

Chroom 6 in conserveringslagen

Gebouw 37H10_020

Toepad 120 te Rotterdam



Objectomschrijving:

Opdrachtgever:

Projectnummer:

Rapportversie:

Datum:

Gebouw 37H10_020

Gerco Brandpreventie B.V.

De heer van Ginhoven (Joost)

2111027

1.0

20 oktober 2021



Van Santen Advies B.V.

Staalweg 44

2612 KK DELFT

SCA-code: 07-D070149.01

Kamer van Koophandel: 66895685

Iban: NL22ABNA0438782283

Bic: ABNANL2A

BTW nummer: NL 8567.46.009.B01

Telefoon: 015 – 206 13 00

e-mailadres: info@vs-advies.nl

Internet: www.vs-advies.nl

Titelblad

Projectnummer:	2111027
Betreft:	Gebouw 37H10_020
Onderzoeklocatie:	Toepad 120 te Rotterdam
Opdrachtgever:	Gerco Brandpreventie B.V. De heer van Ginhoven (Joost) Vrouwenmantel 5 2871 NJ Schoonhoven
Opdrachtnemer:	Van Santen Advies Staalweg 44 2612 KK Delft SCA code: 07-D070149.01
Onderzoek uitgevoerd op:	08-10-2021
Onderzoek uitgevoerd door:	de heer Troost (Xander)
Status:	Definitief, versie 1.0
Datum Versie 1.0:	20 oktober 2021

Inhoudsopgave

1	SAMENVATTING	4
2	RESULTATEN EN CONCLUSIE:	5
3	BIJLAGEN.....	7
BIJLAGE A.	LOCATIE	8
BIJLAGE B.	BRONBLADEN	8
BIJLAGE C.	PROJECTFOTO'S	13
BIJLAGE D.	ANALYSE CERTIFICAAT MATERIAALMONSTERS CHROOM 6.	14
BIJLAGE E.	BETROUWBAARHEID ONDERZOEK	15
BIJLAGE F.	CHROOM 6	17

1 SAMENVATTING

In opdracht van Gerco Brandpreventie B.V. is door Van Santen Advies op 08-10-2021 een inventarisatie naar chroom 6 in conserveringslagen uitgevoerd aan Gebouw 37H10_020 op de locatie Toepad 120 te Rotterdam.

Algemeen

Algemene informatie	
Doel onderzoek	Het vaststellen van de aanwezigheid van chroom 6 in de verschillende conserveringslagen
Omschrijving onderzoek locatie	Het betreft diverse Gebouw 37H10_020 op de locatie Toepad 120 te Rotterdam.
Algemene opmerkingen	Er is gewerkt met materiaalmonsters.

Onderzoeksmethode

Onderzoeksmethode	
Omschrijving werkzaamheden onderzoek	1. Aanpak en bepaling van monsternamen is sterk afhankelijk van wat op locatie wordt aangetroffen tijdens de visuele inspectie / voorbereiding. Tijdens het onderzoek is eventuele graffiti buiten de scope van het onderzoek gelaten. De ervaring van de inspecteur speelt daarbij een grote rol; 2. Visuele inspectie en materiaalmonsternamen. Voor het nemen van materiaalmonsters is circa 5 gram van de conserveringslaag verwijderd, waarbij enige schade is ontstaan. Deze werkzaamheden zijn met bronmaatregelen (stofzuiger met hepafilter en/of nevelen en reinigen met vochtige doeken) uitgevoerd. De monsterlocaties zijn veilig en schoon achtergelaten. Tevens zijn de monsterlocaties weer afgeschermd door middel van spuitlijm / het aantippen met een nieuwe conserveringslaag / afplakken met tape; 3. De materiaalmonsters zijn ter analyse aan het laboratorium aangeboden; 4. Een beknopte beschrijving van de geïnspecteerde conserveringen, locaties en de staat van de conserveringen zijn in de rapportage met foto's en op plattegronden vastgelegd. Hierbij krijgt ieder unieke object een rapport met hierin de geïnspecteerde conserveringen;

2 RESULTATEN EN CONCLUSIE:

Resultaat:

Tijdens het onderzoek zijn de volgende chroom 6 houdende bronnen aangetroffen:

Bron nr.	Locatie	Kleur conserveringslaag	Opmerkingen / bijzonderheden
2	Tussendeuren/kozijnen trappenhuizen	Rood/roze, onderlaag blauw/groen	-
3	Deurkozijnen oude deel	Rood, onderlaag groen	-

Tijdens het onderzoek zijn de volgende niet chroom 6 houdende bronnen:

Bron nr.	Locatie	Kleur conserveringslaag	Opmerkingen / bijzonderheden
1	Balkon en branddeuren/kozijnen	Blauw/Wit, onderlaag wit	-
4	Tussendeuren/kozijnen	Blauw/Grijs, onderlaag wit	-
5	Deurkozijnen nieuwe deel	Blauw, onderlaag grijs/wit	-

Conclusie:

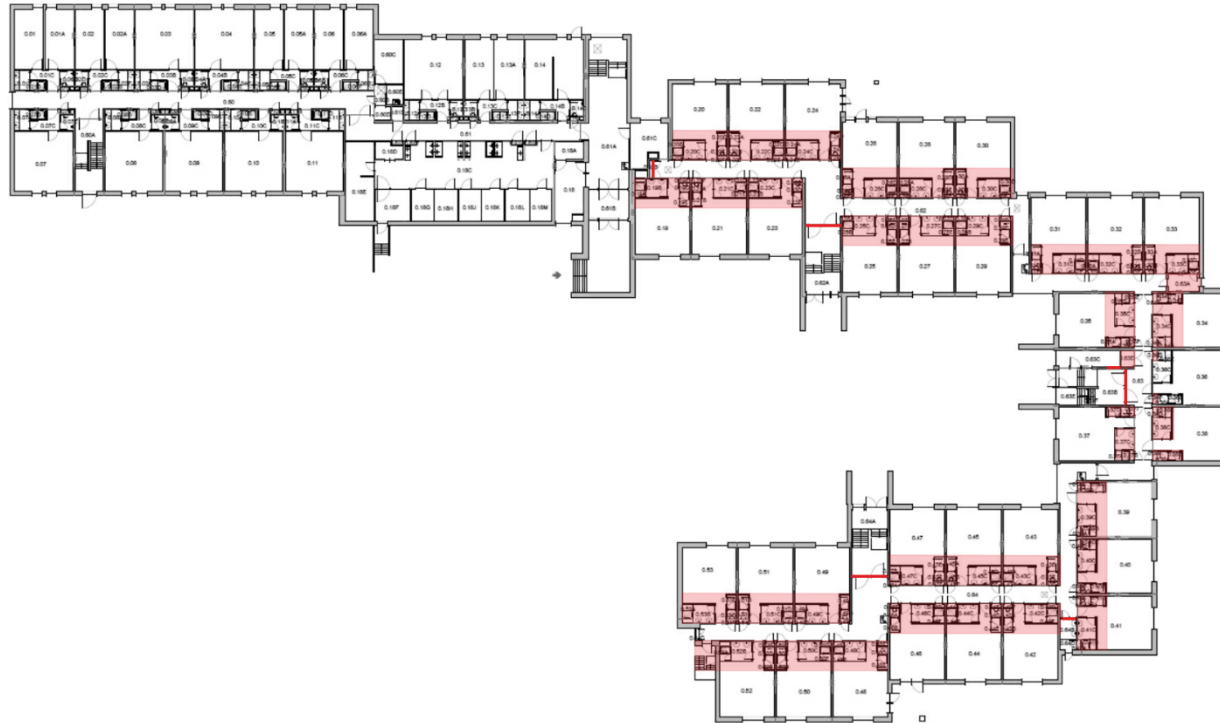
- Op aanwijzing van de opdrachtgever (de heer van Ginhoven (Joost)) is in gebouw 37H10_020 onderzoek gedaan naar chroom 6 houdende conserveringslagen op diverse objecten. Tijdens het onderzoek zijn 5 materiaalmonsters genomen van de diverse kozijnen en deuren in het gebouw.
- Er is geen actueel risico op blootstelling aan chroom 6 in de huidige situatie.
- Er zijn conserveringslagen met chroom 6 aangetroffen (bron 2 en 3)
- De concentratie chroom 6 in de conserveringslagen van bron 4 en 5 zijn verwaarloosbaar en als niet chroom6 houdend opgevoerd.
- De mate van de hoeveelheid van de chroom 6 in de conservering lagen van de bronnen 2 en 3 geeft een potentieel risico bij het bewerken van de conservering laag.
- Na berekening in worst case situatie is de verhouding chroom 6 van bron 2 is maximaal 0,1723%. Dit is ruim boven de ondergrens van 0,1% van kankerverwekkende, giftige en mutagene stoffen welke de objecten mogen hebben om als regulier afval te kunnen beschouwen. De bron dient als metaalafval dat met gevaarlijke stoffen is verontreinigd onder EURAL code 17 04 09 afgevoerd te worden.
- Na berekening in worst case situatie is de verhouding chroom 6 van bron 3 is maximaal 0,1145%. Dit is boven de ondergrens van 0,1% van kankerverwekkende, giftige en mutagene stoffen welke de objecten mogen hebben om als regulier afval te kunnen beschouwen. De bron dient als metaalafval dat met gevaarlijke stoffen is verontreinigd onder EURAL code 17 04 09 afgevoerd te worden.

Aanbeveling:

- Onderhoudswerkzaamheden aan de niet chroom 6 houdende conserveringslagen (bron 1, 4 en 5) kunnen onder reguliere omstandigheden uitgevoerd worden.
- Voorafgaande aan onderhoudswerkzaamheden aan conserveringslagen die nog niet onderzocht zijn deze aanvullend laten onderzoeken op chroom 6.
- Aanbevolen wordt om voorafgaande aan werkzaamheden aan de chroom 6 houdende conserveringslagen een plan van aanpak op te stellen. Wij zouden u hiermee kunnen ondersteunen.
 - U kunt conform beheersregime (bijlage F hoofdstuk 6) zonder tussenkomst van een arbeidshygiënist handelingen uitvoeren met de bij behorende beheersmaatregelen.
 - Voor de handmatig (nat) schuren of afbijten / losweken zijn relatief de minste beheersmaatregelen nodig.
 - Afval (bijvoorbeeld wegwerpmaskers, wegwerpkleding, handschoenen, reinigingsdoeken, stofzuigerzakken, HEPA filters en dergelijke) dient als chemisch afval afgevoerd te worden.
- Indien er gekozen wordt om de conserveringslagen niet op korte termijn te verwijderen of duurzaam af te schermen wordt een beheersplan ter aanvulling van de RI&E geadviseerd om de kans op blootstelling aan chroom 6 te minimaliseren. Wij zouden u hiermee kunnen ondersteunen.

