Historisch blootstellingsonderzoek chroom-6

KLM-groep (KLM Engineering & Maintenance, Martinair/RJC, Transavia)

Opgesteld door:

Huub Agterberg, Patricia Kleppe, Marinka Flameling, Jan Koppejan, Polo Breepoel.
KLM Safety & Compliance Organisation, SPL/SA

Datum: December 2021
Status: Definitief
Projectnummer: 20210010
Rapportnummer: Chroom-6-2021-001

Voorwoord

De Koninklijke Luchtvaart Maatschappij (KLM) heeft aan de KLM Safety & Compliance organisation (SCO) opdracht gegeven een onderzoek uit te voeren naar de historische blootstelling aan chroom-6 binnen de KLM-groep. Dit onderzoek is uitgevoerd door een projectgroep vanuit de KLM SCO. Deze projectgroep bestaat uit vaste KLM-medewerkers en interne/externe inhuur met als specialisme arbeidshygiëne en hogere veiligheidskunde onder de werktitel “Historisch blootstellingsonderzoek chroom-6”.

Voorafgaand aan dit onderzoek is een onderzoeksplan opgesteld (Onderzoeksplan versie sep-4) en afgestemd met de validatiecommissie bestaand uit externe deskundigen (zie bijlage 8 voor meer informatie over de samenstelling van de commissie). Omdat het rapport veel vaktechnisch woorden bevat, die niet altijd voor iedereen bekend zijn, is een begrippenlijst opgenomen in bijlage 9.

Daarnaast hebben verschillende ijkmomenten plaatsgevonden waarbij de voorlopige uitkomsten van het onderzoek gedeeld werden met de validatiecommissie. Deze ijkmomenten hebben gezorgd voor feedback ten gunste van de kwaliteit van het onderzoek en uiteindelijk het rapport.

Het management en de medezeggenschap van de KLM-groep is op verschillende momenten op de hoogte gebracht van de vorderingen van het onderzoek.

Om de juiste informatie te verkrijgen voor het onderzoek zijn er interviews met (oud) medewerkers gehouden, hebben werkbezoeken plaatsgevonden en zijn arbo-rapporten bestudeerd. Metingen naar chroom-6 in de werkomgeving uit deze rapporten zijn samengevoegd en geanalyseerd om trends in de blootstelling over de tijd zichtbaar te maken.

De projectgroep wil haar dank uitspreken voor alle personen die een bijdrage hebben geleverd aan dit onderzoek, zoals de diverse staffunctionarissen (HR, Arbo) en alle (oud)medewerkers voor het aanleveren van waardevolle informatie.

We danken Rein van der Louw en Jacqueline Boog die vanuit de KLM SCO het onderzoek gefaciliteerd hebben.

We zijn Hans Kromhout (IRAS, Universiteit Utrecht) erkentelijk voor zijn de statistische analyse, waarmee op basis van de beschikbare meetgegevens een trendanalyse beschikbaar is gekomen die een belangrijke basis vormt voor ons rapport.

Ook de hulp van onze stagiair (Rianne Peeks) en blauwe inzet (Annemarie Ruitenbeek) heeft een waardevolle bijdrage geleverd aan het onderzoek.

Bijzondere dank gaat uit naar de leden van de validatiecommisie, die met veel geduld ons bij de grote lijn van het onderzoek gehouden hebben.

Onderzoeksgroep “Historisch blootstellingsonderzoek chroom-6 KLM-groep”

Huub, Marinka, Patricia, Jan, Polo.

E-mail: IRAP@klm.com

Inhoudsopgave

Voorwoord 2

1. Inleiding 4

1.1 Aanleiding 4

1.2 Probleemanalyse 4

1.3 Doelstelling 5

1.4 Centrale onderzoeksvraag 5

1.5 Scope 5

1.6 Uitvoering 6

1.7 Leeswijzer 6

2. Methode 7

2.1. Inventarisatie functies en taken met mogelijke blootstelling aan chroom-6 7

2.2. Verdiepend onderzoek naar mate van blootstelling aan chroom-6 8

2.3. Blootstellingsmetingen 11

2.4. Schatting blootstelling 13

3 Resultaten 17

3.1 Producten in gebruik binnen de KLM-groep die chroom-6 bevatten 17

3.2 Taken en functies waar blootstelling aan chroom-6 te verwachten is 17

3.3 Ontwikkelingen in de chroom-6 blootstelling binnen de KLM-groep 22

4 Analyse 29

4.1 Beoordeling blootstelling 29

4.2 Beoordeling indirecte blootstelling 43

4.3 Beoordeling blootstellingkarakteristiek 45

4.4 Beoordeling huidblootstelling en ingestie 46

4.5 Beoordeling blootstelling omstanders 46

5 Overwegingen en discussie 48

6 Conclusie 54

7 Literatuur 56

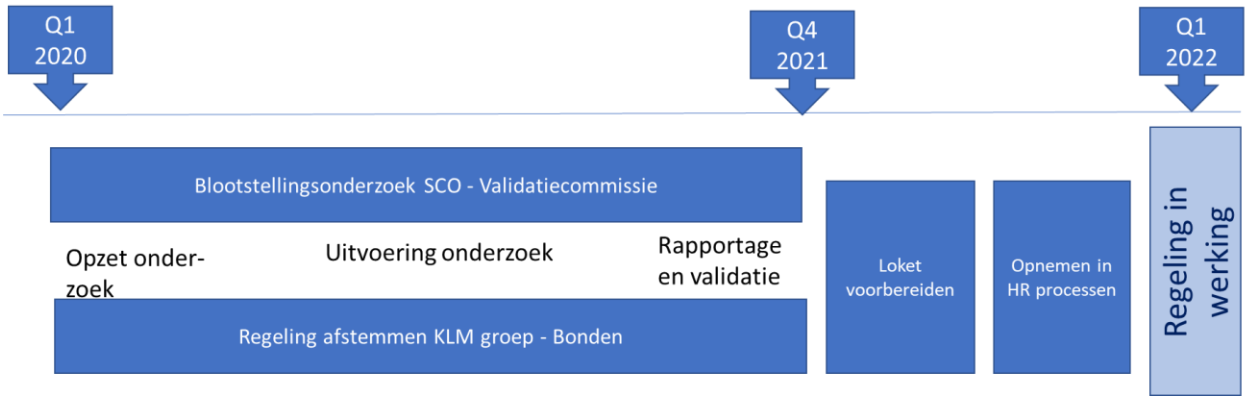
Bijlagen overzicht 58

Zie apart document "Bijlagen bij rapport: Historisch blootstellingsonderzoek chroom-6 KLM-groep". ....

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

Binnen de KLM-groep is de afgelopen decennia op een aantal plekken gewerkt met chroom-6 houdend materiaal. In de loop van jaren is bekend geworden dat blootstelling aan chroom-6 ernstige gezondheidseffecten kan veroorzaken. Daarom was er behoefte aan duidelijkheid over de mate van blootstelling aan chroom-6.
Dit onderzoek is uitgevoerd om objectieve informatie op functieniveau te verzamelen over de mate van blootstelling aan chroom-6 vanaf 1970. Het resultaat van dit onderzoek zijn op een dermate gedetailleerd niveau verzameld, dat de resultaten vertaald kunnen worden naar het arbeidsverleden van een individu. Doel is dat daarmee een uitspraak gedaan kan worden over de mate van blootstelling aan chroom-6 gedurende het arbeidsverleden binnen de KLM-groep geschikt voor toepassing in een regeling (zie afbeelding 2).



Afbeelding 1: Plaats historisch blootstellingsonderzoek chroom-6 in aanpak bij KLM groep

1.2 Probleemanalyse

In de loop der jaren is steeds duidelijker geworden dat blootstelling aan chroom-6 een risico met zich mee brengt voor de gezondheid. Zowel langdurige blootstelling als piekblootstelling aan chroom-6 geeft een verhoogde kans op gezondheidsschade. (RIVM 2018, 2021). Binnen de KLM-groep zijn door de jaren heen vele acties ingezet om de blootstelling zo goed mogelijk te beheersen, maar de effectiviteit ervan is niet altijd beoordeeld. Het inzicht in de mate van de blootstelling aan chroom-6 per functie door de jaren heen is onvolledig. Daardoor kan niet uitgesloten worden dat medewerkers binnen de KLM-groep gezondheidsschade opgelopen hebben door de blootstelling aan chroom-6.

Binnen diverse andere organisaties heeft men onderzoek gedaan naar de mate van blootstelling aan chroom-6 en een regeling opgezet (Defensie, tROM). Ook de KLM-groep wil haar verantwoordelijkheid nemen naar medewerkers die mogelijk gezondheidsschade opgelopen hebben door blootstelling aan chroom-6. Daarom is een vergelijkbaar traject in gang gezet als eerder bij bovengenoemde organisaties

uitgevoerd is. Onderdeel van dit traject is het historisch blootstellingsonderzoek naar chroom-6 voor de KLM-groep.

1.3 Doelstelling

Doelstelling 1: In kaart brengen van de blootstelling aan chroom-6 binnen de KLM-groep per functie door de jaren heen. Hiertoe wordt informatie verzameld over materialen, werkmethoden, beheersmaatregelen, blootstellingsmetingen en beschermingsmiddelen met als doel om per unit de ontwikkeling in de blootstelling te beschrijven. Voor de onderzoeksperiode wordt per functie de hoogte van de blootstelling ingeschat met een uitspraak over de karakteristiek van de blootstelling.
Doelstelling 2: De blootstellingsinformatie per functie vorm te geven door middel van een Job Exposure Matrix. In deze matrix staat per unit het bij een functiegroep en jaar ingeschatte blootstellingsniveau, dat als input kan dienen voor de regeling (zie afbeelding 2).

1.4 Centrale onderzoeksvraag

De centrale onderzoeksvraag luidt als volgt:

In welke mate is er bij functies binnen de bedrijfsonderdelen van de KLM-groep in de afgelopen vijf decennia sprake geweest van blootstelling aan chroom-6?

Het onderzoek richt zich op de blootstelling die plaatsgevonden heeft vanaf 1970. Het jaar 1970 is gekozen omdat er zowel uit rapportages als uit interviews geen informatie beschikbaar is voor de periode van voor 1970. Ook NS hanteert de periode vanaf 1970 voor het onderzoek, mede omdat voor 1970 nauwelijks publicaties beschikbaar waren over de schadelijkheid van chroom-6 (infopunt dossier chroom-6 NS, voortgangsoverleg 3).

Om de bovengenoemde onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden, zijn een aantal deelvragen opgesteld.

1. Bij welke functies en taken is er sprake van blootstelling aan chroom-6?
2. Welke ontwikkelingen zijn opgetreden in relatie tot de blootstelling aan chroom-6?
3. In welke mate is er bij deze functies blootstelling aan chroom-6 opgetreden in de onderzoeksperiode?
4. Voor welke functies is er sprake van piekblootstelling?

1.5 Scope

Binnen de scope van dit onderzoek valt de blootstelling aan chroom-6, opgetreden tijdens werkzaamheden bij medewerkers in dienst bij een bedrijfsonderdeel van de KLM-groep vanaf 1970. Het omvat de bedrijfsonderdelen waarbij tijdens het werkproces blootstelling aan chroom-6 mogelijk geweest is; namelijk KLM E&M, Transavia en het Regional Jet Center (RJC) en haar rechtsvoorganger Martinair.
Binnen KLM E&M bevinden zich drie units waar de afgelopen decennia werkzaamheden werden/worden verricht waarbij blootstelling aan chroom-6 kan voorkomen. Deze units zijn:

- Airframe, waar vliegtuigonderhoud wordt uitgevoerd, waaronder verspanende werkzaamheden aan chroom-6 houdende lagen. Tot 2016 heeft men zich ook beziggehouden met overspuiten van vliegtuigen.

- Engine Services, waar onderhoud aan vliegtuigmotoren en componenten wordt uitgevoerd. De onderhoudstaken omvatten o.a. schuren, verfspuiten, lassen, galvaniseren en oppervlakte reiniging.
- Component Services, waar onderhoud wordt uitgevoerd aan vliegtuigcomponenten. De onderhoudstaken omvatten o.a. verfspuiten en schuren.

Daarnaast zijn er binnen KLM-processen waar niet direct aan het vliegtuigonderhoud gekoppelde activiteiten plaats vinden met mogelijke chroom-6 blootstelling. Deze zijn te vinden binnen Engineering (het laboratorium), de facilitaire afdeling (voormalig KLM Facility Services met het KLM Milieucentrum) en de bedrijfsschool.

Binnen de KLM-groep vallen verder twee bedrijven, namelijk RJC en Transavia, die vliegtuigonderhoud uitvoeren met in grote lijnen vergelijkbare processen als binnen KLM E&M.
RJC voert vliegtuigonderhoudstaken uit op de KLM-Cityhopper vloot (Embraer E170, E190, E195). De taken waarbij blootstelling aan chroom-6 op kan treden, zijn onder meer verfspuit –en schuuractiviteiten bij vliegtuigonderhoud en motoronderhoud. In het verleden zijn diverse checks en onderhoud uitgevoerd aan diverse vliegtuigtypes en werden projectmatig klussen (b.v. ombouw pax-vracht) opgepakt met mogelijk blootstelling aan chroom-6.
Transavia voert vliegtuigonderhoudstaken uit op de eigen B737 vliegtuigen. Onderhoudsactiviteiten waarbij chroom-6 kan vrijkomen worden doorgaans uitbesteed. Bij kleine reparaties kan wel enige blootstelling optreden.
Mogelijke blootstelling aan chroom-6 tijdens onderhoud aan gebouwen of installaties of bij facilitaire taken valt buiten de scope van dit onderzoek, tenzij deze uitgevoerd zijn door mensen in dienst van KLM (bijvoorbeeld binnen KLM Facility Services).

1.6 Uitvoering

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectgroep bestaande uit interne en ingehuurde arbeidshygiënisten van de KLM Safety & Compliance Organisatie (SCO) met ondersteuning van enkele veiligheidskundigen. De coördinatie is belegd bij een gecertificeerd arbeidshygiënist.

De onderzoekers hadden onbeperkt toegang tot de archieven met Arbo-rapporten binnen de KLM-groep. Actieve ondersteuning is verleend door de lokale HR en Arbo functionarissen.

Voor de statistische analyse van de meetgegevens en interpretatie van de analyseresultaten is ondersteuning gevraagd van het IRAS (Universiteit Utrecht).

De opzet en tussentijdse resultaten zijn afgestemd met de validatiecommissie. Deze commissie bestaat uit onafhankelijke deskundige leden en een technisch voorzitter. De validatiecommissie is benoemd in samenspraak tussen KLM-groep en de bij de compensatieregeling betrokken vakbonden. De samenstelling van de validatie commissie is vermeld in bijlage 9.

1.7 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 beschrijft de inleiding waarbij begonnen wordt met deze leeswijzer. Daarna wordt de organisatie van de KLM-groep beschreven met de onderverdeling van de divisies waarbij bloostelling aan chroom-6 kan voorkomen. Verder wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de wijze van uitvoering van het onderzoek en de aanleiding. Daarna komt de probleemanalyse en de doelstelling aan bod. De laatste subhoofdstukken hebben betrekking op de centrale onderzoeksvraag, deelvragen en de scope.

In hoofdstuk 2 staat de methode van onderzoek centraal. Daarin wordt beschreven op welke wijze de inventarisatie uitgevoerd is van functies en taken die in relatie worden gebracht met mogelijke blootstelling aan chroom-6. En de wijze waarop de beschikbare meetgegevens gebruikt zijn om een inschatting van de blootstelling te maken.

In hoofdstuk 3 worden de resultaten van het onderzoek beschreven, waarbij eerst een algemene tijdlijn van het gebruik van chroom-6 binnen de KLM-groep wordt beschreven. Daarna worden de ontwikkelingen binnen KLM E&M beschreven. Ook de werkzaamheden binnen Martinair/RJC en Transavia worden toegelicht. Vervolgens wordt het verloop van de blootstelling aan chroom-6 per functie door de jaren heen beschreven.

In hoofdstuk 4 wordt, naar aanleiding van de resultaten, de analyse toegepast voor beoordeling van blootstelling. Hierbij wordt eerst de inschatting van de blootstelling door de jaren heen beschreven voor functies, waar voldoende meetgegevens voor zijn. Daarna volgt een inschatting voor functies, waarvoor niet voldoende meetgegevens zijn en tenslotte een extrapolatie naar de periode 1970 -1990.

In hoofdstuk 5 worden de overwegingen en discussie beschreven ten aanzien van het onderzoek.

In hoofdstuk 6 worden de conclusies beschreven.

In hoofdstuk 7 is een overzicht van de gebruikte literatuur weergegeven.

2. Methode

Om de deelvragen van het onderzoek te beantwoorden zijn een aantal onderzoekslijnen uitgevoerd. De eerste was nagaan bij welke activiteiten en functies door de jaren heen blootstelling aan chroom-6 te verwachten was. Deze onderzoekslijn is beschreven in paragraaf 2.1.

Vervolgens is de ontwikkelingen die van invloed zijn op de blootstelling aan chroom-6 door de jaren heen in kaart gebracht voor het vliegtuigonderhoud in het algemeen en voor de diverse units. Deze onderzoekslijn is beschreven in paragraaf 2.2.

Binnen de KLM-groep zijn door de jaren hen diverse meetprogramma's uitgevoerd om de blootstelling aan chroom-6 in kaart te brengen. In paragraaf 2.3 is beschreven op welke wijze de meetrapporten op rij zijn gezet en verwerkt in een database.

In paragraaf 2.4 is beschreven op welke wijze de database met meetwaarden statistisch gebruikt is om een ontwikkeling in de blootstelling in te schatten in een model. Daarnaast is beschreven hoe de extrapolatie gedaan is vanuit het model naar functies die niet in het model staan en voor de periode waar geen metingen voor zijn.

2.1. Inventarisatie functies en taken met mogelijke blootstelling aan chroom-6

Om een beeld te krijgen van werkzaamheden die kunnen leiden tot blootstelling aan chroom-6, zijn alle relevante documenten verzameld en opgenomen in een register. (Bijlage 2)

Bronnen voor het documentenonderzoek zijn onder meer de RI&E's (Risico Inventarisatie & Evaluaties), blootstellingsoverzichten, meetrapporten en audits. Naast deze interne bronnen is ook gekeken naar beschikbare documenten van de Gezondheidsraad of relevante externe onderzoeken naar chroom-6.

Over de periode 1990 tot de tweede helft van 2021 zijn interne documenten gevonden die betrekking hebben op de werkwijze en blootstelling. Eerdere documenten zijn niet gevonden.

Op basis van beschikbare documentatie en gesprekken met staffunctionarissen is een overzicht gemaakt van functies waarbij door de jaren heen directe blootstelling aan chroom-6 mogelijk is geweest.

Een eerste inventarisatie is gedaan op basis van de geregistreerde blootstelling aan chroom-6 in de binnen KLM gehanteerde systemen voor carcinogene en mutagene stoffen (CM-stoffen) registratie (Chemrade). Hetzelfde is gebeurd op basis van de blootstellingsonderzoeken en RI&E-rapporten voor de processen, waarbij chroom-6 houdende producten vrij kunnen komen.

Op basis van de informatie over uitgevoerde taken is een eerste inventarisatie gemaakt van functies met een mogelijke blootstelling aan chroom-6. In een consensusoverleg met drie arbeidshygiënisten is de lijst met blootgestelde functies vastgesteld. Hierbij is zowel de directe als indirecte blootstelling beoordeeld. Directe blootstelling betekent dat we verwachten dat er sprake is van blootstelling aan chroom-6 door uitvoering van de taken behorende bij de functie.

