

Bij vragen in verband met dit rapport kan u terecht bij:

Agentschap Zorg en Gezondheid, afdeling Preventie

e-mail: milieugezondheidszorg@zorg-en-gezondheid.be

Contactpersoon: Liesbeth Lejon – tel. 016 66 63 60

Inhoudstafel

1	INLEIDING	3
2	(VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE per vervuilende stof	5
2.1	ZWARE METALEN	5
2.1.1	INLEIDING ZWARE METALEN IN FIJN STOF	5
2.1.2	CHROOM IN FIJN STOF	6
2.1.3	NIKKEL IN FIJN STOF	9
2.1.4	MANGAAN IN FIJN STOF	12
2.1.5	OVERIGE ZWARE METALEN IN FIJN STOF: lood, zink, koper, arseen, cadmium	13
2.1.6	KWIK	15
2.2	ZWAVELDIOXIDE, STIKSTOFDIOXIDE, FIJN STOF	16
2.2.1	ZWAVELDIOXIDE	16
2.2.2	STIKSTOFDIOXIDE	16
2.2.3	FIJN STOF	17
2.3	ORGANISCHE STOFFEN	19
2.3.1	DEPOSITIE VAN DIOXINES EN DIOXINEACHTIGE PCB's	19
2.3.2	BENZEEN EN TOLUEEN	21
2.3.3	PAK's	23
3	(VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE voor combinatie van stoffen	24
3.1	INLEIDING	24
3.2	RISICO-INSCHATTING NIET-KANKER EFFECTEN DOOR DE COMBINATIE VAN BLOOTSTELLING AAN VERSCHILLENDE STOFFEN	25
3.3	TOTAAL EXTRA KANKERRISICO	25
4	CONCLUSIE	26

1 INLEIDING

De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) voert lucht- en depositiemetingen uit in de omgeving van het industriegebied Genk-Zuid. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de meetposten met vermelding van de benaming, de locatie, de ligging van in woonzone of industriezone en de gemeten parameters. De meetresultaten zijn verwerkt in het VMM-rapport 'Luchtkwaliteit in Genk met focus op de periode 2014 – 2016' (D/2017/6871/032).

Tabel 1 : Overzicht van de meetposten van VMM in de omgeving van Genk-Zuid in periode 2014-2016

Benaming meetpost	Adres	Gebied	Gemeten parameters
GK05	De Koor, Genk	woonzone	Zware metalen in PM ₁₀ -stof
GK06	Zinniastraat, Diepenbeek	woonzone	PM ₁₀ , PM _{2,5}
GK09	Sluis Langerlo, Genk	industriezone	SO ₂ , NO ₂ , BTEX
GK11	E. Fabrylaan, Genk	woonzone	Zware metalen in PM ₁₀ -stof, kwik
GK18	Swinnenweyweg, Genk	industriezone	Dioxines en PCB's
GK29	Loskaaistraat 9, Genk	woonzone	Dioxines en PCB's
GK32	Bethaniëstraat 74, Genk	woonzone	PAK's

In dit rapport wordt de (volks)gezondheidskundige interpretatie beschreven van de meetresultaten van de Vlaamse Milieumaatschappij voor de periode 2014-2016. De betekenis voor de volksgezondheid wordt nagegaan door de meetresultaten van de meetposten in de woonzones te toetsen aan gezondheidskundige advieswaarden (GAW) voor blootstelling op lange termijn. Voor de parameters SO₂, NO₂, benzeen en toluen worden de meetwaarden in industriezone getoetst gezien er geen meetwaarden in woonzone beschikbaar zijn.

Gezondheidskundige toetsingswaarden en wettelijke grenswaarden zijn niet altijd hetzelfde. Bij het vaststellen van wettelijke normen is niet alleen het belang van de volksgezondheid bepalend. Ook de technische haalbaarheid en het economisch aspect spelen een rol in de bepaling ervan. Gezondheidskundige toetsingswaarden, welke enkel vanuit het oogpunt van de bescherming van de volksgezondheid zijn opgemaakt, zijn daarom in vele gevallen strenger dan de wettelijke normen.

Het afleiden van gezondheidskundige toetsingswaarden is een complex werk dat door grote (internationale) instanties wordt uitgevoerd op basis van beschikbaar epidemiologisch en/of proefdieronderzoek. In de internationale literatuur vindt men vaak een waaier aan gezondheidskundige advieswaarden van verschillende instanties (bv. WHO¹, ATSDR², US EPA³, etc.). Om op een uniforme en transparante manier de te gebruiken gezondheidskundige advieswaarde (GAW) te selecteren, wordt het protocol gehanteerd, dat in 2016 werd opgemaakt door VITO in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid⁴.

¹ De Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is de leidende en coördinerende autoriteit voor volksgezondheid binnen de Verenigde Naties. De WHO geeft o.a. internationale richtlijnen omtrent luchtkwaliteit (Air Quality Guidelines, 2000 en 2005). De gezondheidskundige advieswaarden worden door experts opgesteld op basis van beschikbaar wetenschappelijk onderzoek.

² Het Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) is het Amerikaanse Departement, o.a. bevoegd voor milieugebonden volksgezondheidsrisico's. ATSDR maakt o.a. toxicologische profielen op die de belangrijkste studies over de gezondheidseffecten van stoffen samenvatten. ATSDR stelt Minimal Risk Levels (MRL's) op voor (o.a. inhalatoire) blootstelling aan stoffen. Een MRL is een concentratie van een stof waaraan de mens gedurende een bepaalde termijn kan blootgesteld worden waarbij geen risico op nadelige, niet-kanker gezondheidseffecten verondersteld wordt.

³ Het Environmental Protection Agency (US-EPA) is het federale agentschap van de Verenigde Staten dat belast is met de bescherming van de volksgezondheid en het milieu. US-EPA leidt referentieconcentraties (RfC³) en eenheidsrisico's af voor inhalatoire blootstelling aan stoffen.

⁴ Protocol for the selection of health-based reference values (RV) (VITO, 2016/MRG/R/0469); zie ook website: <https://www.zorg-en-gezondheid.be/sites/default/files/atoms/files/protocol%20selection%20health%20based%20reference%20values%20final%20report%20v2.1%20Jan%202016.pdf>. In navolging van de opmaak van dit protocol werden er in 2017, in opdracht van AZG, diepteanalyses uitgevoerd voor de afleiding van gezondheidskundige advieswaarden voor 20 parameters die frequent voorkomen in milieueffectenrapporten (VITO (2017) – Diepteanalyse voor de selectie van gezondheidskundige advieswaarden voor generiek gebruik voor een set van parameters).

Bij volksgezondheidskundige risico-inschattingen wordt een onderscheid gemaakt tussen eventuele **niet-kankereffecten** en eventuele **kankerrisico's** van lange termijnblootstelling aan een bepaalde stof. Onderstaande tabel licht dit onderscheid beknopt toe.

	niet-kankereffecten (cf. veelal drempel effecten)	kankereffecten (cf. veelal niet-drempel effecten)
benodigde kennis	Kennis omtrent de mogelijke gezondheidseffecten, verschillend van kanker, van een stof ⁵ .	Kennis omtrent de kankerverwekkende eigenschappen van een stof ⁶ .
(volks-) gezondheidskundige toetsing	Toetsingswaarden voor niet-kankereffecten bij langdurige blootstelling aan een bepaalde stof via inademing.	Indien er een unit risk / eenheidsrisico ⁷ beschikbaar is, kan het extra risico op kanker ingeschat worden.
	Bij blootstelling aan een concentratie lager dan de gezondheidskundige drempelwaarde zijn geen gezondheidseffecten te verwachten.	Bij elke blootstelling groter dan nul is er bij (genotoxische) carcinogenen een bepaald risico. Wanneer dit extra risico op kanker kleiner of gelijk is aan 1 op 1 miljoen bij levenslange blootstelling, spreken we van een “quasi nul” gezondheidseffect.
	Bij blootstelling aan een concentratie hoger dan de gezondheidskundige drempelwaarde zijn er gezondheidseffecten <u>mogelijk</u>.	Bij toenemende blootstelling stijgt het extra risico op kanker. Wanneer dit extra risico op kanker groter is dan 1 op 1.000.000 (10^{-6}) bij levenslange blootstelling, wordt dit als gezondheidskundig niet verwaarloosbaar beschouwd. Het is aangewezen om te streven naar een risico ‘As Low As Reasonably Achievable’ (ALARA). Naarmate het risico groter wordt het nemen van maatregelen dwingender⁸. Een extra risico groter dan 1 op 10.000 (10^{-4}) wordt als gezondheidskundig onaanvaardbaar beschouwd buiten arbeidssituaties.

⁵ Het uitgangspunt voor niet-carcinogene eindpunten is meestal een concentratie met geen geobserveerd effect (NOAEC), de laagste concentratie met geobserveerd effect (LOAEC) of een benchmark dosis (BMD). Op deze vertrekpuntwaarde worden onzekerheids- en correctiefactoren toegepast voor omrekening naar concentraties die relevant zijn voor de algemene bevolking:

GAW = NOAEC (of LOAEC of BMD) x onzekerheids- en correctiefactoren

Onzekerheids- en correctiefactoren houden onder meer rekening met de blootstellingsduur, de vorm van de dosis-respons relatie, de omrekening van resultaten van dierproeven naar mensen (interspecies variabiliteit), de variatie in gevoeligheid tussen individuen binnen de bevolking (intraspecies variabiliteit), en eventueel een extra factor voor lacunes in de beschikbare dataset van mogelijke toxicologische effecten.

