

Humane biomonitoring Genk-Zuid

Steunpunt Milieu en Gezondheid, 2007-2011

Uitgebreide samenvatting

Kadering

Het industriegebied Genk-Zuid werd als eerste prioriteit geselecteerd in de hot spot selectieprocedure van het Steunpunt 2007-2011. Genk-Zuid werd geselecteerd omwille van de ongerustheid die er heerst over de gezondheid van de mensen die nabij de industriezone wonen in relatie tot de industriële activiteiten.

De opzet van de biomonitoringscampagne in Genk-Zuid is om de inwendige blootstelling aan vervuilende stoffen en een aantal biologische en gezondheidskenmerken te meten of bevragen en deze te vergelijken met een steekproef van dezelfde leeftijdsklasse uit de algemene Vlaamse bevolking.

Dit onderzoek wordt uitgevoerd door het Steunpunt Milieu en Gezondheid in opdracht van de Vlaamse Overheid (beleidsdomeinen Wetenschap, Leefmilieu en Volksgezondheid).

Methodie

1. Selectie van biomerkers

Biomerkers van blootstelling:

Op basis van de beschikbare milieumeetgegevens, gemodelleerde pluimberekeningen van de emissies en een inventaris van de aanwezige industrie werden pollutanten geselecteerd die relevant zijn voor de hot spot en waarvoor biomerkers beschikbaar zijn. Dit gebeurde in nauw overleg met de werkgroep Genk-Zuid (VMM, Toezicht Volksgezondheid, MMK en lokale artsen).

Voor volgende pollutanten werden biomerkers geselecteerd:

- zware metalen: cadmium, lood, nikkel, chroom, koper, mangaan, thallium, antimoon, arseen en kwik;
- POP's: PCB's, gechloreerde pesticiden (DDE en HCB), dioxines en dioxine-achtigen, gebromeerde vlamvertragers;
- vluchtige stoffen: PAK's, benzeen, toluen.

Biomerkers van effect:

Op basis van de mogelijke effecten van de geselecteerde pollutanten, is het aangewezen om volgende gezondheidsparameters te bestuderen in Genk-Zuid:

- astma en allergie;
- genotoxiciteit;
- hormoonverstoring;
- neurologische ontwikkeling;
- nierschade.

2. Selectie van doelgroep

Aangezien het doel van de studie is om de blootstelling in Genk-Zuid te vergelijken met de algemene Vlaamse bevolking, wordt de keuze van de doelgroep gestuurd door de beschikbaarheid van relevante Vlaamse referentiewaarden.

In de referentiebiomonitoring werden drie leeftijdsgroepen bestudeerd: pasgeborenen, jongeren (14-15 jaar) en volwassenen (20-40 jaar). Op basis van bovenstaande selectie van biomerkers (metalen in bloed en urine; POP's in serum; metaboliëten van vluchtige stoffen in urine) komt enkel de jongerenpopulatie in aanmerking als referentiepopulatie. Bijgevolg werd de studie in Genk-Zuid uitgevoerd bij 14-15 jarige jongeren uit de regio. Hier werden dan ook de relevante biologische effecten bestudeerd, nl. prevalentie van astma en allergie; merkers voor DNA-schade in bloed en DNA-herstel in urine als maat voor genotoxiciteit; puberteit en hormonen in serum als maat voor hormoonverstoring; NES test en gestandaardiseerde vragenlijsten voor neurologische ontwikkeling. Voor nierschade zijn geen metingen beschikbaar in de referentiepopulatie, maar de klinische merkers werden vergeleken met diagnostische waarden.

Analoog aan de referentiepopulatie werd in Genk-Zuid ook een vragenlijst afgenomen over milieuperceptie. Hierin werd gepeild welke milieuproblemen jongeren in hun omgeving ervaren, op welke manier ze door wie geïnformeerd willen worden over milieuproblemen, hoe ze denken over zorg voor het leefmilieu en of ze betrokkenheid van buurtbewoners belangrijk vinden voor het verhelpen van milieuproblemen.

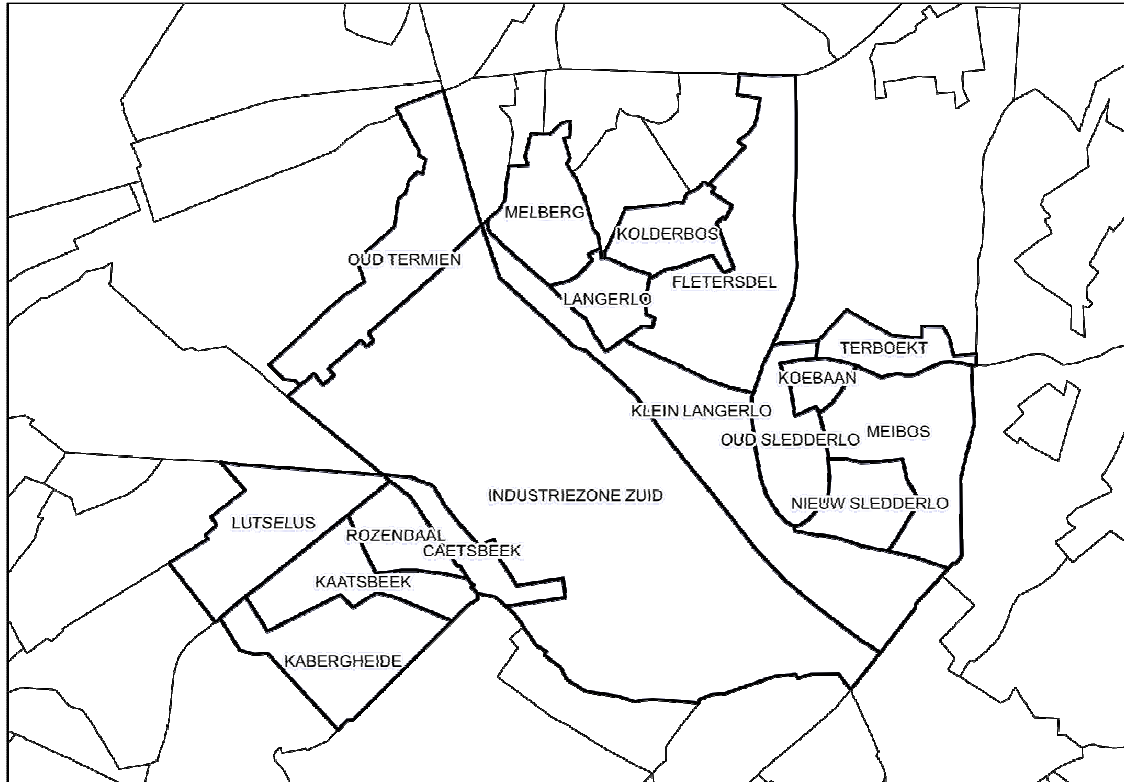
3. Selectie van onderzoeksgebied en deelnemers

