



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

CARC op de POMS-locaties van Defensie: blootstelling en gezondheidsrisico's

Bevindingen uit het onderzoek op
hoofdlijnen, met speciale aandacht voor
het bestanddeel HDI

RIVM-rapport 2020-0017



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

**CARC op de POMS-locaties van
Defensie: blootstelling en
gezondheidsrisico's**

Bevindingen uit het onderzoek op hoofdlijnen,
met speciale aandacht voor het bestanddeel HDI

RIVM-rapport 2020-0017

Colofon

© RIVM 2020

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2020-0017

Contact: infoc6&carc@caop.nl

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Defensie, in het kader van het project 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie: POMS-locaties, chroom-6 en CARC'.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

CARC op de POMS-locaties van Defensie: blootstelling en gezondheidsrisico's

Bevindingen uit het onderzoek op hoofdlijnen,
met speciale aandacht voor het bestanddeel HDI

Tussen 1984 en 2006 hebben werknemers van Defensie op de zogenoemde POMS-locaties (*Prepositioned Organizational Materiel Storage*) Amerikaans legermaterieel onderhouden. Zij hebben daar onder andere gewerkt met CARC, een beschermende toplaag (coating) voor legervoertuigen. Eén bestanddeel van de coating heeft zeer schadelijke eigenschappen: hexamethyleen di-isocyanaat, afgekort HDI. Tijdens onderhoudswerk kunnen werknemers dit HDI hebben binnengekregen. Hun gezondheid is hierdoor mogelijk geschaad.

De kans om ziek te worden is groter naarmate iemand meer, vaker en/of langer aan HDI is blootgesteld. Vooral degenen die de CARC-laag op het materieel spoten, hebben blootgestaan aan HDI. Zij ademden de stof in tijdens het spuiten en hun huid kwam ermee in contact. Werknemers die de verf opbrachten met rollers en kwasten zijn er in mindere mate direct mee in contact gekomen. Dat geldt ook voor werknemers die bezig waren met het schuren, stralen en lassen van geverfde oppervlakten. Degenen die het spuitwerk moesten controleren, de *quality inspectors*, zijn in geringe mate indirect blootgesteld.

HDI wordt in verband gebracht met verschillende ziekten: vormen van astma, neus- en oogslimvliesontsteking, contacteczeem en de longaandoening *Hypersensitivity Pneumonitis*. Deze ziekten kunnen zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI uit CARC op de POMS-locaties. Er zijn geen aanwijzingen dat HDI kankerverwekkend is.

Ziekteverschijnselen treden maximaal binnen 1 jaar na blootstelling op. Werknemers kunnen dus nu niet meer ziek worden door de eerdere blootstelling aan HDI op de POMS-locaties. Naast de aard van de blootstelling bepalen nog andere zaken of werknemers ziek worden. Ze kunnen bijvoorbeeld aan andere stoffen zijn blootgesteld, en persoonlijk gevoelig zijn om een van de ziekten na blootstelling te krijgen.

Oud-medewerkers die zijn blootgesteld aan HDI op de POMS-locaties, kunnen Defensie aansprakelijk stellen als ze een ziekte hebben die door HDI kan zijn veroorzaakt.

Kernwoorden: CARC, HDI, Defensie, POMS, werkplek, blootstelling, gezondheidsrisico's, Arbo, arbeidsomstandigheden

Synopsis

CARC at the Ministry of Defence's POMS sites: exposure and health risks

General findings of the study, with special reference to the constituent HDI

Between 1984 and 2006, Ministry of Defence personnel maintained American equipment at the so-called POMS sites (POMS stands for Prepositioned Organizational Materiel Storage). They worked with several materials, including Chemical Agent Resistant Coating (CARC), a protective top coating for army vehicles. One of the ingredients of this coating, hexamethylene di-isocyanate (abbreviated to HDI), has hazardous properties. It is possible that workers inhaled HDI or absorbed it through their skin during maintenance activities and that this has been detrimental to their health.

The likelihood of a worker having become ill is greater the more, more frequently and/or longer said worker was exposed to HDI. Those who sprayed the CARC coating on the equipment, in particular, were exposed to HDI. During spraying, they inhaled the substance and their skin came into contact with it. Workers who applied the paint with rollers and brushes had less direct contact with HDI and this also applied to workers who sanded, sandblasted and welded painted surfaces. The quality inspectors who had to check the paintwork were indirectly exposed, but to a limited extent.

