

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

# **VOLKSGEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE VAN DE LUCHT- EN DEPOSITIE METINGEN VAN DE VMM IN HOBOKEN 2016 – 2018**

13.09.2019

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

Agentschap Zorg en Gezondheid, Afdeling Preventie, team milieugezondheidszorg

## Inhoudstafel

|        |                                                                                   |    |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1      | INLEIDING                                                                         | 3  |
| 2      | (VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE per vervuilende stof                      | 5  |
| 2.1    | Overzicht zware metalen                                                           | 5  |
| 2.2    | Arseen                                                                            | 7  |
| 2.2.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 7  |
| 2.2.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 7  |
| 2.2.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 8  |
| 2.3    | Cadmium                                                                           | 9  |
| 2.3.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 9  |
| 2.3.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 9  |
| 2.3.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 10 |
| 2.4    | Chroom                                                                            | 11 |
| 2.4.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 11 |
| 2.4.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 11 |
| 2.4.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 12 |
| 2.5    | Lood                                                                              | 13 |
| 2.5.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 13 |
| 2.5.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 13 |
| 2.5.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 14 |
| 2.6    | Koper                                                                             | 14 |
| 2.6.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 14 |
| 2.6.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 14 |
| 2.6.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 15 |
| 2.7    | Mangaan                                                                           | 15 |
| 2.7.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 15 |
| 2.7.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 15 |
| 2.7.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 16 |
| 2.8    | Nikkel                                                                            | 16 |
| 2.8.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 16 |
| 2.8.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 16 |
| 2.8.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 16 |
| 2.9    | Zink                                                                              | 17 |
| 2.9.1  | <i>Blootstelling</i>                                                              | 17 |
| 2.9.2  | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 17 |
| 2.9.3  | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 17 |
| 2.10   | Antimoon                                                                          | 18 |
| 2.10.1 | <i>Blootstelling</i>                                                              | 18 |
| 2.10.2 | <i>Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling</i>        | 18 |
| 2.10.3 | <i>Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling</i>             | 18 |
| 2.11   | ZWAVELDIOXIDE, STIKSTOFDIOXIDE, FIJN STOF (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub> ) | 18 |
| 2.11.1 | <i>Zwavedioxide</i>                                                               | 19 |
| 2.11.2 | <i>Stikstofdioxide</i>                                                            | 19 |
| 2.11.3 | <i>Fijn stof (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)</i>                              | 20 |
| 3      | Volksgesondheidskundige interpretatie voor combinatie van stoffen                 | 21 |
| 4      | Volksgesondheidskundige conclusie                                                 | 23 |
| 5      | OVERZICHTSTABEL                                                                   | 24 |

# 1 INLEIDING

Dit rapport beschrijft de volksgezondheidskundige inschatting van de resultaten van de luchtmetingen, die in 2016, 2017 en 2018 in Hoboken door de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) werden uitgevoerd, door het Agentschap Zorg en Gezondheid.

Figuur 1 geeft een overzicht van de VMM meetposten voor de opvolging van de luchtkwaliteit. Tabel 1 vermeldt de benaming, de locatie en de gemeten parameters van de meetposten in de woonzone. De tabel, figuur en meetresultaten zijn terug te vinden in het Jaarrapport lucht - Emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit in 2017 en 2018 in Vlaanderen, van de Vlaamse Milieumaatschappij (2018).

**Figuur 1 : Overzicht van de meetposten**



**Tabel 1 : overzicht van de (lucht)meetposten van VMM in woonzones in Hoboken**

| Benaming meetpost | Adres                                                 | Gemeten parameters                                                                                                                                   |
|-------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HB17              | Edisonstraat 20, Hoboken                              | Zware metalen in PM <sub>10</sub> -stof                                                                                                              |
| HB18              | J. Leemanslaan, Hoboken                               | Zware metalen in PM <sub>10</sub> -stof + zware metalen in neervallend stof                                                                          |
| HB23              | Plein tussen Curiestraat en Standbeeldstraat, Hoboken | Zware metalen in PM <sub>10</sub> -stof, zware metalen in neervallend stof, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> |
| HB0F              | Langs spoorweg, Hoboken                               | Zware metalen in neervallend stof                                                                                                                    |
| HB00              | Langs spoorweg, Hoboken                               | Zware metalen in neervallend stof                                                                                                                    |
| HB0X              | Hertoglei, Hoboken                                    | Zware metalen in neervallend stof                                                                                                                    |
| HB80              | Maccabilaan 32, Hoboken                               | Zware metalen in neervallend stof                                                                                                                    |

De betekenis voor de volksgezondheid wordt ingeschat door de meetresultaten in woonzones (immissie) te toetsen aan gezondheidkundige advieswaarden voor blootstelling via inhalatie op lange termijn.

Volksgezondheidkundige advieswaarden en wettelijke grenswaarden vallen niet noodzakelijk samen.

Bij het vaststellen van de wettelijke (Europese) luchtkwaliteitsnormen speelt niet alleen de bescherming van de volksgezondheid een rol, maar ook de technische haalbaarheid en economische aspecten wegen mee door bij de bepaling van wettelijke luchtkwaliteitsnormen. Gezondheidkundige advieswaarden, welke enkel vanuit het oogpunt van de bescherming van de volksgezondheid zijn opgemaakt, zijn daarom vaak strenger dan de wettelijke normen.

Zware metalen worden in Hoboken gemeten in PM<sub>10</sub>-stof in de lucht en in het neervallend stof (totale depositie). Enkel de concentratie van zware metalen in PM<sub>10</sub>-stof in de lucht wordt getoetst aan gezondheidkundige advieswaarden, omdat er voor zware metalen in depositie geen gezondheidkundige toetsingswaarden bestaan. De VMM toetst de zware metalen in depositie wel aan VLAREM grens- en richtwaarden, wat milieukundige toetsingswaarden zijn.

Het afleiden van gezondheidkundige toetsingswaarden is een complex werk dat door internationale en nationale instanties wordt uitgevoerd op basis van beschikbare epidemiologische studies en/of proefdieronderzoek. Toetsingswaarden van o.a. volgende instanties werden geraadpleegd:

- 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) uit.
- Het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek (IARC) is een agentschap van de WHO, gespecialiseerd in kanker. Het IARC klasseert stoffen in 5 groepen<sup>1</sup> in verband met hun vermogen tot het veroorzaken van kanker op basis van de beschikbare wetenschappelijke gegevens.
- Het Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) is een federaal agentschap Volksgezondheid o.a. bevoegd voor milieugebonden volksgezondheidsrisico's van de Verenigde Staten. ATSDR maakt o.a. toxicologische profielen op die de belangrijkste studies over de gezondheidseffecten van stoffen samenvatten.
- Het Environmental Protection Agency (US-EPA) is het een ander federaal agentschap van de Verenigde Staten dat belast is met de bescherming van de volksgezondheid en het milieu. Het heeft een regulerende rol. US-EPA stelt referentieconcentraties (RfC<sup>2</sup>) op voor blootstelling aan stoffen door inademing.
- Health Canada is de federale afdeling die verantwoordelijk is voor het behouden en verbeteren van de gezondheid van de Canadezen, met respect voor individuele keuzes en omstandigheden. Health Canada beoordeelt de gezondheidsrisico's van stoffen en op basis daarvan worden "health-based guidance values" opgesteld.
- Het Office of Environmental Health Hazard Assessment van de Californische EPA heeft als missie het beschermen en verbeteren van de gezondheid van Californiërs en het milieu door middel van wetenschappelijke evaluaties die regelgevende en andere acties informeren, ondersteunen en begeleiden. OEHHA leidt Reference Exposure Levels (REL) af voor blootstelling aan chemische stoffen via inhalatie.

Er bestaat dus een waaier aan gezondheidkundige toetsingswaarden van verschillende instanties (bv. WHO, ATSDR, US EPA, Cal EPA, ECHA, ANSES etc.). De keuze van de geschikte toetsingswaarde uit deze waaier vormt vaak een knelpunt bij risicoanalyses. Daarom liet het agentschap Zorg en Gezondheid een protocol ontwikkelen door VITO voor de selectie van een gezondheidkundige advieswaarde (GAW) (*De Brouwere and Cornelis, 2016*). Het protocol leidt via een systematische en gestandaardiseerde methode tot de selectie van de te gebruiken

<sup>1</sup> 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.

<sup>2</sup> De RfC is een concentratie waaraan de mens kan blootgesteld worden waarbij geen risico op nadelige, niet-kanker gezondheidseffecten verondersteld wordt. Deze waarde geldt voor de algemene bevolking en houdt dus ook rekening met eventuele gevoelige groepen.

GAW op een uniforme en transparante manier. In 2017 gaf AZG de opdracht aan VITO om een diepte-analyse selectieprocedure toe te passen voor chemische pollutanten die frequent voorkomen in milieueffectrapportage (m.e.r.), om aldus de meest geschikte gezondheidkundige advieswaarde te selecteren per stof. Voor de gezondheidkundige beoordeling van enkele zware metalen in dit rapport wordt verwezen naar de GAW's die uit deze diepte-analyses voor toepassing in milieueffectenrapporten (MER's) werden geselecteerd. Voor de zware metalen waarvoor geen diepte-analyse werd uitgevoerd, werd de standaard-analyse toegepast zoals omschreven in het protocol.

Bij volksgezondheidkundige risico-inschattingen wordt een aparte inschatting gemaakt voor eventuele **niet-kankereffecten** én 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<sup>3</sup> 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. Wanneer dit extra risico op kanker door levenslange blootstelling kleiner of gelijk is aan ( $\leq$ ) 1 op 1 miljoen ( $10^{-6}$ ) bij levenslange blootstelling, spreken we van een "quasi nul" of verwaarloosbaar risico. Bij toenemende blootstelling neemt ook het extra risico op kanker toe. Wanneer dit extra risico op kanker door een bepaalde blootstelling groter wordt dan 1 op 10.000 bij levenslange blootstelling, wordt dit vrij universeel als volksgezondheidkundig onaanvaardbaar beschouwd. Naarmate het risico toeneemt, wordt het nemen van maatregelen om te streven naar een lager risico dwingender.

**Tabel 2: volksgezondheidkundige interpretatie van het extra kankerrisico bij levenslange blootstelling en maatregelen**

| Extra kankerrisico bij levenslange blootstelling | Volksgezondheidkundige interpretatie                   | Maatregelen                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| < 1/miljoen                                      | "nul" effect, verwaarloosbaar klein extra kankerrisico | /                                                                                                                                                                |
| 1/miljoen < extra risico < 1/10.000              | Volksgezondheidkundig niet verwaarloosbaar             | Streef naar een risico "As Low As Reasonably Achievable" (ALARA). Naarmate het risico groter is en zeker vanaf 1/10.000 is het nemen van maatregelen dwingender. |
| > 1/10.000                                       | Volksgezondheidkundig onaanvaardbaar                   |                                                                                                                                                                  |

## 2 (VOLKS)GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE per vervuilende stof

### 2.1 OVERZICHT ZWARE METALEN

In onderstaande tabel worden de jaargemiddelde concentraties weergegeven voor de verschillende zware metalen in fijn stof die in 2016, 2017 en 2018 door VMM werden gemeten. Daarnaast vermeldt de tabel ook de Europese grens- en streefwaarden en de Vlaamse grenswaarde uit VLAREM (milieuwetgeving). Overschrijdingen van de milieuwetgeving worden in het rood aangeduid. De toetsing aan wettelijke grenswaarden maakt geen deel uit van de volksgezondheidkundige inschatting.

