

STEUNPUNT MILIEU EN GEZONDHEID  
2020

VLAAMS HUMANE-BIOMONITORINGSPROGRAMMA  
2016-2020

**REFERENTIEWAARDEN BIJ JONGEREN**  
VERSIE 3.1 – JUNI 2021





STEUNPUNT  
MILIEU &  
GEZONDHEID

**Contactgegevens:**

[info@milieu-en-gezondheid.be](mailto:info@milieu-en-gezondheid.be)

Coördinator: [greet.schoeters@vito.be](mailto:greet.schoeters@vito.be)

Woordvoerder : [vera.nelen@provincieantwerpen.be](mailto:vera.nelen@provincieantwerpen.be)

Opdrachtgever: [gezondheid.omgeving@vlaanderen.be](mailto:gezondheid.omgeving@vlaanderen.be)

## PARTNERS

Dit rapport, versie 3 (mei 2021), beschrijft resultaten van de vierde cyclus van **het Vlaamse humane-biomonitoringsprogramma**, uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid (2016-2020).

Het **Steunpunt Milieu en Gezondheid** is een multidisciplinair onderzoeksconsortium met onderzoeksgroepen van de vijf Vlaamse universiteiten en van de onderzoeksinstellingen VITO en PIH:

- VITO, verantwoordelijk voor algemene coördinatie, interpretatie en rapportering (Promotor-Coördinator: Prof. dr. G. Schoeters, medewerkers drs. V. Verheyen, A. Colles, A. Kestens), voor datamanagement en data-analyse (dr. S. Remy, drs. E. Govarts); toxicologische analyses van perfluorverbindingen, metabolieten van benzeen, metabolieten van poly-aromatische koolwaterstoffen, ( G. Jacobs en S. Voorspoels);
- Provinciaal Instituut voor Hygiëne (PIH) Antwerpen, verantwoordelijk voor het veldwerk (Promotor- Woordvoerder: Dr. V. Nelen, medewerkers: dr. E. Den Hond, Dr. A. De Decker, dr. C. Franken en het veldwerkteam);
- Universiteit Antwerpen (Sociologie), verantwoordelijk voor de communicatiestrategie, risicoperceptie stakeholderparticipatie en sociale stratificatie (Promotor Initiator Prof. dr. I. Loots, medewerkers drs. D. Coertjens, drs. B. Morrens);
- Universiteit Antwerpen (Toxicologie), verantwoordelijk voor het thema nieuwe polluenten (Promotor Prof. dr. A. Covaci, Medewerkers Drs. M. Bastiaensen, Drs. C. Gys, Dr. G. Malarvannan)
- Universiteit Hasselt en KULeuven, verantwoordelijk voor thema ruimtegebruik (Promotor Prof. dr. T. Nawrot, medewerker drs. R. Carollo, dr. Esmée Bijmens);
- Universiteit Gent, verantwoordelijk voor het thema voeding (Promotor Prof. dr. S. De Henauw, medewerker M. Bellemans);
- Universiteit Hasselt, verantwoordelijk voor de statistische verwerking (dr. L. Bruckers)
- VUB, verantwoordelijk voor toxicologische analyses van de metalen (Prof. dr. M. Leermakers, Prof. dr. N. Van Larebeke, Prof. dr. W. Baeyens,);

De studie gebeurde in opdracht van en in samenwerking met de Vlaamse overheid, Departement Omgeving, Vlaams Planbureau voor Omgeving.

*Met speciale dank aan alle deelnemers en hun ouders; de directie en het personeel van deelnemende scholen; het Algemeen Medische Laboratorium (AML) voor de logistieke steun en het stalentransport; de medisch milieukundigen (MMK's) voor advies; de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM), het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI); Sciensano en de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu (IRCEL) voor het aanleveren van meetgegevens.*

## Inhoudstabel

|   |    |
|---|----|
| Partners .....  | 2  |
| Samenvatting .....  | 4  |
| Kadering .....  | 4  |
| Studieopzet .....   | 4  |
| Vlaamse referentiewaarden voor blootstellings- en effectmerkers, periode 2017-2018..... | 6  |
| Evolutie van blootstellingsmerkers ten opzichte van vorige meetcampagnes: .....         | 6  |
| Vergelijking van de blootstellingsmerkers met gezondheidskundige toetsingswaarden ..... | 8  |
| Vergelijking met blootstellingsmerkers gemeten in buitenlandse campagnes: .....         | 11 |
| Opkomende nieuwe stoffen en nieuwe blootstellingsmerkers .....                          | 11 |
| Vergelijkingen van de blootstellingsmerkers binnen de studiepopulatie .....             | 12 |
| Effectbiomerkers en gezondheidsmetingen .....   | 12 |
| Hoe denken jongeren in Vlaanderen over het milieu?.....                                 | 13 |
| Conclusie per stofgroep.....  | 13 |
| Het vervolgtraject .....  | 15 |

## SAMENVATTING

### KADERING

Dit rapport, versie 3 (juni 2021)<sup>1</sup>, beschrijft de resultaten van de 4<sup>e</sup> cyclus van **het Vlaamse humane-biomonitoringsprogramma**, uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid (2016-2020).

Het **Vlaamse Humane-biomonitoringsprogramma** onderzoekt sinds 2002 de mate waarin de Vlaamse bevolking wordt blootgesteld aan omgevingspolluenten. Deze meetgegevens worden vervolgens in verband gebracht met mogelijke gezondheidseffecten. In de periode 2016-2020 werd een vierde meetcampagne uitgevoerd bij 610 jongeren. In dit rapport worden de eerste resultaten beschreven van 428 jongeren. Meer gedetailleerde analyses zullen in de loop van 2020 worden uitgevoerd en gerapporteerd.

**Humane biomonitoring (HBM)** staat voor 'meten in de mens'. Aan de hand van metingen in onder meer bloed-, haar- en urinestalen kan de blootstelling van de mens aan omgevingspolluenten worden nagegaan (met biomerkers van blootstelling) en kan de relatie met (vroegtijdige) gezondheidseffecten worden onderzocht (met biomerkers van effect).

