

# Humane BioMonitoring, HBM: meten van milieublootstelling en effecten op de gezondheid

**Dr. Vera NELEN**

Directeur PIH, Antwerpen

# Inhoud

## Vlaamse ervaring met Humane BioMonitoring (HBM)

- Introductie in HBM
- HBM toepassingen
  - ❖ Referentie waarden
  - ❖ Tijdstrends en regionale trends
  - ❖ Identificeren van bronnen
  - ❖ Opvolgen van hotspots
  - ❖ Dosis-effect relaties
- Take home messages

# Humane biomonitoring

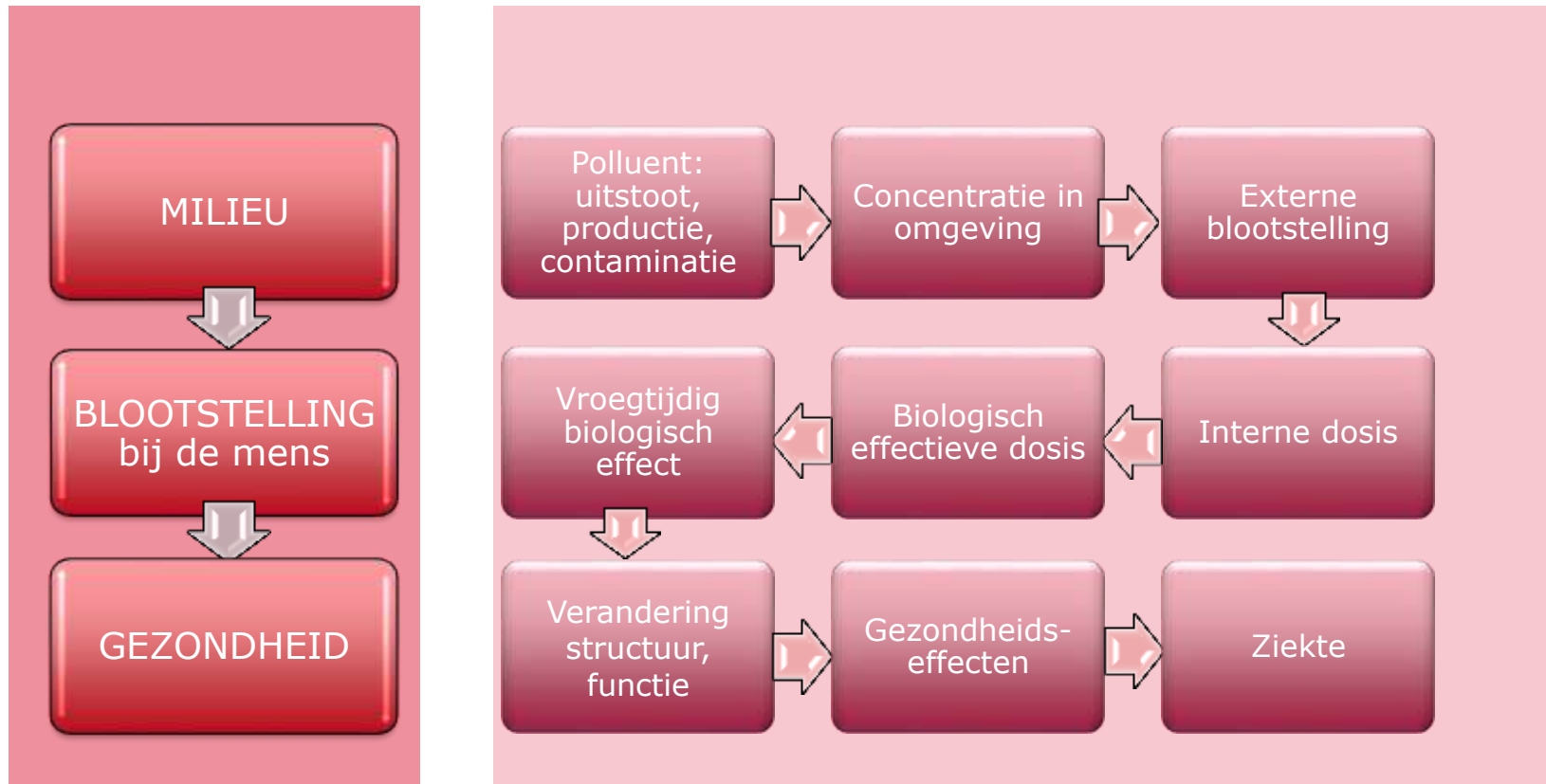
## Monitoringstechniek = humane biomonitoring

meet in de mens inwendige blootstelling aan vervuilende stoffen en vroegtijdige gezondheidseffecten die door deze stoffen veroorzaakt kunnen worden