Voor de selectie van het studiegebied werd een aantal criteria in aanmerking genomen, nl.

- studiegebied van de gezondheidsenquête, uitgevoerd in 2007;
- beschikbare milieumetingen: VMM-metingen van zware metalen op zwevend stof, VMM depositiemetingen, VMM metingen van PCB126 en dioxines in de lucht, metingen van zware metalen in groenten en bodem, pluimberekeningen van zware metalen;
- de overheersende windrichting;
- bevolkingsgegevens.

Op basis van deze gegevens werd het onderzoeksgebied geselecteerd. Het gebied bestond uit wijken rond het industriegebied uit de gemeenten Genk en Diepenbeek (zie kaart).

Alle jongeren die binnen het onderzoeksgebied wonen en geboren zijn in 1994, 1995 of 1996 (n=586) werden aangeschreven op hun thuisadres met een uitnodiging tot deelname aan de studie. In dezelfde periode werd de studie ook aangekondigd via de lokale media (lokale kranten, lokale televisie, gemeenteblad, ...), via affiches en flyers in de buurt (jeugdhuizen, apothekers, huisartsen,...) en via lokale netwerken (buurtwerkers, huisartsen, imam, ...). De studieverpleegsters gaven informatiesessies in de middelbare scholen en gingen op huisbezoek in sommige wijken.



4. Onderzoeksplan

Volgende vragen worden beantwoord met behulp van de aangewezen statistische technieken:

1. De karakteristieken van de onderzoeksgroep in Genk-Zuid worden vergeleken met die van de Vlaamse referentiegroep.
2. De blootstelling aan milieupolluenten in Genk-Zuid wordt vergeleken met die in de Vlaamse referentiegroep: zowel het geometrisch gemiddelde als de 90^e percentiel worden vergeleken. Op die manier krijgen we een beeld van de gemiddelde blootstelling en van de piekblootstelling in de groep. Deze analyse gebeurt op de ruwe, niet-gecorrigeerde data, d.w.z. dat er geen rekening wordt gehouden met verschillen in de karakteristieken van de twee groepen.
3. De gemiddelde blootstelling in Genk-Zuid en Vlaanderen wordt vergeleken na correctie voor de voornaamste determinanten van blootstelling. Op die manier kan worden berekend wat het effect is van wonen in Genk-Zuid, na correctie voor alle andere gekende determinanten van de blootstelling.
4. De blootstellingsmerkers in Genk-Zuid worden vergeleken met gezondheidkundige richtwaarden.
5. Binnen Genk-Zuid worden de wijken onderling vergeleken om na te gaan of er lokale verschillen voorkomen in de blootstelling.
6. De blootstellingsmerkers worden in verband gebracht met externe milieumetingen. Er wordt ook nagegaan of er een geografische trend geobserveerd kan worden in de blootstelling, namelijk of er een relatie is tussen blootstellingsmerkers en afstand tot meetposten op het industrieterrein. Verder worden de blootstellingsmerkers in de mens in verband gebracht met de immissies van de dagen, voorafgaand aan de onderzoeksdag.
7. De gezondheidseffecten worden vergeleken tussen Genk-Zuid en de Vlaamse referentiepopulatie.
8. De perceptievragenlijst wordt vergeleken tussen Genk-Zuid en Vlaanderen.

Resultaten

1. Beschrijving van de onderzoeksgroep

De totale respons bedraagt 34%. De finale onderzoeksgroep in Genk-Zuid bestaat uit 197 jongeren. De rekrutering gebeurde op 17 onderzoeksdagen in de periode van 11 januari 2010 tot 27 november 2010. De voornaamste kenmerken van de deelnemers worden gegeven in Tabel I.

In vergelijking met de Vlaamse referentiegroep is de proportie meisjes in Genk-Zuid significant hoger en ook oudere jongeren (>15,5 jaar) zijn significant meer vertegenwoordigd in Genk-Zuid. Ondanks de kleine variatie in de gemiddelde leeftijd (15,0 jaar in Genk-Zuid vs. 14,8 jaar in Vlaanderen) zijn de verschillen tussen de twee groepen toch significant ($p=0,002$).

Het opleidingsniveau van de jongeren en van het gezin ligt significant lager in Genk-Zuid.

In Genk-Zuid wonen in sommige wijken rond het industriegebied meer allochtonen. De proportie deelnemers van Turkse, Marokkaanse en Italiaanse origine (bepaald op basis van geboorteland van de ouders) is hoger in Genk-Zuid in vergelijking met de referentiepopulatie.