De bedoeling was om de inwendige blootstelling aan omgevingspolluenten bij Vlaamse jongeren te meten en op basis daarvan **Vlaamse referentiewaarden** te berekenen. Deze referentiewaarden geven de gemiddelde blootstelling (geometrische gemiddelde en 95% betrouwbaarheidsinterval) en de spreiding van de blootstelling zodat er ook informatie beschikbaar is over de hoger blootgestelde groep jongeren. Deze waarden werden vergeleken met meetwaarden van eerdere campagnes om evoluties in de tijd op te volgen en met beschikbare waarden van buitenlandse studies. Om de gezondheidsrisico's in te schatten werden de gegevens vergeleken met op gezondheid gebaseerde toetsingswaarden voor zover die beschikbaar zijn. Er werd ook informatie bekomen over persoons-, omgevings- en levensstijlkenmerken van de jongeren. De relatie tussen deze kenmerken en de inwendige blootstelling aan omgevingspolluenten wordt later gerapporteerd (einde 2020). Het huidige rapport beschrijft de inwendige blootstelling in relatie met geslacht, met de verstedelijkingsgraad van de woonplaats van de jongeren en in relatie met hun sociaaleconomische achtergrond (op basis van het hoogste opleidingsniveau van het gezin). Tot slot werd ook de mening van de jongeren over het milieu bevroegd.

### STUDIEOPZET

In het schooljaar 2017-2018 namen **428 jongeren** uit het derde jaar van het secundair onderwijs deel aan het onderzoek. Deze jongeren waren toen 14 of 15 jaar oud.

Er werd gestreefd naar een steekproef die representatief is voor jongeren uit Vlaanderen. De jongeren werden gerekruteerd uit de vijf Vlaamse provincies via scholen die door toevalstrekking werden geselecteerd.

---

<sup>1</sup> In deze 3<sup>e</sup> versie van het resultatenrapport, d.d. juni 2021, werden de waargenomen gehalten aan de som van PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA vergeleken met de nieuwe gezondheidkundige toetsingswaarde voor deze vier perfluorverbindingen die door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid werd gerapporteerd.

20 van de 48 geselecteerde scholen stemden toe om deel te nemen aan de campagne. De onderzoeken werden georganiseerd in samenwerking met de scholen. De jongeren en hun ouders gaven een geïnformeerde toestemming.

Tijdens de onderzoeksdagen op school werden volgende onderzoeken uitgevoerd:

- Afname van een bloed-, en urine- en haarstaal
- Opmeten gewicht, lengte, buikomtrek, bloeddruk en polsslag
- Computertesten die een aantal cognitieve parameters bepalen (bv. concentratie)
- Meting van stikstofdioxide (NO) in ademlucht als maat voor luchtwegontstekingen.

Daarnaast werden bij de centra voor leerlingenbegeleiding (CLB) de gegevens van groei en puberteitsontwikkeling van de jongeren opgevraagd.

De jongeren en hun ouders vulden een uitgebreide vragenlijst in over de gezondheidstoestand van de jongere zoals het voorkomen van astma, allergie en infecties, maar ook over hun voedingsgewoontes, sociaaleconomische status, leefomgeving, gedrag en perceptie van milieuproblemen. Het onderzoeksprotocol werd goedgekeurd door de ethische commissie van UA/UZA op 12 juni 2017. Het bewaren en gebruik van de gegevens gebeurt conform de nieuwe Europese regelgeving voor gegevensbescherming (GDPR).

Het aantal deelnemers per provincie in de studiepopulatie benadert de relatieve verdeling van het inwonersaantal per provincie goed.

- Er waren iets meer deelnemende meisjes dan jongens (53,5% vs. 46,5%).
- De verdeling op vlak van onderwijsvorm (ASO-TSO-BSO) en buitenlandse herkomst (jongeren met migratieachtergrond) benadert de cijfers voor algemeen Vlaanderen erg goed.
- Er is een lichte oververtegenwoordiging van jongeren die landelijk wonen t.o.v. algemeen Vlaanderen.

In vergelijking met eerdere campagnes zijn er minder jongeren die roken en alcohol gebruiken en meer jongeren met overgewicht. Deze evoluties zien we eveneens in de algemene bevolking.

In samenspraak met wetenschappers van het Steunpunt Milieu en Gezondheid en de opdrachtgevende Vlaamse overheid werd bepaald welke omgevingspolluenten werden gemeten in de bloed-, haar- en urinestalen. De selectie gebeurde om de invloed te onderzoeken van 1) de inrichting van de omgeving, 2) ecologisch gedrag en keuzes met betrekking tot het binnenmilieu van de woning (energie-efficiëntie, ecologische bouwmaterialen...) en voeding (consumptie van biovoeding, zelf geteelde of lokaal geteelde voeding), 3) beschermende beleidsmaatregelen die blootstelling aan toxische stoffen moeten beperken en 4) nieuw opkomende stoffen in producten en in de omgeving. De focus van het onderzoek werd ook besproken met diverse betrokken beleidsactoren en vertegenwoordigers van maatschappelijke actoren tijdens drie rondetafelgesprekken in 2016.

## VLAAMSE REFERENTIEWAARDEN VOOR BLOOTSTELLINGS- EN EFFECTMERKERS, PERIODE 2017-2018.

Er werden merkers gemeten voor volgende omgevingspolluenten:

- ▶ Metalen en spoorelementen (**lood, thallium, cadmium, arseen, koper, mangaan en zink**)
- ▶ Persistente organochloor polluenten (**PCB's, DDT, DDE, HCB, HCH, chlordanen**)
- ▶ Verkeers- en verbrandingsgerelateerde polluenten (**benzeen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's)**)
- ▶ Bestrijdingsmiddelen (herbiciden **glyfosaat, AMPA, 2,4-dichloorfenoxiazijnzuur, pyrethroïde pesticiden**, organofosfaat pesticide **chloorpyrifos**)
- ▶ Plastic componenten en weekmakers (**bisfenolen, ftalaten**)
- ▶ Vlamvertragers (**gebromeerde vlamvertragers** en **organofosfaat vlamvertragers**)
- ▶ Perfluorverbindingen (**PFAS**)

Naast de merkers voor de omgevingspolluenten worden ook effectmerkers en gezondheidsparameters gerapporteerd. De relatie tussen deze gegevens en de blootstellingsmerkers zal in vervolgonderzoek worden geanalyseerd.

