb-metingen is een niet diagonale matrix, wat betekent dat er correlaties bestaan tussen verschillende Pb_{ij} . Metingen binnen eenzelfde school zijn afhankelijk, en de correlatie is gelijk aan $\sigma_c^2 / (\sigma_c^2 + \sigma_\varepsilon^2)$. Metingen van kleuters die naar een verschillende school gaan zijn onafhankelijk. De introductie van de random effecten in het model heeft tot gevolg dat de betrouwbaarheidsgrenzen voor de schatting van de effecten wijzigen.

Voor kleuters die school lopen in het onderzoeksgebied kan men veronderstellen dat het merendeel van de blootstelling die ze hebben op school plaats vindt. En die blootstelling is voor de kleuters binnen die school hetzelfde. Voor kleuters die in het controle gebied wonen is de blootstelling op school klein/vergelijkbaar met de blootstelling die de kleuter thuis meekrijgt. Men verwacht met andere woorden dat de Pb metingen van kleuters in het controle gebied minder sterk gecorreleerd zijn dan Pb metingen van kleuters in het onderzoeksgebied. Om deze reden werd het hierboven voorgestelde model nog uitgebreid. De correlatie tussen Pb metingen in een school in het onderzoeksgebied kan verschillen van deze tussen Pb metingen in een school in het controle gebied. Door de inclusie van de 'fixed effects' van leeftijd en geslacht corrigeert het model voor verschillen tussen het onderzoeksgebied en het referentiegebied die te wijten kunnen zijn aan een verschil in

samenstelling van de twee populaties in termen van de leeftijd en het geslacht van de kleuters. De gemiddelden die we verder presenteren zijn gecorrigeerde gemiddelden. Hiermee bedoelen we het gemiddelde dat we voor een bepaalde kleuter in het gebied verwachten. We kiezen hiervoor de gemiddelde kleuter die aan het onderzoek deelnam. Uiteraard bestaat deze kleuter in werkelijkheid niet. Het is louter een manier om de gemiddelden van de twee onderzoeksgebieden te vergelijken.

5.3.2 Resultaten

Het geometrisch gecorrigeerd gemiddeld gehalte aan lood in bloed voor kleuters die school lopen in het onderzoeksgebied in Hoboken bedraagt 2.79 µg/dl (95% betrouwbaarheidsinterval [2.49, 3.13]). Voor de kleuters die in Hemiksem schoollopen bedraagt het gemiddeld loodgehalte in bloed 2.20 µg/dl (95% betrouwbaarheidsinterval [1.98, 2.44]). Dit verschil is statistisch significant (p-waarde = 0.0399). Het verschil is echter klein. De correlatie tussen metingen binnen eenzelfde school in het onderzoeksgebied wordt door het model op 0.12 geschat, in het referentiegebied is deze correlatie gelijk aan 0.00.

5.3.3 Verschillen tussen de scholen in de wijdere omgeving van Hoboken

De scholen van Hoboken werden in groepen opgedeeld. Deze groepering werd gemaakt om per scholengroep meer metingen te hebben, en een hoger statistisch vermogen te hebben om verschillen tussen de scholengroepen vast te stellen. De groepering neemt scholen die dicht bij elkaar liggen samen. Tabel 4 toont per scholengroep het geometrisch gecorrigeerd gemiddelde. Het hoogste gemiddelde wordt vastgesteld voor scholen 4 en 16 (3.60 µg/dl). Deze scholen liggen dicht bij de fabriek en in de hoofdwindrichting. School 1 en school 5 hebben ook een gemiddelde loodwaarde in bloed dicht tegen 3 µg/dl. School 1 ligt dicht bij de fabriek, school 5 ligt iets verder weg maar meer in de hoofdwindrichting. Na correctie voor multiple testing, zijn volgende verschillen statistisch significant:

- Groep 4+16 versus school 2
- Groep 4+16 versus school 7
- Groep 4+16 versus groep 8+10+11
- School 5 versus groep 8+10+11
- School 1 versus groep 8+10+11
- School 1 versus school 7

Een vergelijking van de scholengroepen met de twee scholen in Hemiksem toont dat de gemiddelden voor groep 8+10+11 (p=0.2064), voor school 7 (p=0.1966) en voor school 2 (p=0.0970) niet statistisch verschillen van het gemiddelde opgemeten in de scholen in Hemiksem.

Tabel 4 toont voor de verschillende scholengroepen ook het percentage kleuters met een waarde voor lood bloed > 5 µg/dl.

Het percentage kleuters met een loodgehalte > 5µg/dl in scholengroep 4 + 16 is beduidend hoger dan het percentage kleuters in de referentiescholen 17 en 18 (5%) (p=0.0018, na correctie voor leeftijd en geslacht). De andere scholengroepen in de wijdere omgeving van Hoboken verschillen niet statistisch van de scholen in Hemiksem, voor wat betreft het percentage kleuters met een Pb waarde > 5 µg/dl.

Tabel 4: Geometrisch gecorrigeerd gemiddelde (en 95% betrouwbaarheidsinterval) per scholengroep

	N	Gemiddelde	95% Betrouwbaarheidsinterval	% kleutes met Pb > 5 µg/dl)
school 1	112	2.95	[2.71, 3.20]	11.6
school 2	47	2.54	[2.23, 2.89]	0.0
school 5	71	2.98	[2.68, 3.31]	9.9
school 7	90	2.42	[2.20, 2.65]	2.2
school 4+16	75	3.60	[3.25, 3.99]	26.7
school 8+10+11	108	2.41	[2.21, 2.62]	6.5
School 17+18 (Hemiksem)	60	2.20	[1.96, 2.46]]	5.00

5.3.4 Meervoudige regressie

Uiteraard zijn er naast het onderzoeksgebied verschillende factoren die gelijktijdig een invloed uitoefenen op het loodgehalte in bloed. Meervoudige regressietechnieken werden aangewend om dit te onderzoeken. Als deze parameters verschillend voorkomen in het onderzoeksgebied en het referentiegebied moet hiervoor in de verwerkingen gecorrigeerd worden.

De parameters opgelijst in Tabel 10 (Bijlage I) worden opgenomen in het meervoudig regressie model als ze significant zijn op het **0.10** procent significantie niveau in het enkelvoudig regressie model. De confounders (leeftijd en geslacht) zullen consequent in de modellen verrekend worden, onafhankelijk van hun significantieniveau. Vervolgens wordt een zo ‘zuinig’ mogelijk model gebouwd door middel van een stapsgewijze selectieprocedure. Door deze stapsgewijze selectie² wordt een set van parameters gekozen die de variabiliteit in de loodgehaltes goed verklaart. De confounders blijven echter steeds in het model. Enkel de verklarende parameters significant op het 0.05 procent significantieniveau blijven in het model. Vervolgens wordt aan het vereenvoudigde model de parameter “gebied³” toegevoegd. De significantie van het gebied wordt bestudeerd in dit model.

² Dit is een combinatie van een voorwaartse en achterwaartse selectie procedure.

³ Onderzoeksgebied versus controlegebied.

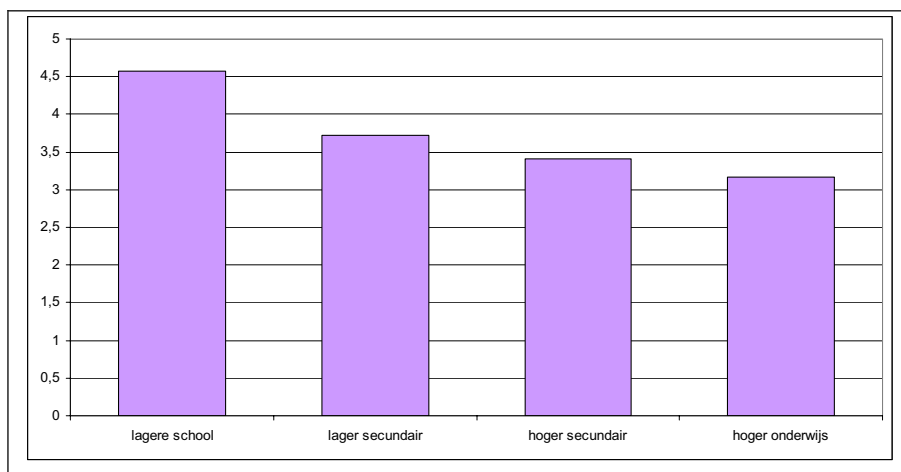
Het geselecteerde meervoudige regressie model bevat, naast de confounders leeftijd en geslacht de verklarende factoren hoogste opleidingsniveau van de ouders en de ouderdom van de woning, het hebben van huisdieren, het nemen van bad/douche. Na rekening te houden met deze verklarende parameters draagt geen van de parameters in Tabel 10 nog substantieel bij om de variabiliteit in loodgehaltes te verklaren. Het gebied (onderzoeksgebied of controlegebied) is nog steeds statistisch significant, ook na deze bijkomende correcties.

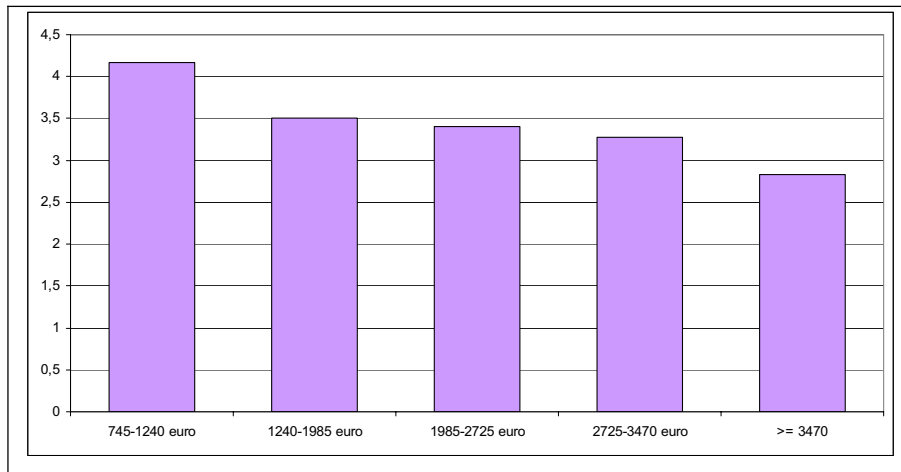
6 Verklarende parameters voor kleuters die blootgesteld worden

Voor de kleuters die schoollopen in de buurt en in de hoofdwindrichting van de fabriek (**school 1, 4, 5 en 16, n=258**) werd nagegaan of er verschillen zijn naar het loodgehalte in bloed en het socio-economische profiel van de ouders, nationaliteit, kenmerken van de woning (ouderdom, verbouwingen, tapijt als vloerbedeking), de vrije tijd van het kind (spelen in eigen tuin, op straat,...) en de hygiëne/het gedrag van het kind (nagelbijten, duimzuigen, fopspeen, handen wassen, tanden poetsen, bad nemen, verse kleren).