Voor alle functies binnen de KLM-groep is ook nagegaan of er sprake is van indirecte blootstelling als omstander bij werkzaamheden met chroom-6. Indirecte blootstelling treedt op wanneer iemand voor zijn taken aanwezig moet zijn in de nabijheid van processen waarbij chroom-6 in de lucht vrijkomt en er sprake kan zijn van blootstelling.

Voor de blootgestelde functies is verdiepend onderzoek uitgevoerd, conform de hieronder beschreven methode.

2.2. Verdiepend onderzoek naar mate van blootstelling aan chroom-6

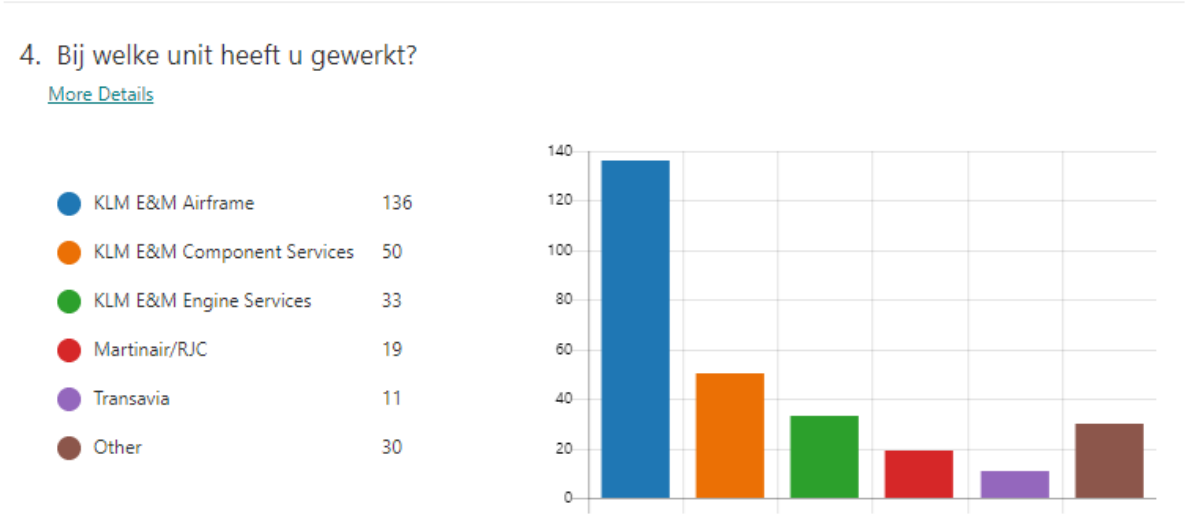
Voor de blootgestelde functies is aanvullende informatie nodig over de werkzaamheden en werkomstandigheden door de jaren heen. Voor de periode tot 1990 zijn geen rapporten beschikbaar. Ook is vaak beschreven hoe de werkinstructie was voor het uitvoeren van werk, maar niet hoe dit in de praktijk ging. Daarom is middels een vragenlijst en interviews in detail uitvraag gedaan naar de werkomstandigheden in de praktijk over de periode dat de mensen in dienst waren bij KLM (globaal vanaf 1970).

Vragenlijst

Via de chroom-website (Informatiepunt - Chroom-6) van de KLM-groep konden mensen zich melden. Men kon daarbij aangeven of men mee wilde werken aan het chroom-6 onderzoek. De gegevens waar men zich mee aanmeldde waren niet toereikend om mensen te kunnen vragen deel te nemen aan de interviews. Daarom hebben deze mensen een vragenlijst toegestuurd gekregen (zie bijlage 4a).

Van de 256 mensen die zich aangemeld hadden bij de website, hebben 196 mensen de vragenlijst ingevuld teruggestuurd.

De vragenlijst is ingevuld door (oud)medewerkers van alle betrokken units, waarbij uit afbeelding 3 te zien is dat de respons van de unit Airframe het hoogst was. Met name de schilders en plaatwerkers binnen Airframe geven aan in het velreden een hoge blootstelling aan chroom-6 ervaren te hebben.



Afbeelding 2 Overzicht response van (oud)medewerkers op verzoek vragenlijst in te vullen

Interviews

Op basis van de aanmeldingen via de vragenlijsten en in samenspraak met de lokale arbofunctionarissen is voor de functies met directe blootstelling aan chroom-6 een aantal medewerkers geselecteerd voor deelname aan een interview. Criteria voor selectie waren werkzaam zijn geweest in een blootgestelde functie, aantal dienstjaren en aanmelding via het meldpunt.

Doelstelling was om drie personen per functiegroep te interviewen. Bij functies met meer dan drie medewerkers kon er aanleiding zijn om meer medewerkers te vragen voor een interview. Bij functiegroepen met weinig medewerkers is volstaan met minder interviews.

Per unit zijn de volgende aantallen interviews met uitvoerende (oud)medewerkers gehouden:

Unit	**Functie**	**Aantal medewerkers geïnterviewd met of over deze functie**
Airframe	Plaatwerker & constructiespecialist Poolschilder HST medewerker Vliegtuigspuiter cabine delen H14 2e etage HMV/Decoschilder Sealer Vliegtuigmonteur & GWK (hangaar)	14 4 2 2 6 2 4

Unit	Functie	Aantal medewerkers geïnterviewd met of over deze functie
	Leidinggevende schilders	3
Component Services	(Werkplaats)plaatwerker & constructiespecialist	6
	Werkplaatsschilder	12
	IERA/MRO medewerker/koeltechnisch specialist en spuiterij/wasserij medewerker	3
	Equipment monteur	1
	Mechanics medewerker	2
	Heatexchanger monteur	1
	Machinale medewerker	6
	Wielen medewerker	6
	Remmen medewerker	3
	Composiet medewerker	4
	AVV/CCI wasserij medewerker	2
	Onderstellen medewerker	2
	Stoffeerder	2
	Stoelen medewerker	1
	Nooduitrusting medewerker	1
Engine Services	Medewerker wasserij	4
	Lasser/bankwerker	4
	MRO monteur	3
	Schilder ES	2
	Galvaniseur	2
	Inspecteur MRO	1
	Plasma spuiter	2
RJC	Schilder	1
	Plaatwerker	2
	Motoren shop	2
	GWK/monteur	3
	Interior	1
	Tooling	1
Transavia	GWK/monteur	3
	Wheels/interior	1
Overig	KLM Laboranten	1
	Medewerker KMC	3
	Medewerker KLM Facility Services	2
	KLM bedrijfsschool	2

Tabel 1 Overzicht aantal medewerkers betrokken in interview per unit.

Per unit zijn daarnaast interviews gehouden met diverse staffunctionarissen en leidinggevenden.

Alle interviews zijn gehouden met twee onderzoekers aan de hand van een gestructureerde aandachtspuntenlijst met vragen over de werkzaamheden, de beheersmaatregelen, de persoonlijke beschermingsmiddelen, de hygiëne en voorlichting (zie bijlage 4b). In de meeste gevallen betrof het een interview met één medewerker. In enkele gevallen is op verzoek van de respondenten gekozen voor een groepsinterview.

Voor functies, waarbij geen blootstelling aan chroom-6 te verwachten was, zijn geen interviews gehouden met de medewerkers zelf, maar is de informatie op een andere manier verzameld (literatuur, mails etc).

Waar mogelijk eindigde het interview met een kort bezoek aan de betreffende werkomgeving.

Op basis van de interviews is een gerichte beschrijving van de functie (functieblad) opgesteld met de ontwikkelingen in de werkzaamheden en werkomstandigheden door de jaren heen zie bijlage 5.

In het functieblad is opgenomen:

- Functienamen
- Werklocaties (door de jaren heen)
- Taken
- Werkomstandigheden (indien beschikbaar met foto)
- Beschrijving van de blootstelling
- Persoonlijke beschermingsmiddelen
- Algemene en persoonlijke hygiëne

De gegevens verzameld in de functiebladen zijn gebruikt om functies te kunnen vergelijken in tijdsduur dat bepaalde taken uitgevoerd zijn waarbij blootstelling aan chrom-6 optreedt en de ontwikkelingen in de omstandigheden waaronder het werk uitgevoerd is. De functiebladen zijn opgedeeld in periodes die gekenmerkt worden door markeerpunten als een verhuizing, verandering takenpakket of introductie van nieuwe werktechnieken. In eerste instantie verwachten we hiermee stabiele periodes te kunnen vormen, waarin de omstandigheden en dus ook de blootstelling ongeveer gelijk zou blijven. Er bleken echter zoveel ontwikkelingen op allerlei niveaus plaats te vinden dat van stabiele periodes niet echt sprake was.

2.3. Blootstellingsmetingen

Door de jaren heen zijn binnen KLM diverse onderzoeken gedaan om de blootstelling aan chroom-6 in kaart te brengen.

Uit meerdere archieven zijn de rapporten verzameld en de gegevens verwerkt in een database met overzicht van alle uitgevoerde metingen naar chroom en chroom-6.

In de database zijn de metingen toegewezen aan afdelingen, functies en locaties. Ook is gekeken of het stationaire of persoonlijke metingen betrof en of deze gericht waren op een functie (dagbelasting) of taak (kortdurend). Tenslotte is gekeken naar de detectielimiet en of de meetwaarde onder of boven de detectielimiet lag. De metingen betreffen de blootstelling buiten de adembescherming.

De persoonlijke metingen in de periode voor het jaar 2000 zijn uitgevoerd met een zogenaamde PAS-pomp ingesteld op een flow van 2,1 liter/min met PAS-6 monsternamekop. Hiermee is de inhaleerbare fractie gemeten. Analyse van chroom-6 heeft plaatsgevonden door het filter met stof op te lossen in 5 ml Na_2CO_3/NaOH oplossing + 1 uur ultrasoon; bepaling chroom-6 vond plaats met behulp van de AAS grafietoven volgens NVN 2953.

In de periode vanaf 2005 zijn metingen uitgevoerd en geanalyseerd door RPS met de volgende methode voor chroom-6: Met PAS-7 monstername koppen en een debiet van 2,85 l/min na de metaalanalyses extractie en complexering waarna bepaling plaatsvond van het chroom-6 gehalte door colorimetrie volgens NIOSH 7600. Met PAS-7 meetkoppen wordt ook inhaleerbaar stof bemeten.

De detectielimiet van de toegepast meetmethoden voor het bepalen van de blootstelling aan chroom-6 is door de jaren heen ongeveer gelijk gebleven en lag voor metingen met een duur tussen 6 en 8 uur op 0,1 microgram/m^3.

In de periode tussen 1991 en 1998 is een aantal metingen uitgevoerd waarin niet chroom-6, maar chroom totaal geanalyseerd is. De gemeten luchtconcentraties chroom-totaal zijn omgezet in concentraties chroom-6 op basis van een factor 3,1:1 tussen chroom-totaal en chroom-6 zoals die is afgeleid binnen het internationale SYNERGY-project (Peters et al., 2016).

In eerste instantie zijn de persoonlijke metingen leidend. Persoonlijke metingen geven een goed beeld van de totale blootstelling over een hele werkdag of taak. In de periode tot 2014 zijn veel metingen uitgevoerd op dagen dat er relatief veel met chroom-6 gewerkt is. In de jaren na 2014 is er vooral gemeten bij de functie op willekeurige dagen en is er daardoor ook gemeten op dagen dat er niet specifiek met chroom-6 gewerkt werd.

In onderstaand overzicht is het aantal beschikbare metingen weergegeven.

Meting	**Airframe**	**Component Services**	**Engine Services**	**Totaal**
Persoonlijk	62	147	298	507
Stationair	124	166	244	534
Totaal	186	313	534	1041

Tabel 2 Overzicht beschikbare meetgegevens chroom-6 stationair en persoonlijk

2.4. Schatting blootstelling

Als basis voor het schatten van de gemiddelde blootstelling aan chroom-6 per functies is een doorrekening van de meetgegevens met een statistisch programma uitgevoerd om een beeld te krijgen van de ontwikkeling in de blootstelling door de jaren heen.

Inschatting blootstelling op basis van meetwaarden

Het IRAS is gevraagd om een nadere analyse uit te voeren op de meetdata. Omdat persoonlijke metingen de beste indicatie geven van de daadwerkelijke blootstelling zijn die metingen gebruikt voor de analyse. Op basis van de binnen KLM beschikbare persoonlijke meetresultaten (n=507) verzameld in de periode 1991 tot en met 2019 zijn tijdtrend analyses uitgevoerd middels zogenaamde “linear mixed models” waarbij de relaties tussen de log getransformeerde meetwaarden en mogelijke determinanten van de blootstelling (zoals tijd, duur van de meting, unit en functie) geanalyseerd zijn.

In deze modellen is de tijdtrend van de Croom-6 concentraties per unit (afdeling) geschat, waarbij gecorrigeerd is voor de duur van de meting en de functies waarbij de metingen zijn uitgevoerd. Deze modellen maakten het ook mogelijk om verschillen in blootstellingsconcentraties chroom-6 tussen de functies te schatten. Het aantal metingen en de verdeling van de metingen maakten het niet mogelijk om de tijdtrends voor de concentratie chroom-6 per functie te schatten en daarom zijn unit-specifieke tijdtrends toegepast afhankelijk van waar de desbetreffende functie werd uitgevoerd.

Hierbij is de methode Linear Mixed Models toegepast met Log(chroom-6) als afhankelijke variabele en met als determinanten:

- Persoonlijk
- Duur van de metingen (verschil tussen dagmeting en taakmeting)
- Tijdtrend (sinds start van de metingen 1991) per afdeling
- Unit
- Functie

De bovengenoemde factoren zijn in het model wederzijds gecorrigeerd. De duur van de meting bleek in belangrijke mate van invloed op de hoogte van de blootstelling. Kortdurende (taak)metingen kunnen tot 6 maal hoger zijn dan metingen over 6 - 8 uur. Hier is voor gecorrigeerd in het statistisch model voor de blootstellingschatting. Zo is een trendontwikkeling in de blootstelling door de jaren heen per unit verkregen en is voor een aantal functies een niveau van blootstelling met de betreffende trend ingeschat.

Omrekenen naar rekenkundig gemiddelde

De statistische analyse van meetgegevens is uitgevoerd op basis van de log-normale verdeling en resulteert daardoor in een Geometrisch Gemiddelde (Geometric Mean of GM). Het GM geeft het midden van de verdeling van de meetwaarden weer (50% van de metingen ligt erboven, 50% eronder). De spreiding in de gegevens wordt beschreven met de Geometrische Standaard Deviatie (Geometric Standard Deviation of GSD). Kenmerk van het geometrisch gemiddelde is dat deze minder gevoelig is voor uitschieters in de gemeten waarden. Gevolg van het werken met het geometrisch gemiddelde is dat een onderschatting optreedt van de opgelopen blootstellingsdosis, gerepresenteerd door de totale hoeveelheid chroom-6 op een dag of over een langere periode.

Met het GM kan op basis van de GSD het rekenkundig gemiddelde worden berekend, waarmee eventueel een cumulatieve blootstelling kan worden bepaald.

Het model laat een trend zien voor de lognormale blootstellingswaarde in de periode vanaf 1991 tot 2019. Na statistische verwerking van de gegevens geeft het model het geometrisch gemiddelde van de chroom-6 concentratie over de tijd weer. Vanwege de manier van analyseren is het niet mogelijk dat direct een rekenkundig gemiddelde wordt weergegeven. Om van een geometrisch gemiddelde naar een rekenkundig gemiddelde te komen, is een omrekenfactor nodig. Deze factor hangt af van de geometrische standaarddeviatie. Helaas kon deze standaarddeviatie niet berekend worden voor de meetgegevens, omdat het gemiddelde en de variantie niet constant zijn over de tijd en de dataset te klein is voor een goede inschatting van de variatie in variantie over de tijd. Om deze redenen is uitgegaan van geschatte geometrische standaarddeviaties en vaste omrekenfactoren die zijn afgeleid op basis van sector en type blootstelling en/of productiekenmerken en beheersmaatregelen.

De meetwaarden in de meetset laten enorme verschillen zien. Veel meetwaarden liggen beneden de detectielimiet, maar er zijn ook waarden boven de 1000 microgram/m^3. De blootstelling is te karakteriseren als intermitterend. Per dag worden immers een aantal activiteiten met hoge blootstelling uitgevoerd met tussen liggende perioden zonder of met lage blootstelling. De GSD die toegekend wordt aan intermitterende blootstelling is 3,62. De omrekening van GM naar AM betreft dan een factor exp(0.5 x ln(3,62)^2)=2,3.

TABLE 6. MEDIAN OF TOTAL, WITHIN- AND BETWEEN-WORKER GEOMETRIC STANDARD DEVIATION BY PRODUCTION FACTORS (NUMBER OF GROUPS IN PARENTHESES)

	Total (87)	Continuous process (43)	Intermittent process (44)	Mobile worker (54)	Stationary worker (33)	General source (25)	Local source (62)	Mobile source (52)	Stationary source (35)
k	8	7	10	10	7	6	9	13	8
N	29	24	48	41.5	22	24	29	50	24
S_g	2.28	1.70	3.62***	3.07	1.73***	1.76	2.79**	2.50	2.05^{ns}
$_wS_g$	2.07	1.60	3.19***	2.72	1.60***	1.68	2.54**	2.37	1.84^{ns}
$_BS_g$	1.30	1.23	1.46***	1.41	1.24*	1.23	1.35*	1.34	1.26^{ns}

k, number of workers.
N, number of measurements.
$_TS_g$, estimated geometric standard deviation of the total distribution.
$_wS_g$, estimated geometric standard deviation of the within-worker distribution.
$_BS_g$, estimated geometric standard deviation of the between-worker distribution.
*$P<0.05$.
**$P<0.01$.
***$P<0.001$.
^{ns}not significant.

Afbeelding 4: GSD per type van bepaalde typische werkzaamheden ingeschat op basis van een grote internationaal gegevensbestand met blootstellingsmetingen (Kromhout 1993).

Hiermee is een gewogen oordeel over de ontwikkeling van de hoogte van de gemiddelde blootstelling voor de periode tussen 1991 en 2019 verkregen voor de functies, waarvoor voldoende meetwaarden beschikbaar waren. Deze (rekenkundige) gemiddelde blootstellingswaarden zijn geschikt om te gebruiken om een cumulatieve blootstellig te bepalen, bijvoorbeeld bij het inschatten van het additioneel risico op longkanker door langdurige blootstelling aan chroom-6.

Inschatting blootstelling voor functies zonder voldoende beschikbare meetwaarden

Voor functies, waarvoor te weinig metingen beschikbaar zijn om een betrouwbare inschatting te maken van de blootstelling, is gebruik gemaakt van de geschatte blootstelling conform het model en is op basis van de functiebladen bepaald welke taken met welke frequentie en duur binnen de functie verricht werden in een functie waarvoor wel voldoende meetwaarden beschikbaar waren.

Kenmerkende taken om een functie te vergelijken zijn bijvoorbeeld schuren, spuiten, lassen, slijpen en gritten.

Daarnaast is gekeken onder welke omstandigheden men de taken uitgevoerd heeft. Op basis van de factoren die Stoffenmanager hanteert voor bepaalde beheersmaatregelen is een expert judgement gegeven voor de situatie binnen KLM. (Verbist, 2011) Gronden om de factoren van stoffenmanager aan te passen om deze beter aan te laten sluiten bij de situatie binnen de KLM-groep zijn specifieke technische eigenschappen, niet volledig functioneren of niet consequent gebruik van beheersmaatregelen.