3 BIJLAGEN

Bijlage A. Locatie

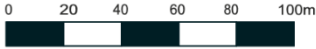


In verband met de leesbaarheid van de tekening
zijn enkel de chroom 6 houdende bronnen ingetekend

Projectnummer	2111027	 Bron 2/3; Chroom 6 houdende bron (M2/M3)	 niet toegankelijk  geen deel onderzoek  schacht
Type:	Gebouw 020		
Verdieping:	Begane grond		
Straatnaam:	Toepad 120		
Plaatsnaam:	Rotterdam		
LEGENDA			 Van Santen Advies asbest chroom-6 circulaire sloop

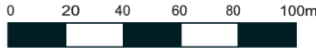


In verband met de leesbaarheid van de tekening
zijn enkel de chroom 6 houdende bronnen ingetekend

Projectnummer	2111027	 Bron 2/3; Chroom 6 houdende bron (M2/M3)	 niet toegankelijk  geen deel onderzoek  schacht
Type:	Gebouw 020		
Verdieping:	1e verdieping		
Straatnaam:	Toepad 120		
Plaatsnaam:	Rotterdam		
LEGENDA			 Van Santen Advies asbest chroom-6 circulaire sloop



In verband met de leesbaarheid van de tekening
zijn enkel de chroom 6 houdende bronnen ingetekend

Projectnummer	2111027	 Bron 2/3; Chroom 6 houdende bron (M2/M3)	 niet toegankelijk  geen deel onderzoek  schacht
Type:	Gebouw 020		
Verdieping:	2e verdieping		
Straatnaam:	Toepad 120		
Plaatsnaam:	Rotterdam		
LEGENDA 		 Van Santen Advies asbest chroom-6 circulaire sloop	



In verband met de leesbaarheid van de tekening
zijn enkel de chroom 6 houdende bronnen ingetekend

Projectnummer	2111027	 Bron 2/3; Chroom 6 houdende bron (M2/M3)	 niet toegankelijk  geen deel onderzoek  schacht
Type:	Gebouw 020		
Verdieping:	3e verdieping		
Straatnaam:	Toepad 120		
Plaatsnaam:	Rotterdam		
LEGENDA	020406080100m	 Van Santen Advies asbest chroom-6 circulaire sloop	

Bijlage B. Bronbladen

Bronnummer	1
Kleur conserveringslaag	Blauw/wit, onderlaag wit
Object	Balkon en branddeuren en kozijnen
Locatie	Diverse locaties
Materiaalmonster	M1; 1,8 mg/kg
Staat	Niet beschadigd en niet verweerd.
Laagdikte	n.v.t
Bijzonderheden	n.v.t.



Foto 1 | overzicht

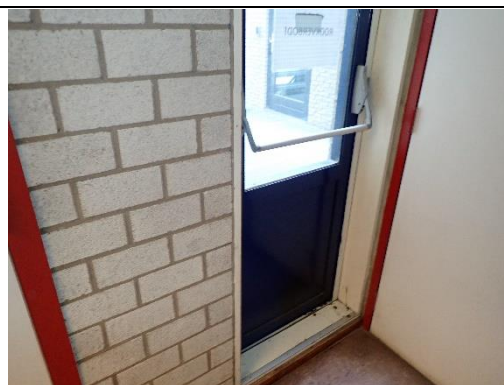
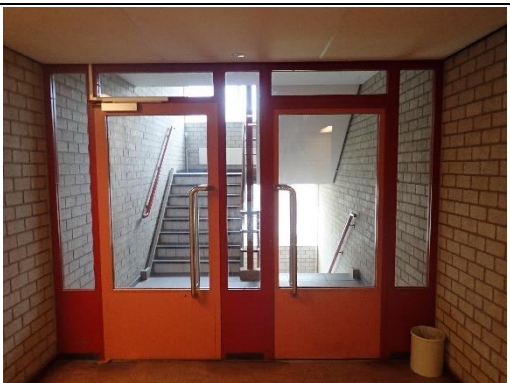
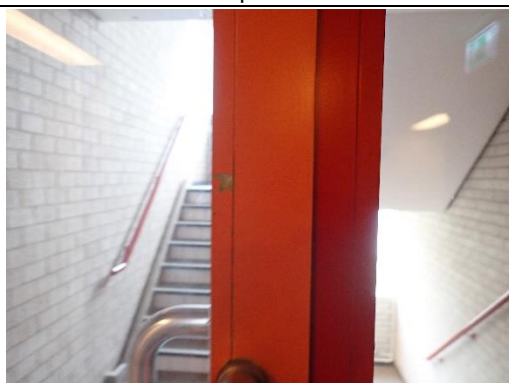


Foto 2 | overzicht



Foto 3 | monstername

Bronnummer	2
Kleur conserveringslaag	Rood/roze, onderlaag blauw/groen
Object	Tussendeuren/kozijnen
Locatie	Nabij trappenhuizen
Materiaalmonster	M2; 7400 mg/kg
Staat	Licht beschadigd en niet verweerd.
Laagdikte	398 µm
Bijzonderheden	n.v.t.

	
Foto 1 overzicht	Foto 2 overzicht
	
Foto 3 detail	Foto 4 monstername

In onderstaande tabel is gerekend met de minimale dikte (2 mm) van de verschillende objecten en de maximale gemeten laagdikte (398 µm).

Materiaal	Soortelijk gewicht	Oppervlakte	Dikte	Inhoud	Deel chroom 6 in verf	Gewicht	Deel chroom 6 in bron
	kg/m ³						
IJzer	7860	1	0,002	0,002		15,72000	
Conservering laag	1480	1	0,000398	0,000398	0,045994	0,02709	0,1723%

Bronnummer	3
Kleur conserveringslaag	Rood, onderlaag groen
Object	Deurkozijnen
Locatie	Oud deel gebouw
Materiaalmonster	M3; 6500 mg/kg
Staat	Licht beschadigd en niet verweerd.
Laagdikte	301 μ m
Bijzonderheden	n.v.t.



Foto 1 | overzicht



Foto 2 | overzicht



Foto 3 | detail



Foto 4 | monstername

In onderstaande tabel is gerekend met de minimale dikte (2 mm) van de verschillende objecten en de maximale gemeten laagdikte (301 μ m).

Materiaal	Soortelijk gewicht	Opper vlakte	Dikte	Inhoud	Deel chroom 6 in verf	Gewicht	Deel chroom 6 in bron
	kg/m ³	m ²	m	m ³	kg/kg	kg	%
IJzer	7860	1	0,002	0,002		15,72000	
Conservering laag	1480	1	0,000301	0,000301	0,0404	0,01800	0,1145%

Bronnummer	4
Kleur conserveringslaag	Blauw/grijs, onderlaag wit
Object	Tussendeuren/kozijnen
Locatie	Diverse locaties
Materiaalmonster	M4; 1,4 mg/kg
Staat	Licht beschadigd en niet verweerd.
Laagdikte	n.v.t
Bijzonderheden	n.v.t.



Foto 1 | overzicht



Foto 2 | detail



Foto 3 | kuvettentest

Bronnummer	5
Kleur conserveringslaag	Blauw, onderlaag grijs/wit
Object	Deurkozijnen
Locatie	Nieuwe deel
Materiaalmonster	M5; < 0,5 mg/kg
Staat	Licht beschadigd en niet verweerd.
Laagdikte	323 µm
Bijzonderheden	n.v.t.



Foto 1 | overzicht



Foto 2 | detail

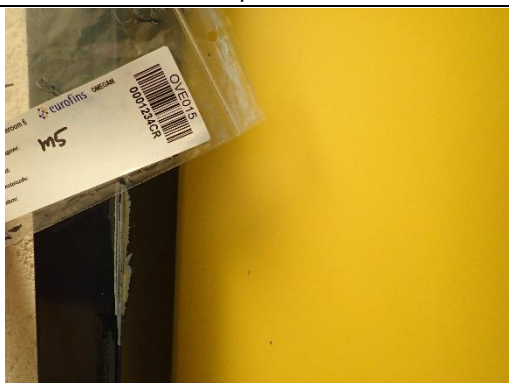
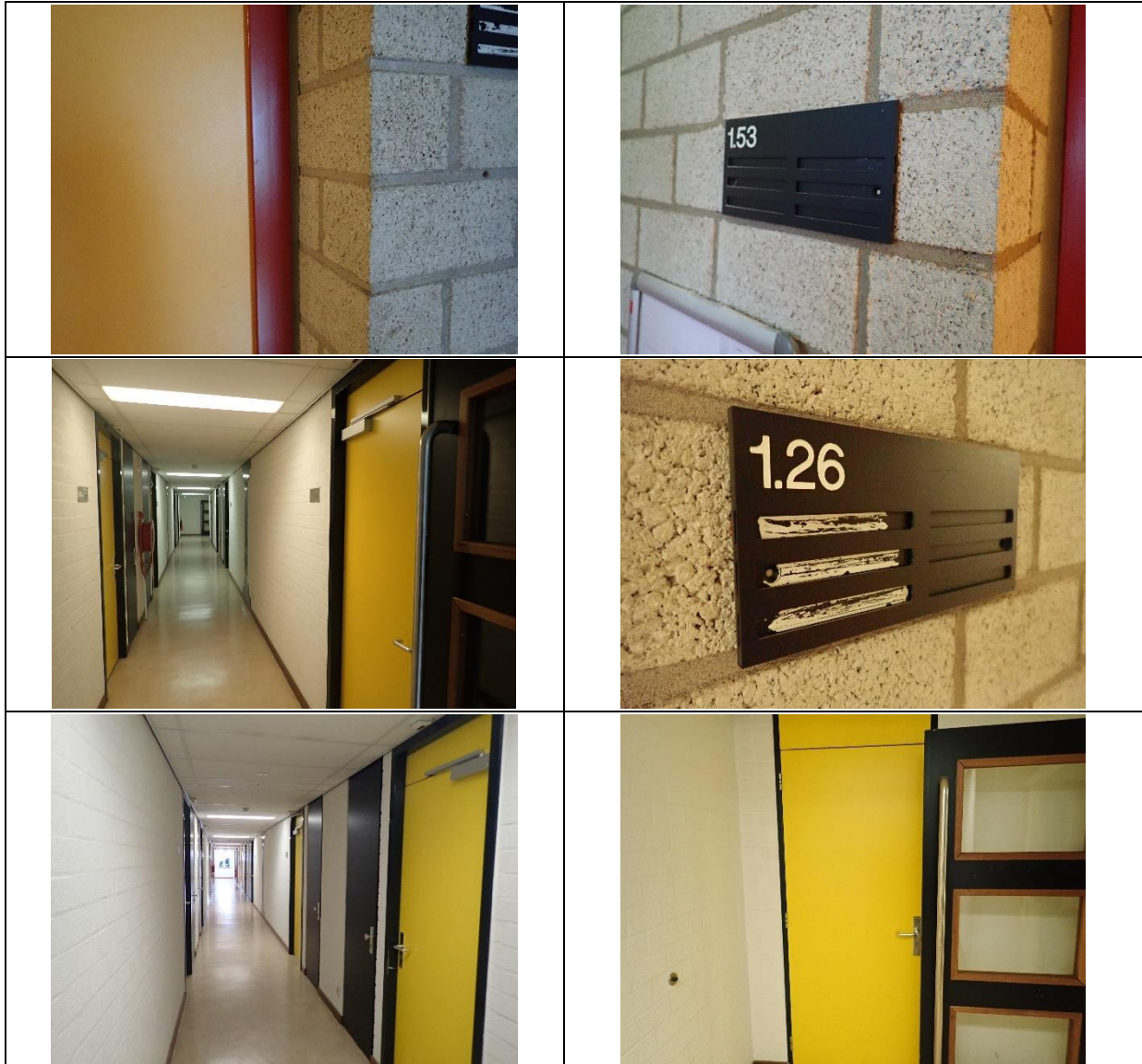


Foto 3 | monstername

Bijlage C. Projectfoto's

Onderstaand worden de projectfoto's weergegeven.