<sup>3</sup> Een unit risk (UR) is het geschatte extra risico op kanker indien men levenslang wordt blootgesteld aan  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  van die stof. Stel dat de unit risk van een stof =  $5 \times 10^{-6}$  per  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bedraagt, dan verwacht men dat, indien 1 miljoen mensen een leven lang dagelijks worden blootgesteld aan een concentratie van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  van die stof, er van dat miljoen mensen er 5 mensen méér kanker zullen krijgen dan wanneer dat miljoen mensen niet levenslang aan die stof zou zijn blootgesteld geweest. Indien diezelfde miljoen mensen aan die stof met  $\text{UR} = 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zouden zijn blootgesteld geweest maar levenslang aan een concentratie van  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , worden niet 5 maar 10 extra kankergevallen verwacht op die 1.000.000 mensen.

**Tabel 3 : overzicht van de meetresultaten en wettelijke toetsingswaarden zware metalen in PM<sub>10</sub>-stof**

|          | Meetplaats                               | Jaargemiddelde concentratie 2016 (ng/m <sup>3</sup> ) | Jaargemiddelde concentratie 2017 (ng/m <sup>3</sup> ) | Jaargemiddelde concentratie 2018 (ng/m <sup>3</sup> ) | EU Grens (ng/m <sup>3</sup> ) | EU Streef (ng/m <sup>3</sup> ) | VLAREM Grens (ng/m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Lood     | Edisonstr HB17                           | 288,02                                                | 203,83                                                | 198,80                                                | 500                           | /                              | /                                 |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 111,99                                                | 83,52                                                 | 52,40                                                 |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 490,40                                                | 332,48                                                | 175,70                                                |                               |                                |                                   |
| Arseen   | Edisonstr HB17                           | 21,13                                                 | 21,97                                                 | 16,50                                                 |                               | 6                              | /                                 |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 7,18                                                  | 7,37                                                  | 4,40                                                  |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 27,56                                                 | 23,27                                                 | 11,60                                                 |                               |                                |                                   |
| Cadmium* | Edisonstr HB17                           | 6,12                                                  | 4,94                                                  | 5,00                                                  |                               | 5                              | 30                                |
|          | J.Leemanslaan HB18                       |                                                       | 1,84                                                  | 1,40                                                  |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 |                                                       | 4,15                                                  | 3,00                                                  |                               |                                |                                   |
| Chroom   | Edisonstr HB17                           | 3,97                                                  | 2,32                                                  | 3,20                                                  |                               | 20                             |                                   |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 3,57                                                  | 2,59                                                  | 4,30                                                  |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 4,47                                                  | 2,95                                                  | 4,70                                                  |                               |                                |                                   |
| Koper    | Edisonstr HB17                           | 43,34                                                 | 38,39                                                 | 45,90                                                 |                               |                                |                                   |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 28,96                                                 | 28,40                                                 | 26,60                                                 |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 43,16                                                 | 37,22                                                 | 32,50                                                 |                               |                                |                                   |
| Mangaan  | Edisonstr HB17                           | 10,02                                                 | 10,75                                                 | 13,60                                                 |                               |                                |                                   |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 10,28                                                 | 13,42                                                 | 11,90                                                 |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 11,15                                                 | 12,95                                                 | 11,50                                                 |                               |                                |                                   |
| Nikkel   | Edisonstr HB17                           | 3,63                                                  | 4,40                                                  | 6,60                                                  |                               |                                |                                   |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 1,63                                                  | 2,58                                                  | 3,60                                                  |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 3,55                                                  | 4,72                                                  | 5,70                                                  |                               |                                |                                   |
| Zink     | Edisonstr HB17                           | 82,09                                                 | 65,26                                                 | 67,40                                                 |                               |                                |                                   |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | 55,58                                                 | 54,83                                                 | 47,20                                                 |                               |                                |                                   |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | 88,03                                                 | 67,18                                                 | 52,90                                                 |                               |                                |                                   |

|          |                                          |   |       |       |  |  |  |
|----------|------------------------------------------|---|-------|-------|--|--|--|
| Antimoon | Edisonstr HB17                           | / | 17,16 | 14,40 |  |  |  |
|          | J.Leemanslaan HB18                       | / | 14,99 | 7,90  |  |  |  |
|          | Plein tss Curiestr en Standbeeldstr HB23 | / | 42,34 | 21,30 |  |  |  |

## 2.2 ARSEEN

### 2.2.1 Blootstelling

Burgers kunnen worden blootgesteld aan arseen via de lucht, drinkwater en voeding. Arseenverbindingen komen vooral voor in de fijnere stoffracties ( $< 1 \mu\text{m}$ ), hebben daardoor een langere verblijftijd in de atmosfeer en kunnen diep in de longen worden afgezet. Toxicologisch gezien kunnen As-verbindingen in drie groepen worden ingedeeld: anorganische arseenverbindingen, organische arseenverbindingen en arsinegas.

Meestal is voeding de grootste bron en is het aandeel dat wordt ingeademd beperkt. In voeding komt arseen bijvoorbeeld voor in vis- en zeevruchten maar voornamelijk onder onschadelijke vorm. Sommige bodems bevatten van nature meer arseen dan gemiddeld en dit kan dan in drinkwater terecht komen. Ook sigarettenrook bevat arseen.

Professionele arseenblootstelling kan optreden bij metaalsmelten, en in de buurt van metaalnijverheid kan de omgevingslucht meer dan gemiddeld arseen bevatten zoals in Hoboken. Uit een studie, uitgevoerd door VITO<sup>5</sup> in opdracht van de VMM, bleek dat het gemeten As in de PM<sub>10</sub>-fractie hoofdzakelijk aanwezig is als arseniet (As(III)) en arsenaat (As(V)) die beiden een vorm van anorganisch arseen zijn. De verschillende arseenvormen kunnen in het milieu en in het lichaam in elkaar worden omgezet.

### 2.2.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Gezondheidskundige toetsingswaarden

Geen enkele instantie heeft een toetsingswaarde voor de verschillende arseenvormen apart afgeleid.

Voor chronische blootstelling aan arseen in de omgevingslucht voor niet-carcinogene effecten heeft enkel OEHHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment van California Environmental Protection Agency) een gezondheidskundige toetsingswaarde: 15 ng/m<sup>3</sup> (REL = Reference exposure level). De afleiding van deze chronische toetsingswaarde is goed gedocumenteerd, en werd na her-evaluatie door OEHHHA in 2014 behouden. Deze waarde is gebaseerd op het eindpunt “neurologische ontwikkeling” als kritisch effect. Het werd afgeleid naar aanleiding van de vaststelling van verminderde intellectuele functies bij 10-jarige kinderen die blootgesteld worden aan arseen in drinkwater.

**Tabel 4 : vergelijking VMM-metresultaten met gezondheidskundige advieswaarde Arseen**

| Meetplaats                    | [As <sup>totaal</sup> in PM <sub>10</sub> ] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |       |       | Gezondheidskundige toetsingswaarde van OEHHHA voor [As <sup>totaal</sup> ] (ng/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 2016                                                                            | 2017  | 2018  |                                                                                                 |
| Edisonstr                     | 21,13                                                                           | 21,97 | 16,50 | 15                                                                                              |
| J.Leemanslaan                 | 7,18                                                                            | 7,37  | 4,40  |                                                                                                 |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 27,56                                                                           | 23,27 | 11,60 |                                                                                                 |

Bij toetsing aan de chronische REL van OEHHHA van 15 ng/m<sup>3</sup> blijkt in 2 meetposten de resultaten boven de gezondheidskundige toetsingswaarde te liggen in 2016 en 2017. In 2018 wordt de gezondheidskundige toetsingswaarde gerespecteerd in 2 meetposten waardoor de mogelijke impact van arseen op de intellectuele

functie bij kinderen en andere niet-carcinogene gezondheidseffecten niet langer verwacht worden bij de huidige gemeten arseen concentratie in Hoboken. In 1 meetpost wordt echter nog de toetsingswaarde overschreden, waardoor er nog een mogelijke impact van arseen bestaat.

### 2.2.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Alle instanties klasseren anorganisch arseen als bewezen carcinogeen voor mensen. De inademing van anorganisch arseen verhoogt het risico op longkanker. De meeste studies waarop dit bewijs steunt hebben betrekking op arbeiders, die vooral blootgesteld werden aan arseentrioxide stof bij kopersmelters.

#### Kankereenheidsrisico

Geen enkele instantie heeft een eenheidsrisico voor specifieke Arseenverbindingen afgeleid.

WHO, US-EPA, Health Canada en OEHHA hebben elk een eenheidsrisico voor arseen afgeleid gebaseerd op epidemiologische studies van arbeiders in smelterijen. Ook DECOS (Dutch Expert Committee on Occupational Safety 2012) heeft een aantal van deze epidemiologische studies geëvalueerd en een recente studie van Lubin and Moore (2008), waarin de onderzoekers een analyse van het interne-blootstellingseffect gebruikten binnen de beroepshalve blootgestelde groep. Bij de diepte-analyses voor toepassing in milieueffectenrapporten (2017, Vito) werd het eenheidsrisico van DECOS geselecteerd. **Het eenheidsrisico van DECOS (2012) bedraagt  $1,0 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$** . De hierbij horende concentratie voor een extra kankerrisico van 1 per  $10^6$  bij levenslange blootstelling is  **$1 \text{ ng}/\text{m}^3$** . Dit is vergelijkbaar is met de toetsingswaarde van  $0,66 \text{ ng}/\text{m}^3$  van WHO (2000).