⁶ Voor de analyse van de al dan niet classificatie voor carcinogeniteit worden 4 bronnen bekeken, nl. IARC, EU-GHS, US EPA en NTP. Een stof wordt als carcinogeen beschouwd wanneer minstens één van deze organisaties de stof klasseert als humaan carcinogeen of waarschijnlijk humaan carcinogeen.

⁷ Het extra risico op het ontwikkelen van kanker door levenslange blootstelling aan $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ van een bepaalde stof.

⁸ In de afweging houdt men rekening met o.a.: de grootte van het risico (dichter bij 10^{-6} is de noodzaak tot risicoreductie minder groot dan dicht bij 10^{-4}); de ernst van het (mogelijke) gevolg; de mogelijke onzekerheden op de inschatting, met o.a. IARC groep I, IIA of IIB; mogelijkheden en kostenefficiëntie van risico-reductie; het aantal en de socio-economische status van de blootgestelde personen; de duur van de blootstelling; de afweging van de maatschappelijke voor- en nadelen van de activiteit; de risicoperceptie.

2 (VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE per vervuilende stof

2.1 ZWARE METALEN

2.1.1 INLEIDING ZWARE METALEN IN FIJN STOF

In onderstaande tabel worden de jaargemiddelde concentraties weergegeven voor de verschillende zware metalen in fijn stof die in de periode 2014-2016 door VMM werden gemeten, alsook het gemiddelde over de periode 2014-2016.

Tabel 2: jaargemiddelde concentraties zware metalen in fijn stof in de periode 2014-2016 (ng/m³) (VMM)

stof	meetplaats	jaargemiddelde concentratie 2014 (ng/m ³)	jaargemiddelde concentratie 2015 (ng/m ³)	jaargemiddelde concentratie 2016 (ng/m ³)	Gemiddelde 2014 -2016 (ng/m ³)
Lood	GK05 – De Koor	9	9	10	9,2
	GK11 – E. Fabrylaan	14	17	18	16,4
Zink	GK05 – De Koor	42	41	44	42,3
	GK11 – E. Fabrylaan	75	86	99	86,7
Koper	GK05 – De Koor	6	6	7	6,3
	GK11 – E. Fabrylaan	11	11	11	11,0
Nikkel	GK05 – De Koor	7	6	7	6,7
	GK11 – E. Fabrylaan	18	18	19	18,3
Arseen	GK05 – De Koor	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
	GK11 – E. Fabrylaan	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
Mangaan	GK05 – De Koor	11	12	12	11,7
	GK11 – E. Fabrylaan	27	36	33	32
Cadmium	GK05 – De Koor	-	-	-	-
	GK11 – E. Fabrylaan	0,4	0,6	0,4	0,5
Chroom	GK05 – De Koor	15	19	22	18,7
	GK11 – E. Fabrylaan	37	49	49	45,0

In de verdere gezondheidkundige bespreking ligt de focus op de zware metalen chroom, nikkel en mangaan in fijn stof. De gemeten jaargemiddelde concentraties voor deze parameters zijn in de omgeving van Genk-Zuid hoger dan de gemeten jaargemiddelde concentraties op de andere meetplaatsen 'zware metalen' in Vlaanderen⁹. Voor de verdere interpretatie wordt voor de meeste parameters de gemiddelde waarde voor de periode 2014-2016 gehanteerd die getoetst worden aan gezondheidkundige advieswaarden voor een langetermijnblootstelling.

⁹ De VMM voert metingen uit van zware metalen in fijn stof op 12 meetplaatsen in Vlaanderen; het betreft 9 meetplaatsen nabij industriegebieden (Beerse, Genk, Hoboken, Gentse Kanaalzone Zelzate), 2 meetplaatsen in steden en agglomeraties (Antwerpen, Gent) en 1 meetplaats in achtergrondgebied (Koksijde).

2.1.2 CHROOM IN FIJN STOF

2.1.2.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Chroom is van nature in het milieu aanwezig. Het komt voor onder verschillende vormen waaronder elementair chroom (Cr(0)), trivalent chroom (Cr(III) of Cr^{3+}), en in mindere mate het hexavalent chroom (Cr(VI) of Cr^{6+}). Bijna alle Cr^{6+} in het leefmilieu is afkomstig van menselijke activiteit zoals verbranding van fossiele brandstoffen, ferrochroomproductie, galvaniseren, leder- en houtbehandeling, kleurstoffen en afvalverbranding (WHO, 1988; EPA, 2000). Chroom is ook een component van tabaksrook.

2.1.2.2 CHROOM-VORMEN

Binnen het meetprogramma van VMM wordt het gehalte aan totaal chroom op fijn stof gemeten. Gezondheidskundig is het echter belangrijk om een onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van chroom gezien het verschil in toxiciteit. Cr^{6+} is veel toxischer dan Cr^{3+} .

In het verleden (2011, 2012) werd de verhouding $\text{Cr}^{6+}/\text{Cr}^{\text{totaal}}$ ter hoogte van de meetplaats E. Fabrylaan enkele keren bepaald en gebeurden gezondheidskundige inschattingen uitgaande van deze verhoudingen (cf. resultaat 2012: 1,9% $\text{Cr}^{6+}/\text{Cr}^{\text{totaal}}$). In het kader van een bijzondere vergunningsvoorwaarde uit de milieuvergunning van Aperam (750.71/A/2014.166) werd er in 2015-2016 een Cr^{6+} -meetcampagne op PM10 uitgevoerd door VITO. In het bijhorende rapport¹⁰ werden er verschillende methodes uitgewerkt om de gemeten ratio (gegeven de onzekerheden) toe te passen op de jaargemiddelde $\text{Cr}^{\text{totaal}}$ -concentratie. Het rapport concludeert dat de onzekerheid op de geëxtrapolerde jaargemiddelde Cr^{6+} -concentraties zeer groot is en besluit dat geen van de methodes een beoordeling aan een jaargemiddelde Cr^{6+} toetsingswaarde voldoende kan onderbouwen. Dit is deels te wijten aan de grote spreiding op de $\text{Cr}^{6+}/\text{Cr}^{\text{totaal}}$ dagratio's (cf. variatie tussen 0 en 9,64%; gemiddelde 1,75% - mediaan 0,66%).

Gelet op hoger vermeld rapport gebeurt de gezondheidskundige inschatting voortaan aan de hand van de gemiddelde Cr^{6+} -concentraties die tijdens meetcampagnes worden gemeten. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de gemiddelde Cr^{6+} -concentratie tijdens een meetcampagne van minimaal 3 maanden representatief is voor een gans jaar. Het blijft echter belangrijk om zich steeds bewust te zijn van de onzekerheden met betrekking tot deze werkwijze. In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de resultaten van de Cr(VI)-meetcampagnes die in het verleden gebeurden op de meetplaats ter hoogte van de E. Fabrylaan in de woonzone.

Tabel 3: overzicht van de meetcampagnes waarbij Cr(VI)-concentraties in fijn stof werden bepaald ter hoogte van de meetplaats op de E. Fabrylaan

			Gemiddelde Cr(VI)-concentratie tijdens meetcampagne [betrouwbaarheidsinterval]
2010	okt-dec (49 meetdagen)	VITO	5,2 ng/m ³
2011	10 okt – 21 dec (38 meetdagen)	UHasselt	3,1 ng/m ³
2012	2 mei – 28 juni (31 meetdagen)	UHasselt	1,0 ng/m ³
2015/2016	sept – okt 2015 dec 2015 feb – maart 2016 (77 meetdagen)	VITO	0,8 ng/m ³ [0,48 ng/m ³ - 1,13 ng/m ³]

¹⁰ Eindrapport 'Monitoring van het Cr(VI) en totaal Cr gehalte in de omgevingslucht te Genk-Zuid' (VITO, 2016/MRG/R/0710)

2.1.2.3 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Blootstelling aan Cr^{3+} en Cr^{6+} via ademhaling kan voornamelijk aanleiding geven tot respiratoire effecten zoals neusirritaties, ademhalingsproblemen, astma en hoest en tot allergieën die zich uiten in ademhalingsmoeilijkheden en huiduitslag (ATSDR, 2012). Cr^{6+} is meer toxisch dan Cr^{3+} .

Gezondheidskundige toetsingswaarden

- WHO (2000) heeft geen gezondheidkundige richtwaarde opgemaakt voor niet-kanker gezondheidseffecten door inhalatoire blootstelling aan chroom.
- ATSDR (2012) heeft geen Minimal Risk Level (MRL) opgemaakt voor de chronische inhalatoire blootstelling aan Cr^{3+} en Cr^{6+} in fijn stof. ATSDR heeft voor Cr^{6+} op fijn stof wel een toetsingswaarde voor inademing (300 ng/m^3), maar deze is bedoeld voor (intermediaire) blootstellingen van 14 dagen tot 1 jaar.
- US-EPA (1998) bepaalde voor Cr^{6+} een referentieconcentratie (RfC) van 100 ng/m^3 , op basis van proefdierstudies bij ratten.

