

2011-2015

Humane biomonitoring in Dessel, Mol en Retie: Focus op luchtvervuiling en DNA-schade



Studie in opdracht van STORA, MONA
en NIRAS - 2016

Met speciale dank aan alle deelnemers; de directie, gynaecologen en vroedvrouwen van de kraamklinieken van Mol, Geel en Turnhout; de verantwoordelijken en het personeel van de ziekenhuislaboratoria; de directie en het personeel van Kind en Gezin regio Kasterlee en regio Geel; de huisartsen van de regio Dessel, Mol, Retie; het Algemeen Medische Laboratorium (AML) voor de logistieke steun, de analyses en het stalentransport; VITO (team GOAL) voor de analyses van de stalen, IRCEL voor het aanleveren van de fijn stof gegevens, de leden van de stuurgroep van 3xG, de leden van de 3xG adviesraden; de leden van het wetenschappelijk begeleidingscomité van 3xG.

Dank aan NIRAS, STORA en MONA voor de financiering van dit onderzoek.

3xG dankt ook het Vlaams Steunpunt Milieu en Gezondheid¹ (www.milieu-en-gezondheid.be), waarvan de gegevens toelieten vergelijkingen met Vlaanderen te maken.

Wie voert het onderzoek?

Een consortium van onderzoekscentra voert de gezondheidsopvolging 3xG uit in opdracht van NIRAS, STORA en MONA. VITO coördineert 3xG en verwerkt de resultaten. De Universiteit Antwerpen (UA) staat in voor de communicatie over het onderzoek en organiseert het lokale overleg. Het PIH te Antwerpen staat in voor de rekrutering en het contact met de deelnemers. VITO analyseerde de biomerkers van verbrandingsproducten en de DNA schade. Al deze wetenschappelijke partners werken nauw samen met lokale actoren en netwerken.

Auteurs: N. Lambrechts, E. Den Hond, B. Morrens, E. Govarts, D. Stappers, E. Van de Mierop, V. Nelen, I. Loots, G. Schoeters

¹ Het onderzoek uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid, is een initiatief van de Vlaamse Regering. De Vlaamse ministers bevoegd voor Volksgezondheid en Leefmilieu, de afdeling Toezicht Volksgezondheid van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid, de dienst Milieu en Gezondheid van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie en de administratie Wetenschapsbeleid volgen de werkzaamheden van het Steunpunt op.



3xG staat voor '**Gezondheid – Gemeenten – Geboorten**' en is een unieke gezondheidsstudie die loopt in de regio **Dessel-Mol-Retie** als gevolg van afspraken tussen de partnerschappen STORA (Dessel) en MONA (Mol) en NIRAS, de Nationale Instelling voor Radioactief Afval en verrijkte Splijtstoffen, over het geïntegreerde project van oppervlakteberging (cAt). Het is één van de initiatieven ter bevordering van gezondheid en welzijn in de regio.

De 3xG-studie is een continue opvolging van uiteenlopende **gezondheidsgegevens** en **milieu-effecten** met het oog op gezondheidspreventie in de regio. De studie is opgebouwd uit 2 onderdelen:

- (1) Analyse van de ziekte- en overlijdensregisters in Mol, Dessel en Retie.
- (2) Onderzoek naar de invloed van milieu en leefomgeving op de gezondheid van een nieuwe generatie inwoners van Dessel, Mol, Retie, al van voor de geboorte.

Voor het 2^e luik werden in een periode van 5 jaar (2011-2015) **301 zwangere vrouwen** uit Dessel, Mol en Retie onderzocht. Dat aantal is nodig om betrouwbare uitspraken te doen over de regio en de vergelijking over de tijd te kunnen maken. Tijdens de zwangerschap werden er **urinstalen** (25-35 weken) afgenomen, en na de bevalling **navelstrengbloed** van de baby en **moedermelk en bloed van de moeder**. In deze stalen worden gehalten van vervuilende stoffen en/of hun effecten gemeten. Deze techniek heet **humane biomonitoring**. De onderzoekers volgen de kinderen op van voor de geboorte totdat ze 18 jaar worden. Het ontwikkelende en opgroeiende kind is een erg gevoelige schakel in de generatieketen en de impact van het leefmilieu zal eerst bij het meest kwetsbare deel van de bevolking worden opgemerkt. Elke 10 jaar zal een nieuwe studie met 300 moeder-kindparen worden opgestart.

De studie sluit aan bij de aandacht voor een **gezonde leefomgeving** in de regio en wil kansen bieden om op basis van wetenschappelijke inzichten een gezonde leefomgeving te waarborgen voor alle inwoners. Het programma kreeg vorm en focus dankzij overleg en input van organisaties en inwoners tijdens verschillende consultatiemomenten.

De 3xG-studie onderzoekt diverse milieuvervuilende stoffen en gezondheidseffecten. In 2011 en 2012 werden de eerste 150 baby's geboren en in 2013 werden de resultaten op basis van deze eerste groep deelnemers bekend gemaakt. Deze kunnen geraadpleegd worden op de 3xG-website (www.studie3xg.be).

In mei 2015 werd de laatste baby van de 2^e groep deelnemers geboren. Bij deze groep is na de blootstelling aan zware metalen nu ook blootstelling aan verbrandingsproducten gemeten. De volgende jaren zullen nog bijkomende metingen van andere stoffen gebeuren in de stalen van urine, navelstrengbloed, moedermelk en bloed van de moeder die nu in een **biobank** bewaard worden. Op die manier wordt deze biobank een archief voor de toekomst. Onderstaande tabel geeft het overzicht weer van de reeds gebeurde en nog uit te voeren metingen in beide deelnemersgroepen.