**Tabel 5 : berekening extra kankerrisico bij levenslange blootstelling op basis van meetresultaten 2016-2018 Arseen**

|                               | Extra individueel risico op longkanker volgens DECOS<br>( $\text{UR} = 1,0 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) |                       |                       |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Meetplaats                    | 2016                                                                                                                       | 2017                  | 2018                  |
| Edisonstr                     | $21,1 \times 10^{-6}$                                                                                                      | $22,0 \times 10^{-6}$ | $16,5 \times 10^{-6}$ |
| J.Leemanslaan                 | $7,2 \times 10^{-6}$                                                                                                       | $7,4 \times 10^{-6}$  | $4,4 \times 10^{-6}$  |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | $27,6 \times 10^{-6}$                                                                                                      | $23,3 \times 10^{-6}$ | $11,6 \times 10^{-6}$ |

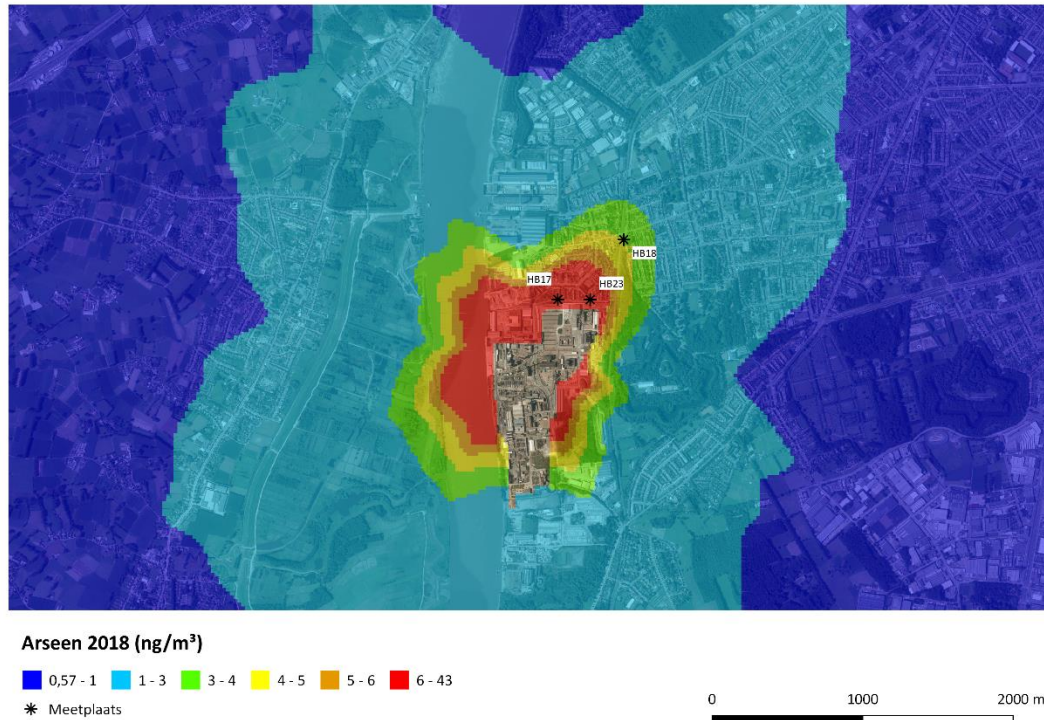
Het geschatte extra risico op kanker door levenslange blootstelling aan die arseen-concentraties is volgens het eenheidsrisicogetal van de DECOS op alle meetposten in Hoboken groter dan 1 op een miljoen (dus niet gezondheidskundig verwaarloosbaar) maar kleiner dan 1 op 10.000 (dus niet onaanvaardbaar). De hoogst gemeten concentratie de afgelopen 3 jaar (2016-2018), nl.  $27,56 \text{ ng}/\text{m}^3$  (meetpost hoek Plein Curie en Standbeeldstraat) komt overeen met een extra kankerrisico van 27,6 op 1.000.000. Dit is gezondheidskundig niet verwaarloosbaar maar niet onaanvaardbaar. Hoewel dit kleine extra risico effectief aanwezig is, is geen lokaal verhoogde jaarlijkse kankerincidentie te verwachten omdat het aantal blootgestelde mensen dat aan dit verhoogde risico blootgesteld is te klein is om zich te vertalen in lokale incidentie-statistieken.

**Het is gezondheidskundig noodzakelijk om te streven naar een daling van het risico en dus van de Arseen-concentratie, volgens het zo laag als redelijkerwijze haalbaar principe (ALARA: As Low As Reasonably Achievable).**

De VMM voert een modellering uit voor arseen (naast cadmium en lood) voor de regio Hoboken. Op basis van deze modellering maakt de VMM een inschatting van de oppervlakte van de overschrijdingszone en het aantal inwoners in deze zone (zie figuur 2). De 2 van de 3 meetplaatsen van Hoboken liggen in de zone waar het jaargemiddelde voor As groter is ( $>$ ) dan  $6 \text{ ng}/\text{m}^3$  (Europese streefwaarde). Deze zone was in 2018  $0,47 \text{ km}^2$  groot en het model schat dat er circa 2,4 % van de inwoners uit Hoboken wordt blootgesteld aan een jaargemiddelde voor arseen  $> 6 \text{ ng}/\text{m}^3$ . De hoogste gemeten concentratie in 2018 is  $17 \text{ ng}/\text{m}^3$  (meer bepaald in de meetpost t.h.v. Edisonstraat), de hoogste gemodelleerde waarde is  $43 \text{ ng}/\text{m}^3$ .

Er woont niemand op een locatie waar de concentratie hoger is dan 66 ng/m<sup>3</sup>. Dit is belangrijk omdat 66 ng/m<sup>3</sup> die concentratie arseen in omgevingslucht is die overeenkomt met een extra kankerrisico van 1/10.000 bij levenslange blootstelling, wat als een onaanvaardbaar risico wordt beschouwd.

**Figuur 2: Modellerings As-concentratie in Hoboken, op basis van meetresultaten 2018, uitgevoerd door VMM**



## 2.3 CADMIUM

### 2.3.1 Blootstelling

Cadmium is een zwaar metaal dat van nature uit in lage concentraties in de aardkorst aanwezig is. In het verleden werd cadmium voornamelijk uitgestoten door non-ferro bedrijven en verbrandingsovens.

Mensen worden vooral via voeding en inademing blootgesteld aan cadmium. Eén van de voornaamste blootstellingsbronnen van cadmium is sigarettenrook. In Hoboken wordt de Europese streefwaarde voor cadmium (in fijn stof) in omgevingslucht benaderd of overschreden.

### 2.3.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Cadmium stapelt zich op in het lichaam. Kleine hoeveelheden geven na inname geen onmiddellijke gezondheidsproblemen, maar bij langdurige blootstelling kan de werking van de nieren verstoord raken en kan de botdichtheid afnemen.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

Een aantal instanties, waaronder WHO (Air quality guideline 2000), ATSDR en OEHA, hebben een gezondheidskundige toetsingswaarde in omgevingslucht. In 2017 werd door VITO een diepte-analyse selectieprocedure uitgevoerd om de gezondheidskundige advieswaarde van cadmium te bepalen. Uit de gefundeerde, transparante en onderbouwde keuze werd de toetsingswaarde van ATSDR geselecteerd omdat deze toetsingswaarde is gebaseerd op een interne dosis (reflecteert de concentratie die werkelijk in het lichaam is opgenomen) en zich baseert op de meta-analyse van meerdere (zowel industriële als niet-industriële) inhalatiestudies.

Tabel 6 : Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige advieswaarde cadmium

| Meetplaats                    | [Cd <sup>totaal</sup> in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |      |      | Gezondheidkundige toetsingswaarde niet-kankereffecten ATSDR (2012) (ng/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 2016                                                                    | 2017 | 2018 |                                                                                         |
| Edisonstr                     | 6,12                                                                    | 4,94 | 5,00 | 10                                                                                      |
| J.Leemanslaan                 | /                                                                       | 1,84 | 1,40 |                                                                                         |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | /                                                                       | 4,15 | 3,00 |                                                                                         |

In 2016 is er maar voor 1 meetplaats een jaargemiddelde voor cadmium beschikbaar. De gemeten waarden in 2016, 2017 en 2018 in Hoboken liggen onder de gezondheidkundige toetsingswaarde van ATSDR. Er worden dan ook geen nadelige gezondheidseffecten door inhalatie van cadmium verwacht.

### 2.3.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Cadmium wordt door een heel aantal instanties waaronder het IARC (Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek) geklasseerd als bewezen kankerverwekkend voor de mens (IARC groep 1). Uit wetenschappelijke studies is gebleken dat het inademen van cadmium longkanker kan veroorzaken. Vier instanties hebben een toetsingswaarde voor carcinogene effecten afgeleid: ANSES, Health Canada, US EPA en OEHHA.

#### Kankereenheidsrisico

In de diepte-analyse van VITO 2017 werd het **eenheidsrisico van US EPA ( $1,8 \cdot 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ )** geselecteerd omdat deze gebaseerd is op epidemiologische studies ipv ratstudies en omdat WHO (2000) meent dat er aanwijzingen zijn in studies (die in 2000 recent waren) dat het eenheidsrisico van US-EPA (1987) mogelijk een substantiële overschatting is van het risico omwille van een verstoring, gelijktijdige blootstelling aan arseen. Zonder deze eventuele verstoring door simultane blootstelling aan arseen in aanmerking te nemen schat de US-EPA dat een levenslange blootstelling aan  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  cadmium overeenstemt met een extra levenslang kankerrisico van  $1,8 \times 10^{-3}$ . Een eenheidsrisico van  $1,8 \cdot 10^{-3}$  per  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  komt overeen met een luchtconcentratie van **0,56 ng/m<sup>3</sup>** voor een extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen. Deze waarde wordt door US EPA afgerond naar 0,6 ng/m<sup>3</sup>.

Tabel 7 : Berekening extra kankerrisico op basis van de meetresultaten 2016 – 2018 Cadmium

| Meetplaats                    | Extra individueel risico op longkanker volgens EPA<br>(UR = $1,8 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) |                      |                       |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                               | 2016                                                                                                             | 2017                 | 2018                  |
| Edisonstr                     | $11,0 \times 10^{-6}$                                                                                            | $8,9 \times 10^{-6}$ | $9 \times 10^{-6}$    |
| J.Leemanslaan<br>Kwikstraat   |                                                                                                                  | $3,3 \times 10^{-6}$ | $2,52 \times 10^{-6}$ |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr |                                                                                                                  | $7,5 \times 10^{-6}$ | $5,40 \times 10^{-6}$ |

Het extra individueel risico op longkanker ten gevolge van levenslange blootstelling aan cadmium in Hoboken is volgens het risicogetal van EPA in 2016, 2017 en 2018 groter dan 1 op een miljoen en kleiner dan 1 op 10.000. Vanuit volksgezondheidkundig standpunt is dit een niet verwaarloosbaar risico maar naar internationaal gebruik niet onaanvaardbaar. **Er moet gestreefd worden naar een daling van het risico, volgens het ALARA-principe.**

## 2.4 CHROOM

### 2.4.1 Blootstelling

Chroom is overal in het milieu aanwezig. Het komt voor onder verschillende vormen waaronder elementair chroom, chroom<sup>3+</sup>, en in mindere mate chroom<sup>6+</sup>. Niet elke vorm van chroom is even schadelijk: de oplosbare fractie (zeswaardig chroom – Cr<sup>6+</sup>) is duizend maal toxischer dan de onoplosbare fractie (driewaardig chroom – Cr<sup>3+</sup>). Het chroom<sup>6+</sup> is afkomstig van menselijke activiteit zoals industrie, afval- en brandstofverbranding, de behandeling van hout en leder maar ook van roken.

