

**Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma  
Milieu & Gezondheid (2002-2006)  
Monitoring voor actie**

**JONGEREN campagne**

**Resultatenrapport bestemd voor intermediairen**

Het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma wordt uitgevoerd in opdracht van de  
Vlaamse Overheid door het Steunpunt Milieu en Gezondheid

Mei 2006

**Verantwoordelijke uitgever  
Steunpunt Milieu en Gezondheid**

# INHOUD

<b>SITUERING VAN DE OPDRACHT</b> .....	3
<b>SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN</b> .....	5
Resultaten.....	6
<b>1 AANPAK MEETCAMPAGNE JONGEREN</b> .....	9
1.1 Organisatie.....	9
1.2 Selectie van studiegebieden.....	9
1.3 Wie kon meedoen aan de meetcampagne? .....	10
1.4 Rekrutering van de deelnemers.....	10
1.5 Waaruit bestond het onderzoek?.....	11
1.6 Welke metingen werden gedaan, welke gegevens werden verzameld?.....	12
1.6.1 Biomerkers van blootstelling in bloed en urine .....	12
1.6.2 Biomerkers van effect in bloed en uit de vragenlijsten .....	13
1.6.3 Andere gegevens uit de vragenlijsten.....	15
1.6.4 Gegevens uit bestaande gegevensbanken.....	15
<b>2 RESULTATEN MEETCAMPAGNE JONGEREN</b> .....	16
2.1 Deelnemingspercentage op niveau van de scholen .....	16
2.2 Deelnemingspercentage op niveau van de leerlingen.....	16
2.3 Aantal deelnemers.....	16
2.4 Wie heeft deelgenomen?.....	17
2.5 Grote variaties in blootstelling binnen eenzelfde aandachtsgebied .....	20
2.6 Referentiewaarden voor de blootstelling .....	21
2.7 Waar lag de blootstelling boven de referentiewaarden? .....	23
2.8 Vergelijking met het laagste gebied.....	26
2.9 Eén blootstellingsmerker van naderbij.....	27
2.10 Twee gebieden van naderbij.....	28
2.10.1 Verbrandingsovens.....	28
2.10.2 Havengebieden .....	29
2.11 Welke onderzochte factoren bepalen de variabiliteit in blootstelling?.....	31
2.12 Vergelijking adolescentencampagne en pasgeborenen-campagne. ....	34
2.13 Vergelijking van de referentiegemiddelden met buitenlandse waarden.....	35
2.14 Vergelijking van referentiewaarden met internationale advieswaarden.....	37
2.15 Gezondheidseffecten.....	37
2.15.1 Astma en allergie.....	37
2.15.2 Hormonen en puberteitsontwikkeling .....	39
2.15.3 DNA-schade: de komeetest.....	42
2.15.4 ADHD.....	43
2.16 Relaties tussen blootstelling en gezondheidseffecten .....	44
2.17 Wat denken jongeren over Milieu en Gezondheid? .....	46
2.18 Hoe verliep de samenwerking met de scholen? .....	48
<b>3 WAT NU?</b> .....	49
<b>4 WELKE RESULTATEN KOMEN NOG?</b> .....	50
<b>5 MEER INFORMATIE NODIG?</b> .....	51
<b>6 WIE HEEFT WAT GEDAAN?</b> .....	52
<b>7 MET DANK AAN.....</b> .....	53
<b>8 REFERENTIES EN GEBRUIKTE BEGRIPPEN</b> .....	54

## SITUERING VAN DE OPDRACHT

In opdracht van de Vlaamse Gemeenschap loopt in de periode van 2002-2006 een eerste cyclus van het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma. Het doel van de campagne is het uitbouwen van een **meetnetwerk voor biomonitoring** in Vlaanderen. Aan de hand van blootstellings- en effectindicatoren wordt getracht om **blootstelling** aan vervuilende stoffen te meten en **gezondheidseffecten** van milieuvervuiling vroegtijdig op te sporen. De meetcampagne werd opgezet in acht gebieden met verschillende types milieudruk, de zogenaamde **acht 'aandachtsgebieden'**. Per aandachtsgebied werd getracht om telkens 200 moeders met pasgeborenen, 200 jongeren en 200 volwassenen te onderzoeken.

Het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma moet gezien worden als een **bewakingsprogramma** dat de vervuiling en de vroegtijdige gezondheidseffecten ervan meet in de bevolking en eventuele verschillen tussen de aandachtsgebieden, **regionale verschillen**, nagaat. Het programma kan ondersteuning geven bij sturing en evaluatie van het beleid.

Er worden niet alleen gehalten aan vervuilende stoffen of "blootstellingsmerkers" bepaald, maar ook vroege biologische effecten of "effectmerkers" gemeten. Deze merkers zijn vaak meer voorspellend voor gezondheidsrisico's dan de gehalten aan vervuilende stoffen. Gezondheidseffectmerkers kunnen ook het resultaat zijn van blootstelling aan meerdere stoffen die tot hetzelfde effect kunnen leiden. Binnen het biomonitoringsprogramma worden verder een aantal onderzoeken en metingen uitgevoerd die meer inzicht moeten bieden in de relatie tussen milieuvervuiling en gezondheidseffecten.

Het doel van de biomonitoringscampagne is de uitbouw van een meetnetwerk in de mens dat toelaat om op systematische wijze vast te stellen:

- a. Of er in Vlaanderen meetbare signalen zijn van milieuvervuiling in de mens.
- b. Of deze signalen verschillen tussen inwoners van verschillende gebieden.
- c. Of er een relatie bestaat tussen de blootstelling aan vervuilende stoffen (blootstellingsmerkers) en het optreden van vroegtijdige gezondheidseffecten (gezondheidseffectmerkers).

De verkregen gegevens zullen toelaten om referentiewaarden te berekenen voor gehalten van vervuilende stoffen in de mens. Deze referentiewaarden kunnen vergeleken worden met buitenlandse gegevens. Indien de campagne herhaald wordt kan men op deze manier ook trends in de tijd waarnemen.

Alle deelnemers van de jongerencampagne hebben hun individuele resultaten ontvangen begin 2006. De resultaten zijn nu verwerkt per gebied en voor de volledige groep. Deze samenvatting geeft de belangrijkste resultaten.

Meer informatie is beschikbaar in een brochure die naar alle deelnemers werd gestuurd, en in een meer uitgebreid rapport op de website [www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be). U vindt daar ook meer technische informatie. Met vragen kan u ook terecht bij Prof. Dr. G. Schoeters ([greet.schoeters@vito.be](mailto:greet.schoeters@vito.be)), Dr. E. Den Hond ([elly.denhond@vito.be](mailto:elly.denhond@vito.be)) of Dr. G. Koppen ([guudrun.koppen@vito.be](mailto:guudrun.koppen@vito.be)), VITO, Boeretang 200, 2400 MOL, of bij de medisch milieukundige van uw regio ([www.mmk.be](http://www.mmk.be)). De contactgegevens vindt u achteraan in dit document.

## SAMENVATTING VAN DE RESULTATEN

### Studie-opzet

In de jongerencampagne van het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma werden merkers voor blootstelling aan vervuilende stoffen (polluenten) gemeten in bloed en urine. Prioritair werd in deze campagne gekozen voor stoffen waarmee men dagelijks in contact kan komen via de omgeving, de voeding, hobby-blootstelling, e.d. Het gaat zowel om stoffen die zich opstapelen in het lichaam als om vluchtige verbindingen die snel afbreken. Al deze stoffen - of ze nu jaren of slechts enkele uren in het lichaam aanwezig zijn - kunnen een bedreiging vormen voor de gezondheid.

Volgende stoffen werden gemeten in bloed of urine van 1679 jongeren:

- (i) Gechloreerde persistente stoffen:
  - ✓ Serum **PCB's** (polygechloreerde bifenylyls)
  - ✓ Serum **p,p'-DDE** (afbraakproduct van DDT)
  - ✓ Serum **HCB** (hexachloorbenzeen);
- (ii) Zware metalen:
  - ✓ Bloed **lood**
  - ✓ Bloed **cadmium**;
- (iii) Afbraakproducten van vluchtige stoffen:
  - ✓ Urinaire **PAK-merker**: 1-hydroxy-pyreen is een afbraakproduct van PAK's (polycyclische aromatische koolwaterstoffen)
  - ✓ Urinaire **benzeen-merker**: t,t'-muconzuur is een afbraakproduct van benzeen.

De gemeten polluenten kunnen een effect hebben op de gezondheid van de mens.

Verscheidene van deze stoffen kunnen **hormoonverstorend** zijn. Daarom werden in het bloed schildklierhormonen en (enkel bij jongens) geslachtshormonen gemeten. Aan de hand van de vragenlijstgegevens en de databanken van de CLB's konden de puberteitsontwikkeling worden opgevolgd (na toestemming van de deelnemers).

Verscheidene van de gemeten stoffen kunnen ook het **afweersysteem verstoren**. Daarom werd gedetailleerde informatie gevraagd over astma, allergie, en weerstand tegen infectieziekten.

Een aantal van de gemeten stoffen kunnen **kankerverwekkend** zijn. Daarom werd de komeetttest uitgevoerd op het bloed van de jongeren. Deze test geeft ons informatie over schade aan het DNA (erfelijk materiaal).

In de internationale literatuur is er toenemende interesse voor het effect van polluenten op het gedrag. Daarom wordt het voorkomen van ADHD (Attention Deficit/Hyperactivity Disorder) bestudeerd in relatie tot milieuvervuilende stoffen.

Verder gaven de jongeren en hun ouders informatie over hun levensstijl, voedingsgewoonten, woonomstandigheden, hobby's en familiaal voorkomen van

sommige ziekten. Deze parameters kunnen naast de woonplaats ook een invloed hebben op de gehalten aan vervuilende stoffen in het lichaam of op het voorkomen van bepaalde gezondheidseffecten.

Tenslotte peilden we naar de mening van de deelnemers over milieu- en gezondheidsproblemen.

## Resultaten

Op basis van de resultaten van de totale groep werden twee referenties berekend: het **referentiegemiddelde** geeft een beeld van de gemiddelde blootstelling, terwijl de **referentie-P<sub>90</sub>** iets zegt over de piekwaarden in de groep.

Ieder individueel aandachtsgebied werd vergeleken met deze referentiewaarden. Er werden gebiedsverschillen vastgesteld voor lood en cadmium en voor de moeilijk afbreekbare gechloreerde verbindingen PCB's, HCB en p,p'-DDE. De gehalten van PAK- en benzeen-merkers in de urine waren niet significant verschillend van de referentiewaarden.

Net zoals in de meetcampagne van de pasgeborenen waren in het **landelijk gebied** de gehalten van de persistente gechloreerde verbindingen in het serum (PCB's, p,p'-DDE en HCB) verhoogd ten opzichte van het referentiegemiddelde. Nu vinden we dat ook het cadmiumgehalte in bloed in het landelijk gebied verhoogd is ten opzichte van de referentiewaarde.

Ten opzichte van de referentiewaarden hebben de deelnemers uit de **fruitstreek** verlaagde gehalten van PCB's, lood en cadmium. Dit is vergelijkbaar met wat werd gemeten bij pasgeborenen.

In het **Gentse stedelijke gebied** werden verhoogde serumgehalten van PCB's gemeten, terwijl in de **Antwerpse agglomeratie** de gehalten van lood en cadmium in bloed verhoogd waren in vergelijking met het referentiegemiddelde. Dezelfde trend werd waargenomen in de aanleunende **havengebieden** en de verbrandingsovens in de buurt van Gent en Antwerpen.

Zoals bij de pasgeborenen werden bij de jongeren van de **Albertkanaalzone** verhoogde p,p'-DDE gehalten in serum gevonden ten opzichte van de referentie. Dit werd nu ook waargenomen in de regio **Olen** en in het Gentse havengebied.

In het aandachtsgebied "wonen in de buurt van een **verbrandingsoven**" werden geen verschillen in blootstelling gevonden ten opzichte van de Vlaamse referentiewaarden. Indien dit gebied werd opgesplitst in kleine gebieden per verbrandingsoven, bleek dat sommige vervuiling erg lokaal kan zijn, zoals bijvoorbeeld in Menen, Wilrijk of Roeselare.

In de tabel wordt de gemiddelde meetwaarde voor de blootstellingsmerkers in bloed en urine per gebied weergegeven. De kleur geeft aan of de gebiedswaarde significant hoger (**rood**), lager (**groen**) of niet verschillend (wit) was van het referentiegemiddelde. Het symbool (!) betekent dat significant méér dan 10% van

de meetwaarden boven de referentie-P<sub>90</sub> lagen, terwijl dit maar voor 10% van de meetwaarden verwacht werd.

	Antwerpse agglomeratie	Gentse agglomeratie	fruit-streek	landelijke gebieden	haven-gebieden	regio Olen	Albert-kanaal zone	verbrandingsovens
PCB's		!		!	!			
p,p'-DDE				!	!	!	!	
HCB				!				
lood								
cadmium	!			!				
PAK-merker (1-hydroxy-pyreen)								
benzene-merker (t,t'-muconzuur)								

Naast gebied waren er ook andere factoren die de gemeten gehalten aan verontreinigende stoffen verklaren. Jongens hadden hogere gehalten dan meisjes, roken verhoogde de gehalten van cadmium en PAK-merkers, de inname van lokaal gekweekte voeding verhoogde de gehalten aan gechloreerde stoffen in het serum. Ook jongeren die als kind borstvoeding kregen, hadden hogere serumgehalten van chloorhoudende persistente stoffen. Belangrijk is hier te vermelden dat volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) de voordelen van borstvoeding veel zwaarder doorwegen dan de nadelen en dat de borstvoeding nog steeds de beste voeding is voor baby's. Voedingsgewoonten leverden een bijdrage maar konden de streekverschillen niet volledig verklaren.

Het voorkomen van astma bij de jongeren was hoog (9% diagnose door een arts, 25% eigen rapportering). Het voorkomen verschilde echter niet naargelang de woonplaats. Bij de moeders van de pasgeborenen kwam astma meer voor bij de inwoners van de stedelijke gebieden. We vonden aanwijzingen dat geslachtsontwikkeling in sommige aandachtsgebieden vertraagd is. Ook werden verschillen waargenomen voor herstelbare schade aan het erfelijk materiaal (DNA). Het meten van biomerkers van effect is belangrijk. Ze kunnen effecten opsporen van verontreinigende stoffen die aanwezig zijn in het lichaam maar waarvan de gehalten niet noodzakelijk gemeten werden in deze meetcampagne.

Er werden relaties gevonden tussen de gemeten blootstelling en de gemeten gezondheidseffecten. Zo kwam astma bijvoorbeeld meer voor bij stijgende cadmiumconcentraties en bleek lood een verband te vertonen met herstelbare schade aan DNA en met vertraging van de puberteitsontwikkeling bij meisjes. Deze relaties moeten nog verder uitgediept en geïnterpreteerd worden.

We vroegen de deelnemende jongeren naar hun visie op milieuproblemen en de aanpak ervan. Een derde van alle jongeren gaf aan dat er een milieuprobleem is

in hun woonomgeving. Het percentage jongeren dat milieuproblemen signaleerde, verschilde niet erg tussen de acht gebieden, maar was wel duidelijk hoger bij leerlingen van BSO en TSO. Het meest verwezen de jongeren daarbij naar luchtvervuiling en uitlaatgassen. Bedrijven werden als belangrijkste bron van vervuiling aangeduid. Slechts een klein aantal jongeren (ruim 3%) gaf aan gezondheidsklachten te hebben, die zijn toe te schrijven aan de gesignaleerde milieuproblemen. De informatiekkanalen die het meest vertrouwd werden met betrekking tot milieugezondheidsproblemen zijn wetenschappers, milieuorganisaties en huisartsen. Opvallend laag scoorden jongerenorganisaties als het om deze materie ging. Met betrekking tot de betrokkenheid van burgers bij het milieubeleid, viel de paradox op tussen de lage bereidheid om aan inspraak deel te nemen (26% van alle jongeren) enerzijds, en anderzijds het grote belang dat de jongeren hechtten aan betrokkenheid van de bevolking bij milieubeleid. Ruim 90% van de jongeren vond betrokkenheid wenselijk. Met betrekking tot besluitvorming over milieubeleid, werd de eindverantwoordelijkheid gelegd bij de overheid, die evenwel rekening dient te houden met de stem van de bevolking.

# 1 AANPAK MEETCAMPAGNE JONGEREN

## 1.1 Organisatie

Onderzoekers van verschillende universiteiten en onderzoeksinstellingen waren verantwoordelijk voor de organisatie van de meetcampagne, de rekrutering van de deelnemers, de procedures van staalname, de toxicologische metingen, de statistische verwerking van de resultaten, de kwaliteitsborging, het communicatieplan en de ethische leidraad. Het dossier werd op 4 juli 2002 goedgekeurd door de Commissie Ethiek van de Universiteit Antwerpen.

## 1.2 Selectie van studiegebieden

Er werd geopteerd om te monitoren in **acht aandachtsgebieden** met een kenmerkende en verschillende milieubelasting. Het zijn m.a.w. **acht milieutypegebieden**. De selectie van de gebieden gebeurde in nauwe samenwerking met de Vlaamse Overheid als opdrachtgever van de campagne.

**Tabel 1:** Kenmerken van afgebakende aandachtsgebieden

Aandachtsgebied	Oppervlakte (km <sup>2</sup> )	Aantal gemeenten*	Aantal inwoners**
Antwerpse Agglomeratie	81	1	404 241
Gentse Agglomeratie	100	2	213 025
Fruitstreek	362	8	95 829
Landelijk Vlaanderen	1 181	24	153 770
Havens: - Antwerps havengebied	179	4	64 510
- Gentse kanaalzone	202	4	65 554
Regio Olen	183	6	68 068
Albertkanaalzone	711	9	64 763
Verbrandingsovens	37	12	56 405
<b>TOTAAL</b>	<b>3 035</b>	<b>65***</b>	<b>1 186 165</b>

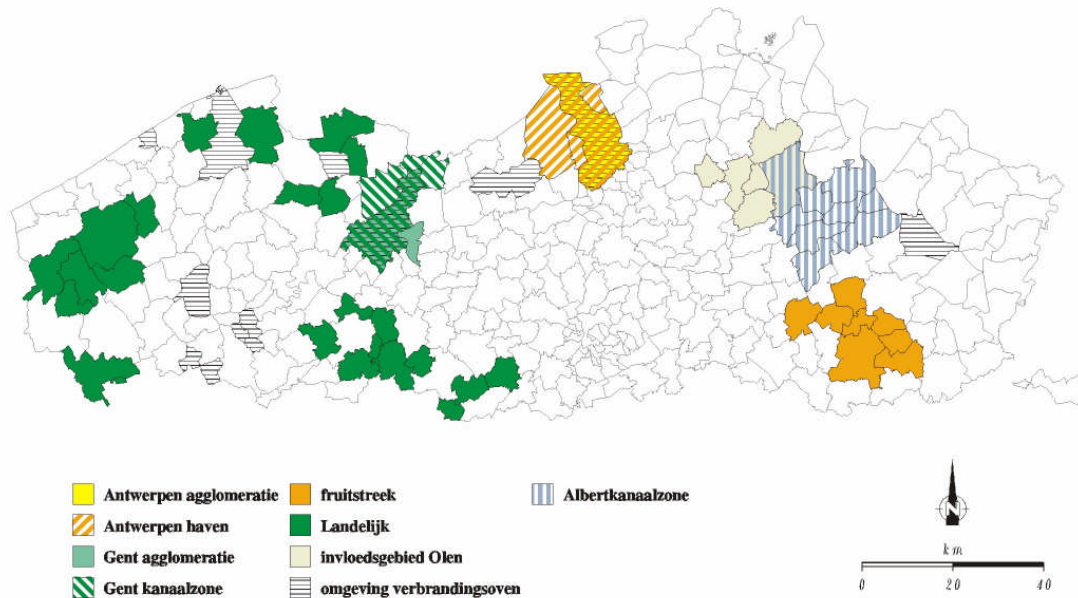
\* Fusiegemeenten. Van sommige gemeenten werden slechts een aantal statistische sectoren opgenomen in het aandachtsgebied.