Vergelijking meetresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarden

Meetplaats	VMM-meetresultaat [$\text{Cr}^{\text{totaal}}$ in fijn stof] gemiddelde 2014 – 2016 (ng/m^3)	VITO-meetresultaat [Cr^{6+} in fijn stof] 77 meetdagen 2015-2016 (ng/m^3)	RfC voor Cr^{6+} partikels (ng/m^3) (US-EPA, 1998)
De Koor	18,7	-	100
E. Fabrylaan	45,0	0,81 ng/m^3 [0,48 ng/m^3 - 1,13 ng/m^3]	

De concentraties chroom in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid nemen af bij een toenemende afstand tot het staalbedrijf Aperam. De referentieconcentratie van US-EPA voor Cr^{6+} jaargemiddeld wordt ruim gerespecteerd. Er worden bijgevolg geen nadelige gezondheidseffecten, verschillend van kanker, bij de omwonenden verwacht door blootstelling aan chroom via de lucht.

2.1.2.4 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Cr^{6+} wordt door IARC (1997), US EPA (1998) en NTP (2016) ingedeeld als kankerverwekkend voor de mens via inhalatie. Bij beroepsblootstelling aan Cr^{6+} werd bij arbeiders longkanker vastgesteld (ATSDR, 2012). Metallisch chroom en Cr^{3+} worden door geen enkele instantie als kankerverwekkend ingedeeld.

Kankereenheidsrisico

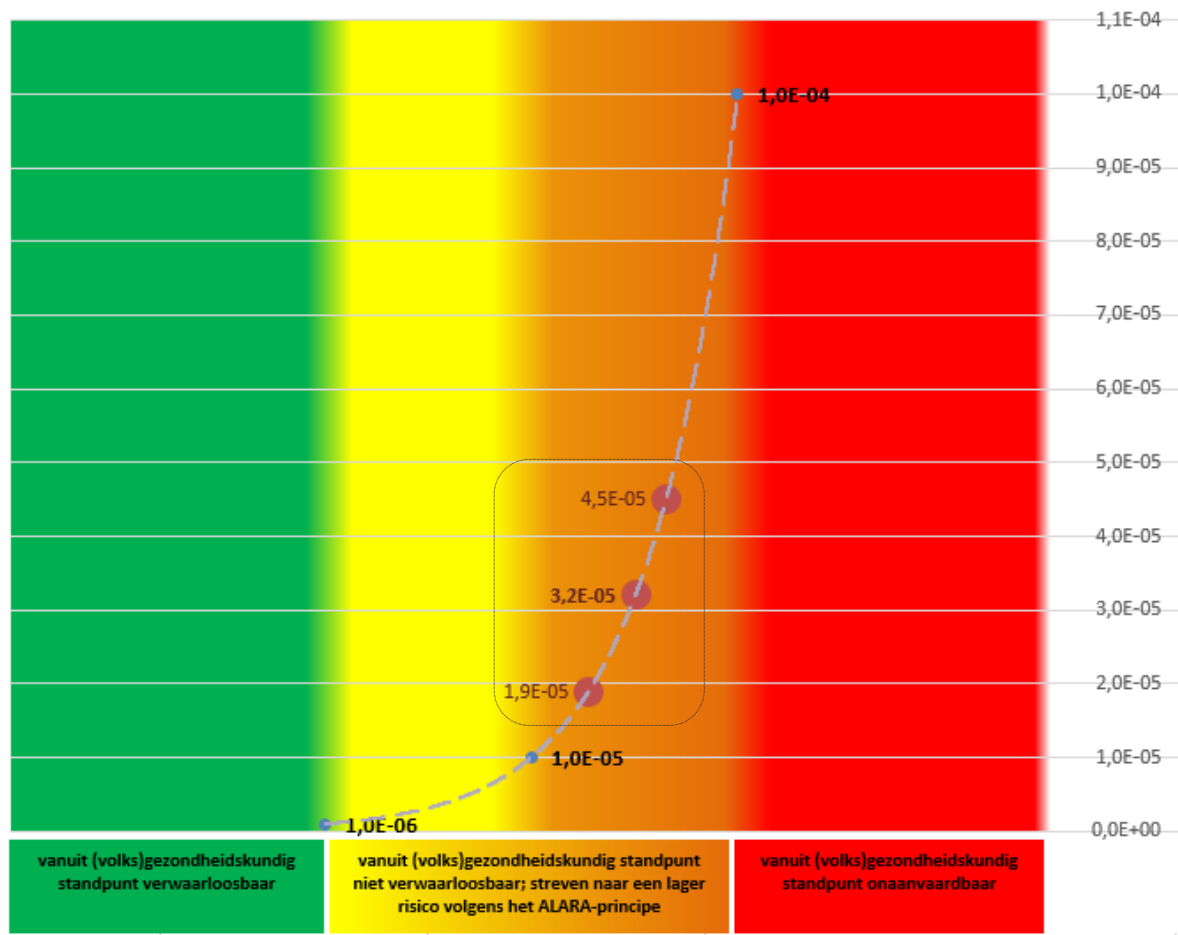
WHO (2000) begroot het extra risico op longkanker als 4×10^{-2} bij levenslange blootstelling aan een concentratie van $1 \mu\text{g/m}^3$ Cr^{6+} in de omgevingslucht (op basis van vier studies over arbeiders uit de chroomindustrie).

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten VITO

meetplaats	VITO-meetresultaat [Cr^{6+} in fijn stof] 77 meetdagen 2015-2016 (ng/m^3)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling, uitgaande van $\text{UR} = 4 \times 10^{-2}$ bij 1.000 ng/m^3 (WHO, 2000)
E. Fabrylaan	0,81 ng/m^3 [0,48 ng/m^3 - 1,13 ng/m^3]	$3,2 \times 10^{-5}$ (~ 1/30.000) [$1,9 - 4,5 \times 10^{-5}$]

Het extra kankerrisico op de meetplaats ter hoogte van de E. Fabrylaan in de woonzone is niet verwaarloosbaar maar ook niet onaanvaardbaar hoog. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1×10^{-6} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1×10^{-4} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie)

wordt gehanteerd. Vanuit gezondheidskundig oogpunt is het aangewezen om te streven naar een daling van het risico, volgens het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable = zo laag als redelijkerwijze haalbaar is). Het berekende risico, alsook de berekende risico's horende bij het betrouwbaarheidsinterval wordt visueel weergegeven in onderstaande grafiek.



2.1.3 NIKKEL IN FIJN STOF

2.1.3.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Nikkel is een natuurlijk element dat o.m. voorkomt in de aardkorst. Nikkel wordt gebruikt voor de productie van roestvrij staal en andere metaallegeringen. In de buurt van dergelijke industrie kan milieuvervuiling met nikkel voorkomen.

2.1.3.2 NIKKEL-VORMEN

Binnen het meetprogramma van VMM wordt het gehalte aan totaal nikkel op fijn stof gemeten. Gezondheidskundig is er echter een verschil tussen de verschillende vormen van nikkel. De verschillende nikkelvormen hebben een verschillende oplosbaarheid. Oplosbare nikkelvormen worden vlug vanuit de longen geabsorbeerd in het bloed en uit het lichaam verwijderd via de urine; piekconcentraties wegen dus meer door. Onoplosbare nikkelvormen (oxiden en sulfiden) blijven langer in de longen en kunnen dus voor een meer chronische blootstelling zorgen.

Gezien de speciatie van nikkel specifieke analysetechnieken vraagt, gebeurt dit niet standaard binnen het meetprogramma van VMM. De analysemethoden voor de speciatie van nikkelmengsels zijn ook beperkt. Eén van de meest gebruikte methodes kan een nikkelmengsel kwantificeren in 4 grove fracties: metallisch nikkel, sulfidische, oxidische en oplosbare nikkelverbindingen. Dit laat al enige verfijning toe, maar niet tot op het niveau van individuele nikkelverbindingen. In het verleden gebeurde er op deze manier wel enkele keren een nikkelspeciatie op fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid:

Ni-vorm	2006	2008	2010, VITO	2012, PM-lab-VMM
Oxidisch	64%	67%	79%	65%
Sulfidisch	8%	11%	5%	9%
Oplosbaar	25%	17%	11%	21%
Metallisch	3%	5%	5%	5%

In 2010 maakte VITO het rapport 'Gezondheidsrisicoanalyse Genk-Zuid: nikkel' (2011/MRG/R/010) op in opdracht van Aperam. In dit rapport werden speciatie-gewogen eenheidsrisico's afgeleid, die verschillen van de klassieke eenheidsrisico's van WHO en US-EPA. Reden voor deze werkwijze was het feit dat de beschikbare eenheidsrisico's bij WHO en US-EPA afgeleid zijn uit epidemiologische studies uit de Ni-raffinagesector en dat de speciatie van Ni in raffinagestof sterk afwijkt van deze van Ni in roestvast-staalstof. Deze werkwijze zou specifiek voor Genk-Zuid in een lager extra kankerrisico resulteren dan dit berekend aan de hand van de klassieke eenheidsrisico's.