Bijlage E. Betrouwbaarheid onderzoek

Tijdens het onderzoek word er naar gestreefd een zo hoog mogelijke betrouwbaarheid te behalen, hiervoor worden materiaalmonsters voor chemische analyses aan het laboratorium aangeboden. De materiaalmonsters worden geanalyseerd door een onafhankelijk laboratorium. Hierbij wordt een gehalte chroom 6 bepaald door een chemische analyse van de conserveringslagen. Hiervoor dient een minimum van 3 tot 5 gram materiaal aangeleverd te worden.

Tijdens het onderzoek naar chroom 6 is er naar gestreefd om tot een zo volledig mogelijke detectie en registratie van aanwezige chroom 6 te komen. Daarbij wordt zeer systematisch te werk gegaan.

Disclaimer

Ondanks alle kwaliteitszorg, waaronder een continue aandacht op het proces en de inzet van ervaren en gekwalificeerde onderzoekers, is het in de praktijk mogelijk dat om verschillende redenen chroom 6 niet worden waargenomen.

Wij aanvaarden geen aansprakelijkheid voor niet waargenomen chroom 6.

Indien men voornemens is om werkzaamheden te gaan uitvoeren in het gebouw of aan een object waarin chroom 6 is vastgesteld, dan dienen de betrokken werknemers eerst op de hoogte te worden gesteld van het onderhavige chroom 6 rapport.

De wet stelt eisen aan het werken met kankerverwekkende, reprotoxische en mutagene stoffen over hoe om te gaan met chroom 6. Werkgevers moeten zorgen voor veilige en gezonde arbeidsomstandigheden van werknemers. De Arbowet verlangt dat de maatregelen in een bepaalde volgorde worden genomen, waarbij allereerst naar de bron van het probleem wordt gekeken. Dat wordt een arbeid hygiënische strategie genoemd.

Indien uit het uitgevoerde chroom 6 onderzoek blijkt dat bepaalde ruimten / locaties niet toegankelijk zijn of indien er onvoorzien chroom 6 -houdend materiaal tijdens de sloop, renovatie of chroom 6 -verwijdering wordt aangetroffen dient er een aanvullend chroom 6 onderzoek uitgevoerd te worden.

Ondanks de zorgvuldigheid die betracht wordt, is Van Santen Advies niet aansprakelijk voor schade, welke dan ook, als gevolg van onjuistheden in of problemen veroorzaakt door, (elektronische) communicatie. Door de aannemer dienen ter behoeve van de uitvoering hoeveelheden en afmetingen in het werk gecontroleerd te worden.

Dit document bevat vertrouwelijke informatie. Indien u als niet geadresseerde dit rapport ontvangt, wordt u verzocht de afzender hier direct omtrent te informeren en het document te vernietigen.

Bijlage F. Chroom 6

Wat is chroom 6:

Chroom is een metallisch element met atoomnummer 24. Omdat het zes elektronen in de twee buitenste schillen heeft die gemakkelijk afgegeven kunnen worden, kan chroom in zeven verschillende valentietoestanden (ook wel oxidatietoestanden genoemd) bestaan. De stabielste drie valentietoestanden zijn chroom 0, chroom 3 en chroom 6. Chroom 0 is metallisch chroom, waarmee bijvoorbeeld ijzer verchroomd wordt; deze toestand wordt ook wel aangeduid als Cr^0 of gewoon Cr. Bij chroom 3 zijn 3 elektronen afgestaan; deze toestand wordt ook aangeduid als Cr^{3+} of chroom (III). Bij chroom 6 zijn zes elektronen afgestaan; deze vorm wordt ook aangeduid als Cr^{6+} of chroom (VI). Chroom 3 en chroom 6 zijn zogenaamde kationen en komen in het milieu alleen in de vorm van mineralen en zouten voor.

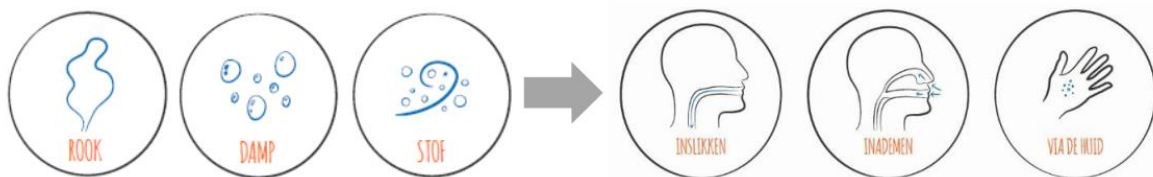
Chroom wordt na winning als mineraal uit de aardkorst toegepast als het metaal (chroom 0) of als een van de verschillende door de mens geproduceerde chroomverbindingen. Bekende chroom 3 verbindingen zijn chroom(III)oxide (Cr_2O_3), chroom(III)acetaat ($\text{Cr}(\text{OOCCH}_3)_3$), chroomtrichloride (CrCl_3) en chroom(III)picolinaat ($\text{CrC}_6\text{H}_4\text{NO}_2$). Van de chroom 6 verbindingen zijn de chromaten (CrO_4^{2-}) en dichromaten ($\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$) het belangrijkste: kalium-, natrium-, lood-, zink-, barium-, calcium- en strontiumchromaat en kalium-, natrium- en ammoniumdichromaat. In chroomtrioxide (CrO_3) is chroom ook aanwezig als chroom 6. Deze verbindingen verschillen in kleur en in oplosbaarheid. Chromaat en dichromaat vormen in water met elkaar een pH-afhankelijk chemisch evenwicht. Chroom 6 verbindingen zijn sterke oxidatoren en worden in aanwezigheid van een reductor gemakkelijk gereduceerd naar chroom 3 verbindingen.

In bodem, sediment en water waarin de omstandigheden bevorderlijk zijn voor omzetting van chroom 6 naar chroom 3 (zuur milieu of neutraal milieu in combinatie met aanwezigheid van reducerende stoffen), blijft van geëmitteerd chroom 6 naar schatting slechts een gering deel (3%) aanwezig als chroom 6. Onder minder bevorderlijke omstandigheden ($\text{pH} \geq 8$, neutrale condities met afwezigheid van reducerende stoffen) verloopt de conversie van chroom 6 naar chroom 3 naar verwachting langzamer en wordt voor chroom 6 een lange halfwaardetijd van rond één jaar aangenomen. In buitenlucht zorgt zwaveldioxide (SO_2), in aanwezigheid van dieseldeeltjes en andere organische stoffen in de lucht, voor gedeeltelijke reductie van chroom 6 naar chroom 3. Reactieve zuurstofspecies (o.a. ozon) kunnen daarentegen oxidatie van chroom 3 naar chroom 6 veroorzaken. De beschikbare gegevens bij elkaar suggereren dat chroom 6 na emissie naar de buitenlucht relatief stabiel is in de atmosfeer.

Hoe word je blootgesteld aan Chroom 6?

De hoogste blootstellingen aan chroom 6 doen zich voor in diverse werksituaties, en daar met name via inhalatie en via de huid. De belangrijkste toepassingen van chroom 6 verbindingen, en daarmee belangrijke arbeidssituaties waarin blootstelling aan chroom 6 kan plaatsvinden, zijn:

- verchromen van metalen of kunststof oppervlakken;
- anti-corrosiebehandeling van metalen oppervlakken;
- als ingrediënt van houtconserveringsmiddelen;
- productie van andere chroomverbindingen (meestal chroom 3 verbindingen);
- leerlooierij;
- verwerking van cement;
- lassen of snijden van metalen en legeringen waarin chroom aanwezig is, zoals roestvrij staal.



In de leerlooierij worden bepaalde chroom 3 zouten (vooral basisch chroomsulfaat) gebruikt. Door de oxiderende omstandigheden kan chroom 6 gevormd worden en daardoor aanwezig zijn in het eindproduct (leer). Verwerkers van dit leer kunnen via de huid blootgesteld worden. Chroom 6 komt verder voor in cement, waarmee huidcontact mogelijk is tijdens verwerking ervan. Arbeidsblootstelling aan chroom 6 vindt ook plaats tijdens het lassen of snijden van metalen en legeringen waarin chroom aanwezig is, zoals roestvrij staal, of middels een verf opgebracht is. Vroeger zijn chroom 6 verbindingen ook toegepast als kleurstof in verf.

De algemene bevolking kan potentieel worden blootgesteld aan chroom 6 via voedsel, drinkwater, lucht, tabaksrook en via bepaalde consumentenproducten. Omdat voedsel een overwegend reducerend medium is, wordt aangenomen dat de inname van chroom 6 via voedsel verwaarloosbaar is. Beperkte Nederlandse concentratiegegevens voor drinkwater wijzen op niveaus beneden de detectielimiet in de meeste gevallen ($< 0,2 \mu\text{g/L}$). Op bepaalde locaties zijn echter concentraties tot $2,0 \mu\text{g/L}$ gevonden in het ruwe water.

Chroom 6 kan aanwezig zijn in de buitenlucht maar meetgegevens zijn schaars. Gemeten achtergrondniveaus van chroom 6 in de buitenlucht zijn $< 0,05$ tot rond $1 \text{ ng chroom-6/m}^3$. In steden wereldwijd zijn hogere luchtconcentraties gevonden: $0,04$ tot $8 \text{ ng chroom-6/m}^3$. Beperkte, beschikbare metingen geven aan dat dicht bij industriële bronnen (bijvoorbeeld houtverduurzamingsbedrijf, ijzergieterij, chroomsmelterij) luchtconcentraties aanwezig kunnen zijn van enkele tientallen ng/m^3 .

Metingen van totaal chroom in tabak doen vermoeden dat ook bij binnenshuis roken verhoogde chroom 6 concentraties aanwezig zijn. Het is aannemelijk dat bij verbranding tijdens het roken van sigaretten en sigaren chroom wordt omgezet in chroom 6, maar metingen van chroom-6 ontbreken. Blootstelling aan chroom 6 is mogelijk bij contact met of gebruik van bepaalde consumentenproducten, zoals leer, speelgoed en elektronica. De informatie hierover is echter beperkt. Toelaatbare concentraties voor chroom 6 in consumentenproducten zijn sterk beperkt door wetgeving.

Wat doet het lichaam met chroom-6 (kinetiek)?