\*\* Gebaseerd op inwonersaantallen van 1998

\*\*\* Sommige gemeenten hebben statistische sectoren in meerdere aandachtsgebieden, vandaar dat de som van aantallen gemeenten per aandachtsgebied niet gelijk is aan het totaal aantal in onderste rij van de tabel.

De totale oppervlakte van het afgebakende gebied bedraagt 3035 km<sup>2</sup>, wat 22% is van de oppervlakte van Vlaanderen. In totaal zijn 65 gemeenten geselecteerd, wat gelijk is aan 1/5 van het aantal Vlaamse (fusie-)gemeenten (tabel 1). In **figuur 1** wordt de ligging van de gemeenten in de acht aandachtsgebieden

weergegeven op de kaart van Vlaanderen. In totaal wonen er ca. 1,2 miljoen inwoners, d.i. 20% van de Vlaamse bevolking.



Selectie studiegebieden M&G 2001-2006  
(11/09/02)

**Figuur 1:** Kaart van de afgebakende aandachtsgebieden waar deelnemers aan het Humaan Biomonitoringsprogramma gerekruteerd werden

### 1.3 Wie kon meedoen aan de meetcampagne?

De **voorwaarden voor deelname** aan de meetcampagne waren:

- geboren in het jaar 1988 of 1989;
- in het derde jaar secundair onderwijs zitten;
- schriftelijke toestemming voor deelname van de ouders én van de jongere via een geïnformeerd toestemmingsformulier;
- tenminste 5 jaar wonen in één van de acht aandachtsgebieden.

### 1.4 Rekrutering van de deelnemers

De doelgroep bestond uit jongeren van 14-15 jaar oud, die werden gerekruteerd via hun school. Er werd gekozen voor deze leeftijdscategorie omdat leerlingen op deze leeftijd een medisch onderzoek ondergaan bij de CLB's. Op die manier kon een deel van de CLB gegevens ook verwerkt worden in de biomonitoring. De onderzoeksperiode liep van oktober 2003 tot juli 2004.

De jongeren werden gerekruteerd in het derde jaar van een richting in het algemeen (ASO), technisch (TSO), kunst (KSO) of beroeps (BSO) secundair onderwijs. Scholen van het buitengewoon secundair onderwijs (BUSO) werden uitgesloten omdat de leerlingen schriftelijke vragenlijsten moesten invullen, wat voor deze groep een probleem zou kunnen opleveren.

Op basis van een lijst van middelbare scholen in Vlaanderen van het Ministerie van Onderwijs werd een steekproef getrokken van scholen die gelegen zijn in de verschillende studiegebieden. De kans dat een school getrokken werd was recht evenredig met het leerlingenaantal. In elk schooltrimester werden er scholen in de verschillende gebieden geselecteerd. Tijdens de schoolvakanties konden geen stalen genomen worden.

Aan de geselecteerde scholen werden klassenlijsten gevraagd van het derde jaar. Hieruit werden jongeren geselecteerd met de juiste geboortedatum die woonden op een adres binnen één van de studiegebieden. Deze jongeren ontvingen via de school een folder en een toestemmingsformulier. Zowel de jongere zelf als de ouders moesten toestemming geven voor het onderzoek. Nadat de toestemmingsformulieren waren teruggestuurd, kon ook worden gecontroleerd of de jongere minstens vijf jaar in het studiegebied woonde.

Het werken via de school leverde niet alleen het voordeel op dat de jongeren als groep werden benaderd, maar ook dat de school het project ondersteunde. Concreet betekende dit dat directie, leerkrachten en mensen van het secretariaat actief meewerkten met de onderzoekers: het verdelen en ophalen van toestemmingsformulieren en vragenlijsten, het ter beschikking stellen van een onderzoekslocatie en het motiveren van de leerlingen om deel te nemen aan de studie.

In de gebieden rond verbrandingsovens konden niet voldoende jongeren worden gerekruteerd via de scholen. Dit komt doordat dit studiegebied zeer klein is en vaak slechts uit enkele straten per geselecteerde gemeente bestaat. Daarom werd beslist om deze jongeren aan te schrijven via hun thuisadres. De onderzoeken vonden grotendeels plaats in juni en juli 2004, buiten de schooluren. Leerlingen die de juiste leeftijd hadden maar niet in het derde jaar secundair onderwijs zaten, werden ook onderzocht.

### **1.5 Waaruit bestond het onderzoek?**

De ouders en de jongeren hadden vooraf thuis al een uitgebreide vragenlijst ingevuld rond gezondheid, leefstijl, voedingsgewoonten enz. In de school werden de jongeren gewogen en gemeten, en er werd een bloed- en urinestaal genomen. Op het ogenblik van het onderzoek vulden de jongeren nog een korte vragenlijst in over recente blootstelling (bijv. roken, speciale voeding, blootstelling aan verkeer, enz. tijdens de voorbije 2 dagen).

## 1.6 Welke metingen werden gedaan, welke gegevens werden verzameld?

### 1.6.1 Biomerkers van blootstelling in bloed en urine

Om een idee te krijgen over de hoeveelheid vervuilende stoffen in het lichaam werden volgende stoffen (blootstellingsmerkers) gemeten in het bloed en de urine van de jongeren:

**Tabel 2:** *Meting van vervuilende stoffen in bloed en urine*

<b>Biomerker</b>	<b>Bespreking</b>
Merker PCB's: 138, 153, 180 in serum	<b>Vervuiling:</b> Polychloorbifenyls (PCB's) werden door de industrie gebruikt o.a. in transformatoren en condensatoren (bijvoorbeeld in koelkasten). PCB's komen in het milieu bij lekken uit deze toestellen en bij afvalverbranding. PCB's worden moeilijk afgebroken en komen vooral voor in vetrijke voedingsmiddelen: vette vis (zalm, tonijn, paling), schaaldieren, vlees, volle zuivelproducten, ... <b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> PCB's kunnen de werking van hormonen en van het afweersysteem verstoren. Mogelijk zijn ze kankerverwekkend.
p,p'-DDE in serum	<b>Vervuiling:</b> p,p'-DDE (dichloordifenyldichloorethaan) is een persistent afbraakproduct van DDT, een insectenverdelger die in het verleden massaal werd gebruikt over de hele wereld. DDT is momenteel verboden in de meeste landen, waaronder België. DDE is aanwezig in de lucht, de bodem en het water. DDE kan voorkomen in knolgewassen, bladgroenten en in vet vlees, vis en kip. <b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> DDT en DDE kunnen de werking van hormonen verstoren en daardoor de puberteitsontwikkeling ontregelen. Ze hebben ook kankerverwekkende eigenschappen (IARC classificatie).
Hexachloorbenzeen (HCB) in serum	<b>Vervuiling:</b> Hexachloorbenzeen is een schimmelwerend middel voor planten, zaden en granen. Het werd vroeger ook gebruikt bij de productie van vuurwerk, munitie en synthetisch rubber. Momenteel is het gebruik verboden. Omdat het zo moeilijk afgebroken wordt, is het nog steeds in het milieu aanwezig. Hexachloorbenzeen kan voorkomen in vette vis, volle melk, volle zuivelproducten en vet vlees. Kleine hoeveelheden kunnen in het drinkwater aanwezig zijn. <b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> HCB kan de werking van hormonen verstoren en daardoor de puberteitsontwikkeling ontregelen. Het heeft ook kankerverwekkende eigenschappen.
Lood in bloed	<b>Vervuiling:</b> Vervuiling met lood gebeurde in het verleden vooral door de non-ferro industrie (zinksmelters), de uitstoot van loodhoudende benzine en het gebruik van loodhoudende verf. Lood kwam ook in ons drinkwater terecht door het gebruik van loden drinkwaterleidingen. Ondertussen zijn veel van deze problemen aangepakt. Door circulatie van stof en water wordt lood nog steeds verder verspreid in onze omgeving. <b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> Langdurige blootstelling aan lood kan leiden tot bloedarmoede. Het kan de werking van de nieren en de vruchtbaarheid verstoren. Lood kan (op latere leeftijd) het ontstaan van kanker in de hand werken. Bij kinderen kunnen lage dosissen een remmende werking hebben op de intelligentie. <b>Richtwaarde:</b> De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) beschouwt waarden lager dan 100 µg/L als niet-schadelijk voor de gezondheid.

<b>Biomerker</b>	<b>Bespreking</b>
Cadmium in bloed en urine	<p><b>Vervuiling:</b> Eén van de belangrijkste bronnen van cadmium is sigarettenrook. In het verleden werd cadmium voornamelijk uitgestoten door non-ferro bedrijven en verbrandingsovens. Cadmium kan in de voedselketen terecht komen. Het wordt vooral teruggevonden in bladgroenten (sla, spinazie en selder) en in orgaanvlees van vee dat graast in vervuilde gebieden.</p> <p><b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> Cadmium kan de nierwerking verstoren, de botvorming belemmeren, de bloeddruk verhogen en longkanker veroorzaken na inademing.</p> <p><b>Richtwaarden:</b> Voor cadmium in bloed wordt een waarde onder 5 µg/L als niet schadelijk aanzien. Voor cadmium in de urine wordt een waarde onder de 2 µg/g creatinine als niet schadelijk beschouwd.</p>
PAK-merker: 1-hydroxy- pyreen in urine	<p><b>Vervuiling:</b> Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) zijn stoffen die ontstaan bij onvolledige verbranding. We komen er vooral mee in contact via de lucht (sigarettenrook, uitlaatgassen van het verkeer, rook van houtkachels en open haard, bosbranden, e.d.). Ook voedsel met zwart verbrande deeltjes (gegrilde vis, vlees of groenten, korsten van brood of gebak) bevat PAK's.</p> <p><b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> PAK's zijn zelf niet schadelijk voor de gezondheid, maar ze worden in ons lichaam omgezet tot giftige stoffen. Deze afbraakproducten kunnen kankerverwekkend zijn, hormoonverstorend werken en het afweersysteem ontregelen.</p>
Benzeen- merker: t,t'-muconzuur in urine	<p><b>Vervuiling:</b> Benzeen is aanwezig in uitlaatgassen van auto's, in sigarettenrook, in dampen van lijm of verf en wordt gevormd door sommige fabrieken uit de chemische of petrochemische industrie. In mindere mate wordt benzeen ook in de natuur gevormd, o.a. bij bosbranden of vulkaanuitbarstingen.</p> <p><b>Belangrijkste gezondheidseffecten:</b> Langdurige blootstelling aan benzeen veroorzaakt bloedarmoede, kan het afweersysteem ontregelen en kan kanker verwekken.</p>

### 1.6.2 Biomerkers van effect in bloed en uit de vragenlijsten

Om een idee te krijgen over de gezondheidseffecten van vervuilende stoffen op het lichaam, werden een aantal klinische metingen uitgevoerd in het bloed van de jongeren:

**Tabel 3:** *Meting van gezondheidseffecten in bloed*

<b>Biomerker</b>	<b>Bespreking</b>
Schildklier- hormonen	<p><b>Wat werd er gemeten?</b> <i>Thyroxine (T4)</i> en <i>triiodothyronine (T3)</i> zijn hormonen die worden aangemaakt door de schildklier. Hun aanmaak wordt geregeld door het <b>Thyroid Stimulerend Hormoon (TSH)</b>, dat wordt geproduceerd ter hoogte van de hypofyse in de hersenen.</p> <p><b>Wat is de rol van de schildklierhormonen?</b> De schildklierhormonen regelen in het lichaam een hele reeks processen waarbij energie nodig is. Ze stimuleren het zuurstofverbruik en de verbranding van voedingsmiddelen. Ze verhogen ook de eiwitaanmaak die nodig is voor de groei.</p>

<b>Biomerker</b>	<b>Bespreking</b>
Geslachts-hormonen  Enkel bij jongens	<p><b>Wat werd er gemeten?</b> Het <i>luteïniserend hormoon (LH)</i> komt via de hypofyse in het bloed terecht en geeft het signaal voor de aanmaak van de geslachtshormonen. De geslachtshormonen - <i>testosteron</i> en <i>oestradiol</i> - worden aangemaakt door de teelballen. Zij worden in het bloed gedeeltelijk gebonden aan eiwitten (het <i>geslachtshormoon-bindend eiwit of SHBG</i>). Het vrije testosteron en het vrije oestradiol zijn de fracties ongebonden of vrij hormoon. Deze vrije fracties kunnen in de cellen doordringen en cellen in actie zetten (biologisch actieve fracties).</p> <p><b>Wat is de rol van de geslachtshormonen?</b> De aanmaak van geslachtshormonen verhoogt sterk tijdens de puberteit. Een verstoorde hormoonaanmaak kan leiden tot een verstoorde puberteitsontwikkeling, wat een invloed zou kunnen hebben op de beendervorming, de groei of ook op de vruchtbaarheid.</p>
Komeetest	<p><b>Wat werd er gemeten?</b> De komeetest meet de hoeveelheid DNA-beschadiging en DNA-herstel. DNA is het erfelijk materiaal dat in elke cel van het lichaam aanwezig is. Het DNA stuurt alle processen in de cel. Een aantal schadelijke stoffen uit het milieu kunnen het DNA beschadigen. Het lichaam gaat deze beschadiging normaal gezien onmiddellijk herstellen. Indien de beschadiging te groot is, of indien het herstelmechanisme fouten maakt, kan DNA-schade aanwezig blijven.</p> <p><b>Wat is de betekenis van de test?</b> De komeetest meet veranderingen van het DNA. We veronderstellen dat de meeste wijzigingen niet blijvend zijn, maar hersteld worden. De test is dus een maat voor herstelbare schade aan het genetisch materiaal.</p>

Naast de metingen in bloed, werd er informatie verwerkt over de gezondheid van de jongere die afkomstig was van de vragenlijsten (ingevuld door de jongere of door de ouders) of die werd opgevraagd bij de CLB's. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven:

**Tabel 4:** Gezondheidseffecten uit vragenlijsten

<b>Orgaansysteem</b>	<b>Biomerkers</b>
Hormonen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puberteitsstadia jongens en meisjes</li> <li>- Leeftijd eerste maandstonden</li> <li>- Regelmatige maandstonden</li> </ul>
Afweersysteem	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Astma</li> <li>- Hooikoorts</li> <li>- Huidallergie</li> <li>- Voedselallergie</li> <li>- Dierenallergie</li> <li>- Weerstand tegen luchtweginfecties</li> </ul>
Neurologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ADHD (Attention Deficit/Hyperactivity Disorder)</li> </ul>

### 1.6.3 Andere gegevens uit de vragenlijsten

Zowel de ouders als de jongeren vulden een aantal vragenlijsten in.

**De algemene vragenlijst voor de jongere** bevatte vooral vragen over hobby's en vrije tijd, eet- en drinkgewoonten, gebruik van medicatie. Er zijn heel wat factoren die mogelijk een invloed hebben op de blootstellings- en gezondheidseffectmerkers en hiermee willen we zoveel mogelijk rekening houden in de verwerking van de gegevens.

**De algemene vragenlijst voor de ouders** bevatte vooral vragen over het gezin en de woning, de zwangerschap en eerste levensjaren van de jongere, en het familiaal voorkomen van bepaalde ziekten. Ook hier was het vooral de bedoeling om informatie te verzamelen over gekende factoren die een mogelijke invloed hebben op de blootstellings- en gezondheidseffectmerkers.

**De voedingsvragenlijsten** peilden naar verbruik van bepaalde voedingsmiddelen (soort en hoeveelheid) gedurende het jaar voor het onderzoek (voedselfrequentievragenlijst). Dierlijke vetten zijn een belangrijke blootstellingsweg voor PCB's en gechloreerde pesticiden. Bepaalde groenten en fruit kunnen zware metalen of resten van bestrijdingsmiddelen bevatten.

In de **perceptievragenlijst** werd gepeild naar de mening van de deelnemers over milieu en gezondheid. Er werden vragen gesteld over milieuproblemen in de woonomgeving, mogelijke gezondheidsklachten die hieruit kunnen voortkomen, de verantwoordelijke actoren en de mogelijke oplossingen voor milieu-problemen.

### 1.6.4 Gegevens uit bestaande gegevensbanken

Er werden gegevens verzameld uit bestaande gegevensbanken:

- Databank van CLB.
- Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI). Sommige metingen zijn klimaatsafhankelijk. Daarom werden bij het KMI de gemiddelde dagtemperatuur, het aantal uren zonneshijns en de UV-index opgevraagd voor de onderzoeksperiode.
- Vlaamse Milieumaatschappij (VMM). Sommige metingen worden beïnvloed door de hoeveelheid ozon in de lucht. Daarom werden bij de VMM de ozonmetingen opgevraagd voor de onderzoeksperiode.

## **2 RESULTATEN MEETCAMPAGNE JONGEREN**

### ***2.1 Deelnemingspercentage op niveau van de scholen***

In totaal werden 50 scholen gecontacteerd. Zes scholen (vijf scholen uit de regio verbrandingsovens en één school in het landelijk gebied) kwamen niet in aanmerking omdat het aantal leerlingen uit de geselecteerde gebieden te laag was.

Van de geselecteerde scholen, waren er twee die weigerden om deel te nemen omdat zij de werklast te zwaar vonden in verhouding tot het aantal potentiële deelnemers. Uiteindelijk waren er 42 scholen die meewerkten.

### ***2.2 Deelnemingspercentage op niveau van de leerlingen***

Van alle jongeren die een uitnodiging ontvingen, stuurde 28,4% de brief niet terug, hetzij omdat ze niet aan de inclusiecriteria voldeden, hetzij omdat ze geen interesse hadden in deelname.

In de groep die de brief terugstuurde waren er 14,7% weigeraars. Van de personen die wel wilden deelnemen, werd 2,3% door de onderzoekers uitgesloten omdat ze geen vijf jaar in het onderzoeksgebied woonde, en bij 1,9% was de deelname niet volledig (onvolledige vragenlijsten, onvoldoende bloed of urine).

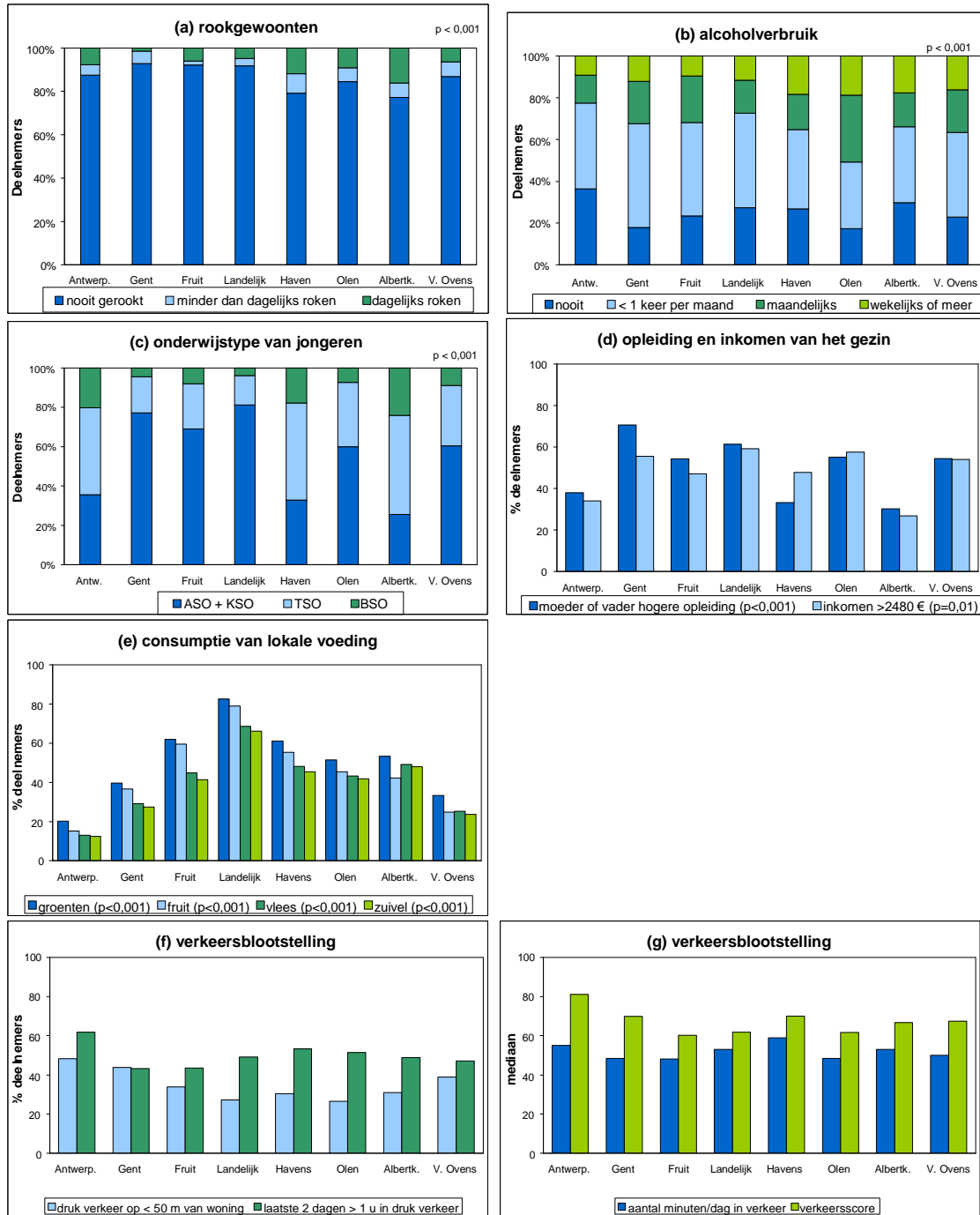
### ***2.3 Aantal deelnemers***

In totaal namen 1679 jongeren deel aan de meetcampagne. In ieder gebied waren ongeveer 200 deelnemers.