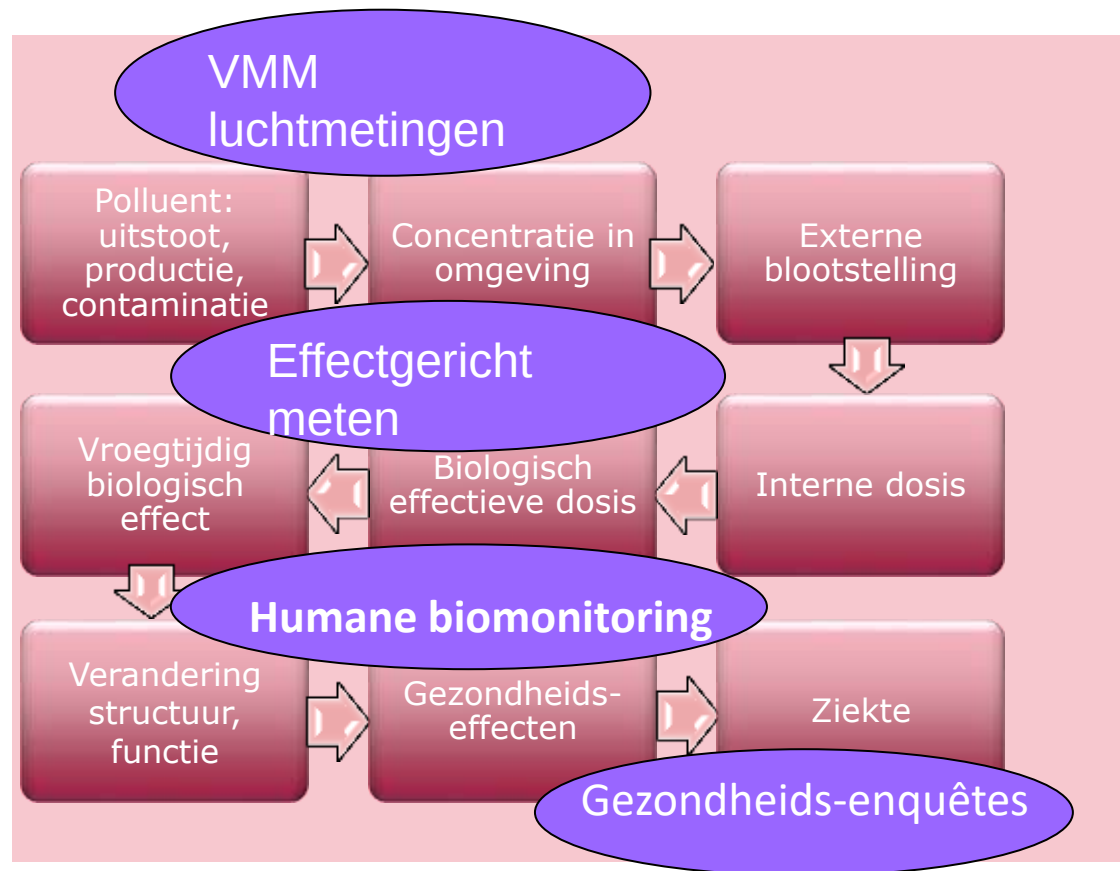


→ **Persoonlijke blootstelling**

# Milieu-gezondheidsketen

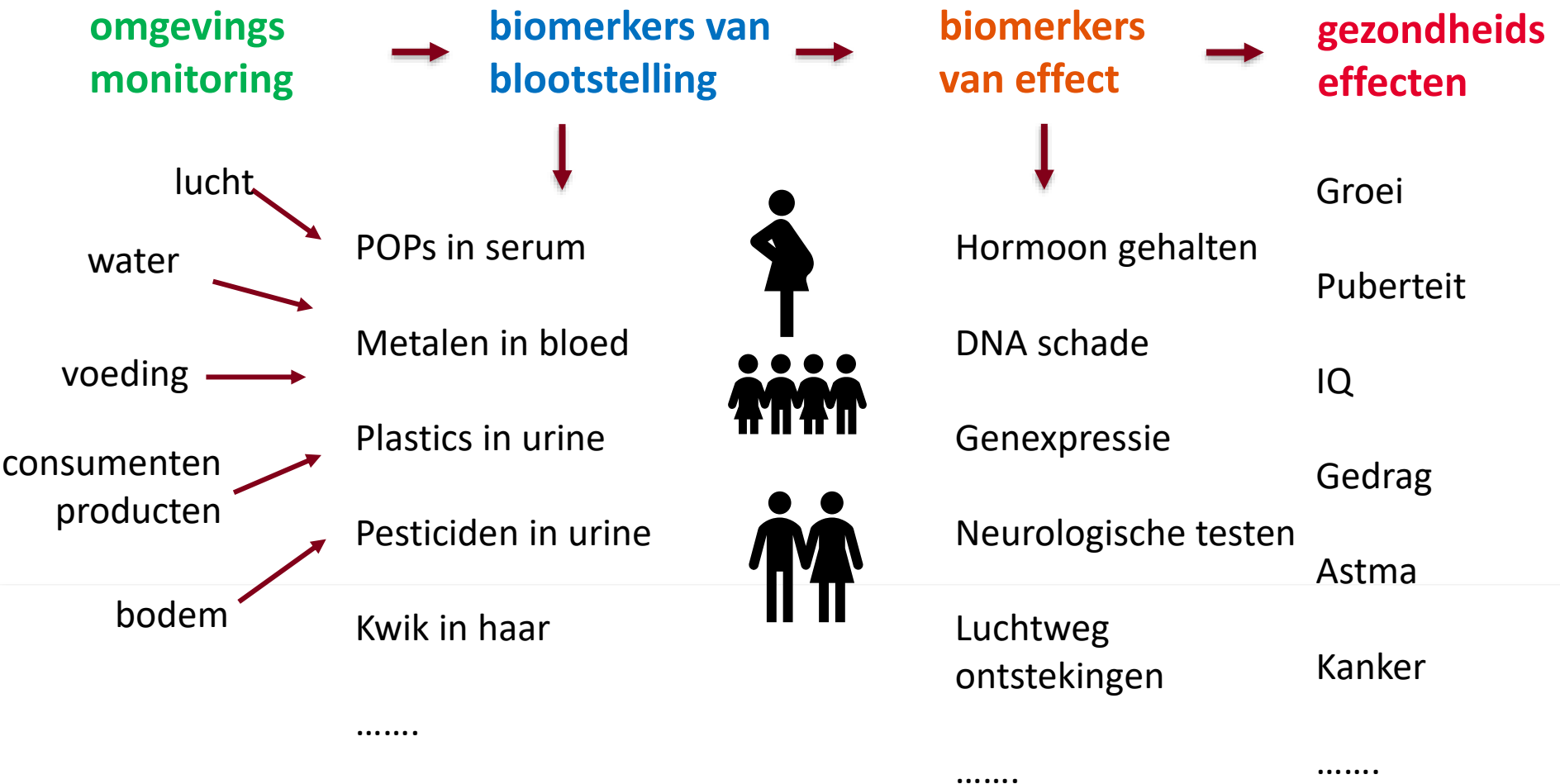


# Milieu-gezondheidsketen



# Linking omgeving & gezondheid

Verband tussen oorzaak en gevolg?





# HBM in Vlaanderen

Pilootstudie (1999)

Steunpunt Milieu & Gezondheid,  
1<sup>e</sup> generatie (2001-'06)



Steunpunt Milieu & Gezondheid,  
2<sup>e</sup> generatie (2007-'11)



Steunpunt Milieu & Gezondheid,  
3<sup>e</sup> generatie (2012-'15)



Steunpunt Milieu & Gezondheid,  
4<sup>e</sup> generatie (2016-'20)

# Waarom?

## Humane Biomonitoring

- ❖ Directe meting van pollutent gehalten in het menselijk lichaam
- ❖ Geïntegreerde blootstelling: uit alle bronnen samen
- ❖ Incorporeert absorptie, metabolisme, excretie, ...
- ❖ Zowel blootstelling als effect
- ❖ Tijdsvenster (prospectieve studies)
- ❖ “Pollution gets personal”

HBM als beleidsondersteuning



# Inhoud

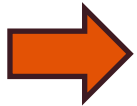
## Vlaamse ervaring met Humane BioMonitoring (HBM)

- Introductie in HBM
- HBM toepassingen
  - ❖ Referentie waarden
  - ❖ Tijdstrends en regionale trends
  - ❖ Identificeren van bronnen
  - ❖ Opvolgen van hotspots
  - ❖ Dosis-effect relaties
- Take home messages

# HBM toepassingen

## **nieuwe data: monitoring**

- Referentie waarden
- Tijdstrends & regionale trends
- Bronnen van blootstelling identificeren
- Follow-up van risico gebieden



**opstarten, evalueren en aanpassen van  
beleidsmaatregelen**

## **nieuwe kennis: research**

- Dosis-effect relaties
- Health-based guidance values



**ondersteunen en onderbouwen van  
beleidsmaatregelen**

# Referentie waarden



# Vlaamse Referentie waarden

CHAPTER 2F

## *The Flemish Environment and Health Study (FLEHS) – Second Survey (2007–2011): Establishing Reference Values for Biomarkers of Exposure in the Flemish Population*