De situatie is beoordeeld door een vergelijking te maken per periode.

De elementen die we daarbij langsgelopen zijn:

- Vergelijkbare set van taken in functies met niveau schatting in statistisch model
- Tijdsduur set van taken met chroom-6
- Lokale beheersmaatregelen
- Afscherming
- Omgevingsfactoren (ventilatie en volume, afscherming)

In bijlage 6 is een uitgebreidere beschrijving van de toegepaste factoren weergegeven en zijn enkele voorbeelden van toepassing opgenomen. De informatie over de functies is verkregen uit de interviews en rapporten en staat beschreven in de functiebladen.

Deze methode is niet alleen toegepast voor de functies binnen units, maar ook voor functies met vergelijkbare taken en omstandigheden binnen andere units. Zo is de blootstelling van de GWK/monteur van RJC en Transavia vergeleken met de GWK/monteur van KLM Airframe, met waar nodig omrekenfactoren op basis van verschillen in activiteiten of omstandigheden.

Extrapolatie van de blootstelling voor de periode tussen 1970 en 1991 en na 2019

De statistische analyses beschrijven de trends vanaf 1991. Om toch iets te kunnen zeggen van de blootstelling voor deze tijd, is door het onderzoeksteam een tijdtrend geschat voor de blootstelling tussen 1970 en 1991. Op basis van de beschrijving van de ontwikkelingen in het werk en de omstandigheden, waarbij het takenpakket en de gebruikte middelen ongeveer gelijk bleven en alleen in de loop van tijd telkens kleine stappen gezet zijn in het verminderen van de blootstelling aan chroom-6, wordt ingeschat dat de ontwikkeling van de blootstelling voor 1991 bij alle onderdelen met een lineair neergaande trend verloopt. Voor alle functies die destijds al bestonden is op basis van het verschil in werkzaamheden en beheersmaatregelen tussen 1970 en 1990 de blootstelling in 1970 ingeschat. Om in te kunnen schatten in hoeverre veranderde omstandigheden invloed hadden op de blootstelling, zijn de factoren voor beheersmaatregelen, grootte van ruimten en ventilatie uit het rekenmodel van

Stoffenmanager als leidraad aangehouden en op basis van expert judgement op maat gemaakt op de situatie binnen KLM. Daarna is aangenomen dat het verloop in blootstelling lineair was, zoals hierboven reeds genoemd. Een uitgebreidere beschrijving van de toegepaste methode staat in bijlage 6.

Uit de rapporten en interviews is per functie de ontwikkeling in producten, taken en omstandigheden door de jaren heen in kaart gebracht voor de periode tussen 1970 en 2021. Een samenvatting van de gevonden informatie is beschreven in de functiebladen zie zijn opgenomen in bijlage 5.

Op basis van de bovengenoemde omstandigheden en de daaraan gekoppelde factoren over de duur van de werkzaamheden met blootstelling aan chroom-6, de kenmerken van de ruimtes waar de werkzaamheden plaats vonden, de ruimtelijke en lokale beheersmaatregelen is een inschatting gemaakt van de situatie in 1991 en 1970 en de ontwikkelingen in de tussenliggende periode. Basis van de extrapolatie is de blootstellig die ingeschat is voor het jaar 1991. Hiermee is een factor vastgesteld in de absolute hoogte van verwachte blootstelling tussen 1970 en 1991 en de toename of afname in de tussenliggende periode.

De gegevens over de werkzaamheden en omstandigheden zijn gebruikt om een schatting te maken van de dag-blootstelling door de jaren heen vanaf 1970 -1990.

Voor de periode na 2019 is het statistisch model van de trendontwikkeling per unit nog twee jaar verder doorgerekend.

Kortdurende (piek)blootstelling

De taakgerichte metingen zijn gebruikt om de hoogte van de kortdurende blootstelling per taak te beoordelen. Deze meetgegevens per taak zijn gekoppeld aan de gegevens over de frequentie en duur van de taken die uit de (meet)rapporten of uit de interviews af te leiden waren. Zo kan per taak aangegeven worden wat door de jaren heen de kortdurende blootstelling was bij het uitvoeren van bepaalde taken. Mede vanwege de beperking in de meetmethode is de kortste meetduur 15 minuten.

Huidblootstelling en ingestie

Chroom-6 verbindingen zullen langzaam en in beperkte mate door de huid het lichaam binnen komen. Bij een beschadigde huid kan de opname toenemen. (SCHER, 2015, Larese, 2008)

Omdat huidblootstelling ten opzichte van de inhalatoire opname beperkt is, wordt de huidblootstelling enkel kwalitatief beschreven met gegevens uit de rapporten en interviews op basis van de mate waarin huidcontact met chroom-6 te verwachten is in combinatie met de gebruikte PBM's en persoonlijke hygiëne. Deze beschrijving is opgenomen in de functiebladen in bijlage 5.

Op een vergelijkbare wijze is een kwalitatieve beschrijving gegeven van de blootstelling via ingestie in de functiebladen. Deze is af te leiden uit de mate van blootstelling, de vorm van de blootstelling en de toegepaste hygiëne maatregelen.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke producten en processen die van toepassing zijn binnen de KLM-groep in de onderzoeksperiode kunnen of konden leiden tot blootstelling aan chroom-6. Het hoofdstuk begint met een beschrijving van de aanwezige producten en de ontwikkeling daarin. Daarna volgt een beschrijving van de uitgevoerde taken en omstandigheden en de ontwikkeling die daarin plaatsgevonden heeft.

3.1 Producten in gebruik binnen de KLM-groep die chroom-6 bevatten

KLM E&M

Bij **Airframe** is thans sprake van zes chroom-6 houdende primers en twee soorten chroom-6 houdende anodiseermiddelen. Deze producten worden met een kwast of stift aangebracht. In het verleden werden ook topcoats die chroom-6 bevatten toegepast.

Binnen **Component Services** worden momenteel zes primers met chroom-6 toegepast. Op de meeste afdelingen worden de primers met een kwast of stift aangebracht. Vier van de genoemde primers worden ook verspoten. In het verleden werden ook topcoats die chroom-6 bevatten toegepast.

Hiernaast worden drie soorten chroom-6 houdende anodiseermiddelen gebruikt. Deze middelen worden aangebracht met een kwast op diverse werkplekken.

Bij **Engine Services** worden drie chroom-6 houdende primers en twee chroom-6 houdende coatings gebruikt. Op diverse afdelingen binnen Engine Services worden twee soorten anodiseermiddelen met chroom-6 verbindingen toegepast. Hiernaast zijn chroom-6 verbindingen terug te vinden in de zeven baden van de Galvano afdeling.

Binnen **Martinair/RJC** worden nu nog zeven chroom-6 houdende producten gebruikt. Het betreft zes primers en een kit.

Binnen **Transavia** worden nog zeven verschillende chroom-6 houdende primers gebruikt. Deze worden met de kwast of roller aangebracht. Ook is er nog een chroom-6 houdende sealant in gebruik. Tot 1998 werden chroom-6 houdende verven gebruikt voor het onderhoud aan wielen en het onderstel.

Een volledig overzicht van de gebruikte producten die choom-6 bevatten zijn is opgenomen in bijlage 3.

3.2 Taken en functies waar blootstelling aan chroom-6 te verwachten is

3.2.1 Taken met blootstelling chroom-6

Taken waarbij chroom-6 vrij kan komen hebben met name betrekking op het werken aan de delen van het vliegtuig die behandeld worden of zijn met chroom-6 houdende verfsystemen. Met name bij spuiten van chr5oom-6 houdende verf treden verhoogde concentraties op.

Het aanbrengen van verf is met name uitgevoerd door schilders. Verf aanbrengen is in mindere mate en met name met kleine spuitbusjes, kwast en roller uitgevoerd door plaatwerkers.

Chroom-6 kan ook vrijkomen bij het bewerken van chroom-6 houdende sealant en Alodine. Dit bewerken kan met allerlei gereedschappen plaats vinden. De energetische intensiteit van de bewerking

en de toegepaste beheersmaatregelen bepalen de mate van blootstelling bij deze taken. Het bewerken van chroom-6 houdende verflagen is met name toegepast door plaatwerkers en schilders. GWK's/vliegtuigmonteurs kunnen ermee te maken hebben bij het uitboren van schroefjes en het wegfrezen van sealant. In een aantal sealants (kit) is chroom-6 verwerkt. Bij het verwijderen of aanbrengen ervan kan vooral de huid in contact komen met chroom-6.

Tenslotte zijn er specifieke werkzaamheden waarbij ook verfsystemen verwijderd of toegepast zijn, zoals aan de remmen en wielen en specifieke interieuronderdelen. Bij het bewerken van het blank metaal van het casco en de wielen kan chroom-6 vrijkomen vanuit de anodiseerlaag, ook als er geen chroom-6-houdende primer toegepast is. Voor het behandelen van blank metaal wordt Alodine toegepast, dat nog vaak chroom-6 bevat.

Het hoog-energetisch bewerken (lassen, slijpen) van chroom houdende metalen onderdelen in en bij de motoren kan leiden tot blootstelling aan chroom-6. Met name de lasser en plasmaspuiter kunnen aan verhoogde concentraties chroom-6 blootgesteld worden. Bij het bewerken van de metalen onderdelen die met een chroom-6 houdende laag beschermd zijn kan door deze te gritten, slijpen of behandelen met een draaibank chroom-6 vrijkomen.

3.2.2 Functies

In het onderstaande overzicht worden per unit op basis van de beschikbare rapporten en bovengenoemde interviews taken met mogelijke blootstelling aan chroom-6 beschreven voor de relevante functies.

Unit	**Functie**	**Taken waarbij blootstelling aan chroom-6 optreedt**
E&M Airframe	Plaatwerker & constructiespecialist (hangaar)	Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) Schuren en slijpen corrosie en chroom-6 houdende verflagen. Verspanen plaatmateriaal met chroom-6 houdende verflagen. Verwijderen en aanbrengen chroom-6 houdende sealant. Aanmaken en aanbrengen Alodine (chroom-6 houdende vloeistof) met doek, bokkenpoot, kwast of stift. Mastinox handmatig aanbrengen Tot 1992 Schilders helpen bij personeelstekort
	Poolschilder (na 1992)	Schuren chroom-6 houdende verflagen en sealant Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) incl. equipment reinigen Matteren chroom-6 houdende verflagen.
	HST Medewerker	Verspanen materiaal met chroom-6 houdende lagen (landing gear).
	Werkplaats schilder cabine delen H14 2e etage (na 1992)	Schuren chroom-6 houdende verf en sealant. Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) incl. equipment reinigen.

Unit	Functie	Taken waarbij blootstelling aan chroom-6 optreedt
		Matteren chroom-6 houdende verf. Filters en stofzuigerzakken met spuit- en/of schuurstof vervangen.
	HMV/Decoschilder	Verfstrippen Schuren chroom-6 houdende verflagen en sealant Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) incl. equipment reinigen Matteren chroom-6 houdende verflagen Aanbrengen Alodine Filters en stofzuigerzakken met spuit- en/of schuurstof vervangen
	Sealer tot 1992	Verwijderen en aanbrengen van chroom-6 houdende sealant. In 1992 functie opgeheven
	Vliegtuigmonteur & GWK (hangaar)	Wegfrezen en aanbrengen chroom-6 houdende sealants. Uitboren schroeven. Indirecte blootgesteld door werkzaamheden schilders en plaatwerkers. 1997 – 2017 incidenteel deco-schilders uithelpen met schuren bij tekorten.
	Leidinggevende HMV/decoschilders	Tot 1992 meewerkend met de HMV-schilders Na 1992 indirect blootgesteld tijdens werkzaamheden door deco-schilders
E&M CS		
	Werkplaats plaatwerker & constructiespecialist	Spuiten chroom-6 houdende verf Schuren en slijpen corrosie en chroom-6 houdende verflagen Verspanen plaatmateriaal met chroom-6 houdende verflagen Aanmaken en aanbrengen Alodine (chroom-6 houdende vloeistof) met, kwast of stift. Lassen en slijpen RVS, een aantal plaatwerkers was bevoegd.
	Werkplaats schilder excl. Cabine delen	Schuren chroom-6 houdende verflagen en sealant Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) incl. equipment reinigen Matteren chroom-6 houdende verflagen Filters en stofzuigerzakken met spuit- en/of schuurstof vervangen
	Monteur IERA/MRO	Met kwast aanbrengen chroom-6 Gritten chroom-6 houdende verflagen Aanbrengen Alodine kleine hoeveelheden

Unit	Functie	Taken waarbij blootstelling aan chroom-6 optreedt
		Verspanen restjes chroom-6 houdende verflagen of anodiseerlaag
	MRO spuiterij/wasserij medewerker	Schuren chroom-6 houdende verflagen en sealant Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) incl. equipment reinigen Gritten chroom-6 houdende verflagen
	MRO koeltechnisch specialist	RVS lassen en slijpen (één medewerker)
	Equipment monteur	Onderhoud stofzuigers gebruikt bij mechanische bewerking chroom-6 houdende lagen RVS lassen en slijpen
	Medewerker mechanics	Schuren chroom-6 houdende verf
	Plaatwerker uitlaat/heat exchangers	RVS lassen en slijpen (tot 1992 deden plaatwerkers dit)
	Medewerker machinale	Schuren en slijpen corrosie en chroom-6 houdende verflagen Verspanen plaatmateriaal met chroom-6 houdende verflagen Verwijderen en aanbrengen chroom-6 houdende sealant Alodine aanbrengen met kwast Schilders geholpen bij grote projecten zoals Wing Pylon Modificatie
	Medewerkers wheels & brakes (wielen & remmen)	Fijnmechanisch bewerken (blenden) corrosie en chroom-6 houdende verflagen Fijn mechanisch bewerken van chroom-6 houdende Bonderite
	Composiet medewerker	Schuren chroom-6 houdende verflagen tot 2003 (TNO cabine)
	Medewerker AVV/CCI wasserij	Gritten chroom-6 houdende verflagen Sporadisch aanbrengen Alodine met kwast of stift Vervangen van stofzakken met schuurstof
	Onderstellen medewerker	Schuren en slijpen chroom-6 houdende verflagen
	Stoffeerder	Schuren chroom-6 houdende verflagen en sealant Spuiten chroom-6 houdende verf incl. equipment reinigen Werkplaatsschilders helpen met schuren en spuiten
	Galley-Interior medewerker	RVS lassen en slijpen Schuren chroom-6 houdende verflagen Verspanen plaatmateriaal met chroom-6 houdende verflagen Verwijderen en aanbrengen chroom-6 houdende sealant Met kwast aanbrengen chroom-6 primer

Unit	Functie	Taken waarbij blootstelling aan chroom-6 optreedt
	Stoelen medewerker	Schuren chroom-6 houdende verflagen Met kwast aanbrengen chroom-6 primer.
	Toiletten medewerker	Uitboren schroeven Schuren chroom-6 houdende verflagen Met kwast aanbrengen chroom-6 primer
	Leidinggevende werkplaatsschilders	Tot 1992 meewerkend met de REPA-schilders Na 1992 indirect blootgesteld tijdens werkzaamheden door werkplaats schilders (excl. Cabine delen)
E&M Engine Services		
	Monteur MRO (incl. cabine Z59)	Aanbrengen alodine Schuren/polijsten chroom-6 houdende lagen
	Medewerker wasserij	Gritten chroom-6 houdende lagen
	Schilder ES	Chroom-6 bevattende verf spuiten of verflagen bewerken (schuren, polijsten)
	Inspecteur MRO	Mechanische bewerking metaal met soms chroom-houdende laag.
	Bankwerker	Mechanische bewerking metaal met soms een chroom-houdende laag. RVS lassen
	Lasser	Slijpen hard metaal. RVS lassen
	Plasmaspuiter	Aanbrengen chroomhoudend plasma-poeder of draad. Gritten chroom-6 houdende lagen
	Medewerker groot machinale/blades & vanes	Contact met chroom-6 houdende nevel die vrijkomt bij mechanische bewerking.
	Galvaniseur	Toevoegen chroomzuur, aanwezigheid nabij chroombaden
	Salvation/scrap plaza	Afgekeurde onderdelen van chroom houdend metaal dooslijpen. Chroom-6 bevattende coating wegschuren of slijpen.
RJC		
	GWK/monteur	Kleine reparaties (schuren) aan chroom-6 houdende verflagen Toepassen chroom-6 houdende sealants.
	Plaatwerker	Schuren verflagen Mechanische bewerking plaatmateriaal met chroom-6 bevattende primer Toepassen chroom-6 houdende sealants.
	Schilder	Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen)

Unit	Functie	Taken waarbij blootstelling aan chroom-6 optreedt
		Schuren verflagen
	Motor monteur	Aanbrengen chroom-6 houdende lagen Gritten chroom-6 houdende lagen Schuren/polijsten chroom-6 houdende lagen
Transavia		
	Medewerker GWK/monteur hangaar	Kleine reparaties (schuren, kwasten/rollen) chroom-6 houdende verflagen, Toepassen chroom-6 houdende sealants.
	Medewerker wheels	Toepassen chroom-6 houdende verf (spuiten, kwasten, rollen) op wielen en onderstel Schuren/polijsten chroom-6 houdende lagen
Overig		
	Medewerker KLM Milieu Centrum (KMC)	Reinigen omgeving waar chroom-6 houdend slib opgedroogd is. Verwerken chemisch afval dat chroom-6 kan bevatten.
	Salvation of scrab plaza	Doorslijpen van chroom houdend metaal van onderdelen. Wegslijpen of schuren van mogelijk chroom-6 bevattende verflagen.
	Medewerker KLM Facility Services	Indirecte blootstelling door aanwezigheid in met chroom-6 verontreinigende locaties (bijvoorbeeld kelders, cabines)
	KLM Laborant	Nemen monsters in galvano en uitvoeren analyses in lab.
	Docent schilder of plaatwerker KLM bedrijfsschool tot 1993/1994	Dezelfde taken als die van schilder en plaatwerker

3.3 Ontwikkelingen in de chroom-6 blootstelling binnen de KLM-groep

3.3.1 Algemene tijdlijn chroom-6 gebruik binnen de KLM-groep.

De belangrijkste bron van chroom-6 bij het vliegtuigonderhoud is het verfsysteem. De primers die toegepast worden op aluminium bevatten vanaf de jaren 50 chroom-6. Alle vliegtuigen (inclusief de B787) bevatten aan de binnenkant chroom-6 houdende primers. De nieuwste types vliegtuigen bestaan voor een groter deel uit composietmateriaal, waardoor chroom-6 houdende primer minder nodig is. Sinds een aantal jaren is er ook toestemming om chroom-6 vrije primers te gebruiken. Dit geldt echter alleen voor de romp, staart en cowlings (deuren rond de motoren). De vleugels en stabilizers (stuurvlakken in de staart) van de oudere types zijn nog altijd chroom-6 houdend.

De noodzaak voor het gebruik van chroom-6 houdende primer is er nog steeds vanwege de specifieke corrosie-werende eigenschappen en de voorschriften van de leverancier en is onderbouwd voor het gebruik van chroom-6 in primer bij het Europees Chemisch Agentschap ECHA (Analysis off Alternatives

0046.2-AA strontium chromate). Inmiddels zijn chroom-6 vrije primers beschikbaar, die met name op de buitenkant van het toestel en de velgen toegepast worden

Tot ongeveer 2000 werd ook in bepaalde topcoats chroom-6 toegepast. De laatste 20 jaar zijn voor de buitenkant van KLM-vliegtuigen chroom-6-vrije topcoats toegepast. Bij werk voor andere maatschappijen komt het nog voor dat de topcoat chroom-6 bevat. Het bewerken van oude lagen topcoat (schuren, boren etc.) kan nog wel tot blootstelling aan chroom-6 leiden, maar dit is voor KLM-toestellen zo langzamerhand uitgefaseerd.