HDI is linked to various diseases: different forms of asthma, eczema and inflammation of the mucous membranes of the nose and eye, and the lung disorder Hypersensitivity Pneumonitis. These diseases could have been caused by exposure to the HDI in the CARC used at POMS sites. There are no indications that HDI is carcinogenic.

Symptoms usually arise within one year of exposure, which means that workers can no longer become ill from exposure to HDI at POMS sites in the past. Besides the nature of the exposure, a range of other factors determine whether certain workers become sick. They may, for example, have been exposed to other substances and/or they may simply be more susceptible to one of the diseases after exposure.

Former workers who were exposed to HDI at POMS sites can hold the Ministry of Defence liable if they have a disease that may have been caused by HDI.

Keywords: CARC, HDI, Ministry of Defence, POMS, workplace, exposure, health risks, health and safety, working conditions

Inhoudsopgave

1	Inleiding — 9
1.1	Onderwerp — 9
1.2	Relatie met eerder RIVM-onderzoek — 9
1.3	Waarom specifiek aandacht voor CARC-bestanddeel HDI? — 9
1.4	Organisatie van het onderzoek — 10
1.5	Onderzoeksvragen — 10
1.6	Leeswijzer — 10
2	Werking en eigenschappen van CARC-bestanddeel HDI — 13
2.1	CARC als topcoating — 13
2.2	Werking van HDI in CARC — 13
2.3	Werking van HDI in het lichaam — 13
3	Blootstelling aan HDI op de POMS-locaties — 15
3.1	Contact met HDI gedurende werkzaamheden — 15
3.2	Verschillen in blootstelling naar gelang functie van medewerkers — 15
4	Mogelijke gezondheidseffecten van HDI — 19
4.1	Onomkeerbare gezondheidseffecten van blootstelling aan HDI — 19
4.2	Aantoonbaarheid van HDI als ziekteoorzaak — 20
4.3	Gezondheidsrisico's van HDI voor de POMS-medewerkers — 20
5	Zorgplicht en aansprakelijkheid Ministerie van Defensie — 23
5.1	Zorgplicht Ministerie als werkgever — 23
5.2	Mogelijkheden voor aansprakelijkstelling — 23
6	Slotsom — 25
7	Referenties — 27

1 Inleiding

1.1 Onderwerp

Deze rapportage gaat over de gezondheidsrisico's die defensiemedewerkers hebben gelopen bij onderhoudswerkzaamheden op vijf NAVO-materieellocaties in de periode 1987-2006. Het personeel op deze zogenoemde POMS-locaties (*Prepositioned Organizational Materiel Storage*) is indertijd blootgesteld aan CARC (*Chemical Agent Resistant Coating*). Dit product werd als beschermende toplaag (coating) op legermaterieel toegepast. Eén bestanddeel van CARC wordt in deze rapportage specifiek belicht: de stof *Hexamethyleen Di-Isocyaanaat* (HDI). Het contact met HDI heeft mogelijk geleid tot gezondheidseffecten bij het personeel.

Het onderzoek naar de blootstelling aan HDI uit CARC en de mogelijke gezondheidsrisico's daarvan op de POMS-locaties bestaat uit verschillende delen. De uitkomsten van alle deelonderzoeken worden in dit document samengevat.

1.2 Relatie met eerder RIVM-onderzoek

Het onderzoek naar de blootstelling van defensiepersoneel aan CARC staat niet op zichzelf. Eerder onderzoek uit deze reeks richtte zich op de blootstelling aan chroom-6.¹ Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) verricht het onderzoek naar deze problematiek op verzoek van het Ministerie van Defensie. Het Ministerie heeft de reeks onderzoeken in gang gezet, nadat in 2014 bij (oud-)medewerkers ongerustheid was ontstaan over het gebruik van gevaarlijke stoffen op de POMS-locaties.