Volgende effectmerkers werden bepaald:

- ▶ **DNA-schade en herstel** (komeetest, 8-hydroxy-deoxyguanosine)
- ▶ **Respiratoire ontsteking** (uitgeademd NO)
- ▶ **Biologische stress** (cortisol, telomeerlengte)
- ▶ De **nutritionele status** (spoorelement jodium)
- ▶ **Cardiometabole parameters** (cholesterol en triglyceriden, BMI en middelomtrek, bloeddruk en polsslag)
- ▶ **Cognitieve prestatie**
- ▶ Voorkomen van **astma, allergieën** en **infecties**
- ▶ **Puberteitsontwikkeling**

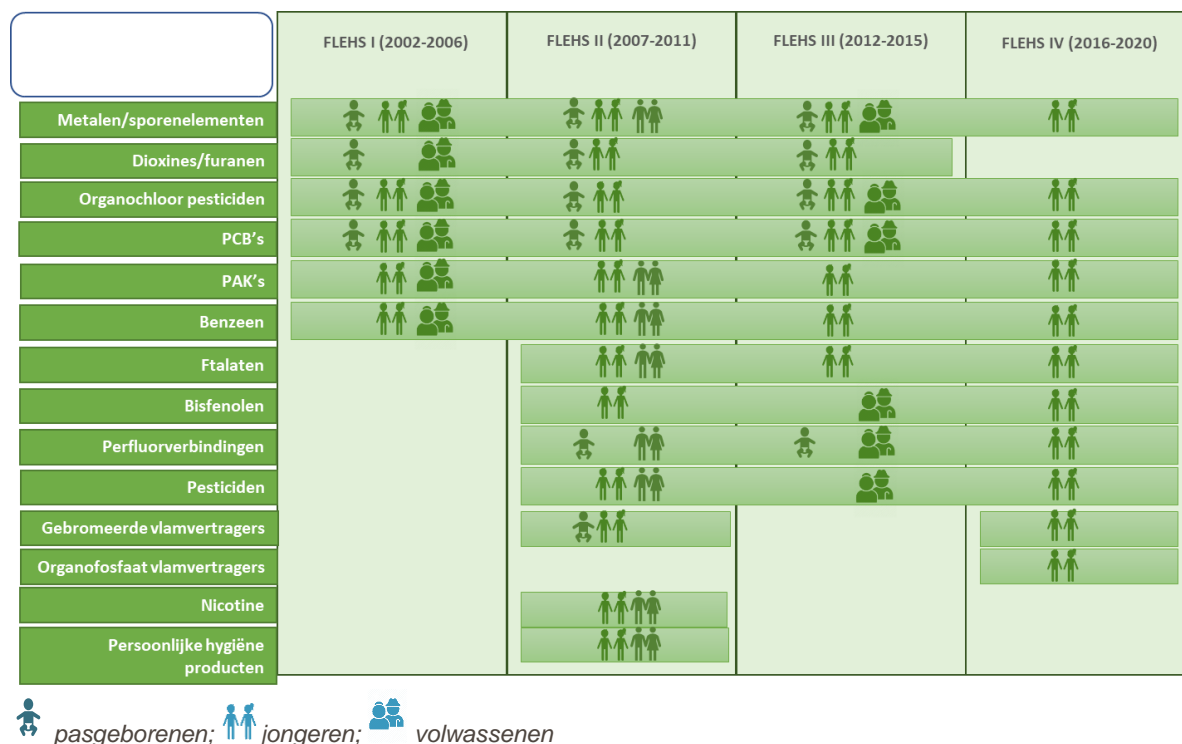
Naast gezondheid werd ook het welbevinden van de deelnemers gerapporteerd op basis van gevalideerde vragenlijsten over welbevinden, stress en vitaliteit.

Als referentiewaarden voor Vlaamse jongeren werden de detectiefrequentie van de biomerker, de gemiddelde blootstelling en de meetwaarde waaronder respectievelijk 10, 50, 90 en 95% van de meetwaarden van de deelnemers liggen gerapporteerd.

## EVOLUTIE VAN BLOOTSTELLINGSMERKERS TEN OPZICHTE VAN VORIGE MEETCAMPAGNES:

Voor de opvolging van tijdstrends in blootstelling aan omgevingspolluenten zijn er in Vlaanderen metingen beschikbaar op 4 tijdstippen, nl. 2004 (1e Steunpunt M&G, FLEHS I), 2008 (2e Steunpunt M&G, FLEHS II), 2013 (3e Steunpunt M&G, FLEHS III) en 2018 (4e Steunpunt M&G, FLEHS IV). Figuur I geeft een overzicht van de omgevingspolluenten die gemeten werden per leeftijdsgroep en per campagne.





Figuur I: Overzicht van omgevingspolluenten die gemeten werden in de verschillende FLEHS-campagnes

Vergelijkingen dienen te gebeuren per leeftijdsgroep. In FLEHS I werden 1679 jongeren gerekruteerd uit 8 typeregio's in Vlaanderen (~200 per regio); in FLEHS II en FLEHS III werden telkens ongeveer 200 jongeren gerekruteerd; in FLEHS IV werden 428 jongeren gerekruteerd als representatieve steekproef voor heel Vlaanderen. Metalen en sporenelementen (lood, thallium, cadmium, arseen, koper, mangaan), persistente gechloreerde polluenten (PCB's, DDT, HCB, HCH, chlordan groep), verkeer- en verbranding gerelateerde polluenten (benzeen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en plastic componenten (bisfenolen, ftalaten) werden reeds in eerdere FLEHS-jongeren campagnes gemeten.