Chroom 6 kan in het lichaam worden opgenomen via de longen, via de darmen en via de huid. Bij inademing moeten de deeltjes klein genoeg zijn om de longblaasjes te bereiken, waar het chroom 6 uit die deeltjes in het lichaam opgenomen kan worden. Grotere deeltjes worden weer uitgeademd of opgehoest en daarna ingeslikt. Na inslikken kan het chroom 6 uit deze deeltjes via de darmen in het lichaam opgenomen worden.

Om in het lichaam opgenomen te kunnen worden, moeten de chroom 6 verbindingen eerst oplossen in het longvocht, maagsap of zweet op de huid. Na oplossen kan chroom 6 als chromaat het celmembraan passeren via de fosfaat- en sulfaat-anionkanalen en in de cel worden opgenomen. Chroom 3 verbindingen kunnen dit niet en worden daarom minder goed door het lichaam opgenomen.

Chroom 6 verbindingen die niet goed oplossen, en daardoor niet goed in de longcellen kunnen doordringen om daar schade te veroorzaken, kunnen in de longen toch nog problemen geven doordat ze lang als deeltje aanwezig blijven. Zoals bij alle deeltjes in de longen, kan dat leiden tot onder andere irritatie en ontsteking van de longen.

Opgelost chroom 6 wordt in lichaamsvloeistoffen snel gereduceerd tot de onschadelijke vorm chroom 3, onder andere door vitamine C en glutathion. Als deze omzetting plaatsvindt in het longslijmvlies, in de maag of in het zweet op de huid, dan vermindert de hoeveelheid chroom 6 dat opgenomen kan worden in lichaamscellen.

Als het chroom 6 een cel is binnengekomen en daar omgezet wordt, kan de cel worden beschadigd. Dit wordt onder andere veroorzaakt door het chroom 5 en chroom 4 en de reactieve zuurstofradicalen, die ontstaan bij de omzetting en die schade aan dna en eiwitten kunnen veroorzaken.

De mate waarin reductie naar chroom 3 in de cellen kan optreden is afhankelijk van een aantal factoren, die verschillen per route. Over het algemeen kan gezegd worden dat de kans op opname van chroom 6 in cellen en daardoor celschade groter is bij hogere doseringen, lage vitamine C inname, genetische aanleg tot lagere reductiecapaciteit, gelijktijdige blootstelling aan andere oxiderende stoffen en grotere oplosbaarheid van de chroom 6 verbinding. Daarbij is de duur van blootstelling ook van belang: een dosis verspreid over langere tijd kan sneller gereduceerd worden, voordat het in lichaamscellen kan worden opgenomen, dan eenzelfde hoeveelheid in een korte tijd.

Eenmaal opgenomen in het lichaam, kan chroom 6 zich wijd verspreiden naar verschillende cellen en weefsels (bijvoorbeeld de rode bloedcellen), waarin het gereduceerd wordt tot chroom 3 en in die vorm vervolgens de cellen niet snel meer kan verlaten. Op deze wijze kan het chroom 6 waaraan iemand is blootgesteld, aanwezig blijven in het lichaam als chroom 3 en in die vorm stapelen.

Chroom 3 vormt een complex met eiwitten, in het bloedplasma met name met transferrine. Dit eiwit/chroom 3 complex in plasma wordt relatief snel uit het lichaam verwijderd via de urine (in uren). De verwijdering van chroom 3 uit weefsels is langzamer (in enkele dagen tot weken) en uit rode bloedcellen nog langzamer, namelijk gelijk aan de vervangingsnelheid van deze cellen (enkele maanden).

De opname, omzetting, verdeling en uitscheiding van chroom 6 kunnen in een kinetisch model worden samengebracht, waarmee voor een ingeademde, ingeslikte, of op de huid gekomen hoeveelheid chroom 6 geschat kan worden wat de concentratie chroom 6 in een bepaald weefsel zal zijn na een bepaalde tijd. Het meest uitgebreide beschikbare model hiervoor is het PBPK-model voor orale blootstelling van Kirman et al. (2013). Maar zelfs dit model bevat alleen de orale blootstellingsroute en bevat niet alle factoren die van invloed kunnen zijn op de concentratie chroom 6 in weefsels, zoals de aanwezigheid van voedsel in de maag en daarmee onder andere de zuurgraad van het maagsap.

Eenmaal in het lichaam kan een gezondheidsprobleem ontstaan, zoals schade aan het DNA wat kan leiden tot kanker of auto-immuunziekten. De grootste kans op gezondheidsproblemen is daarom in de weefsels dichtbij het punt van aanraking.

Schadelijkheid van verschillende vormen van chroom

De blootstelling aan chroom 6 kan plaatsvinden door inademing (via de longen), via de huid of door inslikken (via het maagdarmkanaal). Het RIVM heeft voor het project van het ministerie van Defensie en het re-integratieproject t-ROM in kaart gebracht welke ziekten en nadelige effecten chroom 6 blootstelling op de werkplek (met name via inhalatie) zou kunnen veroorzaken (Hessel et al., 2019).

Chroom 6 kan longkanker, neus- en neusbijholtekanker, perforatie van het neustussenschot door chroomzweren, chronische longziekten (zoals COPD, longfibrose), chroom 6 gerelateerde allergisch astma, allergische rhinitis en allergisch contacteczeem veroorzaken bij mensen. Chroom 6 wordt er tevens van verdacht maagkanker te kunnen veroorzaken bij mensen.

De Gezondheidsraad heeft in 2016 vastgesteld dat blootstelling aan chroom 6 verbindingen nadelige effecten op de voortplanting en de prenatale ontwikkeling kan veroorzaken bij dieren, waarbij aangenomen wordt dat deze effecten relevant kunnen zijn voor mensen (Hessel et al., 2019).

Chroom 6 wordt, in tegenstelling tot chroom 3, relatief eenvoudig door cellen opgenomen via sulfaat- en fosfaat-ion-kanalen. In de cel wordt chroom 6 vervolgens gereduceerd tot chroom 3 waarbij toxische effecten kunnen optreden (WHO, 2013). Wanneer chroom 6 echter al buiten de cel is omgezet naar chroom 3, kan deze vorm niet meer gemakkelijk in de cel worden opgenomen.

Eenmaal voorbij het celmembraan kan de tot chroom 3 gereduceerde verbinding de cel niet meer eenvoudig verlaten, waardoor het in de cel accumuleert. Hoge concentraties chroom 3 in de cel kunnen DNA schade veroorzaken. Het verschil in opnamesnelheid verklaart waarom effecten van chroom 6 over het algemeen kunnen optreden bij lagere concentraties in vergelijking met chroom 3.

Daarnaast kan chroom 6 gemakkelijker doordringen in de huid, wat mogelijk verklaart waarom minder chroom 6 nodig is om huidallergie te veroorzaken in vergelijking met chroom 3. De blootstelling aan chroom 6 kan plaatsvinden door inademing (via de longen), via de huid of door inslikken (via het maagdarmkanaal).

In proefdieren is aangetoond dat ook orale blootstelling kan leiden tot kanker (NTP, 2008). In vergelijking met inademen is wel een hogere blootstelling nodig omdat in het maag-darmkanaal veel chroom 6 wordt gereduceerd tot chroom 3. Deze opname van chroom 6 zal sterk toenemen wanneer bij hogere doseringen de reductiecapaciteit in de maag wordt overschreden (Heringa & Janssen, 2018).

De blootstelling aan chroom 6 uit een continue (relatief lage) bron zoals via de omgevingslucht, kan beter worden omgezet naar chroom 3 voordat het cellen bereikt dan een korte, hoge piekblootstelling. De enige manier om inzicht te krijgen in het effect van de combinatie van verschillende blootstellingsroutes is door middel van het gebruik van kinetische modellen, zoals PBPK-modellen.

Voor chroom 6 zijn nog geen kinetische modellen beschikbaar met voldoende details om verschillende blootstellingen qua route en qua bronnen te combineren en de omzetting daarbij goed na te bootsen (Heringa & Janssen, 2018).

Bronnen:

Achtergrondinformatie over chroom-6: gebruik, voorkomen in het leefmilieu en gedrag in het lichaam (kenmerken: DOI 10.21945/RIVM-2018-0165) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM).

Blootstelling van consumenten aan chroom-6 (kenmerken: DOI 10.21945/RIVM-2019-0035) van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM)

Wet en regelgeving chroom 6:

Sinds 2006 mag Chroom 6 in Europa niet meer worden toegepast in nieuwe voertuigen en elektronische apparatuur. In 2015 worden sommige pigmenten (kleurstoffen) verboden. Vanaf 1 maart 2017 geldt een verlaagde wettelijke grenswaarde voor blootstelling van werknemers aan chroom-6-verbindingen van 1 µg/m³. De Europese Commissie heeft chroom 6 opgenomen in bijlage XIV van de Registratie Evaluatie en Autorisatie van Chemische Stoffen (REACH-) verordening. Dit betekent dat het toepassen van chroom houdende verf vanaf 21 september 2017 is verboden, tenzij men een autorisatie tot gebruik heeft

Artikel 4.1b. Zorgplicht van de werkgever van het Arbeidsomstandighedenbesluit

1. In alle gevallen waarin werknemers worden of kunnen worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen, zorgt de werkgever voor een doeltreffende bescherming van de gezondheid en veiligheid van de werknemer.
2. Aan het bepaalde in het eerste lid wordt voldaan indien:
 - a. in het kader van de risico-inventarisatie en -evaluatie, bedoeld in [artikel 5 van de wet](#), de aard, mate en duur van de blootstelling is beoordeeld in overeenstemming met [artikel 4.2](#);
 - b. doeltreffende maatregelen zijn getroffen ter voorkoming of beperking van de blootstelling in overeenstemming met de [artikelen 4.1c](#) en [4.4](#) dan wel in overeenstemming met de [artikelen 4.17](#), [4.18](#) en [4.19](#);
 - c. preventieve maatregelen zijn getroffen ter voorkoming van ongewilde gebeurtenissen in overeenstemming met [artikel 4.6](#).

Chroom 6 is een gevaarlijke stof die na blootstelling, op termijn kan leiden tot ernstige gezondheidsschade in de vorm van kanker of een nadelig effect op de voortplanting. Dit wordt ook wel een CMR-stof genoemd: Carcinogeen, Mutageen, Reproductie toxisch. Aan het werken met CMR-stoffen worden extra verplichtingen gesteld.

Maatregelen om contact met chroom 6 te voorkomen

Bij werkzaamheden aan chroomhoudende metalen of chroomhoudende coatings kunnen medewerkers worden blootgesteld aan chroom 6. Dit kan zowel via inhalatie als via de huid gebeuren. Vanwege de sterk giftige en kankerverwekkende eigenschappen van chroom 6 is het zeer belangrijk dat maatregelen worden getroffen die ervoor zorgen dat de medewerkers geen nadelige gezondheidseffecten ondervinden van dit werk. Lees hieronder wat u moet u doen:

- U bent verplicht om de [vier stappen van de Zelfinspectie Gevaarlijke Stoffen](#) te doorlopen die volgen uit het wettelijke kader voor het gezond en veilig werken met gevaarlijke stoffen.
- Doorloop de [checklist](#) (beslisschema), specifiek voor werkzaamheden aan oppervlakken waarbij chroom 6 blootstelling kan plaatsvinden.
- De [mogelijke technische beheersmaatregelen](#) die u kunt nemen om de blootstelling aan chroom 6 te voorkomen, of zoveel mogelijk te minimaliseren. De nu gepresenteerde tabel geeft een eerste overzicht van mogelijke maatregelen.
- de manier waarop u een [veilige werkwijze chroom-6](#) ontwikkelt.

