

////////////////////////////////////

VOLKSGEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE VAN LUCHT- EN DEPOSITIE METINGEN IN GENK-ZUID MET FOCUS OP DE PERIODE 2017-2019

////////////////////////////////////

*Bij vragen in verband met dit rapport kan u terecht bij:
Agentschap Zorg en Gezondheid, afdeling Preventie
e-mail: milieugezondheidszorg@vlaanderen.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	11
2.1.5	OVERIGE ZWARE METALEN IN FIJN STOF: lood, zink, koper, antimoon, arseen, cadmium	12
2.1.6	KWIK	14
2.2	FIJN STOF	15
2.2.1	ALGEMEEN VOORKOMEN	15
2.2.2	RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING	15
2.2.3	RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING	16
2.3	ORGANISCHE STOFFEN	17
2.3.1	DEPOSITIE VAN DIOXINES EN DIOXINEACHTIGE PCB's	17
2.3.2	BENZEEN EN TOLUEEN	19
2.3.3	PAK's	21
3	(VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE voor combinatie van stoffen	23
3.1	INLEIDING	23
3.2	RISICO-INSCHATTING NIET-KANKER EFFECTEN DOOR DE COMBINATIE VAN BLOOTSTELLING AAN VERSCHILLENDE STOFFEN	24
3.3	TOTAAL EXTRA individueel 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 2017 – 2019' (VMM, 2020).

Tabel 1 : Overzicht van de meetposten van VMM in de omgeving van Genk-Zuid in periode 2017-2019

Benaming meetpost	Adres	Gebied	Gemeten parameters
GK05	De Koor, Genk	woonzone	Zware metalen in PM ₁₀ -stof
GK06 (t.e.m. 2018)	Zinniastraat, Diepenbeek	woonzone	PM ₁₀ , PM _{2,5}
GK09	Sluis Langerlo, Genk	industriezone	SO ₂ , NO ₂ ¹ , BTEX
GK11	E. Fabrylaan, Genk	woonzone	Zware metalen in PM ₁₀ -stof, kwik PM ₁₀ , PM _{2,5} vanaf 2019
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 2017-2019. De betekenis voor de volksgezondheid wordt nagegaan door de meetresultaten van de meetposten in de woonzones te toetsen aan gezondheidskundige advieswaarden (GAW) voor (inhalatoire) blootstelling op lange termijn. Voor de parameters benzeen en toluene worden de meetwaarden in industriezone getoetst gezien er geen meetwaarden in woonzone beschikbaar zijn. Indien beschikbaar wordt het gemiddelde voor de meetperiode 2017-2019 gebruikt voor de toetsing.

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 toetsingswaarden van verschillende instanties (bv. WHO², ATSDR³, US EPA⁴, etc.). Om op een uniforme en transparante manier de te gebruiken gezondheidskundige advieswaarde (GAW) te selecteren, wordt het protocol gehanteerd, dat in

¹ De metingen van zwaveldioxide en stikstofdioxide werden begin 2017 stopgezet.

² 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.

³ 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.

⁴ 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 (RfC⁴) en eenheidsrisico's af voor inhalatoire blootstelling aan stoffen.

2016 werd opgemaakt door VITO in opdracht van het Agentschap Zorg en Gezondheid⁵. Voor een aantal parameters zijn er diepteanalyses door VITO uitgevoerd om een GAW te selecteren; indien dit het geval is, worden deze gebruikt.

Bij volksgezondheidskundige risico-inschattingen wordt een onderscheid gemaakt tussen eventuele **niet-kankereffecten** en eventuele **kankerrisico's** van lange termijnblootstelling aan een bepaalde stof. Meestal hebben niet-kankereffecten een "drempel": bij blootstelling aan een concentratie lager dan de gezondheidkundige toetsingswaarde is er géén effect op de gezondheid te verwachten. Kankerverwekkende stoffen hebben meestal geen drempel-concentratie waaronder het kankerrisico nul is tenzij de blootstelling ook nul is. Indien er een unit risk / eenheidsrisico beschikbaar is, en de blootstelling gekend is, kan het extra risico op kanker dat de blootstelling aan een kankerverwekkende stof met zich meebrengt ingeschat worden. Onderstaande tabel licht het onderscheid beknopt toe. De kleurschaal in de tabel wordt ook verder in de tekst gebruikt om het gezondheidsrisico visueel voor te stellen.

	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.	Kennis omtrent de kankerverwekkende eigenschappen van een stof.
(volks-) gezondheidkundige toetsing	Toetsingswaarden voor niet-kankereffecten bij langdurige blootstelling aan een bepaalde stof	Indien er een unit risk / eenheidsrisico (= <i>extra risico op het ontwikkelen van kanker bij levenslange blootstelling aan 1 µg/m³ van een bepaalde stof</i>) beschikbaar is, kan het extra risico op kanker ingeschat worden.
	concentratie ≤ gezondheidkundige advieswaarde Bij langdurige blootstelling aan een concentratie lager dan de gezondheidkundige advieswaarde zijn geen negatieve gezondheidseffecten te verwachten.	risico ≤ 1 op 1.000.000 (10⁻⁶) 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 1.000.000 (10 ⁻⁶) bij levenslange blootstelling, spreken we van een "quasi nul" gezondheidseffect.
	concentratie ≥ gezondheidkundige advieswaarde Bij blootstelling aan een concentratie hoger dan de gezondheidkundige advieswaarde zijn er gezondheidseffecten mogelijk.	1 op 1.000.000 (10⁻⁶) ≤ risico ≤ 1 op 10.000 (10⁻⁴) 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 gezondheidkundig 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 dwingender. risico ≥ 1 op 10.000 (10⁻⁴) Een extra risico groter dan 1 op 10.000 (10 ⁻⁴) wordt als gezondheidkundig onaanvaardbaar beschouwd buiten arbeidssituaties.

⁵ 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%20v21%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 gezondheidkundige advieswaarden voor 20 parameters die frequent voorkomen in milieueffectenrapporten (VITO (2017) – Diepteanalyse voor de selectie van gezondheidkundige advieswaarden voor generiek gebruik voor een set van parameters).

