

Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma

Milieu en Gezondheid

2002-2006

SAMENVATTING

Achtergrond

De impact van milieuvervuiling wordt gewoonlijk opgevolgd door meting van pollutanten in lucht, water, bodem en voeding. We hebben in dit programma een humaan biomonitoringsnetwerk opgezet dat concentraties van goed gekarakteriseerde schadelijke stoffen in de mens zelf meet aan de hand van biomerkers en nagaat of er aanwijzingen zijn dat de vervuilende stoffen in het lichaam biologische effecten veroorzaken. We hebben getoetst of wonen in verschillende gebieden in Vlaanderen impact heeft op de aanwezigheid en het effect van pollutanten in het lichaam.

Methode

We recruteerden op systematische wijze in 8 aandachtsgebieden 1196 moeders en hun pasgeborenen, 1679 jongeren van 14 en 15 jaar en 1583 volwassenen tussen 50 en 65 jaar. Er namen ongeveer 200 deelnemers per aandachtsgebied deel, ze woonden minstens 5 jaar in het gebied. De aandachtsgebieden zijn gekenmerkt door een verschillende milieubelasting en omvatten landelijke gemeenten, de grootstedelijke agglomeraties Antwerpen en Gent, industriegebieden met petrochemische en metaalvervuiling, de fruitstreek rond Sint Truiden en gebieden in de onmiddellijke omgeving van verbrandingsovens voor huishoudelijk afval (zie **Figuur 1**).

Biomerkers van blootstelling en van effect werden gemeten in navelstrengbloed en in bloed- en urinestalen van jongeren en volwassenen (zie **Tabel 1**). Bijkomende gezondheidsgegevens werden bekomen uit registers van de kraamklinieken en van de centra voor leerlingenbegeleiding. De deelnemers vulden een uitgebreide vragenlijst in over hun algemene gezondheidstoestand, het voorkomen van allergie en astma, vruchtbaarheid, voeding, rookgedrag, opleiding, gezinssamenstelling en socio-economische gegevens. Bijkomend werd informatie gevraagd over hun inschatting van de milieudruk, gezondheidsklachten die ermee verband houden en hun bereidheid tot participatie in het milieugezondheidsdebat. De deelnemers gaven schriftelijk hun toestemming voor deelname, het programma werd goedgekeurd door een

ethische commissie en voorgelegd ter kennisgeving aan de commissie ter bescherming van de persoonlijke levenssfeer.

Resultaten

Blootstellingsmetingen:

De gemeten gehalten aan pollutanten in de bloed- en urinestalen lagen meestal beneden de huidige normen of richtwaarden. Wel werden er grote individuele verschillen gevonden in gemeten gehalten. Voor de verdere vergelijkingen van gegevens werden zowel het referentiegemiddelde¹ als de P90² waarde gebruikt. Vergelijking met gegevens uit vroegere studies en met buitenlandse gegevens toonde nergens hoog uitschieterende gemiddelde waarden voor Vlaanderen.

De pollutentgehalten lagen steeds hoger bij de volwassenen dan bij de jongeren (**Tabel 2**). Voor de moeilijk afbreekbare stoffen zoals dioxines, PCB's, HCB en p,p'-DDE en voor de metalen cadmium en lood werd dit verwacht omdat deze stoffen zich opstapelen in het lichaam bij het ouder worden.

We vonden dat het wonen in verschillende aandachtsgebieden een meetbare impact heeft op het gehalte aan cadmium, lood, PCB's, dioxines en op de persistente bestrijdingsmiddelen hexachloorbenzeen en p,p'-DDE (afbraakproduct van DDT) (**Tabel 2**).