### 2.4.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Daar waar chroom<sup>3+</sup> een essentieel element is, en ons lichaam er dus een beperkte hoeveelheid van nodig heeft om gezond te blijven, is chroom<sup>6+</sup> giftig en kankerverwekkend. De luchtwegen zijn het gevoeligste voor de blootstelling aan chroom<sup>6+</sup>: irritatie van neus en luchtwegen, daling van de longfunctie en longkanker komen voor bij personen die beroepsmatig aan hoge concentraties zijn blootgesteld. Blootstelling aan chroom kan ook aanleiding geven tot allergische symptomen ter hoogte van de luchtwegen of ter hoogte van de huid.

De VMM meet routinematig enkel totaal chroom; de verschillende vormen van chroom worden niet apart gemeten. In 2012 voerde VITO in opdracht van VMM een monitoring uit van de gehalten Cr<sup>6+</sup> en totaal Cr in de omgevingslucht van Hoboken en Beerse<sup>4</sup>. Uit die meetcampagne (VITO, 2012) werd afgeleid dat in Hoboken bij Cr<sub>totaal</sub> 8.85 ng/m<sup>3</sup> de concentratie Cr<sup>6+</sup> zich bevindt tussen 0.12 – 0.42 ng/m<sup>3</sup> (of met andere woorden het aandeel van Cr<sup>6+</sup> is 1,4 – 4,7 % van het Cr<sub>totaal</sub>). Bij het toepassen van dezelfde verhouding in Hoboken kan men de concentratie Cr<sup>6+</sup> in 2016, 2017 en 2018 inschatten op basis van de gemeten totale Chroom concentratie (zie tabel vergelijking VMM-metresultaten met gezondheidkundige advieswaarden).

Gezondheidkundige toetsingswaarden

Drie instanties (ATSDR, US EPA en OEHHA) hebben een toetsingswaarde afgeleid voor Cr<sup>6+</sup>.

US EPA en ATSDR spreken over partikels, OEHHA spreekt over oplosbaar Cr<sup>6+</sup>. Bij de diepte-analyse van Chroom, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde die van US EPA geselecteerd. Deze toetsingswaarde is immers opgemaakt voor de chronische inademing (dagelijkse concentratie die levenslang mag ingeademd worden) terwijl de toetsingswaarde van ATSDR bedoeld is voor blootstellingen van 14 dagen tot 1 jaar maar niet voor langdurige blootstellingen.

**Tabel 8 : Vergelijking VMM-metresultaten met gezondheidkundige toetsingswaarde Chroom;**

| Meetplaats                | [Cr <sup>totaal</sup> in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> )<br>jaargemiddelde | [Cr <sup>6+</sup> in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> )<br>jaargemiddelde<br>Indien Cr <sub>6+</sub> = 1,4% | [Cr <sup>6+</sup> in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> )<br>jaargemiddelde<br>Indien Cr <sub>6+</sub> = 4,7% | Gezondheidkundige toetsingswaarde Cr <sup>6+</sup><br>niet-kankereffecten<br>EPA |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|                           | 2016                                                                       |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                  |
| Edisonstr                 | 3,97                                                                       | 0,056                                                                                                    | 0,19                                                                                                     | 100 ng/m <sup>3</sup> Cr <sup>6+</sup>                                           |
| J.Leemanslaan             | 3,57                                                                       | 0,050                                                                                                    | 0,17                                                                                                     |                                                                                  |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 4,47                                                                       | 0,063                                                                                                    | 0,21                                                                                                     |                                                                                  |
|                           | 2017                                                                       |                                                                                                          |                                                                                                          |                                                                                  |
| Edisonstr                 | 2,32                                                                       | 0,032                                                                                                    | 0,11                                                                                                     | 100 ng/m <sup>3</sup> Cr <sup>6+</sup>                                           |
| J.Leemanslaan             | 2,59                                                                       | 0,036                                                                                                    | 0,12                                                                                                     |                                                                                  |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 2,95                                                                       | 0,041                                                                                                    | 0,14                                                                                                     |                                                                                  |

<sup>4</sup> Rapport: VITO (2013): Monitoring van het Cr<sup>6+</sup> en totaal Cr gehalte in omgevingslucht in Hoboken en Beerse in 2012

|                           | 2018 |      |      |                                        |
|---------------------------|------|------|------|----------------------------------------|
| Edisonstr                 | 3,20 | 0,04 | 0,15 | 100 ng/m <sup>3</sup> Cr <sup>6+</sup> |
| J.Leemanslaan             | 4,30 | 0,06 | 0,20 |                                        |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 4,70 | 0,07 | 0,22 |                                        |

Op alle meetplaatsen in Hoboken respecteert de berekende jaargemiddelde Cr<sup>6+</sup> concentratie de gezondheidkundige toetsingswaarde voor niet-carcinogene effecten van Cr<sup>6+</sup> ruimschoots. Er worden bijgevolg geen nadelige gezondheidseffecten (verschillend van kanker) bij de omwonenden verwacht door blootstelling aan chroom via inademing.

### 2.4.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Chroom<sup>6+</sup> verbindingen worden door IARC, US EPA en NTP ingedeeld als carcinogeen voor de mens via inhalatie: inademing van chroom<sup>6+</sup> verhoogt het risico op longkanker.

#### Kankereenheidsrisico Chroom<sup>6+</sup>

Bij de diepte-analyse van Chroom, uitgevoerd door VITO, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde voor Chroom<sup>6+</sup> die van WHO geselecteerd. WHO neemt het gemiddelde van de vier eenheidsrisico's, namelijk  $4 \times 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ , als uiteindelijk eenheidsrisico voor levenslange blootstelling aan een concentratie van 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  chroom<sup>6+</sup>. De Chroom<sup>6+</sup> concentratie die geassocieerd is met een extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen is **0,025 ng Cr<sup>6+</sup>/m<sup>3</sup>**. WHO benadrukt dat het hier gaat om Cr<sup>6+</sup> in omgevingslucht en niet om totaal chroom (WHO, 2000). WHO verwijst bij haar advieswaarde niet expliciet naar PM10.

#### Kankereenheidsrisico totaal Chroom

Voor totaal chroom wordt het eenheidsrisico van Health Canada (1996) geselecteerd, nl.  $1,1 \times 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ , omdat deze waarde gebaseerd is op totaal Cr en niet op Cr<sup>6+</sup> en een factor voor de verhouding Cr<sup>6+</sup> /totaal Cr in rekening brengt. De chroom concentratie die geassocieerd is met een extra kankerrisico van 1 op 1 miljoen is **0,092 ng Cr<sup>totaal</sup>/m<sup>3</sup>**.

**Tabel 9: Berekening extra kankerrisico door Cr<sup>6+</sup> en totaal chroom op basis van de meetresultaten 2016- 2018 Chroom totaal**

| Meetplaats                    | [Cr <sup>totaal</sup> in fijn stof] (ng/m³)<br>jaargemiddelde | Extra individueel risico op<br>longkanker volgens WHO voor Cr <sup>6+</sup><br>(UR = 4 x 10 <sup>-2</sup> (µg/m³) <sup>-1</sup> ) |                                           | Extra individueel risico op<br>longkanker volgens Health<br>Canada voor Cr <sup>totaal</sup><br>(UR = 1,1 x 10 <sup>-2</sup> (µg/m³) <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               |                                                               | 2016                                                                                                                              |                                           |                                                                                                                                                      |
|                               |                                                               | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 1,4%                                                                                         | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 4,7% | Totaal chroom                                                                                                                                        |
| Edisonstr                     | 3,97                                                          | 2,2 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 7,5 x 10 <sup>-6</sup>                    | 43,7 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |
| J.Leemanslaan                 | 3,57                                                          | 2,0 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 6,7 x 10 <sup>-6</sup>                    | 39,3 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 4,47                                                          | 2,5 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 8,4 x 10 <sup>-6</sup>                    | 49,2 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |
|                               |                                                               | 2017                                                                                                                              |                                           |                                                                                                                                                      |
|                               |                                                               | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 1,4%                                                                                         | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 4,7% | Totaal chroom                                                                                                                                        |
| Edisonstr                     | 2,32                                                          | 1,3 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 4,4 x 10 <sup>-6</sup>                    | 25,5 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |
| J.Leemanslaan                 | 2,59                                                          | 1,5 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 4,9 x 10 <sup>-6</sup>                    | 28,5 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 2,95                                                          | 1,7 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                            | 5,6 x 10 <sup>-6</sup>                    | 32,5 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                              |

|                               | [Cr <sup>totaal</sup> in fijn stof] (ng/m³)<br>jaargemiddelde | Extra individueel risico op longkanker volgens WHO voor Cr <sup>6+</sup><br>(UR = 4 x 10 <sup>-2</sup> (µg/m³) <sup>-1</sup> ) |                                           | Extra individueel risico op longkanker volgens Health Canada voor Cr <sup>totaal</sup><br>(UR = 1,1 x 10 <sup>-2</sup> (µg/m³) <sup>-1</sup> ) |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                               | 2018                                                          |                                                                                                                                |                                           |                                                                                                                                                |
|                               |                                                               | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 1,4%                                                                                      | indien aandeel<br>Cr <sub>6+</sub> = 4,7% | Totaal chroom                                                                                                                                  |
| Edisonstr                     | 3,20                                                          | 1,8 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                         | 6,0 x 10 <sup>-6</sup>                    | 35,2 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                        |
| J.Leemanslaan                 | 4,30                                                          | 2,4 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                         | 8,1 x 10 <sup>-6</sup>                    | 47,30 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                       |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 4,70                                                          | 2,6 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                         | 8,8 x 10 <sup>-6</sup>                    | 51,70 x 10 <sup>-6</sup>                                                                                                                       |

Het extra kankerrisico in de woonzones is op geen enkele van de 3 meetposten onaanvaardbaar, maar ook niet verwaarloosbaar. De berekende risico's zijn immers hoger dan  $1 \times 10^{-6}$ , wat als grens voor gezondheidskundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan  $1 \times 10^{-4}$ , hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie) wordt gehanteerd. **Vanuit gezondheidskundig oogpunt zijn verdere inspanningen om de emissies van chroom te doen dalen aangewezen met het oog op een daling in extra risico op longkanker (ALARA-principe).**

## 2.5 LOOD

### 2.5.1 Blootstelling

In het algemeen kan lood in het milieu aanwezig zijn door historische vervuiling, bv van non-ferro bedrijven, door gebruik van loodhoudende benzine in het verleden (nu verboden), via loden waterleidingen en loodhoudende verf. Ondertussen zijn veel van deze problemen grotendeels aangepakt, waardoor er in het algemeen in Vlaanderen in veel mindere mate lood aanwezig is in het milieu dan vroeger. In Hoboken is er de specifieke context van industriële emissies.

