



RISICOBEOORDELING VAN CHEMISCHE STOFFEN  
CHEMICAL SUBSTANCES RISK ASSESSMENT

**Onderzoek naar  
chrom-6 blootstelling  
bij werknemers van  
NS bedrijven**

**anno 2022**

Caesar Consult is een adviesbureau dat werkzaam is op het terrein van de arbeidshygiëne en toxicologie.

Diensten van Caesar Consult zijn:

- Inventarisatie van toxische stoffen in bedrijven.
- Opstellen van programma's met frequentie en soort metingen voor bewaking van blootstelling aan toxische stoffen.
- Uitvoering van meetprogramma's.
- Statistische bewerking van meetgegevens.
- Opstellen van bedrijfsnormen.
- Beoordelen van de toxiciteit van stoffen en producten.
- Analyse van gezondheidsrisico's. Vaststellen van omvang van risico's.
- Haalbaarheidsstudies van biologische monitoring in specifieke situaties.
- Ontwikkeling van branche-specifieke toetsmethoden voor de beroepsblootstelling.
- Ontwerp van een stofarme productiewijze.
- Beoordeling van de beroepsblootstelling in het verleden in verband met beroepszieken.

Caesar Consult heeft arbeidshygiënist en geregistreerde toxicologen (NVT-EUROTOX) in dienst.

Caesar Consult is gevestigd in het Universitair Bedrijven Centrum Nijmegen, Toernooiveld 100, 6525 EC NIJMEGEN

Tel : 024-3528840

Fax : 024-3540090

E-mail : [info@caesar-consult.nl](mailto:info@caesar-consult.nl)

Internet : [www.caesar-consult.nl](http://www.caesar-consult.nl)

*opdrachtgever* : NS Operatie - Utrecht  
contactpersoon: mevr. O. Pfennings (NS Operatie - QHSE)  
mevr. mr. S. Köiter (NS Operatie - QHSE)  
dhr. J-W Hietbrink (NS Operatie - QHSE)

*uitvoering* : Caesar Consult, Nijmegen  
*plaats, datum* : Nijmegen, 28 september 2022  
*auteur* : dr J.G.M. van Rooij (toxicoloog/arbeidshygiënist)

*rapportnr.* : CC-2022.005  
*doc.ref.* : rap-2022.005.doc

## Samenvatting

In opdracht van NS-Operatie is de aard en mate van blootstelling aan chroom-6 (Cr-VI) bij werknemers van NS bedrijven in 2022 beoordeeld.

De beoordeling bestaat uit:

1. Basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren), dit omvat:
  - (i) Selectie van representatieve NS-locaties,
  - (ii) Inventarisatie van functies en taken met mogelijke Cr-VI blootstelling,
  - (iii) Inschatting van de blootstelling (hoogte en spreiding) aan Cr-VI per taak,
  - (iv) Berekening 8-uurs Cr-VI blootstelling per functiegroep.
2. Arbeidshygiënische blootstellingsmetingen, dit omvat:
  - (i) Selectie functies voor arbeidshygiënische metingen
  - (ii) Uitvoeren arbeidshygiënische metingen:
    - luchtmetingen: inhaleerbaar stof en Cr-VI
    - urinemetingen: Cr-totaal in urine (pre-workweek en end-of-workweek)

De basiskarakterisering van de Cr-VI blootstelling bij NS-werknemers is uitgevoerd door een arbeidstoxicoloog/arbeidshygiënist van Caesar Consult. De arbeidshygiënische metingen zijn uitgevoerd door RPS te Breda. De beoordeling heeft plaatsgevonden in augustus 2022.

### **Basiskarakterisering blootstelling aan Cr-VI (schatten/modelleren)**

Op basis van de inventarisatie van de aard en duur van de werkzaamheden met Cr-VI blootstelling, het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, het geschatte aantal objecten met Cr-VI houdende coating en de geschatte concentratie Cr-VI in de ademzone tijdens risicotaken, is met behulp van Monte Carlo simulaties voor elke functiegroep een schatting gemaakt van de werkdagblootstelling in 2022.

Uit deze simulaties blijkt dat de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag anno 2022 in alle functies verwaarloosbaar tot laag is: de gemiddelde Cr-VI concentratie bij werknemers in functies met mogelijke Cr-VI blootstelling lag tussen de 0,002 % en 18 % van de huidige strenge grenswaarde voor Cr-VI van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ook de 95-percentiel waarde van de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag ligt in alle functies ruim onder deze grenswaarde van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **Arbeidshygiënische blootstellingsmetingen**

Uit de resultaten van de persoonsgebonden Cr-VI metingen (de lucht monsters zijn buiten het ademmasker genomen) blijkt dat slechts in 3 van de in totaal 42 luchtmonsters Cr-VI is aangetroffen. Het betreft 2 maal een meting bij een *RVS-lasser* ( $0,13$  en  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 1 maal een meting bij *Monteur Onderhoudsbedrijf* ( $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Waarbij er twijfels zijn of bij de net detecteerbare concentratie Cr, zoals gemeten bij de *Monteur Onderhoudsbedrijf*, sprake is geweest van daadwerkelijke Cr blootstelling (geen risicotaken en veel buiten gewerkt). Door gebruik van adembescherming door lassers (lashedhelm met geforceerde toevoer van schone lucht), en door monteurs bij risicotaken (P3-ademmasker) conform de werkvoorschriften van de NS, zal de concentratie Cr in de inademingslucht ruimschoots onder de grenswaarde voor Cr-VI ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) liggen.

De gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof in de ademzone van *Servicemonteurs* en *Onderhoudsmonteurs* is laag (3,5 tot 4% van de bedrijfsgrenswaarde van 4 mg/m<sup>3</sup>). Bij *Schilders*, *RVS-lassers* en *Monteurs/bankwerker (Haarlem/Tilburg:Berkel-Enschot)* was de gemiddelde stofconcentratie gedurende de werkdag respectievelijk 0,63, 2,49 en 1,21 mg/m<sup>3</sup>. Incidentele overschrijding van de bedrijfsgrenswaarde van 4 mg/m<sup>3</sup> is in deze functiegroepen niet uitgesloten. Ook in deze functiegroepen zal de daadwerkelijk ingeademde concentratie inhaleerbaar stof echter ruimschoots ónder de bedrijfsgrenswaarde van 4 mg/m<sup>3</sup> liggen, door het gebruik van adembescherming bij risicotaken.

Uit de resultaten van de metingen van Cr-totaal in urine blijkt dat gemeten Cr-totaal concentraties in urines van NS-werknemers in het normaalgebied liggen. Verder blijkt dat de gemeten concentraties Cr-totaal bij NS-werknemers uit de productie vergelijkbaar zijn met de Cr-totaal concentraties zoals is gemeten bij NS-kantoorpersoneel (controlegroep). Op basis van de urinemetingen zijn er geen aanwijzingen dat er sprake is van meetbare beroepsmatige inwendige blootstelling aan Cr-VI bij de bemonsterde functiegroepen.

### **Resumé**

Op basis van de basiskarakterisering van de Cr-VI blootstelling bij medewerkers van de NS en de aanvullende arbeidshygiënische metingen die zijn uitgevoerd in augustus 2022, wordt geconcludeerd dat de blootstelling aan Cr-VI en mogelijk Cr-VI houdend inhaleerbaar stof ruimschoots ónder de grenswaarde ligt, en dat het huidige arbeidshygiënische beheersregime van de NS de medewerkers en hun gezondheid in voldoende mate beschermt.

## Inhoudsopgave

<b>SAMENVATTING</b>	<b>1</b>
<b>1 INLEIDING</b>	<b>4</b>
<b>2 DOEL</b>	<b>4</b>
<b>3 KWALITEITSBORGING</b>	<b>4</b>
<b>4 OPZET EN UITVOERING</b>	<b>5</b>
4.1 AANPAK	5
4.2 BASISKARAKTERISERING VAN CR-VI BLOOTSTELLING (SCHATTEN/MODELLEREN)	6
4.3 ARBEIDSHYGIËNISCH ONDERZOEK: INHALEERBAAR STOF EN CR-VI IN WERKATMOSFEER	6
4.4 ARBEIDSHYGIËNISCH ONDERZOEK: CR-TOTAAL IN URINE VAN WERKNEMERS	8
4.5 VOORLICHTING	9
4.6 PRIVACY	9
<b>5. GRENS- EN REFERENTIEWAARDEN</b>	<b>10</b>
5.1 INHALEERBAAR STOF IN DE WERKATMOSFEER	10
5.2 CHROOM VI IN DE WERKATMOSFEER	10
5.3 CHROOM (TOTAAL) IN URINE	10
<b>6. RESULTATEN BASISKARAKTERISERING VAN CR-VI BLOOTSTELLING (SCHATTEN/ MODELLEREN)</b>	<b>12</b>
6.1 OBJECTEN MET CR-VI HOUDENDE COATING EN GEHALTE CR-VI	12
6.2 WERKZAAMHEDEN MET MOGELIJKE BLOOTSTELLING AAN CR-VI (RISICOTAKEN)	12
6.3 BEHEERSREGIME BIJ WERKZAAMHEDEN MET MOGELIJKE CR-VI BLOOTSTELLING	13
6.4 FUNCTIES MET MOGELIJKE BLOOTSTELLING AAN CR-VI	15
6.5 SCHATTING CONCENTRATIE CR-VI IN ADEMZONE TIJDENS RISICOTAKEN	15
6.6 SCHATTING CONCENTRATIE CR-VI IN INADEMINGSLUCHT GEDURENDE WERKDAG	16
6.7 RESUMÉ BASISKARAKTERISERING CR-VI BLOOTSTELLING (SCHATTEN/MODELLEREN)	19
<b>7. RESULTATEN ARBEIDSHYGIËNISCH ONDERZOEK</b>	<b>20</b>
7.1 RESULTATEN METINGEN VAN INHALEERBAAR STOF IN DE ADEMZONE	20
7.2 RESULTATEN METINGEN VAN CR-VI IN DE ADEMZONE	21
7.3 RESULTATEN VAN METINGEN CR-TOTAAL IN URINE VAN MEDEWERKERS	22
7.4 RESUMÉ ARBEIDSHYGIËNISCHE METINGEN	23
<b>8. CONCLUSIE</b>	<b>25</b>
<b>9. REFERENTIES</b>	<b>27</b>
<b>BIJLAGEN</b>	<b>28</b>

## 1 Inleiding

In het verleden zijn door leveranciers op treinstellen van NS of onderdelen daarvan chroom-6 (Cr-VI) houdende coatings toegepast. Bij werkzaamheden aan deze treinstellen in werkplaatsen van NS kan Cr-VI houdend stof vrijkomen bij de bewerking van deze Cr-VI houdende coatings en worden werknemers mogelijk blootgesteld. Blootstelling kan ook plaatsvinden bij lassen van roestvrijstaal (RVS)

Sinds 2015 is bij NS bedrijven een groot aantal monsters genomen van coatings die zijn toegepast op een range aan treinstellen en -onderdelen. Deze verfmonsters zijn geanalyseerd op Cr-VI. Tevens zijn arbeidshygiënische metingen uitgevoerd naar de concentratie inhaleerbaar stof en Cr-VI concentratie in de werkatmosfeer (zowel stationaire als persoonsgebonden metingen) bij de uitvoering van taken zoals schuren boren en slijpen in Cr-VI houdende materialen/coatings.

Op basis van deze metingen en informatie over chroom-6 blootstelling in andere sectoren, heeft de NS sinds 2015 tot nu, een groot aantal technische en organisatorische beheersmaatregelen getroffen om de emissie en blootstelling van haar medewerkers verder te reduceren.

NS Operatie wil weten of en in welke mate de medewerkers van NS-bedrijven anno 2022 nog worden blootgesteld aan Cr-VI. Tevens wil zij weten of het huidige aangescherpte beheersregime de gezondheidsrisico's voldoende beperkt. Zij heeft Caesar Consult gevraagd om dit onderzoek uit te voeren.

## 2 Doel

Het doel van het onderzoek is tweeledig:

1. Beoordeling van de aard en mate van blootstelling aan chroom-6 (Cr-VI) bij medewerkers van NS-bedrijven anno 2022;
2. Vaststellen of de gezondheid van NS-medewerkers in voldoende mate is beschermd.

## 3 Kwaliteitsborging

Het onderzoek naar de blootstelling aan Cr-VI bij de NS bedrijven stond onder leiding van dr. Joost van Rooij, geregistreerd toxicoloog en senior arbeidshygiënist werkzaam bij Caesar Consult te Nijmegen. Caesar Consult heeft ruime ervaring met het uitvoeren van onderzoek naar blootstelling aan gevaarlijke stoffen in de werkatmosfeer en biologische monitoring. Deze werkzaamheden kunnen plaatsvinden in opdracht van bedrijven, advocatenkantoren, verzekeraars en/of rechtbanken. Meer informatie over Caesar Consult vindt u op [www.caesar-consult.nl](http://www.caesar-consult.nl).

In het kader van dit onderzoek zijn onder supervisie van dhr. J.W. Peters (arbeidshygiënist RAH) van RPS tevens arbeidshygiënische metingen uitgevoerd (lucht- en urinemetingen). RPS is een geaccrediteerd laboratorium en heeft ervaren arbeidshygiënist en veiligheidkundigen in dienst met veel deskundigheid en ervaring in arbeidshygiënisch onderzoek. Meer informatie over RPS vindt u op [www.rps.nl](http://www.rps.nl).

## 4 Opzet en uitvoering

### 4.1 Aanpak

Conform de norm EN-689<sup>1</sup> zijn voor de beoordeling van de aard en mate van blootstelling aan chroom-6 (Cr-VI) bij medewerkers van NS-bedrijven anno 2022, de volgende stappen gezet:

#### Basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren)

1. *Selectie van representatieve NS-locaties*  
In gesprekken met de arbeidshygiënist van NS zijn een 8-tal representatieve locaties geselecteerd voor het onderzoek naar mogelijke blootstelling aan Cr-VI.
2. *Inventarisatie van functies met mogelijke Cr-VI blootstelling*  
Startpunt van de inventarisatie is het Register gevaarlijke stoffen van NS, en daarvan de lijst van functies met mogelijke blootstelling aan CMR stoffen. Samen met de HSE-adviseurs van de geselecteerde NS-locaties is vervolgens geïnventariseerd welke van deze functies mogelijk worden blootgesteld aan Cr-VI. Van deze risico-functies zijn vervolgens de werkzaamheden/taken met Cr-VI-blootstelling, duur en frequentie van deze taken en de toegepaste beheersmaatregelen (PBM, afzuiging etc.) geïnventariseerd.
3. *Inschatting van de blootstelling (hoogte en spreiding) aan Cr-VI bij risicotaken*  
Op basis van beschikbare metingen van het bedrijf zelf, metingen naar Cr-VI bij andere (vergelijkbare) werkhandelingen/bedrijven, en/of metingen uit literatuur en/of andere bronnen is een inschatting gemaakt van de concentratie Cr-VI in de ademzone van de medewerker tijdens taken waarbij Cr-VI kan vrijkomen.
4. *Beoordelen 8-uurs Cr-VI blootstelling per functiegroep*  
Op basis van de inventarisaties van de werkzaamheden/taken met Cr-VI blootstelling (stap 2) en de ingeschatte blootstellingsniveaus per taak (stap 3) wordt met behulp van simulaties de 8-uurs blootstelling per functiegroep berekend. Hierbij is gebruik gemaakt van Monte Carlo simulaties om meer inzicht te krijgen in de spreiding in blootstelling.