Voor blootstelling aan benzeen en polyaromatische koolwaterstoffen (PAK's), gemeten op basis van afbraakproducten in urine bij jongeren en volwassenen, konden we slechts kleine streekverschillen vinden wat mogelijk wijst op een meer diffuse en uniforme blootstelling aan deze stoffen in gans Vlaanderen (**Figuur 2**). Een duidelijke trend doorheen de drie leeftijdsklassen is dat de gehalten van gechloreerde koolwaterstoffen (PCB's, dioxines, HCB en p,p'-DDE) verhoogd zijn in het landelijk gebied (**Figuur 2**). De fruitstreek heeft lagere waarden voor deze stoffen behalve bij de volwassenen die nog verhoogde gehalten hebben van p,p'-DDE en HCB wat mogelijk te wijten is aan een vroeger verhoogd gebruik van deze bestrijdingsmiddelen in deze streek. De Albertkanaalzone vertoonde een verhoogd gehalte aan p,p'-DDE in de drie leeftijdsklassen. Cadmium (gemeten in urine) is alleen nog bij de volwassenen verhoogd in de Albertkanaalzone en in Olen, maar niet bij de jongeren en de jonge moeders. De stedelijke agglomeraties tonen per leeftijdsklasse, maar ook onderling, een verschillend patroon van blootstelling, zowel voor de metalen als voor de gechloreerde koolwaterstoffen (**Figuur 2**). De blootstelling in de havengebieden van Gent en Antwerpen vertoont gelijkenis met de blootstelling in de aanleunende stedelijke agglomeraties. Dit geldt voor de gehalten gemeten bij de jongeren en bij de moeders maar niet bij de oudere volwassenen. Als we naar de gegevens van alle

¹ Referentiegemiddelde is het geometrisch gemiddelde van de meetwaarden van alle gebieden samen

² Referentiewaarde-P₉₀ is de waarde waaronder 90% van alle metingen liggen. Boven de P₉₀ liggen dus de 10% hoogste waarden. De P₉₀-waarde geeft een idee over het aantal hoge waarden.

gebieden rond verbrandingsovens samen kijken, dan zijn er geen verschillen in biomerkerwaarden in vergelijking met het gemiddelde van de ganse campagne. Als we de gegevens opsplitsen per verbrandingsoven (een klein aantal deelnemers per gebied) konden er soms wel verschillen waargenomen worden.

Effectmetingen:

De effectparameters die gemeten of bevraagd werden hebben te maken met het voorkomen van astma en allergie, geboortegewicht, lengte en hoofdomtrek van de baby, puberteitsontwikkeling van jongeren, vruchtbaarheid, zwangerschapsduur en het voorkomen van miskramen bij jonge moeders, het voorkomen van miskramen bij volwassenen, en het voorkomen van effecten die een verhoogd risico op kanker kunnen signaleren.

Het voorkomen van astma was hoger bij jongeren dan bij jonge moeders en bij oudere volwassenen, respectievelijk 9 %, 4,3 % en 5,5 % rapporteerden astma diagnose door hun arts.

Astma werd meer gemeld door moeders uit de stedelijke agglomeraties, deze trend was vergelijkbaar maar niet statistisch betekenisvol bij jongeren en bij volwassenen.

Als de gegevens van alle gebieden samengebracht werden, dan bleek dat bij jongeren astma meer voorkomt bij stijgende cadmiumconcentraties in het bloed, ook jonge moeders met hogere cadmium waarden (boven 2,0 µg/L navelstrengbloed) en met hogere loodwaarden melden vaker astmaklachten.

De gechloreerde koolwaterstoffen blijken astma te onderdrukken: bij volwassenen was de kans op astma kleiner bij hogere gehalten in het serum van PCB's, p,p'-DDE en HCB, bij jongeren daalde de kans op hooikoorts bij hogere PCB gehalten. Dit bevestigt waarnemingen uit eerdere studies.

De puberteitsontwikkeling bij jongeren was licht vertraagd in de Antwerpse agglomeratie en in het Antwerpse havengebied (alleen bij meisjes). In de fruitstreek was de zwangerschapsduur gemiddeld korter in vergelijking met het referentiegemiddelde. De verschillen zijn echter klein en hebben geen gezondheidkundige betekenis maar ze zijn wel statistisch aantoonbaar. Als de gegevens van alle gebieden samengebracht werden, dan zien we dat jongens met verhoogde gehalten aan PCB's, HCB en p,p'-DDE een hoger testosteron gehalte en een iets versnelde puberteitsontwikkeling hebben. Moeders met hogere gehalten aan PCB's, dioxineachtige stoffen en HCB vermelden meer gebruik van vruchtbaarheidsbehandeling. Volwassenen met diabetes hebben licht verhoogde gehalten aan PCB's en HCB. De trends zijn zwak en alleen op groepsniveau statistisch waarneembaar. Maar ze komen wel overeen met de mogelijk hormoonversturende werking van gechloreerde koolwaterstoffen.