Gelet op de onzekerheden wordt er echter voor geopteerd om in voorliggend rapport de klassieke eenheidsrisico's te gebruiken in de risicoanalyse. Er is immers niet voor alle Ni-vormen een breed ondersteund eenheidsrisico beschikbaar. Verder wetenschappelijk onderzoek naar de toxicologie van de verschillende nikkelverbindingen is eerst nodig (o.a. ook voor de Ni-spinelverbindingen, die de oxidische fractie overheersen en die minder toxisch zouden kunnen zijn omwille van biologische inertie). Het blijft wel belangrijk om zich steeds bewust te zijn van de onzekerheden en een mogelijke overschatting van het risico.

2.1.3.3 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Blootstelling aan nikkel via de lucht kan ontstekingsreacties ter hoogte van de luchtwegen of contact dermatitis (huidaandoening door overgevoeligheid voor nikkel die wordt ontwikkeld) veroorzaken.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

- WHO heeft geen gezondheidskundige richtwaarde opgemaakt voor niet-kanker gezondheidseffecten bij inhalatoire blootstelling aan nikkel.

- ATSDR (2005) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 90 ng/m³ voor de chronische inhalatoire blootstelling aan nikkel in fijn stof, uitgaande van mogelijke respiratoire effecten.
- US-EPA bepaalde geen referentieconcentratie (RfC) voor nikkel.

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarden

Meetplaats	VMM-meetresultaat [Ni ^{totaal} in fijn stof] gemiddelde 2014 – 2016 (ng/m ³)	MRL _{chronisch, inhalatoir} (ng/m ³) (ATSDR, 2005)
De Koor	6,7	90
E. Fabrylaan	18,3	

De concentraties nikkel in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid nemen af bij een toenemende afstand tot het staalbedrijf Aperam. Op beide meetposten in woonzone blijft de jaargemiddelde concentratie voor nikkel ruim onder de gezondheidkundige toetsingswaarde van ATSDR (2005) van 90 ng/m³. Er worden bijgevolg geen nadelige gezondheidseffecten, verschillend van kanker, bij de omwonenden verwacht door blootstelling aan nikkel via de lucht.

2.1.3.4 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Ni-verbindingen ("nickel compounds") worden door het IARC (2012) en NTP beschouwd als kankerverwekkend voor de mens. Hoewel er in de bewijskracht van de gegevens nuance zit, weerspiegelt zich dat niet in een speciatie- of stofspecifieke indeling door deze instanties. De EU en US EPA beperken hun indeling voor carcinogeniteit tot individuele stoffen.

Kankereenheidsrisico

- WHO (2000) begroot het extra risico op longkanker als $3,8 \times 10^{-4}$ bij levenslange blootstelling aan een concentratie van 1 µg/m³ Ni in de omgevingslucht (op basis van studies over arbeiders uit de nikkelindustrie).
- US-EPA (1987) begroot het extra risico op longkanker als $2,4 \times 10^{-4}$ bij levenslange blootstelling aan een concentratie van 1 µg/m³ Ni in de omgevingslucht.

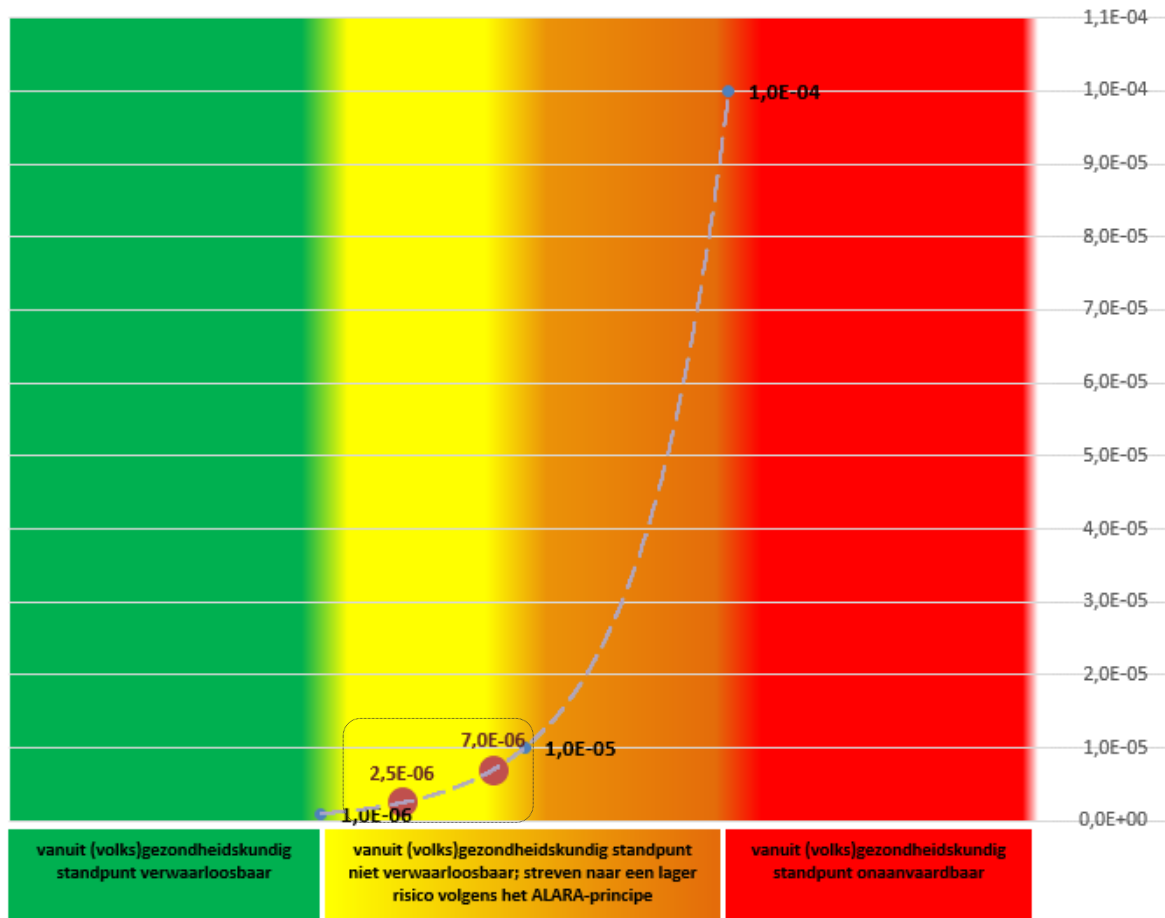
Deze eenheidsrisico's hebben betrekking op totaal nikkel en houden geen rekening met de verschillende nikkelvormen.

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de VMM-meetresultaten 2014-2016

meetplaats	VMM-meetresultaat [Ni ^{totaal} in fijn stof] gemiddelde 2014 – 2016 (ng/m ³)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling, uitgaande van UR = $3,8 \times 10^{-4}$ bij 1.000 ng/m ³ (WHO, 2000)
De Koor	6,7	$2,5 \times 10^{-6}$ (~ 1/400.000)
E. Fabrylaan	18,3	7×10^{-6} (~ 1/150.000)

Het extra kankerrisico bij levenslange blootstelling aan nikkel in de omgeving van Genk-Zuid neemt af bij een toenemende afstand ten opzichte van het staalbedrijf Aperam. Het extra kankerrisico bij levenslange blootstelling is op beide meetplaatsen in de woonzones niet verwaarloosbaar. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1×10^{-6} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1×10^{-5} waardoor het extra risico als klein beschouwd kan worden. Vanuit gezondheidkundig oogpunt is het aangewezen om te streven naar een daling van het risico, volgens het ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable = zo laag als redelijkerwijze haalbaar is). De berekende risico's worden visueel weergegeven in onderstaande grafiek.

Opgemerkt wordt dat het risico wellicht lager kan ingeschat worden omwille van de onzekerheden voor wat betreft de kankerverwekkendheid van metallisch nikkel (wat werd meegenomen voor de berekening van het kankerrisico) en de onduidelijkheden wat betreft biobeschikbaarheid van de verschillende nikkelvormen.



2.1.4 MANGAAN IN FIJN STOF

2.1.4.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Mangaan komt voor bij ijzer- en staalindustrie, droge cel batterijen, lassen. Mangaan kent nog vele andere toepassingen. Het komt ook voort vanuit natuurlijke bronnen. Voeding zoals granen en noten kan mangaan bevatten.

2.1.4.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Mangaan is een essentieel element, waarvan het lichaam een kleine hoeveelheid nodig heeft voor een goede werking van meerdere enzymsystemen. Bij blootstelling aan hogere concentraties kan mangaan schadelijk zijn voor het zenuwstelsel.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

- ATSDR (2012) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 300 ng/m³ voor de chronische inhalatoire blootstelling aan mangaan, uitgaande van mogelijke neurologische effecten.
- WHO heeft uit literatuuronderzoek vastgesteld dat bij toenemende concentraties mangaan, er in de eerste plaats effecten op het zenuwstelsel worden vastgesteld. Men heeft dit waargenomen bij werknemers die aan hoge concentraties werden blootgesteld. De WHO (2000) heeft van deze vaststellingen vertrekkende een toetsingswaarde voor chronische blootstelling in omgevingslucht vastgelegd op 150 ng/m³ jaargemiddeld.
- US-EPA (1993) bepaalde voor mangaan een referentieconcentratie (RfC) van 50 ng/m³.