De motoren van vliegtuigen bevatten onderdelen van hardmetaal met chroom in de legering, waar bij hoog energetische bewerkingen chroom-6 vrij kan komen. Daarnaast worden ze behandeld met een corrosie-werende toplaag die middels plasmaspuiten opgebracht wordt. Waar mogelijk wordt overgestapt op chroom-vrije plasmapoeders. Ook wordt plasma steeds vaker met en draad in plaats van poeder uitgevoerd.

De noodzaak voor het gebruik van diverse chroom-6 houdende legeringen in de metalen onderdelen is er nog steeds (zie Analysis off Alternatives AA096.01-AA).

Door de jaren heen is binnen KLM op veel verschillende plekken in diverse afdelingen met chroom-6 houdende producten gewerkt. De risico's van het werken met chroom-6 heeft door de jaren heen meerdere malen aandacht gekregen, met name ten tijde van aanpassingen van de grenswaarde.

De eerste ronde met aandacht die binnen KLM terug te vinden is, betreft de periode tussen 1992 en 1994, toen met name bij Engine Services een uitgebreid meetprogramma uitgevoerd is.

In 2002 is een programma gestart met de naam "Aadje Chromaatje" waarbij de werkzaamheden waarbij chroom-6 vrij kon komen op een rij zijn gezet en waar mogelijk maatregelen getroffen zijn. In samenwerking met TNO zijn goed afgezogen (schuur)cabines en rond 2003 afgezogen handgereedschappen ontwikkeld. De directe afzuiging op de gereedschappen is mondjesmaat gebruikt. In de periode 2002-2003 zijn medewerkers voorgelicht over de gezondheidsrisico's van chroom-6.

In 2015 is een haalbaarheidsstudie uitgevoerd als voorbereiding op de nieuwe verlaagde grenswaarde voor chroom-6 en is gestart met een meetprogramma. Ook binnen RJC is in 2016 een eerste onderzoek uitgevoerd naar de blootstelling aan chroom-6. Daaropvolgend is een uitgebreid voorlichtingsprogramma met onder meer IKA-Ned verzorgd voor de KLM-groep (E&M, RJC en Transavia).

Er zijn de volgende vormen van vliegtuigonderhoud beschreven:

- Line maintenance; dagelijkse controles op het vliegveld en kleine reparatie.
- A-check: Elke 400-600 vlieguren wordt een vliegtuig aan de grond gehouden voor een kleine onderhoudsbeurt. Hierin worden alle systemen gecheckt en kleine reparaties uitgevoerd.
- B-check: Elke zes tot acht maanden is het tijd voor de B-check, een wat grondigere check. Deze wordt vaak gekoppeld aan de A-check.
- C-check: Tijdens de C-check worden alle systemen in het vliegtuig grondiger nagelopen en waar nodig ge-upgrade. Een C-check gebeurt elke twee jaar. Het vliegtuig wordt gecontroleerd op corrosie. Daarvoor wordt verf en primer weggeschuurd en opnieuw aangebracht.

- D-check: De D-check, ook wel groot onderhoud of Heavy Maintenance Visit (HMV) geheten, gebeurt elke 10 jaar. Hierbij wordt het vliegtuig helemaal uit elkaar gehaald en de constructie gecontroleerd. Delen die aangetast zijn worden vervangen. Vaak wordt het vliegtuig volledig overgespoten.
- Motoronderhoud: afhankelijk van het motortype wordt na een aantal draaiuren de motor een grondige onderhoudsbeurt gegeven. De onderhoudsbeurt bestaat uit het demonteren van alle onderdelen, inspecteren van de onderdelen, repareren waar nodig en het weer monteren van alle onderdelen.

Door de toegenomen kwaliteit van de materialen en onderdelen is de onderhoudstermijn door de jaren heen langer geworden. Ook is de frequentie en intensiteit van optredende corrosie verminderd, waardoor ook het herstel werk voor corrosie afgenomen is.

In onderstaand overzicht is te zien welk onderhoud voorgeschreven is door de leverancier voor de B747 en Airbus 300, terwijl in bovenstaand overzicht te zien is dat de termijnen tussen het onderhoud veel langer zijn (Weide, T.M.J. van der 2020).

Onderhoud	**Onderhoudsinterval 1970**	**Onderhoudsinterval 2019**
A-check	Elke 600 vlieguur	Elke 1200 vlieguur
B-check	Elke 1200 vlieguur	Combi met A-check
C-check	Elke 5000 vlieguur of na 18 maanden	Elke 24 maanden
D-check	Elke 25 000 vlieguur of na 6 jaar	Elke 6 jaar (eerste jaren 8 jaar)

Tabel 2: Overzicht ontwikkeling in onderhoudsinterval voor de B747.

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	**Jaren**	**Omschrijving**
1	1970 - 2002	Ontwikkeling in de kwaliteit van (onder meer chroom-6 bevattende) producten, waardoor de frequentie en intensiteit van preventief onderhoud minder werd. Introductie shops die in de loop van tijd ook voorzien werden van afzuiging en spuitwanden.
2	1992 - 2002	Grootschalig spuitwerk niet meer in hangaars. Dit is steeds meer uitgevoerd in een spuitbaai of uitbesteed buiten de KLM-groep.
3	2002 - 2021	Extra aandacht voor het gebruik van chroom-6 vrije materialen. Daarbij werd eerst de topcoat chroom- 6 vrij. Primer is voor sommige toepassing chroom-6 vrij, maar nog niet voor alle toepassingen. Toename van kunststof elementen in de romp, waarop geen chroom-houdende primer toegepast hoeft te worden. Toepassen cabines (push-pull afzuiging) voor werk waar chroom-6 vrij kan komen.

Periode	Jaren	Omschrijving
		Toepassen technieken waarbij minder stof vrij komt (afgezogen gereedschap, natte bewerking).
4	2016 - heden	Extra aandacht voor uitfaseren chroom-6 houdende producten. Extra voorlichting over gezondheidsrisico en optimaal gebruik hulpmiddelen en PBM.

3.3.2 Ontwikkelingen binnen de units

KLM E&M

Airframe

Binnen KLM Airframe worden de A, B en C-checks uitgevoerd. Tot 2016 werden ook de D-checks, het groot onderhoud, uitgevoerd. Daarbij werden vele vliegtuigonderdelen gedemonteerd, onderhouden en gerepareerd en weer teruggeplaatst. De romp werd compleet ontdaan van de verflaag en door middel van spuiten voorzien van een nieuwe verflaag.

Tot 1992 werd herbeschilderen van het hele vliegtuig in de hangaars uitgevoerd (omvat afbijten, schuren, spuiten, rollen, kwasten). Tussen 1992 en 2016 werd het spuitproces naar een andere locatie (Hangaar 14) overgebracht. De spuitwerkzaamheden vonden met name plaats in de decobaai, baai 3. Tot 2004/2005 is echter ook nog in baai 1 en 2 van hangaar 14 gespoten. Ook is het decowerk in die periode toegenomen door meer werk van derden uit te voeren in de decobaai. Er is daarom geen sprake van een duidelijk lagere blootstelling aan chroom-6 vergeleken met de periode voor 1992. Na 2016 is het spuiten van vliegtuigen uitbesteed aan externe partijen en is wel sprake van een duidelijk andere periode in de blootstelling.

In de loop van jaren zijn voor de diverse processen de technische maatregelen verbeterd om de blootstelling te beheersen. Er zijn stofzuigers aangeschaft en er is bronafzuiging direct op het gereedschap ontwikkeld. Lange tijd zijn door allerlei redenen deze beheersmaatregelen onvoldoende toegepast. Vanaf 2016 is hier veel aandacht voor gekomen en wordt wel consequent stofafzuiging toegepast bij verspanend werk aan chroom-6 houdende lagen.

Op basis van de ontwikkelingen in werk en omstandigheden, zoals deze uit de rapporten en interviews naar voren gekomen is, zijn de volgende ontwikkelingen op hoofdlijnen vastgelegd:

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	Jaren	Omschrijving
1a	1970 - 1992	Werk in de hangaars (8,9,10,11,12), waarbij spuiten en schuren in de hangaars en bijbehorende shops uitgevoerd werd.
1b	19932 - 2016	Grootschalig herbeschilderen van de hele vliegtuigen werd deels uitgevoerd in de decobaai in H14. Door extra decowerk en doordat ook nog gespoten werd buiten de decobaai is de blootstelling niet wezenlijk veranderd. Diverse beheersmaatregelen ingevoerd om stofblootstelling te reduceren, het gebruik hiervan was sterk wisselend.

Periode	Jaren	Omschrijving
2	2016 - heden	Het groot onderhoud en decowerk is uitbesteed. Extra aandacht voor optimaal gebruik afzuiging en PBM.

Component Services

Component Services verzorgt het onderhoud aan vliegtuigonderdelen. Dit kan alles zijn wat aan en in het vliegtuig zit. Om een voorbeeld te geven, vleugel-, staart- en rompdelen, de wielen, de galleys, de toiletten ende avionische systemen. In 1994 is een groot deel van Component Services verhuisd van gebouw 239 (de REPA) naar Hangaar 14 (H14).

De avionische componenten worden onderhouden in gebouw 425, dat al voor de jaren ‘70 in gebruik is genomen.

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	Jaren	Omschrijving
1	1970 - 1992	Werk in de hangaars (8,10,11,12 en gebouw 239), waarbij spuiten en schuren in de hangaars en bijbehorende werkplaatsen uitgevoerd werd. Hangaar 8 had geen aparte werkplaatsen.
2	1992 - 2003	Vernieuwde werkplaatsen aanwezig in H14 voor specifieke werkzaamheden. Het duurde enkele jaren voor deze goed ingeregeld waren.
3	2003 - 2016	Aandacht voor reductie chroom-6 blootstelling. Introductie TNO cabines en afgezogen gereedschap voor schuren.
4	2016 - heden	Extra aandacht voor optimaal gebruik hulpmiddelen en PBM.

Engine Services

Engine Services verzorgt het onderhoud aan vliegtuigmotoren en onderdelen daarvan. Bij werk aan de motoren kan bij lassen van hardmetaal chroom-6 vrijkomen. Ook worden chroom-6 houdende lagen aangebracht door middel van plasma- en primerspuiten. Ten behoeve van het onderhoud worden chroom-houdende lagen verwijderd middels gritten, slijpen en polijsten. KLM heeft een galvanoafdeling waar met onder meer chroomzuur gegalvaniseerd wordt

Vanaf 2004, met de verhuizing van de motorenshop van gebouw 400 naar 410 en 415 (galvano), zijn voor las- en bankwerkzaamheden door TNO ontwikkelde cabines beschikbaar gesteld met een push-pull ventilatie. Ook is de afzuiging in de galvano en wasserij aanmerkelijk verbeterd.

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	Jaren	Omschrijving
1	1970 - 2004	Werk in gebouw 400, waarin beperkte voorzieningen voor afzuiging en afscheiding.
2	2004 - 2016	Verhuizing naar gebouw 410/415 met verbeterde afzuiging en TNO-cabines voor specifieke werkzaamheden.
3	2016 - heden	Extra aandacht voor optimaal gebruik hulpmiddelen en PBM.

Martinair / RJC

Martinair heeft vanaf de jaren 70 onderhoud uitgevoerd op haar eigen vliegtuigen (Fokker28/50/100, DC 9, DC 10, MD11 en Boeing 757, 767, 747). Zowel het klein onderhoud (A-check) als het groot onderhoud (C-check) werd in eigen beheer op de eigen locatie uitgevoerd. Martinair kende een winterseizoen met vrachtvluchten en een zomerseizoen met passagiersvluchten. Bij de ombouw van vracht configuratie naar passagiers en omgekeerd werd ook groter onderhoud verricht met mogelijke blootstelling aan chroom-6.

Chroom-6 werd in eerste instantie gebruikt in alle verfsystemen. Het spuiten van het toestel zelf werd door externen gedaan in de hangaar (6 en 32). Het schuren en spuiten van onderdelen werd met eigen schilders en plaatwerkers uitgevoerd. Hiervoor was een shop met in H6 een spuitwand en in H32 een spuitcabine aanwezig.

In 2013 is Martinair verhuisd naar H73 en het onderhoud gaan uitvoeren aan de vliegtuigen van Fokker en Embraer. Tot 2017 werden A-checks en C-checks uitgevoerd. Met name bij de C-checks werd geschuurd en gespoten met mogelijke blootstelling aan chroom-6. In 2018 zijn de shops in H73 vernieuwd en is de afzuiging verbeterd.

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	Jaren	Omschrijving
1	1970 - 1993	Werk in hangaar 6, waarbij spuiten en schuren in de hangaars en bijbehorende shops uitgevoerd werd. Nauwelijks beheersmaatregelen voor chroom-6.
2	1994 - 2012	Groot onderhoud aan diverse types en periodieke ombouw toestellen (vracht-pax). Vernieuwde shops aanwezig in H32 en H4.
3	2013 - 2017	Verhuizing naar H73, waar vooral onderhoud aan Embraer en Fokker uitgevoerd werd, inclusief C-check.
4	2018 - heden	Geen C-check meer. Hernieuwde shops met verbeterde afzuiging en afscherming. Extra aandacht voor optimaal gebruik hulpmiddelen en PBM.

Transavia

Transavia voert op dit moment het regulier onderhoud (A-check) uit voor de eigen B737. Het werken met chroom-6 komt incidenteel voor bij kleine reparaties aan de romp en onderdelen. Alle grotere werkzaamheden met verf worden uitbesteed.

In de periode tot 1992 werd groot onderhoud, inclusief schuur en spuitwerk, uitgevoerd in de oude H5. Het grootschalig spuiten van het toestel werd door derden uitgevoerd. Vanaf 1992 is men gehuisvest in de nieuwe hangaar 5 en wordt lijnonderhoud uitgevoerd op Schiphol, Eindhoven en Rotterdam door GWK/monteurs van Transavia.

Tot 1998 was er een afdeling die de het onderhoud aan de wielen uitvoerde, waarbij chroom-6 houdende primer gebruikt werd.

Ontwikkelingen op hoofdlijnen:

Periode	Jaren	Omschrijving
1	1970 - 1992	Werk in oude hangaar 5, waarin beperkte voorzieningen voor afzuiging en afscheiding. Groot onderhoud vond geregeld plaats in de hangaar.
2	1993 - heden	Verhuizing naar gebouw nieuwe hangaar 5 met verbeterde afzuiging en shops voor specifieke werkzaamheden. Groot onderhoud is uitbesteed naar buitenland

4 Analyse

4.1 Beoordeling blootstelling

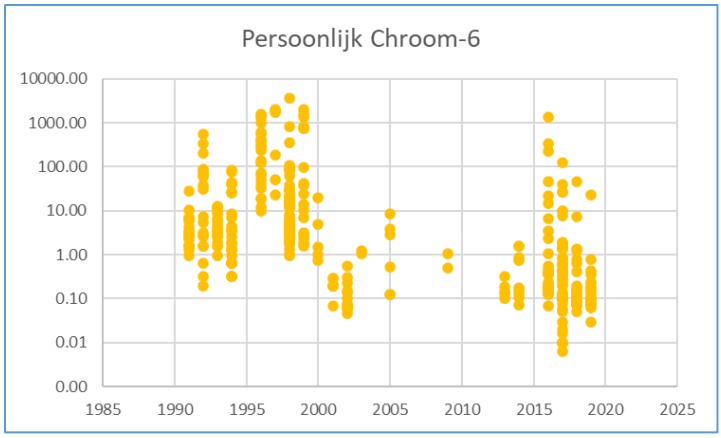
De beschikbare meetgegevens zijn de basis voor een inschatting van de blootstelling aan chroom-6. Helaas zijn er niet voor alle functies en periodes metingen beschikbaar.

In totaal zijn er 507 persoonlijke metingen beschikbaar voor de analyse. De meeste metingen betreffen metingen gedurende (een groot deel van) de werkdag (63%). Een deel van de metingen betreft taakmetingen van korter dan 1 uur (14%). Een deel ligt in het grensvlak van een taakmeting en een functiemeting, namelijk met een meetduur van 1-6 uur (24%).

De eerste metingen naar chroom-6 zijn uitgevoerd in 1991 bij Engine Services. De eerste metingen bij Airframe en Component Services zijn uit 1995. Dit betekent dat geen metingen beschikbaar zijn in de periode voor de in gebruik name van hangaar 14.

Bij RJC zijn de eerste metingen uitgevoerd in 2019. Bij Transavia zijn geen metingen beschikbaar.

Er is een periode waarin ook binnen KLM vrijwel geen metingen uitgevoerd zijn, namelijk tussen 2004 en 2012.



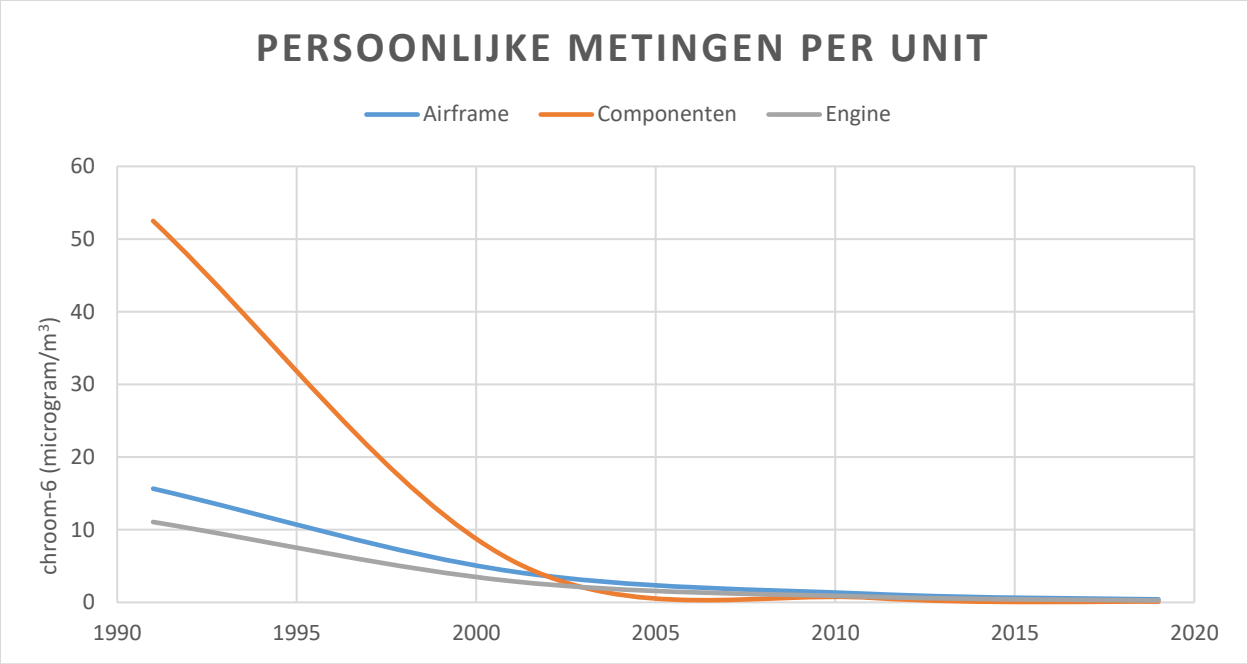
Afbeelding 5 Overzicht van alle gemeten chroom-6 concentraties (in microgram/m^3) bij persoonlijke metingen per jaar (deze figuur bevat zowel functie als taakmetingen)

Te zien is dat voor de metingen, die uitgevoerd zijn voor 2005, in de meeste gevallen sprake was van chroom-6 concentraties boven 1 microgram/m^3. Daarna liggen de meeste meetwaarden onder de 1 microgram/m^3. Hierbij is wel van belang te vermelden dat ok de taakmetingen die tot 5 maal hoger zijn, in de afbeelding weergegeven zijn.