Bij meisjes meten we een vertraagde puberteitsontwikkeling bij verhoogde loodgehalten in bloed, ook dit werd in eerdere studies waargenomen.

DNA schade werd bepaald met verschillende methoden, die elk een ander aspect van mogelijke schade meten.

De waarden van de komeetttest, die vooral herstelbare schade meet, lagen hoger bij jongeren uit Antwerpen, het Antwerps havengebied en de Albertkanaalzone. Bij de oudere volwassenen was de waarde van de komeetttest significant hoger in de Gentse agglomeratie en was die lager in de fruitstreek en in Olen. De gemiddelde waarde van de micronucleustest (die meer permanente schade meet) en van 8-hydroxy-deoxyguanosine (een maat voor herstel van DNA schade en bijgevolg een indirecte maat voor stress op het genetisch materiaal) was licht verhoogd in de gebieden rond de verbrandingsovens en verlaagd in de fruitstreek.

Als de gegevens van alle gebieden samengebracht werden, dan zien we dat jongeren met verhoogde loodgehalten meer DNA schade hebben, al moeten we benadrukken dat het hierbij om grotendeels herstelbare DNA schade gaat. Ook bij volwassenen met verhoogde PAK-belasting in het lichaam lijkt meer DNA schade opgetreden te zijn die moet hersteld worden.

CEA (Carcino-Embryonaal Antigen) is een tumormerker die gebruikt wordt in de diagnose van darm-, pancreas- en leverkanker. Hogere waarden van bloed lood, urinair cadmium en de PAK-merker bij volwassenen zijn geassocieerd met een hoger CEA gehalte.

In bevolkingsonderzoek kan worden bestudeerd of er verbanden bestaan tussen blootstelling aan toxische stoffen en gezondheidseffecten. In deze studie werden enkel relaties getest die reeds zijn aangetoond, hetzij in andere omgevingsstudies, hetzij in arbeidersstudies (waar de blootstelling meestal hoog en langdurig is), hetzij in studies met proefdieren (waar de blootstelling vaak extreem hoog is). De relaties die hier werden getest, zijn dus aannemelijk omdat ze stroken met de huidige inzichten in het werkingsmechanisme van de stoffen en omdat ze reeds in andere studies gevonden werden. We wensen er wel op te wijzen dat de dosis-effect en dosis-respons relaties die in bevolkingsstudies gevonden worden nooit het rechtstreeks bewijs zijn voor een oorzakelijke verband. We kunnen niet uitsluiten dat er nog een andere factor is die niet werd onderzocht en die uiteindelijk de link vormt tussen de blootstelling en het effect.

Perceptieonderzoek:

Het perceptieonderzoek toonde aan dat ruim één derde van alle jonge moeders en jongeren en bijna de helft van de oudere volwassenen aangeeft dat er een milieuprobleem is in hun woonomgeving. Jonge moeders en oudere volwassenen die wonen in havengebieden geven meer problemen aan dan op andere woonplaatsen, ook volwassenen die wonen rond verbrandingsovens signaleren meer problemen. Bij jongeren is er geen streekverschil. Uitlaatgassen en luchtverontreiniging worden meest aangehaald. Net als bij de moeders van pasgeborenen, signaleerden volwassenen met een hoger opleidingsniveau meer milieuproblemen, bij de jongeren zagen we precies het omgekeerde.

De informatiekanalen over milieuproblemen die het meest vertrouwen wekken zijn voor alle leeftijdsgroepen huisartsen, wetenschappers en milieuorganisaties. Als we kijken naar de betrokkenheid van burgers bij het milieubeleid, dan is er bij alle leeftijdsgroepen een paradox tussen de lage bereidheid om er zelf aan deel

te nemen en het belang dat gehecht wordt aan de betrokkenheid van de bevolking bij het milieubeleid. De eindverantwoordelijkheid wordt gelegd bij de overheid, die evenwel rekening moet houden met de stem van de bevolking.

Besluiten

We hebben voor drie leeftijdsklassen Vlaamse referentiewaarden berekend voor cadmium, lood, PCB's, dioxines, HCB, p,p'-DDE, en voor afbraakproducten van benzeen en PAK's. Deze kunnen gebruikt worden als basis om bij herhaalde metingen later in de tijd trends in pollutiegehalten op te volgen. Dit kan toelaten om de efficiëntie van milieumaatregelen te evalueren. De referentiewaarden kunnen ook gebruikt worden om meetwaarden van specifieke gebieden mee te vergelijken en op die manier afwijkende waarden per streek te identificeren.