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarden

Meetplaats	VMM-meetresultaat [Mn ^{totaal} in fijn stof] gemiddelde 2014 – 2016 (ng/m ³)	MRL chronisch ATSDR (2012) (ng/m ³ , jaargemiddeld)
De Koor	11,7	300
E. Fabrylaan	32	

Op beide meetposten blijft de jaargemiddelde concentratie voor mangaan ruim onder de gezondheidskundige toetsingswaarden. Dit betekent dat potentiële effecten van mangaan ter hoogte van het zenuwstelsel, niet verwacht worden.

2.1.4.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Het IARC heeft mangaan niet geëvalueerd. US-EPA stelt dat mangaan niet klasseerbaar is voor wat betreft zijn kankerverwekkend vermogen.

2.1.5 OVERIGE ZWARE METALEN IN FIJN STOF: lood, zink, koper, arseen, cadmium

Zoals reeds hoger vermeld, zijn de gemeten jaargemiddelde concentraties voor de parameters lood, zink, koper, arseen en cadmium in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid niet hoger dan de gemeten jaargemiddelde concentraties op de andere meetplaatsen 'zware metalen' in Vlaanderen. In onderstaande tabel worden de gemeten jaargemiddelde concentraties weergegeven, alsook de gezondheidkundige toetsingswaarden niet-kankereffecten en informatie over de carcinogeniteit.

stof	meetplaats	gemiddelde concentratie 2014-2016 (ng/m ³)	Toetsingswaarden chronische blootstelling niet-kanker-effecten			Gegevens i.v.m. carcinogeniteit ¹¹
			WHO (2000) (ng/m ³)	ATSDR MRL (ng/m ³)	US-EPA RfC (ng/m ³)	
Lood	GK05 – De Koor	9,2	500	-	-	groep IIB (IARC, 1987) groep IIA (anorganische verbindingen) (IARC, 2006) groep III (organische verbindingen) (IARC, 2006) Er is geen eenheidsrisico beschikbaar (WHO, 2000).
	GK11 – E. Fabrylaan	16,4				
Zink	GK05 – De Koor	42,3	-	-	-	geen IARC-classificatie
	GK11 – E. Fabrylaan	86,7				
Koper	GK05 – De Koor	6,3	-	-	-	geen IARC-classificatie
	GK11 – E. Fabrylaan	11,0				
Arseen	GK05 – De Koor	< 0,3	-	-	-	groep I (IARC, 2012) - longkanker eenheidsrisico WHO (2000): $1,5 \times 10^{-3}$ bij 1 µg/m ³ => risico 1 op 1 miljoen bij 0,66 ng/m ³ eenheidsrisico EPA (2012): $4,3 \times 10^{-3}$ bij 1 µg/m ³ => risico 1 op 1 miljoen bij 0,23 ng/m ³
	GK11 – E. Fabrylaan	< 0,3				
Cadmium	GK05 – De Koor	-	5	10 (2012)	-	groep I (IARC, 2012) – longkanker eenheidsrisico WHO (2000): geen wegens teveel onzekerheden eenheidsrisico EPA (2000): $1,8 \times 10^{-3}$ bij 1 µg/m ³ => risico 1 op 1 miljoen bij 0,6 ng/m ³
	GK11 – E. Fabrylaan	0,5				

¹¹ IARC-classificatie: groep I – bewezen kankerverwekkend voor de mens; groep IIA – waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens; groep IIB – mogelijk kankerverwekkend voor de mens; groep III – niet klasseerbaar wat betreft kankerverwekkend voor de mens; groep IV – waarschijnlijk niet kankerverwekkend voor de mens

- De gemeten concentraties **lood** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven ver beneden de gezondheidkundige WHO-richtwaarde van 500 ng/m³ voor chronische blootstelling. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van lood verwacht.
- WHO, ATSDR en US-EPA hebben geen gezondheidkundige toetsingswaarde voor chronische blootstelling aan **zink** in de omgevingslucht. Dit heeft te maken met de relatieve onschadelijkheid van zink bij milieublootstellingen. Ondanks het gebrek aan toetsingswaarden kan men stellen dat, gezien de erg beperkte schadelijkheid van zink en het niet voorkomen van hoge concentraties in de omgeving van Genk-Zuid, er geen gezondheidseffecten te verwachten zijn door inhalatie van zink.
- WHO, ATSDR en US-EPA hebben geen gezondheidkundige toetsingswaarde voor chronische blootstelling aan **koper** in de omgevingslucht. Dit heeft te maken met de relatieve onschadelijkheid van koper bij milieublootstellingen. Ondanks het gebrek aan toetsingswaarden kan men stellen dat, gezien de erg beperkte schadelijkheid van koper en het niet voorkomen van hoge concentraties in de omgeving van Genk-Zuid, er geen gezondheidseffecten te verwachten zijn door inhalatie van koper.
- WHO, ATSDR en US-EPA hebben geen toetsingswaarden voor chronische blootstelling aan **arseen** in de omgevingslucht voor niet-carcinogene effecten. Enkel OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment – een agentschap van het California Environmental Protection Agency) heeft een gezondheidkundige toetsingswaarde (REL = Reference Exposure Level) van 15 ng/m³ afgeleid voor chronische inhalatoire blootstelling aan anorganisch arseen. Het door VMM gemeten arseen is de som van anorganisch en organisch arseen en deze som bevond zich onder de meetdrempel van 0,3 ng/m³. Er worden bijgevolg geen niet-carcinogene gezondheidseffecten verwacht door inhalatie van arseen. WHO (2000) stelt dat longkanker het kritische effect is bij blootstelling aan anorganisch arseen. Indien wordt aangenomen, als meest pessimistische inschatting, dat alle aanwezige arseen van de inorganische vorm zou zijn, en de concentratie de detectielimiet van 0,3 ng/m³ zou benaderen zijn, zou het geschatte extra individueel risico op kanker volgens het eenheidsrisico van de WHO kleiner zijn dan 1 op 1 miljoen (nl. risico van 0,5 op 1 miljoen), hetgeen als gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt beschouwd. Volgens het eenheidsrisico van EPA zou het risico 1,3 op 1 miljoen bedragen, hetgeen niet volledig verwaarloosbaar is. Gezien deze risicoschattingen uitgaan van een worst case aanname, verwachten we dat arseen in Genk Zuid geen probleem stelt.
- De gemeten concentraties **cadmium** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven onder de gezondheidkundige toetsingswaarden voor niet-kanker en kankereffecten. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van cadmium verwacht.

2.1.6 KWIK

2.1.6.1 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Kwik kan schadelijk zijn voor het zenuwstelsel en de nieren.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

- WHO (2000) heeft een gezondheidskundige richtwaarde van 1.000 ng/m³ (jaargemiddeld) voor anorganisch kwik in de omgevingslucht. Omdat kwik na depositie kan omgezet worden in methylkwik en methylkwik kan opstapelen in de voedselketen (komt vnl. voor in vis), geeft WHO in de richtlijnen wel aan dat de kwikconcentraties in de lucht best zo laag mogelijk worden gehouden om zo mogelijke gezondheidseffecten in de toekomst te voorkomen.
- ATSDR (1999) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 200 ng/m³ voor de chronische inhalatoire blootstelling aan kwik, uitgaande van mogelijke neurologische effecten.
- US-EPA (1995) bepaalde voor kwik een referentieconcentratie (RfC) van 3.000 ng/m³.

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarde

Meetplaats	Gemiddelde 2014 – 2016 (ng/m ³)	Air Quality Guideline WHO, 2000 (ng/m ³ , jaargemiddeld)
E. Fabrylaan	6,1 (2014: 5,6 – 2015: 6,7 – 2016: 6,1)	1.000

Op de meetpost blijven de jaargemiddelde concentraties voor kwik ruim onder de gezondheidskundige richtwaarden. Dit betekent dat potentiële gezondheidseffecten door inademing van kwik niet verwacht worden. Het is wel wenselijk dat er gestreefd wordt naar zo laag mogelijke kwikconcentraties in de lucht om eventuele opstapeling van methylkwik in de voedselketen te vermijden.

2.1.6.2 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Metallisch kwik en anorganische kwikcomponenten wordt door het IARC (1993) ingedeeld in groep III, als niet klasseerbaar is voor wat betreft zijn kankerverwekkend vermogen voor de mens. Methylkwikcomponenten (die kunnen ontstaan na depositie van kwik) worden door het IARC ingedeeld in groep IIB, als mogelijk kankerverwekkend.

2.2 ZWAVELDIOXIDE, STIKSTOFDIOXIDE, FIJN STOF

2.2.1 ZWAVELDIOXIDE

2.2.1.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Er bestaan natuurlijke bronnen van zwaveldioxide (SO₂), zoals vulkaanuitbarstingen. Het overgrote deel van de SO₂-vervuiling wordt echter door menselijke activiteit veroorzaakt: industrie, energiesector, verwarming met fossiele brandstoffen rijk aan zwavel. Dit laatste nam sterk af dankzij het gebruik van brandstoffen met een lagere zwavelinhoud.