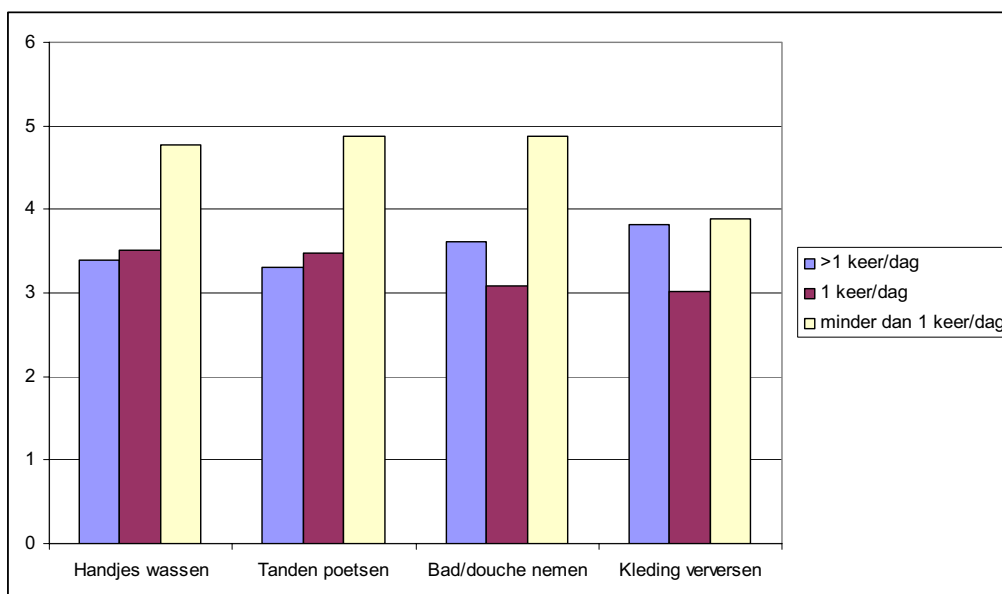
Volgende parameters konden vanuit statistisch standpunt geassocieerd worden aan het loodgehalte in bloed van de kleuter (zie ook bijlage III):

- Het socio-economisch profiel van de ouders: naarmate het hoogste opleidingsniveau binnen het gezin toeneemt, daalt het gemiddelde loodgehalte in bloed. Voor inkomen wordt een gelijkaardige verband gevonden.





- Kleuters die bij goed weer tijdens hun vrije tijd vooral in de eigen tuin of op straat spelen hebben gemiddeld hogere loodwaarden (3.54 versus 3,14 µg/dl).
- Kleuters die op hun nagels bijten hebben gemiddelde meer lood in hun bloed (4.06 versus 3,26 µg/dl).
- De relaties met de hygiëne zijn niet steeds rechtlijnig.
 - Naarmate men de handjes van de kinderen minder vaak wast of de tandjes minder vaak poetst, werden er gemiddeld hogere waarden van lood in bloed gemeten.
 - Voor het nemen van een bad/douche en het verversen van kleding blijkt dat kleuters die dit een keer per dag doen gemiddeld de laagste Pb in bloed waarden hebben. Kleuters die dit vaker of minder vaak doen heb gemiddeld meer lood in bloed.



7 Relatie met de milieumetingen

In 36 woningen *in Hoboken* werden ook milieumetingen gedaan. In deze sectie gaan we na of er een verband bestaat tussen de milieumeting in de woning en de loodconcentratie in het bloed van de kleuter die er woont. In het totaal gaat het om 38 kleuters, in twee woningen nemen twee kleuters deel. Figuur 19 (bijlage IV) toont voor de verschillende milieumetingen de relatie met het loodgehalte in bloed. Het linkerpaneel van de figuur toont de milieumetingen op de oorspronkelijke schaal. In het rechterpaneel werden zowel het loodgehalte in bloed als de milieumetingen logaritmisches getransformeerd. De zwarte punten zijn de waargenomen gegevens; de rode punten zijn een smoother door de datawolk.

Op de figuren zien we dat naarmate de waarde van de milieumeting toeneemt, ook het loodgehalte in bloed hoger is. De relatie is echter enkel statistisch significant voor de concentratie Pb in de stofzuiger (mg/kg) en voor het zwevend stof gemeten met XRF. Dit is mogelijk te wijten aan het lage aantal observaties.

Ook na correctie voor de confounders (leeftijd en geslacht van de kleuter) blijven de relaties tussen deze twee milieumetingen en het loodgehalte in bloed van de kleuter statistisch significant (zie Tabel 5). De tabel geeft het lineair effect van de milieumeting weer, na correctie voor leeftijd en geslacht.

Indien de concentratie Pb in de stofzuiger verdubbelt, dan neemt het loodgehalte in bloed bij de kleuter toe met een factor⁴ 1.13 ($=2^{0.1773}$). De ln-transformatie van de concentratie Pb in de stofzuiger verklaart ongeveer 20% van de variabiliteit in de ln-getransformeerde loodconcentraties. Indien ook rekening gehouden wordt met de leeftijd en het geslacht van de kleuter verklaart het model 28% van de verschillen in de ln-getransformeerde loodconcentraties in bloed.

Bij verdubbeling van het zwevend stof gemeten met XRF, neemt het gehalte aan lood in bloed toe met een factor 1.17 ($=2^{0.2266}$). 30% van de verschillen in de ln-getransformeerde loodconcentraties in bloed kunnen verklaart worden door de ln-transformatie van het zwevend stof binnen. Dit percentage neemt toe tot 54% als ook de leeftijd en het geslacht van de kleuter mee genomen worden in het model.

⁴ Te vermenigvuldigen met een factor 1.13

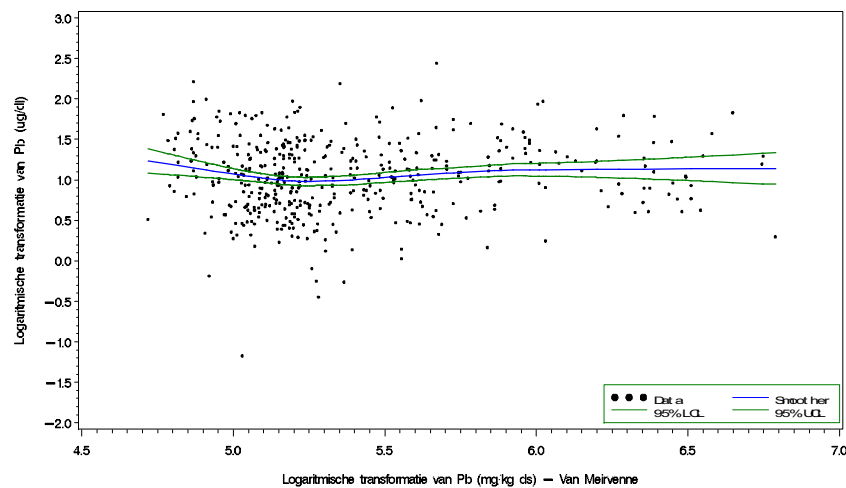
Tabel 5: Regressie modellen voor de logaritmische transformatie van Pb in bloed, relatie met de milieumetingen

Verklarende parameter	Estimate	p-waarde	R ² Milieumeting, leeftijd en geslacht	R ² Enkel milieumeting
Belading Pb veegmonsters (mg/m ²)	0.1233	0.2209	12.23%	6.15%
Concentratie Pb veegmonsters (mg/kg)	0.1197	0.2543	11.64	2.57
Concentratie Pb stofzuiger (mg/kg)	0.1773	0.0201	28.29	19.96
Vloerstof belading (mg/m ²)	0.0257	0.8589	7.77	1.46
Bodem top 2000 Pb (mg/kg ds)	0.1841	0.1316	55.59	15.14
Bodem top 250 Pb (mg/kg ds)	0.0363	0.5963	19.36	1.41
Gemiddelde Pb concentratie Binnen - Model VITO	-0.0099	0.9553	7.68	0.11
Gemiddelde Pb concentratie Buiten - Model VITO	-0.0099	0.9553	7.68	0.11
Belading Pb straatstof (µg/m ²)	0.0468	0.3549	10.31	4.32
Concentratie Pb straatstof (µg/g)	0.1060	0.2121	12.41	2.93
Zwevend stof gemeten met ICPMS (ng/m ³)	0.1119	0.3852	26.97	0.43
Zwevend stof gemeten met XRF (ng/m ³)	0.2266	0.0214	54.20	30.36
Zwevend Stof PM10 (µg/m ³)- 1ste reeks	-0.1693	0.4170	26.52	0.96
Zwevend Stof PM10 (µg/m ³)- 2de reeks	0.1184	0.4976	32.63	2.06

8 Relatie met de loodconcentraties op basis van de kaarten Van Meirvenne

Voor de kleuters die in Hoboken naar school gaan en daar ook wonen⁵, werd de relatie tussen de loodconcentratie in de bodem en de gemeten bloedconcentraties onderzocht. De loodconcentraties in de bodem werden bekomen op basis van het model van Van Meirvenne. De metingen van Van Meirvenne geven de concentraties van de bovenste 10 cm van de bodem weer. Spelende kinderen komen in hoofdzaak in contact met de bovenste centimeters van de bodem. Figuur 11 toont op de x-as de logaritmisches getransformeerde bodemconcentraties (mg per kg droog stof), op de y-as is de logaritmisches getransformeerde bloedconcentratie weergegeven. De zwarte punten zijn de geobserveerde concentraties, de blauwe lijn is een smoother door de puntenwolk en de groene lijnen geven een 95% betrouwbaarheidsinterval rond de smoother. De relatie tussen de bodemconcentraties en de bloedconcentraties is niet sterk. We verwachten dat met toenemende bodemconcentratie ook de bloedconcentratie toeneemt. Dit komt niet tot uiting op de figuur. De lineaire correlatiecoëfficiënt tussen de twee logaritmisches getransformeerde concentraties bedraagt 0.058 (p-waarde 0.2179). Dit geeft aan dat er geen lineair verband is tussen de bodem- en bloedconcentratie. Een statistisch model, waarbij verondersteld wordt dat de bloedconcentratie (ln-transformatie) samenhangt met de leeftijd, het geslacht van de kleuter en de bodemconcentratie bepaald op basis van de kaart van Van Meirvenne (ln-transformatie) geeft ook aan dat de bodemconcentratie niet statistisch significant bijdraagt in het verklaren van de variabiliteit waargenomen in de bloedconcentraties (p-waarde = 0.1977).

Figuur 11: Relatie tussen loodconcentratie in bloed en de bodemconcentratie (Van Meirvenne)



⁵ De wijk Moretusburg is niet opgenomen in deze verwerkingen.

9 Relatie tussen het loodgehalte in bloed en de afstand van de woning tot de fabriek, kleuters woonachtig en schoollopend in Hoboken (inclusief Moretusburg)

Om de relatie tussen loodconcentraties in bloed en de afstand waarop men van de fabriek *woont* te onderzoeken, werd gebruik gemaakt van:

1. de data verzameld in het kader van dit bevolkingsonderzoek, van de kleuters woonachtig in Hoboken (postcode=2660) en schoollopend in Hoboken (dus niet in controle scholen 17 en 18),
2. de gegevens die twee keer per jaar verzameld worden door het PIH in de wijk Moretusburg. Er werd gebruik gemaakt van de data van het **voorjaar van 2008**. Dit is enerzijds de periode waarin het BOHO werd uitgevoerd. Anderzijds zijn dit metingen die niet vertekend zijn door historische vervuiling (de sanering van deze wijk vond plaats in 2007). Dit betreft metingen bij kleuters die school lopen in Moretusburg en in Hoboken wonen.

In het totaal beschikken we over 532 metingen bij kleuters die school lopen en woonachtig zijn in Hoboken, inclusief Moretusburg. De afstand ten opzichte van de fabriek wordt steeds berekend t.o.v. de bovenfabriek, of het noordelijke deel van de fabriek. Deze locatie is in Figuur 12 weergegeven door een rode punt in het noordelijk deel van de fabriek.