Zowel bij jongens ($p=0,04$) als bij meisjes ($p=0,05$) is de proportie deelnemers met overgewicht hoger in Genk-Zuid. De gemiddelde BMI van de totale groep bedraagt 21,2 kg/m² in Genk-Zuid tegenover 20,1 kg/m² in Vlaanderen ($p=0,001$).

Rookgewoonten, pilgebruik, voorgeschiedenis van borstvoeding zijn niet verschillend tussen de twee groepen.

In Genk-Zuid wordt minder lokale voeding gegeten. Het percentage deelnemers dat lokale producten consumeert, is significant verschillend voor eieren en fruit, maar niet voor groenten.

Tabel I: Beschrijvende statistiek voor onderzoeksgroep in Genk-Zuid en vergelijking met Vlaamse referentiegroep

Parameter	Genk-Zuid (n=197)	Vlaanderen (n=210)	Genk-zuid vs. Vlaanderen
Geslacht, n (%)			
jongens	89 (45,2%)	121 (57,6%)	
meisjes	108 (54,8%)	89 (42,4%)	$p = 0,01$
Leeftijd, n (%)			
≤ 14,5 jaar	58 (29,4%)	67 (31,9%)	
14,5 – 15,5 jaar	86 (43,7%)	123 (58,6%)	
> 15,5 jaar	53 (26,9%)	20 (9,5%)	$p < 0,001$
Opleidingsniveau jongere			
BSO	39 (20,4%)	20 (9,7%)	
TSO	43 (22,5%)	86 (41,5%)	
ASO	109 (57,1%)	101 (48,8%)	$p < 0,001$
Hoogste opleidingsniveau in het gezin			
geen diploma of lager onderw.	15 (7,8%)	3 (1,4%)	
lager secundair	23 (11,9%)	22 (10,6%)	
hoger secundair	61 (31,6%)	66 (31,9%)	
hoger onderwijs	94 (48,7%)	116 (56,0%)	$p = 0,02$
Geboorteland ouders			
beide ouders Belg	128 (67,7%)	189 (90,4%)	
één van de ouders niet-Belg	22 (11,6%)	15 (7,2%)	
beide ouders niet-Belg	39 (20,6%)	5 (2,4%)	$p < 0,001$

Parameter	Genk-Zuid (n=197)	Vlaanderen (n=210)	Genk-zuid vs. Vlaanderen
BMI-klasse bij jongens			
ondergewicht	11 (12,4%)	8 (6,6%)	
normaal	60 (67,4%)	100 (82,6%)	
overgewicht	18 (20,2%)	13 (10,7%)	p = 0,04
BMI-klasse bij meisjes			
ondergewicht	9 (8,3%)	12 (13,5%)	
normaal	75 (69,4%)	68 (76,4%)	
overgewicht	24 (22,2%)	9 (10,1%)	p = 0,05
Rookgewoonten			
niet-roker	185 (94,4%)	189 (91,3%)	
minder dan dagelijks roken	7 (3,6%)	9 (4,3%)	
dagelijks roken	4 (2,0%)	9 (4,3%)	p = 0,42
Pilgebruik bij meisjes			
neen	96 (88,9%)	80 (90,9%)	
ja	12 (11,1%)	8 (9,1%)	p = 0,64
Borstvoeding als baby			
neen	55 (28,2%)	69 (33,5%)	
ja	140 (71,8%)	137 (66,5%)	p = 0,25
Lokaal gekweekte groenten			
neen	121 (63,4%)	125 (60,4%)	
ja	70 (36,6%)	82 (39,8%)	p = 0,54
Lokaal gekweekt fruit			
neen	173 (87,8%)	158 (76,7%)	
ja	24 (12,2%)	48 (23,3%)	p = 0,004
Lokaal gekweekte eieren			
neen	121 (68,0%)	110 (55,0%)	
ja	57 (32,0%)	90 (45,0%)	p = 0,01

2. Blootstelling in Genk-Zuid in vergelijking met Vlaanderen

Tabel II geeft de blootstelling in Genk-Zuid in vergelijking met de Vlaamse controlepopulatie. Zowel de waarde van de gemiddelde deelnemers (GM) als van de 90^e percentiel wordt weergegeven. De rode vlakken duiden significant hogere waarden aan.

In Genk-Zuid wordt een significante verhoging vastgesteld van de gemiddelde én de 90^e percentiel waarde voor koper in bloed, thallium in bloed en in urine, cadmium in urine en de PAK-metabooliet 1-hydroxypyreen in urine. Voor cadmium in bloed, chroom in bloed, koper in urine en toxisch relevant arseen in de urine is het geometrisch gemiddelde (maar niet de P90) in Genk-Zuid significant hoger dan in de referentiepopulatie.

In Vlaanderen wordt een significant hoger gemiddelde en 90^e percentiel gevonden voor merker PCB's, p,p'-DDE, de som van dioxines en furanen, dioxine-achtige PCB's en gebromeerde vlamvertrager BDE153. Voor nikkel in bloed, antimoon in urine, kwik in haar en BDE47 in serum is het gemiddelde (maar niet de P90) significant hoger in Vlaanderen.

Tabel II: Vergelijking van biomerkers van blootstelling tussen Genk-Zuid en Vlaanderen, niet-gecorrigeerde data.