Metingen 3xG-studie in 1 ^e groep 150 deelnemers	Metingen in 2 ^{de} groep 151 deelnemers
Merkers van blootstelling	
Zware metalen	2015
Persistente gechloreerde stoffen	
Verbrandingsproducten	2016
Plastic-componenten	2017
Perfluor-componenten	
Persoonlijke hygiëne producten	
Gegevens over gezondheid	
Astma en allergie	2015
Geboorteparameters	2015
Vitaminen	
DNA-schade	2016
Schildklierhormonen	

Het huidige rapport focust op de impact van luchtvervuiling zowel buitenshuis als binnenshuis en de DNA schade gemeten in urinestalen van zwangere vrouwen en in het navelstrengbloed van de baby. De resultaten zijn gebaseerd op gegevens van de totale groep van 301 deelnemers.

Luchtvervuiling: een probleem van buiten en binnen

De kwaliteit van de lucht die we inademen is belangrijk voor onze gezondheid. Vlaanderen scoort slecht op gebied van luchtkwaliteit in vergelijking met veel andere delen van Europa. Dit heeft meerdere oorzaken: we wonen met velen dicht op elkaar, we hebben één van de dichtste wegennetten van Europa, intensieve landbouw en veeteelt, en veel industrie. Echter, niet enkel de kwaliteit van onze buitenlucht is van belang, ook de binnenlucht is belangrijk. We spenderen gemiddeld 85% van onze tijd binnen in gebouwen. Vervuiling kan van buitenaf de woning binnendringen, maar bepaalde bouwmaterialen, onderhoudsproducten, verbrandingsgassen en tabaksrook tasten de binnenlucht rechtstreeks aan.

Componenten van luchtvervuiling

Bij luchtverontreiniging zweeft er meer fijn stof in de lucht, worden er gevaarlijke stoffen gevormd zoals Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's), benzeen en ozon. Bij verhoogde gehalten kunnen deze stoffen schadelijke gevolgen hebben voor de gezondheid.

PAK's behoren tot de groep luchtverontreinigende stoffen met hoge prioriteit omwille van hun kankerverwekkende eigenschappen. Ze zijn in hoofdzaak afkomstig van de verbranding van petroleumproducten, hout en steenkool (fossiele brandstoffen). Belangrijke bronnen zijn onder andere de huisverwarming, het verkeer en de industriële verbrandingsprocessen. PAK's zijn op zich niet giftig, maar eens opgenomen in het lichaam worden ze omgevormd. In een eerste fase worden giftige verbindingen gevormd, in een tweede fase worden deze afgebroken tot wateroplosbare verbindingen die via de urine worden afgescheiden. Het zijn de giftige verbindingen uit de tussenstap die schade kunnen berokkenen. De voornaamste gezondheidsrisico's zijn: kanker (long, darm, huid), voortplantings- en ontwikkelingsstoornissen, verstoring van het afweersysteem en hart- en vaatziekten.

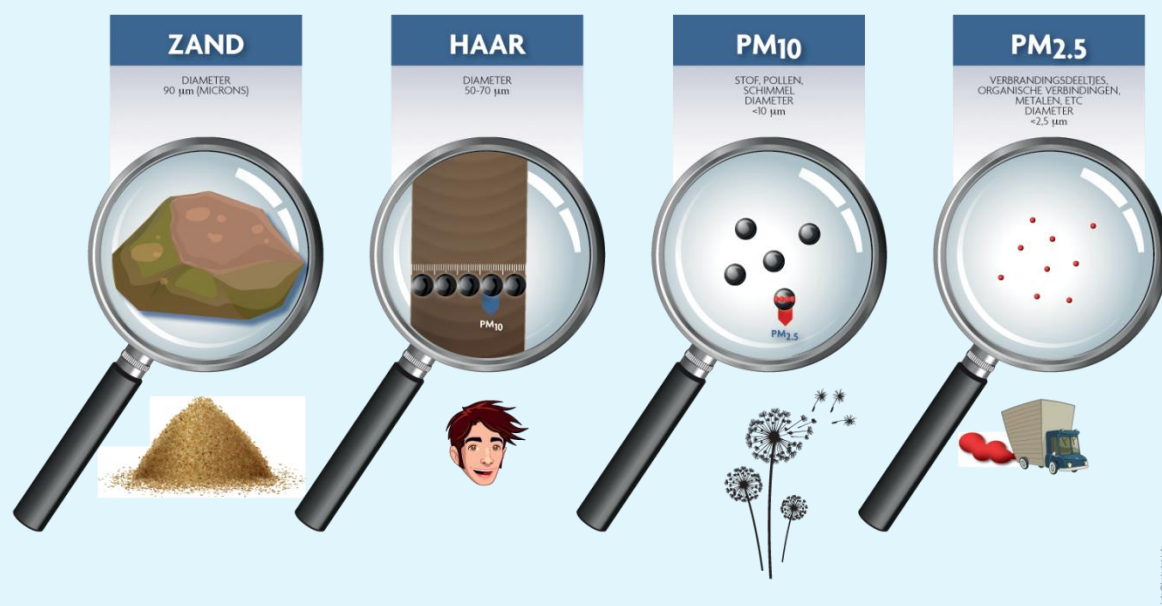
Benzeen is een bestanddeel van benzine en bijgevolg zijn verkeer, vervoer en de chemische industrie de belangrijkste bronnen. Benzeen komt ook vrij bij de verbranding in houtkachels, open haarden en sigaretten en bij gebruik van oplosmiddelen in huis (vb. verf en thinner). Benzeen verdampt snel en kan worden ingeademd. In het lichaam wordt het snel afgebroken. *t,t'*-Muconzuur (*t,t'*-MA), één van deze afbraakproducten, is een maat voor de hoeveelheid benzeen waaraan men de voorbijuren is blootgesteld. Benzeen beschadigt de vorming van bloedcellen en is kankerverwekkend. Langdurige of hoge blootstelling verhoogt het risico op leukemie.