Als we de vergelijking maken (Figuur II) met resultaten van deelnemers van dezelfde leeftijdsgroep uit de vorige campagne (FLEHS III), merken we dat de gehalten van een aantal toxische stoffen verder dalen.

Voor al deze goedgekende stoffen is beleid in voege. Deze meetwaarden zijn dus belangrijk om de effectiviteit van het beleid op te volgen zoals het vervangen van lood in waterleidingen, het controleren van milieu en voeding op verboden stoffen (DDT, PCB's), recente maatregelen voor beperking van toxische ftalaten als weekmakers in plastic (DEHP, DiBP, DnBP, DBzP), beperking van het gebruik van BPA in voedselverpakkingen. Ook 1-hydroxypyreen, dat we in urine kunnen meten als merker van blootstelling aan verbranding gerelateerde PAK's daalt. In dezelfde periode werd ook in omgevingslucht een daling van PAK's waargenomen.



Figuur II: Omgevingspolluenten of hun metabolieten gemeten in bloed (B) of urine (U) bij jongeren van de huidige FLEHS IV campagne in vergelijking met gehalten in de vorige campagne (FLEHS III).

Op basis van de tijdstrends zien we echter ook merkers die niet dalen:

- ▶ De interne blootstelling aan toxische metabolieten van anorganisch **arseen** blijft op hetzelfde niveau als bij de vorige campagne. Arseen is kankerverwekkend. In dat geval geldt hoe lager, hoe beter.
- ▶ De in eerdere campagnes waargenomen daling van het bloed**cadmium** gehalte zet zich niet verder door.
- ▶ In tegenstelling tot de dalende waarden voor de oude persistente stoffen PCB's en DDT-metabolieten, zien we voor de oude pesticiden **beta-hexachloorcyclohexaan** en **oxychlordan** geen daling. **Trans-nonachloor** stijgt zelfs. Dit is tegengesteld aan de verwachtingen aangezien deze oude stoffen intussen al lange tijd verboden zijn.
- ▶ Het gehalte aan thallium in urine stijgt. Een evolutie die ook in andere landen wordt vastgesteld.
- ▶ Tot slot zien we ook voor benzeen (metaboliet t,t'-muconzuur in urine) een stijging in vergelijking met de vorige meetcampagne, terwijl we voor deze stof in eerdere meetcampagnes een daling hadden vastgesteld. Deze dalende trend zet zich dus niet verder.

### VERGELIJKING VAN DE BLOOTSTELLINGSMERKERS MET GEZONDHEIDSKUNDIGE TOETSINGSWAARDEN

Voor een aantal biomerkers werden door internationale expertcommissies waarden afgeleid waarboven men het risico op nadelige gezondheidseffecten niet uitsluit. Deze afleidingen gebeuren op basis van de op dat moment beschikbare wetenschappelijke informatie. Naargelang de informatie wijzigt kunnen ook de gezondheidkundige toetsingswaarden wijzigen. Soms komen expertcommissies ook tot verschillende besluiten.

Voor de blootstellingsmerkers die in het huidige programma gemeten werden, wordt het geometrische gemiddelde en het 95<sup>ste</sup> percentiel vergeleken met beschikbare gezondheidskundige toetsingswaarden (GTW) (tabel I). Wanneer er meerdere toetsingswaarden beschikbaar zijn, worden deze gegeven.

Voor geen enkele stof ligt het geometrisch gemiddelde van de studiepopulatie boven één van de toetsingswaarden. Het 95<sup>ste</sup> percentiel, dit is de meetwaarde waarboven de waarden van 5% van de studiedeelnemers liggen, overschrijdt een GTW voor arseen, cadmium, lood en de som van PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA. Het 95<sup>ste</sup> percentiel van het afbraakproduct van pyrethroïde pesticiden en van PFOS in serum overschrijdt eveneens de meest conservatieve GTW voor deze biomerkers. Deze overschrijdingen kunnen niet geïnterpreteerd worden op individueel niveau, maar een meetbaar gezondheidsrisico op populatieniveau kan niet worden uitgesloten.

Voor heel wat nieuwere stoffen zijn er geen gezondheidskundige toetsingswaarden beschikbaar en kan deze vergelijking niet gemaakt worden.

Sommige van de gemeten stoffen zijn gekende kankerverwekkende stoffen (arseen, cadmium, PAK's, benzeen) en zeker voor deze stoffen geldt: hoe lager het gehalte, hoe kleiner het gezondheidsrisico.

Jongeren met gehalten die een richtwaarde overschrijden moeten zich niet meteen zorgen maken. Enkel bij langdurige blootstelling aan deze concentraties kunnen er gezondheidseffecten optreden, vaak pas later in het leven. De meetwaarden zijn slechts een momentopname en de meeste stoffen verdwijnen snel weer uit het lichaam. Wel is het zinvol om enkele adviezen op te volgen om blootstelling te beperken. De boodschap is immers: hoe lager het gehalte, hoe kleiner het gezondheidsrisico. Op de website [www.milieu-en-gezondheid.be](http://www.milieu-en-gezondheid.be) kan wie dat wil dan ook terecht voor verdere tips.