**Tabel 5:** *Aantal deelnemers in de acht aandachtsgebieden*

<b>Aandachtsgebied</b>	<b>Aantal jongeren</b>
Antwerpse agglomeratie	<b>210</b>
Gentse agglomeratie	<b>207</b>
Fruitsreek	<b>201</b>
Landelijk gebied	<b>209</b>
Havens	<b>226</b>
Regio Olen	<b>220</b>
Albertkanaalzone	<b>199</b>
Verbrandingsovens	<b>207</b>
<b>Totaal</b>	<b>1679</b>

## 2.4 Wie heeft deelgenomen?



**Figuur 2:** Beschrijvende statistiek van jongeren in de acht studiegebieden. **(a)** rookgewoonten, **(b)** alcoholconsumptie, **(c)** onderwijstype van jongeren, **(d)** opleiding van ouders en netto-inkomen van gezin, **(e)** consumptie van lokale voeding, **(f-g)** blootstelling aan verkeer  
Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijk Vlaanderen, havens, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

**Tabel 6:** Beschrijving van de deelnemers in de acht gebieden

	<b>Totaal</b>	<b>Antwerp- se aggl.</b>	<b>Gentse aggl.</b>	<b>Fruit- streek</b>	<b>Landelijk gebied</b>	<b>Haven- gebied</b>	<b>Olen</b>	<b>Albert- kanaal</b>	<b>Verbr. ovens</b>	<b>P</b>
<b>Aantal deelnemers</b>	1679	210	207	201	209	226	220	199	207	
<b>EIGENSCHAPPEN JONGEREN</b>										
<b>Leeftijd (jaar)</b>	14,9	15,0	14,8	14,8	14,8	14,8	14,8	14,9	15,3	<0,001
<b>% jongens</b>	53,1	67,6	51,2	49,8	47,9	52,6	50,0	60,8	44,9	<0,001
<b>BMI bij meisjes (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,8	21,6	20,5	20,9	20,5	20,7	20,6	21,2	21,1	0,29
<b>BMI bij jongens (kg/m<sup>2</sup>)</b>	20,3	20,6	20,0	20,3	19,7	20,5	20,2	20,9	20,2	0,08
<b>% meisjes dat pil gebruikt</b>	9,2	7,3	5,1	13,1	2,8	11,2	8,5	14,7	11,3	0,07
<b>Hoe lang borstvoeding gekregen (weken)?</b>	8,8	9,9	11,2	6,8	10,7	8,1	8,6	6,1	9,3	0,003
<b>KLIMAATGEGEVENS</b>										
<b>Dagtemperatuur (°C)</b>	9,0	9,3	7,0	9,4	10,2	6,5	8,0	7,5	14,1	<0,001
<b>Ozonconcentratie (µg/m<sup>3</sup>)</b>	39,2	27,3	30,6	49,8	48,0	33,1	39,0	34,6	51,7	<0,001
<b>VOEDINGSINNAME (gram per dag)</b>										
<b>Vlees</b>	108	108	108	110	113	111	102	97	112	0,27
<b>Vis</b>	18,4	20,3	20,6	17,4	16,7	17,8	17,6	16,4	19,4	0,12
<b>Melk</b>	172	152	204	178	187	164	143	170	182	0,004
<b>Ei</b>	11,3	13,0	10,5	9,4	10,8	12,4	11,3	13,0	10,2	0,05
<b>Groenten en fruit</b>	305	338	334	274	319	280	314	276	305	0,007
<b>Brood en ontbijtgranen</b>	168	201	162	159	151	185	157	158	169	<0,001

In **figuur 2** en **tabel 6** wordt een beschrijving van de deelnemende jongeren en hun gezin gegeven. Er waren gebiedsverschillen in de eigenschappen van de jongeren. Omwille van de andere manier van rekruteren waren de jongeren in de regio van de verbrandingsovens significant ouder. De gemiddelde dagtemperatuur en ozonconcentratie was hier ook hoger omdat er enkel in de zomermaanden gerekruteerd werd (**tabel 6**). De opleidingsniveaus en inkomens van de ouders verschilden per regio en worden voor een deel weerspiegeld in het onderwijstype van de jongeren (**figuur 2c-d**). Het gebruik van lokale voeding was hoger in de landelijke gebieden (**figuur 2e**) en de blootstelling aan verkeer lag hoger in de stedelijke gebieden (**figuur 2f-g**). De verkeersscore combineert de afzonderlijke vragen: het is een gewogen som van de blootstelling aan verkeer in de woonomgeving en het pendelgedrag tijdens de week.

**Tabel 7:** *Vergelijking van studiegroep met Vlaanderen*

	Huidige campagne	Vlaanderen	Bron
<b>Onderwijs</b>			
ASO	54,2%	45,4%	Ministerie van Onderwijs 2 <sup>e</sup> graad SO, op 1 okt. 2005 n ≈ 133000
TSO	33,1%	31,4%	
KSO	1,0%	1,9%	
BSO	11,7%	21,3%	
<b>Roken</b>			
Regelmatige roker (>1x/week)	13,6%	23,2%	HBSC, 2001-02, n = 2030
		25,8%	VRIND, 2001
<b>Alcoholconsumptie</b>			
Regelmatige alcohol (>1x/week)	14,2%	6,7%	HBSC, 2001-02, n = 2030
		39,2%	VRIND, 2001
<b>Gemiddelde BMI (kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Meisjes	20,8	19,8	Groecurven Vlaanderen (VUB-KUL), 2004, n = 16096
Jongens	20,3	19,2	

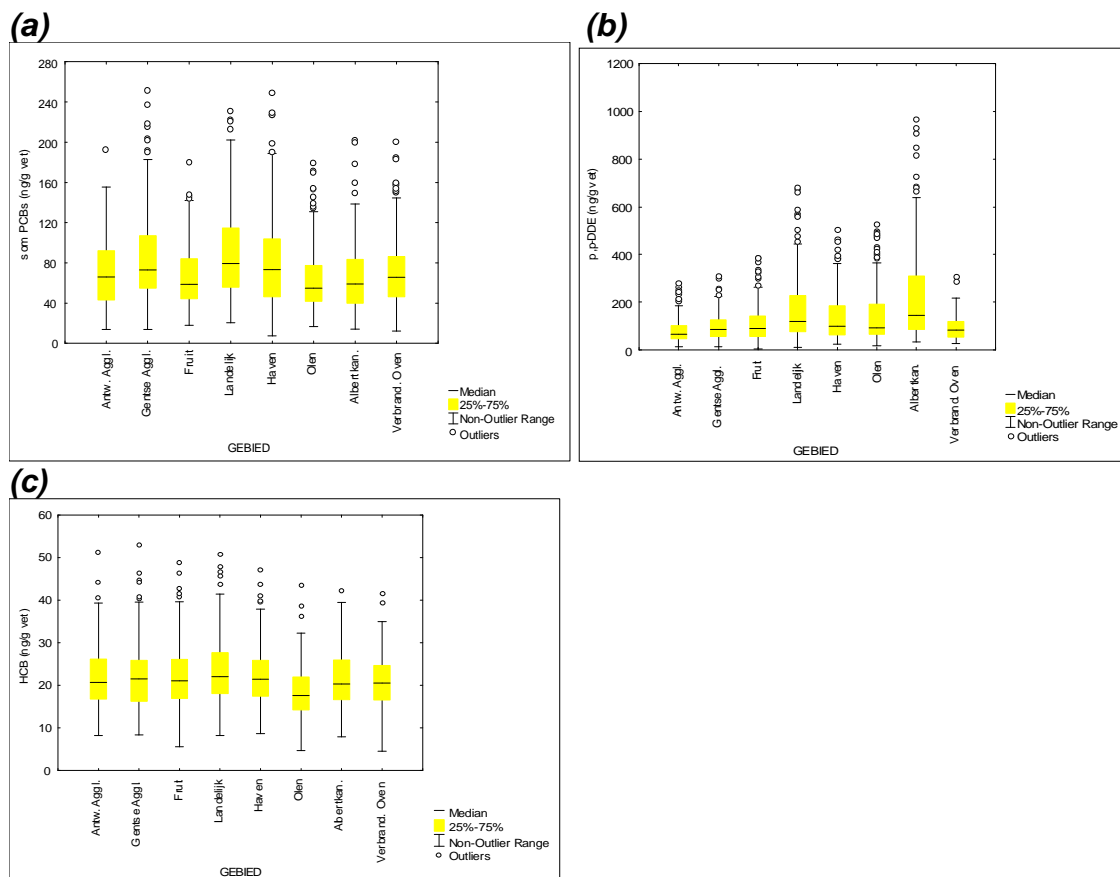
*Bronnen:* Ministerie van Onderwijs: [http://www.ond.vlaanderen.be/onderwijsstatistieken/2005-2006/oktobertab/okt0506\\_4.pdf](http://www.ond.vlaanderen.be/onderwijsstatistieken/2005-2006/oktobertab/okt0506_4.pdf); HBSC: Health Behaviour in School-aged children: <http://users.ugent.be/~cvereecck/hbsc/>; VRIND: Vlaamse Regionale Indicatoren: <http://aps.vlaanderen.be/statistiek/publicaties/pdf/VRIND/vrind2001/gezondheid.pdf>; Groecurven Vlaanderen: <http://www.vub.ac.be/groecurven/groecurven.html>.

Om na te gaan of de geselecteerde deelnemers representatief zijn voor Vlaanderen, werd een vergelijking gemaakt tussen de karakteristieken van de jongeren in de biomonitoringscampagne en een aantal Vlaamse referentiewaarden (**tabel 7**). In de studiegroep van de biomonitoring was er een ondervertegenwoordiging van leerlingen uit het beroepsonderwijs. Dit kan te maken hebben met de (op toeval berustende) selectie van scholen. Voor een deel kan dit echter ook verklaard worden door een lagere respons in het BSO ten opzichte van TSO en ASO. Hiervoor zijn dan nog meerdere verklaringen

mogelijk. Ofwel voldeden de leerlingen niet aan het selectie criterium dat stelde dat ze geboren moesten zijn in 1988-89 (en dus geen jaar mochten dubbelen), ofwel was de bereidheid tot deelname lager in het BSO. De rookgewoonten waren relatief laag in de onderzochte groep, terwijl de alcoholconsumptie relatief hoog lag. De percentages kunnen echter sterk verschillen naargelang de vraagstelling, en zijn daarom slechts indicatief, en niet strikt te vergelijken.

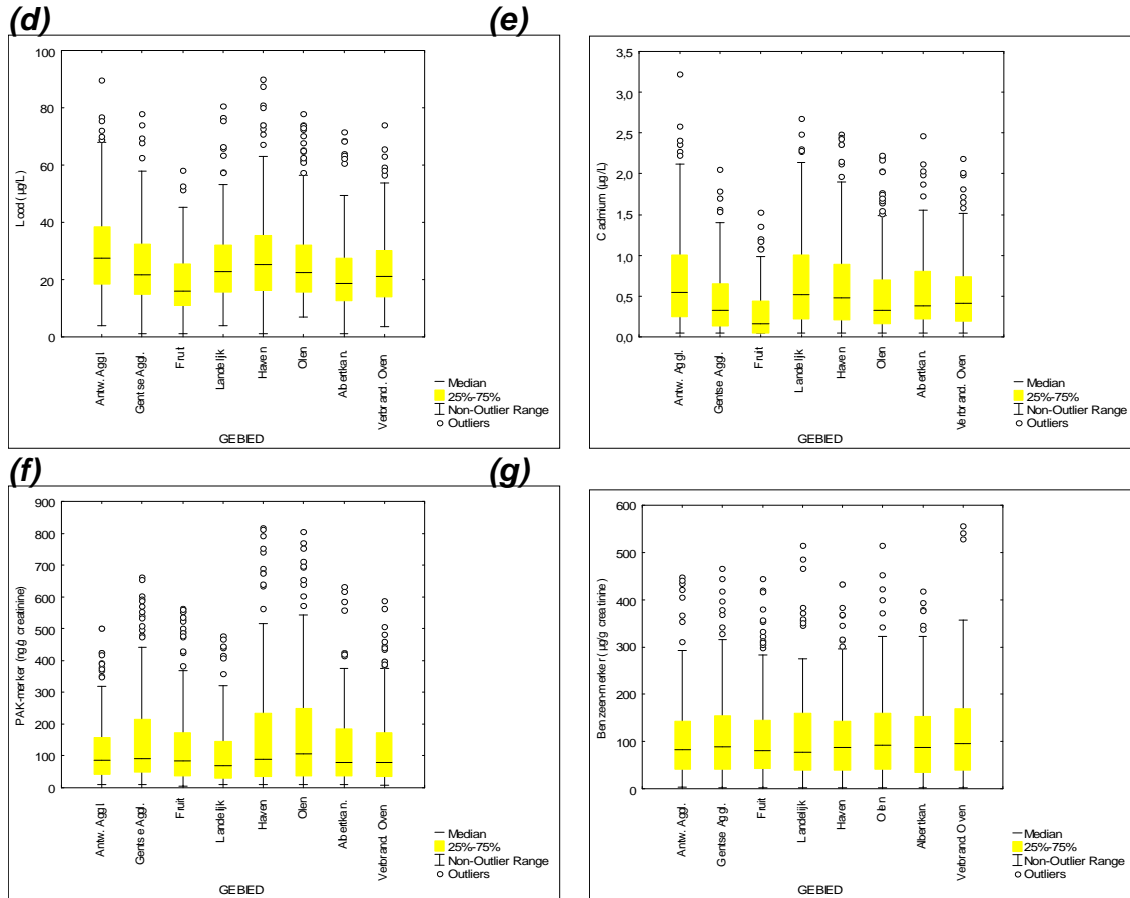
## 2.5 Grote variaties in blootstelling binnen eenzelfde aandachtsgebied

De box plots van de ruwe gegevens van iedere blootstellingsmerker geven een idee over de spreiding binnen ieder gebied (**Figuur 5 a-g**). Aangezien het gaat om ruwe gegevens, wordt hier nog geen rekening gehouden met leeftijd, geslacht, rookgewoonten of BMI van de jongeren van de verschillende gebieden. In elk gebied zijn er individuen met zeer lage meetwaarden en individuen met zeer hoge meetwaarden (uitschieters) voor de verschillende vervuilende stoffen.



**Figuur 3:** Box plots voor gebiedswaarden van (a) serum PCB's, (b) serum p,p'-DDE, (c) serum HCB

Legende: zie figuur 3 (vervolg)



**Figuur 3 (vervolg):** Box plots voor gebiedswaarden van (d) bloed lood, (e) bloed cadmium, (f) PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen), (g) benzeen-merker (urinair t,t-muconzuur)

De horizontale streepjes binnenin de gele blokjes geven de mediaan (50<sup>e</sup> percentiel); de ondergrens van de gele blokjes geeft de 25<sup>e</sup> percentiel; de bovengrens van de gele blokjes geeft de 75<sup>e</sup> percentiel. De stipjes boven en onder de blokjes geven de uitschieters (> gemiddelde + 2SD).

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijk Vlaanderen, havens, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

## 2.6 Referentiewaarden voor de blootstelling

Op basis van de metingen bij de 1679 deelnemers uit de acht gebieden, werden **twee referentiewaarden berekend:**

- **Referentiegemiddelde:** geometrisch gemiddelde meetwaarde per biomerker voor alle gebieden samen.
- **Referentie-P<sub>90</sub>:** 90<sup>e</sup> percentiel berekend op basis van alle meetwaarden. 90% van de deelnemers hebben een waarde die onder de P<sub>90</sub> ligt.

Zowel het gemiddelde als de  $P_{90}$  zijn **populatie-gewogen** waarden. De weging naar bevolkingsaantal werd uitgevoerd om een waarde te berekenen die meer aanleunt bij de meetwaarden van de gebieden waar de meeste mensen wonen. Op die manier komen de referentiewaarden in de buurt van een Vlaams gemiddelde of een Vlaamse  $P_{90}$ . Strikt gezien werden geen referentiewaarden voor Vlaanderen bepaald, aangezien niet alle Vlaamse regio's in de biomonitoring betrokken werden.

Het **gemiddelde** geeft een beeld van de **modale blootstelling**, terwijl de  $P_{90}$  iets zegt over **de piekwaarden** in de groep. Vanuit toxicologisch standpunt is het niet alleen belangrijk om naar het gemiddelde te kijken, maar ook naar de hoogste waarden omdat deze het hoogste gezondheidsrisico inhouden.

De referentiewaarden werden gebruikt als vergelijkingsbasis voor ieder van de acht gebieden. Op die manier wordt het mogelijk om verschuivingen per regio te bekijken t.o.v. het 'Vlaams' referentiegemiddelde. Anderzijds werd de  $P_{90}$ -referentiewaarde van een biomerker gebruikt om na te gaan hoeveel percent van de deelnemers uit een aandachtsgebied meetwaarden boven de 'Vlaamse'  $P_{90}$  hebben (verhoogde meetwaarden). Indien er geen verschillen zijn tussen de gebieden, dan heeft in elk gebied 10% van de deelnemers meetwaarden boven de  $P_{90}$ -referentiewaarde. Een significant hogere  $P_{90}$  in een gebied duidt op meer verhoogde meetwaarden in dat gebied dan in de gehele populatie samen.

De individuele resultaten werden al eerder meegedeeld aan elke deelnemer afzonderlijk. Kleine veranderingen die voor het individu geen betekenis hebben, kunnen echter op groepsniveau wel betekenisvol worden. Vergelijken we dit met de begrippen 'weer' en 'klimaat': een verschil in dagtemperatuur van 2 °C is niet direct voelbaar of van belang (weer); het is echter stilaan duidelijk dat een toename van de gemiddelde jaartemperatuur met 2 °C wel grote gevolgen kan hebben (klimaat). Op dezelfde manier kan een beperkte afwijking van de gemiddelde meetwaarde van een biomerker of een kleine verhoging in de frequentie van gezondheidseffecten betekenis hebben. Daarnaast kan ook het voorkomen van meer relatief hoge waarden in een bepaalde streek van belang zijn. Deze laatste informatie wordt gegeven door de  $P_{90}$  waarde.