Wanneer we in dit document over afstanden en hoeken spreken zijn deze steeds berekend ten opzichte van dit punt in het noordelijk deel van de site.

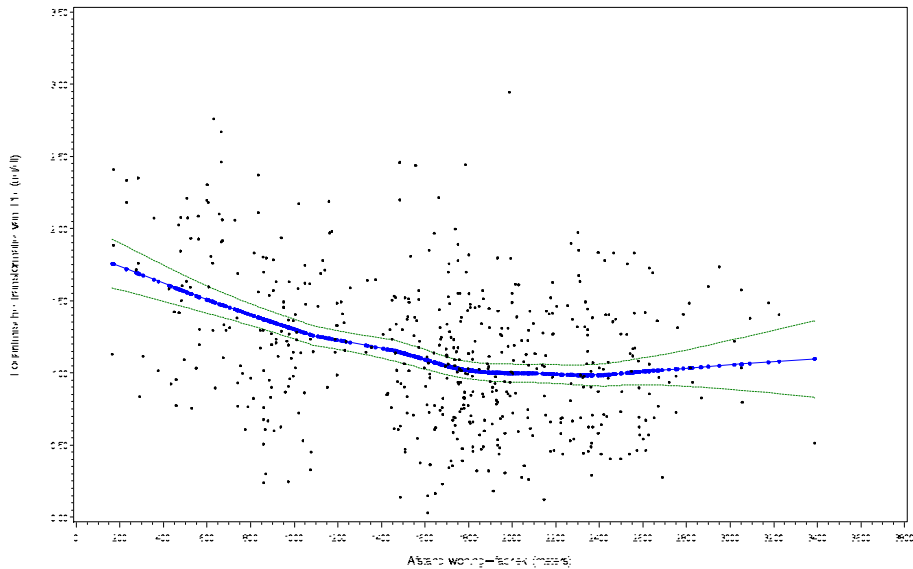
Figuur 12: Referentiepunt op de Umicore site



Figuur 13 toont een smoother door de gegevens. Op de y-as is het logaritme van het bloedgehalte weergegeven, op de x-as de afstand tot de fabriek. De groene curves geven het 95%

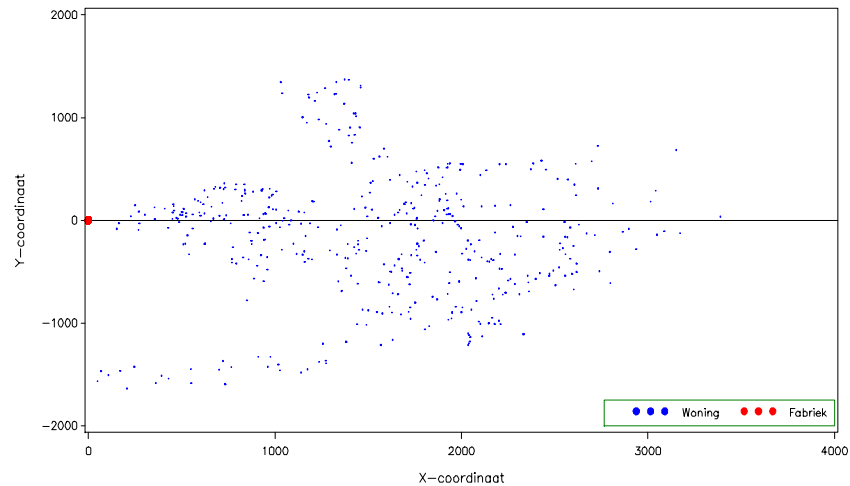
betrouwbaarheidsinterval voor deze smoother weer. Het is duidelijk dat er minder data beschikbaar is kort bij de fabriek (<500m) en verder weg van de fabriek (>2800 meter).

Figuur 13: Relatie met afstand tussen fabriek en woning



Naast de afstand tussen de fabriek en de woning is natuurlijk de hoek ten opzichte van de fabriek belangrijk. Kleuters die op 1 km van de fabriek wonen zijn meer blootgesteld indien ze in de hoofdwindrichting wonen dan wanneer ze onder een hoek van 30 graden met de hoofdwindrichting wonen. Figuur 14 toont de locatie van de woningen in het onderzoek, ten opzichte van de fabriek. Het assenstelsel werd verschoven zodat de fabriek in de oorsprong komt te liggen, en gedraaid zodat de x-as samenvalt met de hoofdwindrichting. We veronderstelden dat school nummer 4 in de hoofdwindrichting ligt; m.a.w. dat de hoofdwindrichting een hoek van 60 graden maakt met de noordlijn. In het statistisch model maken we gebruik van de **absolute** waarde van de hoek tussen de hoofdwindrichting en de as woning-fabriek. We veronderstellen met andere woorden dat het niet uit maakt of men 10 graden boven of onder de hoofdwindrichting woont.

Figuur 14: Locaties van de woningen t.o.v. de fabriek



Tabel 6 toont de schatters, standaard fouten en significantie niveau's van de verklarende parameters opgenomen in het statistisch model voor de logaritmische transformatie van het loodgehalte in bloed. Naast de confounders (leeftijd en geslacht) veronderstelden we kwadratische effecten van de afstand van wonen en de hoek met de hoofdwindrichting, en een interactie-term tussen de hoek en de afstand.

Het uiteindelijke model bevat een kwadratische relatie met de afstand en een lineaire relatie met de hoek. Het logaritmisch getransformeerd loodgehalte toont een kwadratisch verloop met de afstand waarop de kleuter van de fabriek woont. We zien een daling tot ongeveer 2 km van de fabriek, waarna het loodgehalte min of meer constant blijft als functie van de afstand. De daling in logaritmisch getransformeerd loodgehalte met de afstand (uitgedrukt in kilometer) wordt gegeven door: $-0.6813(\text{afstand}) + 0.1303(\text{afstand})^2$.

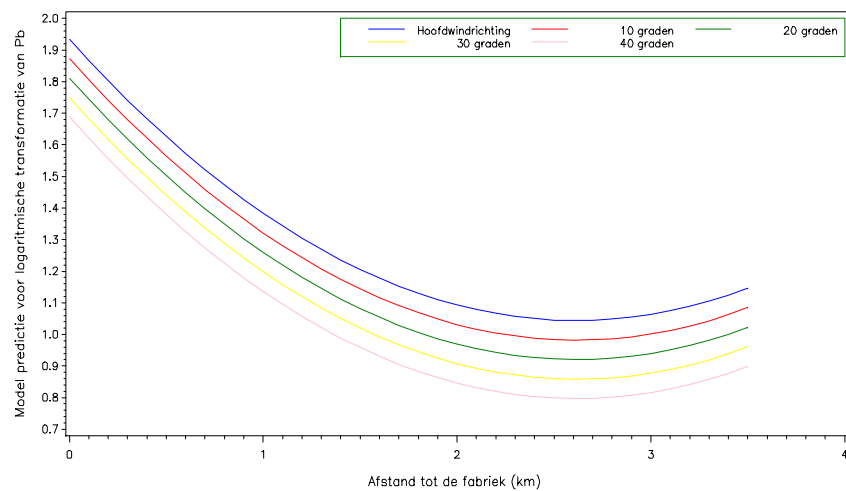
Naarmate men verder woont van de hoofdwindrichting is het loodgehalte in bloed lager, voor éénzelfde afstand. Per 10 graden dat men verder van de hoofdwindrichting weg woont, is het gemiddelde ln loodgehalte 0.0618 lager.

Figuur 15 toont grafisch het voorspelde logaritmisch getransformeerde gehalte op basis van het model beschreven in Tabel 6 .

Tabel 6: Meervoudig regressie model voor de logaritmische transformatie van Pb in bloed, relatie met locatie van de woning

		Schatter	Standaard error	p-waarde
Intercept		1.9346	0.1949	<0.0001
Leeftijd	< 4jaar	-0.0462	0.0390	0.2365
	4-5 jaar	-0.0481	0.0371	0.1941
	>5 jaar	-		
Geslacht (jongen)		0.0889	0.0415	0.0321
Afstand tot fabriek (km)	Lineair	-0.6813	0.1857	0.0002
	Kwadratisch	0.1303	0.0471	0.0057
Hoek met hoofd windrichting (deca-graden)	Lineair	-0.0618	0.0116	<0.0001

Figuur 15: Model predicties, Ln-transformatie van lood i.f.v. locatie van de woning



10 Relatie tussen het loodgehalte in bloed en de afstand van de school tot de fabriek, kleuters die schoollopen in Hoboken (inclusief Moretusburg)

Om de relatie tussen loodconcentraties in bloed en de *afstand tussen de school en de fabriek* te onderzoeken, werd gebruik gemaakt van de gegevens van de kleuters die school lopen in Hoboken:

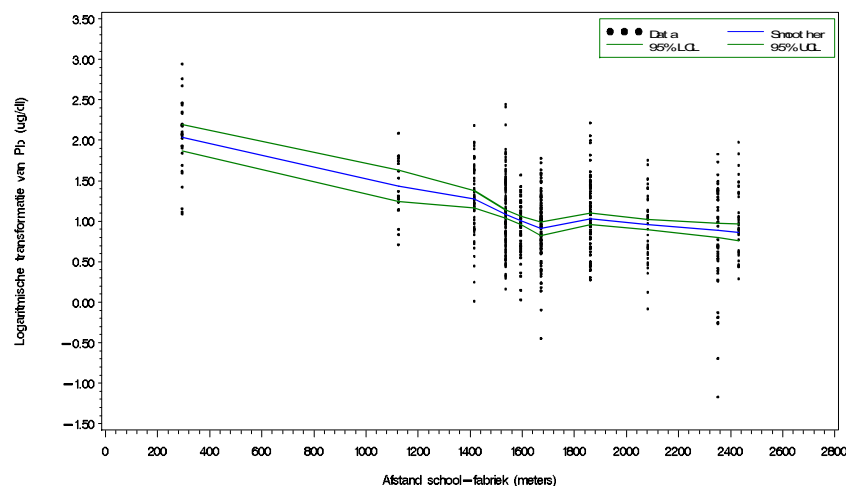
1. de data verzameld *in de scholen in Hoboken* in het kader van dit bevolkingsonderzoek,
2. de gegevens die twee keer per jaar verzameld worden door het PIH in de wijk Moretusburg.

Er werd gebruik gemaakt van de data van het **voorjaar van 2008**. Dit is enerzijds de periode waarin het BOHO werd uitgevoerd. Anderzijds zijn dit metingen die niet vertekend zijn door historische vervuiling (de sanering van deze wijk vond plaats in 2007). De kleuters die schoollopen in Moretusburg werden hier uitgeselecteerd.

In het totaal beschikken we over 571 metingen bij kleuters die school lopen in Hoboken, inclusief Moretusburg.

Figuur 16 toont een smoother door de gegevens. Op de y-as is het logaritme van het bloedgehalte weergegeven, op x-as de afstand waarop de school van de fabriek ligt. De groene curves geven het 95% betrouwbaarheidsinterval voor deze smoother weer.

Figuur 16: Smoother door de logaritmische Pb gehalten, als functie van de afstand school-fabriek



Naast de afstand tussen de fabriek en de school kan ook de hoek ten opzichte van de fabriek belangrijk zijn. Voor de statistische verwerkingen werd het assenstelsel verschoven zodat de fabriek in de oorsprong komt te liggen. Vervolgens werd het assenstelsel gedraaid zodat de x-as samenvalt met de hoofdwindrichting. We veronderstelden dat school nummer 4 in de hoofdwindrichting ligt; m.a.w. dat de hoofdwindrichting een hoek van 60 graden maakt met de noordlijn. In het statistisch

model maken we gebruik van de **absolute** waarde van de hoek tussen de hoofdwindrichting en de as school-fabriek.