Wettelijk kader chroom 6

Bij werkzaamheden waarbij de kans bestaat dat chroom 6 vrijkomt en blootstelling kan optreden, is het verplicht dat u als werkgever beheersmaatregelen neemt om deze blootstelling te voorkomen of tot een zo laag mogelijk niveau te reduceren. Ook als u opdrachtgever bent en dergelijke werkzaamheden uitbesteedt, heeft u hierin een verantwoordelijkheid. U moet dan zeker stellen dat de aannemer van de werkzaamheden het werk gezond en veilig kan uitvoeren ([verantwoord opdrachtgeverschap](#)).

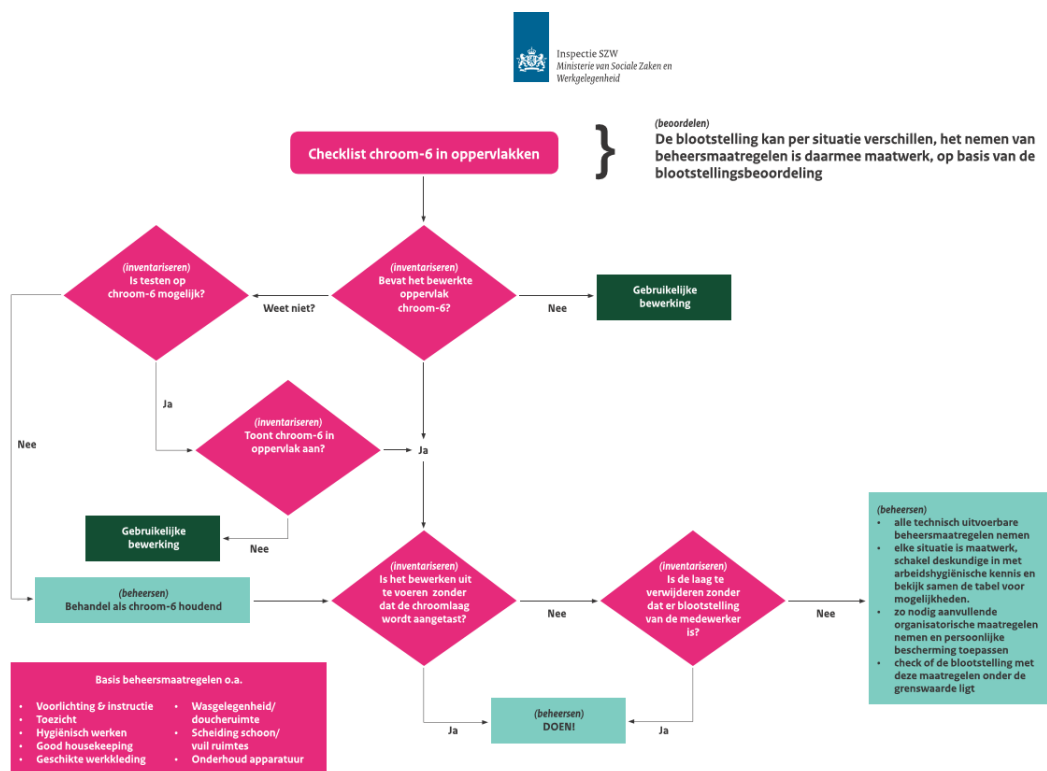
Zelfinspectie Gevaarlijke Stoffen: 4 stappen

Om te controleren of u voldoende en de juiste beheersmaatregelen neemt, doorloopt u de [4 stappen van de Zelfinspectie Gevaarlijke Stoffen](#). Deze is gebaseerd op de Arboverplichtingen voor het gezond en veilig werken met gevaarlijke stoffen. Per stap staat aangegeven wat er van u wordt verwacht.



Checklist chroom 6

Specifiek voor werkzaamheden aan oppervlakken met mogelijke chroom-6 blootstelling worden de stappen in de checklist (beslisschema) weergegeven. Download de '[Checklist chroom-6 in oppervlakken](#)' en lees de bijbehorende toelichting.



Technische beheersmaatregelen chroom 6

Deze maatregelen geven invulling aan de tweede stap van de [arbeidshygiënische strategie](#) waarbij het gaat om het (wettelijk verplicht) toepassen van alle technisch uitvoerbare beheersmaatregelen. 'Technisch' wil zeggen dat de voorziening, installatie of machine operationeel beschikbaar is en in de betreffende situatie toepasbaar.

Van de technische beheersmaatregelen staat niet op voorhand vast dat ze zorgen voor het voorkomen, of voldoende minimaliseren, van de blootstelling aan chroom 6 bij genoemde typen bewerkingen. Dit komt omdat die blootstelling per werksituatie kan verschillen. Het nemen van beheersmaatregelen is daarmee maatwerk. U baseert uw keuze voor de te nemen maatregelen op de uitkomsten van de beoordeling van de blootstelling.

Veilige werkwijze chroom 6

Een veilige werkwijze is een nauwkeurig omschreven activiteit of werkwijze waarvoor met voldoende zekerheid is bewezen dat de blootstelling onder de grenswaarde blijft.

Wat is “met voldoende zekerheid bewezen”?

Om aan de hand van een veilige werkwijze te kunnen werken, moet zeker zijn dat de blootstelling aan chroom 6 in alle gevallen onder de grenswaarde blijft. Dit kan op twee manieren worden aangetoond:

1. Door het uitvoeren van voldoende luchtmetingen;
2. Door het gebruik van een betrouwbaar kwantitatief model waarmee de blootstelling berekend kan worden.

Wat is een “nauwkeurig omschreven activiteit of werkwijze”?

Om zeker te zijn voor welke situaties de veilige werkwijze geldig is, moet precies duidelijk wat de reikwijdte is van de werkwijze. Beschrijf daarom:

1. Welke werkhandelingen precies binnen de veilige werkwijze vallen aan welke materialen;
2. Onder welke omstandigheden deze worden uitgevoerd;
3. Welke maatregelen om de blootstelling te verminderen hierbij worden genomen.

Veel verschillende soorten werkzaamheden

Er bestaat een grote variëteit aan werkzaamheden waarbij blootstelling aan chroom-6 kan optreden. Denk bijvoorbeeld aan het schuren van oude, chroom 6 houdende verflagen op staal, het stralen van dergelijke verflagen, het lassen van verchromde objecten, of het losdraaien van chroom 6 houdende bouten. Ook de omstandigheden kunnen sterk verschillen, bijvoorbeeld het stralen van een brug is een geheel andere situatie dan het stralen van metalen balken in een gebouw.

Er kan daarom niet worden volstaan met “één veilige werkwijze chroom 6”. Voor iedere specifieke situatie zal een veilige werkwijze ontwikkeld moeten worden.

Werk samen

Het ontwikkelen en gedegen onderbouwen van een veilige werkwijze is arbeidsintensief en tijdrovend. Bovendien zijn vele verschillende veilige werkwijzen nodig. Inspectie SZW raadt bedrijven en branches dan ook sterk aan, om de samenwerking op te zoeken met organisaties die vergelijkbare activiteiten uitvoeren.

Betrek deskundigen

Een veilige werkwijze moet gedegen worden onderbouwd met metingen of modelberekeningen. Hiervoor is de ondersteuning van een blootstellingsdeskundige (arbeidshygiënist) onontbeerlijk! Inspectie SZW verwacht dan ook van bedrijven en branches dat deze worden betrokken.

Rol Inspectie SZW

Inspectie SZW geeft de kaders aan waaraan een veilige werkwijze moet voldoen. De inspectie neemt het werk niet over, maar is wel bereid te adviseren en zo nodig bij te sturen, een plan van aanpak te beoordelen, en een eindresultaat te toetsen.

Bronnen:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/nl/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20180301&from=EN>

<https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2020-02-01#Hoofdstuk4>

<https://www.inspectieszw.nl/onderwerpen/chroom-6>

<https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden>

Beheersregime chroom 6

Versie : 1.1
Datum : 15-01-2020
Opgesteld door : PreventPartner-expertgroep

Toe te passen arbeidshygiëne bij het werken aan
chroom-6-houdende verven en coatings

Beheersregime chroom-6 RWS, RVB en ProRail

Versie 1.1



Documentinformatie

Opmerkingen

Opgesteld door: PreventPartner-expertgroep
Foto: Thea van den Heuvel | Waalbrug

Datum:

Versie: 1.0

28-05-2019

Versie: 1.1

15-01-2020

Versie 1.0 gereed

Beheersregime chroom-6

Waarom dit regime?

Doel van dit beheersregime is om iedereen een handreiking te geven om veilig chroom-6-houdende coatings te bewerken en te verwijderen. Aangenomen wordt dat de maatregelen om blootstelling aan chroom-6 te voorkomen bij de werkzaamheden ook een bijdrage leveren aan het voorkomen van blootstelling aan andere gevaarlijke stoffen.

In het verleden is chroom-6-houdende verf/coating gebruikt voor de conservering van metalen, betonnen en houten bouwmaterialen. Bij het bewerken of verwijderen van deze coatings van bijvoorbeeld bruggen/kunstwerken, stations en gebouwen kunnen chroom-6-verbindingen vrijkomen.

Chroom-6 is schadelijk voor de gezondheid. Het kan ondermeer kanker veroorzaken. Er is pas sprake van een risico als blootstelling van chroom-6 plaatsvindt bijvoorbeeld bij bewerken van coatings met chroom-6. Het gezondheidsrisico neemt toe met de hoogte en de duur van blootstelling. De Gezondheidsraad beschouwt longkanker als meest kritisch effect. Er zijn grenswaarden voor beroepsmatige blootstelling vastgesteld op basis van in Nederland geaccepteerde gezondheidsrisico's. De wettelijke grenswaarde voor chroom-6 in Nederland is $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Deze grenswaarde is vastgesteld als verbodsisiconiveau dat niet mag worden overschreden. Daarnaast is een streef-
risiconiveau vastgesteld dat een factor honderd lager ligt¹.

Dit beheersregime schrijft maatregelen voor om blootstelling aan chroom-6 te voorkomen tijdens het bewerken of verwijderen van coatings². Het regime is bedoeld als werkdocument en wordt de komende tijd verder ontwikkeld en onderbouwd met behulp van metingen.

Hoe wordt dit protocol geactualiseerd en verder onderbouwd?

Rijkswaterstaat (RWS), ProRail en Rijksvastgoedbedrijf (RVB) gebruiken de komende periode om meetgegevens te verzamelen van onderzoeken naar de emissie van chroom-6 tijdens het bewerken of verwijderen van coatings. Hierbij worden diverse technieken onder verschillende omstandigheden vergeleken. De onderzoeksresultaten kunnen ertoe leiden dat maatregelen in het beheersregime worden aangepast of technieken als veilige werkwijzen worden toegevoegd.