Alle referentiewaarden van de biomerkers werden **gecorrigeerd voor gekende factoren** die een invloed kunnen hebben op de metingen, maar die geen relatie hebben met de kwaliteit van het leefmilieu, namelijk leeftijd, geslacht, rookgewoonten en eventueel body-mass index (BMI). Dit betekent dat we een referentiewaarde voorspelden alsof de samenstelling van de populatie in alle gebieden dezelfde was. In **tabel 8** worden het referentiegemiddelde en de referentie-  $P_{90}$  gegeven voor de zeven blootstellingsmerkers.

**Tabel 8:** Referentiewaarden voor blootstellingsmerkers (populatie-gewogen)

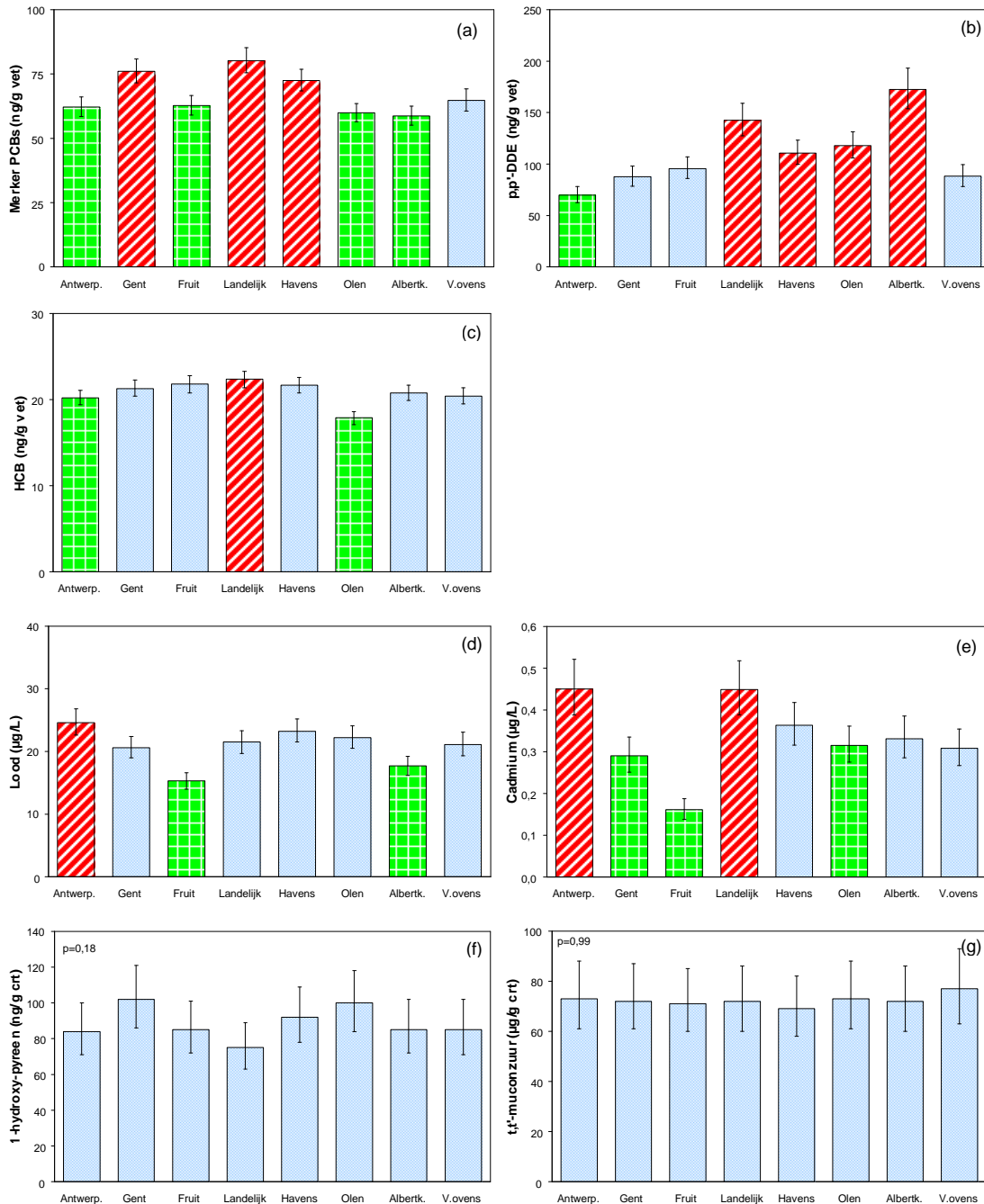
Merker	Aantal	Referentie-gemiddelde (95% BI)	Referentie-P <sub>90</sub> (95% BI)
<b>Gechloroeerde persistente stoffen in serum</b>			
<b>PCB's</b> (ng/g vet)	1645	<b>68</b> (66-70)	<b>116</b> (111-121)
<b>p,p'-DDE</b> (ng/g vet)	1645	<b>94</b> (89-99)	<b>274</b> (242-306)
<b>HCB</b> (ng/g vet)	1581	<b>20,9</b> (20,4-21,3)	<b>30,6</b> (29,3-31,9)
<b>Zware metalen in bloed</b>			
<b>lood</b> (µg/L)	1659	<b>21,7</b> (20,8-22,6)	<b>46,7</b> (44,2-49,2)
<b>cadmium</b> (µg/L)	1659	<b>0,36</b> (0,33-0,38)	<b>1,32</b> (1,23-1,40)
<b>Afbraakproducten van vluchtige stoffen in urine</b>			
<b>PAK-merker</b> (1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine)	1598	<b>88</b> (81-95)	<b>484</b> (409-559)
<b>Benzeen-merker</b> (t,t'-muconzuur in µg/g creatinine)	1595	<b>72</b> (66-79)	<b>271</b> (241-300)

*PCB's zijn de som van merker PCB 138, 153 en 180; p,p'-DDE is een afbraakproduct van DDT; HCB is hexachloorbenzeen. BI = betrouwbaarheidsinterval.*

*Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.*

## 2.7 Waar lag de blootstelling boven de referentiewaarden?

**Figuur 4a-g** geeft de gemiddelde blootstelling van iedere merker per aandachtsgebied. Iedere waarde werd vergeleken met het populatie-gewogen referentiegemiddelde, na correctie voor leeftijd, geslacht, roken en bij sommige merkers ook voor BMI. Verschillen met het referentiegemiddelde zijn dus niet te wijten aan verschillen in leeftijd, geslacht, rookgedrag of BMI tussen de gebieden.



**Figuur 4:** Gemiddelde blootstelling aan vervuilende stoffen in de acht aandachtsgebieden in vergelijking met het referentiegemiddelde. **(a)** PCB's in serum, **(b)** p,p'-DDE in serum, **(c)** HCB in serum, **(d)** bloed lood, **(e)** bloed cadmium, **(f)** PAK-merker (urinair 1-hydroxypyreen), **(g)** benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur)

**Kleurencodes:** rood gearceerd: significant verhoogd t.o.v. referentiegemiddelde; groen geruit: significant verlaagd; blauw: geen verschil met het referentiegemiddelde.

**Correcties:** Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

**Volgorde van de gebieden in x-as:** Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, havens, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

De PAK-merker en de benzeen-merker verschilden in geen enkel gebied significant van het referentiegemiddelde. Voor de overige blootstellingsmerkers werden er wel significante afwijkingen van de referentie vastgesteld:

- In de **Antwerpse agglomeratie** was de blootstelling aan de vetoplosbare persistente stoffen (PCB's, p,p'-DDE en HCB) significant beneden het referentiegemiddelde; voor de zware metalen (lood en cadmium) werd er echter een significante verhoging vastgesteld.
- In de **Gentse agglomeratie** werd een significant hogere waarde voor serum PCB's gemeten, terwijl de andere stoffen niet verschilden (p,p'-DDE, HCB, lood, PAK- en benzeen-merker) of significant lager waren (cadmium) dan het referentiegemiddelde.
- De gemiddelde blootstellingswaarden in de **fruitstreek** rond Sint-Truiden waren laag voor alle gemeten merkers.
- In de **landelijke gebieden** uit Oost- en West-Vlaanderen en Vlaams-Brabant, daarentegen, was de blootstelling aan alle vetoplosbare persistente stoffen (PCB's, p,p'-DDE en HCB) en aan cadmium significant verhoogd t.o.v. het referentiegemiddelde.
- De **havengebieden van Gent en Antwerpen** hadden significant hogere waarden voor PCB's en p,p'-DDE.
- In **Olen** werden lage waarden vastgesteld voor PCB's, HCB en cadmium, terwijl de serum waarden voor p,p'-DDE significant verhoogd waren t.o.v. het referentiegemiddelde.
- De vaststellingen in Olen kwamen vrij goed overeen met de bevindingen in de zone "**Albertkanaal**". Ook in dit gebied werden lage waarden vastgesteld voor de meeste merkers, terwijl p,p'-DDE significant hoger lag dan het referentiegemiddelde.
- In de buurt van **verbrandingsoven** tot slot, werd nergens een significante afwijking van het referentiegemiddelde vastgesteld, m.a.w. de blootstelling in de regio "verbrandingsovens" was de meest modale van alle gebieden.

In een tweede stap van de analyse werd voor ieder gebied berekend hoeveel deelnemers een blootstellingswaarde boven de referentie- $P_{90}$  hadden. Indien dit aantal in alle gebieden hetzelfde zou zijn, zouden 10% van de deelnemers een meetwaarde boven de  $P_{90}$ -referentiewaarde hebben. Een significant hoger percent meetwaarden boven de referentiewaarde geeft aan dat in het gebied méér verhoogde meetwaarden voorkomen dan in de gehele populatie samen. **Tabel 9** toont aan dat een verhoging van de gemiddelde meetwaarde in een gebied vaak samengaat met het voorkomen van meer verhoogde meetwaarden. Er was geen enkel gebied met een verhoging van de  $P_{90}$  zonder een verhoging van het gemiddelde.

**Tabel 9:** Overzicht van de gebiedsverschillen voor alle blootstellingsmerkers

	Antwerpse agglo- meratie	Gentse agglo- meratie	fruit- streek	landelijke gebieden	haven- gebieden	regio Olen	Albert- kanaal zone	verbran- dings ovens
PCB's		!		!	!			
p,p'-DDE				!	!	!	!	
HCB				!				
lood								
cadmium	!			!				
PAK-merker (1-hydroxy-pyreen)								
benzeen-merker (t,t'-muconzuur)								

**Kleurencodes:** rood: significant hoger dan referentiegemiddelde; groen: significant lager dan referentiegemiddelde; wit: geen verschil met referentiegemiddelde.

Het symbool (!) geeft aan dat er significant méér dan 10% meetwaarden boven de referentie-P<sub>90</sub> liggen.

**Biomerkers:** Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood (µg/L), bloed cadmium (µg/L), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in µg/g creatinine).

**Correcties:** Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

## 2.8 Vergelijking met het laagste gebied

Alle vervuulende stoffen die gemeten werden in bloed en urine zijn schadelijk voor de gezondheid van de mens. Voor al deze stoffen geldt bijgevolg een algemene regel: "hoe lager, hoe beter". In **tabel 10** worden de laagste gemiddelde gebiedswaarden gegeven, en wordt ieder gebied statistisch vergeleken met dit 'meest optimale' laagste gebied.

**Tabel 10:** Gebieden met de laagste gemiddelde meetwaarde voor de blootstellingsmerkers in vergelijking met andere gebieden

Biomerker	Laagste gemiddelde meetwaarden		Significant verhoogd t.o.v. laagste gebied
	Welk gebied?	Gemiddelde (95% BI)	
<b>PCB's</b>	Albertkanaal	59 (55-62)	Gent, havens, landelijk, verbrandingsovens
<b>p,p'-DDE</b>	Antwerpen	70 (63-78)	Alle andere gebieden
<b>HCB</b>	Olen	17,9 (17,1-18,6)	Alle andere gebieden
<b>lood</b>	Fruitstreek	15,2 (14,0-16,6)	Alle andere gebieden
<b>cadmium</b>	Fruitstreek	0,16 (0,14-0,19)	Alle andere gebieden
<b>PAK-merker</b>	Landelijk	75 (63-89)	Gent, Olen, havens
<b>benzeen-merker</b>	Havens	69 (58-82)	-

*Biomerkers:* Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood ( $\mu\text{g/L}$ ), bloed cadmium ( $\mu\text{g/L}$ ), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in  $\mu\text{g/g}$  creatinine).

*Correcties:* Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

## 2.9 Eén blootstellingsmerker van naderbij...

In deze jongerencampagne werd cadmium niet alleen in het bloed, maar ook in de urine gemeten.

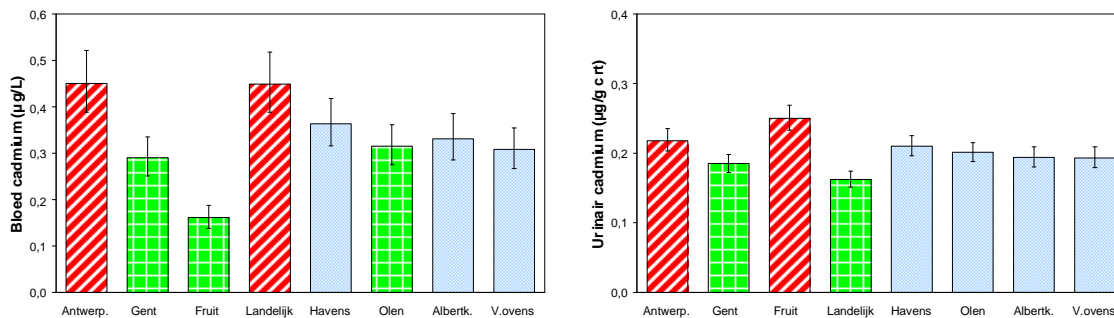
Cadmium wordt bij de mens opgestapeld in de nieren en blijft daar jarenlang aanwezig (halfwaardetijd van 10 tot 40 jaar). Urinair cadmium weerspiegelt de hoeveelheid cadmium in de nieren en is bijgevolg een maat voor levenslange blootstelling aan cadmium. Bloed cadmium weerspiegelt de recente opname van cadmium door het lichaam (voorbij maanden) maar wordt ook voor een deel bepaald door het cadmium dat reeds in het lichaam was opgestapeld.

In deze studie waren de resultaten van bloed cadmium enerzijds en urinair cadmium anderzijds duidelijk verschillend voor de fruitstreek en het landelijk gebied (**figuur 5**). De betekenis hiervan is niet duidelijk en vergt verder onderzoek.

In studies bij volwassenen wordt er een lineair verband gevonden tussen bloed cadmium en urinair cadmium. Dit is niet zo verwonderlijk aangezien ze beiden beïnvloed worden door de hoeveelheid cadmium die in de nieren is opgestapeld. Bij jongeren is er echter geen duidelijke relatie tussen de waarden van cadmium in het bloed en in de urine. Een mogelijke verklaring is dat er nog maar weinig cadmium is opgestapeld in de nieren, of dat urinair cadmium op die leeftijd nog

geen goede maat is voor de opstapeling van cadmium in het lichaam. De waarden van urinair cadmium zijn inderdaad zeer laag: 99% van de waarden liggen lager dan 1 µg/g creatinine. Indien we bij volwassenen enkel de waarden onder 1µg/g creatinine beschouwen, zijn deze ook niet gecorreleerd met bloed cadmium.

Omwille van de onzekerheid over de betekenis van urinair cadmium bij jongeren (14-15 jaar), worden deze resultaten niet verder meegenomen in de samenvattende tabellen.



**Figuur 5:** Gemiddelde waarden voor bloed cadmium en urinair cadmium in de acht aandachtsgebieden in vergelijking met het referentiegemiddelde

Bloed cadmium en urinair cadmium werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken. Kleurencodes: **rood gearceerd:** significant verhoogd t.o.v. referentiegemiddelde; **groen geruit:** significant verlaagd; **blauw:** geen verschil met het referentiegemiddelde.

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, havens, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

## 2.10 Twee gebieden van naderbij...

### 2.10.1 Verbrandingsovens

De regio verbrandingsovens is samengesteld uit wijken rond verschillende verbrandingsovens in Vlaanderen. De jongeren in deze studie werden gerekruteerd uit zes gemeenten: Menen, Harelbeke, Roeselare, Gent, Wilrijk en Houthalen. De blootstellingsmerkers in elk van de zes gebieden werden vergeleken met het referentiegemiddelde voor de totale groep (**tabel 11**). Omwille van het klein aantal deelnemers in elke groep, zullen we minder snel significante verschillen kunnen opsporen (lage power).

In **Menen** was er een significante verhoging van PCB's en HCB. De gemiddelde waarden voor p,p'-DDE en cadmium waren ook hoog in Menen, maar omwille van de kleine groep (groot betrouwbaarheidsinterval), werd het

significantieniveau niet bereikt. Rond de verbrandingsoven van **Wilrijk** werd een significant hogere blootstelling aan lood vastgesteld. Bij jongeren in de buurt van de verbrandingsoven van **Harelbeke** werd significant meer cadmium in het bloed gevonden. De benzeenmerker t,t'-muconzuur was significant verhoogd in de buurt van de verbrandingsoven van **Roeselare**.

**Tabel 11:** Gemiddelde blootstelling per verbrandingsoven in vergelijking met het populatie-gewogen referentiegemiddelde

	Referentie-gemidd.	Menen	Harelbeke	Roeselare	Gent	Wilrijk	Hout-halen
Aantal jongeren	1581-1659	14	26	24	30	72	46
PCB's	68	114	75	67	73	60	51
p,p'-DDE	94	117	109	63	72	73	114
HCB	20,9	28,2	22,2	18,8	20,5	18,5	20,5
lood	21,7	18,2	19,9	20,4	18,2	27,2	18,1
cadmium	0,36	0,56	0,54	0,31	0,12	0,36	0,40
PAK-merker	88	68	72	64	115	81	103
benzeen-merker	72	98	61	210	59	78	57

Kleurencodes: De kleur geeft aan of de gebiedswaarde significant hoger (rood) of lager (groen) is dan het referentiegemiddelde.

Biomerkers: Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood ( $\mu\text{g/L}$ ), bloed cadmium ( $\mu\text{g/L}$ ), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in  $\mu\text{g/g}$  creatinine).

Correcties: Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

## 2.10.2 Havengebieden

De havengebieden van Gent en Antwerpen werden als één typegebied beschouwd. Vermits de industriële activiteiten en waarschijnlijk ook de milieudruk tussen de havengebieden verschillen, werden de gegevens van de twee havengebieden onderling vergeleken (tabel 12). De blootstelling aan alle gechlorideerde persistente stoffen (PCB's, p,p'-DDE en HCB) was significant hoger in de Gentse kanaalzone, terwijl bloed cadmium significant hoger lag in het Antwerpse havengebied.

Uit de biomonitoringscampagne bij pasgeborenen (gerapporteerd in juni 2005) bleek dat de gemiddelde gehalten aan vervuulende stoffen in navelstrengbloed van moeders uit de havengebieden een grote gelijkens vertoonden met die van de moeders uit de nabije stedelijke agglomeraties. Daarom werd er ook voor de jongeren een vergelijking gemaakt tussen de gemiddelde blootstelling in de twee havengebieden en hun respectievelijke agglomeraties. Ook de jongeren uit de

nabijgelegen de verbrandingsovens van Gent en Wilrijk werden opgenomen in de vergelijking.

**Tabel 12:** Vergelijking tussen de gemiddelde blootstelling in het Antwerps havengebied en de Gentse kanaalzone

	Antwerps havengebied	Gentse Kanaalzone	p-waarde (ANOVA)
Aantal jongeren	76	150	
PCB's	63	78	<0,001
p,p'-DDE	87	125	<0,001
HCB	20,4	22,3	0,03
lood	23,5	23,1	0,84
cadmium	0,46	0,32	0,01
PAK-merker	97	90	0,68
benzeen-merker	66	69	0,83

Kleurencodes: rood: significant hoger dan ander gebied.