Tabel 7 toont de schatters, standaard fouten en significantie niveau's van de verklarende parameters opgenomen in het statistisch model voor de logaritmische transformatie van het loodgehalte in bloed. Naast de confounders (leeftijd en geslacht) veronderstelden we kwadratische effecten van de afstand van de school tot de fabriek, de hoek met de hoofdwindrichting, en een interactie-term tussen de hoek en de afstand.

Het uiteindelijke model bevat een kwadratische relatie met de afstand en een lineaire relatie met de hoek. Het logaritmisch getransformeerd loodgehalte toont een kwadratisch verloop met de afstand tot de fabriek waarop de kleuter school loopt. De daling in logaritmisch getransformeerd loodgehalte met de afstand (uitgedrukt in kilometer) wordt gegeven door: $-0.9703(\text{afstand}) + 0.1812(\text{afstand})^2$.

Naarmate de school verder van de hoofdwindrichting ligt, is het loodgehalte in bloed lager. Per 10 graden dat de school van de hoofdwindrichting ligt, is het gemiddelde ln loodgehalte 0.044 lager.

Tabel 7: Logaritmisch loodgehalte in bloed: relatie met afstand en hoek school-fabriek

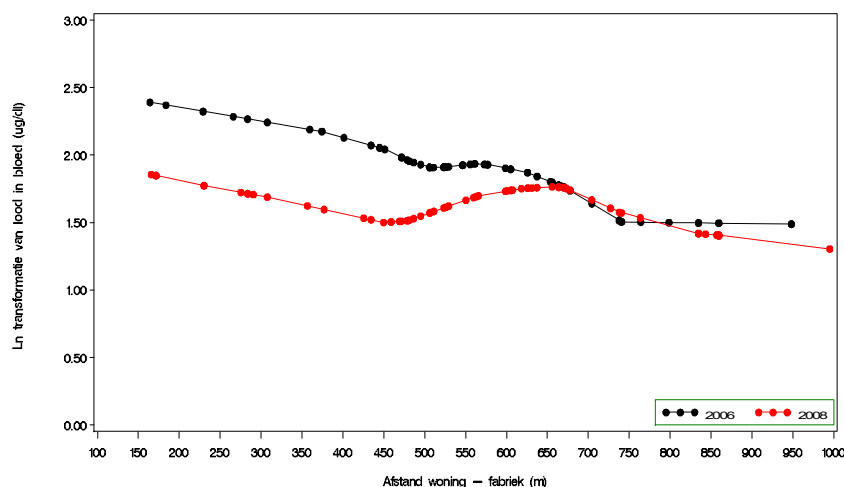
		Schatter	Standaard error	p-waarde
Intercept		2.2563	0.1240	<0.0001
Leeftijd	< 4jaar	-0.0500	0.0450	0.2668
	4-5 jaar	-0.0331	0.0466	0.4773
	>5 jaar	-		
Geslacht (jongen)		0.0652	0.0378	0.0845
Afstand tot fabriek (km)	Lineair	-0.9703	0.1586	<0.0001
	Kwadratisch	0.1812	0.0507	0.0004
Hoek met hoofd windrichting (deca-graden)	Lineair	-0.0440	0.0104	<0.0001

11 Sanering in 2007

In 2007 werden de wijken Moretusburg en Hertogvelden gesaneerd. Voor Moretusburg werd de volledige wijk gesaneerd, in Hertogvelden werd op basis van bodemanalyses bepaald of er gesaneerd diende te worden of niet. Gebruikmakend van de gegevens opgemeten in het voorjaar van 2006 en 2008 willen we nagaan of de saneringswerken gereflecteerd worden in de loodgehalten die opgemeten werden in het bloed van de kleuters.

Figuur 17 toont een 'gladde' curve door de datapunten van 2006 en van 2008. In de statistische verwerkingen gebruiken we verder enkel de gegevens van de kleuters die op minder dan 500 meter van het centrum van de fabriek wonen. De reden is dat deze kleuters allemaal in het gebied wonen waar er gesaneerd werd. Vanaf 500 meter zijn we hier niet meer zeker van.

Figuur 17: Smoother door de logaritmische Pb gehaltes, als functie van de afstand woning-fabriek



Afhankelijk van de gekozen smoothing parameter bekomt men vlakkere curves. Maar toch zien we voor 2008 een toename in het loodgehalte in het bloed voor kleuters die tussen 500 tot 650 meter van de fabriek wonen. Waarschijnlijk hebben we hier te maken met een mix van gesaneerde en niet gesaneerde woningen. De curves voor 2006 en 2008 vallen ongeveer samen vanaf een 670 meter van de fabriek.

In het totaal beschikken we over 46 metingen bij 44 verschillende kleuters. 22 metingen vonden plaats in 2006 en 24 in 2008. Tabel 8 toont de estimates, standaard fouten en significantieniveaus van het regressiemodel waarbij er, naast een effect van leeftijd en geslacht een lineair effect verondersteld wordt van de afstand tussen de woning en de fabriek. Met elke tien meter dat het kind verder van de fabriek woont, daalt het gemiddeld loodgehalte in bloed met ongeveer 3% ($\exp(10 \cdot -0.00302)$). Dit effect is statistisch significant op het 5% niveau. Gemiddeld lagen de metingen binnen een straal van 500 meter van het centrum van de fabriek in 2006 een factor 1.9 ($\exp(0.6450)$) hoger dan in 2008.

Een gelijkaardig model op de oorspronkelijke metingen, en niet op de logaritmisch getransformeerde gegevens geeft dezelfde conclusies. Namelijk dat binnen een straal van 500 meter het loodgehalte daalt met afstand (-0.01375 ug/dl per meter, p-waarde 0.0144), en dat het verschil tussen 2006 en 2008 statistisch significant is. Op de oorspronkelijke schaal stellen we vast dat het gemiddelde loodgehalte in 2006 4 $\mu\text{g/dl}$ hoger lag dan in 2008 (p-waarde 0.0002).

Tabel 8: Logaritmisch loodgehalte in bloed: effect van de sanering

	Schatter	Standaard error	p-waarde
<i>Intercept</i>	2.7868	0.08704	0.0001
<i>Leeftijd (jaren)</i>	-0.0298	0.02207	0.4061
<i>Geslacht (jongen)</i>	-0.09398	0.04300	0.2732
<i>Jaar (2006)</i>	0.6450	0.1473	<0.0001
<i>Afstand tot fabriek (m)</i>	-0.00302	0.000237	0.0498

12 Vergelijking met andere onderzoeken

Figuur 18 vergelijkt de loodgehaltes zoals deze opgemeten werden in het bevolkingsonderzoek in Hoboken met:

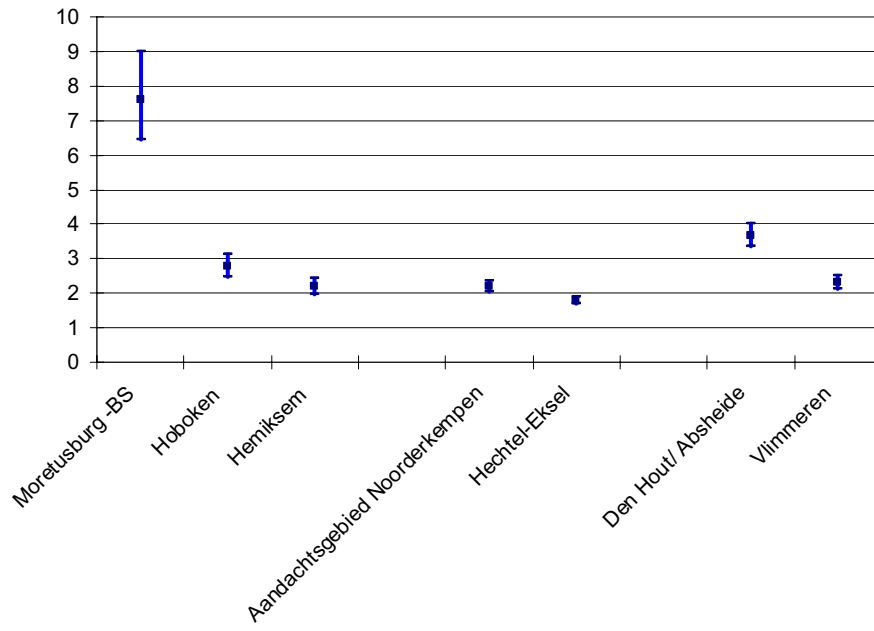
- Het bevolkingsonderzoek in de Noorderkempen. In totaal werden in de lente van 2007 338 kleuters geprikt. Hiervan gingen er 160 naar een school gelegen binnen een straal van 2 km rond de fabrieken van Balen en Overpelt (onderzoeksgebied) . 178 kinderen gingen in Hechtel-Eksel naar school (referentiegebied).
- Het halfjaarlijks bloedonderzoek bij schoolkinderen in de wijk Moretusburg. De financiering van dit onderzoek wordt verzorgd door de afdeling Toezicht Volksgezondheid (Vlaamse Overheid). In het *voorjaar van 2008* namen 28 kleuters die in Moretusburg (Baron Sadoine Straat) school lopen aan het onderzoek deel.
- Bevolkingsonderzoek in de gemeente Beerse, 2006. In totaal werd bij 137 kleuters van 2.5 tot 6 jaar de loodbelasting bepaald. Het aandachtsgebied bestond uit de wijken Den Hout en Absheide. Als controlegebied werd de deelgemeente Vlimmeren gekozen.

De figuur geeft voor elke studie het geometrisch gemiddelde en het 95% betrouwbaarheidsinterval weer.

Het gemiddelde loodgehalte gemeten in Hemiksem bevindt zich op hetzelfde niveau als dit voor het aandachtsgebied van het bevolkingsonderzoek in de Noorderkempen. De gemiddelde waarde voor Hoboken (exclusief Moretusburg) is lichtjes hoger dan de gemiddelde waarde in de Noorderkempen, maar lager dan de waarde gemeten in Den Hout/Absheide (geen statistische toetsen uitgevoerd).

De gehalten liggen allemaal onder de huidige richtwaarde van het CDC en WHO van 10 µg/dl, en met uitzondering van de gemiddelde waarde van Moretusburg ook onder de 5 µg/dl.

Figuur 18: PB metingen in andere studies



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 Milieugezondheidszorg Antwerpen van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid
- Medisch Milieukundigen bij Logo Stad Antwerpen en bij Logo Mechelen
- 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 voor 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.