Tabel I: Blootstellingsbiomerkers in vergelijking met de gezondheidskundige toetsingswaarden (GTW): groene meetwaarden liggen onder de GTW, oranje meetwaarden liggen boven één van de GTW's. U: merker gemeten in urine; B: merker gemeten in bloed; S: merker gemeten in serum; GM: geometrisch gemiddelde

| Polluent   | Biomerker                          | Eenheid            | GTW          | % Deelnemers<br>boven GTW | GM    | 95 <sup>ste</sup> Percentiel |
|--|------------------------------------|--------------------|--------------|---------------------------|-------|------------------------------|
| <b>Metalen</b>                                   |                                    |                    |              |                           |       |                              |
| arseen   | U- toxisch relevant arseen         | µg/L               | 6,4          | 25                        | 4,62  | 14,16                        |
| cadmium  | U- cadmium                         | µg/g<br>creatinine | 0,2<br>2     | 39,5<br>0,25              | 0,185 | 0,444                        |
| thallium   | U- thallium                        | µg/L               | 5            | 0                         | 0,30  | 0,59                         |
| lood   | B-lood                             | µg/L               | 12<br>50     | 12<br>0                   | 7,7   | 14,3                         |
| <b>Bestrijdingsmiddelen</b>                      |                                    |                    |              |                           |       |                              |
| Pyrethroïden                                     | U-PBA                              | µg/L               | 1,7<br>87    | 22<br>0                   | 0,82  | 3,80                         |
| chlorpyrifos                                     | U-TCP <sub>γ</sub>                 | µg/L               | 520          | 0                         | 3,66  | 12,63                        |
| 2,4-dichloor<br>fenoxyazijnzuur                  | U-2,4D                             | µg/L               | 10500        | 0                         | 0,22  | 0,97                         |
| <b>Persistente Organische Polluenten (POP's)</b> |                                    |                    |              |                           |       |                              |
| PCBs   | S- merker PCBs                     | ng/l               | 3500<br>7000 | 0<br>0                    | 93,5  | 266                          |
| HCB  | S-HCB                              | ng/ g vet          | 25<br>340    | 0,5<br>0                  | 7,5   | 14,1                         |
| DDT  | S-DDT+DDE+DDD                      | ng/ g vet          | 5000         | 0                         | 42,7  | 208,9                        |
| <b>Plastic componenten</b>                       |                                    |                    |              |                           |       |                              |
| <b>Bisfenol A</b>                                | U-BPA                              | µg/L               | 233          | 0                         | 0,92  | 4,91                         |
| <b>DEP</b>                                       | U-MEP                              | µg/L               | 18000        | 0                         | 32,8  | 429,1                        |
| <b>DnBP</b>                                      | U-MnBP                             | µg/L               | 190          | 0,5                       | 17    | 64,6                         |
| <b>DiBP</b>                                      | U-MiBP                             | µg/L               | 230          | 1,9                       | 22,0  | 124,2                        |
| <b>BBzP</b>                                      | U-MBzP                             | µg/L               | 3000         | 0                         | 2,6   | 34,7                         |
| <b>DEHP</b>                                      | U-5OH-MEHP + 5oxo-MEHP             | µg/L               | 500          | 0                         | 10,70 | 43,5                         |
| <b>Perfluorverbindingen</b>                      |                                    |                    |              |                           |       |                              |
| <b>PFOA</b>                                      | S-PFOA                             | ng/mL              | 2<br>9,2     | 4<br>0                    | 1,03  | 1,80                         |
| <b>PFOS</b>                                      | S-PFOS                             | ng/mL              | 5<br>21      | 10<br>0,5                 | 2,16  | 7,30                         |
| <b>PFOS+PHxS+PFOA+PFNA</b>                       | S-PFOS, S-PFHxS, S-PFOA,<br>S-PFNA | ng/mL              | 6,9          | 15,7                      | 4,16  | 10,17                        |

## VERGELIJKING MET BLOOTSTELLINGSMERKERS GEMETEN IN BUITENLANDSE CAMPAGNES:

De vergelijking met meetwaarden van buitenlandse studies moet voorzichtig gebeuren omdat het studieopzet kan verschillen, de leeftijdsgroep niet altijd overeenkomt, de studies vaak niet representatief zijn voor de algemene bevolking en de meetmethodes niet steeds vergelijkbaar zijn. Recent werden resultaten gepubliceerd uit de Verenigde Staten (VS) en Canada. Als we vergelijken met deze landen merken we dat de Vlaamse jongeren gemiddeld lagere waarden hebben voor de merkers van PAK's, anorganisch arseen, het fenoxylherbicide 2,4-dichloorfenoxiazijnzuur (2,4 D) en bisfenol A. De gehalten van cadmium, lood en thallium in bloed liggen hoger bij Vlaamse jongeren, evenals de gehalten van pyrethroïde pesticiden en van het organofosfaatpesticide chloorpyrifos in de urine.

Voor een goede vergelijking met Europese waarden moeten we wachten op de resultaten van het grootschalig Europees onderzoeksprogramma HBM4EU, waarbij geselecteerde omgevingspolluenten (per- en polyfluorverbindingen, ftalaten) in dezelfde leeftijdsgroep en met vergelijkbare methodes gemeten werden. Ook het Vlaams Steunpunt Milieu en Gezondheid heeft zich in 2017 kunnen inschrijven in dit programma. De Europese resultaten zullen pas bekend worden einde 2020 of 2021. De meetresultaten uit Vlaanderen rapporteren we reeds in dit rapport.

## OPKOMENDE NIEUWE STOFFEN EN NIEUWE BLOOTSTELLINGSMERKERS

In deze cyclus van het Vlaamse humane-biomonitoringsprogramma werden heel wat nieuwe merkers voor het eerst gemeten.