#### Arbeidshygiënische blootstellingsmetingen

5. *Selectie functies voor arbeidshygiënische metingen*  
In samenspraak met de arbeidshygiënist van NS zijn op basis van de basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling en beschikbare arbeidshygiënische metingen uit het verleden, de volgende risicofuncties geselecteerd voor aanvullende arbeidshygiënische blootstellingsmetingen: schilder, monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg: Berkel-Enschot) en RVS/lassers-lassers. Aanvullend zijn ook onderhoudsmonteurs en servicemonteurs bemonsterd, omdat zij incidenteel verspanende werkzaamheden met mogelijk Cr-VI

---

<sup>1</sup> EN-689 – Blootstelling op de werkplek – Meting van de inhalatieblootstelling aan chemische stoffen – Strategie om te voldoen aan de arbeidshygiënische blootstellingsgrenswaarden. NEN, Mei 2018

emissie kunnen verrichten en vanwege het relatief groot aantal werknemers in deze functiegroepen.

6. *Uitvoeren arbeidshygiënische metingen:*
  - a. *luchtmetingen: inhaleerbaar stof en Cr-VI*
  - b. *urinemetingen: Cr-totaal in urine (pre-workweek en end-of-workweek)*

#### Rapportage

7. De resultaten van de basiskarakterisering van de Cr-VI blootstelling en de arbeidshygiënische metingen zijn vastgelegd in een concept-rapport. De opmerkingen en aanvullingen van de opdrachtgever zijn verwerkt in een definitief rapport.

## 4.2 Basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren)

### NS-locaties

De karakterisering van mogelijke Cr-VI blootstelling heeft plaatsgevonden bij een 8-tal locaties van NS (zie tabel 1).

Tabel 1. Geselecteerd NS-locaties voor de basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling.

nr	Locatiennaam	Plaatsnaam	Type werkplaats
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Amsterdam	onderhoudsbedrijf
2	Maastricht	Maastricht	onderhoudsbedrijf
3	Onnen	Haren	onderhoudsbedrijf
4	Leidschendam	Den Haag	onderhoudsbedrijf
5	Haarlem	Haarlem	treinmodernisering
6	Binckhorst (SB Randstad Zuid)	Den Haag	servicebedrijf
7	NS componentenbedrijf	Tilburg: Berkel-Enschot	componentenbedrijf
8	Amsterdam Watergraafsmeer	Amsterdam	technische centrum

## 4.3 Arbeidshygiënisch onderzoek: inhaleerbaar stof en Cr-VI in werkatmosfeer

### Deelnemers luchtmetingen

Persoonsgebonden luchtmetingen zijn uitgevoerd op een 4-tal NS-locaties: Haarlem (Treinmodernisering), Berkel-Enschot (Componentenbedrijf), Leidschendam (Onderhoudsbedrijf) en Amsterdam Watergraafsmeer (Servicebedrijf) in augustus 2022.

Hierbij is lucht bemonsterd in de ademzone van werknemers uit de volgende functiegroepen: Schilders, Monteurs (Haarlem/Tilburg), Monteurs Servicebedrijf, Monteur Onderhoudsbedrijf, RVS-



lasser/lasser. Elk deelnemer droeg 2 pompjes en 2 monsterkoppen in de ademzone: één monsterkop voor de meting van de concentratie inhaleerbaar stof en één voor de meting van de concentratie Cr-VI. In totaal zijn 42 inhaleerbaar stof monsters en 42 Cr-VI monsters verzameld (zie tabel 2).

Tabel 2. Gegevens over luchtmetingen naar inhaleerbaar stof en chroom 6 in NS-bedrijven in augustus 2022 (persoonsgebonden metingen).

Functiegroep	Aantal persoonsgebonden luchtmeters (aantal <i>detectables</i> <sup>2</sup> )	
	Inhaleerbaar stof	Chroom VI
Schilder	12 (10)	12 (0)
Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg: Berkelenschot)	9 (8)	9 (0)
Monteur Servicebedrijf	6 (2)	6 (0)
Monteur Onderhoudsbedrijf	6 (5)	6 (1)
RVS-lasser / lasser	9 (9)	9 (2)
<i>Totaal aantal luchtmeters</i>	42 (34)	42 (3)

### Analyse luchtmonsters

Voor het bepalen van concentratie inhaleerbaar stof en Cr-VI in de ademzone zijn luchtmetingen uitgevoerd. Hiertoe zijn werknemers uitgerust met elk 2 luchtpompjes met elk één monsterkop: één monsterkop voor de bepaling van inhaleerbaar stof, en één monsterkop voor de bepaling van Cr-VI. De meting van inhaleerbaar stof is uitgevoerd conform methode MDHS 14/4 (geaccrediteerde meting), de meting van Cr-VI is uitgevoerd volgens een methode gelijkwaardig aan NIOSH 7600 (geaccrediteerde meting).

Zowel de monsterneming als de analyses van de luchtmonsters zijn uitgevoerd door RPS te Breda. Dit laboratorium werkt volgens de richtlijnen voor 'Good Laboratory Practice'. Tevens voldoet het laboratorium aan de accreditatiecriteria voor testlaboratoria zoals vastgelegd in NEN-EN-ISO/IEC 17025 en is geregistreerd door de Stichting Raad voor Accreditatie onder het registratienummer L192.

### Registratieformulier werkzaamheden

Alle deelnemers aan de luchtmetingen hebben een 'Registratieformulier werkzaamheden' ingevuld waarin is gevraagd naar de aard en duur van de werkzaamheden tijdens de meting.

<sup>2</sup> aantal *detectables* = aantal monsters waarbij een detecteerbare hoeveelheid inhaleerbaar stof of chroom VI is aangetroffen.

#### 4.4 Arbeidshygiënisch onderzoek: Cr-totaal in urine van werknemers

##### Deelnemers aan urineonderzoek

Urinemonsters zijn verzameld bij werknemers van de volgende NS-locaties: Haarlem (Treinmodernisering), Berkel-Enschot (Componentenbedrijf Tilburg), Leidschendam (onderhoudsbedrijf) en Amsterdam Watergraafsmeer (Servicebedrijf).

Het betreft werknemers uit de volgende functiegroepen: Schilder, Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg), Monteur Servicebedrijf, Monteur Onderhoudsbedrijf, RVS-lasser/lasser en bij kantoorpersoneel (controlegroep). In totaal hebben 33 medewerkers meegedaan aan het urineonderzoek naar chroomblootstelling in augustus 2022. In totaal zijn er 18 begin-werkweek-monsters en 32 einde-werk-week monsters ingeleverd. Meer informatie over de bemonsterde functiegroepen en de deelnemers aan het urineonderzoek is opgenomen in tabel 3.

Tabel 3. Gegevens over deelnemers aan urineonderzoek naar chroomblootstelling bij NS-bedrijven (augustus 2022).

Functiegroep	Aantal deelnemers aan urine onderzoek	Aantal rokers	Aantal werknemers die voeding supplementen gebruiken	Aantal werknemers met hobbymatig contact met metalen	Aantal verzamelde urinemonsters (aantal bruikbare monsters <sup>#</sup> )	
					Begin werkweek	Einde Werkweek
Schilder	4	1	0	0	2 (1)	4 (3)
Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	5	0	0	0	3 (3)	5 (5)
Monteur Servicebedrijf	4	1	1	0	0 (0)	4 (4)
Monteur Onderhoudsbedrijf	6	2	0	1	6 (4)	6 (4)
RVS-lasser / lasser	5	1	0	1	4 (3)	4 (3)
Controlegroep (kantoorpersoneel)	9	2	2	0	3 (3)	9 (8)
<i>Totaal aantal</i>	<i>33</i>	<i>7</i>	<i>3</i>	<i>2</i>	<i>18 (14)</i>	<i>32 (27)</i>

<sup>#</sup> 9 urinemonsters zijn niet meegenomen in de statistische analyses: 5 monsters waren te sterk verdund of te geconcentreerd, 4 monsters waren van werknemers die aangeven hobbymatige in contact te komen met metalen (zie tekst).

##### Analyse urinemonsters

Voor het bepalen van de mate van blootstelling aan chroom zijn urinemonsters verzameld aan het begin van de werkweek (pre shift) en aan het eind van de werkweek (post shift). De analysemonsters zijn geanalyseerd op het gehalte chroom (het betreft zogenaamde Cr-totaal; de som van zowel Cr-III en Cr-VI). Tevens is in elk monster het gehalte creatinine bepaald om te kunnen corrigeren voor verschillen in verdunning en ter identificatie van te geconcentreerde of te verdunde urinemonsters.

De analyses van de urinemonsters zijn uitgevoerd door het Analytisch Medisch Laboratorium (AML) te Antwerpen, België. Dit laboratorium werkt volgens de richtlijnen voor 'Good Laboratory Practice'. De concentratie van chroom in urine wordt uitgedrukt in microgram per gram creatine: µg/g creatinine.

##### Vragenlijst

Alle deelnemers aan het onderzoek hebben een korte vragenlijst ingevuld waarin is gevraagd naar zaken die de urinemeting kunnen beïnvloeden, zoals rookgedrag, dieet, medicijngebruik, protheses en hobbymatige blootstelling.

#### **Verstorende factoren**

Een urinemeting wordt als niet bruikbaar voor het onderzoek beschouwd als:

- de urine te geconcentreerd of te verdund is, dat wil zeggen als de creatinineconcentratie buiten het normaalgebied van 0,3 g/L tot 3,0 g/L ofwel 3 tot 27 mmol/L valt (dit betreft een richtlijn van de WHO),
- er aanwijzingen zijn voor verstoring van de urinemeting, bijvoorbeeld ten gevolge van hobbymatige blootstelling.

Op grond van bovenstaande exclusiecriteria zijn 9 urinemonsters (4 begin-werkweek-monsters en week en 5 einde-werkweek-monsters) niet meegenomen in de statistische analyses. Dit betreft 5 monsters met een te sterk afwijkende creatinine concentratie en 4 monsters van 2 werknemers die aangeven hobbymatige in contact te komen met metalen. Een volledig overzicht van alle individuele uitslagen is opgenomen in bijlage 6.

#### **4.5 Voorlichting**

Voorafgaand aan de metingen zijn de medewerkers door de HSE adviseur van de betreffende NS-locatie op de hoogte gesteld van de achtergrond en het doel van het onderzoek.

#### **4.6 Privacy**

Ter bescherming van de privacy van de werknemers zijn de individuele waarnemingen in dit rapport gecodeerd. In dit rapport heeft elke werknemer die heeft deelgenomen aan het onderzoek een unieke persoonscode ('*Worker-ID*'). Alleen de onderzoekers (Caesar Consult en RPS) zijn op de hoogte van de koppeling tussen de individuele persoonscode ('*Worker-ID*') en het personeelsnummer van de werknemers die hebben meegedaan aan het onderzoek. Voor werknemers die in de vragenlijst hebben aangegeven prijs te stellen op terugkoppeling van de resultaten door de bedrijfsarts, zijn de individuele waarnemingen met personeelsnummer gedeeld met de bedrijfsarts. De onderzoekers zullen de lijst met de koppeling tussen individuele persoonscode ('*Worker-ID*') en personeelsnummer vernietigen (verwijderen uit hun files) direct na afronding van het onderzoek.

## 5. Grens- en referentiewaarden

Een overzicht van de grenswaarden voor inhaleerbaar stof (bedrijfs grenswaarde NS), Cr-VI in de werkatmosfeer (wettelijke grenswaarde) en Cr-totaal in urine (tentatieve biologische grenswaarde) is opgenomen in tabel 4.

### 5.1 Inhaleerbaar stof in de werkatmosfeer

Er is geen wettelijke grenswaarde voor inhaleerbaar stof. Voor inert inhaleerbaar stof wordt vaak in Nederlandse bedrijven een tentatieve bedrijfs grenswaarde van  $10 \text{ mg/m}^3$  gehanteerd. Omdat het inhaleerbaar stof op werkplekken van NS mogelijk is belast met Cr-VI en/of ander metalen wordt binnen en NS-bedrijven een aanzienlijk strengere bedrijfs grenswaarde voor inhaleerbaar stof gehanteerd. Deze bedraagt  $4 \text{ mg/m}^3$ . Het betreft de hoeveelheid inhaleerbaar stof per  $\text{m}^3$  lucht over 8 uur gemiddeld (8-uurs tijdgewogen gemiddelde, ofwel 8-uurs tgg).

### 5.2 Chroom VI in de werkatmosfeer

Sinds 1 maart 2017 bedraagt de wettelijke grenswaarde voor Cr-VI verbindingen in de werkatmosfeer in Nederland:  $1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ . Het betreft de hoeveelheid Cr-VI in inhaleerbaar stof per  $\text{m}^3$  lucht over 8 uur gemiddeld (8-uurs tijdgewogen gemiddelde, ofwel 8-uurs tgg).

### 5.3 Chroom (totaal) in urine

#### *Biologische grenswaarde*

In Nederland bestaan geen biologische grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling aan chroom. De chroom zoals die in urine wordt aangetroffen kan zowel afkomstig zijn van chroom VI als chroom III verbindingen. Men spreekt daarom ook wel van concentratie *totaal-chroom* in urine. Chroom VI is aanzienlijk giftiger dan chroom III en heeft daardoor een strengere grenswaarde voor de werkatmosfeer:  $1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  (Chroom VI) versus  $60 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  (chroom III).

Op basis van de Duitse 'EKA-Korrelation' is door middel van lineaire extrapolatie een tentatieve biologische grenswaarde waarde voor **chroom VI** afgeleid van  $1,5 \text{ }\mu\text{g/g creatinine}$  (zie tabel 2). Deze concentratie chroom in urine is equivalent aan de in Nederland geldende wettelijke grenswaarde voor chroom VI in de werkatmosfeer van  $1 \text{ }\mu\text{g/m}^3$  [4]<sup>3</sup>.