2.2.1.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Mogelijke gezondheidseffecten van SO₂ bij kortdurende hoge blootstellingen zijn een toename van astmatische klachten (piepende ademhaling en kortademigheid) of een toename van ziekenhuisopnames voor luchtwegaandoeningen.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

WHO (2005) heeft enkel een toetsingswaarde voor kortere blootstellingsperiodes (20 µg/m³ (24-u)). Dit heeft te maken met het feit dat vooral de acute effecten (dus bij korte blootstellingen) goed konden worden bestudeerd via proefdieronderzoek en onderzoek bij menselijke vrijwilligers. Het epidemiologisch onderzoek naar de chronische effecten van SO₂ wordt bemoeilijkt door dat samen met SO₂ bijna altijd tegelijkertijd andere polluenten zoals fijn stof voorkomen, en hun effecten niet goed van mekaar kunnen worden gescheiden.

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarde

Meetplaats	VMM-meetresultaat [SO ₂] – maximale daggemiddelde waarde in de periode 2014-2016 (µg/m ³ [SO ₂], daggemiddeld)	Air Quality Guideline WHO, 2005 (µg/m ³ [SO ₂], daggemiddeld)
GK09 – Sluis Langerlo (industriezone)	8	20

Op de meetpost in industriezone lagen de daggemiddelde waarden voor SO₂ in de periode 2014-2016 steeds onder de gezondheidskundige richtwaarde van WHO (2005) van 20 µg/m³. Mogelijke gezondheidseffecten door inademing van SO₂ worden bij de gemeten concentraties dan ook niet verwacht.

2.2.1.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

SO₂ wordt door IARC ingedeeld in groep III – niet klasseerbaar wat betreft kankerverwekkend vermogen.

2.2.2 STIKSTOFDIOXIDE

2.2.2.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen. In Vlaanderen is verkeer de belangrijkste bron van stikstofoxiden, naast industrie en landbouw.

2.2.2.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

NO₂ kan bronchiale hyperreactiviteit (overgevoelig reagerende luchtwegen) uitlokken bij mensen met astma of chronische obstructieve longziekten. NO₂ kan ook de verdediging tegen microbiologische agentia doen afnemen, waardoor de kans op luchtweginfecties toeneemt. Deze effecten zijn echter beschreven in experimentele studies met blootstellingen aan zeer hoge concentraties. Er zijn geen goede studies bij concentratieniveaus die relevant zijn voor milieublootstelling en waar bovendien de effecten kunnen losgekoppeld worden van de effecten van andere vervuulende stoffen zoals fijn stof (WHO, 2005 en ATSDR, 2014).

Gezondheidskundige toetsingswaarden

WHO heeft een jaargemiddelde luchtkwaliteitswaarde voor NO₂ van 40 µg/m³ en 1u-gemiddelde NO₂ luchtkwaliteitswaarde van 200 µg/m³ (WHO, 2005).

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarden

Meetplaats	VMM-meetresultaat [NO ₂] – gemiddelde 2014-2016 (µg/m ³)	Air Quality Guideline WHO, 2005 (µg/m ³ [NO ₂], jaargemiddeld)
GK09 – Sluis Langerlo (industriezone)	21,3 (2014: 22 – 2015: 20 – 2016: 22)	40

Meetplaats	VMM-meetresultaat [NO ₂] – maximale uurwaarde in de periode 2014-2016	Air Quality Guideline WHO, 2005 (µg/m ³ [NO ₂], uurgemiddeld)
GK09 – Sluis Langerlo (industriezone)	122 (2014: 102 – 2015: 112 – 2016: 122)	200

Op de meetpost in industriezone lagen de jaargemiddelden en uurgemiddelde concentraties voor NO₂ in de periode 2014-2016 steeds onder de gezondheidskundige richtwaarden van WHO (2005). Mogelijke gezondheidseffecten door inademing van NO₂ worden bij de gemeten concentraties dan ook niet verwacht.

2.2.2.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Het IARC heeft stikstofdioxide niet geklasseerd wat betreft carcinogeniteit.

2.2.3 FIJN STOF

2.2.3.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Fijn stof (Particulate Matter, PM) is een verzamelnaam voor in de lucht zwevende deeltjes zoals bv. roetdeeltjes of zeezout. Fijn stof deeltjes worden verder opgedeeld naargelang hun grootte en ze kunnen een zeer verschillende samenstelling hebben. Al naargelang hun grootte en hun samenstelling kunnen ze minder of meer schadelijk zijn voor de gezondheid. De kleinste deeltjes dringen het diepste door in de luchtwegen. PM₁₀ zijn fijn stof deeltjes met een diameter kleiner dan 10 micrometer (µm), PM_{2,5} zijn fijn stof deeltjes met een diameter kleiner dan 2,5 micrometer (µm). Rechtstreekse bronnen van fijn stof zijn o.a. verkeer, industrie, huishoudens en landbouw. Fijn stof is de luchtvervuilende stof die in Vlaanderen veruit de grootste ziektelast veroorzaakt, met effecten op de gezondheid op zowel korte als lange termijn.

2.2.3.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

De gezondheidseffecten van fijn stof doen zich vooral voor ter hoogte van de luchtwegen en ter hoogte van het hart- en bloedvatstelsel. Er is géén drempelwaarde waaronder zich geen gezondheidseffecten meer voordoen. Er is dan ook geen toetsingswaarde mogelijk die een volledige bescherming biedt voor de effecten van fijn stof, zeker niet bij gevoelige individuen.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

De WHO-richtwaarden voor fijn stof zijn ingesteld bij de concentratie fijn stof vanaf waarbij wetenschappers waarnemen dat de sterfte begint toe te nemen door stijgende concentraties fijn stof. De gezondheidskundige toetsingswaarden die de WHO voorstelt voor fijn stof zijn:

	jaargemiddelde grenswaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	daggemiddelde grenswaarde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PM 2,5	10	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - max. 3 overschrijdingen per jaar
PM 10	20	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - max. 3 overschrijdingen per jaar

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarden

GK06 – Zinniastraat, Diepenbeek	VMM-meetresultaat gemiddelde 2014-2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Air Quality Guideline WHO, 2005 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, jaargemiddeld)
PM 2,5	13,5 (2015: 13 – 2016: 14)	10
PM 10	21,3 (2014: 21 – 2015: 21 – 2016: 22)	20

GK06 – Zinniastraat, Diepenbeek	VMM-meetresultaat – aantal dagen met een daggemiddelde > WHO- grenswaarden in 2014 – 2016	Air Quality Guideline WHO, 2005 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, daggemiddeld)
PM 2,5	2015: 38 dagen > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016: 38 dagen > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25, max. 3 overschrijdingen
PM 10	2014: 16 dagen > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2015: 11 dagen > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2016: 2 dagen > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50, max. 3 overschrijdingen

De PM10- en PM2,5-concentraties in de omgeving van Genk-Zuid zijn (volks)gezondheidkundig niet verwaarloosbaar. Dit is echter in nagenoeg gans Vlaanderen het geval (zie ook het VMM-rapport 'Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest. Jaarverslag Immissiemeetnetten – 2015').

2.2.3.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

IARC (2013) klasseert outdoor luchtvervuiling als kankerverwekkend (longkanker en blaaskanker). Eerder al klasseerde IARC de uitlaatgassen van dieselmotoren als kankerverwekkend voor de mens (2012), net zoals houtstof en kwartsstof en sommige metalen die zich allemaal in fijn stof (kunnen) bevinden. Er is echter geen unit risk voor PM10 noch voor PM2,5, dus de grootte van het kankerrisico kan niet in een cijfer worden uitgedrukt voor PM.

2.3 ORGANISCHE STOFFEN

2.3.1 DEPOSITIE VAN DIOXINES EN DIOXINEACHTIGE PCB's

2.3.1.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Dioxines is een verzamelnaam voor 210 scheikundige stoffen waaronder enkel toxische. Dioxines ontstaan als bijproduct bij onvolledige verbranding. De dioxine-uitstoot die bij afvalverbrandingsovens en industrie vrijkomt is de laatste decennia sterk gedaald, waardoor nu vooral de huishoudens door hout- en andere verwarming, opstoken van groenafval en/of huishoudelijk afval verantwoordelijk zijn voor de hoogste dioxine-uitstoot in Vlaanderen. Polychloorbifenylen (PCB's) zijn gehalogeneerde aromatische koolwaterstoffen; 12 van de 209 zijn toxisch en omdat deze op dezelfde manier als dioxines aan cellen binden worden ze ook dioxineachtige PCB genoemd (DL-PCB). PCB 126 is de meest toxische. PCB's werden tot 1985 geproduceerd om te gebruiken in o.a. transformatoren en condensatoren. Lokaal kunnen schrootverwerkende bedrijven een belangrijke bron van dioxines en PCB's zijn.