Biomerker	schatter	Genk-Zuid	Vlaanderen	p-waarde
zwere metalen in bloed				
lood ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	13,7 (12,9-14,5)	14,8 (13,9-15,7)	0,08
	90 ^e percentiel	23,8	25,1	0,63
cadmium ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	0,24 (0,22-0,25)	0,21 (0,19-0,23)	0,03
	90 ^e percentiel	0,43	0,41	0,78
chroom (ng/l)	GM (95% BI)	334 (308-363)	255 (236-275)	<0,001
	90 ^e percentiel	587	497	0,08
nikkel (ng/l)	GM (95% BI)	1153 (1106-1201)	1245 (1187-1307)	0,02
	90 ^e percentiel	1637	1656	0,88
koper ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	839 (819-860)	790 (774-807)	<0,001
	90 ^e percentiel	1010	913	0,008
thallium ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	0,029 (0,028-0,030)	0,027 (0,026-0,028)	<0,001
	90 ^e percentiel	0,038	0,034	0,002
mangaan ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	10,0 (9,6-10,4)	9,7 (9,3-10,0)	0,25
	90 ^e percentiel	14,1	13,8	0,65
zwere metalen in urine				
cadmium ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	0,30 (0,28-0,33)	0,24 (0,22-0,27)	0,001
	90 ^e percentiel	0,61	0,51	0,04
nikkel ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	2,42 (2,21-2,65)	2,58 (2,29-2,91)	0,39
	90 ^e percentiel	5,30	5,70	0,56
koper ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	12,0 (11,2-12,8)	10,0 (9,2-10,9)	0,001
	90 ^e percentiel	20,9	19,0	0,30
thallium ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	0,240 (0,224-0,258)	0,195 (0,179-0,213)	<0,001
	90 ^e percentiel	0,430	0,354	0,03
antimoon ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	0,074 (0,066-0,083)	0,087 (0,080-0,100)	0,02
	90 ^e percentiel	0,181	0,187	0,89
totaal arseen ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	12,2 (10,7-13,9)	12,1 (10,4-13,6)	0,79
	90 ^e percentiel	48,5	43,9	0,74
TRA ($\mu\text{g/l}$)	GM (95% BI)	6,47 (6,01-6,97)	4,66 (4,09-5,31)	<0,001
	90 ^e percentiel	11,4	10,3	0,24
zwere metalen in haar				
kwik ($\mu\text{g/g}$)	GM (95% BI)	0,15 (0,14-0,17)	0,19 (0,17-0,22)	0,004
	90 ^e percentiel	0,38	0,47	0,18
methylkwik ($\mu\text{g/g}$)	GM (95% BI)	0,11 (0,09-0,12)	0,12 (0,10-0,13)	0,19
	90 ^e percentiel	0,28	0,32	0,26
POP's - persistente organische polluenten				
merker PCB's (ng/l)	GM (95% BI)	138 (128-150)	218 (201-235)	<0,001
	90 ^e percentiel	289	408	<0,001
p,p'-DDE (ng/l)	GM (95% BI)	213 (191-237)	309 (278-344)	<0,001
	90 ^e percentiel	542	821	0,04
HCB (ng/l)	GM (95% BI)	34,5 (31,8-37,4)	36,7 (34,2-39,4)	0,26
	90 ^e percentiel	62,0	63,0	0,88

Biomerker	schatter	Genk-Zuid	Vlaanderen	p-waarde
Calux PCDD/F's (pg BEQ/g vet)	GM (95% BI)	48,1 (43,7-53,0)	107,7 (101,4-114,4)	<0,001
	90 ^e percentiel	100	168	<0,001
Calux dl-PCB's (pg BEQ/g vet)	GM (95% BI)	10,9 (10,1-11,8)	32,1 (30,1-34,2)	<0,001
	90 ^e percentiel	22,4	55,1	<0,001
BDE47 (ng/l)	GM (95% BI)	2,02 (1,84-2,22)	2,47 (2,42-2,73)	0,004
	90 ^e percentiel	5,00	7,00	0,20
BDE153 (ng/l)	GM (95% BI)	1,89 (1,72-2,08)	2,29 (2,06-2,55)	0,008
	90 ^e percentiel	5,00	7,00	0,002
vluchtige stoffen				
1-hydroxypyreen (ng/l)	GM (95% BI)	203 (183-224)	137 (123-149)	<0,001
	90 ^e percentiel	455	313	<0,001
t,t'-muconzuur (µg/l)	GM (95% BI)	102 (87-121)	88 (77-101)	0,15
	90 ^e percentiel	458	313	0,11

GM = geometrisch gemiddelde; BI = betrouwbaarheidsinterval; TRA = toxisch relevant arseen; PCB's = polygechloreerde biphenyls; p,p'-DDE = metaboliet van pesticide DDT; HCB = hexachlorobenzeen; PCDD/F's = som van dioxines en furanen; dl-PCB's = dioxine-achtige PCB's; BDE = polygebromeerde diphenyl ether.

3. Effect van gebied na correctie voor determinanten van blootstelling

De ruwe data geven een totaal beeld van verschillen tussen Genk-Zuid en Vlaanderen. Variaties zijn mogelijk te wijten aan lokale milieuvervuiling, maar kunnen ook het gevolg zijn van verschillen in persoonskenmerken (bijv. leeftijd, geslacht, enz...) of levensstijl van de deelnemers (bijv. rookgewoonten, voeding, enz...). Daarom is het belangrijk om rekening te houden met de variatie van gekende determinanten van de blootstelling in het statistisch model.

Na correctie voor versturende factoren kunnen we dan berekenen hoeveel hoger/lager de waarde van een biomerker in Genk-Zuid ligt t.o.v. Vlaanderen. Op die manier kan worden uitgedrukt hoeveel % van de biomerkerwaarde verklaard wordt door 'gebied' (zie Tabel III). Significante resultaten zijn gemarkeerd in het rood.