#### *Referentiewaarde*

Bij mensen die niet beroepsmatig worden blootgesteld aan Cr, kan eveneens Cr in urine worden vastgesteld. Trivalent Cr (Cr-III) is één van de mineralen die je lichaam in zeer kleine hoeveelheden nodig heeft om goed te kunnen functioneren. Cr is belangrijk voor het koolhydraat-, eiwit- en vetmetabolisme en maakt deel uit van de glucosetolerantiefactor (GTF) en verhoogt de

<sup>3</sup> Op een vergelijkbare wijze kan door extrapolatie een tentatieve biologische grenswaarde waarde **chroom III** worden afgeleid van  $25 \text{ }\mu\text{g/g creatinine}$ . Deze concentratie chroom in urine is equivalent aan de in Nederland geldende wettelijke grenswaarde voor chroom III in de werkatmosfeer van  $60 \text{ }\mu\text{g/m}^3$ .

glucosetolerantie door ondersteuning van de insulinerwerking. Daarnaast verbetert Cr de ratio tussen LDL- en HDL-cholesterol in het bloed. Een tekort aan Cr kan leiden tot symptomen als een slechte bloedglucoseregulatie, zwakke botten en botverlies en vermoeidheid. Cr komt voor in graanproducten met hoog gehalte aan zemelen, groentes, rietsuikermelasse, vlees (zoals lever), gevogelte en vis, en wordt vaak toegevoegd aan voedingssupplementen.

Het Duitse DFG, [1] het Europese SCOEL [4] en het Amerikaanse CDC (Centers for Disease Control and Prevention) [5] rapporteren respectievelijk 0,6, 0,7 en 1,09 µg Cr/g creatinine als bovengrens (o.b.v. het 95-percentiel) van de concentratie Cr in urine van niet-beroepsmatig blootgestelde volwassenen. De waarde van het Amerikaanse CDC is gebaseerd op de recente steekproef in de Amerikaanse populatie. Bij 1701 Amerikaanse volwassenen van 20 jaar en ouder is de concentratie chroom in urine bepaald. In 95% van de gevallen lag de gemeten concentratie onder de 1,09 µg/g creatinine.

De 95-percentiel waarde van **1,09 µg chroom per g creatinine** zoals recentelijk vastgesteld bij 1701 Amerikaanse volwassenen wordt in dit rapport gehanteerd als normaal- of referentiewaarde voor chroom bij niet beroepsmatig blootgestelde volwassenen (zie tabel 4).

Tabel 4. Grenswaarden voor inhaleerbaar stof, Cr-VI in de werkatmosfeer en voor Cr-totaal in urine van werknemers.

Agens	Grenswaarde	Opmerking
Inhaleerbaar stof in werkatmosfeer	4 mg/m <sup>3</sup>	Bedrijfsgrenswaarde NS
Chroom 6 (Cr-VI) in werkatmosfeer	1 µg/m <sup>3</sup>	Wettelijke grenswaarde NL
Chroom-totaal (Cr-totaal) in urine (einde werkweek, post shift)	1,5 µg/g creatinine <sup>#</sup>	Biologische grenswaarde is equivalent aan NL grenswaarde Cr-VI in werkatmosfeer (1 µg/m <sup>3</sup> )

<sup>#</sup> Normaal- of referentiewaarde bij niet-beroepsmatig blootgestelden: 1,09 µg/g creatine (95-percentiel)

## 6. Resultaten basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren)

### 6.1 Objecten met Cr-VI houdende coating en gehalte Cr-VI

In de periode 2015 tot 2018 zijn op de locatie NS-Treinmodernisering (Haarlem) een groot aantal verfmonsters genomen. Deze verfmonsters zijn geanalyseerd op Cr-VI. De resultaten van deze analyses zijn samengevat in tabel 5.

Tabel 5. Overzicht van bemonsterde objecten en de gemeten hoeveelheid Cr-VI in de verfmonsters (in mg/kg)

Onderzochte objecten		Totaal aantal monsters	Aantal monsters mét Cr-VI		Gehalte Cr-VI in monsters mét Cr-VI (in mg/kg)			
		N	N	% van totaal	AM	sd	Min	Max
Bakwand	Treintype VIRM (40 treinstellen)	219	17	8 %	2802	2957	18	8330
Bakwand (zijkant-postzegel)	Overige treintypen <sup>+</sup>	34	19	56 %	2167	2532	40	9780
Wieg balken	ICR	319	52	16 %	588	2218	11	13900
Wielassen	15 typen	556	24	4 %	382	533	14	6860
Draaistellen	23 typen	256	19	7 %	1716	4953	11	17600
Tandwielkasten	-	25	0	0 %	-	-	-	-

N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, sd = standaard deviatie, Min = laagste meetwaarde, Max = hoogste meetwaarde

<sup>+</sup> DDM1, DDZ,ICR, SGM, SLT, Mat'64, Loc1700, DDAR, ICM, DM90, DE1, Loc2498, MP, Plan4118, SIK, Loc600, Loc2200, NS2-Kameel

Het gehalte Cr-VI in verfmonsters wordt uitgedrukt in mg/kg. Als het gehalte Cr-VI in de verf 1000 mg/kg bedraagt, betekent dit dat de 8-uurs grenswaarde van Cr-VI in de lucht ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wordt overschreden als de (verf)stofconcentratie gedurende de werkdag hoger is dan 1 mg/m<sup>3</sup>. Bij een gehalte Cr-VI in de verf van 100 mg/kg wordt de grenswaarde voor Cr-VI pas overschreden als de (verf)stofconcentratie gedurende de hele dag hoger is dan 10 mg/m<sup>3</sup>. N.b.: een stofconcentratie in de lucht van  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$  is zeer hoog; zo hoog dat het duister wordt en het zicht wordt belemmerd.

### 6.2 Werkzaamheden met mogelijke blootstelling aan Cr-VI (risicotaken)

Tabel 6 geeft een overzicht van de werkzaamheden in NS-bedrijven waarbij werknemers mogelijk worden blootgesteld aan Cr-VI. Óf de werknemers worden blootgesteld hangt uiteraard sterk af of er die dag wordt gewerkt met materieel en/of objecten met een Cr-VI houdende conservering of coating.

Tabel 6. Werkzaamheden met mogelijke Cr-VI blootstelling (risicotaken).

Werkzaamheden met mogelijk Cr-VI blootstelling	Toelichting
Stralen (grit)	Stralen met grit (droog) van plaatwerk/materiaal met daar op een Cr-VI houdende conservering/coating
Schuren/polijsten	Schuren/polijsten van plaatwerk/materiaal met daar op een Cr-VI houdende conservering/coating
Slijpen	Slijpen, borstelen, ratelen van plaatwerk/materiaal met daar op een Cr-VI houdende conservering/coating
Lassen RVS	Lassen van roestvrijstaal (RVS)
Oplassen onderdelen (incl snijbranden)	Oplassen van onderdelen op materiaal met Cr-VI houdende conservering/coating
Reinigen - afblazen stof	Verwijderen van Cr-VI houdend stof met perslucht van object
Reinigen - stofzuigen	Verwijderen van Cr-VI houdend stof met stofzuiger en nat afnemen met water en ammonia
Reinigen – veeg en dweilwagen	Reinigen van vloeren met Cr-VI houdend stof met veeg en dweilwagen
Vervangen van stoffilters	Verhelpen verstoppingen en vervangen filter van hoog vacuüm installatie (afzuiging van schuur- en

### 6.3 Beheersregime bij werkzaamheden met mogelijke Cr-VI blootstelling

Toen in april 2015 bij onderzoek uitgevoerd door RPS werd vastgesteld dat coatings op treinstellen en of -onderdelen Cr-VI kunnen bevatten zijn in reactie hierop sinds 2015 binnen de NS een groot aantal veranderingen doorgevoerd in het productieproces en/of werkvoorschriften met als doel om de blootstelling aan stof en Cr-VI in het bijzonder, op alle NS-locaties verder te beperken. Dit omvat onder andere:

#### Technische maatregelen

- Verhoging afzuiging op schuurmachines (hoger capaciteit).
- Ander schuurpapier (voor efficiëntere afzuiging).
- Afschermen van de schuur en schilderstanden onderling middels tussenwanden.
- Onderzoek naar andere schuurmachines.
- Centrale hoog vacuüm stofopvang buiten afdeling geplaatst.

#### Locatie Haarlem Treinmodernisering

- Sinds eind 2017 elektrisch bakkentransport (op wielen) in plaats van luchtkussen bakkentransport.

#### Organisatorische maatregelen

- Jaarlijkse controle op hoeveelheden stof en het evt. extra reinigen hiervan in de werkplaatsen.
- Verbod op gebruik van perslucht in schuur-stand.
- Voorlichting en Instructie omtrent het idee van stofvorming, voorkoming en verspreiding.

- Gebruik maken van stofzuigers met een absoluut filter voor reinigen vloeren.
- Geen bezems gebruiken voor schoonmaken vloeren.
- Instructies (toolboxen) opgesteld over Cr-VI.
- Veilig werken en gebruik van PBM vormt onderdeel van functioneringsgesprek.
- Veilig werken vormt vast onderdeel van werkoverleg (maandelijks).
- Cultuur van elkaar aanspreken op gebruik van beschermingsmiddelen.
- Uitgebreid meetprogramma naar Cr-VI emissies en blootstelling aan inhaleerbaar stof .

*Locatie Haarlem (Treinmodernisering)*

- Vloeren schilder- en schuurstanden en spuitcabines dweilen met dweilmachine na elke bak.
- Niet meer met wegwerpoverall buiten de werkstand (voorbewerkers, spuiters).
- Instructie omtrent het wisselen van stofzakken en filters.
- Compartmentalisering van werkstands verbeterd (betere afscheiding tussen stands; aftimmering bordessen in voorwerkstands).
- Deuren van werkstands naar traverse en naar kleedruimte meer gesloten houden.
- Frequentere en betere schoonmaak van voorwerk-stands (machinaal: stofzuigen en schrobben).

**Persoonlijke beschermingsmiddelen**

- Aanscherping PBM-regime (o.a. gebruik van betere adembeschermingsmiddelen).

Een overzicht van de voorgeschreven persoonlijke beschermingsmaatregelen die momenteel binnen NS-bedrijven worden gehanteerd voor werkzaamheden met (mogelijk) chroom 6 houdende materialen is opgenomen in bijlage 1 en is samengevat in tabel 7. Gebruik van P3-ademmaskers is verplicht bij alle fijn verspannende werkzaamheden. N.b.: Bij grof verspannende werkzaamheden komen geen of zeer weinig inhaleerbare stofdeeltjes vrij.

*Tabel 7. Gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen bij werkzaamheden door NS-medewerkers met mogelijke Cr-VI blootstelling.*

Activiteit	Grof of fijn verspanend	Adem-bescherming (P3)	Gehoor-bescherming	Oog- en/of gelaats-bescherming	Werk-kleding	Hand-Schoenen
Boren	Grof			X	X	
Handmatig zagen	Grof				X	X
Machinaal zagen	Grof		X	X	X	
Frezen spiraal frees	Grof		X	X	X	
Frezen kruisvertande frees	Fijn	X	X	X	X	
Schuren/Polijsten	Fijn	X	X	X	X	X
Slijpen (doorslijpen, uitslijpen, schoonslijpen)	Fijn	X	X	X	X	X
Snijbranden	Fijn	X	X	X	X	X
Elektrisch of pneumatisch monteren	Geen verspaning		X		X	X
Handmatige montage	Geen verspaning				X	X
Heet stoken	Geen verspaning		X	X	X	X



## 6.4 Functies met mogelijke blootstelling aan Cr-VI

Een overzicht van functies op de 8 NS-locaties met mogelijke blootstelling aan Cr-VI is opgenomen in tabel 8. In bijlage 3 staat per functiegroep informatie over de duur en frequentie van werkzaamheden met mogelijke Cr-VI blootstelling ('risico-taken'). Bijlage 4 geeft per functiegroep tevens een overzicht van de getroffen arbeidshygiënische beheersmaatregelen, zoals persoonlijke beschermingsmiddelen, afzuiging.

Tabel 8. Overzicht van functies op 8-tal NS-locaties met mogelijke blootstelling aan Cr-VI.

NS-locatie	Type werkplaats	Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling	Aantal werknemers
1. Amsterdam	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch ( <i>spot repair</i> )	50
2. Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch ( <i>spot repair</i> )	1
3. Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	1
		Mechanische/electrische monteur ('postzegelen')	5
		Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	150
4. Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	<i>Niet van toepassing</i>	-
5. Haarlem	Treinmodernisering	Schilders: a. gritter	4
		Schilders: b. schuurder/plamuurder	15
		Schilders: c. spuitser	5
		Casco medewerkers (stand 8/9; lassers)	15
		Monteurs draaistellen	10
		Monteurs wielendraaijerij	4
		Schoonmakers	circa 6
		Technische dienst medewerkers	5
		Schadeherstellers: a. schilder	6
		Schadeherstellers: b. bankwerker (lasser)	8
		Medewerkers Toelevering: a. schilder (exterieur)	8
		Medewerkers Toelevering: b. bankwerker (RVS lasser)	3
6. Binckhorst (Den Haag)	Servicebedrijf	<i>Niet van toepassing</i>	-
7. Tilburg	Componentenbedrijf	Schilder (schuren/plamuren)	7
		Lasser (RVS en oplassen)	3
		Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - dagelijks)	5
		Monteur (draai en frees werkzaamheden)	3
		Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - wekelijks)	35
8. Amsterdam Watergraafsmeer	Technisch centrum (Servicebedrijf)	<i>Niet van toepassing</i>	-

## 6.5 Schatting concentratie Cr-VI in ademzone tijdens risicotaken

Op basis van de beschikbare arbeidshygiënisch meetgegevens bij NS uit de periode 2015-2018 en de resultaten van arbeidshygiënisch onderzoek naar Cr-VI blootstelling bij lassen (zie bijlage 2), is een inschatting gemaakt van de concentratie Cr-VI in de ademzone van NS-medewerkers tijdens de risicotaken. De resultaten zijn samengevat in tabel 9.

Tabel 9. Schatting van de Cr-VI concentratie in ademzone tijdens werkhandelingen met Cr-VI blootstelling op basis van metingen NS uit periode 2015-2019 en arbeidshygiënisch onderzoek elders (lassen).