2.3.1.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Voor dioxines en PCB's is de cumulatieve blootstelling belangrijker dan de acute blootstelling omdat deze stoffen zich opstapelen in het lichaam. Blootstelling aan dioxines en PCB's kan aanleiding geven tot verstoorde weerstand, verstoorde ontwikkeling van o.a. het zenuwstelsel, hormoonniveaus (schildklier, steroidhormonen) en stoornissen van de voortplanting. Kinderen en zeker kinderen die borstvoeding krijgen zijn de gevoeligste groep.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

ATSDR heeft enkel toetsingswaarden voor orale (via de mond) blootstelling, maar geen toetsingswaarden voor de concentratie in de lucht of in depositie neervallend stof. Ook andere instanties zoals de WHO en EPA hebben geen luchtkwaliteitswaarden voor dioxines en DL PCB omdat directe inhalatie maar een klein deel uitmaakt van de totale blootstelling. Het overgrote deel komt in de mens terecht via voeding, zoals via vette vis, volle melk en melkproducten, vet vlees, waarin het zich opstapelt). Er zijn wel bij verschillende instanties toetsingswaarden voor de maximaal toelaatbare inname van dioxines en PCB's per maand in voeding, zoals van JECFA, US-EPA en WHO. De depositie-meetresultaten kunnen daaraan echter niet rechtstreeks getoetst worden. VMM liet door VITO een toetsingswaarde berekenen, afgeleid van de maximale hoeveelheid dioxines en dioxine-achtige PCB's (DL-PCB's) die men wekelijks mag innemen via voeding volgens de advieswaarde van het Europees Wetenschappelijk Comité voor menselijke voeding. De hiervan afgeleide maandgemiddelde drempelwaarde voor depositie is 21 pg TEQ/(m².dag) voor de som van dioxines en DL-PCB's. De jaargemiddelde drempelwaarde voor depositie is 8.2 pg TEQ/(m².dag). Deze drempelwaarden gelden voor woonzones en agrarische gebieden, omdat ze beide een link hebben met de voedselketen.

Vergelijking VMM-meetresultaten met drempelwaarden

	GK29 – Loskaaistraat 9, Genk (woonzone)	maandgemiddelde depositie (17)dioxines en (12)DL-PCB's ¹² (pg TEQ/(m ² .dag))	maandgemiddelde drempelwaarde voor depositie (pg TEQ/(m ² .dag))
2014	jan-feb 2014	9,7	
	maart-april 2014	10,8	
	mei-juni 2014	46,6	
	juli-aug 2014	7,2	
	sept-okt 2014	4,9	

¹² Door VMM worden de 17 meest toxische dioxines gemeten, samen met 12 toxische dioxine-achtige PCB's.

	nov-dec 2014	2,7	21
2015	jan-feb 2015	4,2	
	maart-april 2015	5,4	
	mei-juni 2015	-	
	juli-aug 2015	3,2	
	okt-nov 2015	3,8	
	nov-dec 2015	5,7	
2016	jan-feb 2016	4,7	
	febr-maart 2016	3,4	
	maart-april 2016	7,1	
	mei-juni 2016	9,8	
	juli-aug 2016	3,3	
	sept-okt 2016	8,0	
	nov-dec 2016	7,1	

GK29 – Loskaaistraat 9, Genk (woonzone)	jaargemiddelde depositie (17)dioxines en (12)DL-PCB's (pg TEQ/(m ² .dag))	jaargemiddelde drempelwaarde voor depositie (pg TEQ/(m ² .dag))
2014	13,7	8,2
2015	4,5	
2016	6,2	

Gelet op de overschrijdingen van de drempelwaarden in 2014, vormen vnl. de DL-PCB's een aandachtspunt in woonzones in de omgeving van het schrootbedrijf Stelimet. Om blootstelling via de voeding te vermijden, wordt aan de bewoners van het meest zuidelijke deel van de woonzone Langerlo en ten zuiden van de Zuiderring (o.a. Loskaaistraat en Mieënbroekstraat) aangeraden om geen eieren van eigen scharreלקippen te eten.

2.3.1.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Het IARC klasseert TCDD in groep I (bewezen kankerverwekkend voor mensen), en sommige andere dioxines in de niet-klasseerbare groep (groep III). PCB's worden als groep geklasseerd in groep IIA, dus als waarschijnlijk kankerverwekkend voor mensen. Recent klasseerde het IARC 2 specifieke PCB's ook in groep 1. Bijzonder is dat dioxines en PCB's niet genotoxische carcinogenen zijn, en dat men er van uitgaat dat er voor het ontstaan van kanker door dioxines en PCB's een drempelwaarde bestaat. De getolereerde maximale intake die de WHO vooropstelt (70 pg/kg LG/maand voor PCDD, PCDF en coplanaire PCB uitgedrukt als TEF) wordt als voldoende laag beschouwd om ook te beschermen voor kanker (WHO, 2010). De depositieresultaten van VMM kunnen hier echter niet rechtstreeks aan getoetst worden.

2.3.2 BENZEEN EN TOLUEEN

2.3.2.1 ALGEMEEN VOORKOMEN

Benzeen en toluen worden gebruikt als oplosmiddel (bv. in verf, lijm,...). Benzeen en toluen komen ook voor in brandstoffen en sigarettenrook.

2.3.2.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

De belangrijkste gezondheidseffecten bij langdurige blootstelling aan benzeen zijn hematologische en immunologische effecten. Voor blootstelling aan toluen zijn dit neurologische effecten.

Gezondheidskundige toetsingswaarden benzeen

- WHO (2000) heeft geen gezondheidkundige richtwaarde voor niet-kankereffecten bij inhalatoire blootstelling aan benzeen.
- ATSDR (2007) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 9,6 µg/m³ voor de chronische inhalatoire blootstelling aan benzeen, uitgaande van mogelijke immunologische effecten.
- US-EPA (2003) bepaalde voor benzeen een referentieconcentratie (RfC) van 30 µg/m³.

Gezondheidskundige toetsingswaarden toluen

- WHO (2000) heeft een gezondheidkundige richtwaarde van 260 µg/m³ als weekgemiddelde voor niet-kankereffecten bij inhalatoire blootstelling aan toluen.
- ATSDR (2015, draft) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 3.800 µg/m³ voor de chronische inhalatoire blootstelling aan benzeen, uitgaande van mogelijke immunologische effecten.
- US-EPA (2005) bepaalde voor toluen een referentieconcentratie (RfC) van 5.000 µg/m³.

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarden

Sluis Langerlo (industriezone)	VMM-meetresultaat [benzeen] – jaargemiddelde (µg/m ³)	MRL _{chronisch, inhalatoir} (µg/m ³) (ATSDR, 2007)
2014	0,5	9,6
2015	0,5	
2016	0,4	

Opmerking: Het jaargemiddelde voor benzeen in Genk-Zuid is vergelijkbaar met de achtergrondconcentratie voor benzeen in Vlaanderen.

Sluis Langerlo (industriezone)	VMM-meetresultaat [tolueen] (µg/m ³)	Gezondheidskundige toetsingswaarden (µg/m ³)
2014	9,9 (maximaal weekgemiddelde) 196 (maximale halfsuurwaarde)	260 (WHO, weekgemiddelde) 1.000 (WHO, halfsuurwaarde; geurdrempel)
2015	8,9 (maximaal weekgemiddelde) 128 (maximale halfsuurwaarde)	
2016	10,8 (maximaal weekgemiddelde) 186 (maximale halfsuurwaarde)	

Opmerking: Het jaargemiddelde voor toluen in Genk-Zuid is hoger dan achtergrond en de andere industriële meetstations in Vlaanderen.

Op de meetpost blijven de gemeten concentraties voor benzeen en toluen ruim onder de gezondheidkundige richtwaarden voor niet-kankereffecten. Mogelijke gezondheidseffecten, verschillend van kanker, door inademing van benzeen en toluen worden bij de gemeten concentraties dan ook niet verwacht.

2.3.2.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Het IARC klasseert benzeen in groep I (bewezen kankerverwekkend voor de mens) en toluen in groep III (niet klasseerbaar wat betreft kankerverwekkend vermogen).

Kankereenheidsrisico

WHO (2000) begroot het extra risico op leukemie als 6×10^{-6} bij levenslange blootstelling aan een concentratie van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ benzeen in de omgevingslucht.

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten

Meetplaats	VMM-meetresultaat [benzeen] – gemiddelde in de periode 2014-2016 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling, uitgaande van UR = 6×10^{-6} bij $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2000)
Sluis Langerlo (industriezone)	0,5	$3,0 \times 10^{-6}$ (~ 1/300.000)

Het extra individueel kankerrisico bij levenslange blootstelling is op de meetplaats (in industriezone) niet verwaarloosbaar. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1×10^{-6} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1×10^{-5} waardoor het extra risico als klein beschouwd kan worden. Opgemerkt wordt dat dit extra risico ook in de rest van Vlaanderen aanwezig is gezien de achtergrondconcentratie van benzeen.

2.3.3 PAK's

2.3.3.1 ALGEMEEN VOORKOMEN EN EIGENSCHAPPEN

Poly-aromatische koolwaterstoffen (PAK's) komen vrij bij onvolledige verbranding van organisch materiaal. Ze worden bijvoorbeeld gevormd bij het aanbranden van eten (barbecue, aangebrand vlees/brood), het stoken van houtkachels en open haarden en ze zitten in sigarettenrook. PAK's zijn complexe mengsels van verschillende chemische stoffen.

2.3.3.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Dierenstudies hebben aangetoond dat PAK's verschillende gezondheidseffecten kunnen veroorzaken, zoals effecten op de ontwikkeling, immunologie en voortplanting. WHO en ATSDR hebben geen gezondheidkundige toetsingswaarden voor niet-kankereffecten door chronische inhalatoire blootstelling aan PAK's. Gezien er geen gezondheidkundige toetsingswaarden beschikbaar zijn voor niet-kankereffecten kan er geen risico-inschatting gebeuren met betrekking tot de mogelijke niet-kankereffecten door inademing van PAK's.