GREET SCHOETERS,<sup>a,b</sup> ANN COLLES,<sup>a</sup> ELLY DEN HOND,<sup>a</sup> KIM CROES,<sup>c</sup> JAN VRIJENS,<sup>c</sup> WILLY BAEYENS,<sup>c</sup> VERA NELEN,<sup>d</sup> ELS VAN DE MIEROOP,<sup>d</sup> ADRIAN COVACI,<sup>b</sup> LIESBETH BRUCKERS,<sup>c</sup> NICOLAS VAN LAREBEKE,<sup>f</sup> ISABELLE SIOEN,<sup>f</sup> BERT MORRENS<sup>b</sup> AND ILSE LOOTS<sup>b</sup>

Gemiddelde  
blootstelling

Hoger blootgestelde  
bevolking

**Table 2F.1** Biomarkers of exposure in the Flemish population.

| Biomarker           | Unit     | Age group                  | n   | Reporting level > | % > LOD or LOQ | Reference geometric mean (95% CI) | Reference P90 (95% CI) |
|---------------------|----------|----------------------------|-----|-------------------|----------------|-----------------------------------|------------------------|
| <b>Heavy metals</b> |          |                            |     |                   |                |                                   |                        |
| Lead in blood       | µg/L     | newborns <sup>(1)</sup>    | 241 | 1.9               | 100%           | 8.6 (8.1–9.2)                     | 15.9 (13.9–17.9)       |
|                     | µg/L     | mothers <sup>(2)</sup>     | 235 | 1.9               | 100%           | 11.1 (10.6–11.7)                  | 18.9 (17.1–20.7)       |
|                     | µg/L     | adolescents <sup>(2)</sup> | 207 | 1.9               | 100%           | 14.8 (14.0–15.6)                  | 27.6 (23.1–32.1)       |
| Cadmium in blood    | µg/L     | newborns <sup>(1)</sup>    | 241 | 0.06              | 67.9%          | 0.073 (0.066–0.081)               | 0.160 (0.095–0.226)    |
|                     | µg/L     | mothers <sup>(2)</sup>     | 235 | 0.06              | 68.9%          | 0.312 (0.291–0.334)               | 0.728 (0.592–0.864)    |
|                     | µg/L     | adolescents <sup>(2)</sup> | 207 | 0.06              | 98.6%          | 0.210 (0.192–0.230)               | 0.471 (0.333–0.609)    |
| Cadmium in urine    | ng/L     | adults                     | 194 | 50                | 100%           | 239 (224–256)                     | 444 (363–525)          |
|                     | ng/g crt | adults                     | 194 |                   | 100%           | 222 (208–237)                     | 413 (358–468)          |

# Vlaamse referentie waarden

## Glyfosaat in urine

| Glyfosaat in urine<br>µg/L (cor. SG) | N   | %>LOQ<br>(=0,1µg/l) | GM<br>(95% BI) | P10<br>(95%BI) | P50<br>(95% BI) | P90<br>(95%BI) | P95<br>(95%BI) |
|--------------------------------------|-----|---------------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| <b>Totaal</b>                        | 415 | 41,45               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,28           | 0,391          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,240;0,336)  | (0,332;0,468)  |
| <b>Geslacht</b>                      |     |                     |                |                |                 |                |                |
| jongens                              | 193 | 47,15               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,304          | 0,369          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,256;0,368)  | (0,326;0,616)  |
| meisjes                              | 222 | 36,49               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,249          | 0,409          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,215;0,406)  | (0,329;0,657)  |
| <b>Opleiding gezin</b>               |     |                     |                |                |                 |                |                |
| lager secundair**                    | 24  | 25                  | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,126          | 0,155          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,095;0,215)  | (0,126;0,215)  |
| hoger secundair                      | 135 | 47,41               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,309          | 0,422          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,240;0,422)  | (0,326;0,657)  |
| hoger onderwijs                      | 248 | 40,32               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,28           | 0,403          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,231;0,368)  | (0,342;0,669)  |
| <b>Verstedelijkingsgraad</b>         |     |                     |                |                |                 |                |                |
| landelijk                            | 198 | 41,41               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,315          | 0,414          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,240;0,391)  | (0,332;0,669)  |
| stedelijk                            | 147 | 42,18               | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,326          | 0,403          |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,185;0,403)  | (0,338;0,923)  |
| randstedelijk                        | 70  | 40                  | -              | <LOQ           | <LOQ            | 0,245          | 0,27           |
|                                      |     |                     | -              | -              | -               | (0,221;0,300)  | (0,240;0,422)  |

# Tijdstrends en regionale trends



# Follow-up tijdstrends



International Journal of Hygiene and Environmental Health 220 (2017) 36–45

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Hygiene and  
Environmental Health

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/ijheh](http://www.elsevier.com/locate/ijheh)



POPs in serum

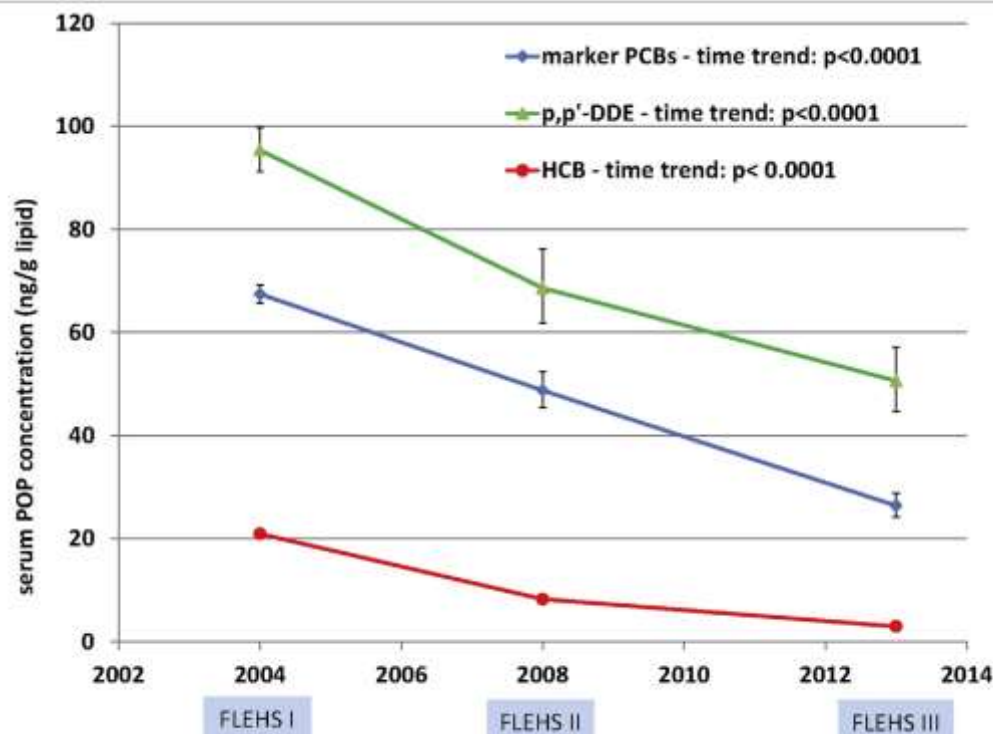
PCB's  
DDT  
HCB

Three cycles of human biomonitoring in Flanders – Time trends  
observed in the Flemish Environment and Health Study