Werkzaamheden met Cr-VI blootstelling	Concentratie Cr-VI in ademzone (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Toelichting/Bron
	AM	sd	
Stralen (grit)	0,24	0,18	Metingen NS #
Schuren/polijsten	0,34	1,26	Metingen NS
Frezen (kruisvertande frees)	0,34	1,26	Schatting: idem als schuren/polijsten
Slijpen	13,7	15,0	Metingen NS
Lassen RVS	23,2	28,0	Edme et al (1997) Stridsklev (1993)
Oplassen onderdelen	0,52	0,84	RPS (2018)
Reinigen - afblazen stof	15,86	13	Metingen NS#
Reinigen - stofzuigen	0,16	0,13	Schatting: 100 maal lager dan afblazen stof
Reinigen – veeg en dweilwagen	0,34	1,26	Schatting: Idem als schilders in schuurstand
Werkzaamheden aan afzuiginstallatie	0,65	0,5	Metingen NS# (filterzakken)
<p># de AM en sd zijn berekend uitgaande van de aanname dat de hoogst gemeten waarde ('Max') equivalent is aan 95-th percentiel en de spreiding een geometrische standaarddeviatie heeft van 2.0.                      N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, sd = standaard deviatie,                      Vetgedrukte waarden in blauw: meetgegevens van NS zelf (zie ook Bijlage 2)</p>			

## 6.6 Schatting concentratie Cr-VI in inademingslucht gedurende werkdag

Op basis van de inventarisatie van de aard en duur van de werkzaamheden met Cr-VI blootstelling (§ 6.4 & Bijlage 3), het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (Bijlage 4), het aantal objecten met Cr-VI houdende coating (§ 6.1) en de geschatte concentratie Cr-VI in de ademzone tijdens risicotaken (§ 6.5) is voor elke functiegroep een schatting gemaakt van de concentratie Cr-VI in de inademingslucht gedurende de werkdag.

### Berekening concentratie CR-VI in inademingslucht gedurende werkdag

Bij de schatting van de werkdaggemiddelde concentratie Cr-VI in de inademingslucht is de volgende formule toegepast:

*Concentratie Cr-VI in inademingslucht gedurende de werkdag (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) =*

$$\begin{aligned} & ((\text{Concentratie}_{\text{taak } 1} \times \text{kans op Cr-VI}_{\text{taak } 1} \times 1/\text{APF-RPE}_{\text{taak } 1}) \times (\text{Duur}_{\text{taak } 1} \times \text{kans op taak}_{\text{taak } 1}) + \\ & (\text{Concentratie}_{\text{taak } 2} \times \text{kans op Cr-VI}_{\text{taak } 2} \times 1/\text{APF-RPE}_{\text{taak } 2}) \times (\text{Duur}_{\text{taak } 2} \times \text{kans op taak}_{\text{taak } 2}) + \\ & (\text{Concentratie}_{\text{taak } 3} \times \text{kans op Cr-VI}_{\text{taak } 3} \times 1/\text{APF-RPE}_{\text{taak } 3}) \times (\text{Duur}_{\text{taak } 3} \times \text{kans op taak}_{\text{taak } 3})) / 480 \text{ min} \end{aligned}$$

*Toelichting bij formule:*

Concentratie<sub>taak x</sub> = concentratie Cr-VI in ademzone tijdens taak

Kans op Cr-VI<sub>taak x</sub> = kans dat materiaal/object waarmee is gewerkt Cr-VI bevat

APF-RPE<sub>taak x</sub> = assigned protection factor of beschermingsfactor van adembeschermingsmiddel dat wordt gebruikt bij een taak.<sup>4</sup>

Duur<sub>taak x</sub> = de duur van de taak in minuten

Kans op taak<sub>taak x</sub> = de kans dat taak x op betreffende werkdag wordt uitgevoerd

### **Monte Carlo simulatie**

Aan de berekening van de blootstelling aan Cr-VI, uitgedrukt als de concentratie Cr-VI in de inademingslucht gedurende een werkdag (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), kleven onzekerheden. Het betreft met name de duur van risicotaken op een werkdag en de concentratie Cr-VI in de ademzone tijdens deze risicotaken. Om inzicht te krijgen in deze onzekerheden zijn de berekeningen van de werkdagblootstelling van de NS-medewerkers uitgevoerd met behulp van Monte Carlo Simulatie.

Monte Carlo simulatie is een statistische rekenmethode waarbij de mogelijke spreiding binnen elk van de variabelen (distributie) wordt meegenomen in de berekening. Hiertoe wordt dezelfde berekening vele malen herhaald, telkens met een nieuwe waarde uit de vooraf bepaalde distributie voor elke variabele. Door op deze wijze de berekening vele malen uit te voeren, wordt een beter inzicht verkregen in zowel de hoogte als de mogelijke spreiding van de blootstelling aan Cr-VI.

In dit onderzoek zijn voor elke functiegroep 10.000 mogelijke werkdagblootstellingen gesimuleerd met het softwarepakket ModelRisk. De rekensheets voor de Monte Carlo simulaties zijn opgenomen in bijlage 5. De resultaten van deze simulaties zijn samengevat in tabel 10.

<sup>4</sup> De *Assigned Protection Factor* van een ademmasker van het type FFP2 = 10, van het type FFP3 = 20, van een halfgelaatsmasker met P3 = 20 en een volgelaatsmasker met aangedreven gefilterde lucht = 40 (zie ook NVvA, 2001 en HSE, 2013).

Tabel 10. Schatting van de concentratie Cr-VI in ingeademde lucht anno 2022 gedurende de werkdag bij NS medewerkers op basis van taakmetingen uit periode 2015-2019 en 10.000 simulaties per functie.

NS-locatie	Functie	Concentratie Cr-VI in ingeademde lucht gedurende werkdag (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) <sup>#</sup>	
		Gemiddelde (AM)	95-percentiel
Amsterdam Watergraafsmeer - Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	0,0002	0,0009
Maastricht - onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	0,0009	0,004
Onnen - Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	0,0017	0,007
	Mechanische/elektrische monteur ('postzegelen')	0,00008	<0,001
	Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	0,00005	<0,001
Haarlem - Treinmodernisering	Schilders: a. gritter	0,0003	0,003
	Schilders: b.	0,001	0,004
	Schilders: c. spuitser	0,002	<0,06
	Cascomedewerkers	0,025	0,140
	Monteurs draaistellen	0,0009	0,0003
	Monteurs wielendraaijerij	0,00002	<0,00006
	Schoonmakers	0,002	0,003
	Technische dienst medewerker	0,0002	0,0009
	Schadehersteller: a. Schilder	0,004	0,020
	Schadehersteller: b. bankwerker	0,010	0,013
	Medewerkers Toelevering: a. schilder (exterieur)	0,0045	0,020
	Medewerkers Toelevering: b. bankwerker (RVS-lasser)	0,008	0,044
Tilburg- Componentenbedrijf	Schilder (schuren/plamuren)	0,003	0,015
	Lasser (RVS en oplassen)	0,18	0,65
	Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - dagelijks)	0,005	0,02
	Monteur (draai en frees werkzaamheden)	0,0005	0,0005
	Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - wekelijks)	0,0004	<0,009

<sup>#</sup> de grenswaarde voor Cr-VI is sinds maart 2017:  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8-uurs tijd gewogen gemiddelde)

## 6.7 Resumé Basiskarakterisering Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren)

Op basis van de inventarisatie van de aard en duur van de werkzaamheden met Cr-VI blootstelling, het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, het geschatte aantal objecten met Cr-VI houdende coating en de geschatte concentratie Cr-VI in de ademzone tijdens risicotaken, is met behulp van Monte Carlo simulaties voor elke functiegroep een schatting gemaakt van de werkdagblootstelling in 2022.

Uit deze simulaties blijkt dat de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag anno 2022 in alle functies verwaarloosbaar tot laag is: de rekenkundig gemiddelde Cr-VI concentratie lag tussen de 0,002 % en 18 % van de huidige strenge grenswaarde voor Cr-VI van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ook de 95-percentiel waarde van de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag ligt in alle functies ruim onder deze grenswaarde van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 7. Resultaten arbeidshygiënisch onderzoek

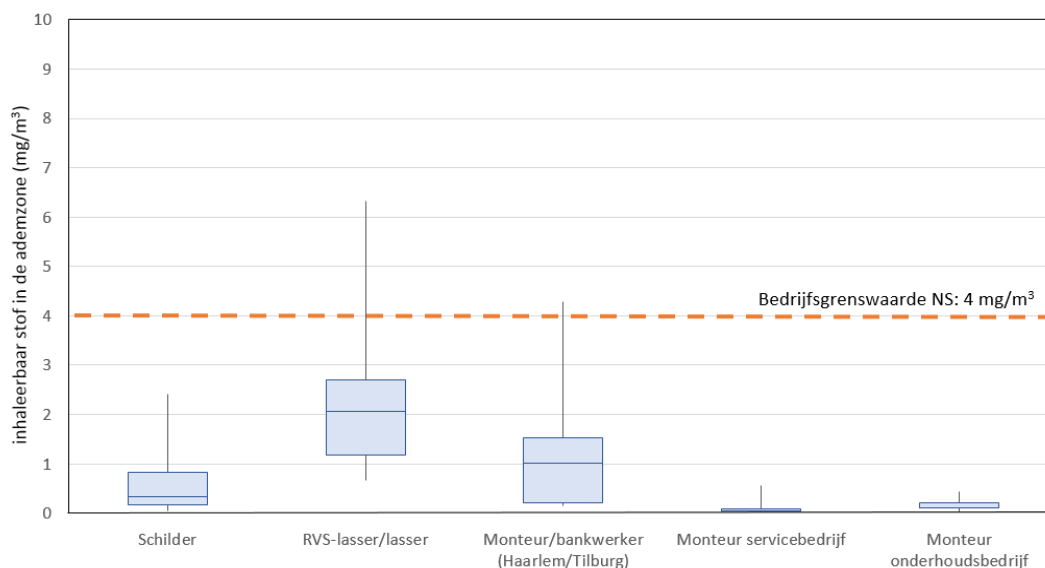
### 7.1 Resultaten metingen van inhaleerbaar stof in de ademzone

De resultaten van de persoonsgebonden inhaleerbaar stof metingen zijn grafisch weergegeven in figuur 1 en samengevat in tabel 11. De afzonderlijke meetresultaten staan in bijlage 6a.

Uit de metingen blijkt dat de gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof in de ademzone van *Servicemonteurs* en *Onderhoudsmonteurs* laag is (3,5 tot 4% van de bedrijfsgrenswaarde van 4 mg/m<sup>3</sup>); ook de 95-percentiel is in deze functiegroepen voldoende laag.

De gemiddelde stofconcentratie bij *Schilders*, *RVS-lassers* en *Monteurs/bankwerker (Haarlem/Tilburg)* is respectievelijk 0,63, 2,49 en 1,21 mg/m<sup>3</sup>. Incidentele overschrijding van de bedrijfsgrenswaarde van 4 mg/m<sup>3</sup> is echter niet uitgesloten (UTL<sub>95%,70%</sub> > 4 mg/m<sup>3</sup>; zie tabel 11). Omdat de werknemers bij de risicotaken adembescherming dragen (P3-masker: halfgelaats- of full-face masker; lassers dragen lashelm met geforceerde luchttoevoer) is de werkelijke hoeveelheid ingeademde hoeveelheid stof echter voldoende laag (een factor 20 tot 40 lager) en zijn er geen schadelijke effecten te verwachten als gevolg van blootstelling aan inhaleerbaar stof.

Figuur 1. Concentraties inhaleerbaar stof in de ademzone – augustus 2022 (8-uurs tgg in mg/m<sup>3</sup>).



Tabel 11. Concentraties inhaleerbaar stof in werkatmosfeer – augustus 2022 (in mg/m<sup>3</sup>; persoonsgebonden 8uurs tgg).

Funcatiegroep	N	N < d.g.	AM	sd	GM	gsd	Min	Max	UTL <sub>95%,70%</sub>
Monteurs servicebedrijf	6	4	0,14	0,21	0,08	2,79	< 0,05	0,55	0,71
Monteur onderhoudsbedrijf	6	1	0,17	0,15	0,12	2,44	<0,05	0,43	0,87
Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	9	1	1,21	1,36	0,64	3,58	< 0,49	4,28	8,52
Lasser/RVS-lasser	9	0	2,49	1,86	1,95	2,12	0,66	6,31	8,97
Schilder	12	2	0,63	0,71	0,33	3,60	<0,06	2,40	4,11

*N* = aantal metingen, *N* < *d.g.* = aantal metingen onder de detectiegrens, *AM* = rekenkundig gemiddelde, *sd* = standaard deviatie, *GM* = geometrisch gemiddelde, *Min* = laagste meetwaarde, *Max* = hoogste meetwaarde, *UTL<sub>95%,70%</sub>* = 70% betrouwbaarheidsgrens van de 95 percentiel.

## 7.2 Resultaten metingen van Cr-VI in de ademzone

De resultaten van de persoonsgebonden Cr-VI metingen zijn samengevat in tabel 12. De afzonderlijke meetresultaten staan in bijlage 6b.

Uit de resultaten blijkt dat slechts in 3 van de in totaal 42 luchtmonsters Cr-VI is aangetroffen. Het betreft 2 maal een meting bij een *RVS-lasser* (0,13 en 3,7 µg/m<sup>3</sup>) en 1 maal een meting bij *Monteur Onderhoudsbedrijf* (0,09 µg/m<sup>3</sup>).

Dat er Cr-VI wordt gedetecteerd bij een *RVS-lasser* is volgens verwachting, echter de meting van Cr-VI bij de *Monteur Onderhoudsbedrijf* (0,09 µg/m<sup>3</sup>) niet. Uit de taakregistratie blijkt dat het gaat om een monteur van het onderhoudsbedrijf die gedurende de meetdag buiten (Bio), in de cabine en in reizigersruimte van meerdere treinstellen heeft gewerkt. Hij heeft o.a. de bioreactors van de sprinter geleegd, gereinigd en eventueel hygienisering verwisseld (interne sensoren gecontroleerd, gespoeld, onderhoud en spoelen van toilet lekkages). Bij het werken waarbij hij mogelijk in contact komt met besmet (mogelijke aanwezigheid micro-organismen) water heeft hij additioneel nitrilhandschoenen gedragen die hij veelvuldig wisselt. Er zijn geen aanwijzingen dat deze monteur risicotaken met mogelijke Cr-VI blootstelling heeft uitgevoerd. Of deze monteur daadwerkelijk is blootgesteld aan Cr-VI is op basis van de beschikbare gegevens twijfelachtig. Bovendien is het goed om te onderkennen dat de gemeten hoeveelheid Cr-VI op het luchtfilter van deze monteur heel dicht bij de detectiegrens lag (0,114 µg versus <0,1 µg).