We vonden voor elk van de onderzochte streken specifieke aandachtspolluenten die verhoogd waren ten opzichte van de referentiewaarde van de campagne. Dit kan de leidraad zijn om een meer gebiedsgedifferentieerd milieubeleid uit te tekenen. Als opvolging loopt er een actieplan, gekoppeld aan het biomonitoringsmeetnetwerk.

Het aantal geselecteerde pollutanten in dit programma is beperkt. In het milieu worden we blootgesteld aan meerdere stoffen tegelijkertijd. Hormoonverstoring, beïnvloeding van het afweersysteem, schade aan het erfelijk materiaal zijn mogelijke aangrijpingspunten voor heel wat stoffen. Individuele effectmetingen en effectgegevens over deze eindpunten werden verzameld om na te gaan of er belangrijke streekverschillen optreden en of er verbanden zijn met de gemeten pollutiegehalten. Een beperkt aantal streekverschillen werden waargenomen, ook werden er weliswaar zwakke maar statistisch betekenisvolle verbanden gevonden met de gemeten pollutiegehalten. Dit suggereert, zonder te bewijzen, dat de pollutiegehalten die momenteel aanwezig zijn subtiele maar meetbare effecten kunnen hebben op bevolkingsniveau.

Tabel 1: Overzicht Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma 2002-2006

Deelstudie	I	II	III
Deelnemers	Pasgeborenen / moeders	Adolescenten (14-15 j.)	Volwassenen (50-65 j.)
Aantal	1196	1679	1583
Studieperiode	Okt. '02 – feb. '04	Okt. '03 – juli '04	Sept. '04 – juni '05
Recrutering via	Materniteiten	Scholen	Gemeentelijke adressenbestanden
Metingen in	navelstrengbloed	perifeer bloed en urine	perifeer bloed en urine
Blootstellingsmerkers	<p><i>Navelstrengbloed:</i> cadmium, lood</p> <p><i>Navelstrengplasma:</i> dioxine-achtigen^s, merker PCB's, gechloreerde pesticide</p>	<p><i>Bloed:</i> cadmium, lood</p> <p><i>Serum:</i> merker PCB's, gechloreerde pesticiden</p> <p><i>Urine:</i> 1-hydroxy-pyreen, t,t'-muconzuur</p>	<p><i>Bloed:</i> cadmium, lood</p> <p><i>Serum:</i> dioxine-achtigen^s, merker PCB's, gechloreerde pesticiden</p> <p><i>Urine:</i> cadmium, 1-hydroxy-pyreen, t,t'-muconzuur,</p>
Effectmerkers	<p><u>Pasgeborene *</u></p> <p><i>Groei en ontwikkeling:</i> TSH, lengte, gewicht, schedelomtrek, apgar</p> <p><u>Moeder</u></p> <p><i>Fertiliteit:</i> vruchtbaarheidsbehandeling, tijd tot zwangerschap, miskraam</p> <p><i>Astma en allergie</i></p>	<p><i>Groei:</i> lengte, gewicht</p> <p><i>Sexuele ontwikkeling:</i> hormoonspiegels, puberteitsstadia</p> <p><i>Astma en allergie</i></p> <p><i>Genotoxiciteit:</i> komeetest</p>	<p><i>Fertiliteit:</i> miskraam</p> <p><i>Astma en allergie</i></p> <p><i>Genotoxiciteit:</i> komeetest, 8-DHG, micronucleustest, celrijpingsmerkers (p53, CEA, PSA)</p>

Deelstudie	I	II	III
Invloedsfactoren (confounders)	<p><i>Vragenlijst:</i> levensstijl, beroep, voeding, woonomgeving</p> <p><i>Biochemie:</i> cholesterol, ferritine in navelstrengbloed</p> <p><i>Genotypering</i> enzymen stofmetabolisme</p>	<p><i>Vragenlijst:</i> levensstijl, hobby's, voeding, woonomgeving</p> <p><i>Biochemie:</i> cholesterol, ferritine in bloed; creatinine in urine</p> <p><i>Genotypering</i> enzymen stofmetabolisme</p>	<p><i>Vragenlijst:</i> levensstijl, beroep, voeding, woonomgeving</p> <p><i>Biochemie:</i> cholesterol, ferritine in bloed; creatinine in urine</p> <p><i>Genotypering</i> enzymen stofmetabolisme</p>