Voor volwassenen is het inademen van met lood beladen stof een belangrijke opnameroute (dus ook voor zwangere vrouwen), maar voor kinderen is het inslikken van met lood beladen stof belangrijker, bv bij duimzuigen of door met stof bevuilde voorwerpen in de mond te steken. Lood kan zich opstapelen in het lichaam in bot en tanden.

### 2.5.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Kinderen zijn de gevoeligste groep voor blootstelling aan lood. Een hoge lood-inname kan aanleiding geven tot een gestoorde ontwikkeling van het zenuwstelsel met effecten op het IQ en bij toenemende blootstelling ook bloedarmoede, verstoring van de nierfunctie en van de mannelijke vruchtbaarheid.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

De EU-grenswaarde bedraagt net als de toetsingswaarde van de WHO 500 ng/m<sup>3</sup> als jaargemiddelde voor lood in fijn stof (Air Quality Guidelines for Europe, 2000). Deze waarde moet verzekeren dat de concentratie van lood in bloed bij kinderen onder de waarde van 10 µg/dl (= 100 µg/L) blijft en waarbij men rekening houdt dat bij verhoogde loodconcentratie in lucht ook de opname via indirecte milieublootstellingen toeneemt.

Bij de diepte-analyse van Lood, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidskundige toetsingswaarde de NAAQS van US EPA (2014) geselecteerd. Dit omdat de US EPA rekening houdt met effecten bij lage bloedwaarden (<5 µg/d) en dit bovendien doet voor de meest gevoelige groep (kinderen) en omdat de afleiding rekening houdt met een aantal recente studies. De waarde van 150 ng/m<sup>3</sup> moet bescherming bieden aan 99,5% van de populatie van kinderen.

Het gebruiken van effecten bij lage bloedwaarden komt tegemoet aan de algemene consensus dat er geen drempelwaarde voor Pb in bloed bestaat voor het veroorzaken van neurologische effecten.

**Tabel 10 : Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige advieswaarde lood**

| Meetplaats                | [Pb in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |        |       | Gezondheidkundige advieswaarde niet-kankereffecten NAAQS van EPA |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|--------|-------|------------------------------------------------------------------|
|                           | 2016                                                  | 2017   | 2018  |                                                                  |
| Edisonstr                 | 288,02                                                | 203,83 | 198,8 | 150 ng/m <sup>3</sup>                                            |
| J.Leemanslaan             | 111,99                                                | 83,52  | 52,4  |                                                                  |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 490,40                                                | 332,48 | 175,7 |                                                                  |

De gemeten concentratie lood in de lucht in 2 meetposten in Hoboken liggen al enkele jaren boven de gezondheidkundige advieswaarde van 150 ng/m<sup>3</sup> (NAAQS van US EPA 2014).

**Deze overschrijdingen zijn een belangrijk aandachtspunt vanuit volksgezondheidkundig oogpunt. Voor de volksgezondheid zijn zo laag mogelijke concentraties van lood in fijn stof wenselijk.**

Halfjaarlijks wordt een bloedonderzoek ingericht voor alle kinderen van 1-12 jaar die wonen in Moretusburg-Hertogvelden waarbij lood in bloed wordt nagegaan en opgevolgd door het PIH Antwerpen. De resultaten zijn steeds raadpleegbaar in de halfjaarlijkse rapportage 'Bevolkingsonderzoek lood in bloed, wijk Moretusburg-Hertogvelden'.

### 2.5.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Het International Agency for Research on Cancer (IARC) van de WHO klasseert anorganisch lood als "waarschijnlijk carcinogeen voor mensen" (klasse 2A). Organisch lood behoort tot IARC groep 3: het is niet indeelbaar wat zijn kankerverwekkende eigenschappen betreft.

De US-EPA en ECHA klasseren anorganisch lood ook als carcinogeen voor de mensen.

De meeste internationale instantie wagen zich niet aan het vaststellen van een unit risk of veilige grenswaarde door de vele onzekerheden die er zijn. Enkel OEHA heeft een eenheidsrisico afgeleid, maar geeft zelf aan dat de onzekerheden bij de beoordeling van kankereffecten veel hoger zijn dan bij de niet-kankereffecten zoals neurologische ontwikkelingseffecten en stijgende bloeddruk. Daarom wordt ook bij de diepte-analyse geen gezondheidkundige advieswaarde voorgesteld voor kankereffecten.

## 2.6 KOPER

### 2.6.1 Blootstelling

Koper komt van nature voor in het milieu: in gesteente, in water, in bodem en in lucht. Het is net als zink een essentieel element voor de mens. Vervuiling met koper komt voor rond stortplaatsen, rond sommige industrie zoals afvalverwerking, kopersmelterijen, koperraffinaderijen, ....

### 2.6.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

| Meetplaats                | [Cu in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |       |      | Gezondheidkundige toetsingswaarde niet-kankereffecten |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------------------|
|                           | 2016                                                  | 2017  | 2018 |                                                       |
| Edisonstr                 | 43,34                                                 | 38,39 | 45,9 | Geen beschikbaar                                      |
| J.Leemanslaan             | 28,96                                                 | 28,40 | 26,6 |                                                       |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 43,16                                                 | 37,22 | 32,5 |                                                       |

Noch WHO, noch ATSDR heeft een gezondheidkundige toetsingswaarde voor chronische blootstelling aan koper in omgevingslucht. Dit heeft te maken met de relatieve onschadelijkheid van koper bij milieublootstellingen. Enkel bij erg hoge concentraties die accidenteel kunnen optreden bij werknemers van hogervermelde industrie zullen gezondheidseffecten optreden. Ondanks het gebrek aan toetsingswaarden kan men stellen dat, gezien de erg beperkte schadelijkheid van koper, en het niet voorkomen van extreme concentraties in de lucht, er geen gezondheidseffecten ten gevolge van blootstelling aan koper te verwachten zijn bij de gemeten concentraties in Hoboken.

### 2.6.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Koper kreeg ook géén IARC-classificatie van kankerverwekkend vermogen en ook EPA besluit dat koper niet klasseerbaar is wat kankerverwekkende eigenschappen betreft.

## 2.7 MANGAAN

### 2.7.1 Blootstelling

Mangaan (Mn) is een essentieel element, waarvan het lichaam een kleine hoeveelheid nodig heeft voor een goede werking van meerdere enzymsystemen. Mangaan komt voor bij ijzer- en staalindustrie, droge cel batterijen, lassen. Mangaan kent nog vele andere toepassingen. Zo komt het voor in diesel, als brandstofadditief, in schimmelwerende middelen, ... Het komt ook voor vanuit natuurlijke bronnen. Voeding zoals granen en noten kan mangaan bevatten.

### 2.7.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Uit internationale literatuur blijkt dat door toenemende concentraties mangaan in de eerste plaats effecten op het zenuwstelsel (neurologische gedragingen) kunnen optreden. Men heeft dit waargenomen bij werknemers die aan hoge concentraties werden blootgesteld. Bij de diepte-analyse van Mangaan, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde de ATSDR (2012) geselecteerd. Hoewel de WHO vertrekkende van dezelfde studies een toetsingswaarde voor chronische blootstelling in omgevingslucht heeft vastgelegd op een jaargemiddelde van 150 ng/m<sup>3</sup> (WHO, 2000), wordt toch de toetsingswaarde voor chronische blootstelling in omgevingslucht geselecteerd van 300 ng/m<sup>3</sup> (ATSDR, 2012). Dit omdat voor de grote gevoeligheid van kinderen het reeds voldoende is om met een onzekerheidsfactor 10 te rekenen ipv 50 en omdat er rekening werd gehouden met mogelijk grotere toxiciteit van meer oplosbare vormen van Mangaan. Het is ook de meest recente afleiding die gebaseerd is op persoonlijke metingen bij arbeiders.

*Tabel 11 : Vergelijking VMM-meetresultaten met gezondheidkundige advieswaarde Mangaan*

| Meetplaats                    | [Mn in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |       |      | Gezondheidkundige advieswaarde<br>ATSDR (2012) (ng/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|-------|------|---------------------------------------------------------------------|
|                               | 2016                                                  | 2017  | 2018 |                                                                     |
| Edisonstr                     | 10,02                                                 | 10,75 | 13,6 | 300                                                                 |
| J.Leemanslaan                 | 10,28                                                 | 13,42 | 11,9 |                                                                     |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 11,15                                                 | 12,95 | 11,5 |                                                                     |

De gemeten concentraties in de meetposten in Hoboken zijn een factor 20 lager dan de gezondheidkundige advieswaarde van ATSDR. Dit betekent dat potentiële effecten van mangaan ter hoogte van het zenuwstelsel, zoals beven, gangstoornissen, spierspasmen in het gelaat niet zullen optreden. Dergelijke symptomen ziet men pas verschijnen bij hoge blootstelling (bv beroepsmatig) en ook dan is dat nog uitzonderlijk.

### 2.7.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

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

## 2.8 NIKKEL

### 2.8.1 Blootstelling

Nikkel is een natuurlijk element dat onder meer 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. Nikkel kan zich binden aan luchtpartikels, kan zich neerzetten op de bodem en kan het drinkwater verontreinigen.

### 2.8.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Nikkel komt voor in een waaier aan vormen. Grofweg kunnen deze individuele verbindingen worden ingedeeld in oplosbare, sulfidische, oxidische en metallische vormen. Het is moeilijk om gezondheidseffecten, vastgesteld in epidemiologische studies, ondubbelzinnig te relateren aan individuele nikkelverbindingen.

Gezondheidskundige toetsingswaarden

Bij de diepte-analyse van Nikkel, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd er per verbinding de volgende meest geschikte gezondheidskundige toetsingswaarde geselecteerd:

- metallisch Ni: 14 ng Ni/m<sup>3</sup> (OEHHA waarde)
- Ni-verbindingen met uitzondering van Ni-oxide en Ni-subsulfide: 14 ng Ni/m<sup>3</sup> (OEHHA waarde)
- Ni-subsulfide: 18 ng Ni/m<sup>3</sup> (Health Canada waarde)
- Ni-oxide: 20 ng/m<sup>3</sup> (OEHHA waarde)

Aangezien de VMM Nikkel en nikkelverbindingen meet, wordt de resultaten vergeleken met de gezondheidskundige toetsingswaarde van OEHHA (2012), namelijk 14 ng/m<sup>3</sup>.

**Tabel 12 : Vergelijking VMM-metresultaten met gezondheidskundige advieswaarde Nikkel**

| Meetplaats                    | [Ni in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |      |      | Gezondheidskundige toetsingswaarde<br>OEHHA (2012) (ng/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|------|------|-------------------------------------------------------------------------|
|                               | 2016                                                  | 2017 | 2018 |                                                                         |
| Edisonstr                     | 3,63                                                  | 4,40 | 6,6  | 14                                                                      |
| J.Leemanslaan                 | 1,63                                                  | 2,58 | 3,6  |                                                                         |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | 3,55                                                  | 4,72 | 5,7  |                                                                         |

In alle meetposten blijft de jaargemiddelde concentratie voor nikkel voldoende onder de gezondheidskundige toetsingswaarde van OEHHA (2012) van 14 ng/m<sup>3</sup>. Dit wil zeggen dat er geén nadelige effecten van nikkel op de gezondheid verwacht worden zoals contact dermatitis (huidaandoening door overgevoeligheid voor nikkel) of ontstekingsreacties ter hoogte van de luchtwegen.