Tabel 12. Concentraties Cr-VI in werkatmosfeer – augustus 2022 (in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , persoonsgebonden 8-uurs tgg)

Funcatiegroep	N	N < d.g.	AM	Sd	GM	gsd	Min	Max	UTL <sub>95%,70%</sub>
Monteurs servicebedrijf	6	6	-	-	-	-	< 0,09		-
Monteur onderhoudsbedrijf	6	5	-	-	-	-	< 0,09	0,09	-
Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	9	9	-	-	-	-	< 0,09		-
Lasser/RVS-lasser	9	7	-	-	-	-	< 0,09	3,7	-
Schilder	12	12	-	-	-	-	<0,09		-

*N* = aantal metingen, *N* < *d.g.* = aantal metingen onder de detectiegrens, *AM* = rekenkundig gemiddelde, *sd* = standaard deviatie, *GM* = geometrisch gemiddelde, *Min* = laagste meetwaarde, *Max* = hoogste meetwaarde, *UTL<sub>95%,70%</sub>* = 70% betrouwbaarheidsgrens van de 95 percentiel.

De grenswaarde voor Cr-VI is sinds maart 2017:  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (8-uurs tijd gewogen gemiddelde).

### 7.3 Resultaten van metingen Cr-totaal in urine van medewerkers

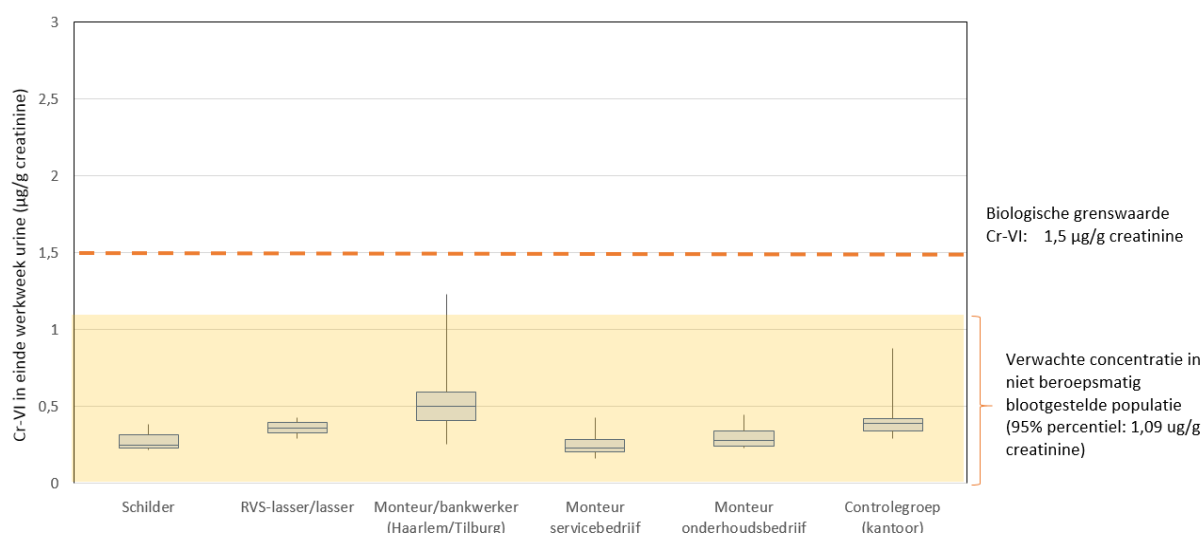
De resultaten van de metingen naar Cr-totaal in urine van de werknemers zijn grafisch weergegeven in figuur 2 en samengevat in tabel 13. De afzonderlijke meetresultaten staan in bijlage 7.

Uit de resultaten van de urinemetingen blijkt dat de gemeten Cr-totaal concentraties in de eindewerkweek urines van NS-werknemers in het normaalgebied (zie gele vlak in figuur 2) liggen. Verder blijkt dat de gemeten concentraties Cr-totaal bij NS-werknemers uit de productie vergelijkbaar zijn met de Cr-totaal concentraties zoals is gemeten bij NS-kantoorpersoneel (controlegroep).

Op basis van de urinemetingen zijn er geen aanwijzingen dat er sprake is van meetbare beroepsmatige inwendige blootstelling aan Cr-VI bij de bemonsterde functiegroepen.



Figuur 2. Concentraties Cr-totaal in einde-werkweek urinemonsters – augustus 2022 (in  $\mu\text{g/g}$  creatine)



Tabel 13. Concentraties Cr-totaal in einde -werkweek urinemonsters – augustus 2022 (in  $\mu\text{g/g}$  creatine)

Funcatiegroep	N	N < d.g.	AM	sd	GM	gsd	Min	Max
Monteurs servicebedrijf	4	0	0,26	0,12	0,24	1,51	0,16	0,43
Monteur onderhoudsbedrijf	4	0	0,31	0,10	0,30	1,35	0,23	0,44
Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	5	0	0,60	0,37	0,52	1,78	0,25	1,23
Lasser/RVS-lasser	3	0	0,36	0,07	0,35	1,21	0,29	0,42
Schilder	3	0	0,28	0,29	0,27	1,34	0,22	0,38
Controlegroep (kantoorpersoneel)	8	0	0,43	0,19	0,41	1,42	0,29	0,88

N = aantal bruikbare metingen, N < d.g. = aantal metingen onder de detectiegrens, AM = rekenkundig gemiddelde, sd = standaard deviatie, GM = geometrisch gemiddelde, Min = laagste meetwaarde, Max = hoogste meetwaarde,  $UTL_{95\%,70\%} = 70\%$  betrouwbaarheidsgrens van de 95 percentiel,  $UCL_{95\%}AM = 95\%$  betrouwbaarheidsgrens van rekenkundig gemiddelde.

Biologische grenswaarde Cr-totaal in urine:  $1,5 \mu\text{g/g creatine}$  (Cr-VI) en  $25 \mu\text{g/g creatine}$  (Cr-III)

## 7.4 Resumé Arbeidshygiënische metingen

Uit de resultaten van de persoonsgebonden Cr-VI metingen (de luchtmonsters zijn buiten het ademmasker genomen) blijkt dat slechts in 3 van de in totaal 42 luchtmonsters Cr-VI is aangetroffen. Het betreft 2 maal een meting bij een *RVS-lasser* ( $0,13$  en  $3,7 \mu\text{g/m}^3$ ) en 1 maal een meting bij *Monteur Onderhoudsbedrijf* ( $0,09 \mu\text{g/m}^3$ ). Waarbij er twijfels zijn of bij de *Monteur Onderhoudsbedrijf* daadwerkelijk sprake is geweest van Cr blootstelling: de gemeten concentratie is bijna gelijk aan de detectiegrens en derhalve niet of nauwelijks meetbaar, de werknemer heeft

tijdens de meetdag geen risicotaken verricht en heeft bovendien veel buiten gewerkt. Door gebruik van adembescherming door lassers (lashed met onafhankelijke luchttoevoer), en door monteurs (P3-masker: half- of volgelaatsmasker) bij risicotaken zal de concentratie Cr in de inademingslucht ruimschoots onder de grenswaarde voor Cr-VI ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) liggen.

De gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof in de ademzone van *Servicemonteurs* en *Onderhoudsmonteurs* is laag (3,5 tot 4% van de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{ mg}/\text{m}^3$ ). Bij *Schilders*, *RVS-lassers* en *Monteurs/bankwerker (Haarlem/Tilburg)* was de gemiddelde stofconcentratie gedurende de werkdag respectievelijk 0,63, 2,49 en  $1,21 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Incidentele overschrijding van de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{ mg}/\text{m}^3$  is in deze functiegroepen niet uitgesloten. Ook in de deze functiegroepen zal de daadwerkelijk ingeademde concentratie inhaleerbaar stof echter ruimschoots onder de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{ mg}/\text{m}^3$  liggen, door het gebruik van adembescherming bij risicotaken.

Uit de resultaten van de metingen van Cr-totaal in urine blijkt dat gemeten Cr-totaal concentraties in urines van NS-werknemers in het normaalgebied liggen. Verder blijkt dat de gemeten concentraties Cr-totaal bij NS-werknemers uit de productie vergelijkbaar zijn met de Cr-totaal concentraties zoals is gemeten bij NS-kantoorpersoneel (controlegroep). Op basis van de urinemetingen zijn er geen aanwijzingen dat er sprake is van meetbare beroepsmatige inwendige blootstelling aan Cr-VI bij de bemonsterde functiegroepen.

## 8. Conclusie

In augustus 2022 is in opdracht van NS-Operatie de aard en mate van blootstelling aan chroom-6 (Cr-VI) bij werknemers van NS bedrijven beoordeeld. Voor de beoordeling is een zogenaamde basiskarakterisering van Cr-VI blootstelling (schatten/modelleren) uitgevoerd op een 8-tal NS-locaties. Aanvullend zijn bij een aantal functiegroepen arbeidshygiënische blootstellingsmetingen uitgevoerd. Hierbij zijn zowel persoonsgebonden luchtmonsters (inhaleerbaar stof en Cr-VI) als urinemonsters (Cr-totaal) verzameld en geanalyseerd.

### Basiskarakterisering blootstelling aan Cr-VI (schatten/modelleren)

Op basis van de inventarisatie van de aard en duur van de werkzaamheden met Cr-VI blootstelling, het gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen, het geschatte aantal objecten met Cr-VI houdende coating en de geschatte concentratie Cr-VI in de ademzone tijdens risicotaken, is met behulp van Monte Carlo simulaties voor elke functiegroep een schatting gemaakt van de werkdagblootstelling in 2022.

Uit deze simulaties blijkt dat de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag anno 2022 in alle functies verwaarloosbaar tot laag is: de gemiddelde Cr-VI concentratie bij werknemers in functies met mogelijke Cr-VI blootstelling lag tussen de 0,002 % en 18 % van de huidige strenge grenswaarde voor Cr-VI van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ook de 95-percentiel waarde van de ingeademde concentratie Cr-VI gedurende de werkdag ligt in alle functies ruim onder deze grenswaarde van  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### Arbeidshygiënische blootstellingsmetingen

Uit de resultaten van de persoonsgebonden Cr-VI metingen (de lucht monsters zijn buiten het ademmasker genomen) blijkt dat slechts in 3 van de in totaal 42 luchtmonsters Cr-VI is aangetroffen. Het betreft 2 maal een meting bij een *RVS-lasser* ( $0,13$  en  $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 1 maal een meting bij *Monteur Onderhoudsbedrijf* ( $0,09 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Waarbij er twijfels zijn of bij de net detecteerbare concentratie Cr, zoals gemeten bij de *Monteur Onderhoudsbedrijf*, sprake is geweest van daadwerkelijke Cr blootstelling (geen risicotaken en veel buiten gewerkt). Door gebruik van adembescherming door lassers (lashelm met geforceerde toevoer van schone lucht), en door monteurs bij risicotaken (P3-ademmasker) conform de werkvoorschriften van de NS, zal de concentratie Cr in de inademingslucht ruimschoots onder de grenswaarde voor Cr-VI ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) liggen.

De gemiddelde concentratie inhaleerbaar stof in de ademzone van *Servicemonteurs* en *Onderhoudsmonteurs* is laag (3,5 tot 4% van de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{mg}/\text{m}^3$ ). Bij *Schilders*, *RVS-lassers* en *Monteurs/bankwerker (Haarlem/Tilburg:Berkel-Enschot)* was de gemiddelde stofconcentratie gedurende de werkdag respectievelijk  $0,63$ ,  $2,49$  en  $1,21 \text{mg}/\text{m}^3$ . Incidentele overschrijding van de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{mg}/\text{m}^3$  is in deze functiegroepen niet uitgesloten. Ook in deze functiegroepen zal de daadwerkelijk ingeademde concentratie inhaleerbaar stof echter ruimschoots onder de bedrijfsgrenswaarde van  $4 \text{mg}/\text{m}^3$  liggen, door het gebruik van adembescherming bij risicotaken.

Uit de resultaten van de metingen van Cr-totaal in urine blijkt dat gemeten Cr-totaal concentraties in urines van NS-werknemers in het normaalgebied liggen. Verder blijkt dat de gemeten concentraties Cr-totaal bij NS-werknemers uit de productie vergelijkbaar zijn met de Cr-totaal

concentraties zoals is gemeten bij NS-kantoorpersoneel (controlegroep). Op basis van de urinemetingen zijn er geen aanwijzingen dat er sprake is van meetbare beroepsmatige inwendige blootstelling aan Cr-VI bij de bemonsterde functiegroepen.

### **Resumé**

Op basis van de basiskarakterisering van de Cr-VI blootstelling bij medewerkers van de NS en de aanvullende arbeidshygiënische metingen die zijn uitgevoerd in augustus 2022, wordt geconcludeerd dat de blootstelling aan Cr-VI en mogelijk Cr-VI houdend inhaleerbaar stof ruimschoots onder de grenswaarde ligt, en dat het huidige arbeidshygiënische beheersregime van de NS de medewerkers en hun gezondheid in voldoende mate beschermt.

## 9. Referenties

- [1] List of MAK and BAT Values 2021, Permanent Senate Commission for the investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area, Report 57, 1 July 2021, DFG (Deutsche Forschungsgemeinschaft), online
- [2] ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists  
Threshold limit values for chemical substances and physical agents & Biological Exposure Indices. 2022
- [3] Lauwerys, R., Industrial Chemical Exposure - Guidelines for biological monitoring (3rd edition). 2001.
- [4] Databank Grenswaarden Stoffen op de Werkplak (GSW), Sociaal Economische Raad (SER) via <http://www.ser.nl/nl/taken/adviserende/grenswaarden>
- [5] Biomonitoring Data Tables For Environmental Chemicals, Centers for Disease Control and Prevention (CDC) via [https://www.cdc.gov/exposurereport/data\\_tables.html](https://www.cdc.gov/exposurereport/data_tables.html)
- [6] Edme et al. (1997)  
Assessment of biological chromium among stainless steel and mild steel welders in relation to welding processes. International Archives of Occupational and Environmental Health, 70, 1997.
- [7] HSE (2013).  
Respiratory protective equipment at work. A practical guide. HSG-53. UK, 2013.
- [8] NVVA, 2001.  
Selectie en gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen. Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne Werkgroep Ademhalingsbescherming. 2001.
- [9] RPS (2018)  
Eindrapportage blootstellingsonderzoek inhaleerbaar stof en Chroom VI tijdens bewerken van conservering. Breda, april 2018.
- [10] Stridsklev et al. (1993)  
Biologic monitoring of chromium and nickel among stainless steel welders using the manual metal Arc method. International Archives of Occupational and Environmental Health, 65, 1993.