§ *Dioxine-achtige stoffen bij pasgeborenen bevatten dioxines en furanen en niet-dioxine-achtige PCB's (BDR-Calux); dioxine-achtige stoffen bij volwassenen bevatten dioxines en furanen (XDS-Calux).*

* *Opvolgstudies bij kinderen tot 2,5 à 3 jaar:*

1) *neurologische en neuropsychologische ontwikkeling: neurologische testen, vragenlijsten*

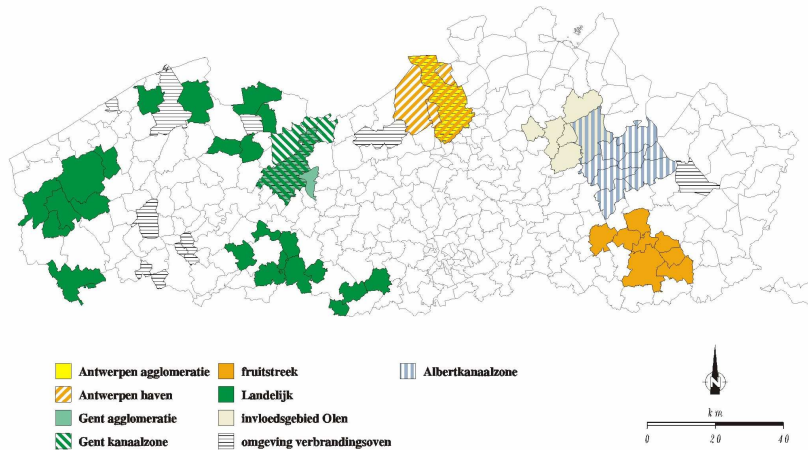
2) *astma & allergie: analyse stoelgang, longfunctie, allergietesten, vragenlijsten*

Tabel 2: Geometrisch gemiddelde en 90^e percentiel van de blootstellingsmerkers in de drie campagnes 2002-2006.

Biomerker	Campagne	N	Gemiddelde (95% BI)	90^e percentiel (95% BI)
Dioxine-achtigen (pg TEQ/g vet)	Pasgeborenen	871	23 (21-24)	55 (44-67)
	Volwassenen	1379	19 (18-20)	46 (42-49)
PCB's (ng/g vet)	Pasgeborenen	1054	64 (61-68)	166 (140-192)
	Jongeren	1645	68 (66-70)	116 (111-121)
	Volwassenen	1530	333 (325-341)	515 (499-531)
p,p'-DDE (ng/g vet)	Pasgeborenen	1112	110 (104-116)	332 (237-428)
	Jongeren	1645	94 (89-99)	274 (242-306)
	Volwassenen	1530	423 (398-449)	1360 (1253-1467)
HCB (ng/g vet)	Pasgeborenen	1044	19 (18-20)	48 (39-57)
	Jongeren	1581	21 (20-21)	31 (29-32)
	Volwassenen	1530	57 (55-59)	110 (104-115)
Bloed lood (µg/L)	Pasgeborenen	1107	14,7 (14,0-15,5)	43 (28-57)
	Jongeren	1659	21,7 (20,8-22,6)	47 (44-49)
	Volwassenen	1534	39,6 (38,4-40,9)	77 (74-81)
Bloed cadmium (µg/L)	Pasgeborenen	1107	0,21 (0,19-0,23)	1,28 (0,87-1,68)
	Jongeren	1659	0,36 (0,33-0,38)	1,32 (1,23-1,40)
	Volwassenen	1534	0,42 (0,40-0,44)	1,03 (0,96-1,09)
Urinair cadmium (µg/g creatinine)	Jongeren	1598	0,20 (0,19-0,21)	0,36 (0,34-0,39)
	Volwassenen	1535	0,62 (0,60-0,64)	1,21 (1,14-1,28)
PAK-merker (ng/g creatinine)	Jongeren	1598	88 (81-95)	484 (405-559)
	Volwassenen	1529	147 (138-157)	610 (529-690)
benzeen-merker (µg/g creatinine)	Jongeren	1598	72 (66-79)	271 (241-300)
	Volwassenen	1349	85 (79-92)	331 (280-381)

Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/g vet) bij pasgeborenen bevatten dioxines en furanen en niet-dioxine-achtige PCB's (BDR-Calux. Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/g vet) bij volwassenen bevatten dioxines en furanen (XDS-Calux). Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), hexachloorbenzeen (HCB) in serum (ng/g vet), bloed lood (µg/L), bloed cadmium (µg/L), urinair cadmium (µg/g creatinine), PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen in ng/g creatinine), benzeen-merker (urinair t,t'-muconzuur in µg/g creatinine). Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht (niet bij moeders) en roken; dioxine-achtige stoffen, PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

Figuur 1: De ligging van de verschillende aandachtsgebieden. Onderaan de kaart vindt u informatie over de samenstelling van de aandachtsgebieden.



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

De Antwerpse agglomeratie omvat de stad Antwerpen en de deelgemeenten Berchem, Borgerhout, Deurne, Ekeren, Merksem en Wilrijk. Het havengebied (zie verder) en Hoboken werden uitgesloten omdat daar industriële activiteit is.

De Gentse agglomeratie omvat de gemeenten Destelbergen en Gent (centrum + nieuw Gent), met zijn deelgemeenten: Gentbrugge, Ledeborg, Mariakerke, Oostakker, Sint-Amandsberg, Wondelgem en Zwijnaarde. De gemeenten Drongen en Sint-Denijs Westrem werden uitgesloten, omdat dit eerder verstedelijkte landelijke gemeenten zijn.

De fruitstreek bestaat uit gemeenten met meer dan 10 ha fruitbomen (peren en appels) per km². De deelnemers kwamen uit de gemeenten: Nieuwerkerken, Sint-Truiden, Borgloon, Alken, Kortenaeken, Wellen en Herk-De-Stad en Geetbets.

Landelijk Vlaanderen omvat gemeenten met minder dan 250 inwoners per km², met minder dan 5% industrie, zonder geregistreerde vervuilingbronnen (vb. afvalstorten, vervuilende bedrijven) en zonder autosnelwegen op hun grondgebied. Dit gebied omvat gemeenten van Oost-Vlaanderen (Zwalm, Zomergem, Zingem, Wortegem-Petegem, Sint-Laureins, Maarkedal, Lierde, Knesselare, Kaprijke, Horebeke, Brakel), West-Vlaanderen (Zuienkerke, Vleteren, Mesen, Loringem, Koekelare, Heuvelland, Diksmuide, Damme, Alveringem) en Vlaams-Brabant (Houthulst, Gooik, Galmaarden, Bever).