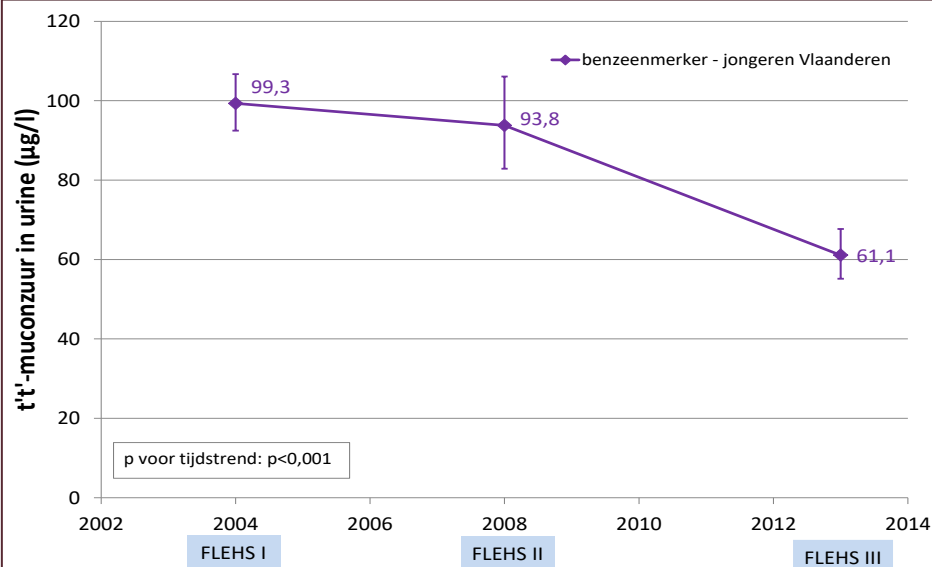
Greet Schoeters<sup>a,b,c,\*</sup>, Eva Govarts<sup>a</sup>, Liesbeth Bruckers<sup>d</sup>, El  
Stefaan De Henuw<sup>f</sup>, Isabelle Sioen<sup>f</sup>, Tim S. Nawrot<sup>g,h</sup>, Mi  
Annette Vriens<sup>g</sup>, Adrian Covaci<sup>i</sup>, Ilse Loots<sup>j</sup>, Bert Morrens<sup>j</sup>  
Nicolas Van Larebeke<sup>k</sup>, Sam De Craemer<sup>k</sup>, Kim Croes<sup>k</sup>, Nat  
Ann Colles<sup>a</sup>, Willy Baeyens<sup>k</sup>

Regulering van stoffen  
doet de blootstelling  
dalen





# Follow-up tijdstrends



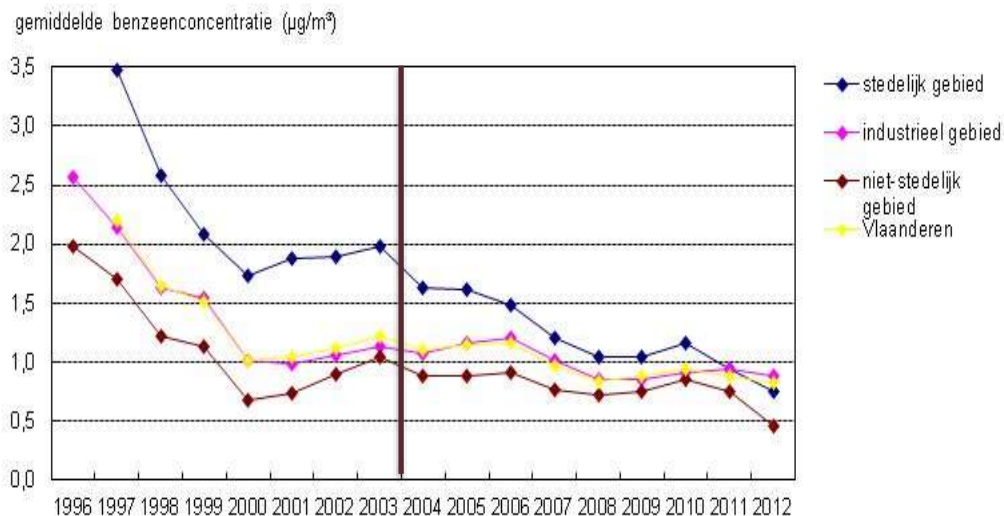
## HBM

Beleidsmaatregelen die blootstelling aan benzeen doen dalen:

- ❖ Daling in benzinegebruik
- ❖ Technische verbeteringen van voertuigen en tankstations.
- ❖ Verbod op roken in openbare gebouwen

## Benzeen

## LUCHT





# Follow-up tijdstrends



STEUNPUNT  
MILIEU & GEZONDHEID



## Emerging chemicals

### Legacy chemicals

#### **Brominated flame retardants (PBDEs)**

*DF range of PBDEs in FLEHS IV: 0-53%. Very significant decrease compared to FLEHS I - III*



#### **Phthalates**

*Significant decrease of DEHP, DEP, DiBP, DnBP and BBzP (FLEHS II - IV)*



#### **Bisphenol A**

*Significant decrease compared to FLEHS II*



### Emerging chemicals

#### **Phosphate flame retardants (PFRs)**

*Metabolites of TCIPP, TDCIPP, TPHP, TBOEP en EHDPHP: DF range 80-99%*

#### **Alternative plasticizers (APs)**

*High DF and conc. of high phthalates DINP and DIDP and Aps like DINCH and DEHTP (DF range 87-100%)*