Wat betreft de **zware metalen** is wonen in Genk-Zuid geassocieerd met significant hogere blootstelling aan cadmium (18% hoger in urine), chroom (32% hoger in bloed), koper (5% hoger in bloed; 11% hoger in urine), thallium (11% hoger in bloed) en arseen (toxisch arseen in urine 32% hoger), maar anderzijds werden significant lagere waarden geobserveerd voor antimoon (21% lager in urine), nikkel (7% lager in urine) en kwik (15% lager in haar) (Tabel III).

Cadmium geeft een maat voor middellange tot levenslange blootstelling, en kan dus geaccumuleerde blootstelling uit de regio weerspiegelen. Chroom, koper en thallium zijn merkers voor recente blootstelling en verhoogde waarden rond het industriegebied kunnen mogelijk wijzen op een lokale bron. Blootstelling aan arseen gebeurt via de lucht en/of via het drinkwater (vaak omwille van natuurlijk verrijkte arseenconcentraties in de bodem). Op basis van de drinkwatergegevens uit de regio kunnen de hogere waarden niet worden verklaard.

De lagere waarden van antimoon en kwik geven mogelijk aan dat sommige bronnen van deze pollutanten (electronica industrie, steenkoolverbranding voor thallium en consumptie van vis voor kwik) meer voorkomen in de Vlaamse referentiegroep in vergelijking met Genk-Zuid. Nikkel in bloed is verlaagd ondanks het feit dat er mogelijk een lokale bron aanwezig is. Via de biomonitoring is het enkel mogelijk om oplosbaar nikkel te meten, terwijl onoplosbaar nikkel - vaak afkomstig van

industriële oorsprong en toxicologisch relevant (belangrijker voor de gezondheid)- moeilijker te meten is in de mens.

De blootstelling aan **POP's** in Genk-Zuid is lager dan in Vlaanderen: de verschillen zijn significant voor alle gemeten gechloroerde en gebromeerde polluenten, behalve voor het pesticide hexachlorobenzeen (HCB). De waarden in Genk-Zuid liggen 32% tot 93% lager dan in de Vlaamse referentiegroep (Tabel III). De verschillen tussen Genk-Zuid en Vlaanderen kunnen niet verklaard worden door variatie in voedingsgewoonten, lichaamssamenstelling, opleidingsniveau, seizoen. Ook het verschil in studieperiode (twee jaar later in Genk-Zuid) kan de lagere waarden niet volledig verklaren. We kunnen dus besluiten dat er een regio-effect is, en dat de blootstelling aan POP's lager is in de regio Genk-Zuid in vergelijking met algemeen Vlaanderen.

Van de 10 verschillende gebromeerde stoffen die in deze studie worden gemeten zijn de waarden niet kwantificeerbaar voor 42,9% tot 98% van de stalen. Dit is vergelijkbaar met de Vlaamse referentiepopulatie en met studies binnen Europa.

De **PAK-metabooliet** (1-hydroxypyreen) komt in hogere concentratie voor in Genk-Zuid in vergelijking met algemeen Vlaanderen. De blootstelling is 33% hoger na correctie voor persoonsgebonden of levensstijlfactoren. Voor de **benzeenmetabooliet** (t,t'-muconzuur) ligt de waarde in Genk-Zuid 8% hoger, maar dit verschil is niet significant (Tabel III). Zowel PAK's als benzeen zijn vooral afkomstig van verkeersemisies. Beiden kunnen ook industriële bronnen hebben. De **tolueen metabooliet** (o-cresol) is niet detecteerbaar in 99% van de deelnemers; bij 2 deelnemers liggen de waarden net boven de detectielimiet. Er werd dus geen probleem voor toluen vastgesteld in het studiegebied (als geheel beschouwd) op basis van de biomonitoring. De gemeten biomerker weerspiegelt zeer recente blootstelling (afgelopen uren), waardoor het mogelijk is dat piekbelastingen van toluen in de omgeving niet zijn opgepikt.

Tabel III: Vergelijking van biomerkers van blootstelling tussen Genk-Zuid en Vlaanderen, na correctie voor verschillen in samenstelling van de groepen. De cijfers geven aan hoeveel procent hoger (+) of lager (-) de waarde in Gent-Zuid ligt t.o.v. Vlaanderen na correctie voor verschillen in samenstelling van de groepen.

Biomerker	effect van gebied (Genk-Zuid t.o.v. Vlaand.)	p-waarde	correctiefactoren
zwere metalen in bloed			
lood (µg/l)	-2%	0,63	leeftijd, geslacht, roken, opleiding, seizoen
cadmium (µg/l)	+10%	0,14	leeftijd, geslacht, roken, opleiding, serum ferritine
chromium (ng/l)	+32%	<0,001	leeftijd, geslacht, roken, seizoen
nikkel (ng/l)	- 7%	0,03	leeftijd, geslacht, roken
koper (µg/l)	+5%	0,009	leeftijd, geslacht, roken, opleiding, seizoen
thallium (µg/l)	+11%	<0,001	leeftijd, geslacht, roken, seizoen
mangaan (µg/l)	+2%	0,42	leeftijd, geslacht, roken, opleiding, seizoen