- ▶ Omwille van de bezorgdheid rond de kankerverwekkende PAK's werden er naast de merker 1-hydroxypyreen nog bijkomende urinaire PAK-merkers gemeten. Zo zijn er voor het eerst meetgegevens beschikbaar over de aanwezigheid van afbraakproducten van de meer vluchtige PAK's: fenantreen, naftaleen en fluoreen.
- ▶ Het gebruik van het herbicide glyfosaat is in Vlaanderen gereguleerd. Voor het eerst zijn er betrouwbare gegevens over de aanwezigheid van glyfosaat en zijn afbraakproduct AMPA bij jongeren. Glyfosaat werd in 42% van de jongeren gedetecteerd, AMPA in 56%. In het najaar van 2018 werd in België de verkoop van glyfosaat aan particulieren verboden, nadat Vlaanderen al een gebruiksverbod had uitgevaardigd. Toekomstige metingen moeten uitwijzen of deze maatregelen voldoende effect opleveren.
- ▶ Het gebruik van de plastic component bisfenol A werd recent strenger gereguleerd omwille van de hormoonverstorende werking. Bisfenol A wordt echter vervangen door nieuwe bisfenolen waarvan de toxiciteit nog niet goed gekarakteriseerd is. De huidige Steunpunt campagne is de eerste waarin meerdere bisfenolen bij jongeren werden gemeten: bisfenol A, F, S, B, Z en AF. Bisfenol A was in 86% van de jongeren meetbaar, terwijl de nieuwere bisfenolen bisfenol F en bisfenol S gedetecteerd zijn bij respectievelijk 97% en 83% van de jongeren. Bisfenol B, bisfenol Z en bisfenol AF waren detecteerbaar bij respectievelijk 57%, 37% en 12% van de jongeren.
- ▶ Slechts enkele van de nu verboden persistente gebromeerde vlamvertragers zijn nog meetbaar in de bloedstalen van jongeren (BDE47, BDE99, BDE153, BDE154). In de urine zijn een aantal van de metabolieten van de nieuwe generatie organofosfaatvlamvertragers in bijna alle jongeren meetbaar (DPHP, EHPP, 5-OH-EHPP, BCIPHP, BBOEHP, BDCIPP). De toxiciteit van deze componenten is nog niet goed gekarakteriseerd.

- ▶ Er werden ook meerdere perfluorverbindingen gemeten in bloed. Enkele van de vertegenwoordigers van deze groep (PFOS en PFOA) werden recent gereguleerd. Deze groep van persistente stoffen omvat enkele duizenden componenten. Van de 12 perfluorverbindingen die we gemeten hebben in de stalen van jongeren werden er 10 verbindingen gedetecteerd. De meeste van deze vervangers worden in de markt gezet als minder schadelijk, maar in de praktijk is de gezondheidsimpact nog weinig onderzocht. Verder onderzoek naar de invloed op de gezondheid is dus nodig, om te vermijden dat schadelijke stoffen vervangen worden door andere stoffen die achteraf even schadelijk blijken te zijn. Onze studie toont alvast aan dat de meeste van die nieuwe stoffen bij een groot deel van de jongeren in het lichaam voorkomen.

### VERGELIJKINGEN VAN DE BLOOTSTELLINGSMERKERS BINNEN DE STUDIEPOPULATIE

**Meisjes en jongens** kunnen verschillen in de gehalten van omgevingspolluenten in hun lichaam omwille van een verschillende fysiologie maar ook omdat hun gedragspatronen verschillen. In deze studie hebben we ongeveer evenveel meisjes als jongens. Meisjes hebben hogere gemiddelde gehalten aan 2-hydroxynaftaleen, cadmium en het afbraakproduct van DEP in hun urine. DEP is een ftalaat die onder meer gebruikt wordt in cosmetica. Bij de vergelijking werd rekening gehouden met de verdunningsgraad van de urine. In bloed hebben meisjes hogere gehalten aan koper en zink. Jongens hebben hogere gehalten in hun bloed van thallium, lood, merker PCB's, oxychloraan, transnonachloor, DDE, hexachloorbenzeen, beta-hexachlorocyclohexaan en de perfluorverbindingen PFOA, PFHXS, PFNA.

We hebben de gegevens ook ingedeeld op basis van **de verstedelijkingsgraad** van de woonplaats van de jongeren. De indeling is gebaseerd op gegevens uit het Ruimterapport Vlaanderen 2018. Vergelijking tussen de subpopulaties moet voorzichtig gebeuren, omdat er geen rekening gehouden werd met invloedsfactoren zoals geslacht en opleidingsgraad.

De relatie met ruimtegebruik zal nog verder worden onderzocht.

In eerdere campagnes vonden we dat sociaaleconomische status, met als maatstaf het hoogste opleidingsniveau van het gezin, een effect heeft op de gehalten aan omgevingspolluenten die we in het lichaam meten. Dit wordt ook in deze studie teruggevonden.

### EFFECTBIOMERKERS EN GEZONDHEIDSMETINGEN

Naast blootstelling aan omgevingspolluenten werden ook biologische effecten en gezondheidsparameters gemeten in de populatie. De meetwaarden komen overeen met gekende resultaten bij Vlaamse jongeren van deze leeftijdsklasse. Voor de cardiometabole en cognitieve parameters merken we de typische verschillen tussen jongens en meisjes en soms ook een relatie met de sociale status van het gezin, waarbij het hoogste opleidingsniveau van de ouders als maatstaf werd genomen. 10% van de jongeren heeft een cholesterolgehalte boven de streefwaarde van 190 mg/dL en 13,4% van de jongeren heeft abdominale obesitas. Astma wordt ongeveer evenveel gerapporteerd als in vorige campagnes en rapportering van hooikoorts vertoont een stijgende trend. Resultaten van de komeetttest, gerelateerd met beschadiging van het DNA, vertonen een relatie met verstedelijkingsgraad. Voor het eerst hebben we ook referentiegegevens bij jongeren over fysiologische stress (cortisol in haar) en over telomeerlengte als signaal voor biologische veroudering.

Een bevraging over welbevinden gaf aan dat jongens minder stress, minder psychosociale problemen rapporteren en over het algemeen aangeven zich meer vitaal en gelukkiger te voelen dan meisjes.

### HOE DENKEN JONGEREN IN VLAANDEREN OVER HET MILIEU?

De jongeren werden ook bevraged over hun mening over het milieu. De vragen peilden naar (1) de milieuthema's die het meeste verontrusten, (2) vertrouwen in informatiebronnen en (3) milieuhouding (op basis van enkele stellingen).

Uit de resultaten blijkt een groot milieubesef bij de jongeren. Twee op drie jongeren vindt dat lucht, water en bodem in Vlaanderen sterk vervuild zijn en denkt dat dit een bedreiging voor de gezondheid vormt. Het meest ongerust zijn jongeren echter over mondiale problemen zoals de opwarming van de aarde en het uitsterven van planten en dieren.