#### **Bisphenol S and F**

*Lower median values but higher DF related to BPA (DF: 83-97%)*

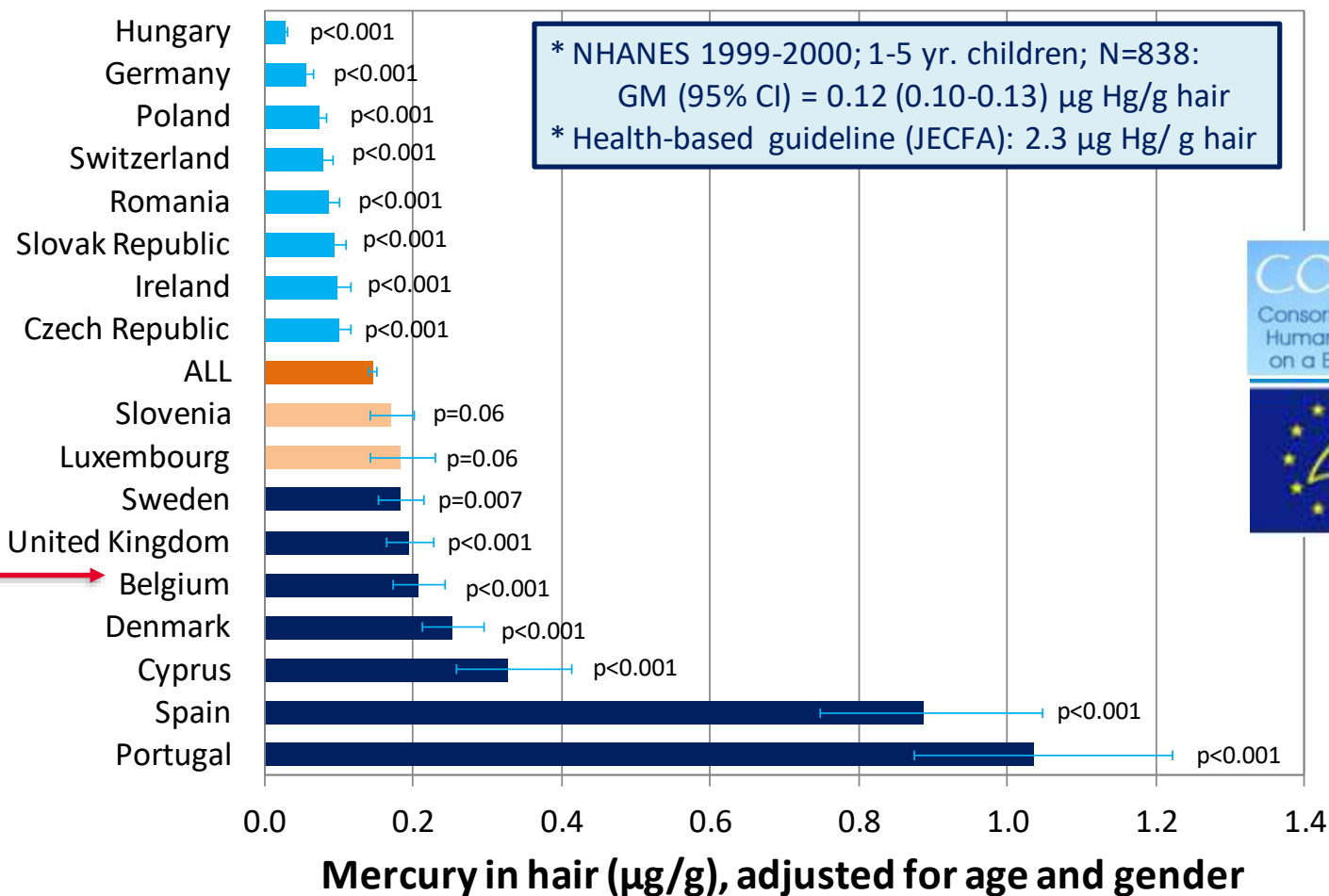


Provincie  
Antwerpen

Monitoring van NIEUWE stoffen is noodzakelijk

# Regionale trends: referentie waarden – EU

## Mercury in hair - children



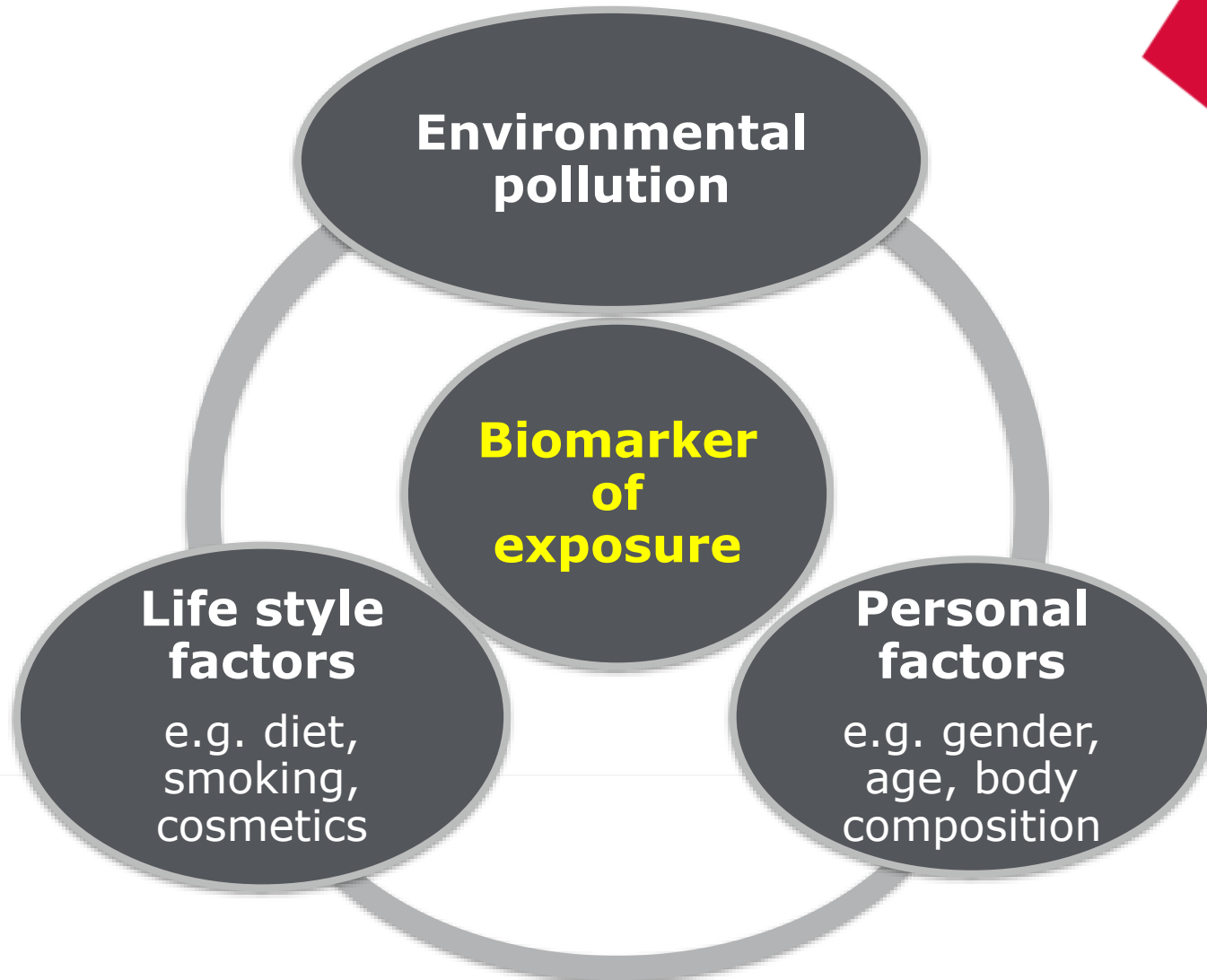
**COPHES**  
Consortium to Perform  
Human Biomonitoring  
on a European Scale