## Bijlagen

- Bijlage 1. NS-voorschrift voor werkzaamheden met chroom-6 houdende materialen
- Bijlage 2. Resultaten luchtmetingen naar Cr-VI blootstelling tijdens risicotaken (2015-2018)
- Bijlage 3. Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling op NS-locaties – anno 2022: duur en frequentie van risicotaken
- Bijlage 4. Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling op NS-locaties – anno 2022: beheersmaatregelen
- Bijlage 5. Monte Carlo simulaties – voorbeeld
- Bijlage 6. Resultaten luchtmetingen bij werknemers NS: inhaleerbaar stof en Cr-VI (aug 2022)
- Bijlage 7. Resultaten urinemetingen bij werknemers NS: Cr-totaal in urine (aug 2022)
- Bijlage 8. Verwerking van *non-detectables*
- Bijlage 9. Achtergrondinformatie over grenswaarden

**Bijlage 1 NS-voorschrift voor werkzaamheden met chroom-6 houdende materialen**



Nummer titel: **17-HLM-QHSE-TB Omgang met Chroom 6 houdende materialen V4.2**

**Aanleiding**

Gezondheidsrisico's. Het is vastgesteld dat chroom 6 carcinogeen is. Deze toolbox geeft informatie hoe veilig te werken bij verspanende werkzaamheden als de conservering chroom6 bevat.

Risico's, het binnen krijgen van Chroom 6. Door middel van inademing van damp of stofdeeltjes, huid blootstelling.

**Bij schuur- of fijnverspanende werkzaamheden komt inhaleerbaar stof vrij dat mogelijk ook chroom 6 kan bevatten. Het is belangrijk dat je bij deze activiteiten altijd de voor geschreven veiligheidsmiddelen gebruikt (adembescherming, overall, handschoenen en veiligheidsbril).**

Indien er in de conservering van (onder)delen mogelijk chroom6 zit wordt hier een verfmonster van genomen die wordt onderzocht. Als inderdaad blijkt dat in de conservering chroom6 zit zal (indien er nog geen meting is uitgevoerd) in overleg met QHSE een meting worden uitgevoerd of de medewerker en de omgeving worden blootgesteld aan inhaleerbaar stof en chroom 6. Door deze meting weten we of veilig aan/met het product kan worden gewerkt.

In de onderstaande tabel is te zien bij welke activiteiten aan conservering met chroom6 welke PBM's moeten worden gebruikt.

Activiteit	Grof of fijn verspanend	Adembescherming P3	Gehoorbescherming	Oog- of gelaatbescherming	Werkkleding	Handschoenen
Boren	Grof			x	x	
Handmatig zagen	Grof				x	x
Machinaal zagen	Grof		x	x	x	
Frezen spiraalfrees	Grof		x	x	x	
Frezen kruisvertande frees	Fijn	x	x	x	x	
Polijsten	Fijn	x	x	x	x	x
schuren	Fijn	x	x	x	x	x
doorslijpen	Fijn	x	x	x	x	x
Uitslijpen	Fijn	x	x	x	x	x
schoonslijpen	Fijn	x	x	x	x	x
Snijbranden	Fijn	x	x	x	x	x
Elektrisch of pneumatisch monteren	Geen verspaning		x		x	x
Handmatig montage	Geen verspaning				x	x

**Actie: Instrueer betrokken personeelsleden binnen twee weken na uitgifte Na 3 jaar dient de instructie te worden herhaald.**

Bedrijfsonderdeel: NS Treinmodernisering	Locaties: R&O Haarlem
Toegewezen aan: alle productie-afdelingen	Opgesteld door: [Redacted]
Autorisatie:	Datum uitgifte - versie: 26-10-2018 v4.2
	Blad 1 van 4

Locatie bestandsnaam: G:\NEDTRAIN-NT-Ut-VGM\NT-Ut-VGenM-Bev\Veiligheid&Milieu\HLM QHSE\Algemeen\Procedures en instructies\17-HLM-QHSE-TB Omgang met Chroom 6 houdende materialen V4.2.docx

## Bijlage 2. Resultaten luchtmetingen naar Cr-VI blootstelling tijdens risicotaken (2015-2018)

### Resultaten van metingen bij werknemers NS (periode 2015-2018)

Sinds 2015 heeft NS een groot aantal arbeidshygiënische metingen laten uitvoeren naar de stof en/of Cr-VI blootstelling bij haar medewerkers. Deze metingen zijn uitgevoerd op NS-locatie Haarlem (Treinmodernisering) door medewerkers van RPS te Breda. De resultaten van de persoonsgebonden metingen zijn samengevat in tabel 8. In geval van meetdata met *non-detectables* is gebruik gemaakt van de online software ND-Expo (zie verder bijlage 5).

Tabel 2-1. Overzicht van persoonsgebonden metingen naar inhaalbaar stof en/of Cr-VI in de ademzone van medewerkers van NS Treinmodernisering (periode 2015-2018).

Werkzaamheden met mogelijk Cr-VI blootstelling	Inhaleerbaar stof (in mg/m <sup>3</sup> )					Cr-VI (in µg/m <sup>3</sup> )				
	n	AM	sd	min	max	n	AM	sd	min	max
Stralen (grit)	2			0,4	1,9	4				< 0,6
Schuren (schildersafdeling)	29	0,82	0,60	0,2	2,9	48	0,34	1,26	0,002	8,62
Afblazen (schilder-schuurstand)	1	2,2				1	39,5			
Slijpen						5	13,68	15,03	0,94	36
Luchtkussen transport (schildersafdeling)						10	1,24	1,68	0,05	4,47
Leegmaken van filterzakken						3			< 1,4	1,6
Demonteren draaistellen	49	0,99	0,70	0,2	3,8					

*N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, sd = standaard deviatie, Min = laagste meetwaarde, Max = hoogste meetwaarde*

### Resultaten van arbeidshygiënisch onderzoek elders

In de literatuur en openbare onderzoeksrapporten is aanvullend gezocht naar resultaten van arbeidshygiënisch onderzoek naar Cr-VI blootstelling bij laswerkzaamheden.

Hierbij is een goed bruikbaar rapport gevonden van RPS waarin metingen worden beschreven naar laswerkzaamheden aan materiaal (staal/ijzer) met een Cr-VI houdende conservering (RPS, 2018).

In de wetenschappelijk literatuur zijn verder nog een twee-tal publicaties gevonden met metingen naar de blootstelling aan Cr-VI bij het lassen van roestvrijstaal (RVS).



De resultaten van arbeidshygiënische metingen naar blootstelling aan Cr-VI bij lassen zijn samengevat in tabel 9.

Tabel 2-2. Overzicht van persoonsgebonden metingen naar stof en/of Cr-VI blootstelling bij lassen en lassen van RVS.

Bewerken van Cr-VI houdende conservering	Stof (mg/m <sup>3</sup> )					Cr-VI (µg/m <sup>3</sup> )					Bron
	n	AM	sd	min	max	n	AM	sd	min	max	
Lassen algemeen	6	4,74	3,94	0,69	10	6	0,52	0,84	0,008	2,17	RPS (2018), [9]
Lassen RVS						9	23,2	28,0	2,4	86	Edme et al (1997) [6] Stridsklev (1993) [10]

*N = aantal metingen, AM = rekenkundig gemiddelde, sd = standaard deviatie, Min = laagste meetwaarde, Max = hoogste meetwaarde*

**Bijlage 3. Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling op NS-locaties - anno 2022: duur en frequentie van risicotaken.**

NS-locatie		Type werkplaats	Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling	Aantal werknemers	Werkzaamheden met mogelijke Cr-VI blootstelling	Duur per taak (uren per dag)	Frequentie taak
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	50	schuren/polijsten	0,25 - 0,5	2-3 dagen per week
2	Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	1	schuren/polijsten	0,5 - 2	2-5 dagen per week
3	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	1	Schuren/polijsten	1 - 2	dagelijks
			Mechanische/electrische monteur ('postzegelen')	5	Schuren/polijsten	1 - 2	1 dag per maand
			Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	150	Slijpen	0,1 - 0,2	1 dag per maand
4	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-
5	Haarlem	Treinmodernisering	Schilders: a. gritter	4	stralen (grit)	4 - 6	dagelijks
			Schilders: b. schuurder/plamuurder	15	schuren/polijsten	3 - 4	dagelijks
					Reinigen-stofzuigen	0,75 - 1,5	1-2 dagen per week
			Schilders: c. spuitser	5	reinigen - afblazen stof	0,5 - 0,75	1-2 dagen per week
			Casco medewerkers (stand 8/9; lassers)	15	Slijpen	4 - 5	dagelijks
					Lassen RVS	0,5 - 1	0-2 dagen per week
			Monteurs draaistellen	10	Slijpen	0,1 - 0,5	2-3 dagen per week
					Schuren/polijsten	0,1 - 0,5	1 dag per maand
			Monteurs wielendraaierij	4	Oplassen onderdelen (incl snijbranden)	0,1 - 0,5	2-3 dagen per week
					schuren/polijsten	0,1 - 0,5	dagelijks
			Schoonmakers	circa 6	reinigen - veeg en dweilwagen	0,25-0,75	dagelijks
			Technische dienst medewerkers	5	vervangen stoffilters	0,75-1	1 dag per maand
			Schadeherstellers: a. schilder	6	schuren/polijsten	1-2	1 dag per week
Schadeherstellers: b. bankwerker (lasser)	8	lassen RVS	2-3	1 dag per maand			
Medewerkers Toelevering: a. schilder (exterieur)	8	schuren/polijsten	4-6	4 dagen per week			
Medewerkers Toelevering: b. bankwerker (RVS lasser)	3	lassen RVS	0,25-0,5	2-3 dagen per week			
6	Binckhorst (Den Haag)	Servicebedrijf	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-
7	Tilburg	Componentenbedrijf	Schilder (schuren/plamuren)	7	schuren/polijsten	5 - 6	2-3 dagen per week
			Lasser (RVS en oplassen)	3	Lassen (RVS en oplassen)	3 - 4	dagelijks
			Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - dagelijks)	5	Slijpen	0,5 - 2	4 dagen per week
			Monteur (draai en frees werkzaamheden)	3	Frezen	2 - 4	dagelijks
			Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - wekelijks)	35	Slijpen	0,1 - 0,5	1 dag per week
8	Amsterdam watergraafsmeer	Technisch centrum (service bedrijf)	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-

**Bijlage 4. Functies met mogelijke Cr-VI blootstelling op NS-locaties – anno 2022: beheersmaatregelen**

NS-locatie		Type werkplaats	Functies met mogelijke cr-VI blootstelling	Aantal werknemers	Werkzaamheden met mogelijke Cr-VI blootstelling	Persoonlijke beschermingsmiddelen	Overige beheersmaatregelen
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	50	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine; klein oppervlak ('postzegel')
2	Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	1	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine; klein oppervlak ('postzegel')
3	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	1	Schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine
			Mechanische/elektrische monteur (postzegelen)	5	Schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine
			Mechanische/elektrische monteur (doorslijpen bouten)	150	slijpen	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	
4	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-
5	Haarlem	Treinmodernisering	Schilders: a. gritter	4	stralen (grit)	Grithelm met verse luchttoevoer + handschoenen	Speciale gritcabine (afzuiging)
			Schilders: b. schuurder/plamuurder	15	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine; goede ruimteventilatie
					Reinigen-stofzuigen	P3-ademmasker + handschoenen	Stofzuigers met absoluut filter
			Schilders: c. spuitser	5	reinigen - afblazen stof	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	
			Casco medewerkers (stand 8/9; lassers)	15	slijpen	Slijphelm met geforceerde luchttoevoer	
					Lassen RVS	Lashelm met geforceerde luchttoevoer	speedglas
Monteurs draaistellen	10	slijpen	Slijpkap + P3-ademmasker	Betreft aanslagknokken			
		Schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	wieg balk			
Oplassen onderdelen (incl snijbranden)		Lashelm met geforceerde luchttoevoer	speedglas				

			Monteurs wielendraaij	4	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	
			Schoonmakers	circa 6	reinigen - veeg en dweilwagen	nee	
			Technische dienst medewerkers	5	vervangen stoffilters	P3-ademmasker + coverall + handschoenen + oogbescherming	
			Schadeherstellers: a. schilder	6	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine
			Schadeherstellers: b. bankwerker (lasser)	8	lassen RVS	Lashelm met geforceerde luchttoevoer	speedglas
			Medewerkers Toelevering: a. schilder (exterieur)	8	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine
			Medewerkers Toelevering: b. bankwerker (RVS lasser)	3	lassen RVS	Lashelm met geforceerde luchttoevoer	afzuiging
6	<i>Binckhorst (Den Haag)</i>	<i>Servicebedrijf</i>	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-
7	<i>Tilburg</i>	<i>Componentenbedrijf</i>	Schilder (schuren/plamuren)	7	schuren/polijsten	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	
			Lasser (RVS en oplassen)	3	Lassen (RVS en oplassen)	Lashelm met geforceerde luchttoevoer	afzuiging
			Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - dagelijks)	5	slijpen	P3-ademmasker + handschoenen + oogbescherming	Onderdruk in werkrimte
			Monteur (draai en frees werkzaamheden)	3	draaien en frezen	veiligheidsbril	Frezen in gesloten systeem
			Monteur (schuur en slijp werkzaamheden - wekelijks)	35	slijpen	P3-ademmasker (snoetje)+ handschoenen + oogbescherming	Afzuiging op schuurmachine
8	<i>Amsterdam watergraafsmeer</i>	<i>Technisch centrum (service bedrijf)</i>	<i>Niet van toepassing</i>	-	-	-	-