Fijn stof bestaat uit zeer kleine deeltjes die aanwezig zijn in de lucht. Fijn stof wordt vaak aangeduid met de afkorting PM die komt van de Engelse term 'Particulate Matter'. Dit slaat op deeltjes die kleiner zijn dan 10 (PM10) of 2,5 (PM2.5) micrometer (μm), wat 5 of 20 keer kleiner is dan de diameter van een haar (zie Figuur 1). Zowel de natuur als menselijke activiteiten zijn een bron van deze deeltjes. Onder de meest schadelijke antropogene bronnen (wat betekent dat ze door de mens worden geproduceerd) bevinden zich motorvoertuigen (vnl. diesellootvoertuigen), motoren met inwendige verbranding en verbranding van steenkool, zware stookolie en hout (stookemissies). Doordat de fijn stof deeltjes zo klein zijn kunnen ze diep doordringen in de longen en daar schade aanbrengen. Fijn stof in de lucht kan zowel op indirecte als directe wijze schadelijk zijn voor de mens. Fijn stof kan een drager zijn van onder andere zware metalen, PAK's, bestrijdingsmiddelen en dioxines; door inademing komen deze stoffen in het lichaam. Anderzijds is het stof op zich ook schadelijk. Door inademing zet de fractie kleiner dan 10 μm zich af in de bovenste sectie van het ademhalingsstelsel. De allerkleinste deeltjes dringen het ademhalingsstelsel nog verder binnen en komen zo in de bloedbaan.

De toestand in Vlaanderen

Gelukkig tonen recente meetresultaten aan dat de Vlaamse luchtkwaliteit stelselmatig verbetert en dat we de Europese norm voor fijn stof halen. Het halen van deze EU doelstellingen is een stap in de richting naar een betere gezondheid, maar het werk is nog niet af. De richtwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) liggen nog ver buiten bereik. Deze zijn strenger dan de EU-normen en worden in Vlaanderen zo goed als nergens gehaald. De WGO baseert zich voor het bepalen van haar richtwaarden enkel op gezondheidsstudies en houdt geen rekening met de haalbaarheid of economische belangen, wat de EU wel doet. Volgens de WGO is er voor fijn stof geen veilige drempelwaarde die nadelige effecten uitsluit.

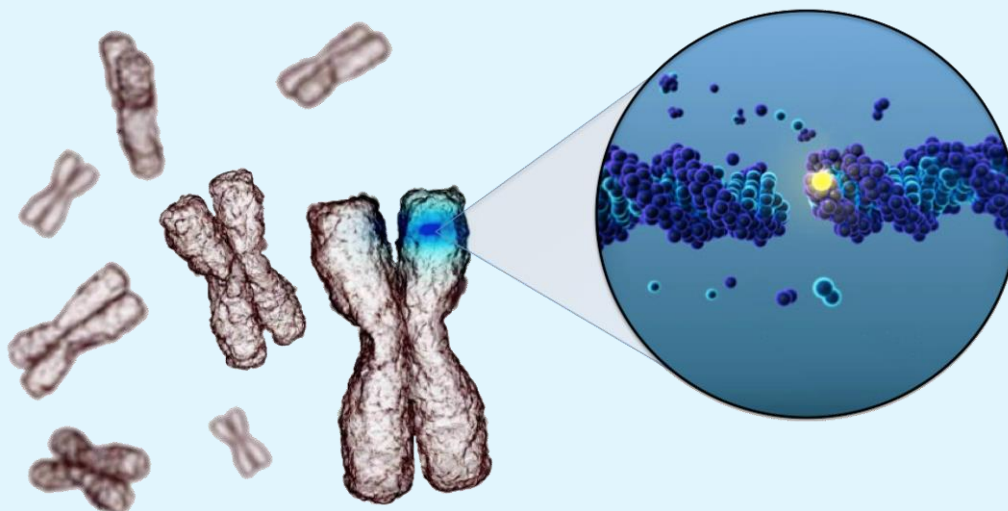
Dit betekent dat elke blootstelling schadelijk is voor de gezondheid. Minder luchtvervuiling is dus altijd een goede zaak voor onze gezondheid.



Figuur 1: Grootte van fijnstofpartikels (bron: https://www.vmm.be/lucht/fijnstof/tekening_fijn_stof_def.jpg/view). De grootte van fijn stof wordt verduidelijkt aan de hand van een menselijke haar.

DNA-schade

DNA is de drager van onze erfelijke informatie. Dit DNA zit in de kern van al onze lichaamscellen en is opgerold in de chromosomen (Figuur 2). Elke menselijke cel bevat 23 chromosoom-paren. DNA raakt af en toe beschadigd, zelfs in een gezond lichaam. Cellen zijn voortdurend actief, dus is het normaal dat er soms een foutje optreedt. Ons lichaam heeft van nature vele verdedigingsmechanismen om DNA-schade spontaan te herstellen. De meeste fouten in ons DNA worden daardoor onmiddellijk gecorrigeerd en hebben geen enkel gevolg voor onze gezondheid. Een gezonde levensstijl en voeding kunnen hieraan bijdragen: sommige vitamines zijn natuurlijke 'herstellers', de zogenaamde anti-oxidanten. Anderzijds kan blootstelling aan bepaalde chemische stoffen het DNA beschadigen. In sommige gevallen echter werkt het herstelmechanisme in de cel niet nauwkeurig en treedt er blijvende schade op. Een gevolg hiervan kan zijn dat de cellen ongecontroleerd gaan groeien en dat er kanker ontstaat.



Figuur 2: Structuur van DNA opgerold in chromosomen, waaraan schade kan optreden (bron: <https://exogenbio.com/dna-damage/>)

DOELSTELLING 3xG

De gezondheidseffecten van luchtvervuiling zijn vrij goed gekend. Verschillende componenten van luchtvervuiling zijn kankerverwekkend. Daarom onderzoekt de 3xG-studie of de buiten – en ook de binnenluchtkwaliteit een effect hebben op de aanwezigheid van schadelijke stoffen in het lichaam en op de gezondheid. Het onderzoek richt zich op zwangere vrouwen en pasgeboren baby's omdat zij bijzonder gevoelig zijn aan omgevingsinvloeden. Recent onderzoek toont immers aan dat luchtvervuiling ook schadelijk is voor het ongeboren kind, zo werden al effecten op het geboortegewicht en ontwikkelingsstoornissen gerapporteerd. De impact van luchtvervuiling op DNA-schade bij het begin van het leven is echter nog onvoldoende gekend.