**7**  
SEVENTH FRAMEWORK  
PROGRAMME



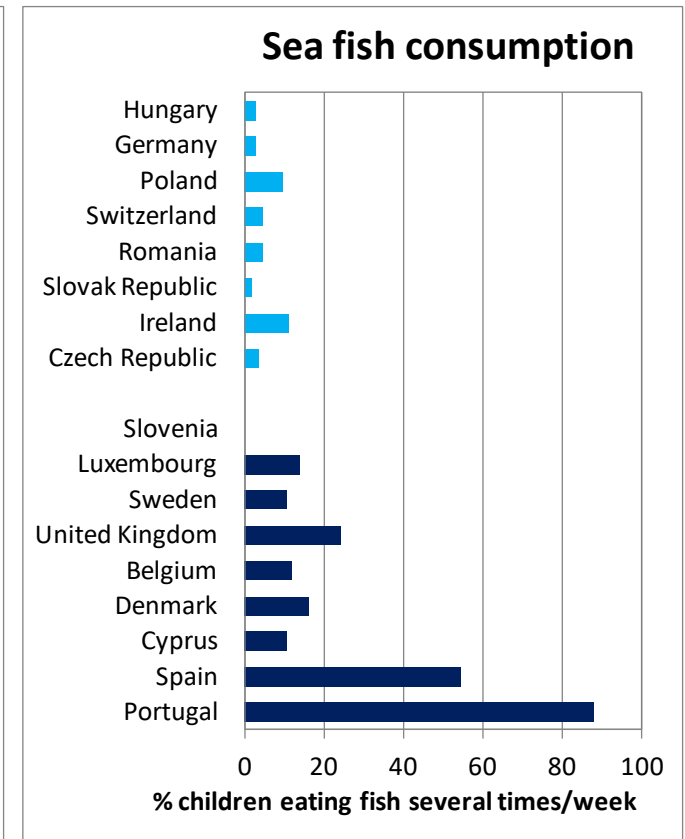
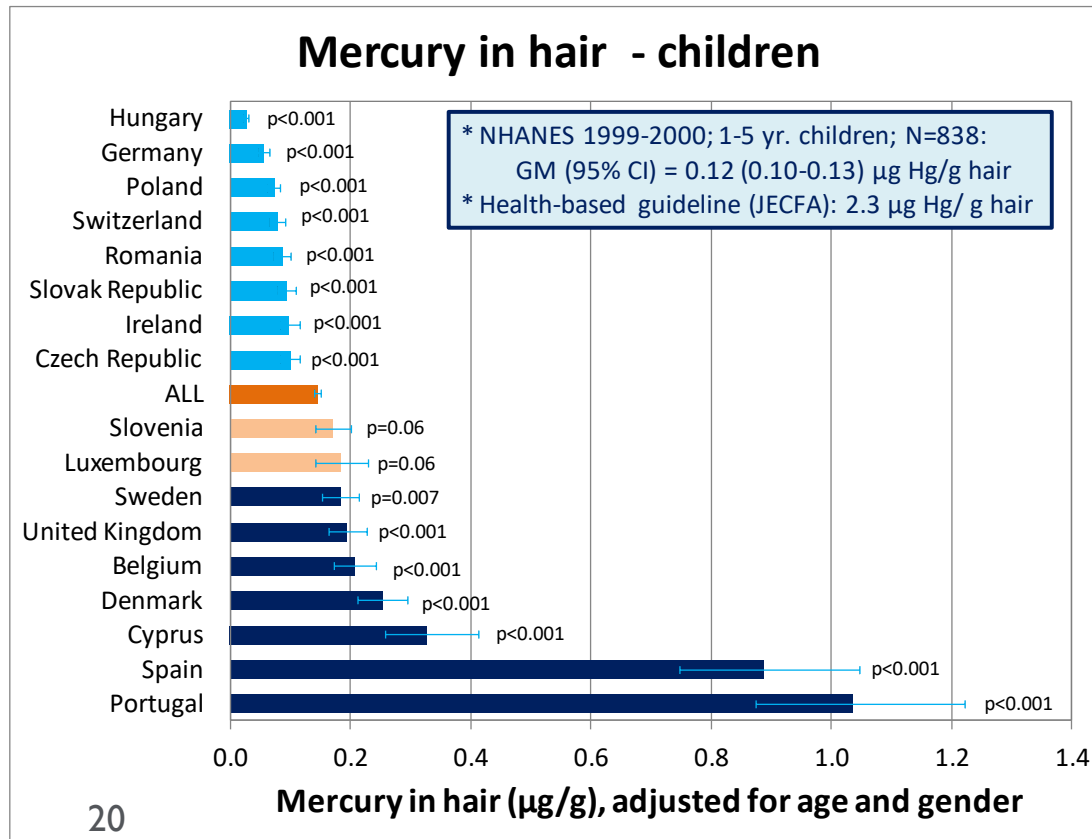
**DEMOCOPHES**  
Demonstration of a study to  
coordinate and perform  
human biomonitoring  
on a European Scale

# Bronopsporing



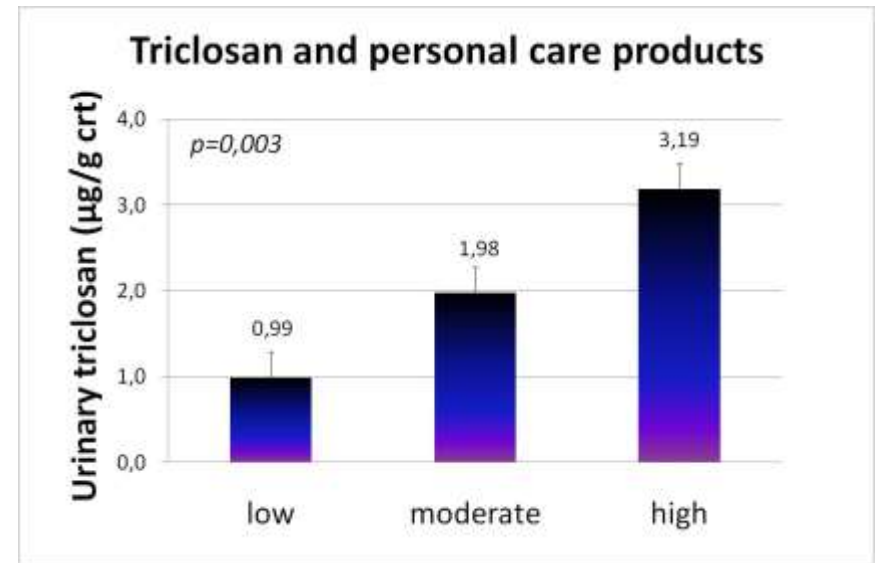
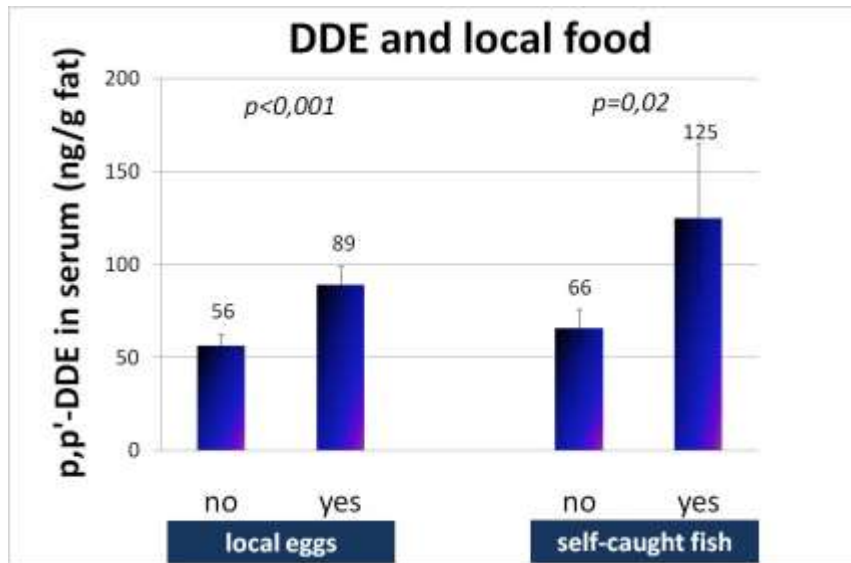
# Linking HBM met bronnen: life style factoren

- Life style als vector voor pollutie:
  - E.g. voeding, consumenten producten, indoor air,...