In onderstaande afbeelding 6 wordt een grafische weergave gegeven van het verloop van de blootstelling per unit in de tijd. De figuur is het resultaat van de statistische verwerking van de persoonlijke metingen per unit, zoals beschreven in hoofdstuk 2.4. In de afbeelding is een sterk dalende trend in de tijd te zien. Voor units Airframe en Engine Services is deze vergelijkbaar (-12% per jaar). De afdeling Component Services laat een sterkere daling zien (-20% per jaar) en laat hogere concentraties

zien in de periode 1994 - 2004. Dit beeld bij Component Services is met name gebaseerd op resultaten van metingen bij werkplaatsplaatwerkers.

De modelberekeningen zijn gebaseerd op alle persoonlijke metingen (niet alleen 8 uurs meetwaarden), maar ook meetwaarden met een veel kortere meetduur (taakmetingen). In het model is gecorrigeerd voor de meetduur. Het effect van de meetduur is sterk negatief: een 15 minuten meting resulteert in een 5-6 keer zo hoge blootstelling dan een 8-uursmeting. Dit suggereert dat de kortdurende blootstelling aan chroom-6 bij bepaalde taken van groot belang is.



Afbeelding 6: Rekenkundig gemiddelde van de persoonlijke metingen per unit (chroom-6 in microgram/m³)

Blootstelling per functie

Het model laat een trend zien voor de lognormale blootstellingswaarde in de periode vanaf 1991 tot 2019. In het vervolg van deze paragraaf staat de uitwerking van de extrapolatie van de blootstelling aan functies die niet in het model meegenomen konden worden centraal. Ook is er een extrapolatie weergegeven voor de periode tussen 1970 en 1991.

KLM Airframe

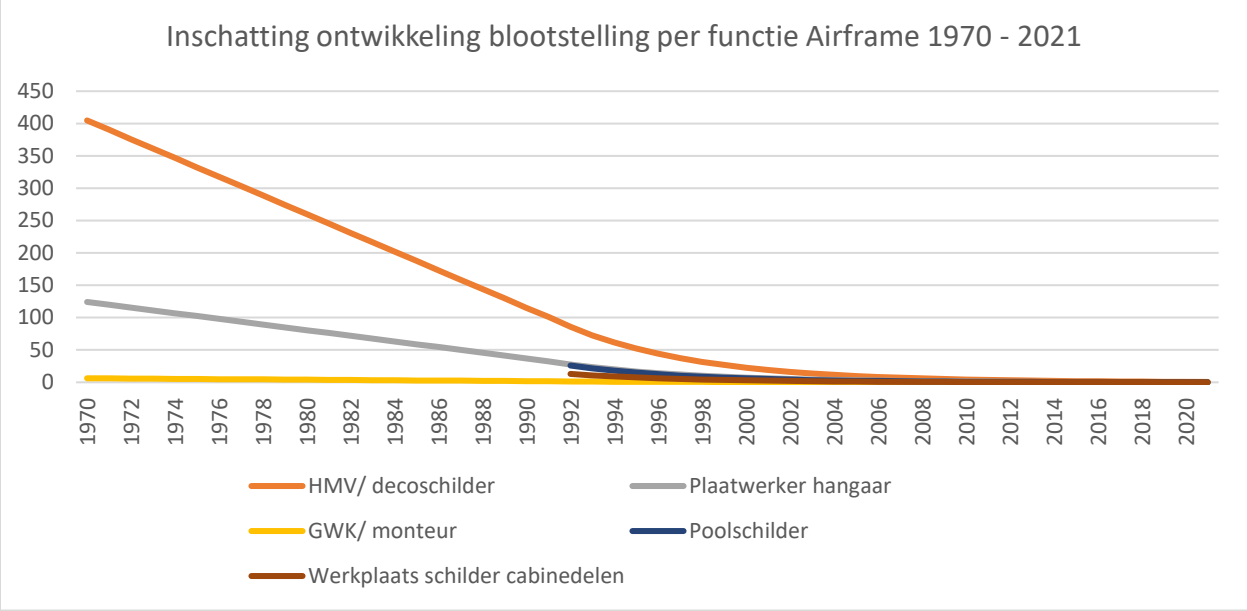
Voor Airframe is de verhouding tussen de functies als volgt ingeschat:

Functie	Blootstellingsniveau 1991 - 2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Plaatwerker hangaar	Werkplaats plaatwerker * 1 Plaatwerker hangaar doet vergelijkbare taken in vergelijkbare	De blootstelling in 1970 wordt ingeschat op viermaal de blootstelling in 1991, omdat er in 1990 soms bronafzuiging bij het schuren werd toegepast. In 1970 was er nog geen	1970 – 2021

Functie	Blootstellingsniveau 1991 - 2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
	omstandigheden als werkplaats plaatwerker.	bronafzuiging. Omdat de bronafzuiging niet optimaal werkte is een factor 1,33 toegekend. Hiernaast werd men in 1970 meer uitgeleend aan de schilders ten opzichte van 1990 (factor 3). De gemiddelde blootstelling in 1970 wordt om deze redenen 4 keer hoger ingeschat dan in 1990.	
HST medewerker	Plaatwerker hangaar * 0,5 De HST-medewerker verricht voor de helft van de tijd werkzaamheden die vergelijkbaar zijn met de taken van een plaatwerker hangaar. Andere taken geven geen chroom-6 blootstelling.	Niet van toepassing, functie bestaat vanaf het jaar 2000	2000 – 2021
Constructie specialist	Van 1970-1996: takenpakket vergelijkbaar met plaatwerker hangaar (*1) Van 1996-2016: plaatwerker hangaar * 0,5. Voor de helft werk vergelijkbaar met plaatwerker, verder geen taken met chroom-6 blootstelling. Vanaf 2016: plaatwerker hangaar * 0,25 door toenemende administratietaken.	Zie plaatwerker hangaar	1970 – 2021
HMV/decoschilder	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	De situatie wordt in 1970 als hoger ingeschat dan in 1991, zo waren er in 1970 nog geen aparte werkplaatsen en er was geen ruimtelijke ventilatie (hogere omgevingsblootstelling factor 1,33). De spuitplekken werden afgeschermd met plasticfolie, waardoor gewerkt werd in kleinere ruimten (factor 3). De gemiddelde blootstelling in 1970 wordt om deze redenen 4 keer hoger ingeschat dan in 1990.	1970 – 2017
Leidinggevende schilders (voorman), vanaf 1992 leidinggevende decoschilders	Vanaf 1992 HMV/decoschilder * 0,1 vanwege het werken op plaatsen met een verhoogde achtergrondconcentratie	Tot 1992 gelijk aan HMV/decoschilder, omdat werd meegewerkt met de schilders.	1970 – 2016

Functie	Blootstellingsniveau 1991 - 2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Poolschilder	Voert vergelijkbare taken uit als de Werkplaatsschilder * 1	Niet van toepassing. Pas vanaf 1992 een aparte functie, daarvoor roulerend uit team.	1992 – 2021
Werkplaats schilder cabine delen (H14 2e etage)	Werkplaatsschilder * 0,5, Ongeveer de helft van de tijd geen chroomtaken. Verder vergelijkbaar met werkplaats schilder. Vanaf 2018 geen chroom-6	Niet van toepassing. Vanaf 1992 formeel een aparte functie. Daarvoor was dit een taakelement voor de schilder.	1992 – 2021
GWK/monteur	Incidenteel mechanische bewerkingen (uitboren) en indirecte blootstelling: 0,05 * plaatwerker hangaar. Dit is gebaseerd op de inschatting dat men 2 uur per week vergelijkbaar werk verricht als de plaatwerker (door zelf te verspanen/perslucht te gebruiken of heel dichtbij een bron te werken)	Zie plaatwerker hangaar	1970 – 2021
Sealer	Sealant verwijderen (hierbij komt weinig inhaleerbaar stof vrij) en indirecte blootstelling: 0,01 * plaatwerker hangaar. Dit is gebaseerd op de inschatting dat men 5 minuten per dag in situaties werkt die vergelijkbaar zijn met de plaatwerker	Zie plaatwerker hangaar	1970-1992
Opleider jongensvakschool (bedrijfsopleidingen) – schilder Tot 1993/1994	HMV/decoschilder * 0,2. Veel andere taken, 1 – 2 uur/dag zelf verf spuiten of nabij spuiten.	Zie HMV/decoschilder	1970-1994
Opleider jongensvakschool (bedrijfsopleidingen) – plaatwerker Tot 1993/1994	Plaatwerker hangaar * 0,2 Veel andere taken, 1 – 2 uur/dag zelf schuren/schilderen of nabij deze werkzaamheden.	Zie plaatwerker hangaar	1970-1994

In onderstaande afbeelding 7 is de ontwikkeling van de blootstelling in de tijd grafisch weergegeven.



Afbeelding 7: Ontwikkeling in blootstelling aan chroom-6 (rekenkundig gemiddelde in microgram/m³) voor een aantal blootgestelde functies binnen KLM Airframe

KLM Component services

Op eenzelfde wijze is voor de functies binnen KLM Component Servies een overzicht gemaakt van functies met een inschatting van het niveau van de blootstelling en een extrapolatie voor de periode 1970 – 1990.

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Werkplaats plaatwerker*	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	Niet van toepassing. Voor 1992 was dit formeel geen aparte functie.	1992 – 2021
Constructie specialist (CS)	Van 1970-1996: takenpakket vergelijkbaar met werkplaats plaatwerker (*1) Van 1996-2016: werkplaats plaatwerker * 0,5. Voor de helft werk vergelijkbaar met werkplaats plaatwerker, verder geen taken met chroom-6 blootstelling. Vanaf 2016: werkplaats plaatwerker * 0,25 door toenemende administratietaken.	Niet van toepassing.	1992 – 2021
Werkplaats schilder	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als 4 keer	1970 – 2021

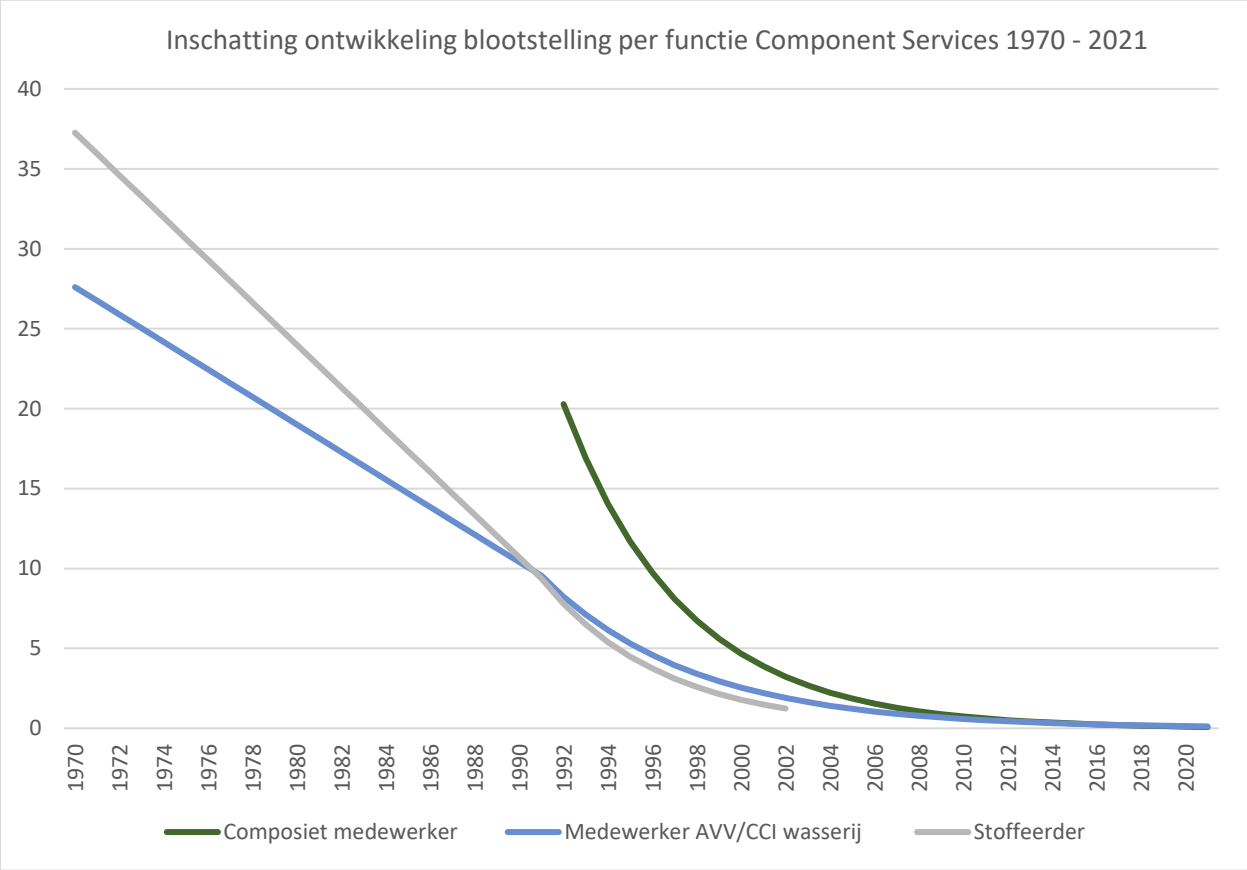
Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
		hoger ingeschat dan in 1992 vanwege de ontwikkeling van geen of gebrekkige afzuiging (waterscherm) bij het spuiten naar spuitcabines en een afzuigwand (factor 3) en omdat er ten opzichte van 1991 in 1970 meer schilderwerk was (factor 1,33).	
Leidinggevende werkplaats schilders	Werkplaats schilder * 0,1 vanwege het werken op plaatsen met een verhoogde achtergrondconcentratie	Werkplaats schilder * 0,1 vanwege het werken op plaatsen met een verhoogde achtergrondconcentratie	1970 – 2021
Monteur IERA/MRO	Werkplaats plaatwerker * 0,01. Dit is gebaseerd op de inschatting dat men 5 minuten per dag in situaties werkt die vergelijkbaar zijn met het werk van een werkplaats plaatwerker, zoals het schuren/wegslijpen van corrosie en gritstralen.	In 1970 wordt de blootstelling als 2 keer zo hoog ingeschat als in 1990, omdat men in 1970 vaker corrosie moest verwijderen.	1970 – 2021
MRO spuiterij/wasserij medewerker	Werkplaats schilder * 1, omdat de intensiteit en de omstandigheden van het werk vergelijkbaar zijn met de het werk van de werkplaats schilder.	In 1972 wordt de blootstelling als 3 keer hoger ingeschat dan in 1991 vanwege de ontwikkeling van helemaal geen afzuiging bij het spuiten naar een waterscherm (factor 3).	1972 – 1995
MRO-koeltechnisch specialist (RVS lassen)	Lasser Engine Services * 0,2, omdat ongeveer 20% van de tijd gewerkt wordt zoals een lasser van Engine Services.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991, omdat in 1991 meer gebruik werd gemaakt van bronafzuiging (factor 2). Deze was nog niet optimaal.	1970 – 2021
Equipment monteur	Lasser Engine Services * 0,1, omdat ongeveer 10% van de tijd het werk vergelijkbaar is met het werk van een lasser Engine Services.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991, omdat in 1991 meer gebruik werd gemaakt van (niet optimale) bronafzuiging (factor 2).	1970 – 2021

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Medewerker mechanics	Werkplaats plaatwerker * 0,2. Dit is gebaseerd op dat ongeveer 20% van de tijd werkzaamheden verricht werden die vergelijkbaar zijn met het werk van de werkplaats plaatwerker. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om schuren van flaptracks.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991, omdat in 1991 meer gebruik werd gemaakt van (niet optimale) bronafzuiging (factor 2).	1970 – 2020
Plaatwerker uitlaat/heat exchangers	Lasser Engine Services * 0,1, omdat ongeveer 10% van de tijd het werk vergelijkbaar is met het werk van een lasser Engine Services.	Was voor 1992 een taak van een plaatwerker, geen aparte functie.	1992 – 2021
Medewerker machinale	Werkplaats plaatwerker * 0,1, omdat ongeveer 10% van de tijd werkzaamheden zijn verricht die vergelijkbaar zijn met het werk van een werkplaats plaatwerker, zoals het schuren en slijpen van chroom-6 houdende lagen.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991, omdat in 1991 meer gebruik werd gemaakt van (niet optimale) bronafzuiging (factor 2).	1970 – 2021
Medewerker wheels&brakes (wielen en remmen)	Werkplaats plaatwerker * 0,01. Dit is gebaseerd op dat ongeveer 1% het werk vergelijkbaar is met dat van een werkplaats plaatwerker. Het gaat om wegslijpen van corrosie.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991, omdat in 1991 meer gebruik werd gemaakt van (niet optimale) bronafzuiging (factor 2).	1970 – 2021
Composiet medewerker	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	Niet van toepassing.	1992 – 2021
Medewerker AVV/CCI wasserij	Wasserij medewerker Engine Services * 1, omdat de werkzaamheden en omstandigheden vergelijkbaar zijn.	De blootstelling in 1970 wordt als driemaal hoger ingeschat dan in 1991, omdat de afzuiging bij het gritten minder was en er vaker met perslucht en de bezem werd gewerkt dan in 1991.	1970 – 2021
Onderstellen medewerker	Werkplaats plaatwerker * 0,01, omdat het werk voor 1% vergelijkbaar was met het werk van een werkplaats plaatwerker. Soms moesten resten van chroom-6 houdende lagen worden weggeschuurd.	Niet van toepassing	2004 – 2010
Stoffeerder	Werkplaats schilder * 0,3 tot 2002, omdat men tot 30% van de tijd meehielp bij de schilders. Na 2002	Zie werkplaats schilder.	1970 – 2002

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
	geen werkzaamheden meer met chroom-6		
Galley-Interior medewerker	Werkplaats plaatwerker * 0,3, omdat het werk voor 30% vergelijkbaar was met het werk van een werkplaats plaatwerker. Regelmatig moesten chroom-6 houdende cargovloeren worden geschuurd. Soms werd RVS gelast.	Niet van toepassing	1992 – 2010
Stoelen medewerker	Werkplaats plaatwerker * 0,01, omdat het werk voor 1% vergelijkbaar was met het werk van een werkplaats plaatwerker. Incidenteel moesten resten van chroom-6 houdende lagen worden weggeschuurd.	De blootstelling wordt als gelijk ingeschat in 1970 vergeleken met 1990, omdat er weinig is veranderd in de werkwijze/ beheersmaatregelen	1970 – 2021
Toiletten medewerker	Werkplaats plaatwerker * 0,01, omdat het werk voor 1% vergelijkbaar was met het werk van een werkplaats plaatwerker. Regelmatig moesten chroom-6 houdende onderdelen worden los geboord, incidenteel is geschuurd.	De blootstelling wordt als gelijk ingeschat in 1970 vergeleken met 1990, omdat er weinig is veranderd in de werkwijze/ beheersmaatregelen	1970 – 2021

**werkplaats plaatwerker: tussen 1977 en 1992 was dit geen formele functie, er was wel vaste groep plaatwerkers, die dit werk verrichtte.*

In onderstaande afbeelding (8) is de ontwikkeling in de blootstelling in de tijd grafisch weergegeven.