Dit rapport bundelt de resultaten voor luchtverontreiniging en DNA-schade op basis van de gegevens van alle 301 moeder-kind paren voor de periode 2011-2015.

Voor fijn stof, PAK's en benzeen worden referentiewaarden voor de 3xG-regio opgesteld. Deze waarden worden vervolgens vergeleken met Vlaamse waarden en met gehalten die beschikbaar zijn in de wetenschappelijke literatuur. Daarnaast onderzoeken we in welke mate levensstijl (roken, eigenschappen van de woning, ...) en omgeving hier een impact op hebben.

Ook de gehalten aan DNA-schade worden vergeleken met Vlaamse waarden en met de wetenschappelijke literatuur. Naast levensstijl gaan we ook na of luchtverontreiniging een invloed heeft op DNA-schade.

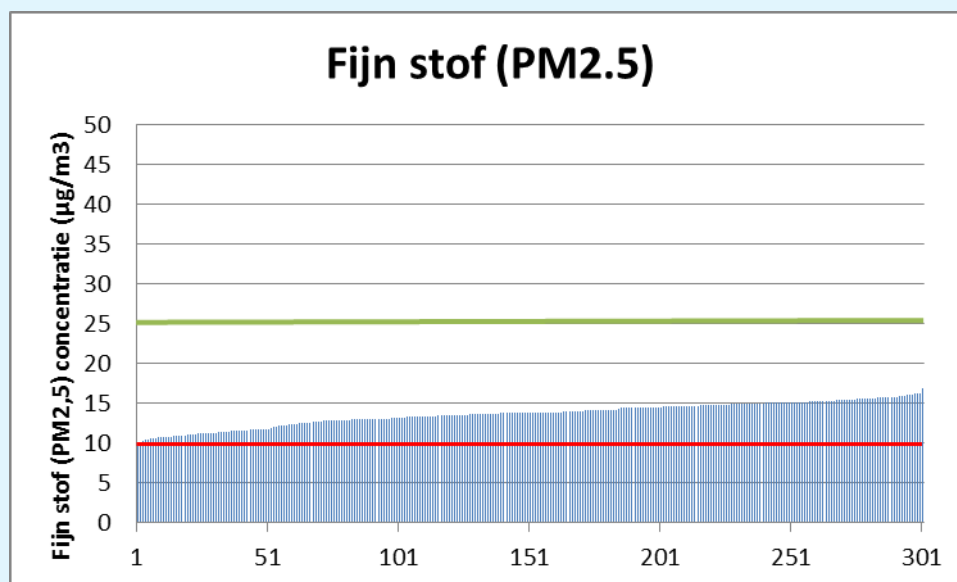
Fijn stof gehalte in Dessel, Mol en Retie blijft onder de Europese grenswaarde maar overschrijdt de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie zoals in de rest van Vlaanderen

Methode

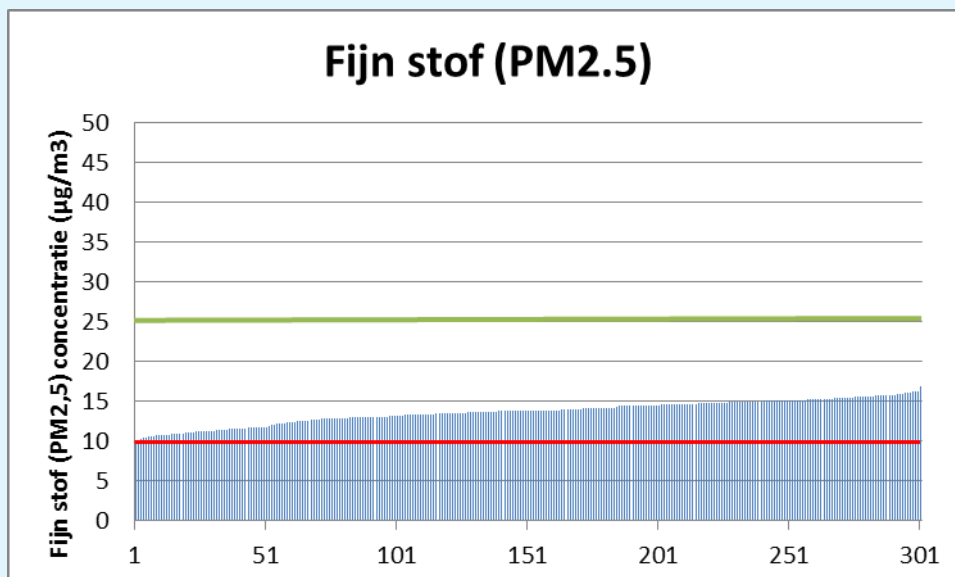
Op basis van meetgegevens van de Intergewestelijke Cel voor Leefmilieu (IRCEL) werd het daggemiddelde van het fijnstofgehalte (PM10 en PM2.5) berekend dmv RIO-IFDM-modellering op het thuisadres van de deelnemers (1 km² nauwkeurig). Dit gebeurde voor elke dag gedurende het jaar dat voorafging aan de geboorte. We berekenden dan het gemiddelde over dat jaar. Deze waarden werden vergeleken met de Europese jaargrenswaarde voor de PM10-fractie en PM2.5-fractie van fijn stof van respectievelijk 40 µg/m³ en 25 µg/m³ en met de advieswaarden van de WGO van respectievelijk 20 µg/m³ voor PM10 en 10 µg/m³ voor PM2.5.

Vergelijking met grenswaarden en advieswaarden

We stellen vast dat voor elke zwangere vrouw de Europese norm voor blootstelling aan fijn stof gerespecteerd werd (zie groene lijn Figuur 3 en Figuur 4). De Europese richtlijn 2008/50/EG definieert deze grenswaarden op basis van gezondheidsstudies, economische gevolgen maar ook de technische haalbaarheid. De advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (zie rode lijn Figuur 3 en Figuur 4) wordt overschreden bij de meeste moeders. Vergelijking van de gemiddelde 3xG-blootstelling over een periode van 1 jaar, nl. het jaar vóór de geboorte van de 3xG-baby's, leert dat voor slechts 1 moeder de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie niet overschreden werd voor PM2.5 en voor slechts 84 moeders niet voor PM10. De WGO waarden zijn strenger dan de Europese grenswaarden want de WGO baseert zich enkel op gezondheidsstudies en niet op economische en technische adviezen.