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 2017-2019 door VMM werden gemeten, alsook het gemiddelde over de periode 2017-2019.

Tabel 2: jaargemiddelde concentraties zware metalen in fijn stof in de periode 2017-2019 (ng/m³) (VMM)

stof	meetplaats	jaargemiddelde concentratie (ng/m ³)			
		2017	2018	2019	gemiddelde 2017-2019
Lood (Pb)	GK05 – De Koor	10	7,1	5,9	7,8
	GK11 – E. Fabrylaan	22	16	10	16
Zink (Zn)	GK05 – De Koor	49	39	38	42
	GK11 – E. Fabrylaan	112	81	76	90
Koper (Cu)	GK05 – De Koor	9,4	7,6	7,2	8,1
	GK11 – E. Fabrylaan	15	12	12	13
Nikkel (Ni)	GK05 – De Koor	6,5	6,4	6,1	6,3
	GK11 – E. Fabrylaan	23	16	14	17
Antimoon (Sb)	GK05 – De Koor	1	0,8	0,8	0,9
	GK11 – E. Fabrylaan	1,4	1,1	1	1,2
Arseen (As)	GK05 – De Koor	0,8	0,7	0,5	0,7
	GK11 – E. Fabrylaan	0,8	0,9	0,6	0,8
Mangaan (Mn)	GK05 – De Koor	15	14	14	14
	GK11 – E. Fabrylaan	54	39	39	44
Cadmium (Cd)	GK05 – De Koor	0,3	0,2	0,2	0,2
	GK11 – E. Fabrylaan	0,6	0,4	0,3	0,4
Chroom (Cr)	GK05 – De Koor	16	15	17	16
	GK11 – E. Fabrylaan	60	41	38	47

In de verdere gezondheidskundige 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 Vlaanderen⁶. Voor de verdere interpretatie wordt voor de meeste parameters de gemiddelde waarde voor de periode 2017-2019 gehanteerd die getoetst worden aan gezondheidskundige advieswaarden (GAW) voor een langdurige blootstelling via ademhaling.

⁶ 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 stedelijke omgeving (Gent, Borgerhout) 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 Cr³⁺), en in mindere mate het hexavalent chroom (Cr(VI) of Cr⁶⁺). Bijna alle Cr⁶⁺ 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. Cr⁶⁺ is veel toxischer dan Cr³⁺.

In het verleden (2011, 2012) werd de verhouding Cr⁶⁺/Cr^{totaal} ter hoogte van de meetplaats E. Fabrylaan enkele keren bepaald en gebeurden gezondheidskundige inschattingen uitgaande van deze verhoudingen (cf. resultaat 2012: 1,9% Cr⁶⁺/Cr^{totaal}). In het kader van een bijzondere vergunningsvoorwaarde uit de milieuvergunning van Aperam (750.71/A/2014.166) werd er in 2015-2016 een Cr⁶⁺-meetcampagne op PM10 uitgevoerd door VITO. In het bijhorende rapport⁷ werden er verschillende methodes uitgewerkt om de gemeten ratio (gegeven de onzekerheden) toe te passen op de jaargemiddelde Cr^{totaal}-concentratie. Het rapport concludeert dat de onzekerheid op de geëxtrapoleerde jaargemiddelde Cr⁶⁺-concentraties zeer groot is en besluit dat geen van de methodes een beoordeling aan een jaargemiddelde Cr⁶⁺ toetsingswaarde voldoende kan onderbouwen. Dit is deels te wijten aan de grote spreiding op de Cr⁶⁺/Cr^{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 Cr⁶⁺-concentraties die tijdens meetcampagnes worden gemeten. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de gemiddelde Cr⁶⁺-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 Cr⁶⁺-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 GK11 op de E. Fabrylaan

			Gemiddelde Cr ⁶⁺ -concentratie tijdens meetcampagne
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, dec 2015 feb – maart 2016 (77 meetdagen)	VITO	0,8 ng/m ³
2018/2019	aug – okt 2018 feb – maart 2019 (126 meetdagen)	VITO	1,5 ng/m ³

⁷ Eindrapport 'Monitoring van het Cr(VI) en totaal Cr gehalte in de omgevingslucht te Genk-Zuid' (VITO, 2016/MRG/R/0710)

De meetwaarden voor Cr⁶⁺ in de meetcampagne 2018-2019 lagen hoger dan in de meetcampagne 2015-2016. Naast een hogere productie speelden ook de meteorologische omstandigheden tijdens de meest recente meetcampagne hierin een rol. Vooral in de tweede helft van de meetcampagne was er meer ZW-wind met gemiddeld hogere windsnelheden.

2.1.2.3 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE INHALATOIRE BLOOTSTELLING

Blootstelling aan Cr³⁺ en Cr⁶⁺ 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). Cr⁶⁺ is meer toxisch dan Cr³⁺.

Gezondheidskundige advieswaarde (niet-kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor Cr⁶⁺ voor niet-kankereffecten⁸: 100 ng/m³ (referentieconcentratie (RfC) van US-EPA (1998)).

Vergelijking meetresultaten met gezondheidskundige advieswaarde (niet-kankereffecten)

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [Cr ^{totaal} in fijn stof] in de omgevingslucht 2017 – 2019	VITO-meetresultaat gemiddelde concentratie [Cr ⁶⁺ in fijn stof] 126 meetdagen 2018-2019	gezondheidskundige advieswaarde niet-kankereffecten (US-EPA, 1998)
GK05 – De Koor	16 ng/m ³	-	100 ng/m ³
GK11 – E. Fabrylaan	47 ng/m ³	1,5 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 Cr⁶⁺ 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 INHALATOIRE BLOOTSTELLING

Cr⁶⁺ wordt door IARC (1997), US EPA (1998) en NTP (2016) ingedeeld als kankerverwekkend voor de mens via inhalatie. Bij beroepsblootstelling aan Cr⁶⁺ werd bij arbeiders longkanker vastgesteld (ATSDR, 2012). Metallisch chroom en Cr³⁺ worden door geen enkele instantie als kankerverwekkend ingedeeld.