Afbeelding 8: Ontwikkeling in blootstelling aan chroom-6 (rekenkundig gemiddelde in microgram/m³) voor een aantal blootgestelde functies binnen KLM Component Services.

KLM Engine servies

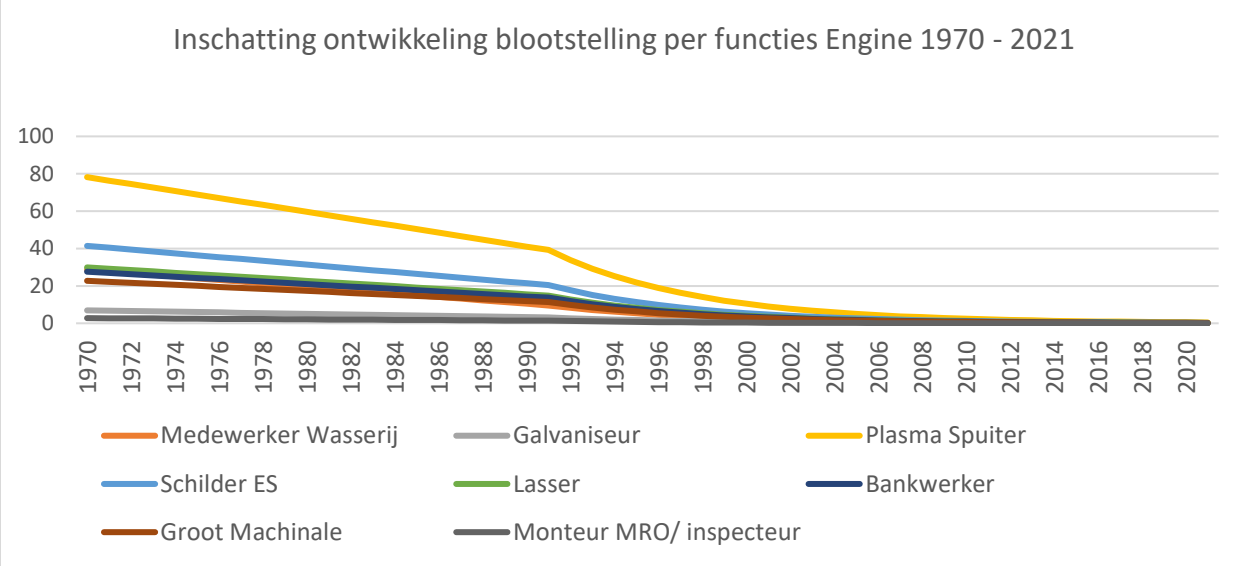
Voor Engine services is op een vergelijkbare wijze een inschatting gemaakt van de blootstellingsniveau en de extrapolatie voor de periode 1970 -1990.

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Wasserij medewerker	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	De blootstelling in 1970 wordt als driemaal hoger ingeschat dan in 1991, doordat in 1970 meer onderdelen chroom-6 bevatten en de werkomstandigheden minder optimaal waren. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden,	1970 – 2021

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
		bijvoorbeeld door toename gebruik lokale afzuiging en omkastingen.	
Lasser	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 vanwege minder gebruik lokale afzuiging. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werktechniek (o.a. half automaat).	1970 – 2021
Plasma medewerker	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 vanwege meer handmatig plasmaspuiten. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden, zoals betere afzuiging in de cabines.	1970 – 2021
Schilder ES	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 vanwege verminderde kwaliteit spuitcabine (niet alles paste er in). Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden bijvoorbeeld door verbeteringen in de spuitcabine afzuiging.	1970 – 2021
Bankwerker	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 vanwege kortere afstand tot elkaar en minder gebruik lokale afzuiging. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden zoals introductie en toename gebruik lokale afzuiging.	1970 – 2021
Medewerker groot machinale	Statistische beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in	

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
		1991 vanwege verminderde afscherming en afzuiging. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden in de vorm van meer machines met omkasting en verbetering van de aangesloten afzuiging.	
Galvaniseur	Beoordeling op basis van eigen metingen	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 vanwege verminderde bad-afzuiging. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden, zoals het in stappen verbeteren van de bad-afzuiging en toepassen oppervlakte actieve stoffen.	1970 – 2021
Monteur MRO/inspecteur	Bankwerker * 0,1; De monteur MRO en inspecteur moet om de onderdelen te demonteren of inspecteren corrosie en beschadigingen wegslijpen. Hij doet dit gemiddeld 0,2 – 0,4 uur per dag (tegenover een bankwerker 2 - 4 uur/dag.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat dan in 1991 introductie van lokale afzuiging. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden, zoals de opkomst van de lokale afzuiging.	1970 – 2021

Bovengenoemde uitwerking leidt tot de volgende grafische weergave van de ingeschatte blootstelling vanaf 1970.



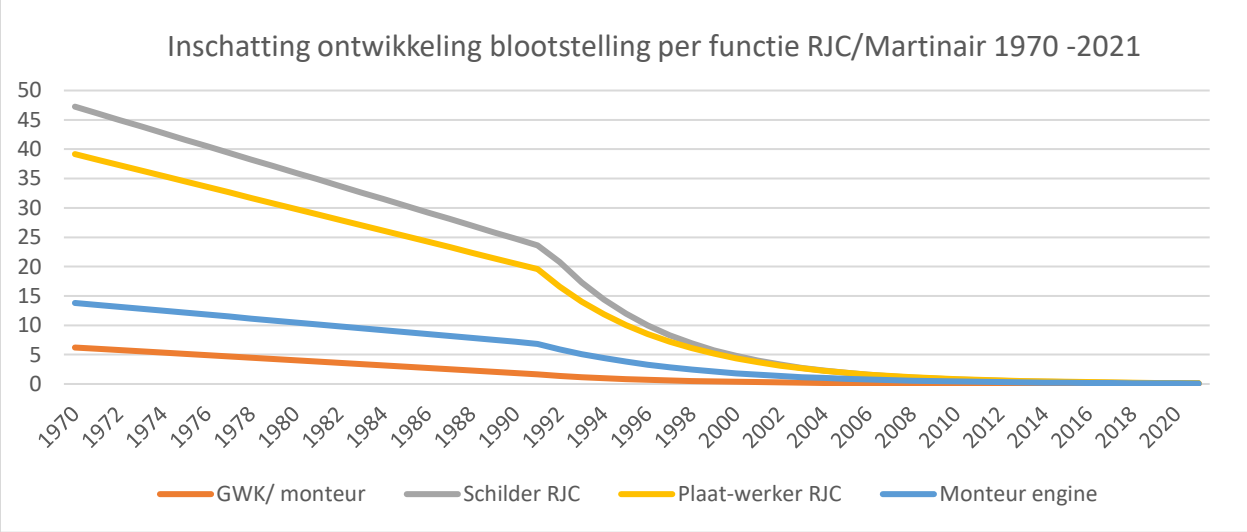
Afbeelding 9: ontwikkeling in blootstelling aan chroom-6 in microgram/m³ (rekenkundig gemiddelde) voor een aantal blootgestelde functies binnen KLM Engine Services

RJC/Martinair

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Schilder	Werkplaats schilder * 0,8 De schilder bij RJC voert reparaties uit op kleinere toestellen/onderdelen dan de schilders van KLM. Ook is de functie meer allround, waardoor er iets minder actief gespoten en geschuurd wordt.	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat als in 1991 vanwege verminderde kwaliteit spuitcabine. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden in de spuitcabine en afname werk in de hangaar.	1970 - 2021
Plaatwerker	Werkplaats plaatwerker * 0,6 De plaatwerker bij RJC voert reparaties uit op kleinere toestellen/onderdelen dan de plaatwerkers van KLM. Ook is de functie meer allround, waardoor er iets minder actief geslepen en geschuurd wordt.	Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden, bijvoorbeeld door toename gebruik lokale afzuiging. In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat als in 1991.	1970 - 2021
Monteur motorshop	Monteur MRO ES * 1,2; De monteur motorshop RJC voert meer allround taken uit dan de monteur van KLM. Hierdoor ligt het	In 1970 wordt de blootstelling als tweemaal zo hoog ingeschat als in	1970 - 2021

	takenpakket tussen dat van monteur en de bankwerker, maar dichterbij de monteur dan bij de bankwerker.	1991 vanwege hogere intensiteit corrosie. Vanaf 1970 geringe afname door verbeterde werkomstandigheden en afname corrosie	
GWK/Monteur	GWK/monteur KLM * 1 De werkzaamheden van de GWK/monteur van RJC zijn vergelijkbaar met die van dezelfde functie bij KLM.	De blootstelling in 1970 wordt ingeschat op viermaal de blootstelling in 1991, omdat er in 1970 geen aparte shops waren, men dichter op elkaar werkte en men meer corrosie moest verwijderen	1970 - 2021

Bovengenoemde uitwerking leidt tot de volgende grafische weergave van de ingeschatte blootstelling vanaf 1970.

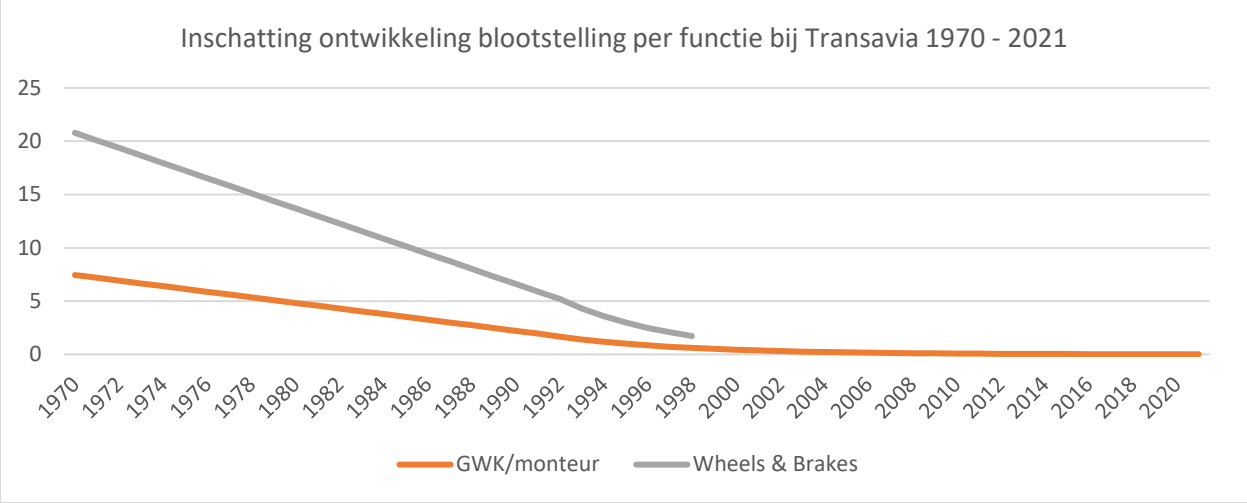


Afbeelding 10: ontwikkeling in blootstelling aan chroom-6 in microgram/m³ (rekenkundig gemiddelde) voor een aantal blootgestelde functies binnen RJC/Martinair

Transavia

Functie	Blootstellingsniveau 1991 -2021	Extrapolatie van 1991 naar 1970	Periode
Transavia	GWK/monteur KLM * 1,2 De GWK/monteur van Transavia doet hetzelfde werk als die bij KLM, alleen voert de GWK/monteur bij Transavia ook kleine reparaties uit aan chroom-6 houdende verf met de kwast en schuurpapier.	De blootstelling in 1970 wordt ingeschat op viermaal de blootstelling in 1991, omdat er in 1970 geen aparte shops waren, men dichter op elkaar	1970 - 2021

		werkte en men meer corrosie moest verwijderen	
	Werkplaatsschilder KLM * 0,2 De monteur wheels & brakes heeft in het verleden 20% van de tijd werk verricht dat vergelijkbaar is met de werkplaatsschilder. KLM wheels & brakes medewerker spuit niet zelf en geeft daarom geen goede vergelijking.	De blootstelling in 1970 zal tweemaal zo hoog gelegen hebben als in 1991, vanwege het ontbreken van voldoende ruimte in de shops. In de loop van tijd zijn technische verbeteringen zoals verbetering afzuigwand.	1970 - 1998



Afbeelding 11: Ontwikkeling in blootstelling aan chroom-6 in microgram/m³ (rekenkundig gemiddelde) voor een aantal blootgestelde functies binnen Transavia

Toepassen van een correctiefactor voor adembescherming

Uit de vragenlijsten en interviews is naar voren gekomen dat het gebruik van adembescherming door de jaren heen heel wisselend geweest is.

In de periode tot 1990 was er nauwelijks sprake van adembescherming. Bij het spuiten werd vanaf de jaren 80 gebruik gemaakt van een halfgelaatsmasker. Dit was vooral ingegeven door de aandacht die toen opkwam voor de oplosmiddelen. Het gebruik was nog zeker niet consequent en de effectiviteit was vaak niet hoog.

Bij het schuren is pas vanaf de jaren 90 gebruik gemaakt van adembescherming. In eerste instantie betrof het de wegwerp stofmaskers. Deze werden verre van consequent gebruikt. Ook heeft men twijfel over de effectiviteit van de toen gebruikte maskers.

Bij de wasserij (Engine Services) was adembescherming beschikbaar in de vorm van een Van der Grintenkap. Omdat niet iedereen een eigen pak had, werd ook hier vaak zonder masker gewerkt. Pas vanaf 2004 waren de materialen op orde en werd er vaker gebruik gemaakt van de adembescherming.

Vanaf ongeveer 2002 werd men meer bewust van het risico van blootstelling aan chroom-6. Het gebruik van adembescherming kreeg meer aandacht en met de introductie van de aangedreven luchtmaskers, nam de effectiviteit van de maskers toe. Toch bleef men bij kleinere klussen geregeld “vergeten” adembescherming te gebruiken.

Bij schuren werd vanaf ongeveer 2002 doorgaans adembescherming gebruikt bij grotere oppervlakten (vleugels, roer), maar bij schuren op kleinere onderdelen gebruik nog weleens “vergeten” werd. Uit de diverse audits die uitgevoerd zijn, kwam naar voren dat gebruik van adembescherming ook in deze periode niet altijd conform voorschrift plaats vond.

Vanaf 2016 is er hernieuwde aandacht gekomen voor de blootstelling aan chroom-6. Medewerkers zijn voorgelicht over chroom-6 en de juiste adembescherming is ter beschikking gesteld. Medewerkers geven aan dat vanaf dat moment men de juiste middelen ook daadwerkelijk gebruikt heeft conform de voorschriften (Werkplek Instructie: “Werken met chromaten”).

Omdat op dat moment de blootstelling voor de meeste functies ook onder controle was en er incidenteel sprake is van piekblootstelling met gebruik adembescherming, is het toepassen van een correctie voor de gebruikte adembescherming pas vanaf dat moment van beperkte invloed op de blootstellingsbeoordeling, aangezien deze de piekblootstelling beperkt meeneemt in de statistische analyse.

Het toepassen van een eenduidige correctiefactor voor de gebruikte adembescherming op de hoogte van de blootstelling aan chroom-6 wordt dan ook van onvoldoende toegevoegde waarde gezien. Bij het inschatten van de hoogte van de blootstelling wordt daarom ook geen rekening gehouden met het dragen van adembescherming.

4.2 Beoordeling indirecte blootstelling

Bij het beoordelen van de indirecte blootstelling aan chroom-6 kunnen twee situaties onderscheiden worden.

De eerste situatie betreft blootstelling aan een verhoogde achtergrondconcentratie doordat op beperkte afstand in de ruimte chroom-6 vrijkomt. Door de jaren heen zijn bij KLM diverse onderzoeken uitgevoerd die gericht waren op deze vorm van indirecte blootstelling. Hieronder wordt een aantal voorbeelden genoemd.

In 2016 is een onderzoek verricht in en rond de decobaai in Hangaar 14, tijdens intensieve schuur- en spuitactiviteiten (ref 17). Bij het schuren kwamen alle stationaire metingen in de baai en de ruimtes erom heen op een resultaat onder de detectielimiet uit. In hetzelfde onderzoek was bij het spuiten sprake van een ander beeld. Op één van de twee meetdagen is in de baai een achtergrondconcentratie van 15 microgram/m^3 bemeten en in het kantoor een waarde van 0,5 microgram/m^3. Op de andere meetdag lagen vrijwel alle achtergrondconcentraties onder de detectielimiet.

Uit diverse recente onderzoeken uit de laatste jaren (onder andere ref 108, 128, 129, 131) blijkt dat bij schuren of verspanend werk op een afstand van 3 meter of meer van de bron geen sprake is van een verhoogde achtergrondconcentratie.

In het verleden zijn wel situaties voorgekomen dat intensief schuurwerk zonder goede afzuiging in relatief kleine ruimtes hebben geleid tot een verhoogde achtergrondconcentratie. Zo zijn in onderzoek uit 1998 en 2000 in de schuurruimte van de schilders van Component Services achtergrondconcentraties chroom-6 tot 10 microgram/m^3 met uitschieters naar 30 microgram/m^3 bemeten (ref 43 en 44). Dit was een extreme situatie, waarin veel werd geschuurd zonder goede afzuiging in een relatief kleine ruimte.

Om een idee te krijgen hoe hoog de chroom-6 concentraties zijn door het opwervelen van neergeslagen spuit- en schuurstof, is een onderzoek verricht in decobaai in hangaar 14, voor deze ontmanteld werd. In het onderzoek is het achtergebleven stof door middel van bladblazers in de lucht gebracht. Vervolgens zijn op 18 plaatsen metingen gedaan naar de chroom-6 concentratie in de lucht. Alle resultaten lagen ruim onder 1 microgram/m^3. (ref 147)

Op basis van onderzoeken, andere documenten, interviews en observaties wordt op de volgende plaatsen verwacht dat de achtergrondconcentraties chroom-6 in bepaalde situaties boven de 0,1 microgram/m^3 lagen:

- Decobaai H14 en het aanliggende kantoor
- Schilderswerkplaats CS voorruimte
- Schildersafdeling REPA
- Schildersafdeling H11
- Hangaar 8 (vanwege heel veel schuurwerk in vrij kleine ruimte en het ontbreken van werkplaatsen)
- Hangaar 11 (vanwege heel veel schuurwerk en soms spuitwerk)
- H5 (oud) bij groot onderhoud (Transavia)
- H6 bij groot onderhoud (Martinair)

Doordat de momenten met een verhoogde chroom-6 concentratie afgewisseld werden met langere perioden met zeer lage (niet meetbare) chroom-6 concentraties, en doordat mensen niet permanent in deze situaties en ruimtes verbleven, zal de gemiddelde blootstelling aan chroom-6 door alleen blootstelling aan deze vorm van achtergrondconcentraties ruim beneden de 1 microgram/m^3 geweest zijn.

De tweede situatie betreft de achtergrondconcentraties door het werken dichtbij anderen die chroom-6 houdende lagen bewerken of chroom-6 houdende verf spuiten. Dit komt voor bij GWK's/monteurs als zij bijvoorbeeld dichtbij plaatwerkers en schilders werken. Deze situatie is gemeld voor Airframe en RJC/Martinair bij het uitvoeren van onder meer de C-checks en bij Engine Services door positionering van werkbanken van lassers en bankwerkers direct tegen elkaar aan (in gebouw 400).