### 2.8.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Metallisch nikkel wordt door heel wat instanties als vermoedelijk of mogelijk kankerverwekkend ingedeeld. Nikkel ("nickel compounds") daarentegen is volgens IARC bewezen kankerverwekkend (2012).

Kankereenhedsrisico

Meerdere instanties hebben een eenheidsrisico afgeleid, deze liggen allemaal dicht bij elkaar omdat ze geheel of gedeeltelijk gebaseerd zijn op dezelfde studies.

Bij de diepte-analyse van Nikkel, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde voor Nikkel en nikkelverbindingen de OEHHA (2011) geselecteerd omdat deze de meest recente is. Op basis van het eenheidsrisico van OEHHA ( $2,6 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) komt de gezondheidkundige advieswaarde overeen met een luchtconcentratie van **3,9 ng Ni/m<sup>3</sup>** bij een levenslang extra kankerrisico van 1 op  $10^6$ .

**Tabel 13 : Berekening extra kankerrisico op basis van de meetresultaten 2016 – 2018**

|                               | Extra individueel risico op kanker volgens OEHHA ( $\text{UR} = 2,6 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ) |                       |                       |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Meetplaats                    | 2016                                                                                                                | 2017                  | 2018                  |
| Edisonstr                     | $0,94 \times 10^{-6}$                                                                                               | $1,14 \times 10^{-6}$ | $1,72 \times 10^{-6}$ |
| J.Leemanslaan                 | $0,42 \times 10^{-6}$                                                                                               | $0,67 \times 10^{-6}$ | $0,94 \times 10^{-6}$ |
| Plein Curie-<br>Standbeeldstr | $0,92 \times 10^{-6}$                                                                                               | $1,23 \times 10^{-6}$ | $1,48 \times 10^{-6}$ |

De berekende extra kankerrisico's door de blootstelling aan nikkel zijn gezondheidkundig niet helemaal verwaarloosbaar, maar wel laag en wellicht nog lager dan hier ingeschat aangezien metallisch nikkel werd meegerekend.

## 2.9 ZINK

### 2.9.1 Blootstelling

De bevolking komt met zink in contact via de omgevingslucht, via voeding en drinkwater. Zink is in tegenstelling tot andere zware metalen niet zo schadelijk voor de mens, tenzij bij erg hoge blootstellingen die bijvoorbeeld kunnen voorkomen bij metaalarbeiders. Zink is zelfs een essentieel element: het lichaam heeft een kleine hoeveelheid nodig. Bij een gebrek aan zink kunnen symptomen ontstaan zoals een gestoorde groei.

### 2.9.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

| Meetplaats                | [Zn in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |       |      | Gezondheidkundige toetsingswaarde niet-kankereffecten |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|-------|------|-------------------------------------------------------|
|                           | 2016                                                  | 2017  | 2018 |                                                       |
| Edisonstr                 | 82,09                                                 | 65,26 | 67,4 | Geen beschikbaar                                      |
| J.Leemanslaan             | 55,58                                                 | 54,83 | 47,2 |                                                       |
| Plein Curie-Standbeeldstr | 88,03                                                 | 67,18 | 52,9 |                                                       |

Noch WHO, ATSDR of EPA heeft een gezondheidkundige toetsingswaarde voor chronische blootstelling aan zink in omgevingslucht. Zink is namelijk relatief onschadelijk, tenzij bij zeer hoge concentraties die zich quasi niet voordoen bij milieublootstelling. Ondanks het gebrek aan toetsingswaarden kan men stellen dat, gezien de erg beperkte schadelijkheid van zink, en het niet voorkomen van extreme concentraties, er geen gezondheidseffecten te verwachten zijn door zink in Hoboken.

### 2.9.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Zink kreeg ook géén IARC-classificatie van kankerverwekkend vermogen en EPA besluit dat zink niet klasseerbaar is wat kankerverwekkende eigenschappen betreft.

## 2.10 ANTIMOON

### 2.10.1 Blootstelling

Antimoon komt van nature voor in de aardkorst en wordt in kleine hoeveelheden teruggevonden in onze bodem, water en lucht. Via inademing, huidcontact, water- en voedselopname kan de mens in contact komen met één van de vormen van Antimoon. De concentraties in de omgeving zijn veelal laag en vaak niet meetbaar.

### 2.10.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

| Meetplaats                | [Sb in fijn stof] (ng/m <sup>3</sup> ) jaargemiddelde |       |       | Gezondheidskundige toetsingswaarde niet-kankereffecten ATSDR (2017) ng/m <sup>3</sup> |
|---------------------------|-------------------------------------------------------|-------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                           | 2016                                                  | 2017  | 2018  |                                                                                       |
| Edisonstr                 | /                                                     | 17,16 | 14,40 | 300                                                                                   |
| J.Leemanslaan             | /                                                     | 14,99 | 7,90  |                                                                                       |
| Plein Curie-Standbeeldstr | /                                                     | 42,34 | 21,30 |                                                                                       |

De gemeten concentraties in de meetposten in Hoboken variëren sterk mede door de meetonzekerheid en liggen een factor 7-30 lager dan de gezondheidskundige toetsingswaarde van ATSDR. Dit betekent dat potentiële chronische effecten van antimoon zoals oogirritatie en longproblemen niet zullen optreden. Dergelijke symptomen treden pas op bij hoge blootstelling (bv beroepsmatig).

### 2.10.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

Het IARC heeft antimoon niet geëvalueerd en US-EPA stelt dat antimoon niet klasseerbaar is voor wat zijn kankerverwekkend vermogen betreft. Enkel ECHA en NTP vermelden de mogelijke carcinogeniteit, maar er werd door geen enkele instantie een toetsingswaarde afgeleid voor carcinogene effecten.

## 2.11 ZWAVELDIOXIDE, STIKSTOFDIOXIDE, FIJN STOF (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>)

Op de meetpost HB23 (Plein tussen Curiestraat en Standbeeldstraat) meet de VMM ook zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>), stikstofdioxide (NO<sub>2</sub>) en fijn stof (PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>). Onderstaande tabel geeft de maximaal gemeten waarde, de percentiel-50 (P50) en het jaargemiddelde.

Tabel 14: jaargemiddelde-metresultaten zwaveldioxide, stikstofdioxide, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> (VMM)

|                     | Resultaten in µg/m <sup>3</sup><br>(voor SO <sub>2</sub> op basis van dagwaarden)<br>(voor NO <sub>2</sub> , PM <sub>10</sub> en PM <sub>2,5</sub> op basis van uur-waarden) |                 |                  |                   |
|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------|-------------------|
|                     | zwaveldioxide                                                                                                                                                                | stikstofdioxide | PM <sub>10</sub> | PM <sub>2,5</sub> |
| jaargemiddelde 2016 | 7                                                                                                                                                                            | 27              | 25               | 15                |
| Jaargemiddelde 2017 | 7                                                                                                                                                                            | 26              | 22               | 13                |
| Jaargemiddelde 2018 | 7                                                                                                                                                                            | 26              | 24               | 14                |

### 2.11.1 Zwaveldioxide

#### 2.11.1.1 Algemeen voorkomen en eigenschappen

Er bestaan natuurlijke bronnen van zwaveldioxide (SO<sub>2</sub>) zoals vulkaanuitbarstingen. Het overgrote deel van zwaveldioxide-vervuiling wordt echter door menselijke activiteit veroorzaakt: industrie, de energiesector, verwarming met fossiele brandstoffen rijk aan zwavel. Dit laatste nam sterk af als oorzaak dankzij het gebruik van brandstoffen met een lagere zwavelinhoud.

#### 2.11.1.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

De jaargemiddelde concentraties van SO<sub>2</sub> bedroegen zowel in 2016 als in 2017 en 2018 in Hoboken 7 µg/m<sup>3</sup>. Bij de diepte-analyse van zwaveldioxide, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde de daggemiddelde advieswaarde van WHO-Europa voor lucht (WHO, 2000) geselecteerd. Deze daggemiddelde waarde van 125 µg SO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup> is niet gelinkt aan deeltjes en geldt dus ook voor niet aan deeltjes gebonden SO<sub>2</sub>. Deze waarde werd verkozen boven de 20 µg/m<sup>3</sup> van WHO (Air Quality Guidelines 2005) omwille van de onzekerheid over de vraag of bij de studies die de basis vormden voor de richtwaarde van 20 µg/m<sup>3</sup>, SO<sub>2</sub> wel de pollutant is die verantwoordelijk is voor de geziene effecten bij lagere concentraties en over het feit dat SO<sub>2</sub> mogelijk een surrogaat is voor ultrafijne deeltjes of een andere gecorreleerde stof.

De **daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde (125 µg/m<sup>3</sup>)** mag geen enkele keer per jaar overschreden worden.

In 2016 was de max dagwaarde 86 µg/m<sup>3</sup>, in 2017 43 µg/m<sup>3</sup> en in 2018 119 µg/m<sup>3</sup>. De daggemiddelde gezondheidkundige advieswaarde werd nooit overschreden in 2016-2018, er worden bijgevolg geen gezondheidseffecten ten gevolge van blootstelling aan SO<sub>2</sub> verwacht in Hoboken.

#### 2.11.1.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling

IARC klasseert zwaveldioxide in groep 3 : niet klasseerbaar wat betreft kankerverwekkend vermogen.

### 2.11.2 Stikstofdioxide

#### 2.11.2.1 Algemeen voorkomen en eigenschappen

Stikstofoxiden worden voornamelijk uitgestoten bij verbrandingsprocessen. Verkeer is de belangrijkste bron van stikstofoxiden in Vlaanderen. Daarna volgen industrie en landbouw als belangrijke bronnen. De belangrijkste opnameroute is inademing.

NO<sub>2</sub> is toxisch voor de luchtwegen: het kan bronchiale hyperreactiviteit (overgevoelig reagerende luchtwegen) uitlokken bij mensen met astma of chronische obstructieve longziekten. NO<sub>2</sub> 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, en zijn dus niet relevant in de context van milieublootstelling. Er zijn geen goede studies bij concentratieniveaus die wel relevant zijn voor milieublootstelling en waarin bovendien de effecten kunnen losgekoppeld worden van de effecten van andere vervuulende stoffen zoals fijn stof die vaak samen voorkomen (WHO, Air Quality Guidelines, 2005 en ATSDR, 2014).