De conclusies van deze studie werden voor publicatie voorgelegd aan een team experts, bestaande uit volgende leden:

- Prof. dr. M. Van Sprundel - UA
- Prof. Dr. E. Smolders - KULeuven
- Mevr. Agnes Oomen - RIVM
- Dr. W. Roekens – VMM
- Nele Bal – Tauw nv
- Kurt Gutschoven – Haskoning Belgium bvba

13 Bijlage I : Achtergrondkenmerken

Tabel 9: Achtergrondkenmerken van de kleuters in het BOHO

Geslacht

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Geslacht						
jongen	35	58.33	253	50.30	288	51.15
meisje	25	41.67	250	49.70	275	48.85

Leeftijd

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Leeftijd						
<4 jaar	19	31.67	168	33.40	187	33.21
4-5 jaar	15	25.00	151	30.02	166	29.48
>=5 jaar	26	43.33	184	36.58	210	37.30

Leeftijd

	Leeftijd bij onderzoek					
	N	Gemiddelde	Mediaan	Standard Deviatie	Minimum	Maximum
Referentiegebied	60.00	4.67	4.77	0.98	2.76	6.19
Onderzoeksgebied	503.00	4.54	4.54	1.03	2.57	7.12
Totaal	563.00	4.55	4.58	1.03	2.57	7.12

Hoogste opleiding binnen het gezin

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Opleiding						
lagere school	2	3.45	30	6.29	32	5.98
lager secundair	8	13.79	72	15.09	80	14.95
hoger secundair	24	41.38	178	37.32	202	37.76
hoger onderwijs	24	41.38	197	41.30	221	41.31

Netto inkomen huishouden per maand

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Netto Inkomen						
minder dan 745 euro			2	0.51	2	0.46
745-1240 euro	1	2.33	34	8.67	35	8.05
1240-1985 euro	8	18.60	91	23.21	99	22.76
1985-2725 euro	12	27.91	117	29.85	129	29.66
2725-3470 euro	16	37.21	90	22.96	106	24.37
3470 euro of meer	6	13.95	58	14.80	64	14.71

Woning ouder dan 40 jaar

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal		
	N	%	N	%	N	%	
Ouderdom woning							
Minder dan 40 jaar		17	40.48	158	43.77	175	43.42
Ouder dan 40 jaar		25	59.52	203	56.23	228	56.58

Afgelopen jaar verbouwingen

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Verbouwingen met stof						
ja	21	35.59	172	35.46	193	35.48
nee	38	64.41	313	64.54	351	64.52

Fopspeen ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
fopspeen ?						
ja	19	31.67	99	20.00	118	21.26
nee	41	68.33	396	80.00	437	78.74

Fopspeen bij spelen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
fopspeen bij spelen?						
ja	5	8.47	22	4.61	27	5.04
nee	54	91.53	455	95.39	509	94.96

Duim zuigen bij het slapen gaan ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
duim bij slapengaan ?						
ja	3	5.17	40	8.58	43	8.21
nee	55	94.83	426	91.42	481	91.79

Duim zuigen als het moe is ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
duim als moe ?						
ja	6	10.17	62	13.16	68	12.83
nee	53	89.83	409	86.84	462	87.17

Duim zuigen bij het spelen ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
duim bij spelen ?						
ja	11	19.30	42	9.01	53	10.13
nee	46	80.70	424	90.99	470	89.87

Nagelbijten ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Nagel bijten ?						
ja	12	20.00	87	17.61	99	17.87
nee	48	80.00	407	82.39	455	82.13

Tapijt in woonkamer ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Tapijt in woonkamer ?						
nee	50	83.33	411	81.71	461	81.88
ja	10	16.67	92	18.29	102	18.12

Tapijt in keuken ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Tapijt in keuken ?						
nee	59	98.33	488	97.02	547	97.16
ja	1	1.67	15	2.98	16	2.84

Tapijt in slaapkamer ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Tapijt in slaapkamer ?						
nee	55	91.67	435	86.48	490	87.03
ja	5	8.33	68	13.52	73	12.97

Tapijt in speelkamer ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Tapijt in speelkamer ?						
nee	57	95.00	451	89.66	508	90.23
ja	3	5.00	52	10.34	55	9.77

Huisdieren ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Huisdieren ?						
ja	37	62.71	183	36.82	220	39.57
nee	22	37.29	314	63.18	336	60.43

Nationaliteit ouders ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Nationaliteit ?						
Beide ouders Belg	54	90.00	380	78.03	434	79.34
Een ouder Belg	5	8.33	59	12.11	64	11.70
Geen Belgische ouders	1	1.67	48	9.86	49	8.96

Vrije tijd: spelen in eigen tuin of op eigen straat ?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Spelen in tuin of op straat ?						
nee	4	6.67	114	22.66	118	20.96
ja	56	93.33	389	77.34	445	79.04

Vrije tijd: spelen in eigen tuin?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Spelen in tuin ?						
nee	4	6.67	137	27.24	141	25.04
ja	56	93.33	366	72.76	422	74.96

Handen wassen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Handen wassen ?						
Meer dan dagelijks	53	89.83	436	89.34	489	89.40
1 keer/dag	5	8.47	44	9.02	49	8.96
Minder dan dagelijks	1	1.69	8	1.64	9	1.65

Tanden poetsen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Tanden poetsen ?						
Meer dan dagelijks	41	69.49	288	58.54	329	59.71
1 keer/dag	17	28.81	189	38.41	206	37.39
Minder dan dagelijks	1	1.69	15	3.05	16	2.90

Haar wassen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Haar wassen ?						
Meer dan dagelijks	1	1.69	22	4.53	23	4.22
1 keer/dag	12	20.34	72	14.81	84	15.41
Minder dan dagelijks	46	77.97	392	80.66	438	80.37

Bad nemen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Bad nemen ?						
Meer dan dagelijks	7	11.86	64	12.96	71	12.84
1 keer/dag	32	54.24	189	38.26	221	39.96
Minder dan dagelijks	20	33.90	241	48.79	261	47.20

Kleding verversen?

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
Kleding verversen ?						
Meer dan dagelijks	14	23.73	87	17.65	101	18.30
1 keer/dag	38	64.41	274	55.58	312	56.52
Minder dan dagelijks	7	11.86	132	26.77	139	25.18

Gebruik van putwater

	Referentiegebied		Onderzoeksgebied		Totaal	
	N	%	N	%	N	%
putwater						
Geen putwater	56	93.33	481	96.01	537	95.72
Putwater voor siertuin, moestuin, schoonmaken	4	6.67	20	3.99	24	4.28

Tabel 10: Significantieniveau's voor de verschillen tussen het onderzoeks- en controlegebied

Verklarende parameter	p-waarde
Leeftijd	0.5594
Geslacht	0.2392
Opleiding (klasse)	0.8055
Inkomen (klasse)	0.3243
Verbouwingen met veel stof	0.9844
Ouderdom woning (> 40 jaar)	0.6838
Fopspeen	0.0370
Fopspeen bij het spelen	0.2007
Duimen	0.5333
Duimen bij het spelen	0.0151
Duimen bij het slapengaan	0.3720
Duimen als het moe is	0.5168
Nagelbijten	0.6483

Verklarende parameter	p-waarde
Tapijt in woonkamer	0.7576
Tapijt in keuken	0.5622
Tapijt in slaapkamer	0.2584
Tapijt in speelkamer	0.1881
Huisdieren	0.0001
Nationaliteit	0.0603
Spelen in eigen tuin of straat	0.0040
Spelen in eigen tuin	0.0005
Handenwassen	0.6755
Tandenpoetsen	0.1992
Haar wassen	0.5484
Bad of douche nemen	0.0739
Kleding verversen	0.1562

14 Bijlage II : Waarden per school

	1	2	4	5	7	8	10	11	16	17	18
Pb (ug/dl) N	112	47	15	71	90	36	27	45	60	32	28
Mean	3.2513	2.6453	4.0493	3.3058	2.6104	2.8719	3.0144	2.5471	3.8347	2.4663	2.3571
SD	1.6107	0.8453	1.3683	1.6000	1.0053	1.1999	1.5139	1.4106	1.6276	0.9813	1.1954
Median	2.8550	2.6300	3.7200	2.9700	2.5350	2.8150	2.5000	2.0400	3.4950	2.3950	1.9600
Min	1.1800	1.0300	2.0400	1.3200	0.6400	0.9200	1.3400	0.3100	1.0100	1.2100	0.8400
Max	11.5000	4.8200	6.1100	9.1700	5.9200	5.8000	7.2000	6.2400	8.8500	6.1400	5.0200
P10	1.6900	1.6000	2.3100	1.6100	1.4700	1.5300	1.5600	0.8300	2.0900	1.5700	1.1500
P90	5.1000	3.7800	5.9200	4.8100	3.8650	4.5800	5.4500	4.3300	6.0300	3.5800	4.5000
Geometric mean	2.9398	2.5063	3.8257	2.9864	2.4247	2.6274	2.7081	2.1263	3.5078	2.3167	2.1012
95% CI	[2.7094; 3.1897]	[2.2729; 2.7638]	[3.1954; 4.5802]	[2.6911; 3.3141]	[2.2344; 2.6314]	[2.2764; 3.0325]	[2.2752; 3.2235]	[1.7539; 2.5777]	[3.1422; 3.9160]	[2.0540; 2.6131]	[1.7559; 2.5145]

15 Bijlage III: Kleuters in scholen (1,4,5,16)

	Lood in bloed ug/dl					
	N	Gemiddelde	Mediaan	Standard Deviatie	Minimum	Maximum
Geslacht						
jongen	67.00	3.56	3.25	1.75	1.36	9.17
meisje	77.00	3.11	3.05	1.35	1.18	7.18
hoogste opleiding						
lagere school	5.00	3.85	3.09	1.95	1.96	6.17
lager secundair	19.00	3.63	3.55	1.44	1.55	6.03
hoger secundair	44.00	3.61	3.20	1.73	1.32	8.93
hoger onderwijs	76.00	3.03	2.66	1.43	1.18	9.17
Netto inkomen						
745-1240 euro	8.00	4.39	4.52	1.69	2.22	6.63
1240-1985 euro	24.00	3.32	3.21	1.26	1.32	6.11
1985-2725 euro	46.00	3.38	3.12	1.52	1.18	7.18
2725-3470 euro	39.00	3.41	2.98	1.92	1.35	9.17
3470 euro of meer	27.00	2.77	2.53	1.05	1.36	6.02
Nationaliteit ouders						
Beide ouders Belg	111.00	3.35	3.08	1.59	1.18	9.17
Een ouder Belg	21.00	3.09	3.11	1.23	1.32	6.02
Geen Belgische ouders	12.00	3.44	2.78	1.86	1.41	6.63