Bij intensief schuren of spuiten kan in de nabije omgeving tijdelijk een verhoogde concentratie chroom-6 optreden (tot net boven 10 microgram chroom-6/m^3). Deze situatie heeft zich in het verleden geregeld voorgedaan bij Airframe in de periode dat hangaar 14 nog niet in gebruik was. Bij Martinair/RJC en Transavia werd in de periode tot globaal 2010 incidenteel een vliegtuig gespoten in de hangaar, waarbij omstanders blootgesteld werden aan verfdeeltjes bij het schuren en spuiten. De gemiddelde dagbelasting aan chroom-6 zal door de beperkte tijdsduur dat men in een dergelijke situatie aanwezig is onder 1 microgram/m^3 chroom-6 blijven.

4.3 Beoordeling blootstellingkarakteristiek

Bepaalde gezondheidseffecten kunnen optreden na een kortdurende blootstelling aan verhoogde concentraties chroom-6. Het RIVM vermeldt een relatie tussen een herhaalde verhoogde kortdurende blootstelling boven 20 microgram/m^3 chroom-6 en chronische luchtwegklachten. (RIVM 2018) Op basis van taakgerichte metingen is een analyse gemaakt van de taken waarbij de blootstelling kortdurend boven de 20 microgram/m^3 komt. Hierbij is voor kortdurend een duur van ongeveer 15 minuten aangehouden.

Bij de volgende taakmetingen zijn resultaten boven 20 microgram/m^3 vastgesteld:

Taak	**Aantal taakmetingen**	**Gemiddeld (AM)**	**Min en max microgram/m^3**
Verf spuiten	58	602	2,6 – 2000
Verflagen schuren, slijpen	59	23	0,1 – 236
Plasma spuiten	13	386	4 – 3735
Verflagen matteren	3	9	1,6 – 24
Handmatig gritten	3	23	10 - 39

Tabel 3 Overzicht taakgerichte metingen met waarden boven 20 microgram/m^3 chroom-6

De gemeten waarden betreft metingen buiten de adembescherming.

Uitsplitsing van de metingen laat zien dat bij het schuren de meetwaarden in de TNO-cabine doorgaans een taakblootstelling beneden 1 microgram/m^3 geven. Voordat de TNO-cabines in gebruik werden genomen werd aan de werkbank geschuurd en was alleen lokale afzuiging aanwezig. In die situatie lag de gemiddelde gemeten taakblootstelling rond 20 microgram/m^3.

De taakmetingen voor het spuiten zijn uitgevoerd tussen 1994 en 2016.

Alle taakmetingen voor plasmaspuiten zijn uitgevoerd in 1998. Deze situatie is daarmee niet meer representatief voor de situatie na 2004 (toen Engine verhuisd is naar gebouw 410).

Piekblootstelling kan ook blijken uit de functiemetingen, waarbij de gemiddelde waarde boven de 20 microgram/m^3 ligt.

Deze meetwaarden komen voor bij:

- Verfspuiter (verfspuiten bij deco, werkplaats en engine)
- Plasma spuiter (plasma spuiten)
- Plaatwerker (spuiten, schuren)
- Lasser/bankwerker (lassen)
- Medewerker wasserij (handmatig gritten).

4.4 Beoordeling huidblootstelling en ingestie

De huidblootstelling is beoordeeld op basis van de gegevens over de werkprocessen en chroom-6 houdende materialen. Daarnaast is op basis van de interviews beoordeeld in welke mate huidbescherming gedragen is.

Huidblootstelling kan zijn opgetreden bij alle functionarissen die direct in aanraking zijn geweest met chroom-6 tijdens door hen zelf uitgevoerde taken. Gebleken is dat handschoenen heel wisselend gebruikt zijn, waardoor huidblootstelling door het gebruik van handschoenen weliswaar verminderd is, maar zeker niet voorkomen is. Bij medewerkers die incidenteel of gering blootgesteld zijn, is wel in een aantal gevallen sprake van blootstelling aan chroom-6 op de huid. Dit komt onder meer voor bij taken die geen stof vormen, maar wel tot blootstelling op de huid leiden. Voorbeelden zijn het toepassen van chroom-6 houdende sealants, die tot voor kort vaak zonder handschoenen glad gestreken werden onder meer door GWK's. Bij het toepassen van primer of alodine met een kwast of roller kan eveneens contact met de huid optreden.

Daarnaast kan ook bij werkzaamheden rond de galvano of wasserij huidblootstelling optreden bij een geringe inhalatoire blootstelling aan chroom-6.

Ingestie treedt op bij hoge inhalatoire blootstelling aan chroom-6. Daarom is de verwachting dat alle medewerkers die blootgesteld zijn aan chroom-6 boven 1 microgram/m^3 via inademing ook via ingestie blootgesteld zijn.

Ingestie kan ook optreden door gebrekkige hygiëne in combinatie met huidblootstelling. Uit de interviews komt naar voren dat in de periode tot 2002 er weinig aandacht was voor blootstelling aan chroom-6. Vanaf dat moment is er enige aandacht geweest voor het beperken van eten en drinken op de wekvloer. In de periode tot 2016 was er bij KLM en RJC wel enige aandacht voor hygiëne in het werk, maar hebben de medewerkers de aandacht als beperkt ervaren en geven ze zelf aan weinig zorgvuldig omgesprongen te zijn met de persoonlijke hygiëne. Vanaf 2016 is er intensief aandacht besteed aan de risico's van chroom-6 en is ook aandacht besteed aan de persoonlijke hygiëne. Medewerkers geven aan vanaf dat moment wel bewust aandacht te besteden aan het voorkomen van besmetting van zichzelf en de omgeving met chroom-6.

Bij Transavia is aandacht voor gevaarlijke stoffen vanaf ongeveer 2010 opgenomen in het instructieprogramma. Medewerkers geven aan dat men vanaf die periode bewust omgaat met de persoonlijke hygiëne. Voor die tijd (vanaf 1992) waren de voorzieningen ook al op een logische plek aanwezig en maakte men daar ook gebruik van. De huidblootstelling binnen Transavia was dan ook gering.

4.5 Beoordeling blootstelling omstanders

Binnen de onderhoudsbedrijven van de KLM-groep is er sprake van een grote groep functies die ondersteunende activiteiten verrichten volledig of grotendeels vanuit kantoor. De betreffende functionarissen zullen dan ook niet of op een minimaal niveau blootgesteld zijn aan chroom-6.

Uit onderzoek naar de indirecte blootstelling (par. 4.2) kwam al naar voren dat deze vaak gering is voor omstanders door de afstand van de bron en de beperkte tijdsduur. Medewerkers die incidenteel in de productie omgeving kwamen en niet direct betrokken waren bij het uitvoerend werk deze, zijn

doorgaans blootgesteld op een verwaarloosbaar niveau. Het betreft alle administratieve kantoorfuncties. Functionarissen die af en toe wel echt bij productieactiviteiten aanwezig moesten zijn (engineers, kwaliteitsfunctionarissen, management, magazijn medewerkers) kunnen enige blootstelling hebben gehad aan chroom-6. Uit de rapporten en interviews is naar voren gekomen dat de frequentie en duur van de aanwezigheid zodanig beperkt was, dat over het algemeen sprake is van een verwaarloosbare blootstelling aan chroom-6.

De blootstelling van de leidinggevende van de decoschilders en de leidinggevende van werkplaatsschilders wordt niet als verwaarloosbaar gezien. Zij waren regelmatig aanwezig op plaatsen met een verhoogde achtergrondconcentratie chroom-6.

5 Overwegingen en discussie

Doelstelling van het onderzoek was om de historische blootstelling aan chroom-6 binnen de KLM-groep in kaart te brengen voor de periode tussen 1970 en 2021. De resultaten geven een schatting van de blootstelling per functie voor de betreffende periode. Gedurende het onderzoek zijn een aantal aandachtspunten naar voren gekomen die van invloed zijn van de kwaliteit van de totale schatting van de blootstelling aan chroom-6 voor de periode 1970 – 2021.

Ontwikkeling in chroom-6 houdende producten en processen

Huidige producten die chroom-6 bevatten zijn goed in beeld en geven en goede indruk van de momenten waarop deze gebruikt worden in het onderhoudsproces. Dergelijke informatie is niet voor de volledige periode sinds de jaren 70 terug te vinden.

Er is wel zicht op de wijze van gebruik van productgroepen als primers, sealant en alodines. De mate waarin chroom-6 houdende producten door de jaren heen toegepast werden is redelijk in kaart te brengen.

Overall is duidelijk te zien dat de mate van toepassen van chroom-6 houdende producten sterk afgenomen is. Te zien is dat het gebruik van chroom-6 bevattende producten vanaf ongeveer het jaar 2000 langzaam teruggelopen is. De mate van blootstelling bij het verwerken van oude verflagen is minder duidelijk, zeker op momenten dat vliegtuigen van derden in onderhoud genomen zijn. Het is dan niet altijd duidelijk of de lagen chroom-6 bevatten.

Helaas is het ook nu nog nodig om producten of processen toe te passen waarbij chroom-6 vrij kan komen.

Blootstellingsmetingen

Er zijn blootstellingsmetingen uitgevoerd naar chroom-6 bij een aantal functies en taken in een aantal jaren. Hiermee is zeker geen volledig beeld van de blootstelling per functie vast te stellen op basis van de meetgegevens.

De beschikbare meetwaarden zijn in verschillende onderzoeken verkregen. In de periode van 1991 tot 1998 betrof het gedeeltelijk onderzoeken waarbij niet chroom-6, maar chroom totaal gemeten is. De gemeten luchtconcentraties chroom-totaal zijn omgezet in concentraties chroom-6 op basis van een factor 3,1:1 tussen chroom-totaal en chroom-6 zoals die is afgeleid binnen het internationale SYNERGY-project (Peters et al., 2016). In andere onderzoeken zijn andere omrekeningsfactoren gehanteerd, voor lasrook variëren die per lasproces tussen 2 en 5 (Vincent et al, 2015). De toegepaste omrekeningsfactor van 3,1 lijkt een passende middenweg in de beschikbare omrekeningsfactoren.

De gevonden waarden liggen zeker in het verleden ruim boven de huidige, en soms ook boven de toenmalige grenswaarden. De gevonden waarden liggen in dezelfde orde van grootte als de waarden die in andere onderzoeken naar voren gekomen zijn. In deze andere onderzoeken liggen de gemiddelde blootstellingen voor gritten van rond de 10, voor schuren tussen 5 en 50 en voor spuiten tussen 80 en 200 microgram/m^3 (Vincent et. al, 2015; Carlton, 2000, Tauw, 2002).

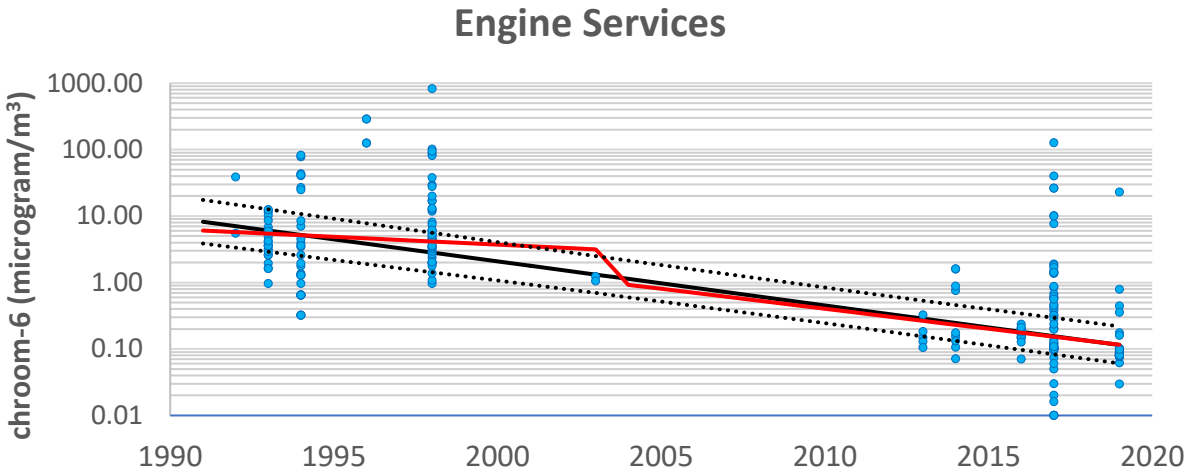
Ook voor functies met intensieve blootstelling aan chroom-6, zoals schilders en plaatwerkers, zijn slechts voor een deel van de relevante periode meetwaarden beschikbaar (van 1995 – 2019). Hierdoor is maar voor een deel van de periode van 1970 tot heden de blootstelling te schatten op basis van de meetwaarden.

Voor RJC zijn pas blootstellingsmetingen naar chroom-6 beschikbaar vanaf 2018 en voor Transavia zijn geen metingen beschikbaar. Bij RJC is in 2016 een oriënterend onderzoek gedaan met een direct afleesbare stofmeter (dusttrack). Hierbij is de blootstelling aan chroom-6 geschat op basis van het gehalte chroom-6 in het product, waarbij kortdurende taakmetingen verricht zijn. De resultaten uit dit onderzoek zijn niet meegenomen als meetwaarden in het statistisch model. Deze waarden zijn wel gebruikt om verhouding van de blootstelling voor de functies bij RJC te relateren aan die binnen KLM.

Blootstellings schatting

De schattingen zijn uitgevoerd met een lineair mixed model. Hierbij is een totaal model gemaakt voor de ontwikkeling in de blootstelling aan chroom-6 binnen de KLM-groep. Het model kan alleen een goede schatting geven voor de functies en periodes met metingen. Aanname is dat de ontwikkelingen in de blootstelling binnen de diverse functies een gelijke ontwikkeling doormaken. In grote lijnen zal dat zo zijn. In de loop der jaren zijn bij alle werkzaamheden de beheersmaatregelen verbeterd. Het betreft in eerste instantie de vermindering van producten en processen waarbij chroom-6 vrijkomt. Daarnaast zijn lokale maatregelen, zoals het toepassen van automatische systemen (bijvoorbeeld plasmarobots met scheiding mens en bron), afgezogen gereedschappen en lokale afzuiging steeds meer toegepast. Ook de ruimtelijke afzuiging is in de loop van tijd sterk verbeterd, waarbij de introductie in 2002 van de TNO-cabines voor lassen, schuren en bankwerken een grote bijdrage heeft geleverd. In het model is dan ook te zien dat er sprake is van en aanzienlijke daling in de blootstelling, oplopend tot ruim 10% per jaar.

In eerste instantie leek het passend om de blootstelling in te schatten voor periodes waarin de situatie binnen een unit ongeveer gelijk bleef, een vorm van stabiele periodes. Deze zouden samen kunnen vallen met de ontwikkelingen op hoofdlijnen (par 3.3.2). Zo leek de situatie tot 2003 waarbij KLM Engine services in gebouw 400 opereerde een keerpunt naar de nieuwe stabiele periode in gebouw 410 met alle aanvullende maatregelen. Naast de ontwikkeling door de verhuizing zijn er echter nog een veelheid aan factoren die van invloed zijn op de hoogte van de blootstelling (bijvoorbeeld ontwikkelingen in producten of werktechnieken). Vanuit het lineair mixed model is te zien dat splitsen van metingen in deze twee perioden geen groot verschil laat zien. Blijkbaar is het totaal aan ontwikkelingen in de tijd bepalender dan het markeerpunt van de verhuizing. Het toepassen van het lineair mixed model zonder onderverdeling in perioden lijkt dan ook een adequate schatting te geven.



Afbeelding 12: *Vergelijking stabiele periode met algemene tijdlijn (rode lijn: trendlijn oude locatie (-5% per jaar) (van 6 microgram/m³ naar 3 microgram/m³), trendlijn nieuwe locatie start lager en daalt scherper (-13% per jaar) (van 0,9 microgram/m³ naar 0,1 microgram/m³); echter de gewijzigde trend valt grotendeels binnen het betrouwbaarheidsinterval van de trend over alle data (zonder knip) (-14% per jaar)*

Kanttekening is dat de meetstrategie in de loop van jaren aangepast is. Tot 2015 was de aanleiding om te meten veelal de onderbouwing voor een technische verbetering. Hierdoor werden de onderzoeken destijds verricht op dagen met relatief veel taken met blootstelling aan chroom-6.

Na 2015 werden de metingen gericht op het verkrijgen van een objectief beeld van de blootstelling en werd op willekeurige dagen gemeten. Daarbij kwam het veel vaker voor dat metingen uitgevoerd zijn op dagen dat er niet of nauwelijks taken uitgevoerd werden met blootstelling aan chroom-6.

Het rekenen met een geometrisch gemiddelde in een lognormale verdeling (GM) resulteert in relatief lage waarden, voor situaties waarbij hoge blootstelling incidenteel voorkomt. Omrekenen naar het rekenkundig gemiddelde is daarom nodig om een inschatting te kunnen maken van de cumulatieve blootstelling waar iemand aan blootgesteld wordt.

Het omrekenen van geometrisch gemiddelde naar rekenkundig gemiddelde vindt plaat op basis van de geometrische standard deviatie (GSD). Op basis van het blootstellingsmodel kon geen eenduidige GSD worden geschat en dus is een GSD gekozen die zo goed mogelijk aansluit bij de karakteristiek van de gevonden meetwaarden en de omgeving waarin die verkregen is. In de literatuur (Kromhout et al, 1993) is een aantal onderverdelingen gemaakt op basis van het soort werk in een branche. Voor de situatie bij KLM zouden passend kunnen zijn:

- Blootstelling deeltjes in een niet chemisch bedrijf
- Intermitterend werk
- Werk bij lokale of ruimtelijke afzuiging.

Gezien de aard van het werk waarbij in de meeste gevallen elke dag diverse klussen opgepakt worden met een zeer wisselend niveau van blootstelling, is gekozen voor de GSD behorend bij intermitterend

werk. Dit leidt tot een omrekeningsfactor van 2,3 van geometrisch gemiddelde (GM) naar rekenkundig gemiddelde (AM).

Extrapolatie naar functies

Voor functies waar geen metingen voor beschikbaar waren, is op basis van het takenpakket gekeken of er een andere functie was met meetgegevens met vergelijkbare taken. Op basis van de geschatte duur en omstandigheden is in overleg tussen de betrokken onderzoekers in consensus een omrekeningsfactor vastgesteld. De blootstellingsmatrix is voor deze functies ingevuld met de omgerekende blootstellingswaarden, vooral op basis van duur van uitvoering vergelijkbare taken.

Extrapolatie voor de periode 1970 - 1991

De eerste optie voor de extrapolatie van de blootstellingsschatting is het (exponentiële) model verder door te rekenen tot 1970. Dit gaf echter onrealistisch hoge schattingen van de blootstelling, vandaar dat gezocht is naar een alternatieve methode.

Voor de periode 1970 - 1991 is de blootstelling ingeschat op basis van de veranderende omstandigheden in deze periode. Deze veranderingen zijn in kaart gebracht middels rapporten en interviews. Voor 1990 zijn geen rapportages van metingen of arbo-onderzoeken beschikbaar, waardoor alle informatie verkregen is vanuit de interviews ondersteund met oude foto's.

Bij het uitvoeren van meerdere interviews bleek het voor veel ex-medewerkers lastig om precies een historische ontwikkeling in het werk aan te geven. Zowel de exacte verdeling van taken over de dag als de jaren waarin veranderingen plaatsgevonden hadden, bleek niet eenvoudig te reproduceren. Dit is heel begrijpelijk, aangezien de perioden waarover deze vragen gesteld werden vaak meer dan 30 jaar terug in de tijd liggen. Het best leek men in staat om de beginjaren van het werk te beschrijven. Deze beginperiode lag vaak tussen 1980 en 1990. De ontwikkeling in de omschrijving van taken en omstandigheden is vertaald naar voor de blootstelling relevante aspecten. Kenmerkende elementen in de ontwikkeling zijn onder andere de tijdsduur van taken met blootstelling, de grootte van de ruimten waarin gewerkt is, het toepassen van lokale afzuiging en de afstand tussen de medewerkers tijdens het uitvoeren van werkzaamheden.