Biomerkers: Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood ( $\mu\text{g/L}$ ), bloed cadmium ( $\mu\text{g/L}$ ), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in  $\mu\text{g/g}$  creatinine).

Correcties: Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

**Tabel 13:** Vergelijking tussen de gemiddelde blootstelling in het Antwerps havengebied, de Antwerpse agglomeratie en de verbrandingsoven Wilrijk

	Referentie- gemidd.	Antwerps havengebied	Antwerpse agglomeratie	Verbrandings- oven Wilrijk
Aantal jongeren	1581-1659	76	210	72
PCB's	68	63	62	60
p,p'-DDE	94	87	70	73
HCB	20,9	20,4	20,2	18,5
lood	21,7	23,5	24,6	27,2
cadmium	0,36	0,46	0,45	0,36
PAK-merker	88	97	84	81
benzeen-merker	72	66	73	78

Biomerkers: Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood ( $\mu\text{g/L}$ ), bloed cadmium ( $\mu\text{g/L}$ ), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in  $\mu\text{g/g}$  creatinine).

Correcties: Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

Alle blootstellingsmerkers waren zeer vergelijkbaar binnen de Antwerpse regio (**tabel 13**); er werden geen significante verschillen vastgesteld tussen de regio's onderling.

Binnen de Gentse regio's werden er wel significante verschillen gevonden (**tabel 14**): p',p'-DDE was significant hoger in de kanaalzone in vergelijking met het stedelijk gebied en in vergelijking met de regio rond de verbrandingsoven; cadmium was zowel in de Gentse kanaalzone als in de Gentse agglomeratie significant hoger dan in de buurt van de verbrandingsoven.

**Tabel 14:** *Vergelijking tussen de gemiddelde blootstelling in de Gentse kanaalzone, de Gentse agglomeratie en de verbrandingsoven Gent*

	Referentie-gemidd.	Gentse kanaalzone	Gentse agglomeratie	Verbrandingsoven Gent
<b>Aantal jongeren</b>	1581-1659	150	207	30
<b>PCB's</b>	68	78	76	73
<b>p,p'-DDE</b>	94	125 <sup>§,#</sup>	88	72
<b>HCB</b>	20,9	22,3	21,3	20,5
<b>lood</b>	21,7	23,1	20,6	18,2
<b>cadmium</b>	0,36	0,32 <sup>#</sup>	0,29 <sup>#</sup>	0,12
<b>PAK-merker</b>	88	90	102	115
<b>benzeen-merker</b>	72	69	72	59

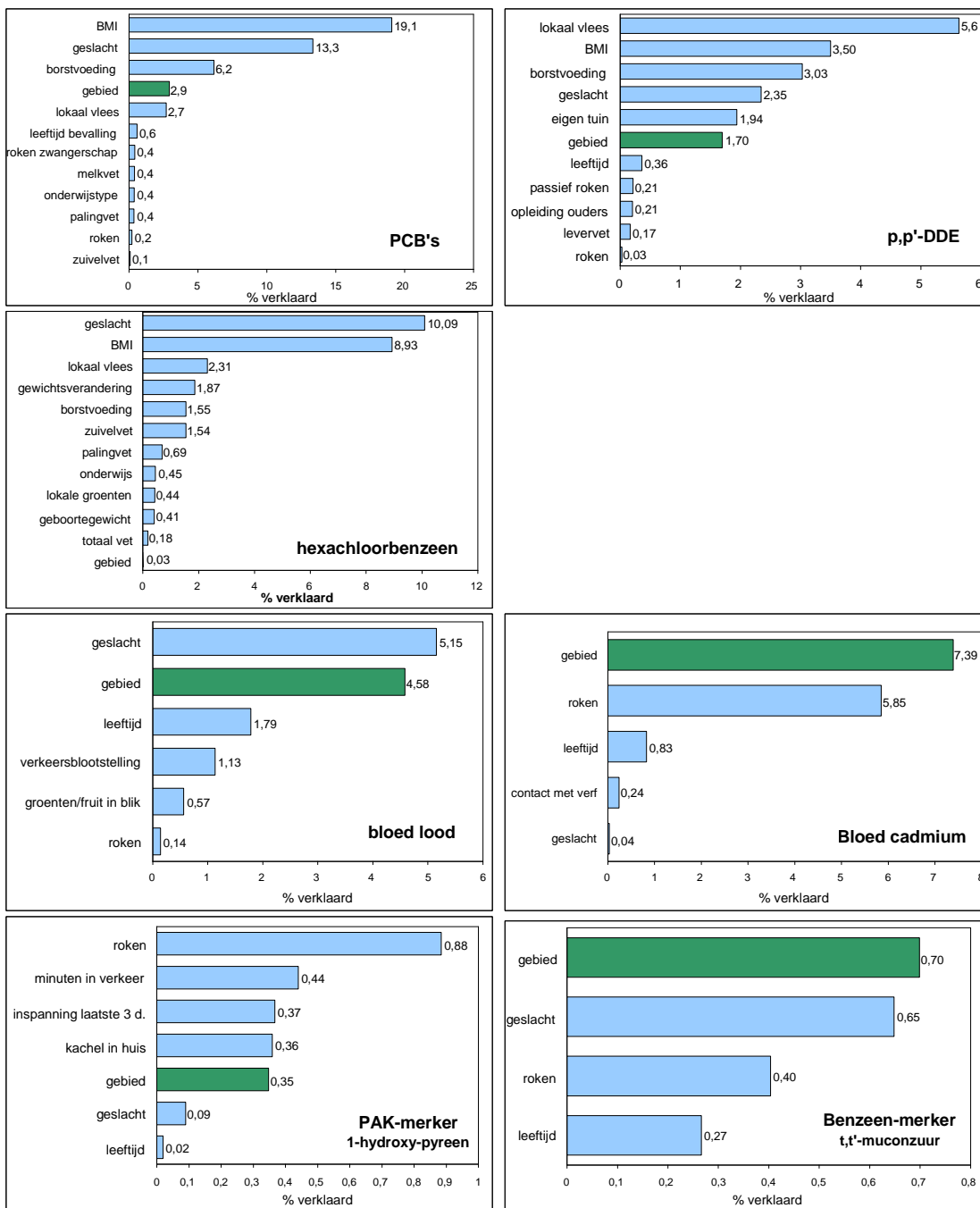
<sup>§</sup> significant hoger dan Gentse agglomeratie; <sup>#</sup> significant hoger dan verbrandingsoven.

Biomerkers: Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), HCB in serum (ng/g vet), bloed lood (µg/L), bloed cadmium (µg/L), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in µg/g creatinine).

Correcties: Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht en roken; PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

## **2.11 Welke onderzochte factoren bepalen de variabiliteit in blootstelling?**

Zoals eerder opgemerkt was de variabiliteit tussen de meetwaarden van alle deelnemers erg groot. In alle gebieden waren er jongeren met hoge en jongeren met lage meetwaarden van vervuilende stoffen in bloed en urine.



**Figuur 6:** Relatief aandeel van de verklarende variabelen voor blootstellingsmerkers (partiële  $R^2$  uit multiple regressie vergelijkingen)

Groen = aandeel van gebied; blauw = aandeel van verklarende factoren.

De variabiliteit tussen de meetwaarden kan te wijten zijn aan verschillen in tal van factoren zoals: rookgedrag, alcoholgebruik, voedingsgewoonten, mobiliteit, karakteristieken van de woning, opleiding, financiële situatie, maar ook aan erfelijkheid en verschillen in verwerking van stoffen in het lichaam (stofwisseling).

De antwoorden uit de vragenlijsten werden gebruikt om een beeld te krijgen van de belangrijkste externe factoren die de variabiliteit in de meetwaarden van de biomerkers zouden kunnen verklaren. In de vragenlijsten werd vooral gepeild naar invloedsfactoren die reeds gekend zijn uit andere gepubliceerde studies. Met behulp van statistische regressie identificeerden we de belangrijkste factoren. Aandachtsgebied, leeftijd, geslacht, roken (en BMI voor PCB's, p,p'-DDE en HCB) werden steeds in de regressieanalyse opgenomen als verklarende factoren. **Figuur 6** geeft een overzicht van de factoren die op statistisch significante wijze de variabiliteit tussen de gemeten waarden van iedere biomarker verklaarden.

Vooraf valt op te merken dat de staafdiagrammen niet weergeven hoe belangrijk een factor *in het algemeen* is voor de verklaring van het gehalte aan vervuilende stoffen in het bloed of de urine. Zo is bijvoorbeeld geweten dat het gehalte aan vetoplosbare toxische stoffen (zoals PCB's) toeneemt met de leeftijd. In deze studie was de leeftijdsrange zeer beperkt: alle deelnemers waren tussen 14 en 15 jaar oud. Daardoor is leeftijd geen belangrijke verklarende factor in deze studie. Hetzelfde geldt voor alle andere factoren: indien er niet veel variatie is in levensstijl, gedrag, voeding, ... dan zullen deze factoren een weinig belangrijke bijdrage leveren in de verklaring van de variabiliteit in meetwaarden. De grafieken zeggen dus iets over de variatie in blootstelling binnen de onderzochte groep.

In de jongerencampagne waren er een aantal factoren die de variatie in de gemeten gehalten aan verontreinigende stoffen konden verklaren. Geslacht was een belangrijke factor voor bijna alle biomerkers. Hierbij was het telkens zo dat jongens hogere gehalten hadden dan meisjes. Roken verhoogde de gehalten van cadmium en de PAK-merker. De inname van lokaal gekweekte voeding verhoogde de gehalten aan persistente chloorhoudende stoffen in het serum (PCB's, p,p'-DDE en HCB). Jongeren die als baby borstvoeding kregen, hadden hogere serumgehalten van chloorhoudende persistente stoffen. Dit laatste is echter geen reden om borstvoeding af te raden, omdat de positieve effecten van borstvoeding – zoals de stimulatie van het immuunsysteem, de affectieve band tussen moeder en kind – zwaarder doorwegen.

Indien de gebiedsvergelijking wordt uitgevoerd met correctie voor alle versturende factoren, blijven de verschillen met het referentiegemiddelde behouden voor PCB's, p,p'-DDE, lood en cadmium. Voor HCB zijn de gebiedsverschillen niet meer significant na correctie voor alle versturende factoren.

## 2.12 Vergelijking adolescentencampagne en pasgeborenen-campagne.

In **tabel 15** worden de gebiedsverschillen van de blootstellingsmerkers in navelstrengbloed van de pasgeborenen samengevat.

De gemiddelde serumwaarden voor de vetoplosbare persistente stoffen (PCB's, p,p'-DDE en HCB) bij de jongeren lagen dicht in de buurt van de waarden in navelstrengbloed bij de pasgeborenen. Dit is te verklaren door het feit dat vetoplosbare stoffen vrij gemakkelijk door de placenta gaan en omdat de waarden worden uitgedrukt per gram bloedvet. Navelstrengbloed bevat minder vetten, maar de hoeveelheid persistente toxische stoffen per hoeveelheid vet is ongeveer gelijk. Voor cadmium en lood werden hogere waarden gevonden bij de jongeren in vergelijking met de pasgeborenen. Dit was te verwachten omdat zware metalen – en dan vooral cadmium – moeilijk doorheen de placenta gaan en we dus lage waarden verwachten bij navelstrengbloed.

**Tabel 15:** *Overzicht van gebiedsverschillen in campagne pasgeborenen voor blootstellingsmerkers in navelstrengbloed (n=1195)*

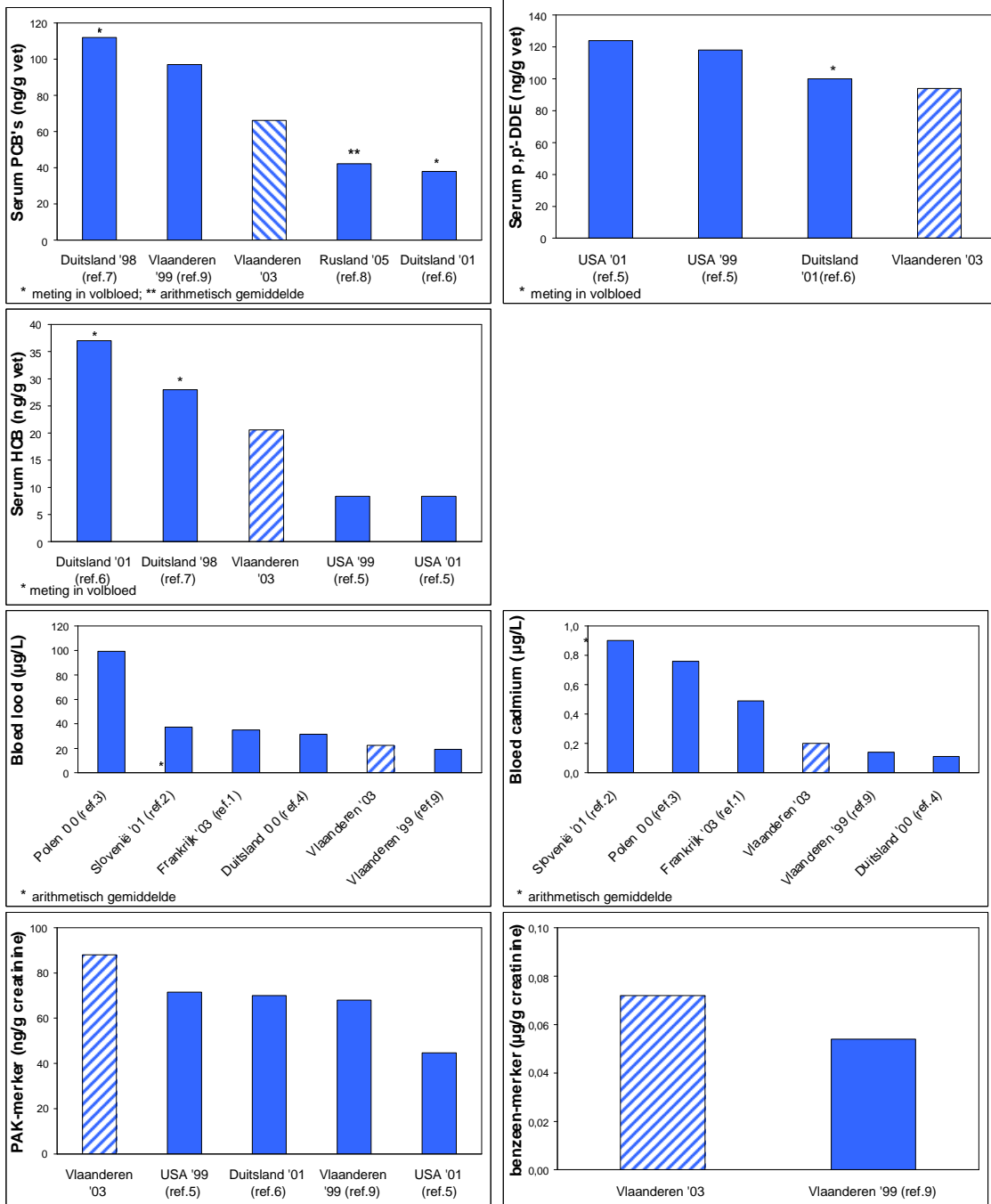
	REFERENTIE GEMIDDELDE	Antwerpse agglomeratie	Gentse agglomeratie	Fruit streek	Landelijk	Havens	Regio Olen	Albertkanaal zone	Menen+
PCB's	64,4 ng/g vet				!				
p,p'-DDE	110 ng/g vet				!			!	
HCB	18,9 ng/g vet				!				
lood	14,7 µg/L								
cadmium	0,21 µg/L								

Indien we de gebiedsverschillen bekijken, zien we een aantal gelijkenissen tussen de resultaten van de jongeren en die van de pasgeborenen. In de fruitstreek was de blootstelling aan alle gemeten toxische stoffen laag in beide studiegroepen. In het landelijk gebied werden bij de jongeren – net als bij de pasgeborenen – hoge waarden gevonden voor de vetoplosbare persistente stoffen (PCB's, p,p'-DDE en HCB), maar bij de jongeren lag ook cadmium significant boven het referentiegemiddelde. In het landelijk gebied en in de Albertkanaalzone werd bij de jongeren opnieuw een verhoogde DDE-blootstelling vastgesteld. Deze keer werden er ook verhoogde waarden voor p,p'-DDE gevonden in Olen (grenst aan Albertkanaal) en in de havengebieden. Bij de jongeren werd bevestigd dat de twee havengebieden – Antwerpse haven en Gentse kanaalzone – onderling sterk verschillen qua blootstellingsmerkers, en dat ze eigenlijk beter aansluiten bij hun respectievelijke agglomeratie. Het verbrandingsovergebied Menen vertoonde bij de pasgeborenen (n=24) talrijke

sterk verhoogde gebiedswaarden. Ook bij de jongeren (n=14) werd een hoge blootstelling aan vervuilende stoffen vastgesteld in Menen. Voor de stedelijke gebieden zijn er duidelijke verschillen tussen de pasgeborenen en de jongeren. Bij de pasgeborenen was de blootstelling in Gent laag, terwijl Antwerpen hoog scoorde voor PCB's en HCB. Bij de jongeren is Gent nog steeds laag voor de meeste merkers, behalve voor PCB's. In de Antwerpse agglomeratie worden geen verhoogde waarden voor vetoplosbare persistente stoffen gevonden bij de jongeren, maar de zware metalen (lood en cadmium) zijn wel significant verhoogd. Een directe verklaring voor dit verschil tussen de campagne van de moeders en pasgeborenen en de campagne van de adolescenten, is er niet. We konden dit niet toeschrijven aan verschillen in sociale klasse, vetinname of het feit dat er in de jongerencampagne ook jongens werden gerekruteerd.

### ***2.13 Vergelijking van de referentiegemiddelden met buitenlandse waarden***

De meetwaarden van de blootstellingsmerkers in bloed en urine van de Vlaamse jongeren kunnen vergeleken worden met vroegere studies in Vlaanderen of met buitenlandse studies (**figuur 7**). Bij de selectie zijn enkel studies bij jongeren (12 tot 17 jaar) uit Europese of Noord-Amerikaanse landen opgenomen, die gepubliceerd werden na 2000. De vergelijking met andere studies is slechts indicatief omdat er soms verschillende analysetechnieken werden gebruikt, of andere berekeningen werden uitgevoerd (gemiddelde vs. mediaan; gecorrigeerd of niet). Globaal gezien is de blootstelling aan de gemeten pollutanten gemiddeld tot matig hoog.



**Figuur 7:** Waarden uit huidige biomonitoringscampagne in vergelijking met andere studies

Waarden zijn geometrische gemiddelden tenzij anders aangeduid. Voor de omrekening  $\mu\text{g/L}$  PCB's, p,p'-DDE of HCB naar ng/g vet werd een gemiddeld serumvetgehalte van 500 mg/dL verondersteld.

Referentielijst: zie paragraaf 8 'Referenties en gebruikte begrippen'.

## **2.14 Vergelijking van referentiewaarden met internationale advieswaarden**

Voor de merkers die in het huidige biomonitoringsproject gemeten worden, bestaat er enkel voor bloed lood een advieswaarde die van toepassing is op jongeren. De wereldgezondheidsorganisatie (WHO) stelt dat waarden onder de 100 µg/L bloed lood veilig zijn voor de gezondheid van kinderen en volwassenen. Bij de onderzochte jongeren hadden 4 personen (0,2 % van de groep) een bloed loodwaarde boven de 100 µg/L. Wel moeten we erop wijzen dat in recente studies subtiele effecten op de cognitieve ontwikkeling gevonden werden bij bloed loodgehaltes lager dan 100 µg/L.