Gezondheidskundige advieswaarde (kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarden voor Cr⁶⁺ in de omgevingslucht voor kankereffecten⁹: 0,025 ng/m³ (WHO, 2000).

WHO (2000) begroot het extra risico op longkanker als 4×10^{-2} bij levenslange blootstelling aan een concentratie van 1.000 ng/m³ (1 µg/m³) Cr⁶⁺ in de omgevingslucht (op basis van vier studies over arbeiders uit de chroomindustrie). Vertrekkende van dit eenheidsrisico (unit risk / UR) van WHO (2000) en een als verwaarloosbaar beschouwd extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen (1×10^{-6}) werd 0,025 ng/m³ geselecteerd als gezondheidskundige advieswaarde voor Cr⁶⁺ in de omgevingslucht.

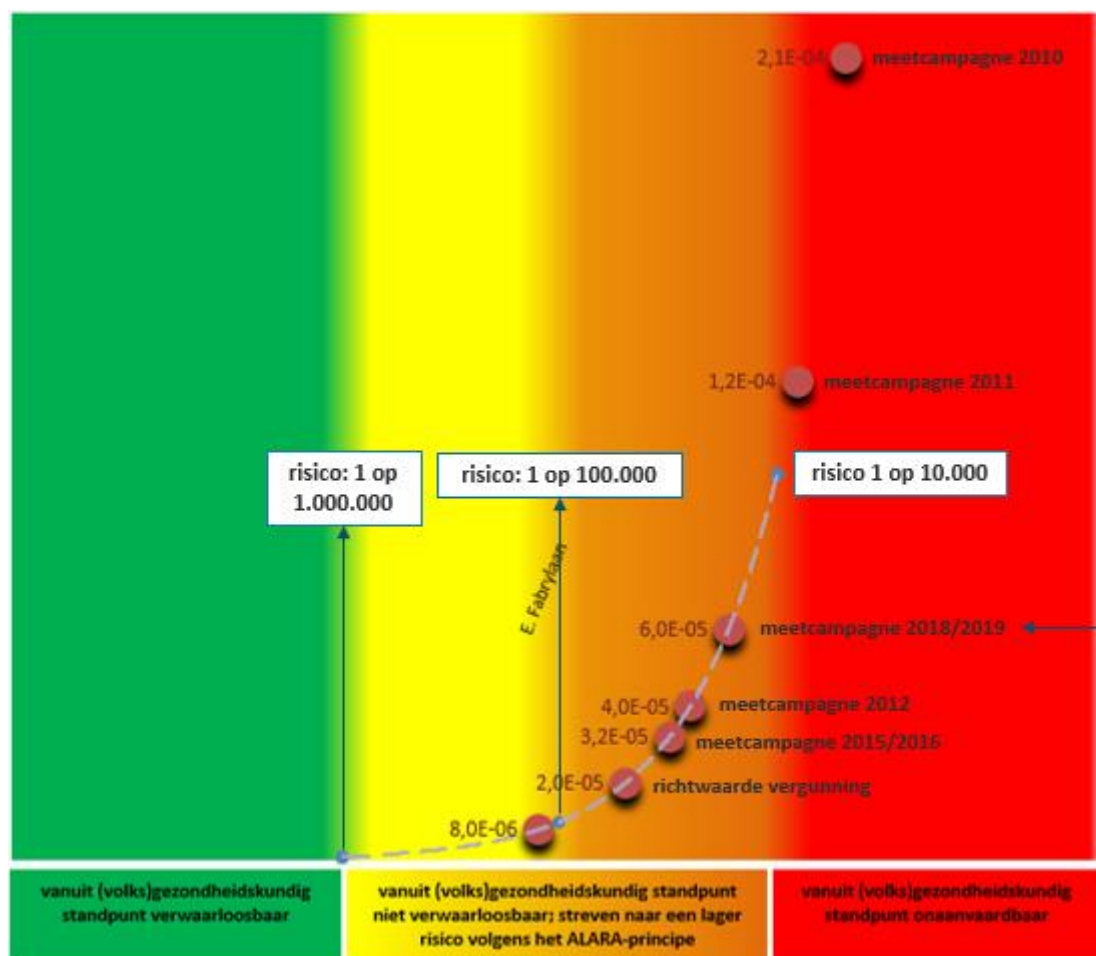
⁸ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter chroom voor gebruik in MER (VITO, 2017)

⁹ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter chroom voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Vergelijking meetresultaten met gezondheidkundige advieswaarde (kanker-effecten) en berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten VITO

meetplaats	VITO-meetresultaat gemiddelde concentratie [Cr ⁶⁺ in fijn stof] in de omgevingslucht 126 meetdagen 2018-2019	gezondheidskundige advieswaarde kankereffecten (WHO, 2000)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling aan de gemeten concentraties en uitgaande van UR = 4×10^{-2} bij 1.000 ng/m ³ (WHO, 2000)
GK11 – E. Fabrylaan	1,5 ng/m ³	0,025 ng/m ³	6×10^{-5} (~1/17.000)

Het extra kankerrisico op de meetplaats ter hoogte van de E. Fabrylaan in de woonzone bij levenslange blootstelling aan Cr⁶⁺ is niet verwaarloosbaar maar ook niet onaanvaardbaar hoog. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1 op 1 miljoen (1×10^{-6}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1 op 10.000 (1×10^{-4}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie) wordt gehanteerd. 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 voor de verschillende Cr⁶⁺-meetcampagnes worden 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 nikkel-speciatie 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-raffinage-sector 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 INHALATOIRE 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 advieswaarden (niet-kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor nikkel voor niet-kankereffecten¹⁰:

- Metallisch Ni: 14 ng/m³ (OEHHA¹¹, 2012; Reference Exposure Level (REL), chronisch)
- Ni-verbindingen met uitzondering van Ni-oxide en Ni-subsulfide: 14 ng/m³ (OEHHA, 2012; Reference Exposure Level (REL), chronisch)
- Ni-subsulfide: 18 ng/m³ (Health Canada, 1996; Tolerable Concentration (TC))
- Ni-oxide: 20 ng/m³ (OEHHA, 2012; Reference Exposure Level (REL), chronisch)

Vergelijking herkende VMM-meetresultaten met gezondheidskundige advieswaarden

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde [Ni] ^{totaal} in fijn stof in de omgevingslucht 2017 – 2019	Geschatte gemiddelde concentratie van de verschillende Ni-vormen in de omgevingslucht ¹² voor 2017 – 2019	gezondheidskundige advieswaarden niet-kankereffecten (OEHHA, 2012)
GK05 – De Koor	6,3 ng/m ³	oxidisch Ni (65%): 4,1 ng/m ³	20
		sulfidisch (9%): 0,6 ng/m ³	14
		oplosbaar (21%): 1,3 ng/m ³	
		metallisch (5%): 0,3 ng/m ³	
GK11 – E. Fabrylaan	17 ng/m ³	oxidisch (65%): 11,1 ng/m ³	20
		sulfidisch (9%): 1,5 ng/m ³	14
		oplosbaar (21%): 3,6 ng/m ³	
		metallisch (5%): 0,9 ng/m 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 blijven de berekende concentraties voor de verschillende Ni-vormen onder de gezondheidskundige advieswaarden. 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 INHALATOIRE 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.

Gezondheidskundige advieswaarde (kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor nikkel voor kankereffecten bij een verwaarloosbaar extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen (10⁻⁶)¹³: Ni en Ni-verbindingen: 3,9 ng Ni/m³ (OEHHA (2011)).

OEHHA (2011) begroot het extra risico op longkanker als 2,6 x 10⁻⁴ bij levenslange blootstelling aan een concentratie van 1.000 ng/m³ (1 µg/m³) Ni in de omgevingslucht. Vertrekkende van dit eenheidsrisico (unit risk / UR) van OEHHA (2011) en een als verwaarloosbaar beschouwd extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen (1 x 10⁻⁶) werd 3,9 ng/m³ geselecteerd als gezondheidskundige advieswaarde voor Ni in de omgevingslucht.

¹⁰ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter nikkel voor gebruik in MER (VITO, 2017)

¹¹ Office of Environmental Health Hazard Assessment d.i. een Agentschap van de Californische EPA die chronische toetsingswaarden afleidt.

¹² Op basis van gemeten verhoudingen in 2012 (PM-lab-VMM, 2012)

¹³ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter nikkel voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Vergelijking meetresultaten met gezondheidkundige advieswaarde (kanker-effecten) en berekening extra individueel kankerrisico op basis van de VMM-meetresultaten 2017-2019

meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie nikkel in fijn stof in de omgevingslucht 2017 – 2019	gezondheidkundige advieswaarde kankereffecten (OEHHA, 2011)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling aan de gemeten concentraties en uitgaande van UR = $2,6 \times 10^{-4}$ bij 1.000 ng/m^3 (OEHHA, 2011)
GK05 – De Koor	$6,3 \text{ ng/m}^3$	$3,9 \text{ ng Ni/m}^3$	$1,6 \times 10^{-6}$ (~1/600.000)
GK11 – E. Fabrylaan	17 ng/m^3	$3,9 \text{ ng Ni/m}^3$	$4,4 \times 10^{-6}$ (~1/200.000)

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 op 1 miljoen (10^{-6}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidkundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1 op 100.000 (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 INHALATOIRE 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.

Gezondheidkundige advieswaarde (niet-kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidkundige advieswaarde voor mangaan voor niet-kankereffecten¹⁴: 300 ng/m^3 (basis: ATSDR, 2012). ATSDR (2012) bepaalde een Minimal Risk Level (MRL) van 300 ng/m^3 voor de chronische inhalatoire blootstelling aan mangaan, uitgaande van mogelijke neurologische effecten.

¹⁴ Selectie gezondheidkundige advieswaarde voor parameter mangaan voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarden (niet-kankereffecten)

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [mangaan in fijn stof] in de omgevingslucht 2017 – 2019	Gezondheidkundige advieswaarde niet-kankereffecten ATSDR (2012)
GK05 – De Koor	14 ng/m ³	300 ng/m ³
GK11 – E. Fabrylaan	44 ng/m ³	

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

2.1.4.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE INHALATOIRE BLOOTSTELLING

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

2.1.5 OVERIGE ZWARE METALEN IN FIJN STOF: lood, zink, koper, antimoon, 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 wordt de gemiddelde concentratie voor de periode 2017-2019 weergegeven, alsook de gezondheidkundige advieswaarden voor langdurige blootstelling via inademing.

stof	meetplaats	gemiddelde concentratie in de omgevingslucht 2017-2019	gezondheidkundige advieswaarde niet-kanker-effecten	info i.v.m. carcinogeniteit ¹⁵ en desgevallend gezondheidkundige advieswaarde voor kankereffecten
Lood	GK05 – De Koor	7,8 ng/m ³	150 ng/m ³ (basis: NAAQS ¹⁶ van US, 2016; neurologische effecten) ¹⁷	Geen gezondheidkundige advieswaarde beschikbaar. groep IIB (IARC, 1987) groep IIA (anorganische verbindingen) (IARC, 2006) groep III (organische verbindingen) (IARC, 2006)
	GK11 – E. Fabrylaan	16 ng/m ³		
Zink	GK05 – De Koor	42 ng/m ³	-	geen IARC-classificatie
	GK11 – E. Fabrylaan	90 ng/m ³		
Koper	GK05 – De Koor	8,1 ng/m ³	-	geen IARC-classificatie
	GK11 – E. Fabrylaan	13 ng/m ³		
Antimoon	GK05 – De Koor	0,9 ng/m ³	300 ng/m ³ (ATSDR, 2017)	geen IARC-classificatie
	GK11 – E. Fabrylaan	1,2 ng/m ³		