2.3.3.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Benzo(a)pyreen is de best bestudeerde PAK en het IARC (2012) klasseert benzo(a)pyreen (BaP) als bewezen kankerverwekkend (groep I).

Kankereenheidsrisico

WHO (2000 (1987)) begroot het extra risico op longkanker als $8,7 \times 10^{-5}$ bij levenslange blootstelling aan een concentratie van 1 ng/m^3 BaP in de omgevingslucht.

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten

Meetplaats	VMM-meetresultaat [benzo(a)pyreen] gemiddelde periode 2014-2016 (ng/m^3)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling, uitgaande van $\text{UR} = 8,7 \times 10^{-5}$ bij 1 ng/m^3 (WHO, 2000)
Bethaniëstraat 74, Genk	0,16	$1,4 \times 10^{-5}$ (~ 1/70.000)

Opmerking: de gemeten PAK-concentraties in Genk-Zuid waren vergelijkbaar met het gemiddelde van de gemeten concentraties op de verschillende meetplaatsen in Vlaanderen¹³

Het extra kankerrisico op de meetplaats in de woonzone is niet verwaarloosbaar maar ook niet onaanvaardbaar hoog. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1×10^{-6} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1×10^{-4} , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie) wordt gehanteerd. Opgemerkt wordt dat de resultaten gezondheidkundig relevant zijn maar evenwel niet sterk afwijkend ten opzichte van de situatie in de rest van Vlaanderen.

¹³ VMM voert PAK-metingen uit op 7 meetplaatsen in Vlaanderen: Berendrecht, Genk, Houtem, Gent, Sint-Kruis-Winkel, Zelzate en Borgerhout.

3 (VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE voor combinatie van stoffen

3.1 INLEIDING

Meestal wordt in een milieugezondheidskundige risicoanalyses enkel stof per stof gekeken of er al dan niet een probleem verwacht wordt voor de (volks)gezondheid. In het “echte leven” worden mensen echter blootgesteld aan een mengsel van vervuilende stoffen. Dit kan een invloed hebben op het effect van de blootstelling op de gezondheid. Een stof-per-stof aanpak kan de risico's van gecombineerde blootstelling in sommige gevallen onderschatten, zeker wanneer verschillende pollutanten effecten uitoefenen op hetzelfde orgaan(systeem).

In opdracht van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid werd door VITO in 2014 een tool ontwikkeld om te screenen naar effecten van gecombineerde blootstelling. Deze tool is gebaseerd op de benadering van de WHO-IPCS (International Program on Chemical Safety) voor beoordeling van mengeltoxiciteit. De tool situeert zich in de screeningsfase, die rekening houdt met gemeenschappelijke gezondheidseffecten van stressoren in mengsels, zonder evenwel rekening te houden met overeenkomsten in werkingsmechanismes van de gezondheidseffecten. Dit wordt beschouwd als een voorzichtige benadering.

Voor Genk-Zuid was het mogelijk volgende stoffen samen te screenen op hun gemeenschappelijk effect¹⁴:

	Opmerkingen	Meetpost waarvoor meetgegevens werd gebruikt
arseen (anorganisch)	De concentratie ligt onder de detectielimiet. Als waarde werd de detectielimiet ingevoerd.	GK 11 – E. Fabrylaan, Genk
chroom ⁶⁺	Voor de invoering van de waarden werd uitgegaan van de gemiddelde waarde uit de Cr ⁶⁺ -meetcampagne door VITO. De unit risk van WHO werd gebruikt.	
lood		
mangaan		
nikkel	De totale nikkelconcentratie werd ingebracht.	
kwik		
benzo(a)pyreen		GK 32 – Bethaniëstraat 74, Genk
NO ₂		GK 09 – Sluis Langerlo, Genk

¹⁴ Cd werd niet mee beschouwd omwille van de onzekerheden inzake eenheidsrisico.

SO₂ kon niet mee beschouwd worden wegens het ontbreken van een chronische toetsingswaarde.

PM10 kon niet mee beschouwd worden: de tool bevat PM10 niet als aparte parameter omdat dit aanleiding zou geven tot een dubbeltelling met oa zware metalen.

Dioxines en PCB's kunnen enkel via waarden voor orale inname in de tool worden meegenomen. De depositiewaarden omrekenen is complex en heeft een grote onzekerheid.

3.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKER EFFECTEN DOOR DE COMBINATIE VAN BLOOTSTELLING AAN VERSCHILLENDE STOFFEN

$$HI = \sum_{i=1}^n HQ_i \text{ waarbij } HQ_i = \frac{exp_i}{ref_i}$$

De Hazard Index (HI) van een mengsel is de som van de component-specifieke 'Hazard Quotients' (HQ_i). De HQ van een stressor i wordt op zijn beurt berekend als de ratio van de blootstelling (exp_i) over de referentiewaarde (ref_i) van stressor i . Voor stoffen met niet-carcinogene effecten is ref_i de dosis waar beneden geen negatieve effecten te verwachten zijn op menselijke gezondheid (zie de toetsingswaarden in bovenstaande bespreking per pollutant).

Vermits voor elk orgaansysteem de hazard index kleiner is dan 1 bij de gemeten concentraties in Genk-Zuid worden géén nadelige gezondheidseffecten verwacht bij de gecombineerde blootstelling aan bovenstaande pollutanten. Wat niet-kankereffecten blijkt NO_2 de belangrijkste pollutant, met als targetorgaan het ademhalingsstelsel. De concentratie blijft echter voldoende laag zodat er geen niet-kankereffecten verwacht worden, ook niet in combinatie met de andere stoffen die in de tool samen werden bekeken.

3.3 TOTAAL EXTRA INDIVIDUEEL KANKERRISICO

Het Total Cancer Risk van het mengsel is gebaseerd op het effect-additie principe en wordt berekend als de som van de extra kankerrisico's van de verschillende componenten:

$$Total\ Cancer\ Risk = \sum_{i=1}^n Risk_i = \sum_{i=1}^n d_i B_i$$

Waarbij $Risk_i$ het risico is, d_i de dosis en B_i een potency parameter (slope factor of unit risk) van de i^{de} carcinogene stof.

	EXTRA INDIVIDUEEL KANKERRISICO bij levenslange blootstelling
Cr ⁶⁺ (met toepassing UR van WHO, 2000)	$3,2 \times 10^{-5}$
Ni (met invoering van de totale nikkelconcentratie)	7×10^{-6}
As (met invoering van detectielimiet)	$0,5 \times 10^{-6}$
BaP	$1,4 \times 10^{-5}$
RISICO MENGSEL (Total Cancer Risk)	$5,35 \times 10^{-5}$

Het totale extra individuele kankerrisico bij levenslange blootstelling is bij de gemeten concentraties in Genk-Zuid niet verwaarloosbaar maar ook niet onaanvaardbaar hoog. De gangbare grens van (on)aanvaardbaarheid is internationaal doorgaans namelijk 1/10.000 en deze grens wordt hier niet overschreden.

! Het totaal risico werd berekend op basis van concentraties op verschillende meetposten. Voor de meeste parameters werden de meetwaarden van de meetpost ter hoogte van de E. Fabrylaan gebruikt maar voor BaP en NO_2 zijn er geen meetwaarden op deze locatie beschikbaar.

4 CONCLUSIE

Gezondheidskundig zijn er in de omgeving van de industriezone Genk-Zuid volgende aandachtspunten op basis van de beschikbare lucht- en depositiemetingen voor de periode 2014-2016:

- Er is een extra individueel risico op longkanker door de aanwezigheid van zware metalen in de lucht in de omgeving van de industriezone Genk-Zuid. Deze risico-inschatting veronderstelt een levenslange blootstelling van de bewoners aan concentraties zoals deze in de periode 2014-2016 werden gemeten. Het risico is het hoogst in de nabijgelegen woonzones ten noordoosten van de industriezone Genk-Zuid en neemt af met toenemende afstand tot het staalbedrijf Aperam. Dit extra individueel risico is niet onaanvaardbaar hoog, maar vooral de concentraties (zeswaardig) chroom en in mindere mate nikkel zijn gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.
- De depositie van dioxine-achtige-PCB's in de omgeving van het schrootverwerkend bedrijf Stelimet is een aandachtspunt. In 2014 werden er drempelwaarden overschreden; in 2015 en 2016 was dit niet het geval. Blootstelling kan vermeden worden door geen eieren van eigen kippen te eten; dit advies geldt voor de bewoners van het meest zuidelijke deel van de woonzone Langerlo en ten zuiden van de Zuiderring.
- De blootstelling aan fijn stof, benzeen en PAK's zijn in de omgeving van Genk-Zuid gezondheidskundig relevant maar de resultaten zijn evenwel niet sterk afwijkend ten opzichte van de situatie in de rest van Vlaanderen.

Verdere inspanningen om de emissies te doen dalen, zeker voor zeswaardig chroom en in mindere mate voor nikkel, blijven vanuit gezondheidskundig standpunt wenselijk. Daarnaast kunnen omwonenden door het toepassen van enkele preventietips de risico's aanzienlijk verlagen. Deze preventietips zijn terug te vinden op de website van de stad Genk: www.genk.be/genkzuid.