Voor bloed cadmium, de PAK-merker en de benzeen-merker beschikken we over referentiewaarden voor beroepsblootstelling, namelijk 2 µg cadmium/L, 2000 ng 1-hydroxy-pyreen/g creatinine en 500 µg t,t'-muconzuur/g creatinine. In de groep onderzochte jongeren had geen enkele deelnemer een bloed cadmiumwaarde boven deze referentie, bij 4 jongeren (0,2%) lag de PAK-merker boven de referentie en bij 56 (3,5%) lag de benzeen-merker boven de referentie. De richtlijn die voor beroepsblootgestelde personen geldt, biedt allicht niet voldoende bescherming voor de gezondheid van de algemene bevolking en voor jongeren. Er zijn momenteel geen richtwaarden of normen die gebaseerd zijn op gezondheidkundige informatie voor de algemene bevolking. Voor de gechloroerde persistente stoffen – PCB's, HCB en p,p'-DDE – zijn helemaal geen normen of richtlijnen beschikbaar.

## **2.15 Gezondheidseffecten**

### **2.15.1 Astma en allergie**

Uit de vragenlijsten van de jongeren werd het percentage astma, allergieën en infecties berekend. Astma en allergieën geven weer of er een (over)stimulatie is van het immuunsysteem; meer infecties wijzen op een onderdrukking van het immuunsysteem. De gemiddelde waarden voor alle gebieden samen (referentiegemiddelde) worden weergegeven in **tabel 16**.

Het voorkomen van astma en allergie verschilde niet significant tussen de regio's. De trends die bij de moeders van de pasgeborenen werden vastgesteld, namelijk hogere percentages van astma in de steden en lagere percentages van astma en dierenallergie in de landelijke gebieden en in Olen (*zie eindrapport pasgeborenen, juni 2005*), zijn ook aanwezig bij de jongeren, maar de verschillen tussen de regio's zijn niet statistisch significant (**figuur 8**).

**Tabel 16:** Referentiegemiddelde voor astma, allergie en infecties

<b>Merkers astma &amp; allergie</b>	<b>Aantal</b>	<b>Referentiegemiddelde (95% BI)</b>
% astma - diagnose door arts	1596	<b>8,8</b> (7,1-10,8)
% astma - huidig	1524	<b>11,1</b> (9,1-13,4)
% astma - ooit	1444	<b>25,3</b> (22,3-28,5)
% hooikoorts - diagnose door arts	1491	<b>22,8</b> (20,3-25,6)
% hooikoorts - ooit	1523	<b>50,3</b> (47,2-53,4)
% huidallergie	1416	<b>21,5</b> (18,9-24,3)
% voedselallergie	1376	<b>25,5</b> (22,7-28,5)
% allergie voor dieren, insecten of geneesmiddelen	1508	<b>10,8</b> (9,0-13,0)
% luchtweginfecties	1573	<b>10,6</b> (8,7-12,7)

Correcties: Astma, hooikoorts en luchtweginfecties werden gecorrigeerd voor roken; astma werd ook gecorrigeerd voor familiaal voorkomen van astma.

Definitie van variabelen: het voorkomen van astma of allergie bij een persoon werd gedefinieerd op basis van de antwoorden van de vragenlijsten:

- **astma - diagnose door arts:** indien positief geantwoord op vraag of persoon ooit astma had.

- **astma - huidig:** indien persoon in de afgelopen 12 maanden last had van één van de volgende klachten: astma aanval, gebruik van geneesmiddelen tegen astma, wakker worden door aanval van kortademigheid of piepen/fluiten in de borstkas, last van piepen of fluiten in de borstkas gecombineerd met kortademigheid buiten een periode van verkoudheid, beklemming of piepende ademhaling tijdens gewone dagelijkse activiteiten.

- **astma - ooit:** diagnose door arts of huidig astma.

- **hooikoorts - diagnose door arts:** indien positief geantwoord op vraag of persoon ooit enige vorm van hooikoorts of neusallergie had.

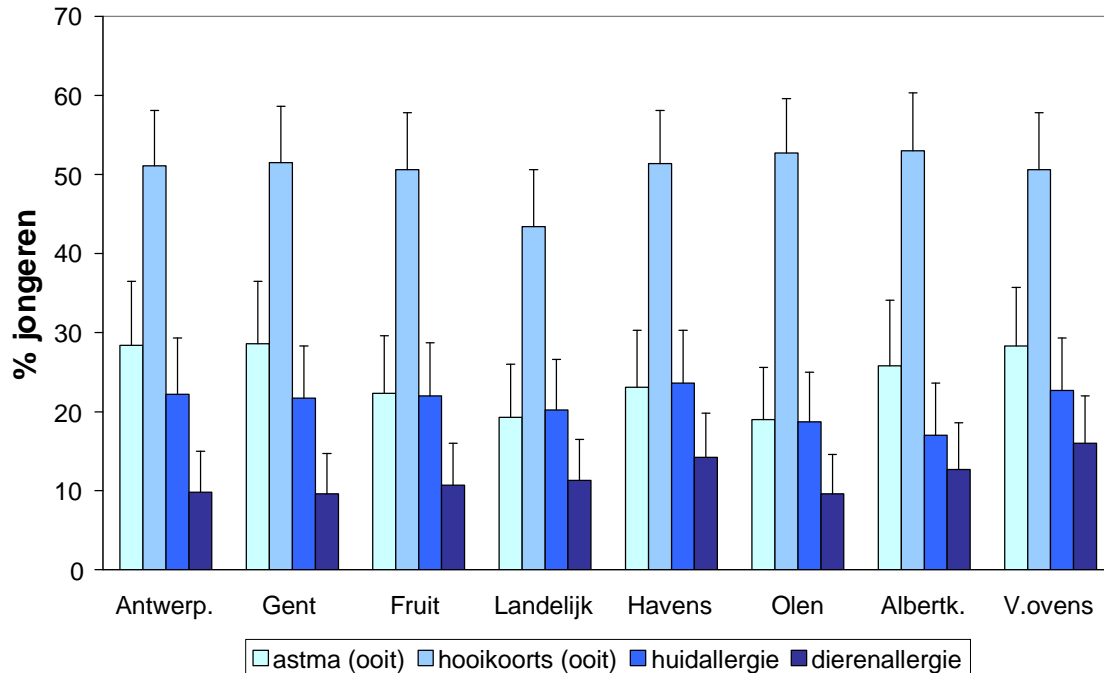
- **hooikoorts - ooit:** indien positief geantwoord op vraag of persoon ooit enige vorm van hooikoorts of neusallergie had of indien persoon in de laatste 12 maanden medicatie nam tegen hooikoorts of neusklachten.

- **huidallergie:** indien allergie of eczeem na contact met metaal, verzorgingsproducten, huishoudproducten of onderhoudsproducten.

- **dierenallergie:** indien allergie of eczeem na contact met huisdier

- **allergie voor dieren, insecten of geneesmiddelen:** indien allergie of eczeem na contact met voedingsmiddelen, insectenbeten of geneesmiddelen.

- **luchtweginfecties:** indien persoon in het afgelopen jaar meer dan drie maal een ontsteking van de neus (sinusitis) of luchtwegen (bronchitis) of verkoudheid had.



**Figuur 8:** *Percentage jongeren met astma, hooikoorts, huidallergie en dierenallergie in de acht aandachtsgebieden*

Correcties: Astma werd gecorrigeerd voor roken en familiaal voorkomen van astma; hooikoorts werd gecorrigeerd voor roken.

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, havengebieden van Gent en Antwerpen, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

## 2.15.2 Hormonen en puberteitsontwikkeling

Bij alle jongeren werden schildklierhormonen gemeten, en bij de jongens werden geslachtshormonen gemeten in het bloed. De gemiddelde waarden voor de totale groep worden gegeven in **tabel 17**. Aangezien jongeren van 14-15 jaar oud reeds in de eindfase van de puberteit zitten, werd voor testosteron en vrij testosteron het percentage jongens berekend dat de ondergrens van de normale range voor volwassenen reeds heeft bereikt (**tabel 17**).

Bij vergelijking van de gemiddelde hormoonwaarden van de individuele gebieden met het referentiegemiddelde, werd een significant lagere waarde voor T3 vastgesteld in het gebied verbrandingsovens; testosteron, vrij testosteron en aromatase waren significant verlaagd in de Albertkanaalzone.

**Tabel 17:** Referentiegemiddelde voor endocriene merkers

	<b>Aantal</b>	<b>Gemiddelde (95% BI)</b>	<b>P<sub>10</sub></b>	<b>P<sub>90</sub></b>
<b>Schildklierhormonen</b>				
<b>TSH</b> (mIU/L)	1534	<b>2,23</b> (2,15-2,30)	<b>1,08</b>	<b>3,58</b>
<b>T4</b> (ng/dL)	1534	<b>1,25</b> (1,23-1,28)	<b>1,06</b>	<b>1,45</b>
<b>T3</b> (pg/ml)	1533	<b>3,89</b> (3,85-3,93)	<b>3,40</b>	<b>4,56</b>
<b>Ratio T3 / T4</b>	1533	<b>3,15</b> (3,12-3,19)	<b>2,64</b>	<b>3,85</b>
<b>Geslachtshormonen (enkel bij jongens)</b>				
<b>Testosteron</b> (ng/dL)	814	<b>401</b> (386-417)	<b>158</b>	<b>587</b>
<b>% met testosteron &gt; 321 ng/dL</b>	814	<b>75,0 %</b> (70,1-79,3)	-	-
<b>Vrij testosteron</b> (ng/dL)	814	<b>8,7</b> (8,3-9,1)	<b>3,1</b>	<b>13,4</b>
<b>% met vrij testosteron &gt; 6 ng/dL</b>	814	<b>77,8 %</b> (73,0-81,9)	-	-
<b>Oestradiol</b> (pg/ml)	814	<b>15,1</b> (14,7-15,5)	<b>10,4</b>	<b>20,7</b>
<b>Vrij oestradiol</b> (pg/ml)	814	<b>0,27</b> (0,26-0,28)	<b>0,17</b>	<b>0,39</b>
<b>Aromatase</b>	814	<b>25,2</b> (24,4-26,0)	<b>13,4</b>	<b>34,3</b>
<b>LH</b> (IU/ml)	811	<b>2,78</b> (2,64-2,92)	<b>1,33</b>	<b>5,02</b>
<b>SHBG</b> (nmol/L)	814	<b>29,3</b> (28,0-30,7)	<b>19,3</b>	<b>59,5</b>

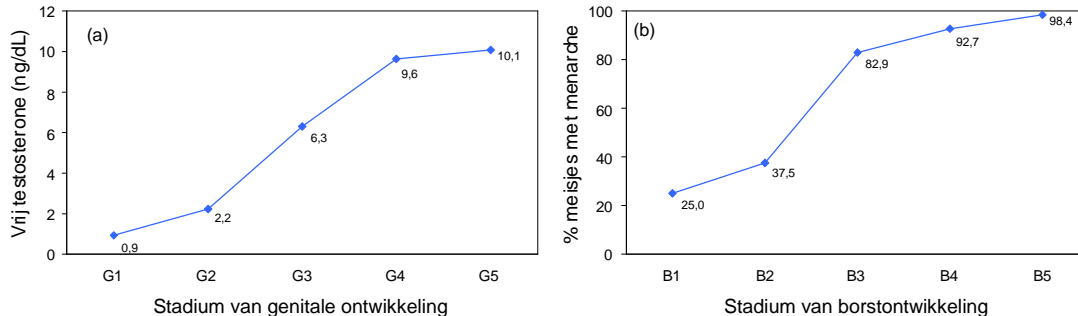
*P<sub>10</sub>: 10<sup>e</sup> percentiel; P<sub>90</sub>: 90<sup>e</sup> percentiel.*

*T4: thyroxine; T3: Trijodothyronine; Aromatase: ratio testosteron / oestradiol; LH: luteïniserend hormoon; SHBG: sex-hormone binding globulin*

*Correcties: TSH, T3, T4 en T3/T4 werden gecorrigeerd voor geslacht, leeftijd, BMI en voorkomen van ziekten in de laatste 14 dagen. Alle geslachtshormonen werden gecorrigeerd voor leeftijd, roken, BMI. Testosteron, vrij testosteron, oestradiol, vrij oestradiol en aromatase werden ook gecorrigeerd voor het uur van de bloedname. SHBG werd ook gecorrigeerd voor de vraag of de persoon nuchter was.*

Op basis van de gegevens van het CLB kon voor 767 jongens en 636 meisjes de seksuele ontwikkeling worden gemeten. De puberteitsontwikkeling werd door de schoolarts beoordeeld volgens een internationaal score-systeem van Marschall en Tanner, op een schaal van 1 (start van puberteit) tot 5 (volwassen stadium). Bij jongens werden genitale ontwikkeling (G)(ontwikkeling van de geslachtsdelen) en pubisbehaving (P)(behaving van de schaamstreek) gemeten; bij meisjes werden borstontwikkeling (B) en pubisbehaving (P)(behaving van de schaamstreek) beoordeeld. De metingen maken deel uit van de standaardprocedures die worden uitgevoerd door de schoolarts.

De betrouwbaarheid van de waarnemingen die werden verricht door de CLB's inzake puberteitsontwikkeling wordt bevestigd door de goede overeenkomst tussen de gegevens uit de vragenlijst van de jongeren en de gemeten hormonale waarden enerzijds en de stadia zoals die bij het laatste CLB onderzoek werden beschreven anderzijds. Twee voorbeelden<sup>1</sup> hiervan worden gegeven in **figuur 9**.



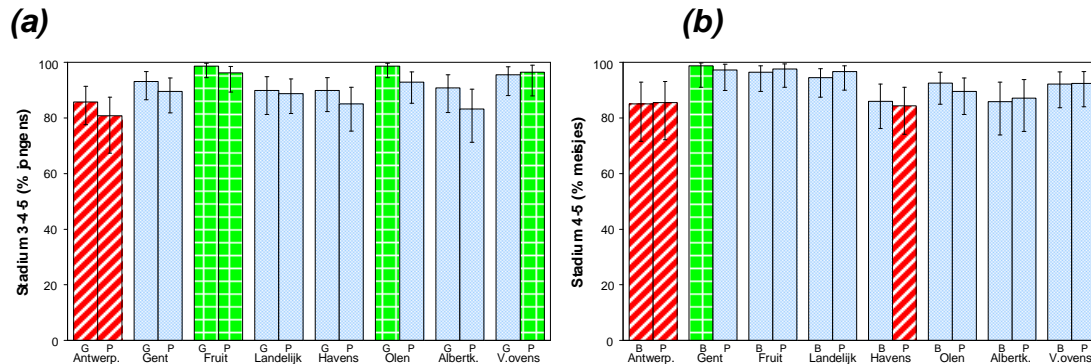
**Figuur 9:** Verband (a) tussen stadium van genitale ontwikkeling en vrij testosteron bij jongens en (b) tussen borstontwikkeling en menarche (start van maandstonden) bij meisjes

Omdat jongens trager tot seksuele ontwikkeling komen dan meisjes en omdat het onderscheid tussen stadia 2 en 3 met meer betrouwbaarheid kan gemaakt worden dan het onderscheid tussen stadia 3 en 4, werd voor de jongens het percentage weergegeven waarbij de genitale ontwikkeling of pubisbehaving reeds stadium 3, 4 of 5 bereikt had. In de totale groep had 92,2% van de jongens stadium 3, 4 of 5 van de genitale ontwikkeling bereikt en 87,9% had stadium 3, 4 of 5 van de pubisbehaving bereikt. Een statistisch significante achterstand werd waargenomen voor de Antwerpse agglomeratie (**figuur 10a**). De waarden voor geslachtshormonen gemeten bij de jongens zijn niet in tegenstrijd met de waarnemingen gedaan inzake puberteitsontwikkeling.

Omdat meisjes vroeger tot seksuele ontwikkeling komen dan jongens, werd voor de meisjes het percentage weergegeven waarbij de borstontwikkeling en de pubisbehaving reeds stadium 4 of 5 bereikt hadden. In de totale groep had 85,9%

<sup>1</sup> De overige figuren zijn te vinden in de bijlagen bij het rapport op de website van het Steunpunt Milieu en Gezondheid ([www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be)).

van de meisjes stadium 4 of 5 van de borstontwikkeling bereikt en 87,1% had stadium 4 of 5 van de pubisbeharing bereikt. In vergelijking met deze gemiddelde waarden was het percentage meisjes dat stadium 4 of 5 had bereikt significant lager in de Antwerpse agglomeratie en in de havengebieden, vooral in het Antwerpse havengebied (**figuur 10b**).



**Figuur 10:** Gebiedsvergelijking van de puberteitsontwikkeling bij (a) jongens en (b) meisjes

Alle puberteitsstadia werden gecorrigeerd voor leeftijd en BMI (op moment van CLB onderzoek); puberteitsstadia bij meisjes werden ook gecorrigeerd voor pilgebruik.

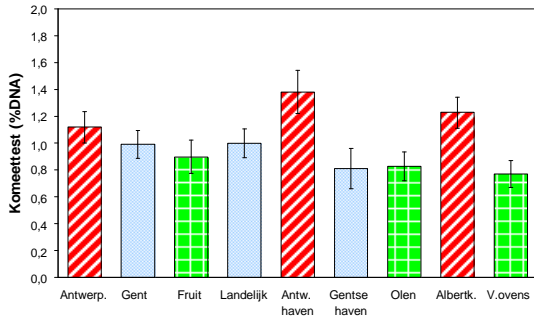
Symbolen: (a) jongens: G = genitale ontwikkeling; P = pubisbeharing; (b) meisjes: B = borstontwikkeling; P = pubisbeharing.

Kleurencodes: rood gearceerd: significant verhoogd t.o.v. referentiegemiddelde; groen geruit: significant verlaagd; blauw: geen verschil met het referentiegemiddelde.

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, havens, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

### 2.15.3 DNA-schade: de komeetttest

De komeetttest geeft aan hoeveel procent van het DNA (erfelijk materiaal) beschadigd werd en is dus een maat voor de druk op het DNA. Deze schade kan nog hersteld worden. De test werd slechts uitgevoerd bij een subgroep van de deelnemers (n=450). Gemiddeld was er, na correctie voor geslacht en roken, 1,03% DNA schade. Deze lage waarde was te verwachten omdat het om jonge, gezonde deelnemers gaat. Toch bleken er significante streekverschillen te bestaan. Hogere waarden werden gevonden in Antwerpen, de Antwerpse haven en in de Albertkanaalzone (**figuur 11**).



**Figuur 11:** Gebiedsvergelijking voor de komeetttest

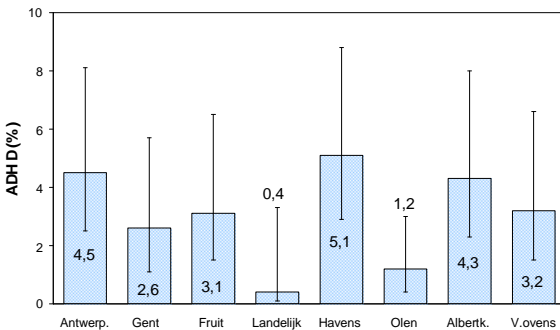
De komeetttest werd gecorrigeerd voor geslacht en roken.

Kleurencodes: **rood gearceerd:** significant verhoogd t.o.v. referentiegemiddelde; **groen geruit:** significant verlaagd; **blauw:** geen verschil met het referentiegemiddelde.

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, Antwerpse haven, Gentse haven, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

## 2.15.4 ADHD

Bij 2,7% van de totale groep antwoordden de ouders dat hun kind ADHD had of dat door een arts ooit hyperactiviteit of hyperkinetiek werd vastgesteld. De waarden lagen laag maar zijn wellicht moeilijk te vergelijken met deze uit het buitenland. Wel werden gebiedsverschillen waargenomen, maar alhoewel deze tussen sommige gebieden afzonderlijk wel significant waren, bleken deze globaal niet statistisch significant (**Figuur 12**).



**Figuur 12:** Gebiedsvergelijking voor de frequentie van ADHD

Percentage ADHD werd gecorrigeerd voor geslacht en voor roken van de moeder tijdens de zwangerschap.

Kleurencodes: **rood gearceerd:** significant verhoogd t.o.v. referentiegemiddelde; **groen geruit:** significant verlaagd; **blauw:** geen verschil met het referentiegemiddelde.

Volgorde van de gebieden in x-as: Antwerpse agglomeratie, Gentse agglomeratie, fruitstreek, landelijke gebieden, Antwerpse haven, Gentse haven,, regio Olen, Albertkanaalzone en verbrandingsovens.