# Linking HBM met bronnen: life style factoren

- Life style als vector voor blootstelling:
  - vb voeding, consumenten producten, indoor air,...



# Opvolgen van hotspots



# Hotspot Genk-Zuid

2010



2016



-Non-ferro industrie  
-Zware metalen  
chromium en nikkel



# Hotspot Genk-Zuid: resultaten 2010



## LAGER in GENK-ZUID

### Zware metalen

Nickel (-7%)

Antimony (-21%)

Mercury (-15%)



## GELIJK aan VLAANDEREN in GENK-ZUID

### Zware metalen

Methyl mercury (-7%)

Manganese (+2%)

Lead (-2%)

### Verbrandingsproducten

Benzene (+8%)



## HOGER in GENK-ZUID

### Zware metalen

Chrome (+32%)

Toxic arsenic (+32%)

Cadmium (+18%)

Thallium (+11%)

Copper (+5%)

### Verbrandingsproducten

PAH's (+33%)

Vergelijking met referentiewaarden Vlaanderen



# beleidsimplicaties: 71 lokale acties

## HBM als beleidsondersteuning

The screenshot displays the website 'Milieu-informatie Genk' in a web browser. The address bar shows the URL: [https://www.genk.be/Leefomgeving/Leefmilieu/Milieu\\_informatie\\_Genk\\_Zuid:31293](https://www.genk.be/Leefomgeving/Leefmilieu/Milieu_informatie_Genk_Zuid:31293). The website features a navigation bar with links: 'Leven & Welzijn', 'Wonen & Ruimtelijke ontwikkeling', 'Ondernemen & Werken', 'Vrije Tijd', 'Onderwijs & Opvoeding', 'Leefomgeving', 'Over Genk', and 'Je bent'. The main header includes the 'IEDEEREN GENKT' logo and a search bar with the text 'ZOEK'. The main content area is titled 'Milieu-informatie Genk-Zuid' and features a large image of a river and industrial site. To the right, a yellow box titled 'Ik wil...' lists options: 'Het Emissieplan raadplegen', 'De meest recente nieuwsbrief lezen', 'Studies en onderzoeken rond Genk-Zuid raadplegen', and 'Een meeting maken van genk af geluchtminder'. Below the main content, there is a sidebar with a 'Leefmilieu' menu listing various topics like 'Afval', 'Energie', 'Duurzaamheid', etc. The main content area also has a section for 'Milieu-Informatie Genk-Zuid' with sub-sections like 'Praktische info', 'Het Emissieplan', 'Partners en links', 'Studies en onderzoeken', 'Stuurgroepen en commissies', and 'Nieuwsbrief en persberichten'. On the right, there are buttons for 'Dienstverlening van A tot Z', 'visitgenk.be', and 'c-mine.be', followed by a 'Contact' section with address and phone number information. The bottom of the page shows a Windows taskbar with various application icons and a system clock indicating 21:58 on 10/02/2017.

# Follow-up 2016 vs. 2010



## Vergelijking Genk-zuid 2016 met 2010

| Gunstiger in 2016 | Hetzelfde      | Minder gunstig in 2016 |
|-------------------|----------------|------------------------|
| cadmium in bloed  | PAK's in urine | thallium in urine      |
| chromium in urine |                |                        |
| nikkel in urine   |                |                        |
| thallium in bloed |                |                        |



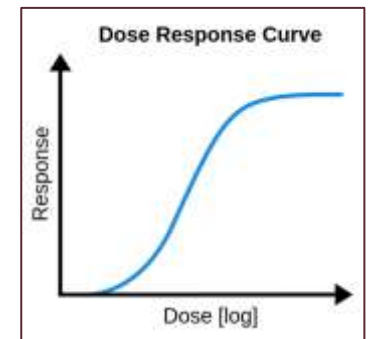
## Vergelijking 2016 met Vlaamse referentiewaarden

| Gunstiger in Genk-Zuid  | Hetzelfde                    | Minder gunstig in Genk-Zuid |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| chromium in urine       | chromium in bloed            | cadmium in bloed / urine    |
| thallium in bloed       | thallium in urine            | PAK's in urine              |
| toxisch arseen in urine | niet-toxisch arseen in urine |                             |
|                         | nikkel in bloed / urine      |                             |



# Dosis-effect relaties

Biomerkers van effect

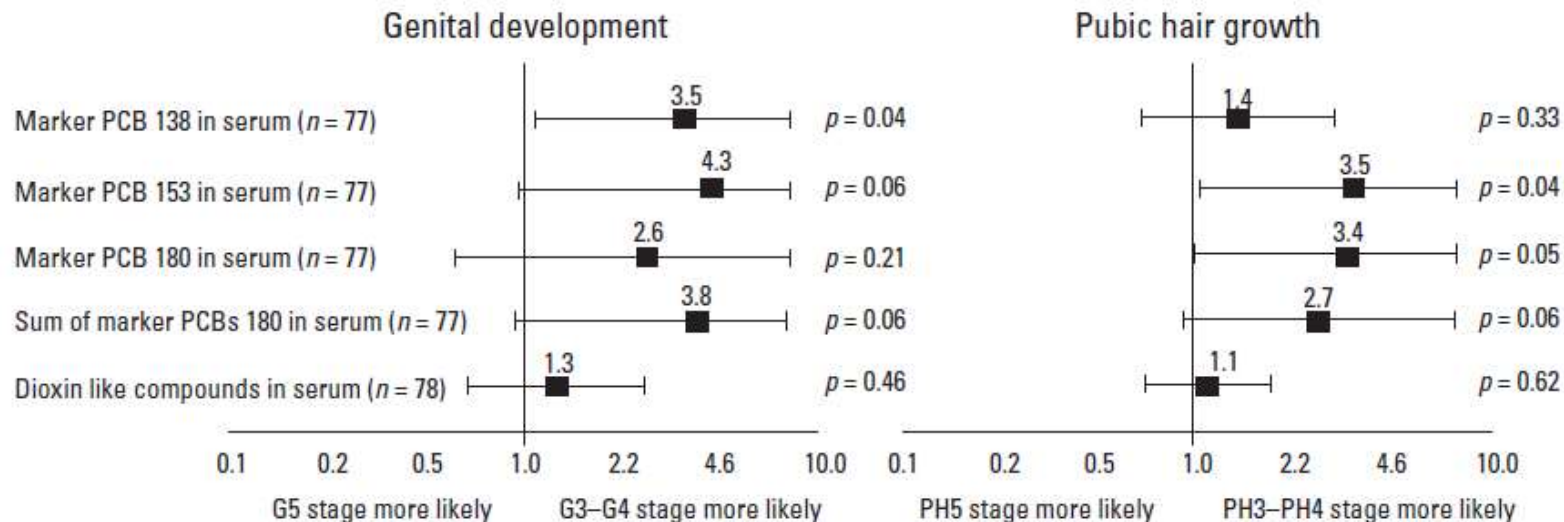


# Dose-response relationship from cohort studies



## Sexual Maturation in Relation to Polychlorinated Aromatic Hydrocarbons: Sharpe and Skakkebaek's Hypothesis Revisited

Elly Den Hond,<sup>1</sup> Harry A. Roels,<sup>2</sup> Karel Hoppenbrouwers,<sup>3</sup> Tim Nawrot,<sup>1</sup> Lutgarde Thijs,<sup>1</sup> Corinne Vandermeulen,<sup>3</sup> Gerhard Winneke,<sup>4</sup> Dirk Vanderschueren,<sup>5</sup> and Jan A. Staessen<sup>1</sup>



**Figure 1.** Odds of having reached male sexual maturity associated with a 2-fold increase in the serum levels of PCAHs. We adjusted all odds ratios for age, body mass index, and parental social class. Sum of marker PCBs indicates the sum of PCB congeners 138, 153, and 180.