Biomerker	effect van gebied (Genk-Zuid t.o.v. Vlaand.)	p-waarde	correctiefactoren
zwere metalen in urine			
cadmium (µg/l)	+18%	0,008	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, duur collectie
koper (µg/l)	+11%	0,03	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, duur collectie
thallium (µg/l)	+8%	0,16	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, seizoen, duur collectie
nikkel (µg/l)	-8%	0,30	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, duur collectie
antimoon (µg/l)	-21%	0,003	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, duur collectie
totaal arseen (µg/l)	+6%	0,55	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, visconsumptie, duur urinecollectie
TRA (µg/l)	+32%	0,001	densiteit, leeftijd, geslacht, roken, visconsumptie, seizoen, duur urinecollectie
zwere metalen in haar			
kwik (µg/g)	-15%	0,04	leeftijd, geslacht, roken, opleiding, visconsumptie
methyلكwik (µg/g)	-7%	0,39	leeftijd, geslacht, roken, visconsumptie
POP's - persistente organische polluenten			
merker PCB's (ng/l)	-28%	<0,001	bloedvet, leeftijd, geslacht, roken, BMI, opleiding, borstvoeding, lokale eieren, seizoen
p,p'-DDE (ng/l)	-22%	0,002	bloedvet, leeftijd, geslacht, roken, BMI, borstvoeding, lokale eieren
HCB (ng/l)	-7%	0,17	bloedvet, leeftijd, geslacht, roken, BMI, opleiding, borstvoeding, zelfgevangen vis, seizoen
Calux PCDD/F's (pg BEQ/g serum)	-59%	<0,001	bloedvet, leeftijd, geslacht, roken, BMI, seizoen
Calux dl-PCB's (pg BEQ/g serum)	-68%	<0,001	bloedvet, leeftijd, geslacht, roken, BMI, seizoen
BDE47 (ng/l)	-18%	0,007	bloedvet, leeftijd, geslacht, BMI, seizoen
BDE153 (ng/l)	-11%	0,10	bloedvet, leeftijd, geslacht, BMI, opleiding
vluchtige stoffen			
1-hydroxypyreen (ng/l)	+33%	<0,001	densiteit van de urine, geslacht, leeftijd, roken, passief roken, opleiding, seizoen, duur urinecollectie
t,t'-muconzuur (µg/l)	+8%	0,49	densiteit van de urine, leeftijd, geslacht, roken, opleiding, duur urinecollectie

TRA = toxisch relevant arseen (= som van anorganisch arseen (iAs), monomethylarseenzuur (MMA) en dimethylarseenzuur (DMA)); PCB's = polygechloroerde biphenyls; p,p'-DDE = metabooliet van pesticide DDT; HCB = hexachlorobenzeen; PCDD/F's = som van dioxines en furanen; dl-PCB's = dioxine-achtige PCB's; BDE = polygebromeerde diphenyl ether.

4. Blootstelling in vergelijking met gezondheidkundige richtwaarden

De blootstelling bij de jongeren in Genk-Zuid wordt vergeleken met gezondheidkundige richtwaarden voor de algemene bevolking. Deze richtwaarden zijn afgeleid door wetenschappelijke commissies op basis van een evaluatie van beschikbare gegevens in de literatuur (HBM I en HBM II) of zijn geëxtrapoleerd vanuit proefdierstudies, rekening houdend met de toxico-kinetiek bij de mens (biomonitoring equivalents, BE's). Slechts voor enkele stoffen bestaan er gezondheidkundige richtwaarden. Zowel binnen Genk-Zuid als in de Vlaamse referentiepopulatie werd nagekeken welk percentage van de deelnemers een meetwaarde hoger dan de richtwaarde heeft (tabel IV). Een hogere inwendige blootstelling aan toxische stoffen brengt mogelijk een gezondheidsrisico mee, maar de kans op een betekenisvol risico is uiteraard groter wanneer gezondheidkundige richtwaarden worden overschreden.

Voor urinair cadmium hebben 19,6% van de jongeren een waarde die hoger is dan de HBM I waarde van 0,5 µg/l, dit betekent dat gezondheidsrisico's niet zijn uit te sluiten; geen enkele jongere had een meting boven de 2,0 µg/l (HBM II), de waarde waarboven extra gezondheidsrisico mogelijk is. In algemeen Vlaanderen had 11,4% van de jongeren een waarde boven de HBM I richtwaarde. De Biomonitoring Equivalents (BE's) van 1,2 en 1,5 µg/l voor urinair cadmium worden niet overschreden.

Voor toxisch relevant arseen (TRA) had 65,4% van de jongeren een waarde boven de richtlijn. Dit is dubbel zo veel als in de algemene populatie.

Voor de overige pollutanten was het percentage jongeren dat de gezondheidkundige norm overschrijft laag (geen, 1 of 2 personen van de totale groep).

Tabel IV: Vergelijking van blootstelling bij jongeren in Genk-Zuid met gezondheidkundige richtwaarden

Biomerker	gezondheidkundige richtwaarden		% boven de richtwaarde	
			Genk	Vlaanderen
Cadmium in urine	HBM I	0,5 µg/l	19,6%	11,4%
	HBM II	2 µg/l	0%	0%
	BE (ATSDR)	1,2 µg/l	0%	0%
	BE (USEPA)	1,5 µg/l	0%	0%
Bloed cadmium	BE (ATSDR)	1,4 µg/l	0,5%	1,9%
	BE (USEPA)	1,7 µg/l	0,5%	1,9%
Bloed lood	WHO	100 µg/l	0%	0%
TRA in urine	BE	6,4 µg/l	64,5%	33,8%
Serum p,p'-DDE	BE	500 ng/g vet	1,0%	2,4%
Serum HCB	BE (ATSDR)	47 ng/g vet	0,5%	0%
	BE (WHO neoplasm)	43 ng/g vet	0,5%	0%

HBM = human biomonitoring waarde van de Duitse biomonitoring commissie; BE = biomonitoring equivalent
 ATSDR = Agency for Toxic Substances and Disease Registry; USEPA= United States Environmental Protection Agency.