De informatie die wetenschappers en milieuorganisaties over milieuthema's verspreiden wordt door jongeren het meest vertrouwd. Ondanks de sterke problematisering van het leefmilieu, heeft slecht 1 op 6 jongeren ook een globaal milieubezorgde houding. Meisjes en leerlingen uit het ASO zijn over het algemeen bezorgder dan jongens en leerlingen uit het BSO.

### CONCLUSIE PER STOFGROEP

Meer dan 70 milieuvervuilende stoffen of hun afbraakproducten werden gemeten in bloed- en urinestalen van 428 jongeren afkomstig uit gans Vlaanderen. De meetcampagne werd uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en gezondheid in opdracht van het Vlaams Departement Omgeving.

#### Metalen:

Metalen blijven een aandachtspunt:

- ▶ Het loodgehalte in bloed daalt verder ten opzichte van de vorige campagnes. Het gehalte aan toxisch relevant arseen in urine en het cadmiumgehalte in bloed daalt niet in vergelijking met eerdere metingen. Het thalliumgehalte in urine stijgt.
- ▶ Voor lood, arseen en cadmium overschrijden respectievelijk 12, 25 en 40% van de deelnemers de meest strenge gezondheidkundige toetsingswaarden. De minder strenge toetsingswaarde voor cadmium wordt door 1 deelnemer overschreden. Voor lood liggen alle meetwaarden onder de minder strenge toetsingswaarde (50 µg/L).

#### Verbrandingsgerelateerde stoffen:

- ▶ Voor de eerste keer is er een daling in blootstelling aan verbrandingsgerelateerde polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's).
- ▶ De benzeenmetaboliet t,t'-muconzuur stijgt echter in vergelijking met de vorige meetcampagne.
- ▶ Opmerkelijk is dat emissiewaarden vergelijkbare trends vertonen.
- ▶ PAK's en benzeen zijn kankerverwekkende stoffen waarvoor geldt: hoe lager het gehalte, hoe beter.

### **Persistente organische polluenten (POPs):**

- ▶ De gehalten van PCB's en van DDT metabolieten dalen verder in vergelijking met vroegere campagnes.
- ▶ De oude pesticiden beta-hexachloorcyclohexaan en oxychlordan dalen niet. Transnonachloor stijgt zelfs. Dit is tegengesteld aan de verwachtingen aangezien deze oude stoffen intussen al lange tijd verboden zijn.
- ▶ Twee deelnemers hebben meetwaarden van hexachloorbenzeen die de meest strenge gezondheidkundige toetsingswaarde overschrijden. Toetsingswaarden van andere POPs worden niet overschreden.

### **Bestrijdingsmiddelen:**

- ▶ Afbraakproducten van recent gebruikte bestrijdingsmiddelen zoals pyrethroïde insecticiden, het organofosfaatpesticide chlorpyrifos en 2,4-dichloorfenoxyazijnzuur worden gedetecteerd in urinestalen van jongeren.
- ▶ Bij 22% van de deelnemers wordt de meest strenge toetsingswaarde voor de pyrethroïde biomerker overschreden. De minder strenge toetsingswaarde en de toetsingswaarden voor de andere bestrijdingsmiddelen worden niet overschreden.
- ▶ De meetwaarden van afbraakproducten van pyrethroïde pesticiden en chlorpyrifos liggen hoger in Vlaanderen dan in de VS en Canada.
- ▶ De onkruidverdelger glyfosaat wordt in 42% van de urinestalen van de jongeren aangetroffen.

### **Plastic componenten:**

- ▶ Recent genomen beleidsmaatregelen voor beperking van het gebruik van stoffen met hormoonverstorende werking blijken effectief. Zo worden in urinestalen van jongeren lagere gehalten gemeten van bisfenol A (een plastic component die aanwezig is in harde plastics) en van afbraakproducten van sommige ftalaten (weekmakers voor plastics) dan in de vorige campagne.
- ▶ Bisfenol A wordt echter vervangen door nieuwe bisfenolen zoals bisfenol S en bisfenol F die in bijna alle deelnemers kunnen gedetecteerd worden. De toxiciteit van deze vervangproducten is niet goed gekend.
- ▶ Respectievelijk 0,5 en 1,9% deelnemers overschrijden de gezondheidkundige toetsingswaarden van de ftalaten DnBP en DiBP.

### **Vlamvertragers:**

- ▶ Slechts enkele van de nu verboden persistente gebromeerde vlamvertragers zijn nog meetbaar in bloedstalen van jongeren (BDE47, BDE99, BDE153, BDE154).
- ▶ Metabolieten van de nieuwe generatie organofosfaatvlamvertragers worden in urine van bijna alle jongeren gedetecteerd (DPHP, EHPP, 5-OH-EHDPHP, BCIPHPP, BBOEHP, BDCIPP). De toxiciteit van deze stoffen is nog weinig gekend.

### **Perfluorverbindingen:**

- ▶ Perfluorverbindingen zijn moeilijk afbreekbare stoffen die langdurig in het lichaam aanwezig blijven. Het gaat om een grote groep van stoffen. 10 verschillende perfluorverbindingen worden gedetecteerd in de bloedstalen van de jongeren.
- ▶ 4% en 10% van de deelnemers hebben meetwaarden die de meest strenge gezondheidkundige toetsingswaarde voor respectievelijk PFOA en PFOS overschrijden.
- ▶ 15,7% van de deelnemers hebben meetwaarden die de gezondheidkundige toetsingswaarde voor de som van vier perfluorverbindingen (PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA) overschrijden.