# Dose-response relationship from prospective studies



- Prenatale blootstelling (biomerkers in navelstrengbloed)
- Geassocieerd met scoring op neurologische effecten op 7-8 jaar  
(SDQ= strength and difficulties questionnaire)

## Prenatal exposure to environmental contaminants and behavioural problems at age 7–8 years



Isabelle Sioen <sup>a,b,\*</sup>, Elly Den Hond <sup>c</sup>, Vera Nelen <sup>d</sup>, Els Van de Mieroop <sup>d</sup>, Kim Croes <sup>e</sup>, Nik Van Larebeke <sup>f</sup>, Tim S. Nawrot <sup>g,h</sup>, Greet Schoeters <sup>c,i</sup>

**Table 4**

Adjusted odds ratios for the significant association between prenatal exposure to environmental contaminants divided in tertiles and abnormal SDQ values at 7–8 years of age after stratification for gender.

|                                 | Population     | Prenatal exposure     | p-value | p-value for trend <sup>a</sup> | OR (third versus first tertile) (95% CI) <sup>a</sup> |
|---------------------------------|----------------|-----------------------|---------|--------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Emotional symptoms (score ≥ 5)  | Boys           | Cd                    | 0.010   | 0.022                          | 7.001 (1.593–30.764)                                  |
| Hyperactivity (score ≥ 7)       | Boys and girls | Pb                    | 0.049   | 0.188                          | 3.071 (1.007–9.362)                                   |
| Hyperactivity (score ≥ 7)       | Boys and girls | Dioxin-like compounds | 0.016   | 0.007                          | 0.493 (0.164–0.727)                                   |
| Total difficulties (score ≥ 16) | Boys and girls | Pb                    | 0.016   | 0.033                          | 5.082 (1.364–19.184)                                  |

Environment International 59 (2013) 225–231



Provincie  
Antwerpen

# Positieve effecten: thema groene ruimte

STEUNPUNT  
MILIEU & GEZONDHEID



## Groene ruimte – Cognitie (Aandacht)

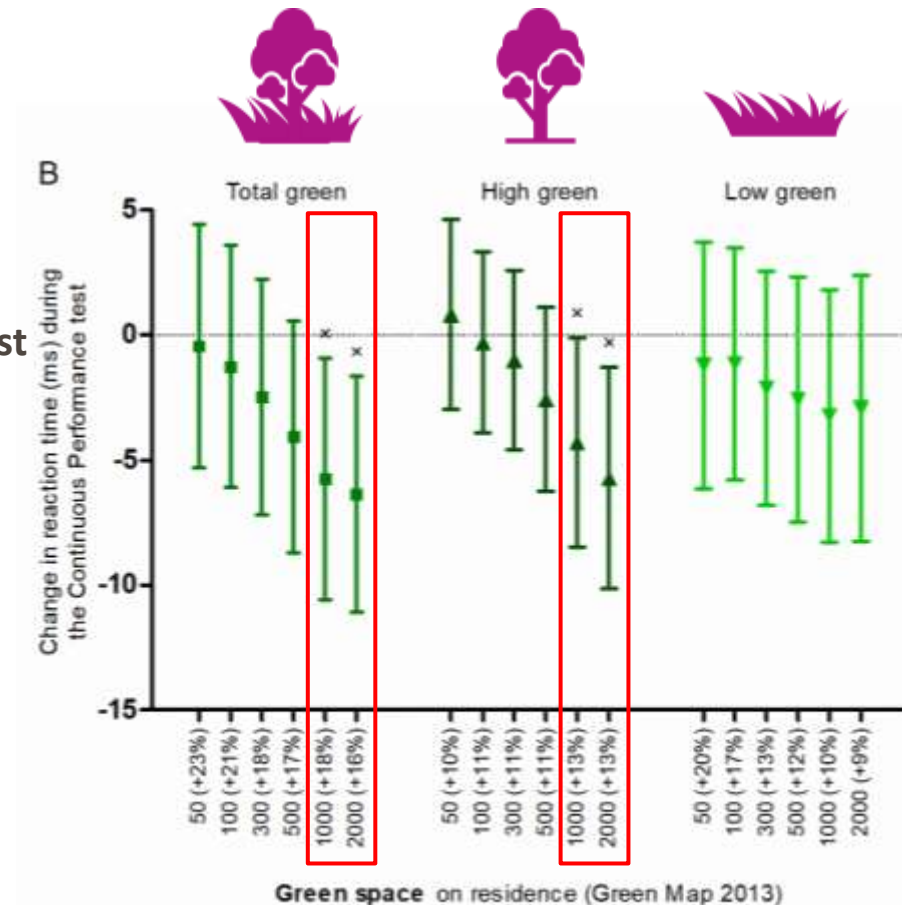


Rondom  
woning



**Continuous Performance test**  
= *vermogen om langdurig  
aandacht te behouden  
(gemiddelde reactietijd)*

Verandering in reactie tijd  
voor een IQR stijging in  
groene ruimte in een  
straal van 50-2000m  
rondom de woning  
gecorrigeerd voor  
geslacht, leeftijd en  
diploma moeder



### CONCLUSIE:

Groene ruimte in  
de **ruimere  
omgeving** (2000 m)  
rondom de woning is  
voordelig voor  
aandacht van  
adolescenten.  
Vooral **hoog  
groen** (bomen) is  
belangrijk.

30 - 20/09/2021



Provincie  
Antwerpen

\* Statistisch significant 95% betrouwbaarheidsinterval

# Take home messages

- Humane biomonitoring, meten in de mens heeft toegevoegde waarde
  - ❖ Geeft een geïntegreerde samenvatting van de omgevingsblootstelling
  - ❖ Meet blootstelling die relevant is voor de menselijke gezondheid
  - ❖ Helpt om blootstelling en risico's beter te begrijpen
  - ❖ Blootstelling wordt persoonlijk, dit mobiliseert tot actie
- HBM werkt voor beleidsvertaling en beleidsondersteuning
  - ❖ Regulering van emissies en producten: daling van de blootstelling
  - ❖ Monitoring, ook van nieuwe stoffen is belangrijk
  - ❖ Drijfveer voor actie en verbetering
- HBM heeft toegevoegde waarde in bescherming van de gezondheid

Hartelijk dank!

Vragen?