#### 2.11.2.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling

Bij de diepte-analyse van stikstofdioxide, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werd als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde de jaargemiddelde advieswaarde van ANSES (2013) geselecteerd, namelijk **20 µg/m<sup>3</sup>**. Deze advieswaarde is gebaseerd op 8 epidemiologische studies waarin voor het binnenmilieu de relatie tussen NO<sub>2</sub> en schadelijke effecten werd onderzocht. Vermits bij studies in buitenlucht deze relatie veel minder eenduidig kan worden onderzocht (co-

pollutie, indirecte effecten) zijn de binnenluchtstudies meer geschikt voor het evalueren van specifieke toxicologische effecten door NO<sub>2</sub>.

Het jaargemiddelde van NO<sub>2</sub> bedroeg in Hoboken 27 µg/m<sup>3</sup> in 2016 en 26 µg/m<sup>3</sup> in 2017 en 2018. Over deze volledige meetperiode werd de gezondheidkundige advieswaarde dus niet gerespecteerd en zijn bijgevolg gezondheidseffecten, zoals luchtwegproblemen bij kinderen (astma) ten gevolge van NO<sub>2</sub> niet volledig uit te sluiten. Volgens het VMM 'Jaarrapport lucht -emissies 2000-2016 en luchtkwaliteit 2017 in Vlaanderen' werd één derde van de Vlaamse bevolking in 2017 blootgesteld aan concentraties boven de gezondheidkundige advieswaarde, vooral op verkeersdrukke plaatsen.

#### **2.11.2.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling**

Het IARC heeft stikstofdioxide niet geklasseerd.

### **2.11.3 Fijn stof (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>)**

#### **2.11.3.1 Algemeen voorkomen en eigenschappen**

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 (aerodynamische diameter, bv ≤ 10 µm voor de PM<sub>10</sub> fractie en ≤ 5 µm voor de PM<sub>5</sub> fractie). Ze kunnen een zeer verscheiden samenstelling hebben. De kleinste deeltjes dringen het diepste door in de luchtwegen. Al naargelang hun grootte en samenstelling kunnen ze minder of meer schadelijk zijn voor de gezondheid.

Bronnen van fijn stof zijn verkeer, industrie, verwarming, verbrandingsprocessen maar er zijn ook natuurlijke oorzaken. Fijn stof is de luchtvervuilende stof die algemeen in Vlaanderen veruit de grootste ziektelast veroorzaakt, met effecten op de gezondheid op zowel korte als lange termijn omdat iedereen er aan wordt blootgesteld en omdat er geen drempelwaarde is voor gezondheidseffecten.

#### **2.11.3.2 Risico-inschatting niet-kankereffecten bij chronische blootstelling**

Bij de diepte-analyse van PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub>, uitgevoerd door VITO voor de frequent voorkomende parameters in milieueffectrapporten, werden als meest geschikte gezondheidkundige toetsingswaarde de jaargemiddelde advieswaarde van WHO (2005) geselecteerd:

|                   | Grenswaarde jaargemiddelde (µg/m <sup>3</sup> ) | Grenswaarde daggemiddelde (µg/m <sup>3</sup> ) |
|-------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| PM <sub>10</sub>  | 20                                              | 50                                             |
| PM <sub>2,5</sub> | 10                                              | 25                                             |

De jaargemiddelden voor PM<sub>10</sub> overschrijden in Hoboken (25 µg/m<sup>3</sup> in 2016, 22 µg/m<sup>3</sup> in 2017 en 24 µg/m<sup>3</sup> in 2018) de WHO jaargemiddelde advieswaarde van 20 µg/m<sup>3</sup>. De daggemiddelde advieswaarde van PM<sub>10</sub> van 50 µg/m<sup>3</sup> werd in 2016 11 keer van de 365 dagen, in 2017 8 keer van de 365 dagen en in 2018 12 keer van de 365 dagen overschreden.

De jaargemiddelde concentraties van PM<sub>2,5</sub> overschrijden in Hoboken (15 µg/m<sup>3</sup> in 2016, 13 µg/m<sup>3</sup> in 2017 en 14 µg/m<sup>3</sup> in 2018) de WHO jaargemiddelde advieswaarde van 10 µg/m<sup>3</sup>.

De daggemiddelde advieswaarde van PM<sub>2,5</sub> van 25 µg/m<sup>3</sup> werd 48 van de 365 dagen overschreden in 2016 en 34 keer op 365 dagen in 2017 en 43 keer op 356 dagen in 2018.

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 die een volledige bescherming biedt voor de effecten van fijn stof, zeker niet bij gevoelige individuen. De WHO-richtwaarden voor fijn stof zijn ingesteld bij de concentratie fijn stof waarbij wetenschappers waarnemen dat de sterfte begint toe te nemen door stijgende concentraties fijn stof.

De PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> -concentraties in Hoboken zijn gezondheidkundig niet verwaarloosbaar. Dit is echter in bijna heel 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 PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> -concentraties boven de gezondheidkundige advieswaarden.

#### **2.11.3.3 Risico-inschatting kankereffecten bij chronische blootstelling**

In 2016 concludeerde IARC dat er voldoende bewijs is om aan te nemen dat outdoor luchtvervuiling kankerverwekkend is (longkanker en blaaskanker). Er is voldoende bewijs voor de uitlaatgassen van dieselmotoren, net zoals voor de emissies van verbranding van kolen en van hout en voor de emissies van sommige metalen die zich allemaal in fijn stof (kunnen) bevinden.

Er is echter geen unit risk voor PM<sub>10</sub> noch voor PM<sub>2,5</sub>, dus de grootte van het kankerrisico ten gevolge van de blootstelling aan fijn stof kan niet in een cijfer worden uitgedrukt.

### **3 Volksgezondheidkundige interpretatie voor combinatie van stoffen**

Meestal wordt in een milieugezondheidkundige risicoanalyse enkel stof per stof gekeken of er al dan niet een probleem verwacht wordt voor de (volks)gezondheid. In het "echte leven" worden mensen 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 Agentschap Zorg en Gezondheid werd door VITO in 2014 een tool ontwikkeld om te screenen naar effecten van gecombineerde blootstelling en is vooral nuttig indien bij stof-per-stof aanpak geen gezondheidseffecten verwacht worden. Deze tool is gebaseerd op de benadering van de WHO-IPCS (International Program on Chemical Safety) voor de beoordeling van mengseltoxiciteit. 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 Hoboken werd gescreend naar effecten door gecombineerde blootstelling aan volgende stoffen:

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| nikkel               | lood            |
| arseen (anorganisch) | mangaan         |
| cadmium              | SO <sub>2</sub> |
| chrom <sup>6+</sup>  | NO <sub>2</sub> |

De resultaten van meetpost HB17 in 2018 werden gebruikt daar deze globaal de hoogste waren in 2018 ten opzichte van de andere meetposten. Voor SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub> werden de waarden van meetpost HB23 gebruikt omdat deze stoffen enkel daar gemeten worden. Net zoals bij een stof-per-stof aanpak worden ook bij het screenen naar effecten door gecombineerde blootstelling de niet-drempel en de drempel effecten apart beschouwd.

#### **screening naar niet-carcinogene effecten door de combinatie van blootstelling**

De Hazard Index (HI) van een mengsel is de som van de component-specifieke 'Hazard Quotients' (HQ<sub>i</sub>). De HQ van een stressor *i* wordt op zijn beurt berekend als de ratio van de blootstelling (exp<sub>i</sub>) over de gezondheidkundige toetsingswaarde (ref<sub>i</sub>) van stressor *i*. Voor stoffen met niet-carcinogene effecten is ref<sub>i</sub> de

dosis waar beneden geen negatieve effecten te verwachten zijn op menselijke gezondheid (zie de toetsingswaarden in bovenstaande bespreking per pollutant).

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

Met de Hazard Index kan men screenen of er kans is op effecten door gecombineerde blootstelling. Indien de  $HI < 1$  zijn er geen effecten door gecombineerde blootstelling te verwachten.

**In Hoboken is de hazard index niet voor elk orgaansysteem kleiner dan 1 bij de gemeten concentraties in 2018 waardoor een mogelijks gezondheidsprobleem bij blootstelling aan dit mengsel niet uit te sluiten valt. Omwille van gemeenschappelijke eindpunten als respiratoire, cardiovasculaire, renale, dermale en neurologische effecten zou de gecombineerde blootstelling dit wel in de hand kunnen werken.**

Fijn stof is niet in de tool voor gecombineerde blootstelling opgenomen omdat dit zou leiden tot een overschatting/dubbeltelling van de blootstelling aan bv zware metalen in fijn stof.

### Total Cancer Risk

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:

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

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

In de screening naar de gecombineerde effecten op het individuele kankerrisico kunnen enkel deze stoffen worden geïncludeerd waar een kwantitatieve risicomaat voor bestaat: nikkel, anorganisch arseen, cadmium en chroom<sup>6+</sup>. De resultaten van meetpost Edinsonstraat in 2018 werden ingevoerd daar deze globaal de hoogste waren van de meetposten in 2018. Voor Cr<sup>6+</sup> werd voorzichtigheidshalve uitgegaan van een aandeel van 4,7% Cr<sup>6+</sup> in het totale Cr.

**Tabel 16: Individueel extra kankerrisico voor Ni, As, Cd, Cr<sup>6+</sup> en gesommeerde risico's (total cancer risk)**

|                                 | Blootstelling<br>(ng/m <sup>3</sup> ) | Blootstelling<br>(µg/m <sup>3</sup> ) | Toetsingswaarde (UR)                                                 | Individueel extra<br>kankerrisico        |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Nikkel</b>                   | 6,60                                  | 0,0066                                | $2,6 \times 10^{-4} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$<br>(OEHHA, 2011)  | $1,72 \times 10^{-6}$                    |
| <b>Arseen<br/>(anorganisch)</b> | 16,50                                 | 0,0165                                | $1,0 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$<br>(DECOS, 2012)  | $16,5 \times 10^{-6}$                    |
| <b>Cadmium</b>                  | 5,00                                  | 0,005                                 | $1,8 \times 10^{-3} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$<br>(US-EPA, 1987) | $9 \times 10^{-6}$                       |
| <b>Chroom<sup>6+</sup> *</b>    | 0,15                                  | 0,00015                               | $4 \times 10^{-2} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$<br>(WHO, 2000)      | $6 \times 10^{-6}$                       |
| <b>TOTAL CANCER RISK</b>        |                                       |                                       |                                                                      | <b><math>33,22 \times 10^{-6}</math></b> |

\* Voor Cr<sup>6+</sup> werd voorzichtigheidshalve uitgegaan van een aandeel van 4,7% Cr<sup>6+</sup> in het totale Cr

**Het totale extra kanker risico bij levenslange blootstelling aan nikkel, arseen, cadmium en Chroom<sup>6+</sup> was bij de gemeten concentraties in Hoboken zeker niet verwaarloosbaar, maar ook niet onaanvaardbaar hoog. Er moet gestreefd worden naar een daling van de blootstelling van de 4 bovenstaande parameters volgens het ALARA-principe want bij géén van de parameters is het risico verwaarloosbaar.**