## 2.16 Relaties tussen blootstelling en gezondheidseffecten

Alhoewel de gemeten inwendige concentraties aan polluenten vrij laag zijn t.o.v. inwendige concentraties zoals die in het verleden bij professioneel blootgestelde arbeiders konden gevonden worden, zijn toch significante verbanden gevonden tussen de inwendige concentraties van polluenten en biologische of gezondheidseffecten.

**Lood** bleek een positief verband te vertonen met DNA-schade gemeten met de komeetttest (**figuur 13a**) en bleek ook geassocieerd met een vertraging van de seksuele ontwikkeling bij meisjes m.b.t. pubisbeheading (**figuur 13b**). Meisjes met pubisbeheading stadium 4 of 5 hadden een gemiddelde loodconcentratie van 17,4 µg/L, terwijl deze die dit stadium nog niet bereikt hadden een hogere loodconcentratie van 21,4 µg/L vertoonden ( $p=0,024$ ). Lood bleek een negatieve correlatie te vertonen met infecties van de luchtwegen.

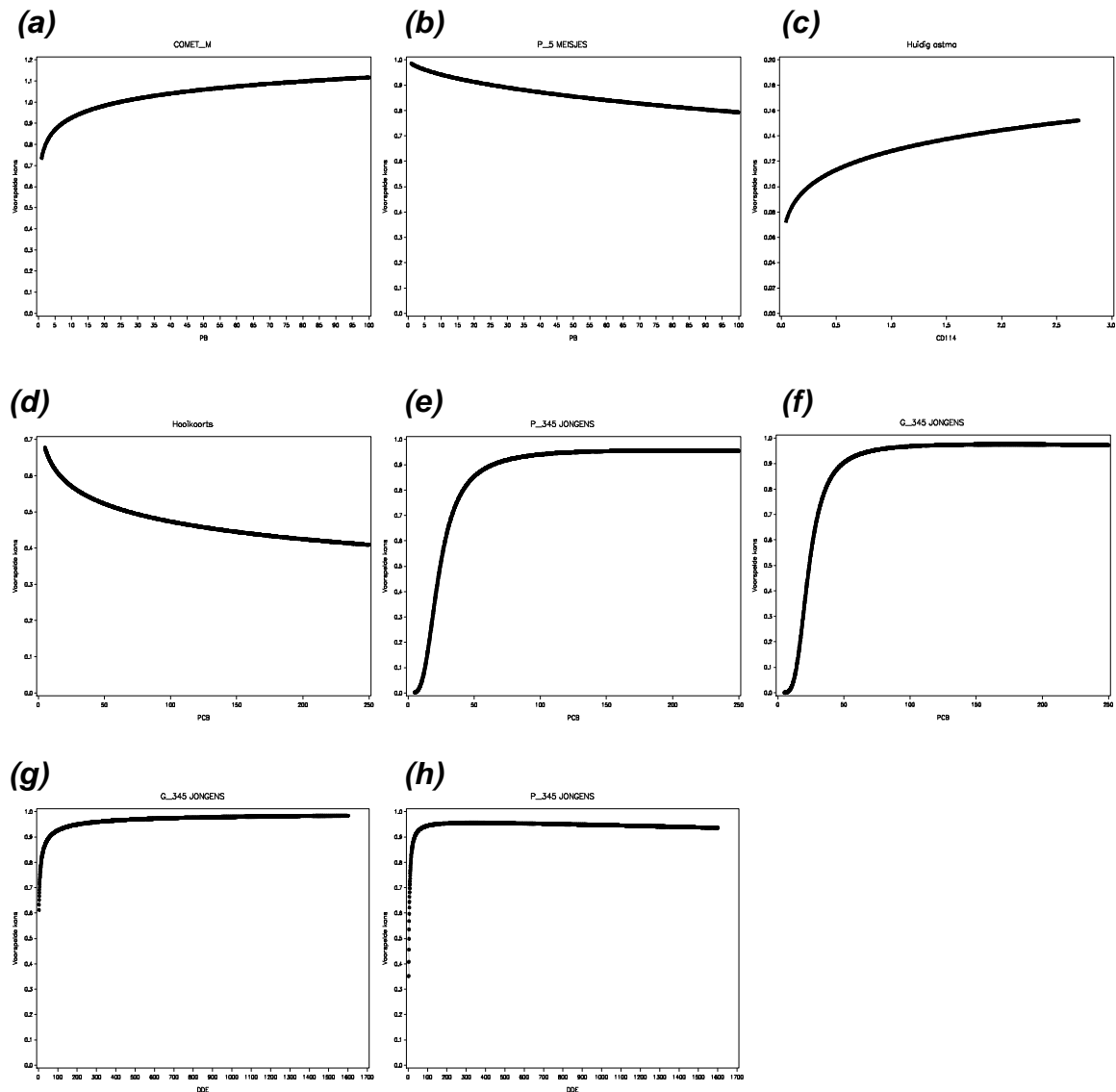
**Cadmium**concentraties in het bloed vertoonden een positieve associatie met astma (**figuur 13c**). Jongeren die aan astma leden hebben hogere bloedcadmiumspiegels (0,42 µg/L) dan andere (0,33 µg/L) ( $p=0,11$ ). Jongeren die ooit aan astma leden hebben hogere bloedcadmiumconcentraties (0,39 µg/L) dan andere (0,33 µg/L) ( $p=0,015$ ).

**Hexachloorbenzeen** vertoonde een positief verband met het mannelijk geslachtshormoon testosteron en met puberteitsontwikkeling bij jongens. Jongens die pubisbeheading stadium 1 of 2 vertoonden, hadden een geometrisch gemiddelde HCB-concentratie van 20,2 ng/g vet, terwijl deze die stadia 3, 4 of 5 bereikt hadden een geometrisch gemiddelde concentratie van 23,4 ng/g vet vertoonden ( $p<0,001$ ). Analoog hebben jongens die wat genitale ontwikkeling betreft stadium 1 of 2 vertonen, een HCB-concentratie van 20,8 ng/g vet, terwijl deze die stadia 3, 4 of 5 bereikt hebben een gemiddelde HCB-concentratie van 23,2 ng/g vet vertoonden ( $p=0,008$ ).

**PCB**-concentraties bleken negatief gecorreleerd te zijn met hooikoorts (**figuur 13d**). PCB concentraties vertoonden een positieve correlatie met testosteron concentraties en met seksuele ontwikkeling in termen van pubisbeheading en genitale ontwikkeling (**figuur 13e-f**). Jongens in de vroegste stadia van pubisbeheading (1 of 2) hadden een gemiddelde PCB-concentratie van 68,4 ng/g vet, terwijl deze die reeds stadia 3, 4 of 5 bereikten, een gemiddelde concentratie van 81,2 ng/g vet hadden ( $p=0,002$ ). Analoog hadden jongens die wat genitale ontwikkeling betreft stadium 1 of 2 vertoonden, een PCB-concentratie van 67,7 ng/g vet, terwijl deze die stadia 3, 4 of 5 bereikt hadden een gemiddelde PCB-concentratie van 80,6 ng/g vet vertoonden ( $p=0,005$ ).

**P,p'-DDE**-concentraties vertoonden een positieve correlatie met seksuele maturatie bij jongens (**figuur 13g-h**). Jongens die pubisbeheading stadium 1,2 of 3 vertoonden, hadden een gemiddelde p,p'-DDE-concentratie van 109 ng/g vet,

terwijl deze die stadia 3, 4 of 5 bereikt hadden een gemiddelde concentratie van 136 ng/g vet vertoonden ( $p < 0,001$ ). Analoog hadden jongens die wat genitale ontwikkeling betreft stadium 1, 2 of 3 vertoonden, een p,p'-DDE-concentratie van 101 ng/g vet, terwijl deze die stadia 4 of 5 bereikt hadden een gemiddelde p,p'-DDE-concentratie van 140 ng/g vet vertoonden ( $p < 0,001$ ).



**Figuur 13:** Relaties tussen blootstelling en effect. De grafieken geven de berekende regressielijn voor de relatie tussen (a) bloed lood en komeetttest; (b) bloed lood en kans op pubisbehaarung 4 of 5 bij meisjes; (c) bloed cadmium en kans op astma; (d) serum PCB's en kans op hooikoorts; (e) serum PCB's en kans op pubisbehaarung 3, 4 of 5 bij jongens; (f) serum PCB's en kans op genitale ontwikkeling 3, 4 of 5 bij jongens; (g) serum p,p'-DDE en kans op genitale ontwikkeling 3, 4 of 5 bij jongens; (h) serum p,p'-DDE en kans op pubisbehaarung 3, 4 of 5 bij jongens.

Tot slot zijn er nog een belangrijke kanttekening te maken bij de blootstelling-effect relaties. Het feit dat er verbanden werden gevonden, betekent niet noodzakelijk dat er een oorzakelijke relatie is tussen blootstelling en effect. Er werden slechts een beperkt aantal pollutanten gemeten. Mogelijk zijn zij een indicator voor andere stoffen, mengsels van andere stoffen of andere factoren in het milieu.

## **2.17 Wat denken jongeren over Milieu en Gezondheid?**

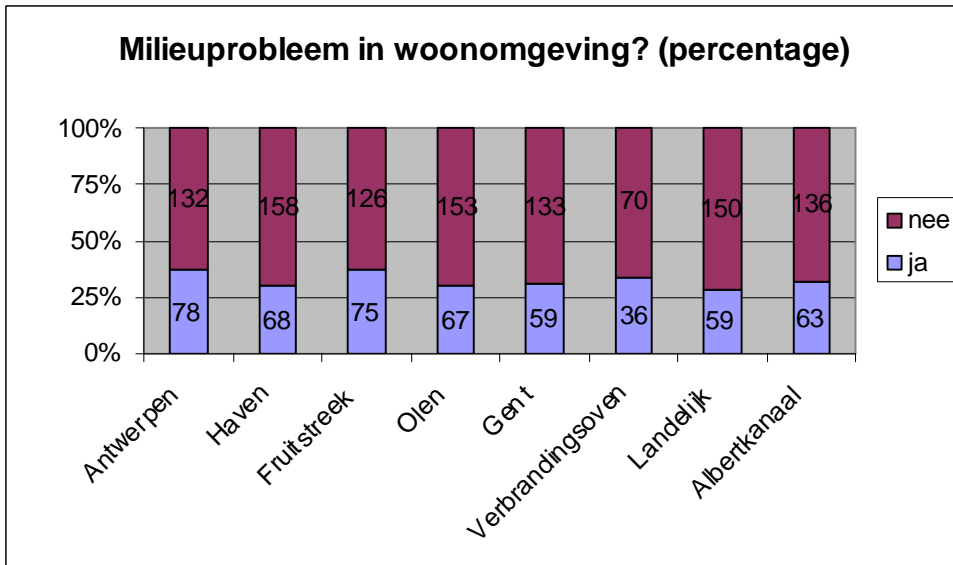
In de vragenlijst in te vullen door de deelnemende jongeren stelden we ook een aantal vragen naar hun mening over het thema 'Gezondheid en milieu'. We vergelijken de resultaten met die van de moeders van pasgeborenen in vorige biomonitoringscampagne. Volgende items kwamen aan bod:

### **Lokale milieuproblemen?**

Tweederde van de jongeren (68%) gaf aan dat er zich geen milieuprobleem stelt in de eigen woonomgeving, terwijl een derde (32%) wel een milieuprobleem aangaf. Dit verschilt van de resultaten bij de moeders van pasgeborenen in de vorige campagne: ruim de helft van de moeders (58%) antwoordde dat er zich geen milieuprobleem stelt in de eigen woonomgeving, terwijl ruim een derde (36%) wel een milieuprobleem aangaf (6% geen antwoord). Kijken we naar de verschillende aandachtsgebieden, dan zien we bij de jongeren geen duidelijke verschillen in de verhouding tussen ja- en neen-antwoorden.

### **Milieuprobleem in woonomgeving? (percentages)**

Bij de moeders van pasgeborenen zagen we wel duidelijke verschillen per gebied: vooral in landelijk gebied en in de fruitstreek werd minder vaak door moeders aangegeven dat er sprake was van een milieuprobleem. Ook werden door moeders van pasgeborenen met een hoger opleidingsniveau meer milieuproblemen gesignaleerd; bij de jongeren geven vooral leerlingen van BSO en TSO vaker milieuproblemen aan. We zien geen onderscheid tussen jongens en meisjes. Van de jongeren die in de verschillende meetgebieden aangaven dat er sprake was van een milieuprobleem (32%), was minder dan de helft (44%) ook ongerust over de gezondheidsrisico's die daarmee kunnen samengaan. Bij de moeders lag dat percentage duidelijk hoger (78%). Het merendeel van de jongeren die aangaven dat er een milieuprobleem was, noemde vervolgens ook daadwerkelijk een specifiek milieuprobleem bij naam. Voor een belangrijk deel wordt verwezen naar luchtvervuiling en naar uitlaatgassen. Wanneer men een bron van vervuiling noemt, dan wordt opvallend vaak naar bedrijven gewezen. Een zelfde beeld zagen we bij de moeders van pasgeborenen.



**Figuur 14:** *Is er een milieuprobleem in uw woonomgeving? Staafdiagram procent jongeren die ja of neen antwoordden. In de staafjes staan de absolute aantallen van jongeren die geantwoord hebben. Totaal 1563 jongeren.*

### **Gezondheidsklachten door milieuproblemen?**

Slechts een klein deel van de jongeren (13,7%) is ongerust over gezondheidsrisico's naar aanleiding van milieuproblemen; bij de moeders van pasgeborenen was dit ruim een kwart. Slechts een klein aantal jongeren (ruim 3,4%; bij de moeders van pasgeborenen was dit 5%) legde daadwerkelijk een verband tussen gezondheidsklachten die ze hadden en specifieke milieuproblemen. Een reden hiervoor zou kunnen zijn dat een verband tussen milieuvervuiling en gezondheidsklachten niet eenvoudig te leggen is: het gaat om een zeer complexe problematiek. Wie de gezondheidsklachten benoemde, verwees onder andere naar luchtwegproblemen (in relatie met milieuvervuiling). Vergeleken met de moeders van pasgeborenen werd door de jongeren een iets grotere verscheidenheid aan stressgerelateerde klachten genoemd.

### **Informatie over milieuproblemen en vertrouwen**

We zien duidelijk een verschil in vertrouwen tussen de meest vertrouwde informatiekanalen met betrekking tot informatie over milieuproblemen (wetenschappers, milieuorganisaties en huisartsen) en de kanalen waarmee de jongeren meest ervaring hebben (algemene en lokale of regionale media) en die men ook noodzakelijk acht (gemeentebestuur en lokale of regionale media). Kanalen, waar ze in het verleden het meeste informatie van ontvingen (algemene en regionale media), worden niet als meest vertrouwenwekkend gezien, maar worden wel noodzakelijk beschouwd voor informatieverschaffing. Het meest noodzakelijk geachte kanaal, het gemeentebestuur, scoort bij de jongeren matig op vertrouwen. We zien hierbij geen grote verschillen met de moeders van

pasgeborenen. Opvallend is wel dat bij de jongeren, specifieke jongerenorganisaties opvallend laag scoren op vertrouwen.

### **Wie moet instaan voor oplossen milieuproblemen?**

De meeste jongeren zijn van mening dat de veroorzaker van het aanwezige milieuprobleem moet instaan voor een oplossing. De overheid werd duidelijk als tweede verantwoordelijke gezien. Hetzelfde beeld zagen we bij de moeders van pasgeborenen.

### **Betrokkenheid burgers bij milieubeleid**

Opvallend is de paradox tussen de lage eigen bereidheid aan inspraak deel te nemen (26 % van alle jongeren), en het belang dat de jongeren toch ruimschoots hechten aan betrokkenheid van de bevolking bij milieubeleid. Ruim 90% van de jongeren vond betrokkenheid wenselijk. Bij de moeders van pasgeborenen zagen we een vergelijkbare paradox (12,5% wil individueel deelnemen, 80% vindt betrokkenheid van de bevolking wenselijk). Opvallend verschil met de moeders is wel dat jongeren minder voorkeur lijken te geven aan meer interactieve vormen van betrokkenheid zoals bijvoorbeeld een werkgroep. Het ruime belang dat de bevraagde jongeren hechten aan betrokkenheid van de bevolking vertaalt zich (als het over invloed gaat) in eindverantwoordelijkheid voor de overheid, die rekening moet houden met de stem van de bevolking. Inspraak zonder enige vorm van invloed wordt duidelijk niet verkozen. Dit stemt overeen met de voorkeur van de moeders van pasgeborenen.

### **Deelname aan verder perceptieonderzoek**

De groep jongeren, bereid tot deelname aan verder perceptieonderzoek (54%), is iets groter dan de groep die niet aan verder onderzoek wil deelnemen (39%). Bij de moeders van pasgeborenen was dit omgekeerd: respectievelijk 41,8% en 49,2%. Van de jongeren die aangaven niet deel te willen nemen aan verder onderzoek gaf het merendeel hiervoor als reden te weinig tijd te hebben, een reactie die we ook bij de moeders noteerden in de vorige meetcampagne.

## ***2.18 Hoe verliep de samenwerking met de scholen?***

Over het algemeen stonden de meeste scholen positief tegenover het onderzoek zoals het nu heeft plaatsgevonden. Op één school was er een probleem met de communicatie tussen directie, die de medewerking toezegde, en het secretariaat dat voor de rekrutering van de leerlingen en de praktische regelingen instond. Bovendien was de doelgroep in deze school moeilijk te motiveren. De meeste scholen stonden welwillend tegenover samenwerking in de toekomst mits de administratieve kant beperkt kan blijven.

### **3 WAT NU?**

Het is duidelijk dat het niet bij meten alleen mag blijven. De meetcampagnes hebben vooral als doel een concrete basis te leggen voor een aangepast en efficiënt beleid op het vlak van milieu en gezondheid. Zij kunnen bovendien bijdragen tot de evaluatie van het lopende beleid en aantonen waar bijstellingen nodig zijn.

Om dit te kunnen doen, moeten we de gegevens verder opvolgen. De verkregen meetgegevens geven op zich immers weinig directe informatie over de mogelijke oorzaken van de gevonden afwijkingen. Ze laten bijgevolg slechts in geringe mate toe om onmiddellijk concrete beleidsmaatregelen voor te stellen.

Om de resultaten op een onderbouwde, afgewogen en transparante wijze te kunnen vertalen in een beleidsreactie, heeft het Steunpunt in nauwe samenwerking met de Vlaamse Administraties voor Leefmilieu en voor Gezondheidszorg een faseplan voor een concrete en gecoördineerde aanpak uitgewerkt. Dit faseplan moet toelaten de ernst van de gevonden signalen te evalueren, prioriteiten te leggen, de oorzaken op te sporen en een beleid met gerichte acties uit te werken.

## **4 WELKE RESULTATEN KOMEN NOG?**

Dit rapport omvat de belangrijkste bevindingen van de meetcampagne van de jongeren. De gegevens van deze campagne zijn echter zeer omvangrijk. In de toekomst zullen de gegevens nog verder worden geanalyseerd. Ze zullen ongetwijfeld nog meer informatie aanreiken over de relatie tussen milieu en gezondheid. Aanvullende resultaten zullen kenbaar gemaakt worden via de website en wetenschappelijke publicaties.

Binnen het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma werden ook 1200 pasgeborenen gescreend in dezelfde gebieden als de jongeren. Deze resultaten werden gerapporteerd in juni 2005 en zijn na te lezen op de website: [www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be). Een subgroep van de pasgeborenen wordt nog opgevolgd tot de leeftijd van 3 jaar om de relatie tussen milieu en allergie enerzijds (170 kinderen) en de relatie tussen milieu en neurologische ontwikkeling anderzijds (210 kinderen) meer in detail te bestuderen. De resultaten van deze opvolgstudies zijn te verwachten tegen eind 2006 of aanvang 2007.