Tabel VI: Vergelijking van blootstelling aan POP's tussen de wijken in Genk-Zuid

	N	Serum PCB's (ng/l)	Serum p,p'-DDE (ng/l)	Serum BDE153 (ng/l)
Diepenbeek	60	126 (109-145)	204 (164-252)	2,34 (2,01-2,73)
Oud-Termien	15	189 (154-233)	289 (239-350)	3,19 (2,34-4,33)
Langerlo+	27	160 (133-191)	182 (148-224)	2,02 (1,55-2,64)
Kolderbos	20	120 (86-167)	184 (114-296)	1,46 (1,12-1,91)
Nieuw-Sledderlo	31	106 (87-130)	214 (155-296)	1,12 (1,02-1,23)
Oud-Sledderlo	15	183 (143-234)	296 (200-438)	1,99 (1,32-3,00)
Terboekt+	29	158 (125-200)	212 (161-279)	1,77 (1,30-2,43)
<i>p-value</i>		<0,001	0,01	<0,001

6. Blootstelling in relatie met externe milieumetingen

Er werd bestudeerd of de biomonitoringsresultaten een verband vertonen met de VMM-metingen die werden geregistreerd tijdens de periode van rekrutering. De immissies van de 3 dagen die voorafgaan aan een veldwerkdag van de biomonitoring werden gecorreleerd met de respectievelijke biomerkers van blootstelling voor de verschillende metalen. Er werd een significant verband gevonden tussen de immissie van chroom in de laatste drie dagen en de waarde van chroom in de urine. Per stijging van 20 ng/m² in de lucht neemt de waarde in urine toe met een factor 1,03. Bijv. de waarden voor immissies van 20, 100 en 200 ng/m³ stemmen overeen met urinaire Cr-waarden van respectievelijk 0,276; 0,313 en 0,360 µg/l.

Er werd ook bestudeerd of er een relatie is tussen de biomarker van blootstelling en de afstand tot de VMM meetposten, die een proxy vormen voor de bronnen op het industrieterrein. Voor bloed lood was er een significante toename van de bloed loodconcentratie bij kortere afstanden tot meetposten GK02 en GK11. Dit bevestigt de hoge waarden van bloed lood die gevonden werden in Nieuw-Sledderlo, de wijk kort bij het industrieterrein.

7. Gezondheidseffecten

Astma en allergie

In de totale groep van Genk-Zuid heeft 9,2% van de deelnemers astma (diagnose gesteld door de dokter). Dit is zeer vergelijkbaar met de algemene Vlaamse referentiegroep. Binnen Genk-Zuid werd echter wel significant meer astma vastgesteld in de wijken Kolderbos (29,4%) en Oud-Sledderlo (20,0%) ten opzicht van de andere wijken. Mogelijk kunnen ook binnenshuisfactoren bijdragen tot deze verschillen.

In vergelijking met Vlaanderen is de prevalentie van allergie voor dieren significant lager in Genk-Zuid.

Genotoxische effecten

DNA-schade (breuken in de DNA ketens) in bloedcellen, gemeten met de komeetttest, blijkt aanzienlijk (26%) en significant hoger in Genk-Zuid dan in de Vlaamse referentiepopulatie. Het verschil in DNA-breuken na omzetten van sommige andere vormen van DNA-schade (oxidaties, andere chemische veranderingen aan de DNA bouwstenen) in breuken blijkt nog groter te zijn (69%). De hogere interne blootstelling aan PAK's en aan sommige zware metalen kan bijgedragen hebben aan de hogere DNA schade in Genk. DNA-breuken, zoals gemeten door de komeetttest,

worden bijna altijd hersteld. Het herstel is echter nooit voor 100% volledig en correct, zodat mutaties kunnen ontstaan. Op het niveau van het individu kan niet gesteld worden dat een grotere hoeveelheid breuken geassocieerd is aan een grotere kans op kanker, omdat één bepaald individu met meer DNA-breuken ook een grotere capaciteit tot correct herstel van de breuken kan vertonen. Op groepsniveau is het echter waarschijnlijk dat een grotere hoeveelheid breuken in DNA gepaard gaat met een groter kankerrisico.

Hormonaal evenwicht en sexuele rijping

Er werden talrijke verschillen genoteerd in de hormonale concentraties in het bloed van jongeren uit Genk-Zuid vergeleken met deze uit Vlaanderen in het algemeen.

Met betrekking tot de schildklierfunctie vertoonden jongeren uit Genk-Zuid een statistisch significant lagere thyroxine en een statistisch significant hogere triiodothyronine concentratie dan de jongeren uit de referentiestudie. Er zijn iets meer abnormaal hoge triiodothyronine waarden gemeten in Genk-Zuid (13 op 197) dan in Vlaanderen (8 op 204), maar dit verschil is niet statistisch significant ($p=0,26$). Het aantal te lage thyroxine waarden was ongeveer gelijk in Genk-Zuid (9/197) en Vlaanderen (8/204). Met betrekking tot de functie van geslachtsorganen vertoonden de mannelijke adolescenten uit Genk-Zuid hogere bloedconcentraties aan vrij (actief, medisch belangrijk) testosteron (mannelijk geslachtshormoon), aan totaal oestradiol (vrouwelijk geslachtshormoon) en aan vrij (actief, medisch belangrijk) oestradiol. Jongens uit Genk-Zuid bereiken meer frequent volwassen hormoonconcentraties, ook na correctie voor versturende factoren en voor alle statistisch significante covariaten. Met betrekking tot seks-gebonden lichamelijke ontwikkeling bleken jongeren in Genk-Zuid, na correctie voor persoonsgebonden factoren waaronder leeftijd, verder te staan in het proces van seksuele rijping. Dit verschil was echter alleen uitgesproken en statistisch significant voor meisjes.