¹⁵ 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

¹⁶ National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)

¹⁷ Selectie gezondheidkundige advieswaarde voor parameter lood voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Arseen	GK05 – De Koor	0,7 ng/m ³	15 ng/m ³ (basis: chronische REL van OEHA, 2008) ¹⁸	- 1 ng/m³ (basis: eenheidsrisico DECOS, 2012: 1,0 x 10⁻³ bij 1 µg/m³ en verwaarloosbaar kankerrisico van 1 op 1 miljoen) - groep I (IARC, 2012) – longkanker
	GK11 – E. Fabrylaan	0,8 ng/m ³		
Cadmium	GK05 – De Koor	0,2 ng/m ³	10 ng/m ³ (basis: ATSDR, 2012) ¹⁹	- 0,6 ng/m³ (basis: eenheidsrisico US-EPA, 1987: 1,8 x 10⁻³ bij 1 µg/m³ en verwaarloosbaar kankerrisico van 1 op 1 miljoen) - groep I (IARC, 2012) – longkanker
	GK11 – E. Fabrylaan	0,4 ng/m ³		

- De gemeten concentraties **lood** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven ver beneden de gezondheidkundige advieswaarde van 150 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.
- De gemeten concentraties **antimoon** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven ruim onder de gezondheidkundige advieswaarde van 300 ng/m³ voor chronische blootstelling. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van antimoon verwacht.
- De gemeten concentraties **arseen** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven onder de gezondheidkundige advieswaarden voor niet-kanker en kankereffecten. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van arseen verwacht.
- De gemeten concentraties **cadmium** in fijn stof in de omgeving van Genk-Zuid blijven onder de gezondheidkundige advieswaarden voor niet-kanker en kankereffecten. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van cadmium verwacht.

¹⁸ Selectie gezondheidkundige advieswaarde voor parameter arseen voor gebruik in MER (VITO, 2017)

¹⁹ Selectie gezondheidkundige advieswaarde voor parameter cadmium voor gebruik in MER (VITO, 2017)

2.1.6 KWIK

2.1.6.1 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE INHALATOIRE BLOOTSTELLING

Kwik kan schadelijk zijn voor het zenuwstelsel en de nieren.

Gezondheidskundige toetsingswaarden (niet-kankereffecten)

- WHO (2000) heeft een gezondheidskundige toetsingswaarde 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 300 ng/m³.
- Het Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) (2015) bepaalde een chronische Maximaal Toelaatbaar Risiconiveau lucht (MTR_{lucht}) van 50 ng/m³. VITO (2016) selecteerde deze toetsingswaarde als gezondheidskundige advieswaarde in het kader van de herziening van het binnenmilieubesluit.

Vergelijking VMM-metresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarde

Meetplaats	Jaargemiddelde 2017	Jaargemiddelde 2018	Jaargemiddelde 2019	Gezondheidskundige advieswaarde (RIVM, 2015)
GK11 – E. Fabrylaan	6,9 ng/m ³	-	2,0 ng/m ³	50 ng/m ³

Op de meetpost blijven de jaargemiddelde concentraties voor kwik onder de gezondheidskundige advieswaarde. 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 INHALATOIRE 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. Methykwikcomponenten (die kunnen ontstaan na depositie van kwik) worden door het IARC ingedeeld in groep IIB, als mogelijk kankerverwekkend.

2.2 FIJN STOF

2.2.1 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), PM2,5 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.

2.2.2 RISICO-INSCHATTING NIET-KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE INHALATOIRE 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 advieswaarden (niet-kankereffecten)

De WHO-toetsingswaarden 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 (2005) 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

VITO selecteerde na diepte-analyse deze WHO-toetsingswaarden (2005) als gezondheidskundige advieswaarden voor fijn stof voor niet-kankereffecten²⁰:

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige advieswaarden (niet-kankereffecten)

PM 10	2017 Meetplaats GK 06	2018 meetplaats GK 06	2019 meetplaats GK11	Gezondheidskundige advieswaarde (WHO, 2005)
Jaargemiddelde concentratie	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aantal dagen > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 dagen	11 dagen	5 dagen	max. 3 dagen met daggemiddelde > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar

PM 2,5	2017 Meetplaats GK 06	2018 meetplaats GK 06	2019 meetplaats GK11	Gezondheidskundige advieswaarde (WHO, 2005)
Jaargemiddelde concentratie	13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Aantal dagen > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	32 dagen	39 dagen	15 dagen	max. 3 dagen met daggemiddelde > 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ per jaar

²⁰ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameters PM₁₀ en PM_{2,5} voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Er kon geen gemiddelde voor de periode 2017-2019 berekend worden omwille van de verplaatsing van de meetpost begin 2019.

De PM10- en PM2,5-concentraties in de omgeving van Genk-Zuid zijn (volks)gezondheidskundig niet verwaarloosbaar. Dit is echter in nagenoeg gans Vlaanderen het geval. Volgens het VMM 'Jaarrapport lucht -emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017 in Vlaanderen' werd respectievelijk 20% en 96% van de Vlaamse bevolking in 2017 blootgesteld aan PM10 en PM2,5 -concentraties boven de gezondheidskundige advieswaarden.

2.2.3 RISICO-INSCHATTING KANKEREFFECTEN BIJ CHRONISCHE INHALATOIRE 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 eenheidsrisico 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

Internationale instanties zoals WHO, US-EPA en ATSDR hebben geen toetsingswaarden voor de concentratie dioxines en dl-PCB's in de lucht of in depositie neervallend stof 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). Bij verschillende instanties zijn er daarom wel 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 in het verleden 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 ²¹ (pg TEQ/(m ² .dag))	maandgemiddelde drempelwaarde voor depositie (pg TEQ/(m ² .dag))
2017	jan-feb 2017	3,5	21
	maart-april 2017	13,5	
	juni-juli 2017	56,8	
	juli-aug 2017	15,2	
	okt-nov 2017	3,7	
	nov-dec 2017	1,9	
2018	jan-feb 2018	5,9	
	maart-april 2018	5,6	
	juni-juli 2018	6,1	
	aug-sept 2018	3,3	
	okt-nov 2018	6,1	
	dec 2018-jan2019	3,1	
2019	febr-maart 2019	7,4	
	april-mei 2019	6,1	
	juni-juli 2019	6,1	
	juli-aug 2019	3,7	
	sept-okt 2019	4,7	
	nov-dec 2019	0,9	

	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))
2017		15,8	8,2
2018		5,0	
2019		4,8	
Gemiddelde depositie 2017-2019		8,5	

Gelet op de overschrijdingen van de drempelwaarden in 2017, 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 scharrelkippen 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.