Figuur 3: Gemiddelde PM10 gehalte (µg/m³) gedurende het jaar voor de geboorte en berekend op het thuisadres van de moeder. De gegevens zijn weergegeven in oplopende volgorde. De rode lijn geeft de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie weer (20 µg/m³), de groene lijn de Europese grenswaarde (40 µg/m³).



Figuur 4: Gemiddelde PM2.5 gehalte ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 1 jaar voor de geboorte en berekend op het thuisadres van de moeder. De gegevens zijn weergegeven in oplopende volgorde. De rode lijn geeft de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie weer ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$), de groene lijn de Europese grenswaarde ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Vergelijking met Vlaanderen

Het meetstation voor fijn stof in de Kempen bevindt zich in Dessel. In 2015 bedroeg het jaargemiddelde voor PM10 op deze meetpost $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en op 11 dagen werd de daggrenswaarde opgesteld door de Europese Commissie overschreden. De gemeten PM10-jaargemiddelden in Vlaanderen lagen tussen 18 en $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor PM2.5 was het jaargemiddelde in Dessel gelijk aan $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ met Vlaamse waarden tussen 11 en $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Op 36 dagen werd de daggrenswaarde voor PM2.5 overschreden. Op basis van de gemeten waarden voor fijn stof in de meetpost te Dessel besluiten we dat het gehalte van fijn stof in de 3xG-regio gemiddeld is voor Vlaanderen. Het fijnstofgehalte in 2015 was het hoogst in de omgeving van Gent, Antwerpen en Brussel. In de provincie Limburg en aan de kust zijn de gehalten lager².

Invloed van weersomstandigheden

Het fijnstofgehalte werd ook berekend als gemiddelde van de week en van 2 dagen voor de geboorte. We konden hieruit afleiden dat de weersomstandigheden een duidelijke invloed hebben op het fijnstofgehalte. In de winter waren de fijnstofgehalten het hoogst, en in de zomer het laagst. Ook de temperatuur had een effect: bij lagere temperaturen waren de gehalten hoger. Het is gekend dat naast de uitstoot van motorvoertuigen (vnl. dieselloertuigen), ook stookemissies (de verbranding van steenkool, zware stookolie en hout) een belangrijke bron van fijn stof is. In de winter en bij lage temperaturen wordt er meer gestookt.

² Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest 2015 – Jaarverslag Immissiemeetnetten 2015, Vlaamse Milieumaatschappij

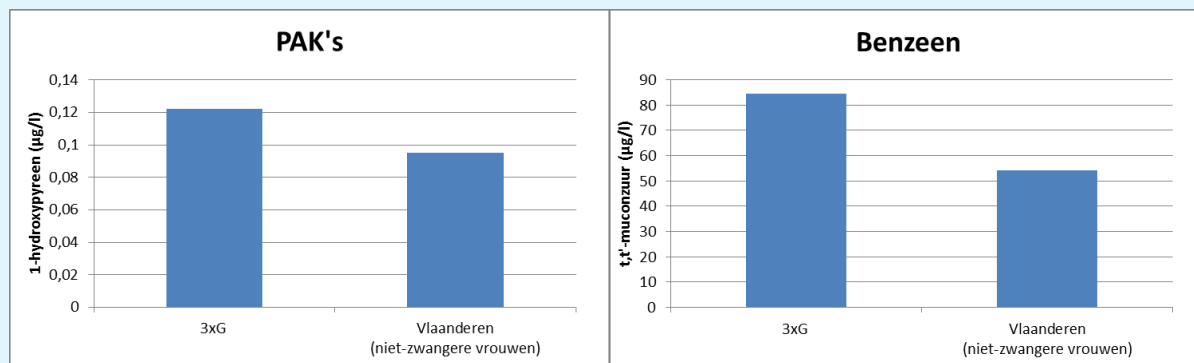
Roken, verkeer en verluchten beïnvloeden blootstelling aan verbrandingsstoffen

Methode

In de 3xG-studie worden de afbraakproducten van PAK's (1-hydroxy-pyreen; 1-OHp) en benzeen (t,t'-muconzuur, t,t'-MA) in urine van zwangere vrouwen gemeten bij 25-35 weken zwangerschap. Dit is een maat voor de blootstelling aan deze verbrandingsproducten gedurende de voorbije dagen en uren.

Vergelijking met Vlaanderen en andere studies

In 2013 rapporteerden we dat de gehalten van 1-OHp en t,t'-MA in de urine van de eerste groep van 150 deelnemers verhoogd waren ten opzichte van deze in niet-zwangere Vlaamse vrouwen van dezelfde leeftijd. De gegevens waarmee 3xG werd vergeleken waren afkomstig van een studie die werd uitgevoerd in 2008 en 2009 met vrouwen van dezelfde leeftijd en afkomstig uit alle Vlaamse provincies³. Analyse van de resultaten van de volledige groep van 301 3xG-deelnemers toont opnieuw aan dat zwangere vrouwen hogere gehalten hebben van beide afbraakproducten (zie Figuur 5). Echter, zwangerschap verandert heel wat in het lichaam en mogelijk verandert ook de afbraak van chemische stoffen. Bijgevolg kunnen we niet besluiten dat de hogere gehalten in de zwangere 3xG-deelnemers te wijten zijn aan een hogere blootstelling vanuit de omgeving, mogelijk is de zwangerschap op zich een oorzaak van die hogere gehalten. In de wetenschappelijke literatuur vinden we een beperkt aantal studies waarin deze stoffen ook gemeten zijn tijdens de zwangerschap (zie Tabel I). Onze 3xG resultaten zijn vergelijkbaar met de gehalten gemeten in landen met een vergelijkbare levensstandaard en industrialisering zoals Canada en Japan. In Polen, een land gekend voor regio's met hoge luchtpollutie⁴, liggen de gehalten aanzienlijk hoger. Dit is ook het geval bij de rokers in de Amerikaanse studie.