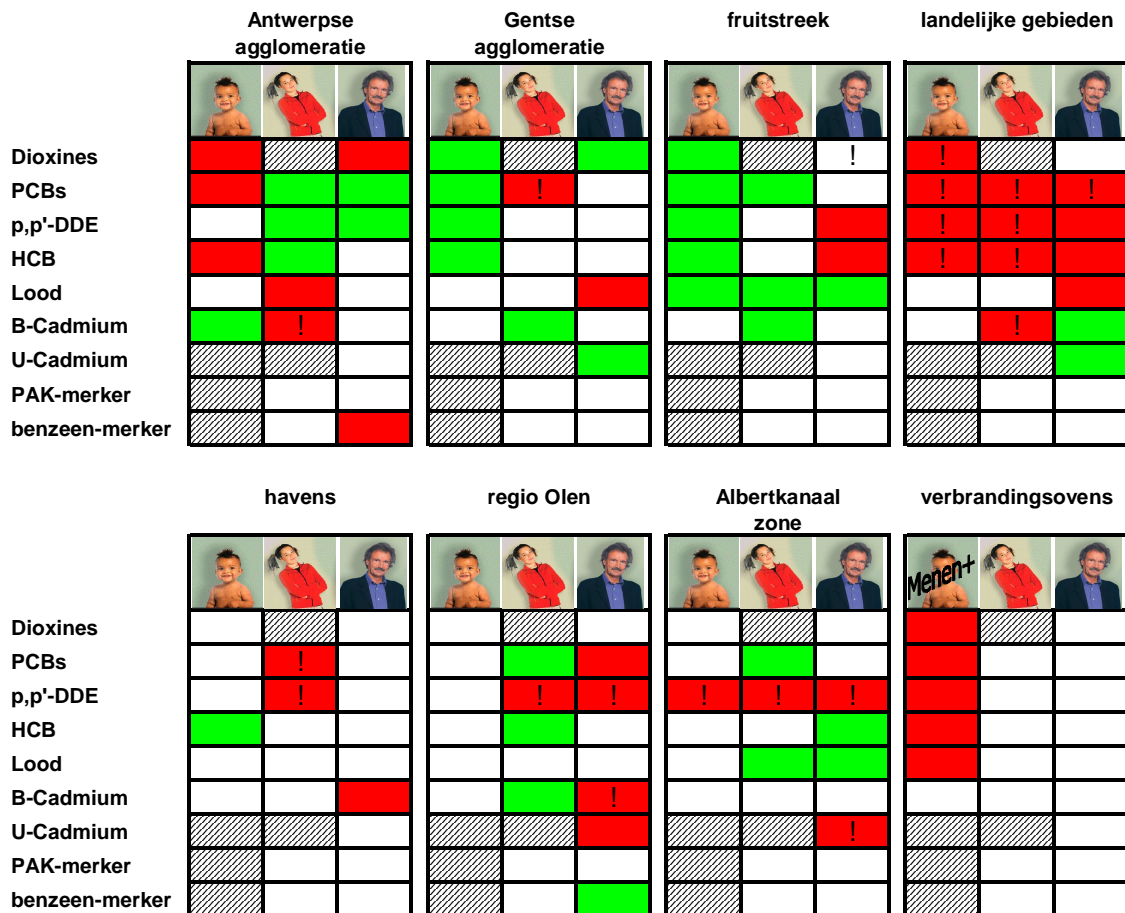
Het Antwerpse en Gentse havengebied omvat volgende gemeente uit de regio Gent: Zelzate, Evergem, Gent, Wachtebeke; en volgende gemeenten uit de regio Antwerpen: Stabroek, Antwerpen, Beveren, Zwijndrecht.

De regio Olen is een streek met veel non-ferro nijverheid. Het gebied bestaat uit deelgebieden van de gemeenten Geel, Grobbendonk, Herentals, Kasterlee, Olen en Westerlo.

De Albertkanaalzone is gelegen langs het Albertkanaal en strekt zich uit tussen Geel en Beringen. Er zijn een aantal grote chemische bedrijven gevestigd. De deelnemers werden gerekruteerd in deelgebieden van de gemeenten: Balen, Beringen, Diest, Geel, Ham, Laakdal, Leopoldsburg, Meerhout en Tessenderlo.

De regio Verbrandingsovens omvat gebieden in de buurt van 11 huisvuilverbrandingsovens die nog in werking waren na 1990 (Wilrijk, Gent, Menen, Harelbeke, Houthalen-helchteren, Roeselare, Sint-Niklaas, Brugge, Oostende, Eeklo, Knokke). Het aandachtsgebied omvat delen van de volgende gemeenten: Wilrijk, Bredene, Oostende, Dudzele, Zeebrugge, Eeklo, Gentbrugge, Harelbeke, Houthalen, Kuurne, Menen, Roeselare en Sint-Niklaas.

Figuur 2: Overzicht van gebiedsverschillen in 3 campagnes



Kleurencodes: **rood:** significant hoger dan referentiegemiddelde; **groen:** significant lager dan referentiegemiddelde; wit: geen verschil met referentiegemiddelde; gearceerd: niet gemeten in deze campagne.

Het symbool (!) geeft aan dat er significant méér dan 10% meetwaarden boven de referentie- P_{90} liggen.

Biomerkers: Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/g vet) bij pasgeborenen bevatten dioxines en furanen en niet-dioxine-achtige PCB's (BDR-Calux. Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/g vet) bij volwassenen bevatten dioxines en furanen (XDS-Calux).

Merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet), p,p'-DDE in serum (ng/g vet), hexachloorbenzeen (HCB) in serum (ng/g vet), bloed lood ($\mu\text{g/L}$), bloed cadmium ($\mu\text{g/L}$), urinair cadmium ($\mu\text{g/g creatinine}$), 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 (niet bij moeders) en roken; dioxine-achtige stoffen, PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.