²¹ Door VMM worden de 17 meest toxische dioxines gemeten, samen met 12 toxische dioxine-achtige PCB's.

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 INHALATOIRE BLOOTSTELLING

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

Gezondheidskundige advieswaarden benzeen en toluen (niet-kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor niet-kankereffecten:

- voor benzeen²²: 3 µg/m³ (basis: chronische REL van OEHA, 2008).
- voor toluen²³: 5.000 µg/m³ (basis: referentieconcentratie (RfC) US-EPA, 2005).

Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidskundige toetsingswaarden (niet-kankereffecten)

meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [benzeen] in de omgevingslucht 2017-2019	Gezondheidskundige advieswaarde niet-kankereffecten (OEHA, 2008)
GK-09 – Sluis Langerlo (industriezone)	0,31 µg/m ³	3 µg/m ³

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

meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [toluen] in de omgevingslucht 2017-2019	Gezondheidskundige advieswaarde niet-kankereffecten (US-EPA, 2005)
GK-09 – Sluis Langerlo (industriezone)	4,14 µg/m ³	5.000 µg/m ³

Opmerking: Het jaargemiddelde voor toluen in Genk-Zuid is hoger dan achtergrond en de andere industriële meetstations in Vlaanderen. De gemeten toluenconcentratie is bijgevolg niet representatief voor de concentraties in woonzone.

Op de meetpost blijven de gemiddelde concentraties voor benzeen en toluen ruim onder de gezondheidskundige advieswaarden 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);
- toluen in groep III (niet klasseerbaar wat betreft kankerverwekkend vermogen).

Gezondheidskundige advieswaarde (kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor benzeen voor kankereffecten bij een verwaarloosbaar extra kankerrisico (longkanker) van 1 op 1 miljoen (10⁻⁶)²⁴:

²² Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter benzeen voor gebruik in MER (VITO, 2017)

²³ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter toluen voor gebruik in MER (VITO, 2017)

²⁴ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter benzeen voor gebruik in MER (VITO, 2017)

0,038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (basis: eenheidsrisico (unit risk / UR) van $2,6 \times 10^{-5}$ bij levenslange blootstelling aan 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ van Anses, 2014)

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [benzeen] in de omgevingslucht 2017-2019	gezondheidskundige advieswaarde kankereffecten (Anses, 2014)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling aan de gemeten concentraties en uitgaande van UR = $2,6 \times 10^{-5}$ bij 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Anses, 2014)
GK09 – Sluis Langerlo (industriezone)	0,31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,038 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$8,0 \times 10^{-6}$ (~1/120.000)

Het extra individueel kankerrisico bij levenslange blootstelling is op de meetplaats (in industriezone) niet verwaarloosbaar. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1 op 1 miljoen (10^{-6}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1 op 100.000 (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 BIJ CHRONISCHE BLOOTSTELLING

Het inschatten van de gezondheidsrisico's als gevolg van blootstelling aan PAK's is zeer moeilijk. PAK's komen meestal voor als een complex mengsel van stoffen. Naargelang de bron van de vervuiling zal de samenstelling van het PAK's-mengsel wijzigen, wat gevolgen heeft voor het inschatten van de invloed op de gezondheid. Benzo(a)pyreen (BaP) is de best onderzochte PAK. Gelet op deze complexiteit, evalueren we enkel de meetresultaten voor BaP.

2.3.3.3 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.

Gezondheidskundige advieswaarden PAK's (niet-kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde voor niet-kankereffecten:

- 2 ng/m³ voor benzo(a)pyreen (BaP) (basis: referentieconcentratie (RfC) van US-EPA, 2017). Deze waarde geldt voor BaP op zich, niet als indicator voor PAK-mengsels.

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [benzo(a)pyreen] 2017-2019	Gezondheidskundige advieswaarde (US-EPA, 2017)
GK32 – Bethaniëstraat 74, Genk	0,13 ng/m ³	2 ng/m ³

Op de meetpost blijven de gemiddelde concentraties voor benzo(a)pyreen ruim onder de gezondheidskundige advieswaarde voor niet-kankereffecten. Mogelijke gezondheidseffecten, verschillend van kanker, door inademing van benzo(a)pyreen worden bij de gemeten concentraties dan ook niet verwacht.

2.3.3.4 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).

Gezondheidskundige advieswaarde (kankereffecten)

VITO selecteerde na diepte-analyse volgende gezondheidskundige advieswaarde (GAW) voor benzo(a)pyreen als indicator voor PAK-mengsels voor kankereffecten bij een verwaarloosbaar extra kankerrisico (longkanker) van 1 op 1 miljoen (10⁻⁶)²⁵: 0,012 ng BaP/m³ (basis: eenheidsrisico (unit risk / UR) van 8,7 x 10⁻⁵ bij levenslange blootstelling aan 1 ng/m³ van WHO, 2000). VITO geeft hierbij wel aan dat de voorgestelde GAW vermoedelijk een overschatting van het risico inhoudt omwille van de aanwezigheid van andere stoffen in epidemiologische studies.