## HET VERVOLGTRAJECT

De komende maanden zal dieper ingegaan worden op verdere verklaringen voor de gevonden patronen van blootstelling. Samen met beleidsmakers en betrokken organisaties zullen prioriteiten voor verdere beleidsacties worden uitgewerkt.

| <b>WIJZIGINGEN TOV VERSIE 1 VAN DIT RAPPORT</b>  |  |
|--|--|
| Een eerste versie van dit rapport werd gepubliceerd op 6 februari 2020. Sindsdien werden volgende wijzingen aangebracht: |  |
| Versie 2 – mei 2020  | <p><b>1. Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) – pag. 52-63:</b></p> <p>de kwantificatielimiet voor de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) werd aangepast op aangeven van het analyserend laboratorium. Dit verandert echter niets aan de conclusies van dit rapport.</p> <p><b>2. Perfluorverbindingen – pag. 189-205:</b></p> <p>De biomerkers voor perfluorverbindingen werden bijkomend gemeten in biobankstalen van 110 jongeren. In totaal werden deze stoffen nu dus gemeten bij 410 jongeren. Het vergroten van de onderzoeksgroep is zinvol om de kracht van statistische analyses te verbeteren en was mogelijk dankzij een extra financiering.</p> <p>Deze bijkomende metingen hebben slechts een beperkte invloed op de gerapporteerde referentiewaarden. Bij vergelijking met beschikbare gezondheidskundige toetsingswaarden voor PFOS zien we nu wel voor enkele deelnemers een overschrijding van de hoogste toetsingswaarde (0,5% van de deelnemers ipv 0%). Het percentage van de deelnemers dat een meetwaarde heeft boven de meest conservatieve toetsingswaarde wijzigt van 11% naar 10%. Deze wijzigingen veranderen echter niets aan de conclusies van dit rapport.</p> <p>Tot slot werd op pag.203 ook een alinea toegevoegd over een recent voorstel van EFSA voor een nieuwe gezondheidskundige toetsingswaarde:</p> <p style="text-align: center;"><u><i>Voorstel voor nieuwe toetsingswaarde voor de som van 4 perfluorverbindingen:</i></u></p> <p style="text-align: center;"><i>In april 2020 stelde de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) een nieuwe gezondheidskundige toetsingswaarde voor, gebaseerd op de som van de serum concentraties van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS. Deze 4 persistente stoffen dragen het meest bij tot de humane blootstelling aan perfluorverbindingen. De voorgestelde toetsingswaarde van 12.6 µg/L voor de som PFOA, PFNA, PFHxS, PFOS werd bepaald aan de hand van recent</i></p> |

|   |   |
|---|---|
|   | <p>wetenschappelijk onderzoek dat immunologische effecten beschouwt als meest gevoelig eindpunt voor gezondheidseffecten van perfluorverbindingen bij de mens.</p> <p>De nieuwe gezondheidskundige toetsingswaarde ligt bij opmaak van dit rapport voor ter publieke consultatie en is dus nog niet formeel bekrachtigd door EFSA. Als we de FLEHS IV referentiepopulatie vergelijken met deze nieuw voorgestelde toetsingswaarde, heeft 97 % van de jongeren een meetwaarde onder deze voorgestelde toetsingswaarde.</p>   |
| <p>Versie 3 – juni 2021<br/>(wijzingen t.o.v. versie 2)</p> | <p><b>1. Perfluorverbindingen – pag. 182 - 190</b></p> <p>Aanpassingen met betrekking tot de nieuwe gezondheidskundige toetsingswaarde voor perfluorverbindingen in de officiële publicatie van de Europese Autoriteit voor de Voedselveiligheid (EFSA, 17 september 2020), na de publieke consultatie.</p> <p>Aanpassingen werden aangebracht in de samenvatting op p9, p10, p14 en in het rapport op p182-190. De hoogste toetsingswaarde voor PFOS en PFOA is verouderd, omwille van de nieuw gepubliceerde EFSA-waarde. Deze werd uit de tekst en de figuren verwijderd. De figuren voor PFOA en PFOS werden vervangen door nieuwe figuren, er werd een figuur toegevoegd voor de som van PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA en de alinea over de vergelijking met de EFSA-toetsingswaarde kreeg een update:</p> <p><i>De Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) heeft een nieuwe gezondheidskundige toetsingswaarde afgeleid voor inname aan perfluorverbindingen (EFSA, 2020). Op basis van waarnemingen van een verminderde immuunreactie bij vaccinatie bij kinderen werd voor de som van PFOS+PFHxS+PFOA+PFNA een toetsingswaarde afgeleid voor externe blootstelling van van 4 nanogram per kg lichaamsgewicht per week. De toetsingswaarde werd afgeleid voor de som van de gehalten aan PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA omdat deze ongeveer 46% uitmaken van de som van 17 verschillende PFAS-gehalten in serum. De externe blootstellingswaarde komt overeen met 6,9 nanogram (som van PFOS+PFHxS+PFOA+PFNA) per milliliter serum bij volwassenen. Deze limietwaarde zou ook beschermen tegen andere schadelijke effecten van PFAS. Vergelijking van de meetwaarden in de Vlaamse referentiepopulatie (2016-2020) met deze gezondheidskundige toetsingswaarde toont aan dat de <b>som van PFOS+PFHxS+PFOA+PFNA bij 64 van de 410 jongeren (15,7%) hoger is dan 6,9 µg/L</b>. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de toetsingswaarde werd afgeleid voor volwassenen en dat sommige PFAS (zoals PFOS en PFOA) zich opstapelen in het lichaam waardoor hogere waarden worden gemeten bij toenemende leeftijd.</i></p> |

|  |   |
|--|---|
| <p>Versie 3.1 – juni 2021<br/>(wijziging t.o.v. vorige versie)</p> | <p>Gezien er meer dan 6000 PFAS-verbindingen bestaan en deze nog niet allemaal kunnen gemeten worden, werd volgende zin weinig relevant bevonden en <b>verwijderd op p 188 van het rapport.</b></p> <p><i>De toetsingswaarde werd afgeleid voor de som van de gehalten aan PFOS, PFHxS, PFOA en PFNA omdat deze ongeveer 46% uitmaken van de som van 17 verschillende PFAS-gehalten in serum.</i></p> |
|--|---|