Binnen het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma werden ook 1600 volwassenen (50-65 jaar) gescreend in dezelfde gebieden als de pasgeborenen en jongeren. De resultaten van de meetcampagne bij de volwassenen zullen eind 2006 bekend gemaakt worden.

## 5 MEER INFORMATIE NODIG?

U kan meer gedetailleerde informatie vinden over de gemeten biomerkers en de regionale verschillen op onze website: [www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be). Hebt u vragen omtrent de resultaten, milieu en blootstelling aan giftige stoffen uit het milieu dan kan u zich informeren bij één van de regionale medisch milieukundigen ([www.mmk.be](http://www.mmk.be)). De contactgegevens vindt u in onderstaande lijst.

Gemeenten	Naam	Telefoon	Mail
Antwerpen	Herlinde Smet	0494/52.30.52.	<a href="mailto:mmk.herlindesmet@skynet.be">mmk.herlindesmet@skynet.be</a>
Stabroek	Chris Van den Eede	0496/52.01.67.	<a href="mailto:mmk.chrisvandeneede@skynet.be">mmk.chrisvandeneede@skynet.be</a>
Brugge, Damme, Zuienkerke, Knesselare, Zomergem, Kaprijke, Sint-Laureins, Eeklo, Evergem	Dieter Vanparys	050/55.10.34. 0494/52.30.54.	<a href="mailto:mmk.dietervanparys@skynet.be">mmk.dietervanparys@skynet.be</a>
Diksmuide, Vleteren, Lo-Reninge, Heuvelland, Mesen, Houthulst, Bredene, Oostende, Koekelare	Stefanie Vanhoutte	051/50.53.69. 0494/52.30.53.	<a href="mailto:mmk.stefanievanhoutte@skynet.be">mmk.stefanievanhoutte@skynet.be</a>
Menen, Kuurne, Harelbeke, Roeselare	Emmanuel Goeteyn	051/24.17.76. 0494/52.30.46.	<a href="mailto:mmk.emmanuelgoeteyn@skynet.be">mmk.emmanuelgoeteyn@skynet.be</a>
Gent	Vivian Oltheten	09/235 74 22 0494 52 30 50	<a href="mailto:vivian.oltheten@gent.be">vivian.oltheten@gent.be</a>
Herentals, Olen, Kasterlee, Westerlo, Geel, Laakdal, Meerhout, Balen	Koen Wynants	014/58.92.79. 0494/52.30.57.	<a href="mailto:mmk.koenwynants@skynet.be">mmk.koenwynants@skynet.be</a>
Beveren, St-Niklaas, Wachtebeke, Destelbergen	Nel Van lent	03/777.39.17. 052/40.83.86.	<a href="mailto:mmk.nelvanlent@skynet.be">mmk.nelvanlent@skynet.be</a>
Zwijndrecht	Liesbeth Van Peer	015/43.29.51. 0494/52.30.55.	<a href="mailto:mmk.liesbethvanpeer@skynet.be">mmk.liesbethvanpeer@skynet.be</a>
Sint-Truiden, Nieuwerkerken, Wellen, Alken, Herkede-Stad, Borgloon	Sara Reekmans	011/33.31.12. 0494/52.30.51.	<a href="mailto:mmk.sarareekmans@skynet.be">mmk.sarareekmans@skynet.be</a>
Beringen, Ham, Tessenderlo, Leopoldsburg	Mart Verlaek	011/33.31.13.	<a href="mailto:mmk.martverlaek@skynet.be">mmk.martverlaek@skynet.be</a>
Brakel, Maarkedal, Zingem, Zwalm, Horebeke, Lierde, Wortegem-Petegem	Katrien Maes	055/23.23.88. 0494/52.30.48.	<a href="mailto:mmk.katrienmaes@skynet.be">mmk.katrienmaes@skynet.be</a>
Geetbets, Kortenaeken	Koen Miseur	016/56.36.83. 0494/52.30.49.	<a href="mailto:mmk.koenmiseur@skynet.be">mmk.koenmiseur@skynet.be</a>
Bever, Galmaarden, Gooik	Dieter Deplancke	02/569.69.85. 0494/52.30.45.	<a href="mailto:mmk.dieterdeplancke@skynet.be">mmk.dieterdeplancke@skynet.be</a>

## **6 WIE HEEFT WAT GEDAAN?**

De meetcampagne is een initiatief van de Vlaamse Regering en wordt uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid. De Vlaamse Ministers bevoegd voor Volksgezondheid en voor Leefmilieu, de afdeling Toezicht Volksgezondheid van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid, de dienst Milieu & Gezondheid van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie en de administratie Wetenschapsbeleid volgen de werkzaamheden van het Steunpunt op.

De activiteiten van het Steunpunt Milieu en Gezondheid worden gecoördineerd door Prof. W. Baeyens (Vrije Universiteit Brussel, VUB).

De biomonitoringscampagne wordt gecoördineerd door Prof. G. Schoeters (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, VITO en Universiteit Antwerpen, UA).

De meetcampagne is multidisciplinair en werd uitgevoerd door:

- Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) Antwerpen, verantwoordelijk voor het veldwerk (Dr. V. Nelen, E. Van De Mieroop);
- Universiteit Hasselt (UHasselt), verantwoordelijk voor de statistische verwerking (Prof. G. Molenberghs, L. Bruckers);
- Universiteit Gent, verantwoordelijk voor het aspect voeding (Prof. G. De Backer, Prof. S. De Henauw, M. Bilau);
- Universiteit Antwerpen, verantwoordelijk voor perceptieonderzoek en communicatieonderzoek en -advies (Prof. I. Loots, Prof. L. Goorden, H. Keune);
- Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO), verantwoordelijk voor het toxicologische onderzoek en rapportering (Prof. G. Schoeters, Dr. G. Koppen, Dr. E. Den Hond, N. Lambrechts);
- Vrije Universiteit Brussel (Prof. W. Bayens, C. Schroyen) voor zware metalen analyses; VITO (Prof. G. Schoeters, Ing. H. Van De Weghe) en Universiteit Antwerpen (Dr. A. Covaci, Dr. S. Voorspoels) voor analyse van gechloreerde verbindingen;
- Universiteit Gent (Prof. Dr. J.-M. Kaufman, W. Dhooge) voor analyse van hormonen;
- Universitair Ziekenhuis Antwerpen, verantwoordelijk voor vragen i.v.m. astma en allergie (Prof. K. Desager);
- Openbaar Psychiatrisch Ziekenhuis (OPZ) Geel, verantwoordelijk voor opvolging van de neurologische parameters (Prof. M. Viaene, G. Vermeir);
- Katholiek Universiteit Leuven, verantwoordelijk voor de epidemiologische databanken (Prof. H. Van Loon, Prof. B. Vlietinck, Dr. G. Van Kersschaever, C. Reynders).

Woordvoerder: Prof. N. Van Larebeke (Universiteit Gent).

## 7 MET DANK AAN...

Deze meetcampagne was niet mogelijk zonder de medewerking en de inzet van vele mensen.

In de eerste plaats danken we de **1679 jongeren en hun ouders**, die bereid waren om deel te nemen aan de meetcampagne.

Dank ook aan alle **scholen** die meewerkten, vooral aan de **directie** en de **leerkrachten** die de leerlingen aanmoedigden om deel te nemen aan de studie: Don Bosco, Antwerpen; Edugo, Gent; Francescopaviljoen, Herentals; Gesubsidieerd TI, Mortsel; Immaculata, Ieper; Instituut van de Voorzienigheid, Herentals; KA, St. Truiden; KA, Zelzate; KA, Tessenderlo; KAIII, Gent; Kath. Sec. Onderwijs, Borgloon; KCST, Sint-Truiden; Kogeca 5, Geel; Kogeca 5 - 6, Geel; Kogeca St. Jozef, Geel; KTA, Herentals; KTA I, St. Truiden; OLV – boven bouw, St. Truiden; Pius X, Antwerpen; Provinciaal Instituut voor Technisch onderwijs, Stabroek; Sint Lutgart, Beringen; Sito 5, Antwerpen; St. Aloysiuscollege, Diksmuide; St. Annacollege, Antwerpen; St. Eduardus, Antwerpen; St. Godelieve-instituut, Lennik; St. Jan, Gent; St. Jozefcollege, Herentals; St. Jozefcollege, Beringen; St. Laurens M Middelaes, Zelzate; St. Vincentius, Eeklo; St. Bernarduscollege, Oudenaarde; St. Jozefinstituut, Herentals; St. Lievenscollege, Gent; St. Pauluscollege, Houthalen; St. Ursula, Wilrijk; Stella Maris, Merksem; Technicum, Sint-Truiden; Technisch Heilig Hart, Tessenderlo; TI Schepper, Herentals; Ursula Instituut, Herk de Stad; VTI, Beringen.

Daarnaast zijn er nog heel wat mensen die bijgedragen hebben tot het welslagen van de campagne:

- **Algemeen Medisch Labo (AML), Antwerpen** (Dr. M. Stalpaert, Dr. A. Verreecken) voor de logistieke steun en het transport van de stalen.
- De **schoolartsen en medewerkers van de Centra voor Leerlingenbegeleiding (CLB)** voor het verzamelen van de gegevens over puberteitsontwikkeling.
- De **medisch milieukundigen (MMKs)** van alle Vlaamse regio's die bereid zijn om mee te helpen bij de communicatie en het opvangen van vragen van deelnemers en geïnteresseerden in de problematiek.

## 8 REFERENTIES EN GEBRUIKTE BEGRIPPEN

### Referentielijst bij figuur 7:

- (1) de Burbure, C., J. P. Buchet, et al. (2003). Biomarkers of renal effects in children and adults with low environmental exposure to heavy metals. J Toxicol Environ Health A **66**(9): 783-98.
- (2) Erzen, I. and L. Zaletel Kragelj (2004). Exposure assessment of male recruits in Slovenia to cadmium and lead due to biological monitoring. J Expo Anal Environ Epidemiol **14**(5): 385-90.
- (3) Trzcinka-Ochocka, M., M. Jakubowski, et al. (2004). The effects of environmental cadmium exposure on kidney function: the possible influence of age. Environ Res **95**(2): 143-50.
- (4) Wilhelm, M., G. Eberwein, et al. (2005). Human biomonitoring of cadmium and lead exposure of child-mother pairs from Germany living in the vicinity of industrial sources (hot spot study NRW). J Trace Elem Med Biol **19**(1): 83-90.
- (5) 'Third National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals' Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention; National Center for Environmental Health Division of Laboratory Sciences Atlanta, Georgia (2005). NCEH Pub. No. 05-0570.
- (6) Michael Lange, Dr. Dieter Eis, Dr. Bärbel-Maria Kurth, (2004). Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt; Naturschutz und Reaktorsicherheit Umwelt und Gesundheit Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 62 263/02; Pretest zum Umwelt-Survey für Kinder und Jugendliche, Band III: Deskription der Schadstoffgehalte. Robert Koch-Institut .
- (7) Becker, K., S. Kaus, et al. (2002). German Environmental Survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in blood of the German population. Int J Hyg Environ Health **205**(4): 297-308.
- (8) Hauser, R., P. Williams, et al. (2005). Predictors of serum dioxin levels among adolescent boys in Chapaevsk, Russia: a cross-sectional pilot study. Environ Health **4**(1): 8.
- (9) Staessen, J. A., T. Nawrot, et al. (2001). Renal function, cytogenetic measurements, and sexual development in adolescents in relation to environmental pollutants: a feasibility study of biomarkers. Lancet **357**(9269): 1660-9.

### Enkele gebruikte eenheden:

**mg**: milligram =  $10^{-3}$  gram

**µg**: microgram =  $10^{-6}$  gram

**ng**: nanogram =  $10^{-9}$  gram

**pg**: picogram =  $10^{-12}$  gram

**IU**: International Units (internationale eenheden)

**mIU**: milli International Units (internationale eenheden)

**nmol**: nanomol

### **Omschrijving van aandachtsgebieden:**

**Albertkanaalzone:** omvat deelgebieden van de gemeenten Balen, Beringen, Diest, Geel, Ham, Laakdal, Leopoldsburg, Meerhout en Tessenderlo die gelegen zijn langs het Albertkanaal. De zone werd afgebakend als invloedsgebied van de emissies van zes chemische bedrijven. De grootte en ligging van het gebied werd berekend met een milieuverspreidingsmodel voor chemische stoffen.

**Antwerpse agglomeratie:** omvat het grondgebied van de stad Antwerpen en de deelgemeenten Berchem, Borgerhout, Deurne, Ekeren, Merksem en Wilrijk. Het Antwerpse havengebied en Hoboken werden uitgesloten omdat daar industriële activiteit is.

**Fruitstreek:** omvat het grondgebied van acht Limburgse gemeenten met meer dan 10 hectaren appelen- en perenteelt per km<sup>2</sup>. De afgebakende gemeenten zijn: Nieuwerkerken, Sint-Truiden, Borgloon, Alken, Kortenaken, Wellen, Herkede-Stad en Geetbets.

**Gentse agglomeratie:** de agglomeratie is afgebakend zoals voor het IRCEL meetnet (Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu, Vlaamse Milieu Maatschappij). Het gebied omvat de gemeenten: Destelbergen en Gent (centrum + nieuw Gent) met zijn deelgemeenten: Gentbrugge, Ledeborg, Mariakerke, Oostakker (enkele Statistische Sectoren, SS), St-Amandsberg, Wondelgem (enkele SS) en Zwijnaarde. De gemeenten Drongen en Sint-Denijs-Westrem werden uitgesloten omdat dit eerder verstedelijkte landelijke gemeenten zijn.

**Havens:** omvat het grondgebied van de havenregio's van Antwerpen en Gent zoals afgebakend voor het IRCEL meetnet (Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu, Vlaamse Milieu Maatschappij). Het Antwerps havengebied omvat de deelgemeenten van Antwerpen: Berendrecht, Zandvliet en Lillo en verder de gemeenten: Stabroek, Zwijndrecht en de deelgemeenten van Beveren: Verrebroek, Kieldrecht, Doel, Kallo en Melsele. De gemeenten uit de Gentse kanaalzone zijn: Zelzate, Evergem en Wachtebeke en de deelgemeenten van Gent: Gent-Muilestede (enkele Statistische Sectoren), Oostakker (enkele SS), Sint-Kruis-Winkel en Wondelgem (enkele SS).

**Landelijk gebied:** omvat het grondgebied van 24 Vlaamse gemeenten uit Oost-Vlaanderen, West-Vlaanderen en Vlaams-Brabant met een inwonersdichtheid van minder dan 250 inwoners per km<sup>2</sup>. Deze 24 gemeenten voldeden ook aan volgende criteria: (i) niet gelegen in of grenzend aan één van de andere aandachtsgebieden; (ii) geen emissiebron en geen belangwekkende emissie- of immissiegegevens volgens gegevens van de Vlaamse Milieumaatschappij; (iii) minder dan 5% industrie zoals aangegeven op gewestplan; (iv) geen autosnelweg door hun grondgebied. De gemeenten gelegen in het landelijk gebied zijn: Alveringem, Bever, Brakel, Damme, Diksmuide, Galmaarden, Gooik,

Heuvelland, Horebeke, Houthulst, Kaprijke, Knesselare, Koekelare, Lierde, Lo-Reninge, Maarkedal, Mesen, Sint-Laureins, Vleteren, Wortegem-Petegem, Zingem, Zomergem, Zuienkerke en Zwalm.

**Olen:** omvat het grondgebied dat in de invloedssfeer ligt van een non-ferro bedrijf in Olen. Het invloedsgebied omvat de deelgebieden (statistische sectoren) van een gemeente waar de berekende loodmissiewaarde hoger was dan de minimum waarde die berekend werd voor Olen. De afgebakende statistische sectoren liggen in de gemeenten: Olen, Kasterlee, Herentals (enkele Statistische Sectoren), Geel (enkele SS), Westerlo (enkele SS) en Grobbendonk (enkele SS).

**Verbrandingsoven:** omvat het grondgebied in de nabijheid van elf huisvuilverbrandingsovens, die nog in bedrijf waren na 1990. De grootte en de ligging van het invloedsgebied werden berekend op basis van een verspreidingsmodel van de rookgassen. Voor de emissie werd uitgegaan van de grootste jaarlijkse omzet uit de jaren '90, '95 en '98 als representatief voor de 'normale' werking van de oven. Enkel deelgebieden (statistische sectoren) van gemeenten rond de verbrandingsovens van Wilrijk, Gent, Menen, Harelbeke, Houthalen-Helchteren, Roeselare, Sint-Niklaas, Brugge, Oostende, Eeklo, Knokke, werden opgenomen in het gebied.

### **Statistische begrippen:**

**ANOVA:** analyse van variantie. Meervoudig analysemodel waarbij het mogelijk is om meer dan twee gebieden met elkaar te vergelijken, en waarbij correcties kunnen worden uitgevoerd voor versturende factoren.

**95% betrouwbaarheidsinterval van het gemiddelde:** interval rond het gemiddelde van de gemeten waarden waarbinnen de werkelijke gemiddelde waarde met 95% zekerheid ligt.

**Geometrisch gemiddelde:** gemiddelde van de getransformeerde meetwaarden. De meetwaarden van biomerkers worden vaak getransformeerd (bijv. door het logaritme ervan te nemen) om een frequentieverdeling van de metingen te bekomen die beter overeenstemt met een klokvormige Gaussverdeling (normale verdeling). De transformatie wordt toegepast omdat voor heel wat statistische testen normaal verdeelde gegevens een vereiste zijn.

**Mediaan:** middenste waarde van een reeks metingen, 50<sup>e</sup> percentiel.

**Multipale regressie-analyse:** statistische analyse die wordt uitgevoerd om na te gaan of er een relatie is tussen verschillende onafhankelijke variabelen:  $x_1$ ,  $x_2$ ,  $x_3$ ,... en een afhankelijke  $y$ -variabele.

**Percentiel (P):** waarde waaronder een bepaald percentage van deelnemers ligt. Bijv: de 90<sup>ste</sup> percentiel (P<sub>90</sub>) geeft de waarde van de 90<sup>ste</sup> persoon indien je meetwaarden van 100 personen rangschikt van klein naar groot.

**p-waarde:** geeft de mate waarin de statistisch gevonden relatie of de gemeten verschillen betrouwbaar zijn. Een p-waarde van 0,05 betekent dat er 5% kans bestaat dat de gevonden relatie of het verschil berusten op toeval.

**R<sup>2</sup>:** R-kwadraat, geeft aan hoeveel procent van de variabiliteit verklaard kan worden in een regressiemodel.

**Referentiewaarden:** vergelijkingswaarden die berekend worden op basis van de meetresultaten van de meetcampagne. Voor de biomerkers worden twee referentiewaarden berekend: een referentiegemiddelde en een referentie-P<sub>90</sub>. De berekende referentiewaarden hebben geen onmiddellijke gezondheidkundige of normatieve betekenis.

### **Afkortingen:**

**ADHD:** Attention Deficit / Hyperactivity Disorder

**BI:** betrouwbaarheidsinterval

**BMI:** body-mass index: verhouding van (lichaamsgewicht in kilogram) tot (lichaamslengte in meter)<sup>2</sup>

**CLB:** centrum voor leerlingenbegeleiding

**DDT:** dichloordiphenyltrichlooretaan

**HCB:** hexachloorbenzeen

**KMI:** Koninklijk Meteorologisch Instituut van België

**LH:** luteïniserend hormoon

**P<sub>90</sub>:** 90<sup>e</sup> percentiel

**PAK:** polycyclische aromatische koolwaterstoffen

**PCB's:** polygechloreerde bifenylyls

**p,p'-DDE:** dichloordiphenyldichlooretaan: afbraakprodukt van DDT

**SD:** standaard deviatie

**SS:** statistische sector

**T3:** triiodothyronine

**T4:** thyroxine

**TSH:** thyroid stimulerend hormoon

**SHBG:** sex hormone binding globulin, geslachtshormoon-bindend eiwit

**VMM:** Vlaamse Milieu Maatschappij

**WHO:** World Health Organisation (wereldgezondheidsorganisatie)