Figuur 5: Gehalte afbraakproducten van PAK's (links) en benzeen (rechts) in urine bij Vlaamse niet-zwangere vrouwen en 3xG-deelnemers. De Vlaamse gegevens zijn afkomstig van een studie die werd uitgevoerd in 2008 en 2009 met vrouwen van dezelfde leeftijd en afkomstig uit alle Vlaamse provincies.

³ Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma 2007-2011: Resultatenrapport - Deel Referentiebiomonitoring

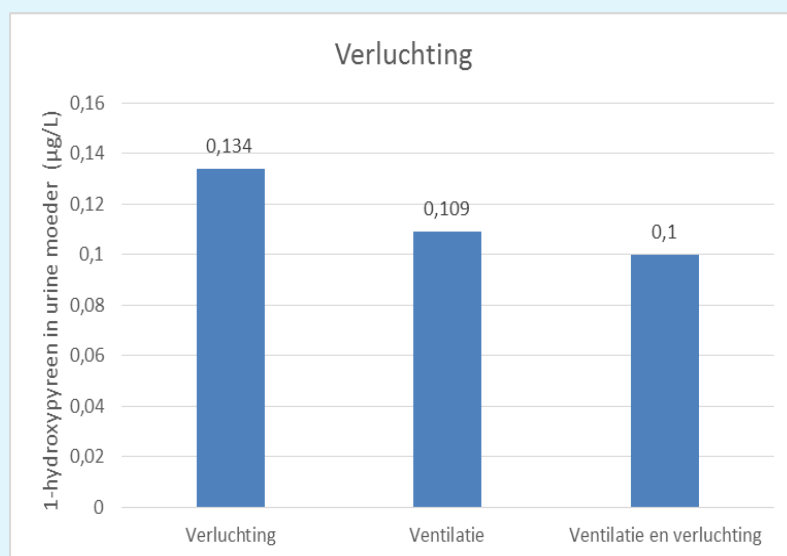
⁴ <http://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-country-fact-sheets/poland-air-pollutant-emissions-country-factsheet/view>

Studie	Concentratie	Bron
PAK's (1-hydroxypyreen) (ng/g crt)		
3xG (n=301)	147	
Canada (n=57)	136	Nethery <i>et al.</i> , 2012
Polen (n=449)	400	Polanska <i>et al.</i> , 2011
Japan (n=149)	121	Suzuki <i>et al.</i> , 2010
Benzeen (t,t'-muconzuur) (ng/g crt)		
3xG (n=301)	101	
US (n=34)	270 (rokers) - 60 (niet-rokers)	Melikian <i>et al.</i> , 1994

Tabel 1: Gehalte verbrandingsproducten in 3xG en internationale studies*

Invloed van levensstijl op het gehalte van verbrandingsproducten in urine

Op basis van uitgebreide vragenlijsten over de levensstijl, het binnenhuismilieu en de algemene woonomgeving van de deelnemers, hebben we een aantal risicofactoren kunnen vinden voor de blootstelling aan de verbrandingsproducten. Indien de deelnemer rookte in de dagen voor staalname, was het gehalte tot 2x hoger voor beide pollutanten. Bij vrouwen die aangaven dat ze recent een aantal uren gefietst of gewandeld hadden in druk verkeer, lag het gehalte aan PAK's ruim een derde hoger. Ook verluchten en ventileren met een ventilatiesysteem beïnvloedden dit gehalte bij de 3xG-deelnemers: deelnemers die aangaven naast enkel verluchten het huis ook te ventileren, hadden bijna een derde minder PAK's in de urine (zie Figuur 6). Voor beide stoffen geldt ook dat het gehalte afnam naarmate de moeders ouder waren.



Figuur 6: Gehalte afbraakproduct van PAK's in urine voor deelnemers die respectievelijk verluchten (n=100), ventileren (n=20) en zowel verluchten als ventileren (n=107).

* Nethery E, Wheeler AJ, Fisher M, Sjödin A, Li Z, Romanoff LC, Foster W, Arbuckle TE. Urinary polycyclic aromatic hydrocarbons as a biomarker of exposure to PAHs in air: a pilot study among pregnant women. *J Expo Sci Environ Epidemiol.* 2012;22(1):70-81.

Polanska K, Hanke W, Sobala W, Brzeznicki S, Ligocka D. Predictors of environmental exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons among pregnant women--prospective cohort study in Poland. *Int J Occup Med Environ Health.* 2011;24(1):8-17.

Suzuki Y, Niwa M, Yoshinaga J, Mizumoto Y, Serizawa S, Shiraishi H. Prenatal exposure to phthalate esters and PAHs and birth outcomes. *Environ Int.* 2010;36(7):699-704.

Melikian AA, Prahalad AK, Secker-Walker RH. Comparison of the levels of the urinary benzene metabolite trans,trans-muconic acid in smokers and nonsmokers, and the effects of pregnancy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev.* 1994;3(3):239-44.

Wist je dat:

Binnenlucht is minstens even belangrijk voor de gezondheid als buitenlucht

Binnen is de lucht meestal slechter dan buiten. Als je de lucht niet voldoende ververst, stapelen vocht en schadelijke stoffen, zoals radon, CO, verbrandingsproducten, stoffen die vrijkomen uit bouwmaterialen, meubels, gordijnen ... zich op in de woning. Dat kan gezondheidsproblemen geven. Zwangere vrouwen, kinderen, ouderen en zieken zijn het meest kwetsbaar. Om de lucht in je woning gezond te houden is het belangrijk om voortdurend te ventileren en aanvullend te verluchten.

Ventileren = voortdurend (24u op 24) de lucht verversen.