Een aantal verschillen in hormonale concentraties en sexuele rijping, tussen jongeren wonend in Genk-Zuid en jongeren uit Vlaanderen in het algemeen, zijn niet uit te leggen door verschillen in persoonsgebonden of levensstijlfactoren. Deze verschillen zijn zeer waarschijnlijk voor een deel te wijten aan verschillen in milieuvervuiling. Ethniciteit (meer allochtonen in Genk Zuid) en het feit dat er iets meer jongeren boven de leeftijd van 15,5 jaar deelnamen in Genk Zuid, factoren waarvoor de statistische correctie mogelijk (leeftijd) of waarschijnlijk (ethniciteit) onvolledig was, kunnen echter ook een rol spelen. Welke zijn de omgevingsfactoren die kunnen bijdragen tot de verschillen? Er is op dit ogenblik helaas geen duidelijk antwoord op deze vraag. Wel staat vast dat hormoonversturende pollutanten een invloed kunnen hebben op de sexuele rijping. Onder meer vervroegd optreden van de puberteit bij meisjes wordt dikwijls waargenomen.

Neurologische ontwikkeling

De NES test (Neurobehavioral Evaluation System) is een batterij van neurologische testen die ontwikkeld is om de effecten van milieuverontreiniging te onderzoeken en bestaan uit vier onderdelen. Enkel in de "Continuous Performance" test die het concentratievermogen meet werd, na correctie voor versturende factoren (zoals leeftijd, geslacht, opleidingsniveau), een significant verschil gemeten tussen adolescenten uit Genk-Zuid en deze uit Vlaanderen in het algemeen. Jongeren uit Genk-Zuid maakten meer fouten in deze test. Het is mogelijk dat deze lichte verstoring van het concentratievermogen verband houdt met een ietwat hogere inwendige blootstelling aan zware metalen.

8. Perceptie

Bijna drie op de vier jongeren in Genk-Zuid meldt een milieuprobleem in zijn of haar woonomgeving, dat is bijna 3 keer vaker dan hun leeftijdsgenoten in Vlaanderen. Het gaat vooral over luchtvervuiling, vaak in combinatie met geurhinder en geluidshinder. Jongeren zien in Genk-

Zuid vooral een combinatie van milieuproblemen veroorzaakt door de industrie, verkeer/transport en afval(verwerking). Oplossingen voor deze problemen zien jongeren voornamelijk in het reduceren van uitstoot, het sorteren en reduceren van afval en het stimuleren van groene energie.

De helft van de jongeren die in Genk-Zuid een milieuprobleem aangeeft, is in bepaalde mate ongerust over de gezondheidsgevolgen van die problemen. Bij leeftijdsgenoten in Vlaanderen bedraagt dit percentage 22%. Jongeren in Genk-Zuid stellen ook vaker dan gemiddeld gezondheidsklachten vast binnen hun gezin die ze relateren aan milieuproblemen: vooral luchtwegklachten, vermoeidheid, hoofdpijn, stress en allergie.

De rangorde van meest betrouwbare infokanalen voor milieuproblemen is vergelijkbaar voor jongeren uit Genk-Zuid en Vlaanderen: wetenschappers, huisartsen en milieuorganisaties genieten veel vertrouwen. Consumentenorganisaties, politieke partijen en de veroorzakers van milieuproblemen genieten weinig vertrouwen. In vergelijking met Vlaanderen hebben jongeren in Genk-Zuid wel minder vertrouwen in de algemene media en wetenschappers. Ook voor andere infokanalen zien we in Genk-Zuid iets minder vertrouwen, maar die verschillen zijn kleiner. Ondanks het lager vertrouwen, hebben jongeren in Genk-Zuid wel meer behoefte aan informatieverstrekking dan gemiddeld door bijna alle informatiekanalen. Vooral wetenschappers en de veroorzakers van milieuproblemen moeten volgens jongeren in Genk-Zuid meer informatie verstrekken.

Jongeren in Genk-Zuid vinden een actieve betrokkenheid van de plaatselijke bevolking bij het informeren over milieuproblemen en het zoeken naar oplossingen voor de problemen wenselijker dan gemiddeld in Vlaanderen; hoewel ook in Genk-Zuid meer passieve vormen van betrokkenheid hoger scoren. De bereidheid om ook zelf actief betrokken te worden is in Genk-Zuid echter niet groter dan gemiddeld.

Attitudes en gedrag rond milieubesef zijn grotendeels gelijklopend bij jongeren uit Genk-Zuid en Vlaanderen. In Genk-Zuid geven jongeren wel minder vaak dan gemiddeld aan gebruik te maken van het openbaar vervoer en de fiets om zorg voor het leefmilieu te dragen. Jongeren die in Genk-Zuid aangeven dat ze meer rekening met het leefmilieu zouden willen houden geven ook vaker dan gemiddeld aan dat ze vinden dat bedrijven daar eerst meer inspanningen voor moeten leveren.

Conclusie

In vergelijking met een steekproef van algemeen Vlaanderen wordt bij jongeren die wonen in de buurt van het industriegebied Genk-Zuid een hogere blootstelling aan PAK's en bepaalde zware metalen vastgesteld en een lagere blootstelling aan persistente stoffen zoals PCB's, DDT, dioxines en gebromeerde vlamvertragers. Er worden ook enkele verschillen gevonden voor sommige gezondheidsparameters, namelijk verschillen in hormoonconcentraties en seksuele rijping, meer DNA schade en een zeer lichte daling in concentratievermogen.

In een verder fase van de studie zal de relatie tussen blootstelling en gezondheid in detail worden onderzocht, en zal worden gezocht naar mogelijke bronnen van de verhoogde blootstelling.