Voor wie is dit bedoeld?

Dit regime is openbaar en kan door iedereen worden gebruikt die beroepsmatig te maken krijgt met het bewerken of verwijderen van chroom-6-houdende coatings en verven.

1. In Nederland wordt voor beroepsmatige blootstelling gestreefd om een extra risico op kanker te beperken tot één op de miljoen werknemers per jaar blootstelling. Voor een geheel arbeidsleven (40 jaar, 40 uur per week) betekent dit dat 1 op de 25.000 blootgestelde werknemers bij dit blootstellingsniveau kanker ontwikkelt. Bij het verbodsisiconiveau waarop de wettelijke grenswaarde is gebaseerd is dit 1 op de 250 werknemers.
2. Deze maatregelen dienen zoveel mogelijk onderbouwd te zijn door onderzoek. Daar waar onderzoek naar emissie of blootstelling niet mogelijk is, of nog niet is uitgevoerd, zijn de maatregelen gebaseerd op de beoordeling door een panel van deskundigen (arbeidshygiënist en toxicologen). Zie ook bijlage 2 van dit regime.

Achtergrondinformatie over chroom-6

Er bestaan meerdere vormen van chroom. Van die vormen wordt chroom-6 als het meest schadelijk voor de gezondheid beschouwd. Chroom-6 komt net als chroom-3 in natuurlijke mineralen voor, maar wordt vanwege de nuttige eigenschappen ook industrieel geproduceerd. Chroom-6 kan niet los voorkomen, maar bindt zich altijd aan een andere stof. Het komt dus alleen voor in de vorm van een 'chroom-6-verbinding'. Er bestaan diverse chroom-6-verbindingen met eigen, specifieke eigenschappen waaronder kleur en oplosbaarheid. Chroom-6-verbindingen zijn als kleurstof toegevoegd aan verven en, omdat zij goed corrosiewerend zijn, ook aan primers.

Hoe kan chroom-6 in het lichaam terechtkomen?

Bij het werken aan chroom-6-houdende coatings/verven kan dit als stof of damp vrijkomen. De chroom-6-verbindingen kunnen op drie manieren in het lichaam terechtkomen: door inslikken (maag), door inademen (longen) of via de huid. Gezien de aard van de blootstelling bij onderhoudswerkzaamheden (vrijkomen van stof of damp) is de blootstelling door inademing het meest relevant. Opname in het lichaam van chroom-6 uit coatings via de huid vindt niet of nauwelijks plaats. Huidblootstelling kan alleen lokale effecten van de huid veroorzaken in de vorm van allergische klachten. Dit risico bestaat voornamelijk bij natte bewerkingen. Doordat stof aan de handen kan blijven kleven, kan chroom-6 bij hand-mondcontact ook in de maag terechtkomen. Ook blootstelling via hand-mond-contact moet daarom zoveel mogelijk worden voorkomen.

Chroom-6 wordt na opname in het lichaam omgezet in het minder schadelijke chroom-3. Gebeurt deze omzetting in een cel, dan kan daardoor celbeschadiging ontstaan en daardoor gezondheidsschade.

Voorkomen van blootstelling

Bij voorkeur dienen "emissiearme" technieken te worden toegepast. Medewerkers kunnen tijdens de werkzaamheden aan chroom-6-houdende coatings worden blootgesteld omdat stof of damp vrijkomt (directe blootstelling). Daarnaast vindt ook indirecte blootstelling plaats doordat medewerkers in de buurt staan van iemand die door werkzaamheden stof of damp produceert. Stof uit de werkzaamheden daalt neer in de omgeving, dwarrelt weer op en kan zo ook voor blootstelling zorgen. Ook kunnen medewerkers, doordat zij stof aan hun kleding hebben en met zich meedragen, zichzelf, collega's of derden later alsnog blootstellen. Dit noemen we secundaire blootstelling. Good housekeeping is belangrijk om secundaire blootstelling te voorkomen.

3. Dampen ontstaan bij verhitting van coatings of materialen. Het betreft een mengsel van gassen en deeltjes met een hoge temperatuur die ingeademd kunnen worden (bijvoorbeeld lasrook).

4. Gezicht wassen is aan de orde indien zichtbare besmetting met chroom-6-houdende stof (of vermoeden daarvan).

5. Zie bijlage 2

Brongerichte maatregelen zijn het meest effectief in het terugdringen van de blootstelling. Het voorkomen van het vrijkomen van stof bij de bron zorgt ervoor dat andere maatregelen minder ingrijpend hoeven te zijn.

Technische, organisatorische maatregelen of de inzet van persoonlijke beschermingsmiddelen zoals ademhalingsbescherming of handschoenen kunnen directe blootstelling voorkomen. Indirecte blootstelling kan worden voorkomen door zonering, het aanbrengen van stofafscherming, effectieve schoonmaakprocedures en strikte hygiëne- en kledingprocedures.

Afwijken van het beheersregime

Het regime geeft een algemeen kader voor veilig werken. Van dit kader kan alleen worden afgeweken als een gecertificeerd arbeidshygiënist wordt betrokken die een onderbouwde afweging maakt én hetzelfde niveau van bescherming wordt behaald.

Maatregelen in beheersregime

In onderstaand kader staan de algemene maatregelen die altijd gelden.

Algemene maatregelen

Persoonlijke hygiëne

1. Op de werkplek waar blootstelling aan chroom-6 houdende stof of dampen³ mogelijk is wordt niet gegeten, gedronken of gerookt.
2. Handen wassen: voorafgaande aan eten, drinken, roken of sanitaire stop⁴.
3. Douchen als haren na afloop van de werkzaamheden merkbaar onder het stof zitten.

Borging van de maatregelen

1. Het geven van voorlichting en instructie over de specifieke maatregelen die samenhangen met chroom-6 in die werksituatie.
2. Biologische monitoring⁵ voor iedereen met een relevante blootstelling aan chroom-6. Biologische monitoring dient begeleid te worden door een hierin gespecialiseerde arbeidshygiënist in samenwerking met een bedrijfsarts.
3. Vrijgave van het werkgebied: volg de maatregelenmatrix reinigen. Na schoonmaken een visuele inspectie op de aanwezigheid van stof.

Kleding

Wanneer in de maatregelenmatrix een kledingprocedure wordt aangegeven zijn de volgende zaken van belang:

1. Kledingprocedure ter voorkoming van secundaire blootstelling.
 - a. Overkleding die met chroom-6-houdend stof in aanraking is geweest uittrekken voor verlaten van het werkgebied. Deze kleding innemen (bij uittrekken van de kleding ademhalingsbescherming ophouden) op de werkplek (bijvoorbeeld in decontaminatie-eenheid) en schone kleren aantrekken.
 - b. Vervuilde werkkleding in speciale waszakken⁶ verzamelen en met zak en al industrieel reinigen.
2. Wegwerp overkleding afvoeren als chemisch afval.
3. Indien blootstelling van hoofdhaar door stof aanneemelijk is en niet voorkomen kan worden, wordt het dragen van haarbedekking geadviseerd.

Hygiëne

Als in de maatregelenmatrix wordt aangegeven dat er een mogelijkheid moet zijn tot douchen, wordt bedoeld dat hiervoor een mogelijkheid moet zijn in de nabijheid van het werkgebied. Dit hoeft niet noodzakelijk op de directe werkplek of direct aansluitend aan de werkplek te zijn. Het betreft een persoonlijke hygiëne maatregel bedoeld om relevante secundaire blootstelling te voorkomen. Douchen voorkomt bijvoorbeeld dat chroom-6 wordt meegenomen naar de kantine of de privéomgeving (auto, thuis).

Adembeschermingsmiddelen

Daar waar blootstelling door inademing van stof of damp mogelijk is, wordt adembescherming voorgeschreven. In bijlage 1 van dit regime wordt daar meer inhoudelijk op ingegaan.

Stofafscherming

Stofafscherming wordt aangebracht om verspreiding van (chroom-6 houdend) stof naar de omgeving tegen te gaan. Afzuiging van een afgeschermd werkgebied waarin stof wordt geproduceerd heeft twee doelen:

1. Het voorkomen van verspreiding van chroom-6 houdend stof naar de omgeving.
2. Het filteren van de lucht uit het werkgebied.

⁶ Waszakken die worden mee gewassen en in de machine opengaan of oplossen.

Disclaimer

Rijkswaterstaat, Rijksvastgoedbedrijf en ProRail hebben dit beheersregime opgesteld met als doel de gezondheidsbelasting door blootstelling aan chroom-6 te voorkomen bij de bewerkingen aan chroom-6-houdende coatings. De voorgeschreven beheersing is naar de stand der techniek en wetenschap en gebaseerd op meetdata van de emissie per bewerking aan chroom-6-houdende coating. Bij ontbrekende of onvolledige meetdata, is in een deskundigenpanel volgens vaste redeneerlijnen de emissie van de bewerking bepaald. Op basis van nieuwe inzichten kunnen in een volgende versie van het beheersregime de lijst van bewerkingen en de beheersmaatregelen worden gewijzigd. Afwijken van dit beheersregime is mogelijk na het raadplegen van een gecertificeerde arbeidshygiënist. De afwijkingen worden schriftelijk gemotiveerd en vastgelegd.

Het volgen van dit beheersregime is een aanvulling op beheersmaatregelen die benodigd zijn om de overige risico's en veiligheidsaspecten te borgen bij de uit te voeren werkzaamheden.

Maatregelenmatrix: bewerken constructie

Aanvullende beheersmaatregelen bij werkzaamheden met chroom-6-houdende verf/coatings.
De standaard geldende maatregelen zijn niet in deze matrix opgenomen.

	Pneumatisch losbouden	Boren ¹⁰	Slijpen/zagen	Handmatig knippen of handmatig losbouden	Hydraulisch knippen	Abbrasief snijden (water)	Lassen op gecoat oppervlak	Thermisch gutsen	Snijbranden ¹¹	Heet stoken	Glaslatten verwijderen
● Verplicht. ■ Wanneer er bij de ademhalingsbescherming meerdere vakken zijn aangekruist, mag een van de drie worden gekozen (zie ook bijlage 1). ▲ Wanneer bij kleding meerdere mogelijkheden zijn aangekruist, mag een van beide worden gekozen afhankelijk van de omvang van werkzaamheden en de omstandigheden.											
Bronafzuiging en/of on tool-afzuiging	●						●	●			
Ruimteventilatie											
Stofafscherming met afzuiging ⁷							●	●			
Stofafscherming ⁸						●					
Afzetten werkgebied	●	●	●		●				●	●	●
Onafhankelijke ademlucht en straalpak											
Airstream ⁹ helm	■		■			●	■	■	■	■	■
Halfgelaats- of volgelaats-masker + P3 filter	■		■				■	■	■	■	■
Wegwerpstofkapje FFP3	■	●	■				■	■	■	■	■
Wegwerp overalls	▲	▲	▲			▲					▲
Kleding procedure	▲	▲	▲			▲					▲
Douchen											
Handschoenen											

7. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving. De lucht naar buiten wordt HEPA gefilterd.

8. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving.

9. Zie ook bijlage 1.

10. Op basis van de literatuur van boorwerkzaamheden in andere sectoren lijkt blootstelling aan stof beperkt waardoor ademhalingsbescherming en kledingprocedure mogelijk niet nodig zijn. Omdat harde gegevens over blootstelling aan chroom-6 bij boorwerkzaamheden echter nog ontbreken, worden deze maatregelen voorsnog toch voorgesteld.

11. Bij snijbranden en lassen komen ultrafijne stofdeeltjes vrij zodat ademhalingsbescherming nodig is in het kader van chroom-6 blootstelling maar directe vervuiling van de kleding zal beperkt zijn. Daarom worden er geen aanvullende eisen aan kleding of kleding procedure worden gesteld.

Maatregelenmatrix: reinigen

Aanvullende beheersmaatregelen bij werkzaamheden met chroom-6-houdende verf/coatings.
De standaard geldende maatregelen zijn niet in deze matrix opgenomen.

● Verplicht. ■ Wanneer er bij de ademhalingsbescherming meerdere vakken zijn aangekruist, mag een van de drie worden gekozen (zie ook bijlage 1). ▲ Wanneer bij kleding meerdere mogelijkheden zijn aangekruist, mag een van beide worden gekozen afhankelijk van de omvang van werkzaamheden en de omstandigheden.	Stoomcleanen	Afblazen met perslucht van behandelde oppervlakken	Schoonmaken / vegen	Schoonmaken / stofzuigen ¹²	Vervangen filters
On tool-afzuiging / bronafzuiging					
Ruimteventilatie					
Stofafscherming met afzuiging ⁷		●	●		
Stofafscherming ⁸			●		
Afzetten werkgebied				●	●
Onafhankelijke ademlucht en straalpak					
Airstream ⁹ helm	■	●	●	■	■
Halfgelaats- of volgelaats-masker + P3 filter	■			■	■
Wegwerpstofkapje FFP3	■			■	■
Wegwerp overalls	▲	●	●	▲	▲
Kleding procedure	▲			▲	▲
Douchen		●	●		
Handschoenen					

7. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving. De lucht naar buiten wordt gefilterd.

8. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving.

9. Zie ook bijlage 1.

12. Vegen van stof dient te worden voorkomen in verband met stofverspreiding. Schoonmaken dient uitgevoerd te worden met industriële stofzuiger.

Maatregelenmatrix: verwijderen coating droge methoden

Aanvullende beheersmaatregelen bij werkzaamheden met chroom-6-houdende verf/coatings.
De standaard geldende maatregelen zijn niet in deze matrix opgenomen.

● Verplicht. ■ Wanneer er bij de ademhalingsbescherming meerdere vakken zijn aangekruist, mag een van de drie worden gekozen (zie ook bijlage 1). ▲ Wanneer bij kleding meerdere mogelijkheden zijn aangekruist, mag een van beide worden gekozen afhankelijk van de omvang van werkzaamheden en de omstandigheden.									
	Handmatig schuren	Machinaal schuren / slijpen / afbramen / trilnaald machine (met on-tool afzuiging) ^{13,14}	Machinaal schuren / slijpen / afbramen / trilnaald machine (geen on-tool afzuiging) ¹⁴	Gritstralen op locatie	Gritstralen in straalloods	Vacuümstralen	Sponsstralen	Inductie reinigen ¹⁵	Laser reinigen
On tool-afzuiging / bronafzuiging		●						●	●
Ruimteventilatie					●				
Stofafscherming met afzuiging ⁷			●	●		●	●	●	
Stofafscherming ⁸		●							●
Afzetten werkgebied	●								
Onafhankelijke ademlucht en straalpak				●	●	●	●		
Airstream ⁹ helm	■	■	●					■	■
Halfgelaats- of volgelaats-masker + P3 filter	■	■						■	■
Wegwerpstofkapje FFP3	■	■						■	■
Wegwerp overalls	▲	▲	●						
Kleding procedure	▲	▲		●	●	●	●		
Douchen	●		●						
Handschoenen									

7. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving. De lucht naar buiten wordt gefilterd.

8. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving.

9. Zie ook bijlage 1.

13. Draag brandvertragende kleding als de werkzaamheden bij open vuur, vlammen, toortsen, lassen of vonken producerende machines of werkmethoden.

14. Als er sprake is van beperkte werkzaamheden waarbij deze technieken worden toegepast kan gemotiveerd worden afgeweken (zie bijlage 2).

15. Bij het gebruik van inductie moet rekening worden gehouden met mogelijk hoge elektromagnetische velden (EMV). De risico's dienen door een hiervoor opgeleide deskundige (arbeidshygiënist of stralingsdeskundige) te worden beoordeeld.

Maatregelenmatrix: verwijderen coating natte methoden

Aanvullende beheersmaatregelen bij werkzaamheden met chroom-6-houdende verf/coatings.
De standaard geldende maatregelen zijn niet in deze matrix opgenomen.

● Verplicht. ■ Wanneer er bij de ademhalingsbescherming meerdere vakken zijn aangekruist, mag een van de drie worden gekozen (zie ook bijlage 1). ▲ Wanneer bij kleding meerdere mogelijkheden zijn aangekruist, mag een van beide worden gekozen afhankelijk van de omvang van werkzaamheden en de omstandigheden.					
	handmatig nat schuren	Hoge druk waterstralen	Natstralen water en grit	Natstralen met water, grit en additief nadat oppervlak is behandeld met gel ¹⁶	Aflijten / losweken
On tool-afzuiging / bronafzuiging					
Ruimteventilatie					
Stofafscherming met afzuiging ⁷		●	●	●	
Stofafscherming ⁸					
Afzetten werkgebied	●				
Onafhankelijke ademlucht en straalpak		●	●	●	
Airstream ⁹ helm					
Halfgelaats- of volgelaats-masker + P3 filter					
Wegwerpstofkapje FFP3					
Wegwerp overall	▲				
Kleding procedure	▲	●	●	●	▲
Douchen					▲
Handschoenen	●	●			●

7. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving. De lucht naar buiten wordt gefilterd.

8. Voorkomt verspreiding van chroom-6-houdend stof naar de omgeving.

9. Zie ook bijlage 1.

16. Stralen met additief zorgt voor specifieke risico's die samengaan met het gebruikte additief.

Bijlage 1

Toelichting op gebruik adembeschermingsmiddelen.

Toelichting op gebruik adembeschermingsmiddelen

Om inademing van chroom-6 te voorkomen kan ademhalingsbescherming worden ingezet. Bij stralen gebeurt dat in de vorm van aanvoer van verse lucht van buiten de containment. Maar in sommige gevallen moeten andere vormen van ademhalingsbescherming worden gebruikt. Daarbij zijn verschillende vormen mogelijk die in de onderstaande tabel met foto's worden weergegeven.

De mate van bescherming verschilt tussen de vormen. Zo heeft een wegwerpmasker P3 een toegekende beschermingsfactor van 20, wat wil zeggen dat het masker de blootstelling met een factor 20 verlaagt (als de chroom-6 blootstelling in de omgeving van de medewerker 20 µg/m³ is, dan is de blootstelling achter het masker ongeveer 1 µg/m³). Voor de airstreamhelm met P3-filter is de toegekende beschermingsfactor 40.

Bij het wegwerpmasker en half- en volgelaatsmasker is het belangrijk dat het masker goed aansluit aan het gelaat, omdat er anders lekkage langs de randen kan optreden en er via die weg toch chroom-6 het masker in komt en kan worden ingeademd. Lekkage kan worden voorkomen door een fittest uit te voeren. Deze dienen standaard te worden uitgevoerd. Hiermee wordt getest of er sprake is van

lekkage. In onderstaande tabel worden de verschillen tussen de adembeschermingsmiddelen weergegeven. De uitvoeringsvormen kunnen enigszins verschillen tussen leveranciers.

Beschermingsfactoren

Bij het bepalen van de adembeschermingsmiddelen is uitgegaan van de volgende "Toegekende Beschermingsfactoren (TBF)".

Beschrijving adembeschermingsmiddel	In dit regime gebruikte TBF
Wegwerp stofkapje (half masker) FFP3	20 ¹⁷
Halfgelaatsmasker met filter P3	20 ¹⁷
Volgelaatsmasker met filter P3	40 ¹⁷
Motor aangedreven afhankelijke ademlucht volgelaatsmasker TM3	40 ¹⁷
Airstream helm TH3	40 ¹⁷
Onafhankelijke ademlucht kappen/helmen	40 ¹⁷
Onafhankelijke ademlucht met straalkap voor gritstralen	200 ¹⁸

17. Bron HSG53, 2013

18. Bron: recent onderzoek door TNO (via ISZW)

Beschermingsmaskers



Wegwerpmasker P3
Kans op lekkage langs masker. Fittesten noodzakelijk.



Half gelaatmasker met P3 filter
Kans op lekkage langs masker. Fittesten noodzakelijk.



Volgelaatmasker met P3- filter
Kans op lekkage langs masker. Fittesten noodzakelijk.



Airstream-helm met motor aangedreven P3 gefilterde lucht
Draagcomfort wordt vaak beter ervaren dan de andere genoemde opties. Bijkomend voordeel is dat stof ook niet in "de haren gaat zitten".

Bijlage 2

Onderbouwing keuzes beheersregime chroom-6.

In deze bijlage worden de gemaakte keuzes in het preventie-regime toegelicht.

Uitgangspunten voor het regime

- De maatregelen in het regime zijn gebaseerd op de aanname dat bij het verwijderen of bewerken van coating chroom-6-verbindingen kunnen vrijkomen.
- Het rapport van de Gezondheidsraad uit 2016 over chroom-6-verbindingen stelt dat het meest kritische effect van blootstelling aan chroom-6 verbindingen het vermogen is om mogelijk kanker te veroorzaken. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen oplosbare en niet-oplosbare chroom-6 verbindingen. In dit beheers-regime wordt dat onderscheid verder ook niet gemaakt.
- De huidopname wordt in de literatuur met name beschreven voor wateroplosbare chroomverbindingen. Op basis van literatuur (SCOEL, Gestic) wordt aangenomen dat er geen relevante opname plaatsvindt via de huid.
- Voor de volgende gezondheidseffecten zijn ook de huidblootstelling, inname via de mond en/of secundaire ingestie belangrijke routes van blootstelling, maar in welke mate is niet bekend (RIVM). Aangezien longkanker door de Gezondheidsraad echter wordt beschouwd als het kritische effect, is het uitgangspunt dat deze effecten niet optreden als de blootstelling al laag genoeg is om longkanker te voorkomen:
 - Maagkanker (hand-mondcontact en secundaire ingestie)
 - Neus-/neusbijholtekanker, neusperforatie en allergische rhinitis (hand-neuscontact)
 - Allergisch contacteczeem (huidcontact).