²⁵ Selectie gezondheidskundige advieswaarde voor parameter PAK's (BaP) voor gebruik in MER (VITO, 2017)

Berekening extra individueel kankerrisico op basis van de meetresultaten

Meetplaats	VMM-meetresultaat gemiddelde concentratie [benzo(a)pyreen] 2017-2019	gezondheidskundige advieswaarde kankereffecten (WHO, 2000)	extra individueel risico op longkanker bij levenslange blootstelling aan de gemeten concentraties en uitgaande van UR = $8,7 \times 10^{-5}$ bij 1 ng/m^3 (WHO, 2000)
GK32 – Bethaniëstraat 74, Genk	0,13 ng/m^3	0,012 ng BaP/m^3	$1,1 \times 10^{-5}$ (~1/90.000)

Opmerking: de gemeten PAK-concentraties in Genk-Zuid waren vergelijkbaar met het gemiddelde van de gemeten concentraties op de verschillende meetplaatsen in Vlaanderen²⁶

Het extra kankerrisico op de meetplaats in de woonzone is 1,1 op 100.000. Dit is niet verwaarloosbaar maar ook niet onaanvaardbaar hoog. De berekende risico's zijn immers hoger dan 1 op 1 miljoen (10^{-6}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1 op 10.000 (10^{-4}), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie) wordt gehanteerd. Opgemerkt wordt dat de resultaten gezondheidskundig relevant zijn maar evenwel niet sterk afwijkend ten opzichte van de situatie in de rest van Vlaanderen.

²⁶ VMM voert PAK-metingen uit op 8 meetplaatsen in Vlaanderen: Borgerhout, Genk, Gent-Baudelohof, Gent-Meulestedekaai, Grimbergen, Houtem, Sint-Kruis-Winkel, Zelzate. .

3 (VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE voor combinatie van stoffen

3.1 INLEIDING

Klassiek wordt in een milieugezondheidskundige risicoanalyses enkel stof per stof gekeken of er al dan niet een probleem verwacht wordt voor de (volks)gezondheid. In de praktijk 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 gezamenlijk 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 Gecombineerde Blootstelling is gebaseerd op de benadering van de WHO-IPCS (International Program on Chemical Safety) voor beoordeling van mengeltoxiciteit. De tool is bedoeld om te screenen: de tool houdt rekening 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. Deze tool kreeg begin 2020 een update; de meest recente versie van de tool werd gebruikt.

Voor Genk-Zuid werden volgende stoffen en concentraties in de omgevingslucht samen gescreend op hun gemeenschappelijk effect²⁷:

Stof/agentia	meetplaats	omgevingsconcentratie	Eenheid
arseen (anorganisch)	GK11 (woonzone)	0,0008	µg/m ³
benzeen	GK09 (industriezone)	0,31	µg/m ³
benzo(a)pyreen (indicator voor PAKs)	GK32 (woonzone)	0,13	ng/m ³
cadmium	GK11 (woonzone)	0,0004	µg/m ³
chromium zeswaardig (CrVI)	GK11 (woonzone)	0,0015	µg/m ³
kwik (metallisch)	GK11 (woonzone)	0,0069	µg/m ³
lood	GK11 (woonzone)	0,016	µg/m ³
mangaan	GK11 (woonzone)	0,044	µg/m ³
nikkel (excl. oxidisch nikkel)	GK11 (woonzone)	0,006	µg/m ³
nikkel-oxide	GK11 (woonzone)	0,011	µg/m ³

opmerkingen:

- Voor wat betreft de metalen in fijn stof werden de concentraties op de meetplaats GK11 – E. Fabrylaan gebruikt; dit is de meetplaats in woonzone waar de hoogste concentraties metalen worden gemeten.
- Daarnaast werden de concentraties benzeen en benzo(a)pyreen toegevoegd in de tool. Deze concentraties werden niet op dezelfde meetplaats gemeten als de zware metalen. Er wordt echter aangenomen dat de gemeten concentraties op de betrokken meetplaatsen representatief kunnen zijn voor concentraties van deze stoffen op meetplaats GK11 gezien de gemeten concentraties vergelijkbaar zijn met de concentraties die ook elders in Vlaanderen worden gemeten. Toluene werd daarentegen niet meegenomen in de tool. De meetplaats bevindt zich in industriezone en de gemeten concentraties kunnen niet als representatief voor de achtergrondconcentratie in woonzone worden beschouwd.
- Voor nikkel wordt onderscheid gemaakt tussen oxidisch nikkel en andere nikkelvormen.
- Voor kwik kon geen gemiddelde concentratie berekend worden voor de meetperiode 2017-2019 wegens het ontbreken van meetgegevens voor 2018; daarom werd de hoogste jaargemiddelde waarde ingevoerd.

²⁷ PM10 kon niet mee beschouwd worden: de tool bevat PM10 niet als aparte parameter omdat dit aanleiding zou geven tot een dubbelrekening met o.a. 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

3.2.1 Screeningsresultaat Tool Gecombineerde Blootstelling

Om overeenkomsten in gezondheidseffecten van stoffen in een mengsel te bepalen, moet er per stof bepaald worden wat de kritische²⁸ en subkritische²⁹ effecten zijn. De Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO) gebruikt voornamelijk de (sub)kritische effecten uit de toxicologische profielen van ATSDR.

Om te screenen op een mogelijk effect door gecombineerde blootstelling aan stoffen berekent de Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO) een algemene 'hazard index' voor het mengsel:

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

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 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).

Voor Genk-Zuid geeft de Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO, 2020) volgend resultaat i.v.m. niet-kankereffecten door de combinatie van de gemeten stoffen en concentraties in de omgevingslucht:

Bij gelijktijdige inhalatoire blootstelling aan hoger vermelde concentraties (cf. 3.1) geeft de Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO) een hazard index (HI) groter dan 1 aan. Dit betekent dat, op basis van een eerste screening, gezondheidseffecten door blootstelling aan een combinatie van stoffen en hun gemeten concentraties niet uit te sluiten zijn. Voor wat betreft de niet-kankereffecten door de combinatie van blootstelling aan verschillende stoffen geeft de screeningstool aan dat volgende gezondheidseffecten door een gecombineerde blootstelling aan de gemeten concentraties in de omgeving van Genk-Zuid niet uit te sluiten zijn:

- immunologische en lymforeticulaire effecten;
- effect op het lichaamsgewicht.