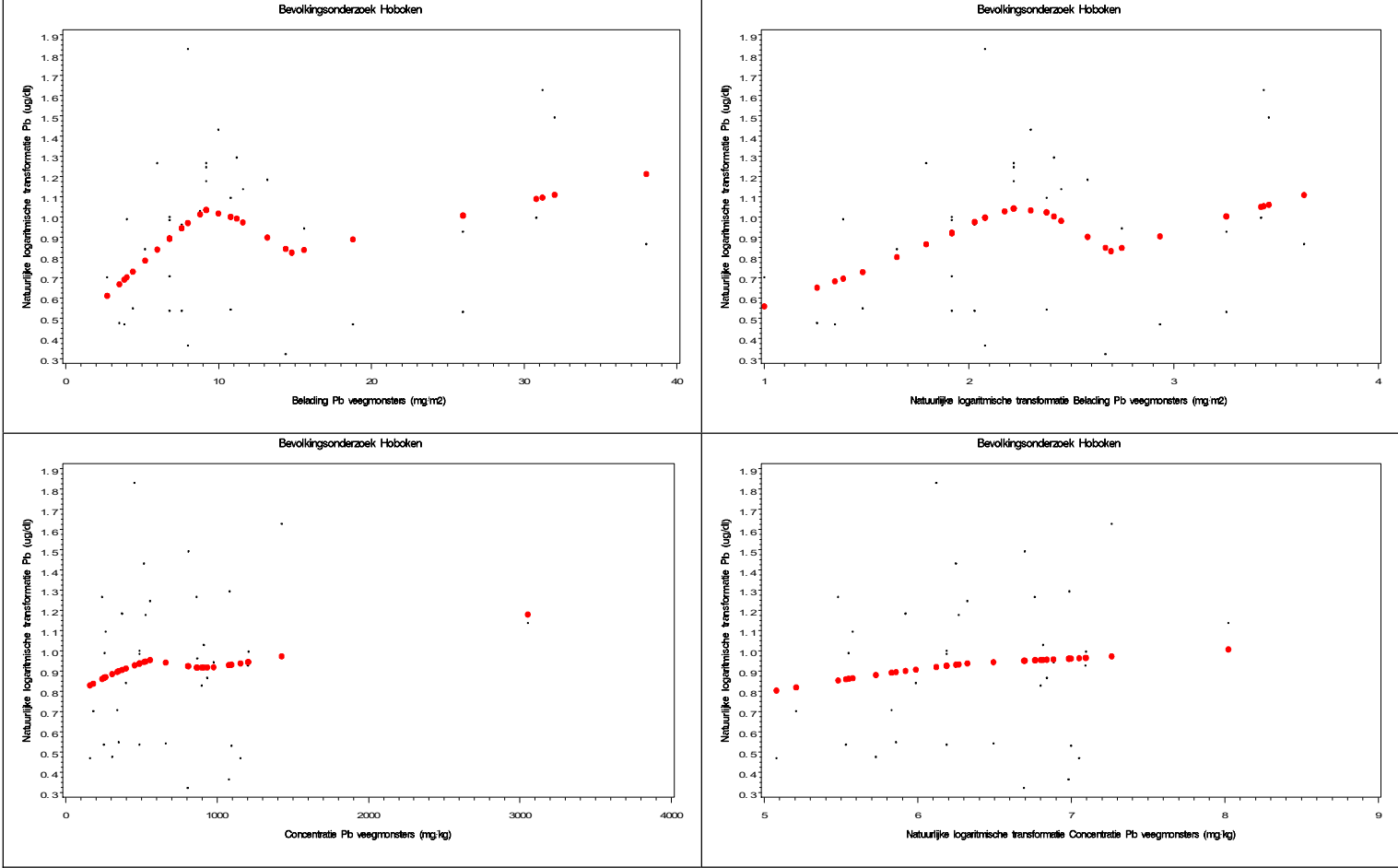
Lood in bloed ug/dl						
	N	Gemiddelde	Mediaan	Standard Deviatie	Minimum	Maximum
Fopspeen bij spelen						
ja	10.00	2.94	2.96	1.07	1.28	4.64
nee	212.00	3.35	3.09	1.52	1.01	9.17
duim bij slapengaan						
ja	18.00	3.60	3.42	1.24	1.38	6.24
nee	204.00	3.31	2.95	1.52	1.01	9.17
duim als moe						
ja	24.00	3.73	3.32	1.63	1.38	8.93
nee	198.00	3.29	2.95	1.48	1.01	9.17
duim bij spelen						
ja	20.00	3.66	3.22	1.77	1.77	8.93
nee	202.00	3.30	3.00	1.47	1.01	9.17
Nagel bijten						
ja	42.00	4.07	4.01	1.64	1.77	8.93
nee	180.00	3.16	2.79	1.41	1.01	9.17

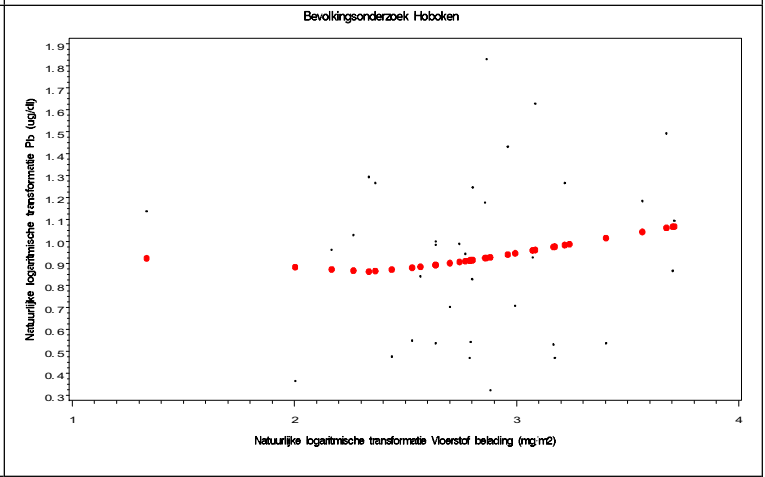
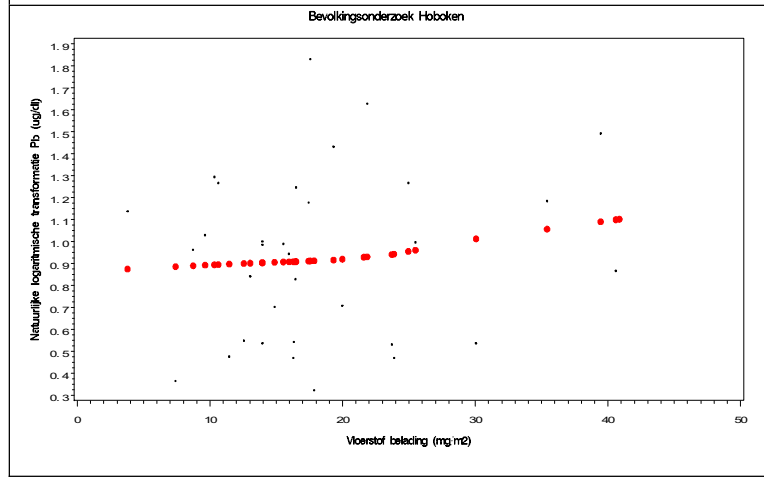
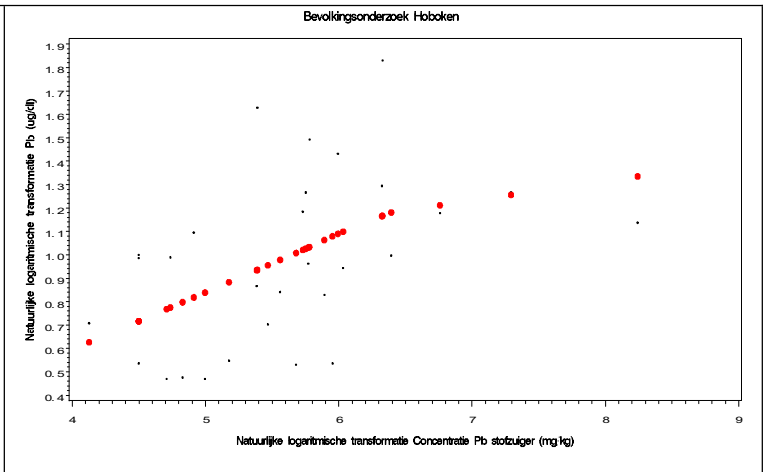
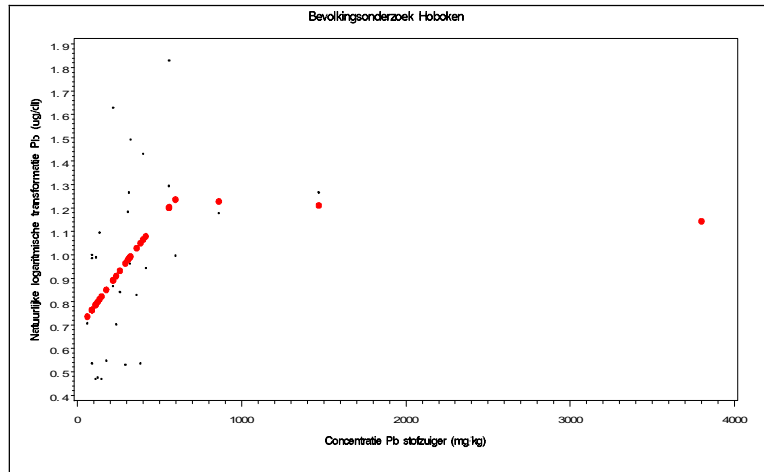
Lood in bloed ug/dl						
	N	Gemiddelde	Mediaan	Standard Deviatie	Minimum	Maximum
Ouderdom woning						
Minder dan 40 jaar	42.00	2.99	2.66	1.43	1.39	7.18
Ouder dan 40 jaar	108.00	3.45	3.15	1.58	1.18	9.17
Verbouwingen met stof						
ja	69.00	3.33	3.06	1.37	1.35	6.63
nee	81.00	3.31	3.09	1.69	1.18	9.17
Tapijt in woonkamer						
nee	121.00	3.33	3.06	1.60	1.18	9.17
ja	29.00	3.28	3.25	1.33	1.32	6.03
Tapijt in keuken						
nee	147.00	3.30	3.08	1.53	1.18	9.17
ja	3.00	4.35	5.69	2.55	1.41	5.96
Tapijt in slaapkamer						
nee	130.00	3.31	3.10	1.56	1.18	9.17
ja	20.00	3.35	2.82	1.47	1.32	6.03
Tapijt in speelkamer						
nee	137.00	3.31	3.11	1.55	1.18	9.17
ja	13.00	3.45	2.53	1.61	1.55	6.02