Je voert verse buitenlucht aan en voert vervuilde binnenlucht af. Bij voorkeur ventileer je via een gecontroleerd ventilatiesysteem. In huizen zonder ventilatiesysteem kan je ventileren via ramen op een kier of verluchttingsroosters. In oudere huizen krijg je hulp van kieren en spleten. Sinds 2006 is een ventilatiesysteem verplicht voor nieuwbouw en grote verbouwingen.

Verluchten = raam of buitendeur gedurende een korte tijd wijd open zetten.

Bron: folder '[Ventileren en verluchten - Woon gezond, geef lucht aan je huis!](#)'



Enkele statistieken over de woning van de 3xG-deelnemers*:

- 32% van de deelnemers een woning heeft met bouwjaar 2010 of later,
- Bijna 40% werken heeft uitgevoerd in de woning het jaar voor de geboorte van het 3xG-kind,
- 25% de woning verwarmt met een houtkachel of open haard,
- 3% een warmtepomp heeft om de woning te verwarmen,
- 56% aangeeft een ventilatiesysteem in de woning te hebben, systeem D komt het meest voor,
- Er bij minder dan 2% gerookt wordt in de woning.

**Gebaseerd op de antwoorden van 229 deelnemers*

DNA-schade in Dessel, Mol en Retie: vergelijkbaar met Vlaamse waarden en meer DNA schade bij hogere fijnstofblootstelling

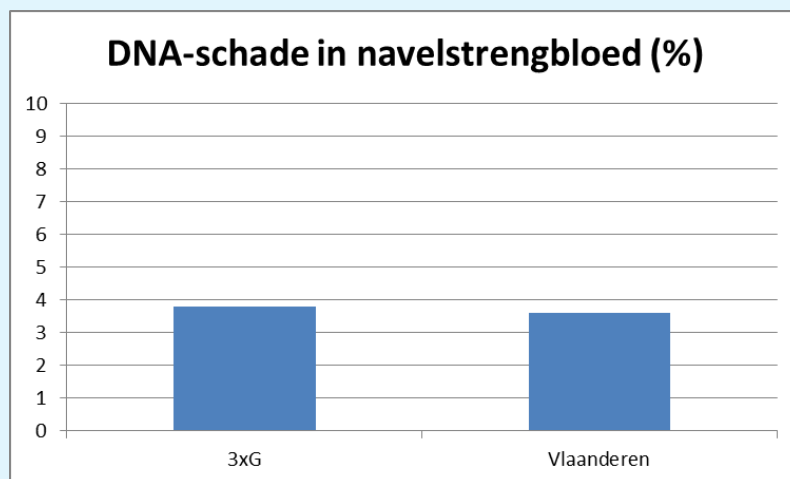
Methode

Er bestaan verschillende meetmethodes voor herstelbare DNA-schade in het lichaam. Cellen in navelstrengbloed werden onderzocht door de komeettest⁵. Indien DNA beschadigd wordt, ontstaan er kleine, losse fragmentjes DNA. Deze beschadigde stukjes kunnen zichtbaar gemaakt worden onder een microscoop door middel van de komeettest. Indien er in het lichaam DNA hersteld wordt, wordt er 8-hydroxydeoxy-guanosine (8-oxo-dG) gevormd³. Deze stof wordt via de urine uit het lichaam verwijderd. Het gehalte van 8-oxo-dG is dus een maat voor de hoeveelheid herstel die er in het lichaam heeft plaats gevonden, en indirect ook voor de hoeveelheid DNA-schade. In de 3xG-studie wordt 8-oxo-dG gemeten in de urine van de deelnemers, verzameld tussen de 25^e en 35^e week van de zwangerschap.

Vergelijking met Vlaanderen en andere studies

Analyse van DNA-schade bij de eerste 150 deelnemers wees erop dat DNA-schade in de 3xG-studie laag was. Een geschikte vergelijkingsbasis voor zwangere vrouwen en baby's was er echter nog niet in Vlaanderen. Ondertussen is dit wel het geval voor baby's en kunnen we de resultaten vergelijken. De resultaten van de komeettest werden vergeleken met een studiepopulatie van 233 Vlaamse baby's die werd uitgevoerd in 2013-2014 door het Vlaamse Steunpunt Milieu en Gezondheid⁶. Zoals aangegeven op

Figuur 7 zijn de gehalten vergelijkbaar en statistisch niet verschillend. Bij deze vergelijking werd rekening gehouden met verschillen in leeftijd en het rookgedrag van de onderzochte moeders. In de wetenschappelijke literatuur zijn, voor zover bij ons bekend, momenteel slechts een beperkt aantal studies beschikbaar waarin de komeettest werd uitgevoerd op navelstrengbloed. Op basis van deze gegevens kunnen we besluiten dat het gehalte DNA-schade in navelstrengbloed in de 3xG-studie laag is (<5% DNA-schade in de komeetstaart⁷).



Figuur 7: Vergelijking van DNA-schade gemeten in navelstrengbloed in Vlaamse studies met 3xG

⁵ Fact sheet DNA-schade

⁶ Vlaams Humaanbiomonitoringsprogramma 2012-2015: Resultatenrapport Pasgeborenen

⁷ Anderson D, Yu TW, Phillips BJ, Schmezer P 1994 The effect of various antioxidants and other modifying agents on oxygen-radical-generated DNA damage in human lymphocytes in the comet assay. Mutat Res 307:261–271

Invloed van levensstijl en luchtverontreiniging

In de 3xG-studie hebben we onderzocht welke factoren uit de levensstijl en omgeving een effect hadden op de DNA-schade tijdens de zwangerschap en bij de geboorte. Zo stelden we vast dat het seizoen van de geboorte een impact heeft op DNA-schade in navelstrengbloed: deelnemers geboren in de herfst hadden het laagste gehalte DNA-schade, terwijl deze die in de winter geboren werden, een periode met meer fijn stof in de lucht, de meeste DNA-schade hadden. Bij deelnemers die zijn blootgesteld aan een hoger fijnstofgehalte neemt DNA-schade toe (PM10-fractie gemiddeld voor het jaar voorafgaand aan de staalname). Blootstelling aan verbrandingsproducten en roken hadden geen impact op dit resultaat.