De blootstelling aan nikkel draagt het meest (59%) bij aan het risico van het mengsel.

Wat betreft het gezondheidseindpunt 'effect op lichaamsgewicht' wordt opgemerkt dat dit in de Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO) is meegenomen omdat dit ook als eindpunt is opgenomen in de ATSDR-profielen. In toxicologische proeven (in geval van dierproeven) is lichaamsgewicht immers een parameter die als eindpunt gebruikt wordt. Maar het eindpunt 'effecten op lichaamsgewicht' bij dierproeven is eerder een indicator voor een ander onderliggend probleem, als een vorm van stress, en de betekenis voor de mens is moeilijk interpreteerbaar. Daarom wordt het risico op effecten op lichaamsgewicht niet verder bekeken.

3.2.2 Berekening eindpunt-specifieke Hazard Index

Naar aanleiding van het resultaat van de Tool Gecombineerde Blootstelling werd het risico op immunologische en lymforeticulaire effecten verder onderzocht. Om het risico op dit (subkritische) effect

²⁸ Kritische effecten zijn effecten waarop de effecten voorkomen vanaf een lagere dosis dan andere effecten; referentiewaarden zijn meestal gebaseerd op de laagste dosis waarbij het kritisch effect geaffecteerd wordt; deze informatie kan gemakkelijk teruggevonden worden in de documenten die de afleiding van referentiewaarden beschrijven.

²⁹ Subkritische effecten zijn effecten die vanaf een licht hogere dosis geaffecteerd worden, dan de kritische effecten. Het is echter belangrijk om ook informatie over subkritische effecten mee te nemen in mengselbeoordeling. Het verwaarlozen van (sub)kritische effecten zou tot een onderschatting van de eindpuntspecifieke HI's kunnen leiden.

beter in te schatten werd de Target Toxicity Doses methode³⁰ gebruikt en een eindpuntspecifieke 'hazard index' berekent, m.n. de 'hazard index' voor immunologische en lymforeticaire effecten ($HI_{imm+lymf}$):

$$HI (imm + lymf) = \sum_{i=1}^n HQ_i (imm + lymf) \text{ waarbij } HQ_i (imm + lymf) = \frac{exp_i}{TTD_i (imm+lymf)}$$

Op basis van de ATSDR-profielen kunnen immunologische en lymforeticaire effecten voorkomen bij inhalatoire blootstelling aan de stoffen benzeen, zeswaardig chroom, kwik en nikkel. Er werden specifieke toetsingswaarden (zogenaamde TTD-waarden) voor de immunologische en lymforeticaire effecten door blootstelling aan deze stoffen afgeleid om de hazard index van het mengsel specifieker te kunnen berekenen. Deze afgeleide TTD-waarden zijn hoger dan de toetsingswaarden die in de Tool Gecombineerde Blootstelling (VITO) worden gebruikt omdat de immunologische en lymforeticaire effecten, effecten zijn die pas bij hogere concentraties kunnen optreden.

Dit resulteert in een specifieke hazard index voor het eindpunt immunologische en lymforeticaire effecten $HI_{imm+lymf} < 1$ bij een gecombineerde blootstelling aan de gemeten concentraties benzeen, zeswaardig chroom, kwik en nikkel in de omgeving van Genk-Zuid. Immunologische en lymforeticaire effecten door blootstelling aan de combinatie van stoffen in de omgeving van Genk-Zuid worden bijgevolg niet verwacht.

Samengevat: er worden geen niet-kankereffecten verwacht door combinatie van de blootstelling aan de verschillende stoffen die gemeten worden in de omgeving van Genk-Zuid.

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
zeswaardig chroom (Cr(VI))	$6,00 \times 10^{-5}$
benzo(a)pyreen (indicator voor PAK's)	$1,13 \times 10^{-5}$
benzeen	$8,06 \times 10^{-6}$
nikkel	$4,42 \times 10^{-6}$
arseen	$8,00 \times 10^{-7}$
cadmium	$7,20 \times 10^{-7}$
RISICO MENGSEL (Total Cancer Risk)	$8,53 \times 10^{-5}$

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.

³⁰ <https://www.atsdr.cdc.gov/interactionprofiles/ip-ga/ipga-c1-c5.pdf>

4 CONCLUSIE

In dit rapport wordt de (volks)gezondheidskundige interpretatie beschreven van de meetresultaten van de Vlaamse Milieumaatschappij voor de periode 2017-2019. De betekenis voor de gezondheid van de omwonenden van de industriezone Genk-Zuid werd nagegaan door de meetresultaten van de meetposten in/representatief voor de woonzone te toetsen aan gezondheidskundige advieswaarden (GAW) voor blootstelling op lange termijn.

Gezondheidskundig zijn er in de omgeving van de industriezone Genk-Zuid volgende aandachtspunten op basis van de beschikbare lucht- en depositiemetingen voor de periode 2017-2019.

- Er is een verhoogd risico op gezondheidseffecten door blootstelling aan **zware metalen** in de omgeving van de industriezone Genk-Zuid.
 - De longen zijn het meest gevoelig voor blootstelling aan deze zware metalen. Er is een extra individueel risico op longkanker door de aanwezigheid van zware metalen in de lucht.
 - Het risico op gezondheidseffecten is het hoogst in de nabijgelegen woonzones ten noordoosten van de industriezone Genk-Zuid en neemt af met toenemende afstand tot het staalbedrijf Aperam.
 - Het extra risico is niet onaanvaardbaar hoog, maar vooral de concentraties (zeswaardig) **chroom** en in mindere mate **nikkel** zijn gezondheidskundig niet verwaarloosbaar.
 - Deze risico-inschatting veronderstelt een levenslange blootstelling van omwonenden aan concentraties zoals deze in de periode 2017-2019 werden gemeten.
- De depositie van **dioxine-achtige-PCB's** in de omgeving van het schrootverwerkend bedrijf Stelimet is een aandachtspunt. In 2017 werden er drempelwaarden overschreden; in 2018 en 2019 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 gemeten concentraties zijn vergelijkbaar met 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.