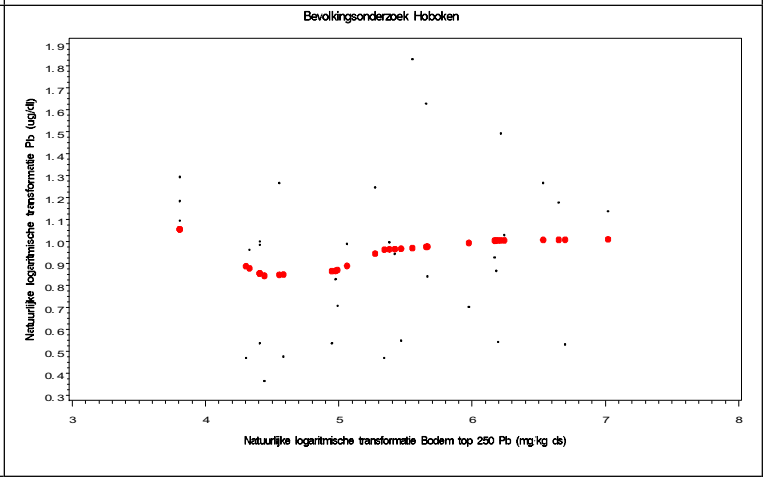
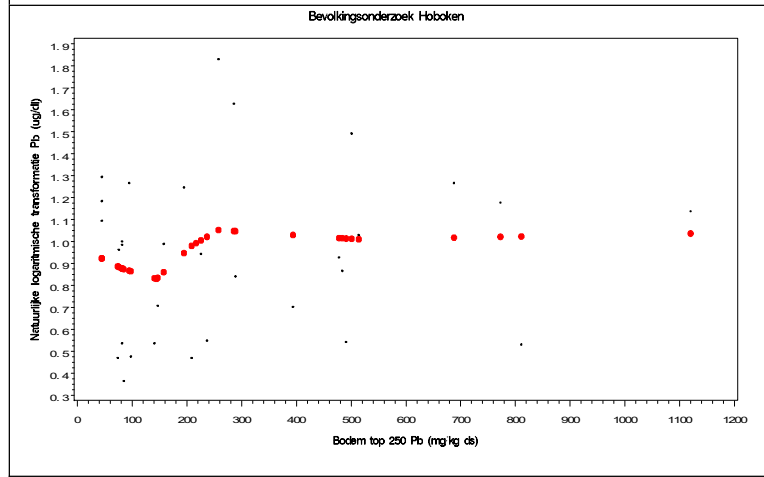
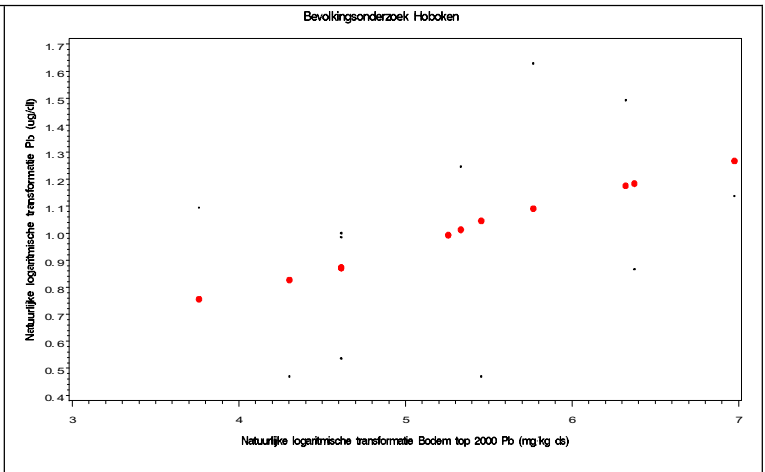
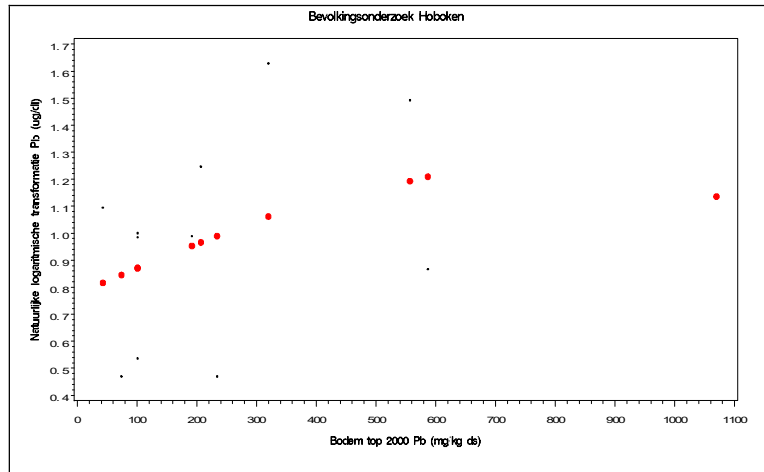
Lood in bloed ug/dl						
	N	Gemiddelde	Mediaan	Standard Deviatie	Minimum	Maximum
Huisdieren						
ja	80.00	3.48	3.10	1.61	1.28	11.50
nee	174.00	3.44	3.14	1.63	1.01	9.17
Spelen in tuin of op straat						
nee	59.00	3.14	2.68	1.64	1.01	11.50
ja	195.00	3.55	3.22	1.61	1.18	9.17
Spelen in tuin						
nee	67.00	3.22	2.78	1.65	1.01	11.50
ja	187.00	3.54	3.16	1.61	1.18	9.17
putwater						
Geen putwater	245.00	3.45	3.13	1.63	1.01	11.50
Putwater voor siertuin,moestuin, schoonmaken	9.00	3.48	3.25	1.48	1.79	6.11

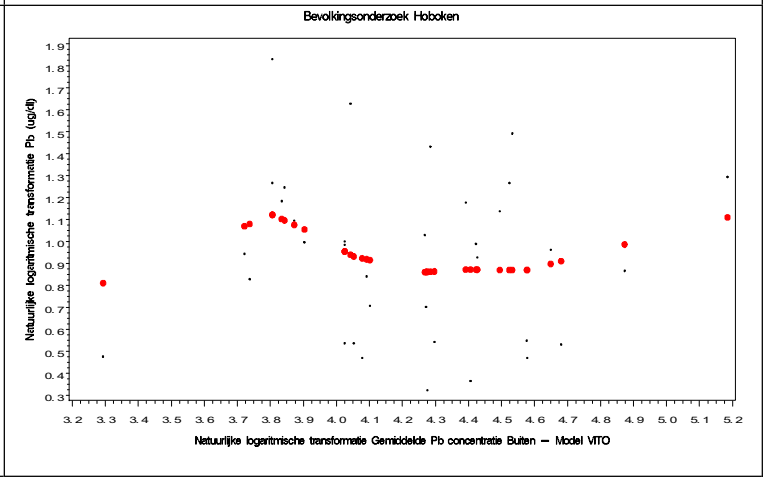
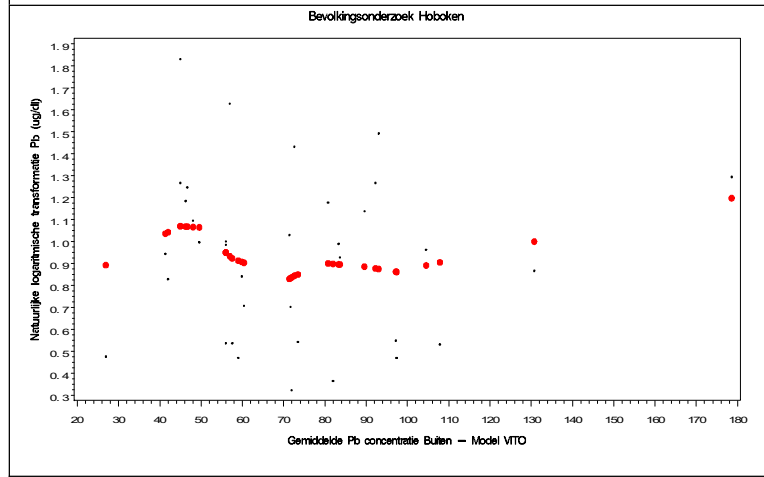
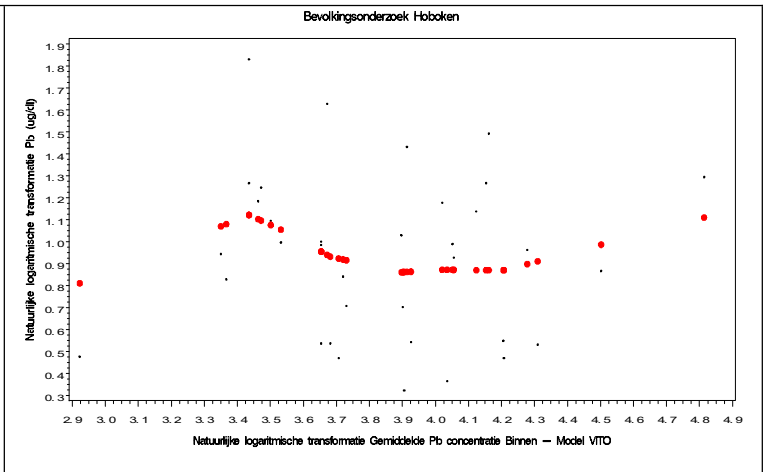
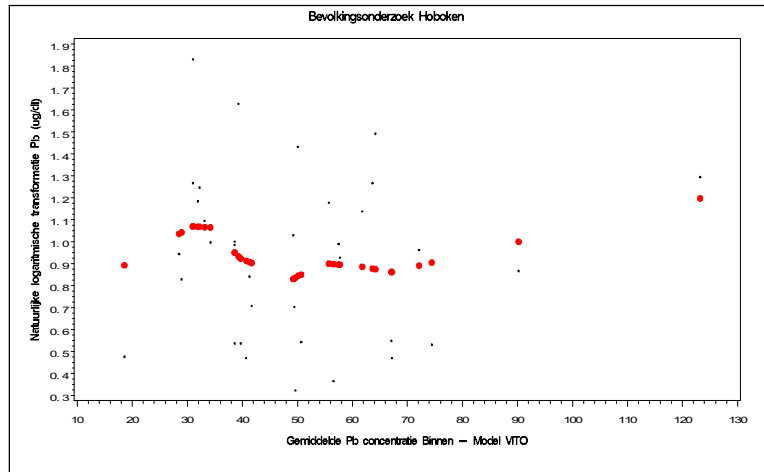
16 Bijlage IV: Milieumetingen

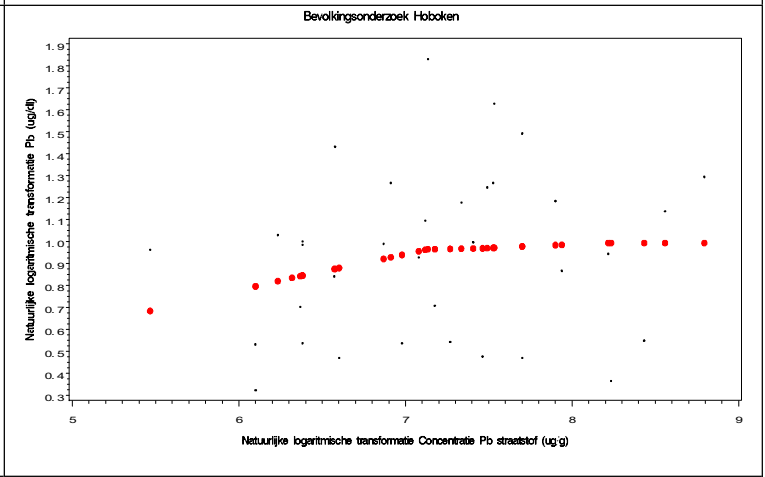
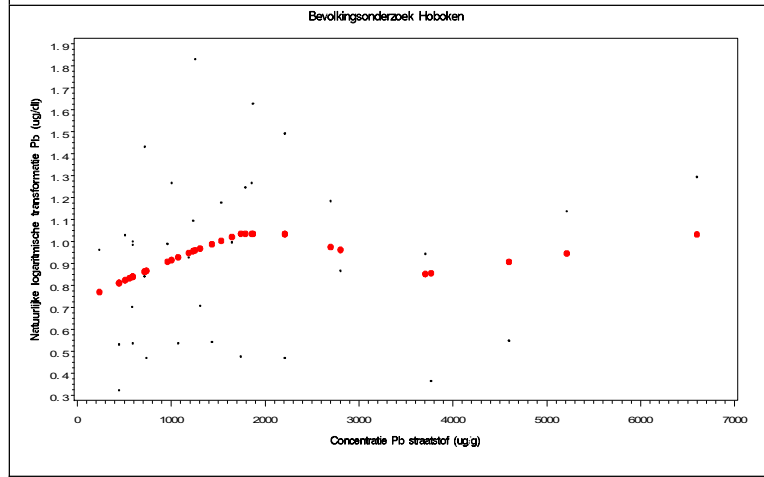
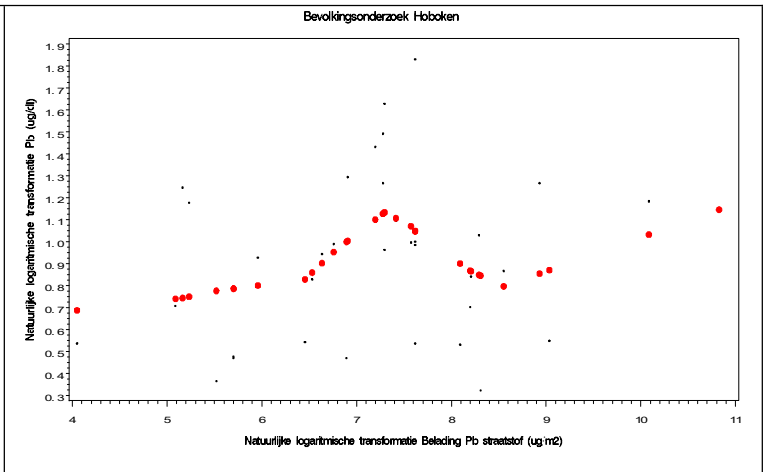
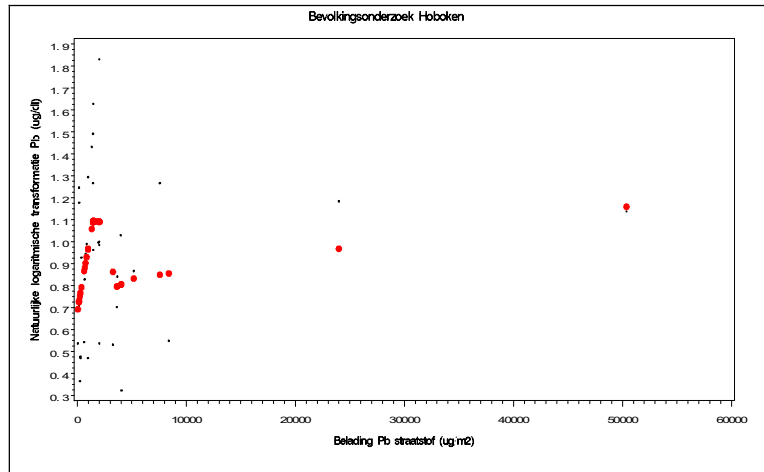
Figuur 19: Relatie met de milieumetingen