Deze resultaten liggen in lijn met deze van eerdere studies in Vlaanderen over luchtverontreiniging en DNA-schade.

CONCLUSIE

De hoeveelheid fijn stof in de 3xG-regio is vergelijkbaar met de rest van Vlaanderen. Het fijnstofgehalte in Dessel, Mol en Retie blijft onder de Europese grenswaarde maar overschrijdt wel de advieswaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie. Het verkeer beïnvloedt, naast roken, het gehalte aan verbrandingsstoffen in het lichaam. Ook de kwaliteit van de binnenlucht is belangrijk. We spenderen immers tot 85% van onze tijd in gebouwen. Uit de resultaten bleek dat moeders tot een derde minder PAK's in hun urine hebben als ze hun huis verluchten én een ventilatiesysteem hebben.

We onderzochten ook DNA-schade tijdens de zwangerschap en bij de geboorte van de 3xG-deelnemers. De resultaten van DNA-schademetingen bij de 3xG baby's waren laag en vergelijkbaar met resultaten voor Vlaanderen. We stelden vast dat hogere DNA-schade tijdens de zwangerschap geassocieerd was met hogere fijnstofblootstelling.

Het halen van de EU grenswaarde voor fijn stof is een stap in de richting naar een betere luchtkwaliteit en een betere gezondheid, maar er is nog werk aan de winkel om ook de advieswaarde van de WGO te halen. We vinden ook een associatie tussen fijn stof en DNA-schade.

Gelukkig hebben we ook zelf een impact op onze blootstelling aan vervuilende stoffen in de lucht. Zo helpt bijvoorbeeld ventileren en goed verluchten van onze woning om minder verbrandingsproducten in ons lichaam te hebben.

De huidige gegevens zijn uniek voor de regio en zullen helpen om prioriteiten voor eventuele preventiemaatregelen te onderbouwen. De gegevens vormen een wetenschappelijke ondersteuning en een stimulans om de gezondheid van de inwoners te verbeteren via acties gericht op levensstijl of omgeving van de huidige en toekomstige generaties in de regio.

VERWERKING EN INTERPRETATIE VAN DE GEGEVENS

Deze gegevens werden verwerkt op groepsniveau. Indien de biomerkerwaarde gekend was voor Vlaanderen, werd het gemiddelde gehalte in de 3xG-studie vergeleken met de respectievelijke waarde in de Vlaamse controlepopulatie door middel van variantieanalyse (ANOVA). Verschillen worden beschouwd als statistisch significant als $p < 0,05$. Bij de vergelijking van de gegevens werd er rekening gehouden (gecorrigeerd) met beïnvloedende parameters zoals leeftijd en roken. De waargenomen verschillen zijn dus niet te wijten zijn aan verschillen in leeftijd of rookgedrag van de 3xG moeders ten opzichte van de Vlaamse referentiepopulatie. Verbrandingsproducten in urine werden vergeleken met de Vlaamse referentiewaarde voor niet-zwangere vrouwen in dezelfde leeftijdscategorie (20-40 jaar) uit 2008-2009. De resultaten voor DNA-schade in navelstrengbloed werden vergeleken met de resultaten van Vlaamse pasgeborenen uit 2013-2014. Via meervoudige regressiemodellen werd nagegaan welke factoren het gehalte van een biomerker beïnvloeden.

GEHALTE VERBRANDINGSPRODUCTEN IN 3xG

Biomerker	Eenheid	N	Geometrisch gemiddelde (95% BI)	Mediaan (p25 – p75)	p90
1-OHp	ng/l	301	122 (111 – 134)	117 (75 – 195)	323
	ng/g crt	301	147 (134 – 160)	144 (101 – 216)	296
	ng/l-SG	301	209 (192 – 228)	206 (138 – 306)	447
T,t'-MA	µg/l	301	84,45 (75,23 – 94,79)	75,00 (41,50 – 197,00)	331,00
	µg/g crt	301	101,39 (91,43 – 112,43)	90,00 (54,00 – 190,00)	396,40
	µg/l-SG	301	144,78 (130,58 – 160,52)	129,00 (77,00 – 275,00)	528,00

Gehalte aan afbraakproducten van PAK's (1-hydroxypyreen; 1OHp) en benzeen (t,t'-muconzuur; t,t'-MA) in urine tijdens de zwangerschap. De gehalten zijn ook uitgedrukt per g creatinine en gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine. 95% BI = betrouwbaarheidsinterval voor het geometrisch gemiddelde. Interkwartiel range = p25 – p75. 90^{ste} percentiel = p90. Detectielimieten 1-OHp = 0,0089 µg/L en 0,0013 µg/l; t,t'-MA: 0,29 µg/l en 9 µg/l.

GEHALTE DNA-SCHADE IN 3xG

Biomerker	Eenheid	N	Geometrisch gemiddelde (95% BI)	Mediaan (p25 – p75)	p90
Komeettest	%	214	3,82 (3,60 – 4,06)	4,10 (3,20 – 5,10)	6,05
8-oxo-dG	µg/l	300	6,71 (6,23 – 7,21)	6,70 (4,57 – 10,56)	14,82
	µg/g crt	300	8,04 (7,72 – 8,38)	8,04 (6,60 – 9,84)	11,77
	µg/l-SG	300	11,50 (10,96 – 12,06)	11,58 (9,30 – 19,56)	19,56

DNA-schade gemeten met de komeettest (% DNA-schade) in navelstrengbloed van de pasgeborenen en 8-oxo-deoxyguanosine detectie (8-oxo-dG) in de urine van de moeder tijdens de zwangerschap. Voor 8-oxo-dG zijn de gehalten ook uitgedrukt per g creatinine en gecorrigeerd voor soortelijk gewicht (SG) van de urine. 95% BI = betrouwbaarheidsinterval voor het geometrisch gemiddelde mean. Interkwartiel range = p25 – p75. 90^{ste} percentiel = p90. Detectielimiet 8-oxo-dG: 0,5 µg/l.