**Bijlage 5. Monte Carlo simulaties – voorbeeld**

<b>Concentratie Cr-VI in inademiingslucht gedurende taak (ug/m3)</b>									
nr	Locatie	werkplaats	Functie	Risicotaak	Periode 2015-2019		Cr-VI (15 min) :- ug/m3		LOG-NORMAL
					AM	sd	kans object bevat Cr-VI (%)	APF adembescherming	Cr-VI (ug/m3)
1.	Amsterdam - Watergraafsmeer	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	schuren/polijsten	0,34	1,26	56%	20	0,005
2.	Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	schuren/polijsten	0,34	1,26	56%	20	0,000
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	schuren/polijsten	0,34	1,26	56%	20	0,004
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur ('postzegelen')	schuren/polijsten	0,34	1,26	56%	20	0,007
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	slijpen	13,7	15	7%	20	0,178
<b>Duur van de taak (min per dag)</b>									
nr	Locatie	Werkplaats	Functie	Risicotaak	Periode 2022		PERT DISTRIBUTION		
					(minuten per dag)			Kans dat handeling op werkdag plaats vindt	aantal min per dag
					min	mode	max		
1.	Amsterdam - Watergraafsmeer	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	schuren/polijsten	15	22,5	30	50%	24
2.	Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	schuren/polijsten	15	67,5	120	70%	0
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	schuren/polijsten	60	90	120	100%	89
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur ('postzegelen')	schuren/polijsten	60	90	120	5%	0
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	slijpen	6	9	12	5%	10
<b>Concentratie Cr-VI in inademiingslucht gedurende werkdag (ug/m3)</b>									
nr	Locatie	werkplaats	Functie	Risicotaak	Periode 2022		Cr-VI (8-hr) per 1mrt 2017: 1 ug/m3		Cr-VI (ug/m3)
1.	Amsterdam - Watergraafsmeer	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	alle risicotaken op betreffende dag					0,000241
2.	Maastricht	Onderhoudsbedrijf	Onderhoudsmonteur mechanisch (incl. spot repair)	alle risicotaken op betreffende dag					0,000000
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Carrosseriemedewerker	alle risicotaken op betreffende dag					0,000834
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur ('postzegelen')	alle risicotaken op betreffende dag					0,000000
3.	Onnen	Onderhoudsbedrijf	Mechanische/electrische monteur (doorslijpen bouten)	alle risicotaken op betreffende dag					0,003874

**Bijlage 6. Resultaten luchtmetingen bij werknemers NS: inhaleerbaar stof en Cr-VI (augustus 2022)**

**a. Concentratie inhaleerbaar stof in ademzone**

Obs	NS - Locatie	Type werkplaats	Afdeling	Functie (volgens formulier)	Functiegroep indeling	Worker_ID	Datum monster- neming	Inhaleerbaar stof				
								Monsternr. RPS	Meetduur (min.)	Bemonsterd volume (liter)	Hoeveelheid op filter (mg)	Inhaleerbaar stof concentratie (in mg/m3)
15	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	Lassen/slijpen	Lasser/ RVS-lasser	H-13	16-8-2022	22-111372	406	853	2,31	2,71
19	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-7	19-8-2022	22-111376	396	835	3,74	4,48
20	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	19-8-2022	22-111377	380	802	0,53	0,66
21	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	15-8-2022	22-111378	427	899	2,37	2,64
22	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-11	15-8-2022	22-111379	429	903	0,75	0,83
28	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-2	15-8-2022	22-111385	370	784	1,62	2,07
32	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	16-8-2022	22-111389	418	888	1,36	1,53
36	Haarlem	Materieel revisie	Casco	Staal lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-2	19-8-2022	22-111393	401	848	0,99	1,17
39	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		RVS lasser	Lasser/ RVS-lasser	B-5	22-8-2022	22-113038	420	901	5,69	6,32
7	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-7	9-8-2022	22-108116	352	747	0,19	0,25
8	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-8	9-8-2022	22-108117	429	923	< 0,05	< 0,05
9	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-9	11-8-2022	22-108118	430	921	0,09	0,10
10	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-10	11-8-2022	22-108119	439	939	0,4	0,43
11	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Praktijkinstructeur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-11	12-8-2022	22-108115	484	1030	0,1	0,10
12	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Praktijkinstructeur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-12	12-8-2022	22-108120	440	928	0,1	0,11
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur junior	Monteur servicebedrijf	W-5	1-8-2022	22-105255	447	944	< 0,05	< 0,05
2	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-6	1-8-2022	22-105256	277	584	< 0,05	< 0,09
3	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur junior	Monteur servicebedrijf	W-5	2-8-2022	22-105257	336	710	< 0,05	< 0,07
4	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur servicebedrijf	W-7	2-8-2022	22-105258	359	758	0,42	0,55
5	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-6	5-8-2022	22-105259	427	898	0,05	0,06
6	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-8	5-8-2022	22-105260	423	892	< 0,05	< 0,06
13	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Draaistellen proefstand	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-12	19-8-2022	22-111370	378	800	0,12	0,15
17	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-5	19-8-2022	22-111374	378	798	1,8	2,26
24	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-16	15-8-2022	22-111381	391	823	3,52	4,28
26	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Demonteren draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-18	15-8-2022	22-111383	381	806	0,89	1,10
29	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Schoonmaken draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-12	16-8-2022	22-111386	413	888	0,9	1,01
31	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Monteur draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-21	19-8-2022	22-111388	49	103	< 0,05	< 0,49
33	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-22	16-8-2022	22-111390	427	903	1,38	1,53
38	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-1	23-8-2022	22-113037	478	1020	0,17	0,17
40	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Demontage operator	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-3	22-8-2022	22-113039	401	852	0,17	0,20
14	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-10	19-8-2022	22-111371	431	911	0,28	0,31
16	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Schuren	Schilder	H-14	16-8-2022	22-111373	406	860	1,24	1,44
18	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-1	19-8-2022	22-111375	437	924	0,18	0,19
23	Haarlem	Materieel revisie	Schadeherstel	Schilder	Schilder	H-15	15-8-2022	22-111380	405	856	0,09	0,11
25	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputter	Schilder	H-17	15-8-2022	22-111382	360	761	0,54	0,71
27	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputter	Schilder	H-19	15-8-2022	22-111384	375	789	< 0,05	< 0,06
30	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Schuren/plamuren	Schilder	H-20	16-8-2022	22-111387	419	896	0,24	0,27
34	Haarlem	Materieel revisie	Schadeherstel	Schuren	Schilder	H-23	16-8-2022	22-111391	374	794	< 0,05	< 0,06
35	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-19	16-8-2022	22-111392	427	896	1,05	1,17
37	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Droogreinen (ontvetten/borstr)	Schilder	B-13	23-8-2022	22-113036	480	1040	2,5	2,40
41	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Schilder	Schilder	B-4	26-8-2022	22-113040	460	987	0,51	0,52
42	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Kitten en stralen	Schilder	B-6	23-8-2022	22-113041	447	947	0,33	0,35

**b. Concentratie Cr-VI in ademzone**

Obs	NS - Locatie	Type werkplaats	Afdeling	Functie (volgens formulier)	Functiegroep indeling	Worker_ID	Datum monster- neming	Chroom-6 concentratie				
								Monsternr. RPS	Meetduur (min.)	Bemonsterd volume (liter)	Hoeveelheid op filter (µg)	Chroom-6 concentratie (in µg/m3)
15	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	Lassen/slijpen	Lasser/ RVS-lasser	H-13	16-8-2022	22-111416	406	1170	< 0,1	< 0,085
19	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-7	19-8-2022	22-111411	395	1130	4,16	3,681
20	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	19-8-2022	22-111410	286	815	< 0,1	< 0,123
21	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	15-8-2022	22-111405	427	1220	< 0,1	< 0,082
22	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-11	15-8-2022	22-111406	429	1230	< 0,1	< 0,081
28	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-2	15-8-2022	22-111409	366	1050	0,133	0,127
32	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-3	16-8-2022	22-111394	418	1200	< 0,1	< 0,083
36	Haarlem	Materieel revisie	Casco	Staal lassen	Lasser/ RVS-lasser	H-2	19-8-2022	22-111395	399	1140	< 0,1	< 0,088
39	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		RVS lasser	Lasser/ RVS-lasser	B-5	22-8-2022	22-113044	381	1100	< 0,1	< 0,091
7	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-7	9-8-2022	22-108123	352	1010	< 0,1	< 0,099
8	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-8	9-8-2022	22-108125	428	1230	< 0,1	< 0,081
9	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-9	11-8-2022	22-108121	429	1230	< 0,1	< 0,081
10	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-10	11-8-2022	22-108128	439	1250	< 0,1	< 0,080
11	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Praktijkinstructeur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-11	12-8-2022	22-108122	484	1390	< 0,1	< 0,072
12	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Praktijkinstructeur	Monteur onderhoudsbedrijf	L-12	12-8-2022	22-108126	440	1260	0,114	0,090
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur junior	Monteur servicebedrijf	W-5	1-8-2022	22-105262	420	1200	< 0,1	< 0,083
2	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-6	1-8-2022	22-105261	430	1390	< 0,1	< 0,072
3	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur junior	Monteur servicebedrijf	W-5	2-8-2022	22-105263	448	1280	< 0,1	< 0,078
4	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur servicebedrijf	W-7	2-8-2022	22-105264	371	1060	< 0,1	< 0,094
5	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-6	5-8-2022	22-105266	438	1260	< 0,1	< 0,079
6	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur servicebedrijf	W-8	5-8-2022	22-105265	422	1200	< 0,1	< 0,083
13	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Draaistellen proefstand	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-12	19-8-2022	22-111414	378	1090	< 0,1	< 0,092
17	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-5	19-8-2022	22-111412	378	1080	< 0,1	< 0,093
24	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-16	15-8-2022	22-111403	402	1150	< 0,1	< 0,087
26	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Demonteren draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-18	15-8-2022	22-111408	397	1140	< 0,1	< 0,088
29	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Schoonmaken draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-12	16-8-2022	22-111396	412	1180	< 0,1	< 0,085
31	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Monteur draaistellen	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-21	19-8-2022	22-111413	290	834	< 0,1	< 0,120
33	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Wielstellen BIP	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-22	16-8-2022	22-111401	426	1220	< 0,1	< 0,082
38	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-1	23-8-2022	22-113042	478	1380	< 0,1	< 0,072
40	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Demontage operator	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-3	22-8-2022	22-113045	400	1150	< 0,1	< 0,087
14	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-10	19-8-2022	22-111415	429	1230	< 0,1	< 0,081
16	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Schuren	Schilder	H-14	16-8-2022	22-111397	405	1160	< 0,1	< 0,086
18	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-1	19-8-2022	22-111417	437	1270	< 0,1	< 0,079
23	Haarlem	Materieel revisie	Schadeherstel	Schilder	Schilder	H-15	15-8-2022	22-111407	405	1160	< 0,1	< 0,086
25	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputter	Schilder	H-17	15-8-2022	22-111404	360	1030	< 0,1	< 0,097
27	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputter	Schilder	H-19	15-8-2022	22-111402	375	1070	< 0,1	< 0,093
30	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Schuren/plamuren	Schilder	H-20	16-8-2022	22-111400	420	1200	< 0,1	< 0,083
34	Haarlem	Materieel revisie	Schadeherstel	Schuren	Schilder	H-23	16-8-2022	22-111399	375	1070	< 0,1	< 0,093
35	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Sputten/schuren	Schilder	H-19	16-8-2022	22-111398	427	1220	< 0,1	< 0,082
37	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Droogreinen (ontvetten/borstr)	Schilder	B-13	23-8-2022	22-113047	478	1380	< 0,1	< 0,072
41	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Schilder	Schilder	B-4	26-8-2022	22-113043	460	1420	< 0,1	< 0,070
42	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Kitten en stralen	Schilder	B-6	23-8-2022	22-113046	446	1290	< 0,1	< 0,078

**Bijlage 7. Resultaten urinemetingen bij werknemers NS: Cr-totaal in urine (augustus 2022)**

**a. Chrom (totaal) in urine: vóór werkweek (pre-shift)**


Obs	NS - locatie	Type werkplaats	Afdeling	Functie (op vragenlijst)	Functiegroep indeling	Worker_ID	Chroom (totaal) in urine: vóór werkweek (pre-shift)									
							Monsternr. AML Lab	Datum monster	Tijdstip	Creatinine concentratie		Chroom concentratie in urine				
										(µmol/l)	opmerking creat.	(nmol/l)	(in nmol/mmol creat)	(in µg/g creatinine)		
11	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Voorbewerken	Schilder	H-1										
20	Haarlem	Materieel revisie	Conservering	Schilder	Schilder	H-10										
25	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Schilder/straler	Schilder	B-4	266160309	22-8-2022	12:45	22896		13	0,57	0,26		
27	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Spuiter	Schilder	B-6	266160313	22-8-2022	9:45	28730	te geconcentreerd	15	0,52	0,24		
12	Haarlem	Materieel revisie	Casco	Lasser	RVS-lasser / lasser	H-2	266160235	15-8-2022	8:30	23956		12	0,50	0,23		
13	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	Lasser	RVS-lasser / lasser	H-3	266160239	15-8-2022	9:30	10696		13	1,22	0,56		
17	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS Lassen	RVS-lasser / lasser	H-7										
21	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	RVS lassen	RVS-lasser / lasser	H-11	266160301	15-8-2022	10:00	24398		29	1,19	0,55		
26	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Lasser	RVS-lasser / lasser	B-5	266160311	22-8-2022	9:00	22630		13	0,57	0,26		
15	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-5										
16	Haarlem	Materieel revisie		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-6										
22	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-1	266160303	22-8-2022	11:00	6984		6	0,86	0,39		
23	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-2	266160305	22-8-2022	9:00	19890		10	0,50	0,23		
24	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-3	266160307	22-8-2022	9:00	3006		15	4,99	2,29		
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur Servicebedrijf	W-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur Servicebedrijf	W-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur Servicebedrijf	W-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur / spuitser	Monteur Servicebedrijf	W-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	niet ingevuld	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-1	266160261	6-8-2022	6:30	12464		6	0,48	0,22		
6	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Team coördinator	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-2	266160263	6-8-2022	6:30	22719		10	0,44	0,20		
7	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	niet ingevuld	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-3	266160265	6-8-2022	6:30	23868		15	0,63	0,29		
8	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Elektromonteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-4	266160255	6-8-2022	6:30	2475	te verdund	< 2	< 0,81	< 0,37		
9	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-5	266160257	6-8-2022	6:30	17945		10	0,56	0,26		
10	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Mechanisch monteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-6	266160259	6-8-2022	7:30	11404		8	0,70	0,32		
14	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	product owner/ project manager	Controlegroep	H-4	266160241	15-8-2022	9:10	19625		13	0,66	0,30		
18	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	Kantoor	Controlegroep	H-8	266160293	15-8-2022	9:00	12730		10	0,79	0,36		
19	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	Production Engineering	Controlegroep	H-9	266160295	15-8-2022	9:15	12022		8	0,67	0,31		
28	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Projectleider	Controlegroep	B-7										
29	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Kantoor	Controlegroep	B-8										
30	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Werkvoorbereider	Controlegroep	B-9										
31	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Support	Controlegroep	B-10										
32	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Functiegroep 58, kantoorfunctie	Controlegroep	B-11										
33	Berkel-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Projectleider	Controlegroep	B-12										

monster niet meegenomen bij verder analyse  
(te geconcentreerd/verdund of hobbymatig contact)