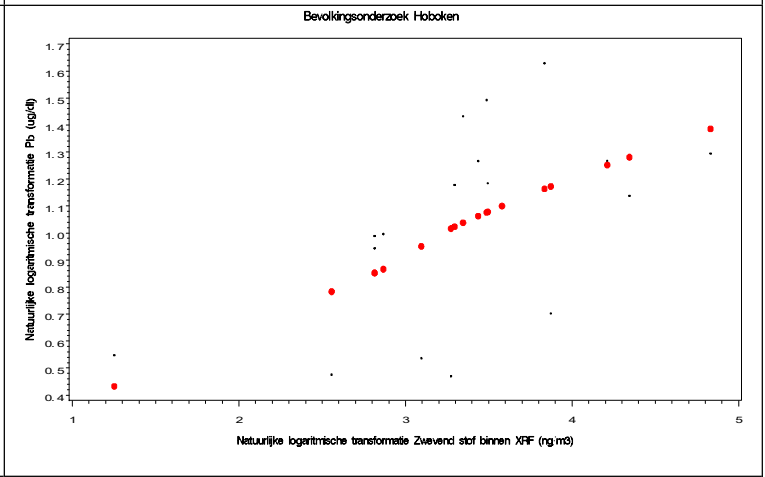
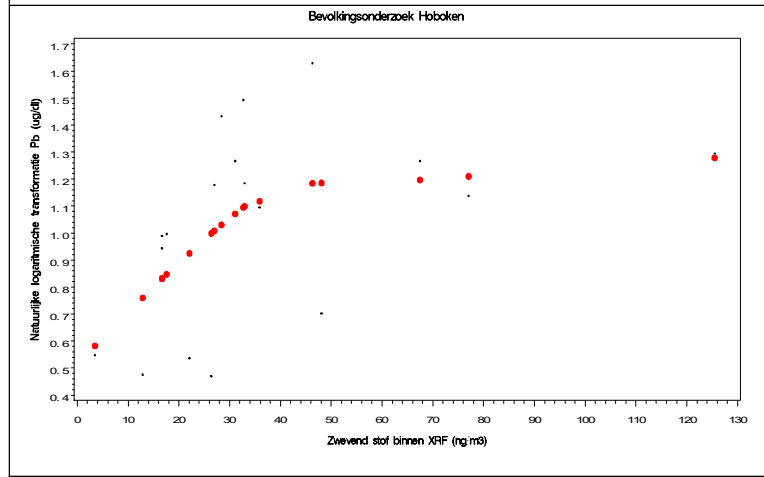
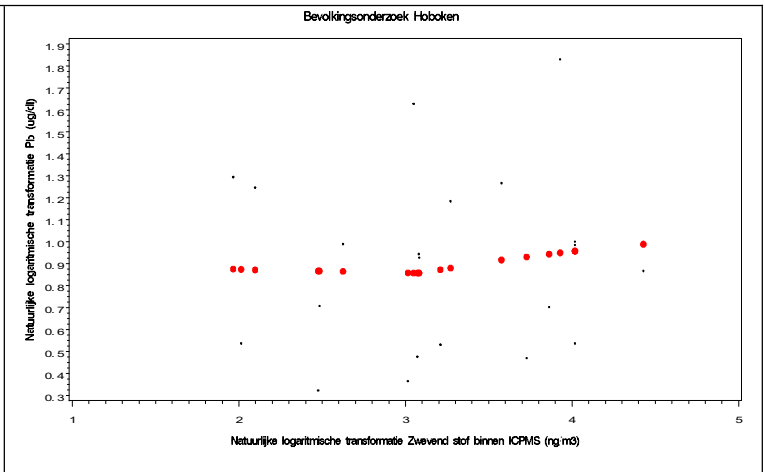
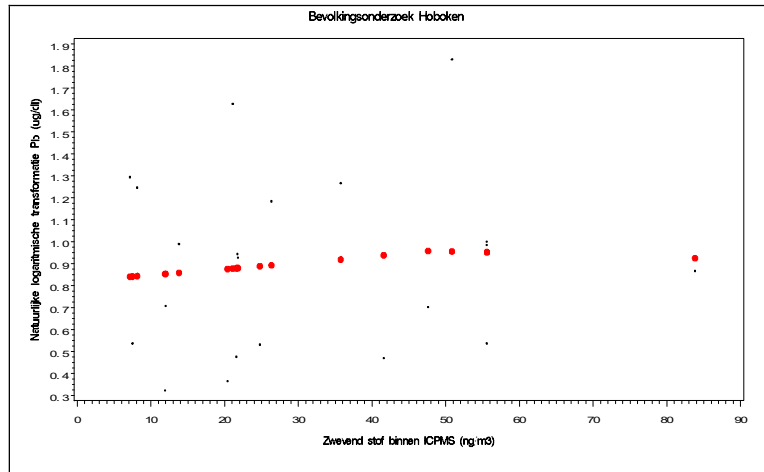


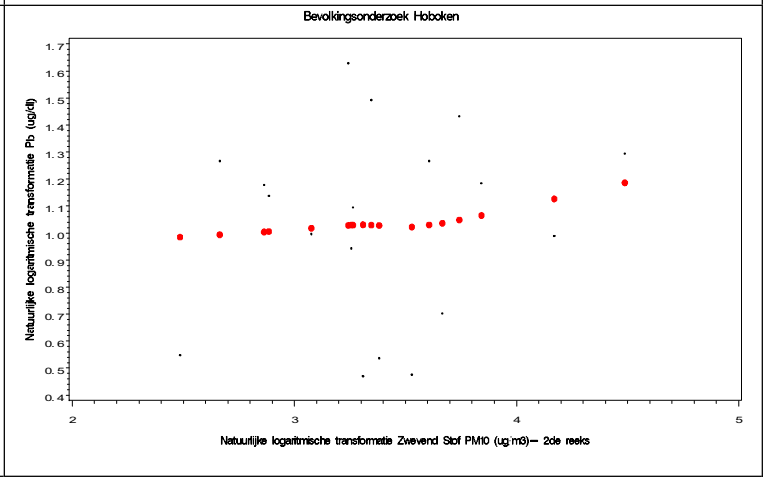
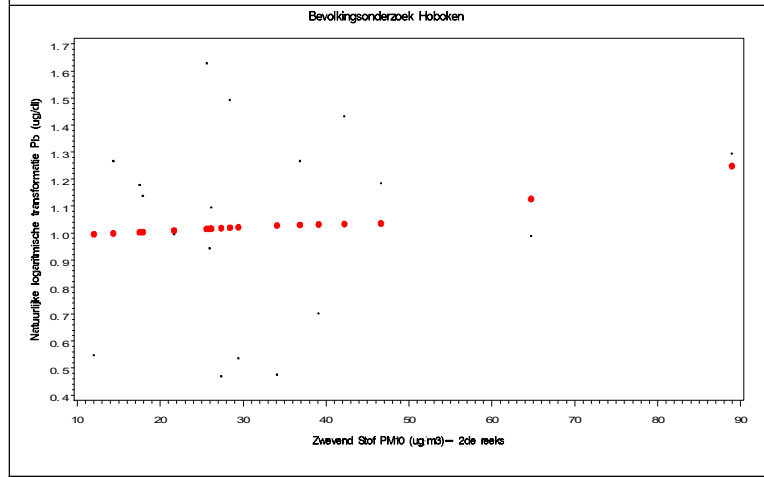
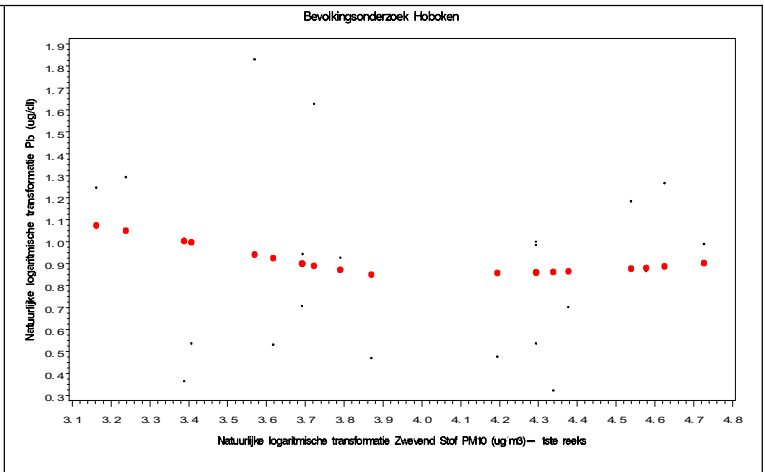
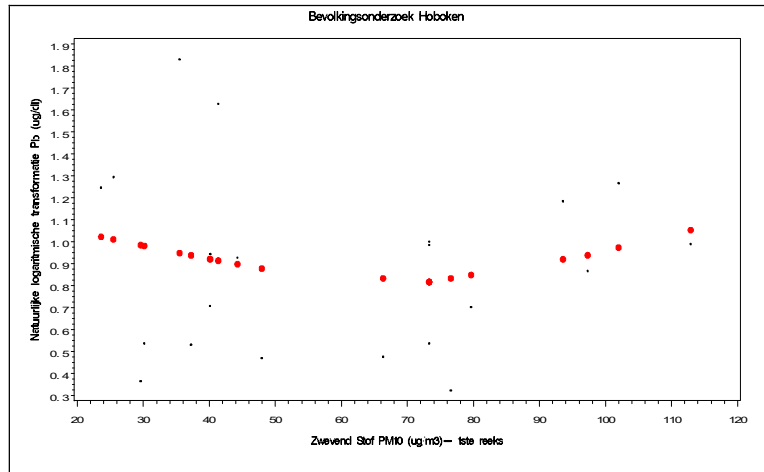












17 Referenties

Linear Mixed Models for Longitudinal Data, Geert Verbeke & Geert Molenberghs, Springer Series in Statistics, 2001

Topics in Modelling of Clustered Data, edited by Marc Aerts, Helena Geys, Geert Molenberghs and Louise M. Ryan, Chapman & Hall, 2002