Beginpunt van extrapolatie is de schatting van de blootstelling uit het statistisch model in 1991. De blootstelling aan chroom-6 in de periode daarvoor is op basis van de veranderde omstandigheden berekend met de factoren die Stoffenmanager hanteert om de blootstelling te schatten (zoals grootte van de ruimte, lokale afzuiging). De gehanteerde factoren uit stoffenmanager geven een exacte waarde, die feitelijk aanzienlijk kan variëren. Het verschil tussen geschatte blootstelling met stoffenmanager en gemeten waarden kunnen vel factoren uit elkaar liggen (Koivisto, 2021). De te kiezen variabelen worden generiek toegepast, terwijl de aard van blootstelling en omstandigheden in de praktijk grote invloed kunnen hebben op de werkelijke blootstelling. (Koivisto, 2021) De grootste afwijking in stoffenmanager lijkt te liggen in de mate van vrijkomen van stof of damp. Deze factor is in dit onderzoek niet toegepast. Ook de factoren voor lokale beheersmaatregelen en ventilatie lijken niet altijd een optimale schatting te geven van de blootstelling in de praktijksituatie.

Het spreekt voor zich dat de mate van onzekerheid rond de ingeschatte blootstelling in de periode verder terug in de tijd sterk toeneemt. De bandbreedte van de ingeschatte blootstelling voor de periode

tussen 1970 en 1990 is dan ook zodanig, dat het resultaat verder terug in de tijd steeds meer als een orde van grootte dan als vast getal gebruikt zou moeten worden.

Blootstelling overige activiteiten

Voor een aantal overige functies als facilitaire taken, het laboratorium en afvalverwerking bij het KMC en salvation zijn geen meetgegevens voor chroom-6 beschikbaar en zijn de taken ook niet vergelijkbaar met taken die binnen het vliegtuigonderhoud uitgevoerd worden. Ook is sprake van grote individuele verschillen tussen medewerkers die binnen het taakveld van de overige functies werkzaamheden uitvoeren. Een onderbouwde inschatting van de blootstelling door de jaren heen is op basis van dit onderzoek niet te geven. Mogelijk kan op basis van een interview met de betrokkenen voldoende informatie verkregen worden om op individueel niveau voldoende inzicht te krijgen of er sprake is van blootstelling aan chroom-6 door de jaren heen.

Persoonlijke beschermingsmiddelen

Blootstellingsmetingen vinden plaats buiten de adembescherming. Ook de verdere inschattingen van de blootstelling hebben plaatsgevonden zonder rekening te houden met het gebruik van adembescherming.

Het risico op longkanker zoals beschreven door de Gezondheidsraad is eveneens gebaseerd op metingen die in het verleden buiten de adembescherming uitgevoerd zijn (Gezondheidsraad 2016).

Het meerekenen van de adembescherming als beheersmaatregel is alleen passend als adembescherming effectief is en consequent toegepast wordt. Uit de rapporten en interviews is een beeld naar voren gekomen dat medewerkers zich pas de laatste jaren echt bewust zijn van de risico's van het werken met chroom-6.

Voor die periode werd door een deel van de medewerkers trouw adembescherming gedragen, maar ook door een aanzienlijk deel niet of niet altijd. Ook bij de medewerkers die adembescherming gebruikten bleek de kennis over het toepassen van de juiste filters en het tijdig vervangen van de filters onvoldoende. Bij de schatting van de blootstelling is om deze redenen niet gecorrigeerd voor gebruik van de adembescherming. In de periode vanaf 2016 zien we een meer structureel gebruik van adembescherming en zou een correctie toegepast kunnen worden. Dit is echter niet gedaan, omdat er ook nog tekortkomingen geconstateerd worden (zoals geen fittest, onvoldoende vervangen van filters). Pas als ook dat op orde is, kan de adembescherming als volwaardige beheersmaatregel meegenomen worden.

Huidblootstelling

Uit interviews met medewerkers is naar voren gekomen dat medewerkers veel zorg hebben vanwege hun aanwezigheid in en ruimte waar chroom-6 bevattend stof op de vloer en de werkplekken ligt. Met name de huid komt veelvuldig in contact met dit mogelijk chroom-6 bevattend stof. Chroom-6 op de huid kan met name lokale effecten initiëren. Er is op basis van de literatuur minimale opname via de huid te verwachten.

Blootstellingen aan andere stoffen

Zowel in de vragenlijsten als in de interviews is door de medewerkers hun zorg uitgesproken over blootstelling in het verleden aan andere producten. Met name de producten voor het afbijten van de verf en de oplosmiddelen in de verf zijn veelvuldig benoemd. Daarnaast is vanuit het motoronderhoud aangegeven dat ook blootstelling aan andere metalen dan chroom-6 optreedt (b.v. cadmium, lood en nikkel). Aandacht voor deze blootstellingen past niet binnen het kader van dit onderzoek. Daarmee wordt ook de zorg van de medewerkers niet weggenomen.

6 Conclusie

Uit het onderzoek op basis van meetgegevens en informatie over de uitgevoerde werkzaamheden is duidelijk gebleken dat een aantal functies binnen KLM-groep in de periode vanaf 1970 structureel blootgesteld is aan chroom-6. Een job exposure matrix per functie met de schatting van de gemiddelde blootstelling per jaar voor de periode 1970 -2021 is weergegeven in bijlage 7.

Op basis van het gehanteerde statistisch model is, voor de periode dat metingen beschikbaar zijn, te zien dat de gemiddelde blootstelling in de periode tussen 1991 en 2019 binnen KLM , aanzienlijk gedaald is. Voor diverse functies heeft dit geleid tot een daling tot onder 1 microgram/m^3 en voor een aantal zelfs tot een niveau tot onder de actuele detectielimiet van 0,1 microgram/m^3 bij een meetduur van 8 uur.

Op basis van de ingeschatte blootstelling voor 1990 is te zien dat de hoogte van de blootstelling aan chroom-6 is voor diverse functies lange tijd hoger geweest zal zijn dan de actuele grenswaarde van 1 microgram/m^3. Geschat wordt dat de maximale chroom-6 blootstelling in 1970 net boven 400 microgram/m^3 geweest kan zijn.

Voor RJC en Transavia waren geen meetgegevens over een langere periode beschikbaar. Aangenomen is dat de blootstelling een vergelijkbare trend heeft gehouden als de blootstelling bij functies met een overeenkomstig takenpakket binnen KLM op basis van relatief parallelle technologische ontwikkelingen in de toepassing van chroom-6 houdende materialen en verven in het vliegtuigonderhoud.

In het algemeen geldt dat voor de periode tussen 1970 en 1991 geen meetgegevens beschikbaar zijn. Daarom is een schatting gemaakt van de blootstelling aan chroom-6 op basis van het takenpakket en de omstandigheden. Hiermee is de orde van grootte van de blootstelling voldoende inzichtelijk gemaakt. De geschatte blootstelling moet gezien worden als een globale schatting en kan niet als absolute waarde gezien worden. De reconstructie moest immers gemaakt worden op basis van interviews waarin mensen hun takenpakket en werkomstandigheden van lang geleden moesten schetsen.

De ontwikkelingen binnen **KLM E&M** laten zien dat zeker in de periode tot 1991 weinig bewustzijn was over de risico's van blootstelling aan chroom-6. Het gebruik van beheersmaatregelen was met name gericht op schadelijke dampen en minder op de chroom-6 bevattende stofdeeltjes. Bij spuitwerkzaamheden is tussen 1970 en 1991 dan ook afzuiging geïntroduceerd en verbeterd. De eerste aandacht voor blootstelling aan chroom-6 ontstond met de introductie van de arbeidshygiëne binnen KLM. Metingen in de periode 1991 – 1995 lieten zien dat er op sommige plaatsen sprake was van normoverschrijding van de toenmalige grenswaarde. Binnen KLM is vanaf 2002 een programma opgezet voor verdere reductie van de blootstelling. Dit heeft geleid tot de introductie van afgezogen handgereedschap en cabines met een push-pull ventilatie voor schuren en lassen en robotisering van het plasmaspuiten. Ook is vanaf dat moment extra aandacht besteed aan het zoeken naar vervangende producten voor chroom-6. Dit heeft geleid tot het uitfaseren van chroom-6 bevattende topcoats op KLM-vliegtuigen. Omdat de chroom-6 houdende verf nog wel toegepast werd in primer, en in topcoat voor externe klanten, is verminderen van de blootstelling een langdurig traject. Het lijkt erop dat vanaf 2018 met de hernieuwde aandacht de blootstelling aan chroom-6 en het uitbesteden van bepaalde werkzaamheden voor vrijwel alle functies tot onder de 1 microgram/m^3 gedaald is.

Voor **RJC/Martinair** is er in de tijd dat de werkzaamheden uitgevoerd werden in hangaar 6 (tot 1993) sprake geweest van blootstelling aan chroom-6 bevattend schuurstof en spuitnevel bij de plaatwerkers en schilders door de beperkte kwaliteit van de afzuiging en de kleine shops. De blootstelling voor deze functies wordt ingeschat ver boven de 1 microgram/m^3. Na de verhuizing naar hangaar 32 (in 1993) is de blootstelling voor de schilder en plaatwerkers gedaald door de ruimere shop (minder werk in de hangaar) en de verbeterde spuitcabine. Toch is de concentratie voor deze functie pas gedaald tot onder 1 microgram/m^3 na aanpassing van de shops in hangaar 73 en uitfaseren van de C-check in 2017/2018. Bij RJC/Martinair zijn in het verleden tijdelijke situaties geweest met verhoogde blootstelling aan chroom-6 bij het ombouwen van toestellen van pax naar vracht (in hangaar 4) en bij het onderhoud van grond equipment (in hangaar 6).

Binnen **Transavia** werden in de oude hangaar 5 grotere schilder klussen uitgevoerd. Hierbij werden anderen die in de hangaar werkten blootgesteld aan chroom-6 bij schuren en spuiten. In welke mate dit plaats vond is moeilijk in te schatten. Omdat alle intensieve plaatwerkreparatie groter dan 10 * 10 cm uitbesteed zijn, zijn de GWK's/monteurs na 1993 in geringe mate blootgesteld aan chroom-6.

Tot 1998 werden de wielen en onderstellen door Transavia zelf onderhouden. Hierbij werden de medewerkers tijdens het schuren en spuiten en in mindere mate gritten, blootgesteld aan chroom-6. Op grond van de omstandigheden zal sprake geweest zijn van blootstelling aan chroom-6 boven 20 microgram/m^3 (piekblootstelling).

Er is daarnaast gekeken naar **taken niet direct binnen het vliegtuigonderhoud**, onder meer vanuit het vroegere KLM Facility Services, bestaande uit het werk in het milieucentrum (KMC), salvation afdeling ES, het laboratorium en bij projecten In het milieucentrum kan bij het verwerken van chroom-6 houdende afvalstoffen en het reinigen van de omgeving met chroom-6 bevattend slib kortdurend een blootstelling aan chroom-6 optreden. Hierbij kan kortdurende een piekblootstelling tot boven 20 microgram/m^3 (piekblootstelling) opgetreden zijn. Omdat dergelijke taken maar incidenteel en kortdurend uitgevoerd zijn ligt de gemiddelde dag-blootstelling ruim onder 1 microgram/m^3.

Bij salvation is binnen diverse projecten naar verwachting en verhoogde blootstelling aan chroom-6 mogelijk geweest met in bepaalde periodes daggemiddelde die gezien de taken en omstandigheden boven 1 microgram/m^3 gelegen zullen hebben. Voor de overige dienstverlenende taken is door de diversiteit aan activiteiten en locaties geen inschatting te geven van de blootstelling aan chroom-6.

Veel werknemers zijn als **omstander** incidenteel in een omgeving geweest, waar chroom-6 vrij kon komen. Op basis van meetwaarden op enkele meters afstand van de bron en de verblijfduur die de werknemers daadwerkelijk in de omgeving van werk met chroom-6 blootstelling aanwezig waren, komt naar voren dat de gemiddelde blootstelling aan chroom-6 voor deze groep medewerkers lager is dan 0,1 microgram/m^3.

7 Literatuur

Documenten Defensie

Deelrapporten over blootstelling, gezondheidseffecten en risicobeoordeling van blootstelling

Meer, N. van der, Zaat, V., Houba, R., Kromhout, H. Eindrapport WP4 Blootstelling. Blootstelling aan chroom-6 op de NL-POMS-sites 1984-2006. Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht, 2018. ISBN/EAN: 978-90-393-6994-4.

Palmen, N.G.M., Geraets, L., Burg, W. ter, Bos, P.M.J., Hessel, E.V.S., Staal, Y.C.M., Ezendam, J., Piersma, A.H. Gezondheidseffecten en risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 op de POMS-locaties van Defensie. RIVM-Rapport 2018-0053.

Hessel, E.V.S., Braver, S. den, Ezendam, J., Staal, Y.C.M., Piersma, A.H., Palmen, N.G.M., Weijgert, V. van de, Burg, W. ter. Nadelige gezondheidseffecten en ziekten veroorzaakt door chroom-6. Actualisatie van de wetenschappelijke literatuur en de risicobeoordeling voor strottenhoofdkanker bij de POMS-locaties. RIVM-Rapport 2020-0019.

Beerlage, M.A.M., Zock, J.P., Rijs, K.J., Bogers, R.P., Slootweg, J. en Poll, R. van, Onderzoek naar blootstelling aan chroom-6 en arbeidsomstandigheden op Defensielocaties, Periode 1970-2015, RIVM-rapport 2021-0066.

Documenten tROM (Tilburg)

Deelrapporten over blootstelling en risicobeoordeling van blootstelling

Meer, N. van der, Zaat, V., Houba, R., Kromhout, H., Blootstelling aan chroom-6 bij het re-integratieproject tROM (2004-2010), Institute for Risk Assessment Sciences, Universiteit Utrecht, 2018. ISBN/EAN: 978-90-393-7088-9.

Burg, W.ter, Palmen, N.G.M., Geraets, L. en Bos, P.M.J., Risicobeoordeling van blootstelling aan chroom-6 binnen het re-integratieproject tROM, RIVM Rapport 2018-0167.

Analysis of Alternatives opgesteld ten behoeve van aanvraag tot geautoriseerd gebruik in het kader van REACH bij ECHA

Analysis of Alternatives, Non-confidential report, 0046.2-AA **strontium chromate,** CCST Consortium, submitted by AKZO Nobel Car Refinishes B.V., substance Strontium chromate, CAS 7789-06-2, Use title: A*pplication of paints, primers and specialty coatings containing Strontium chromate in the construction of aerospace and aeronautical parts, including aeroplanes / helicopters, space craft, satellites, launchers, engines, and for the maintenance of such constructions, as well as for such aerospace and aeronautical parts, used elsewhere, where the supply chain and exposure scenarios are identical.*

Analysis of Alternatives, Non-confidential report, 0096.01-AA **chromium trioxide**, CAS 1333-82-0, GCCA consortium, submitted by Haas Group International SCM Ltd, substance: chromium trioxide, Use title: *Use of chromium trioxide for chemical conversion and slurry coating applications by aerospace companies and their suppliers.*

Overige literatuurreferenties

Carlton (2000): Carlton, G.N. and England, E.C., Aircraft Corrosiun Control: Assessment and Reduction of Chromate Exposures, Report Nr. IERA-RS-BR-TR-2000-0004, Air Force Institute for Environment, Safety and Occupational Health Risk Analysis, Brooks Air Force Base, TX (June 2000).

Gezondheidsraad (2016): Health Council of the Netherlands, Hexavalent chromium compounds, Health-based recommendation on occupational exposure limits, Advisory report, Dutch Expert Committee on Occupational Safety (DECOS), a Committee of the Health Council of the Netherlands, No 2016/13E, September 30, 2016.

Koivisto (2021) Antti Joonas, Michael Jayjock, Kaarle J. Hämeri,Markku Kulmala, Patrick Van Sprang, Mingzhou Yu, Brandon E. Boor,Tareq Hussein, Ismo K. Koponen, Jakob Löndahl, Lidia Morawska,

John C. Little and Susan Arnold,: Evaluating the Theoretical Background of STOFFENMANAGER® and the Advanced REACH Tool, Annals of Work Exposures and Health, 2021, 1–17

Kromhout (1993): Kromhout, H., Symanski, E. and Rappaport, S.M., A Comprehensive Evaluation of Within- and Between-Worker Components of Occupational Exposure to Chemical Agents, Ann. Occup. Hyg, Vol. 37, 253-270 (1993).

Larese (2008), Francesca Larese, FilonaFlavia, D'AgostinaMatteo, Croserab, Gianpiero, Adamib, Massimo Bovenzia, Giovanni Mainac; Toxicology in Vitro Volume 22, Issue 6, September 2008, Pages 1562-1567; In vitro percutaneous absorption of chromium powder and the effect of skin cleanser.

Peters (2016): Peters, S., Vermeulen, R., Portengen, L., Olsson, A., Kendzia, B., Vincent, R., Savary, B., Lavoue', J., Cavallo, D., Cattaneo, A., Mirabelli, D., Plato, N., Fevotte, J., Pesch, B., Bruening, T., Straif, K. and Kromhout, H., SYN-JEM: A Quantitative Job-Exposure Matrix for Five Lung Carcinogens, Am. Occup. Hyg., 2016, Vol. 60, 795-811.

Scientific Committee Health and Environmental Risks (2015): Opinion on Chromium VI in toys

Tauw (2002): Werkterreinanalyse Chroom en Chroomverbindingen, Nieuwland, J.C.W., Boeckhout, C.I., Zaat, V.A.C., Tauw, Deventer, januari 2002.

Verbist (2011): Verbist, K., Marquart, H., Heussen, H., Schinkel, J., West, J., Fransman, W., Niftrik, M. van, Tielemans, E., Stoffenmanager: een web-based control banding tool, Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap (2011), 92-104.

Vincent (2015): Vincent, R., Gillet, M., Goutet, P., Guichard, C., He'douin-Langlet, C., Frocaut, A.M., Lambert, P., Leray, F., Mardelle, P., Dorotte, M. and Rousset, D., Occupational Exposure to Chrome VI Compounds in French Companies: Results of a National Campaign to Measure Exposure (2010-2013), Ann. Occup. Hyg. 2015, Vol 59, 41-51.

Weide, Van der (2020): Weide, T.M.J. van der, Long-term C-Check scheduling for a fleet of heterogeneous aircraft under uncertainty, Master of Science Thesis, Delft University of Technology, July 2020.

Bijlagen overzicht

Bijlage 1: Beschrijving organisatie

Bijlage 2: Referentielijst gebruikte interne documenten

Bijlage 3: Overzicht producten met chroom-6

Bijlage 4a: Vragenlijst na aanmelding voor deelname aan het onderzoek

Bijlage 4b: Gestructureerde vragenlijst voor de interviews.

Bijlage 5: Functiebladen in relatie tot blootstelling aan chroom-6

Bijlage 6 Uitleg extrapolatie blootstelling chroom-6

Bijlage 7: Job exposure Matrix 1970 – 2021 per unit

Bijlage 8: Validatiecommissie opdracht en leden

Bijlage 9: Begrippen en afkortingenlijst

Zie apart document "Bijlagen bij rapport: Historisch blootstellingsonderzoek chroom-6 KLM-groep".