**b. Chrom (totaal) in urine: eind werkweek (post-shift)**

Obs	NS - locatie	Type werkplaats	Afdeling	Functie (op vragenlijst)	Functiegroep indeling	Worker_ID	Chroom (totaal) in urine: eind werkweek (post-shift)							
							Monsternr. AML Lab	Datum monster	Tijdstip	Creatinine concentratie		Chroom concentratie in urine		
										(µmol/l)	opmerking creat.	(nmol/l)	(in nmol/mmol creat)	(in µg/g creatinine)
11	Haarlem	Materieel revisie	Conserving	Voorbewerken	Schilder	H-1	266160233	19-8-2022	14:00	15028		8	0,53	0,24
20	Haarlem	Materieel revisie	Conserving	Schilder	Schilder	H-10	266160300	19-8-2022	14:00	27050	te geconcentreerd	17	0,63	0,29
25	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Schilder/straler	Schilder	B-4	266160310	26-8-2022	16:00	18122		15	0,83	0,38
27	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Spuiter	Schilder	B-6	266160314	26-8-2022	10:30	27404		13	0,47	0,22
12	Haarlem	Materieel revisie	Casco	Lasser	RVS-lasser / lasser	H-2	266160236	19-8-2022	14:00	15293		12	0,78	0,36
13	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	Lasser	RVS-lasser / lasser	H-3	266160240	19-8-2022	14:00	10608		15	1,41	0,65
17	Haarlem	Materieel revisie	Casco	RVS Lassen	RVS-lasser / lasser	H-7	266160253	19-8-2022	14:00	12995		12	0,92	0,42
21	Haarlem	Materieel revisie	Toelevering	Lasser	RVS-lasser / lasser	H-11								
26	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Lasser	RVS-lasser / lasser	B-5	266160312	26-8-2022	10:30	23868		15	0,63	0,29
15	Haarlem	Materieel revisie	Revisie loopwerken	Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-5	266160245	19-8-2022	14:00	14498		8	0,55	0,25
16	Haarlem	Materieel revisie		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	H-6	266160247	19-8-2022	14:00	3094		4	1,29	0,59
22	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-1	266160304	25-8-2022	15:00	11050		12	1,09	0,50
23	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-2	266160306	26-8-2022	16:00	11315		10	0,88	0,41
24	Berke-Enschot	Componentenbedrijf		Monteur	Monteur/bankwerker (Haarlem/Tilburg)	B-3	266160308	26-8-2022	15:30	6365		17	2,67	1,23
1	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur Servicebedrijf	W-1	266160213	5-8-2022	15:00	21216		10	0,47	0,22
2	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	Storingsmonteur	Monteur Servicebedrijf	W-2	266160209	6-8-2022	14:20	17326		6	0,35	0,16
3	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur	Monteur Servicebedrijf	W-3	266160215	7-8-2022	14:30	29260		15	0,91	0,24
4	Amsterdam Watergraafsmeer	Servicebedrijf	-	DC monteur / spulter	Monteur Servicebedrijf	W-4	266160207	8-8-2022	14:28	12906		12	0,53	0,43
5	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	niet ingevuld	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-1	266160262	10-8-2022	16:00	24222		12	0,50	0,23
6	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Team coördinator	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-2	266160264	12-8-2022	4:00	22365		15	0,67	0,31
7	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	niet ingevuld	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-3	266160266	12-8-2022	4:00	24045		13	0,54	0,25
8	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Elektromonteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-4	266160256	12-8-2022	4:00	2387	te verdund	< 2	< 0,84	< 0,38
9	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Monteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-5	266160258	12-8-2022	4:00	12111		12	0,99	0,45
10	Leidschendam	Onderhoudsbedrijf	-	Mechanisch monteur	Monteur Onderhoudsbedrijf	L-6	266160260	12-8-2022	4:00	10343		10	0,97	0,44
14	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	product owner/ project managem	Controlegroep	H-4	266160242	18-8-2022	8:30	18034		12	0,67	0,31
18	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	Kantoor	Controlegroep	H-8	266160294	19-8-2022	9:30	9370		8	0,85	0,39
19	Haarlem	Materieel revisie	Controlegroep	Production Engineering	Controlegroep	H-9	266160296	18-8-2022	12:00	7779		6	0,77	0,35
28	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Projectleider	Controlegroep	B-7	266160324	25-8-2022	15:00	11492		10	0,87	0,40
29	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Kantoor	Controlegroep	B-8	266160323	26-8-2022	15:00	2652	te verdund	2	0,75	0,35
30	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Werkvoorbereider	Controlegroep	B-9	266160320	26-8-2022	11:45	20774		13	0,63	0,29
31	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Support	Controlegroep	B-10	266160321	26-8-2022	11:45	10962		21	1,92	0,88
32	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Functiegroep 58, kantoorfunctie	Controlegroep	B-11	266160322	26-8-2022	15:15	9636		8	0,83	0,38
33	Berke-Enschot	Componentenbedrijf	Controlegroep	Projectleider	Controlegroep	B-12	266160318	26-8-2022	10:45	11580		12	1,04	0,48

 monster niet meegenomen bij verder analyse  
(te geconcentreerd/verdund of hobbymatig contact)

**c. Informatie over deelnemers urinemetingen (vragenlijst biologische monitoring)**

N.B.: In verband met privacy van de deelnemers aan het urine-onderzoek is leeftijd en geslacht onleesbaar gemaakt.

Worker_ID	Leeftijd	Geslacht	Roken?	Alcohol consumptie?	Medicijngebruik?	Voedingsupplementen?	hobbymatig contact met metalen?	Toelichting hobbymatig contact met metalen	Vegatarisch/veganistisch?	Terugkoppeling meetresultaten door bedrijfsarts?
B-1			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-2			Nee	Nee	Ja	Nee	Nee		Nee	Ja
B-3			Nee	Nee	Ja	Nee	Nee		Ja	Ja
B-4			Ja	Ja	Ja	Nee	Nee		Nee	Ja
B-5			Ja	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-6			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-7			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-8			Nee	Ja	Nee	Ja	Nee		Nee	Ja
B-9			Nee	Nee	Ja	Nee	Nee		Nee	Ja
B-10			Ja	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-11			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
B-12			Nee	Ja	Nee	Ja	Nee		Nee	Ja
H-1			Nee	Nee	Nee	niet ingevuld	Nee		Nee	Ja
H-2			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
H-3			Nee	Ja	Ja	Nee	Ja	niet ingevuld	Nee	Ja
H-4			Nee	Ja	Ja	Nee	(Ja)	Solderen, lassen (2x afgelopen jaar)	Nee	Ja
H-5			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
H-6			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
H-7			Nee	Ja	Ja	niet ingevuld	Nee		Nee	Ja
H-8			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Ja	Nee
H-9			Ja	Ja	Ja	Nee	Nee		Nee	Niet bekend
H-10			Nee	Ja	Ja	Nee	Nee		Nee	Ja
H-11			-	-	-	-	-	-	-	-
L-1			Ja	Nee	Nee	Nee	Nee		niet ingevuld	Ja
L-2			Nee	Nee	Ja	Nee	Nee		Nee	Ja
L-3			-	-	-	-	-	-	-	-
L-4			Ja	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
L-5			Nee	Ja	Nee	Nee	Ja	Sleutelen aan motoren	Nee	Ja
L-6			Nee	Nee	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
W-1			Nee	Ja	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
W-2			Nee	Nee	Nee	Nee	Nee		Nee	Ja
W-3			Ja	Ja	Nee	Nee	Nee		Ja	Ja
W-4			Nee	Nee	Ja	Ja	Nee		Ja	Ja

## Bijlage 8. Verwerking van *non-detectables*

In veel van de verzamelde luchtmonster licht de Cr-VI concentratie onder de detectiegrens. Men spreekt in dit verband van '*non-detectables*'. In de overzichten van de meetresultaten zoals opgenomen in bijlage 3 en 4, zijn deze aangegeven met het *kleiner dan teken* (" $<$ "). Om deze zogenaamde *non-detectables* bij de berekening van de blootstelling aan Cr-VI tijdens een bepaalde taak op een goede manier te verwerken, bestaan verschillende benaderingen.

Vaak worden meetwaarden die onder de bepalingsgrens liggen, in het Engels spreekt men van *Limit of Detection* (LOD) of correcter de *Limit of Quantification* (LOQ), vervangen door een waarde die gelijk is aan  $LOQ/2$  of  $LOQ/\sqrt{2}$ . Deze aanpak wordt bekritiseerd in de literatuur vanwege de *bias* die ontstaat in de schatting van zowel het gemiddelde als de spreiding binnen een meetreeks.

In dit onderzoek wordt daarom een *non-detectable* meetresultaat geschat op basis van de spreiding van de meetwaarden in het meetbare concentratiegebied uitgaande van een lognormale verdeling. De spreiding zoals aangetroffen in de metingen in het meetbare concentratiegebied wordt geëxtrapoleerd naar de waarnemingen in het niet-meetbare gebied. Voor het schatten van meetwaarden in het niet-meetbare gebied ( $< LOQ$ ) is gebruik gemaakt van de *NDexpo-tool*. Deze tool is ontwikkeld door de Universiteit van Montreal. Deze tool volgt de methode zoals voorgesteld door D. Helsel in zijn monograph (Helsel, 2012).

Elk *non-detectable* meetresultaat wordt met behulp van deze tool vervangen door een voorspelde waarde. Om volgens deze methode een *non-detectable* meetwaarde in een meetreeks te voorspellen moet de meetreeks minimaal 3 detecteerbare meetwaarden bevatten. Op basis van de gemeten en voorspelde waarden in een meetreeks kunnen vervolgens de gangbare statistische kengetallen voor een meetreeks worden berekend, zoals het geometrisch gemiddelde (GM) en de geometrische standaard deviatie (gsd). De statistische kengetallen zoals gepresenteerd in dit onderzoek zijn berekend met IHSTAT+ v.229, dec 2011. Deze tool is ontwikkeld door de American Industrial Hygiene Association (AIHA).

## Bijlage 9. Achtergrondinformatie over grenswaarden

De definitie van grenswaarde luidt:

*“De grenswaarde is een concentratieniveau van een gas, damp, aerosol, vezel of van stof in de lucht op de werkplek. Bij de vaststelling van deze waarde wordt zoveel mogelijk als uitgangspunt gehanteerd dat – voor zover de huidige kennis reikt – de gezondheid van de werknemers én hun nageslacht niet wordt benadeeld. Zelfs niet bij herhaalde blootstelling aan die concentratie, gedurende een langere tot zelfs een arbeidsleven omvattende periode”<sup>5</sup>.*

Tot 2007 werden wettelijke grenswaarden voor de werkplek (zogenaamde MAC-waarden) in Nederland opgesteld volgens de zogenaamde drie-trapsprocedure:

1. Advies van de Commissie Werkgroep van Deskundigen (WGD) van de Gezondheidsraad op basis van uitgebreid literatuuronderzoek
2. Toetsing van de sociaaleconomische aspecten en de technische haalbaarheid van de gezondheidkundige advieswaarde door de *Subcommissie MAC-waarden* van de Sociaal-Economische Raad (SER)
3. Vaststelling van de wettelijke grenswaarde door de staatssecretaris van Sociale Zaken en publicatie in de Staatscourant.

Slechts in zeer uitzonderlijke gevallen wijkt de wettelijke grenswaarde af van de gezondheidkundige advieswaarde.

Per 1 januari 2007 is men in Nederland overgestapt op een nieuw grenswaardenstelsel. In dit nieuwe stelsel maakt men onderscheid tussen *wettelijke* (publieke) grenswaarden en *private* grenswaarden. Sinds 2007 wordt de term *MAC-waarde* niet meer gebruikt. Wettelijk grenswaarden worden door de overheid alleen nog opgesteld voor hoge risicostoffen (bijvoorbeeld stoffen met kankerverwekkende of reprotoxische stoffen) en stoffen zonder eigenaar (bijvoorbeeld dieselmotoremissies, houtstof, lasrook). Voor de overige stoffen moeten private grenswaarden worden opgesteld. Dit gebeurt niet door de overheid maar door bedrijven, producenten, en/of eigenaren van stoffen. Zowel wettelijke als private grenswaarden moeten in principe gezondheidkundig worden onderbouwd. Een wettelijke grenswaarden wordt gebaseerd op een bindende grenswaarde van de Europese commissie (veelal gebaseerd op advies van Scientific Committee on Occupational Exposure Limits - SCOEL) of op een advies van de Gezondheidsraad. Dit advies wordt getoetst door de Subcommissie Grenswaarden Stoffen op de werkplek (GSW), voorheen *Subcommissie MAC-waarden* van de SER, waarna SZW overgaat tot publicatie van de nieuwe grenswaarde in de Staatscourant. De huidige procedure voor het afleiden van wettelijke grenswaarden is derhalve vergelijkbaar met de drie-traps procedure voor de afleiding van MAC-waarden (zie hierboven).

Om te borgen dat werknemers voldoende worden beschermd tegen mogelijke nadelige gevolgen van blootstelling aan chemische stoffen worden door deskundigen (veelal toxicologen) bij de vaststelling van grenswaarden gespoord naar het zogenaamde *kritische effect*, zeg maar het eerst optredende gezondheidseffect, en worden zogenaamde veiligheidsfactoren toegepast bij de extrapolatie van kritische effect niveaus zoals vastgesteld in toxicologisch (proefdieronderzoek) en/of epidemiologische onderzoek (effecten in werknemerspopulaties).

Voor kankerverwekkende en mutagene stoffen zonder drempelwaarde is gekozen voor een grenswaarde met een streefrisico van  $4 \times 10^{-5}$  voor 40 jaar beroepsmatige blootstelling en een verbodsrisico dat een factor 100 hoger ligt. Het verbodsrisiconiveau mag nooit worden overschreden. Zie ook het rapport van de Gezondheidsraad "Leidraad berekening risicogetallen voor carcinogene stoffen".

Sinds 2010 worden er ook in het kader van de Europese REACH<sup>6</sup>-regelgeving grenswaarden opgesteld voor alle stoffen die worden geïmporteerd of geproduceerd in de Europese Unie. Het betreft grenswaarden voor het milieu, de

<sup>5</sup> SER Sociaal Economische Raad ([www.ser.nl](http://www.ser.nl))

<sup>6</sup> REACH = Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemical Substances

consument en voor werknemers. Grenswaarden voor werknemers worden *Derived No Effect Levels* (DNELs) genoemd. Deze grenswaarden worden afgeleid door toxicologen van één of meerdere bedrijven (de registrant) volgens door Europese overheidsinstanties opgestelde richtlijnen. De toxicologische beoordeling en de afgeleide grenswaarden van een stof wordt vastgelegd in een *Chemical Safety Report* (CSR). Dit rapport wordt door de registrant ingediend bij het *European Chemicals Agency* (ECHA) in Helsinki, die het dossier vervolgens controleert en, indien akkoord, het gebruik autoriseert.