## 4 Volksgezondheidskundige conclusie

Gezondheidskundig zijn er in Hoboken volgende aandachtspunten op basis van de meetresultaten van de Vlaamse Milieumaatschappij in 2016, 2017 én 2018:

1. De jaargemiddelde **arseen**concentraties hebben een dalende trend. In 2016 én 2017 was er op 2 meetposten een overschrijding van de gezondheidskundige advieswaarde van 15 ng/m<sup>3</sup> (OEHHA, 2014) voor niet-kanker effecten en in 2018 was er op 1 meetpost nog een overschrijding.
2. Op 2 meetposten overschreed de jaargemiddelde **lood**concentraties van 2016, 2017 én 2018 de gezondheidskundige advieswaarde van 150 ng/m<sup>3</sup> (NAAQS van US EPA 2014) voor niet-kankereffecten. Kinderen zijn het gevoeligste voor lood, met name hun neurologische ontwikkeling wordt bedreigd. Op korte tot middellange termijn zijn bronmaatregelen aanbevolen.
3. Cadmium, Chroom <sup>6+</sup>, Mangaan, Nikkel en zwaveldioxide respecteren elk hun respectievelijke gezondheidskundige advieswaarde voor niet-kankereffecten.
4. De concentraties van stikstofdioxide, PM<sub>10</sub> en PM<sub>2,5</sub> overschrijden hun respectievelijke gezondheidskundige advieswaarde voor niet-kankereffecten. Deze stoffen zijn een aandachtspunt voor heel Vlaanderen.
5. Volgens de beoordeling van mengseltoxiciteit (arseen, cadmium, chroom <sup>6+</sup>, nikkel, lood, mangaan, SO<sub>2</sub> en NO<sub>2</sub>) zou de gecombineerde blootstelling omwille van gemeenschappelijke eindpunten mogelijks respiratoire, cardiovasculaire, renale, dermale en neurologische gezondheidseffecten in de hand kunnen werken.  
Fijn stof is niet in de tool voor gecombineerde blootstelling opgenomen omdat dit zou leiden tot een overschatting/dubbeltelling van de blootstelling aan bv zware metalen in fijn stof.
6. Voor de blootstelling aan **Arseen, Cadmium, Chroom<sup>6+</sup> en Nikkel** is het extra individueel kankerrisico in de woonzones op geen enkele van de 3 meetposten onaanvaardbaar, maar ook niet verwaarloosbaar. De berekende extra individuele risico's op kanker door levenslange blootstelling zijn immers hoger dan 1 op 1 miljoen (10<sup>-6</sup>), wat als grens voor gezondheidskundig verwaarloosbaar wordt gehanteerd. De berekende risico's zijn echter niet hoger dan 1 op 10.000 (10<sup>-4</sup>), hetgeen algemeen als grens voor gezondheidskundig onaanvaardbaar (buiten de arbeidssituatie) wordt gehanteerd. **Het is gezondheidskundig aangewezen om de inspanningen om de emissies en immissies te doen dalen verder te zetten en zo te streven naar een daling van het extra risico op longkanker volgens het zo laag als redelijkerwijze haalbaar principe (ALARA: As Low As Reasonably Achievable).**

Preventietips om de blootstelling aan zware metalen te beperken zijn terug te vinden op de website van de medisch milieukundigen, specifiek op deze link:

<https://logoantwerpen.be/content/zware-metalen-hoboken>

## 5 OVERZICHTSTABEL

Tabel 15: Overzichtstabel parameters, jaargemiddelden, effecten en risico's

|                             | Meetposten                     | Jaar-gemiddelde concentratie 2016 (ng/m³) | Jaar-gemiddelde concentratie 2017 (ng/m³) | Jaar-gemiddelde concentratie 2018 (ng/m³) | Niet-kanker effecten (gezondheidskundige advieswaarde)                      | Kankerrisico                                                     |                                                  |
|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                             |                                |                                           |                                           |                                           |                                                                             | CA risico > 10 <sup>-6</sup><br>= niet verwaarloosbaar           | CA risico > 10 <sup>-4</sup><br>= onaanvaardbaar |
| <b>Arseen</b>               | Edisonstr HB17                 | 21,13                                     | 21,97                                     | 16,5                                      | Overschrijding van jaargemiddelde 15 ng/m³ (OEHA)                           | Niet verwaarloosbaar extra kankerrisico (DECOS)                  |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             | 7,18                                      | 7,37                                      | 4,4                                       |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 | 27,56                                     | 23,27                                     | 11,6                                      |                                                                             |                                                                  |                                                  |
| <b>Cadmium</b>              | Edisonstr HB 17                | 6,12                                      | 4,94                                      | 5,0                                       | Geen overschrijding van jaargemiddelde 10 ng/m³ (ATSDR)                     | Niet verwaarloosbaar extra kankerrisico (EPA)                    |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             |                                           | 1,84                                      | 1,4                                       |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 |                                           | 4,15                                      | 3,0                                       |                                                                             |                                                                  |                                                  |
| <b>Chroom totaal</b>        | Edisonstr HB17                 | 3,97                                      | 2,32                                      | 3,2                                       | Geen gezondheidskundige toetsingswaarden                                    | Niet verwaarloosbaar extra kankerrisico (Health Canada)          |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             | 3,57                                      | 2,59                                      | 4,3                                       |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 | 4,47                                      | 2,95                                      | 4,7                                       |                                                                             |                                                                  |                                                  |
| <b>*Chroom<sup>6+</sup></b> | Edisonstr HB17                 | 0,056 - 0,19                              | 0,032 - 0,11                              | 0,04-015                                  | Geen overschrijding van jaargemiddelde 100 ng Cr <sup>6+</sup> /m³ (EPA)    | Niet verwaarloosbaar extra kankerrisico (WHO)                    |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             | 0,05 – 0,17                               | 0,036 – 0,12                              | 0,06-0,2                                  |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 | 0,063 – 0,21                              | 0,041 – 0,14                              | 0,07-0,14                                 |                                                                             |                                                                  |                                                  |
| <b>Lood</b>                 | Edisonstr HB17                 | 288,02                                    | 203,83                                    | 198,8                                     | Overschrijding in 2 meetposten van jaargemiddelde 150 ng/m³ (NAAQS van EPA) | Geen risicoschatting mogelijk (geen eenheidsrisico geselecteerd) |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             | 111,99                                    | 83,52                                     | 52,4                                      |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 | 490,40                                    | 332,48                                    | 175,7                                     |                                                                             |                                                                  |                                                  |
| <b>Koper</b>                | Edisonstr HB17                 | 43,34                                     | 38,39                                     | 45,9                                      | Geen gezondheidskundige toetsingswaarden                                    | Niet geklasseerd als kankerverwekkend                            |                                                  |
|                             | J.Leemanslaan HB18             | 28,96                                     | 28,40                                     | 26,6                                      |                                                                             |                                                                  |                                                  |
|                             | Plein Curie-Standbeeldstr HB23 | 43,16                                     | 37,22                                     | 32,5                                      |                                                                             |                                                                  |                                                  |

|                 |                                           |       |       |       |                                                                             |                                                                     |
|-----------------|-------------------------------------------|-------|-------|-------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>Mangaan</b>  | Edisonstr<br>HB17                         | 10,02 | 10,75 | 13,6  | Geen overschrijding<br>van jaargemiddelde<br>300 ng/m <sup>3</sup> (ATSDR)  | Niet geklasseerd als<br>kankerverwekkend                            |
|                 | J.Leemanslaan<br>HB18                     | 10,28 | 13,42 | 11,9  |                                                                             |                                                                     |
|                 | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23     | 11,15 | 12,95 | 11,5  |                                                                             |                                                                     |
| <b>Nikkel</b>   | Edisonstr<br>HB17                         | 3,63  | 4,40  | 6,6   | Geen overschrijding<br>van jaargemiddelde<br>15 ng/m <sup>3</sup><br>(OEHA) | <b>Niet verwaarloosbaar extra<br/>kankerrisico (OEHA)</b>           |
|                 | J.Leemanslaan<br>HB18                     | 1,63  | 2,58  | 3,6   |                                                                             |                                                                     |
|                 | Plein tss Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23 | 3,55  | 4,72  | 5,7   |                                                                             |                                                                     |
| <b>Zink</b>     | Edisonstr<br>HB17                         | 82,09 | 65,26 | 67,4  | Geen<br>gezondheidskundige<br>toetsingswaarden                              | Niet geklasseerd als<br>kankerverwekkend                            |
|                 | J.Leemanslaan<br>HB18                     | 55,58 | 54,83 | 47,2  |                                                                             |                                                                     |
|                 | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23     | 88,03 | 67,18 | 52,9  |                                                                             |                                                                     |
| <b>Antimoon</b> | Edisonstr<br>HB17                         | /     | 17,16 | 14,40 | Geen overschrijding<br>van jaargemiddelde<br>300 ng/m <sup>3</sup> (ATSDR)  | Geen risicoschatting mogelijk<br>(geen eenheidsrisico geselecteerd) |
|                 | J.Leemanslaan<br>HB18                     | /     | 14,99 | 7,90  |                                                                             |                                                                     |
|                 | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23     | /     | 42,34 | 21,30 |                                                                             |                                                                     |

|                         | <b>Meetposten</b>                     | <b>Jaar-<br/>gemiddelde<br/>concentratie<br/>2016<br/>(µg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Jaar-<br/>gemiddelde<br/>concentratie<br/>2017<br/>(µg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Jaar-<br/>gemiddelde<br/>concentratie<br/>2018<br/>(µg/m<sup>3</sup>)</b> | <b>Niet-kanker effecten<br/>(gezondheidskundige<br/>advieswaarde</b>             | <b>Kankerrisico</b>                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <b>SO<sub>2</sub></b>   | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23 | 7<br>(max<br>dagwaarde:<br>86)                                               | 7<br>(max<br>dagwaarde:<br>43)                                               | 7 (max<br>dagwaarde:<br>119)                                                 | Geen overschrijding<br>van daggemiddelde<br>125 µg/m <sup>3</sup> (WHO)          | /                                                                   |
| <b>NO<sub>2</sub></b>   | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23 | 27                                                                           | 26                                                                           | 26                                                                           | <b>Overschrijding van<br/>jaargemiddelde 20<br/>µg/m<sup>3</sup><br/>(ANSES)</b> | /                                                                   |
| <b>PM<sub>10</sub></b>  | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23 | 25                                                                           | 22                                                                           | 24                                                                           | <b>Overschrijding van<br/>jaargemiddelde<br/>20 µg/m<sup>3</sup> (WHO)</b>       | Geen risicoschatting mogelijk<br>(geen eenheidsrisico geselecteerd) |
| <b>PM<sub>2,5</sub></b> | Plein Curie-<br>Standbeeldstr<br>HB23 | 15                                                                           | 13                                                                           | 14                                                                           | <b>Overschrijding van<br/>jaargemiddelde<br/>10 µg/m<sup>3</sup> (WHO)</b>       | Geen risicoschatting mogelijk<br>(geen eenheidsrisico geselecteerd) |