- Hygiënische maatregelen zijn erop gericht om bij stofblootstelling hand-mondbesmetting zoveel mogelijk te voorkomen. Denk hierbij aan het wassen van handen en het kledingregime om te voorkomen dat stof zich onnodig buiten de werkplek verspreid. Deze maatregelen leveren ook een bijdrage om de duur van het huidcontact met chroom-6 te beperken en daarmee ook het risico op lokale effecten op de huid (allergie).
- Er bestaan voor milieu en arbeid verschillende uitgangspunten voor risiconiveaus; variërend van 1*10⁻⁸ tot 1*10⁻⁴.
- De grenswaarde van chroom-6 is in Nederland vastgesteld op basis van het verbodrisico (1*10⁻⁴) niet het streefrisico (1*10⁻⁶).

Indeling van processen

Categorieën op basis van verwachte emissie (stof of damp)

Alle processen zijn gecategoriseerd op basis van de te verwachten emissie bij een proces. Hierbij zijn drie factoren meegenomen:

- Laag-energetisch (bijvoorbeeld handmatig schuren) of een hoogenergetisch proces (bijvoorbeeld met schuurmachine).
- Vrijkomen van stof of damp (bij stof kan secundaire blootstelling een rol spelen, doordat het weer opnieuw opdwartelt).
- Het te bewerken oppervlak is groot (bijvoorbeeld schuren) of klein (bijvoorbeeld doorzagen).

Per categorie zijn maatregelen bepaald om medewerkers te beschermen.

Wanneer er stofvorming kan plaatsvinden is er aanvullend bepaald welke maatregelen er nodig zijn om onnodige verspreiding van het stof tegen te gaan met als redenen:

- Het beperken van het verspreidingsgebied door aanbrengen van stofafscherming (al of niet met afzuiging/onderdruk);
- Voorkomen van opnieuw opdwarmen van stof waardoor er een nieuwe blootstelling kan ontstaan;
- Voorkomen van hand-mond besmetting door direct contact.

De maatregelen zijn er primair op gericht om inhalatie van stof en damp te voorkomen.

Onderbouwd door metingen

De beschreven maatregelen per proces zijn primair gebaseerd op basis van *expert judgement*. Maar voor een deel van de processen zijn al (bruikbare) metingen beschikbaar naar blootstelling aan chroom-6. De beschikbare meetrapporten zijn weergegeven in de bronnenlijst. De meetresultaten voor deze processen zijn meegenomen bij het formuleren van het pakket aan maatregelen.

Voor de meeste processen zijn momenteel echter onvoldoende metingen beschikbaar om te kunnen spreken van een gevalideerde goede praktijk. Er moeten daarom in de toekomst nog aanvullende metingen per proces worden uitgevoerd. Desondanks zijn de metingen zeer bruikbaar geweest bij het omschrijven van het gewenste beheersregime per proces.

Voor de volgende processen zijn meetresultaten onderdeel geweest bij de keuze van het beheersregime:

- Machinaal schuren/ slijpen / afbramen / gebruik trilnaaldhamer;
- Stralen nadat het oppervlak is behandeld met gel;
- Boren;
- Doorslijpen;
- Snijbranden;
- Lassen op een gecoat oppervlak;
- Thermisch gutsen;
- Heet stoken;
- Losbouten;
- Handmatig nat schuren.

Voor de overige processen geldt dat de indeling in categorieën van potentiële emissie is gevolgd zoals hiervoor beschreven, en het maatregelenpakket uitsluitend is gebaseerd op basis van *expert judgement*. Zodra meetgegevens beschikbaar zijn kan het maatregelenpakket zo nodig worden aangepast.

Geen rekening gehouden met tijdsduur

Op uitdrukkelijk verzoek van de opdrachtgevers is geen rekening gehouden met tijdsduur van de werkzaamheden of handelingen. Wanneer in de praktijk een handeling kort wordt verricht, kan het zijn dat er minder ingrijpende maatregelen nodig zijn. Gemotiveerd afschalen mag alleen met een onderbouwd advies van een gecertificeerd arbeidshygiënist.

Maatregelen op basis van risico, niet van gevaar

Bij het beschrijven van maatregelen is niet uitgegaan van een nul-blootstelling, maar zijn maatregelen geformuleerd die proportioneel worden geacht aan het risico. Dat betekent dat het uitgangspunt is dat de blootstelling bij inademing altijd onder de wettelijke grenswaarde moet liggen.

Aangezien voor huidblootstelling en opname via de mond geen grenswaarden voor blootstelling zijn vastgesteld, zijn de maatregelen bedoeld om deze vormen van blootstelling zoveel mogelijk terug te dringen. Om alle vormen van blootstelling te evalueren kan biomonitoring worden uitgevoerd.

Arbeidshygiënische strategie

Bij het formuleren van maatregelen is zoveel mogelijk rekening gehouden met het toepassen van de arbeidshygiënische strategie. Bij bestaande methoden en processen zijn de maatregelen gebaseerd op de kennis van die processen en de daarbij beschikbare blootstellingsmetingen. Er zijn ook nieuwe, innovatieve methoden voorgesteld voor het verwijderen van chroom-6-houdende coatings. Totdat van deze nieuwe verwijderingsmethodieken bekend is dat de brongerichte werkwijze afdoende is, worden persoonlijke beschermingsmiddelen voorgeschreven. De effectiviteit van alternatieve werkwijzen dient door metingen te worden aangetoond.

Maatregelen ter voorkoming van onnodige versleping van stof

Naast primaire, directe blootstelling door inademing of inslikken van stof of damp bij het uitvoeren van werkzaamheden kunnen mensen ook indirect worden blootgesteld doordat ze in de buurt verblijven van de plaats waar stof of damp wordt geproduceerd.

Bijzondere aandacht wordt besteed aan het onnodig verslepen van stof van de werkplek naar andere plaatsen waardoor ook derden blootgesteld kunnen worden. Denk daarbij aan verontreinigde kleding, haren of huid.

Borging

De biologische monitoring van chroom-6 kan worden uitgevoerd door het meten van de concentratie chroom in urine. De urinemonsters dienen altijd aan het einde van de werkweek en dan einde werkdag te worden genomen. Biologische monitoring is vooral waardevol wanneer de werkzaamheden langdurig (meerdere weken) en herhaaldelijk worden uitgevoerd. Op de dagen voordat de biomonitoring wordt uitgevoerd moeten werkzaamheden zijn verricht die relevant zijn voor mogelijke blootstelling aan chroom-6. De resultaten van de monitoring kunnen worden gebruikt om te beoordelen of het totale pakket aan maatregelen effectief is én kunnen worden toegevoegd aan het persoonlijke dossier.¹⁹

Wat wordt niet gedekt in dit beheersregime?

Het regime richt zich:

- uitsluitend op die maatregelen die extra moeten worden genomen in verband met het vrijkomen van chroom-6-houdend stof of damp. Standaardmaatregelen zoals brillen, gehoorbescherming, veiligheidsschoenen vallen er niet onder.
- op de maatregelen die nodig zijn voor het bewerken en/of verwijderen van chroom-6-houdende coating.
- niet op maatregelen die nodig zijn om andere risico's dan blootstelling aan chroom-6 te voorkomen. Bijvoorbeeld het werken met loog, of het lassen van niet-gecoate oppervlakken. Voor maatregelen hiervoor wordt verwezen naar andere instrumenten, waaronder bijvoorbeeld de verbetercheck lasrook.

¹⁹. Bij biologische monitoring wordt voorgesteld om de uitkomsten zowel te toetsen aan achtergrondwaarden die worden gevonden bij de algemene bevolking (kleiner dan 2 µmol chroom/mol creatinine) als aan de Biological Monitoring Guidance Value (BMVG) van 10 µmol chroom/mol creatinine einde shift.

Bronnen

Voor het opstellen van het beheersregime is gebruik gemaakt van de onderstaande bronnen.

Literatuur

1. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Wat is chroom 6? Hoe kunt u in aanraking komen met chroom-6-verbindingen? Wat doet het lichaam met chroom-6 verbindingen? Oktober 2016.
2. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Chroom-6 en ziekten: wat is bekend uit de wetenschap? Maart 2017.
3. H.B. Heringa en P. Janssen. Achtergrondinformatie over chroom-6: gebruik, voorkomen in het leefmilieu en gedrag in het lichaam. RIVM Rapport 2018-0051.
4. Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Assigned Protection Factors for the revised Respiratory Protection Standard. OSHA 3352-02 (2009).
5. Health and Safety Executive (HSE): Respiratory protective equipment at work. A practical guide. HSG53 (4e edition, 2013).
6. Health and Safety Executive. Workplace exposure limits. EH40/2005 (2018).
7. Brandweer Nederland. Schoon werken bij brand. Een landelijke richtlijn om voor, tijdens en na een brand schoner te werken (2015).
8. Stichting Arbeidsomstandigheden en Spoorveiligheid. Arbo Nieuwsbrief Toepassing chroom VI in ProRail objecten. Versie 6.0; 18 juni 2018 Definitief.
9. ProRail. Protocol Chroom VI ProRail. Versie 4.0.27 september 2018.
10. Rijksvastgoedbedrijf. Tijdelijke handleiding chroom-6 Rijksvastgoedbedrijf (20 december 2018).
11. Rijkswaterstaat. Werkinstructie Chroom VI voor renovatie Waalbrug, revisie 0.2 (19-07-2018).
12. Inspectie SZW. Technische beheersmaatregelen chroom-6.
Website <https://www.inspectieszw.nl/onderwerpen/chroom-6/technische-beheersmaatregelen>.
13. A. Hartwig, D. Heederik, L. Levy, D. Papameletiou en C.L. Klein. Chromium VI compounds. SCOEL/REC/386 (2017).
14. Gezondheidsraad. Chroom VI-verbindingen. Beoordeling van de carcinogeniteit. Den Haag (2016).
15. IFA (Institute for Occupational Safety and Health. GESTIS Substance Database. Chromium (VI) compounds.
Bezocht 26 maart 2019.

Meetrapporten

1. E. van Deurssen. Rapportage voorkomen van chroom VI in verflagen van diverse objecten. Rapport 16070103RAH. RPS 10 januari 2017.
2. E. van Deurssen. Eindrapportage onderzoek chroom VI. Rapport 16110095RAH.1. RPS 8 februari 2017.
3. J-W. Peters. Eindrapportage blootstellingsonderzoek inhaleerbaar stof en chroom VI tijdens bewerken van conservering. Rapport RAH 16.0087. RPS 26 april 2018.
4. R. Van den Buijs. Rapportage onderzoek chroom-6 tijdens straalwerkzaamheden. Rapport 18100045RAH. RPS 12 november 2018.
5. Coördinatiecentrum Expertise Arbeidsomstandigheden en Gezondheid (CEAG). Overzicht resultaten onderzoek naarchroom-6 blootstelling bij Defensie, 19 april 2018

ProRail



Rijksvastgoedbedrijf
Ministerie van Binnenlandse Zaken en
Koninkrijksrelaties



Rijkswaterstaat
Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat

Dit is een uitgave van

Rijkswaterstaat

www.rijkswaterstaat.nl
0800 - 8002

december 2019