1.3 Waarom specifiek aandacht voor CARC-bestanddeel HDI?

Dat deze rapportage over de blootstelling aan CARC op de POMS-locaties zich toespitst op het CARC-bestanddeel HDI, hangt samen met de toxische (giftige) eigenschappen van HDI. Dit werd duidelijk in 2018, toen het RIVM in kaart bracht welke stoffen aanwezig waren in de CARC die werd gebruikt op de Nederlandse POMS-locaties. Het bestanddeel HDI bleek niet alleen allergie-veroorzakende eigenschappen te hebben,² ook kwam het in relatief hoge gehalten voor in *alle* typen CARC die op de POMS-locaties waren gebruikt in de periode 1987-2006. Besloten werd dat de stof HDI de hoogste prioriteit moest krijgen in het verdere onderzoek naar de gezondheidsrisico's van CARC.³

CARC bevat behalve HDI ook nog andere stoffen die wellicht nadelige gezondheidseffecten kunnen veroorzaken wanneer mensen ze binnenkrijgen. Ook daar is in het onderzoek naar gekeken. Vooral de toxische eigenschappen van de aromatische oplosmiddelen en

¹ De bevindingen over chroom-6 zijn samengevat in RIVM-rapport 2018-0061 (RIVM, 2018a).

² De allergische en irriterende effecten die HDI kan teweegbrengen, komen nader aan de orde in hoofdstuk 4 van deze rapportage.

³ Andere dan de hier genoemde bestanddelen van CARC kregen een lagere prioriteit voor nader onderzoek. Deze bestanddelen bleken minder toxische eigenschappen te hebben en/of ze waren in lagere gehalten aanwezig in CARC dan HDI. Zie hierover verder RIVM-rapport 2018-0050 (RIVM, 2018b).

kobaltverbindingen in CARC sprongen in het oog. Deze beide CARC-bestanddelen kregen na HDI respectievelijk de tweede en derde prioriteit voor nader onderzoek. Maar uitvoering van dit onderzoek bleek lastig.

In de eerste plaats kon niet worden vastgesteld in welke gehalten aromatische oplosmiddelen en kobaltverbindingen in de indertijd gebruikte CARC aanwezig waren. Met name de mengsels van aromatische oplosmiddelen (het betrof hier geen enkelvoudige stoffen) wisselden door de jaren heen van samenstelling.

In de tweede plaats waren er op de POMS-locaties ook nog andere bronnen van aromatische oplosmiddelen aanwezig. Het onderhoudspersoneel werd dus niet alleen via CARC aan deze oplosmiddelen blootgesteld. Het maken van een betrouwbare schatting van de blootstelling aan aromatische oplosmiddelen als bestanddeel van CARC werd hierdoor nog verder bemoeilijkt.

Al met al werd tijdens het onderzoek duidelijk dat er over andere CARC-bestanddelen dan HDI onvoldoende informatie beschikbaar was om een zinvolle blootstellings- en risicobeoordeling voor de POMS-locaties te kunnen uitvoeren.

1.4 Organisatie van het onderzoek

Het onderzoek naar HDI uit CARC is net als het in 2018 gepubliceerde onderzoek naar chroom-6 uitgevoerd door de volgende vier onderzoeksinstituten: het RIVM (tevens coördinator van het onderzoek), de Universiteit Utrecht, TNO en de Maastricht University.

De wetenschappelijke en maatschappelijke kwaliteit van het onderzoek is, net als bij het RIVM-onderzoek naar chroom-6, getoetst door een onafhankelijke klankbordgroep. Deze stond onder voorzitterschap van dr. J.C. IJzermans en prof. dr. ir. F.E. van Leeuwen.

De paritaire commissie die het onderzoek heeft begeleid, had dezelfde samenstelling als bij het onderzoek naar chroom-6. Ze stond onder voorzitterschap van dr. R.L. Vreeman. Voor begeleiding door een paritaire commissie is gekozen, omdat het Ministerie van Defensie niet alleen opdrachtgever is van het onderzoek, maar ook belanghebbende.

1.5 Onderzoeksvragen

De centrale vraag in dit onderzoek luidt: op welke manier en in welke mate zijn (oud-)defensiemedewerkers bij hun werkzaamheden op de voormalige POMS-locaties blootgesteld aan HDI uit CARC en wat zijn de mogelijk nadelige gezondheidseffecten van die blootstelling?

Deze centrale vraag is gedestilleerd uit een reeks specifieke onderzoeksvragen over CARC op de POMS-locaties, afkomstig van diverse belanghebbenden, zoals (oud-)defensiemedewerkers, vakbonden, het Ministerie van Defensie en letselschadeadvocaten. De vragen van belanghebbenden zijn ten tijde van het chroom-6-onderzoek vastgesteld door de paritaire commissie.

1.6 Leeswijzer

In deze samenvattende rapportage worden de bevindingen uit het onderzoek naar HDI uit CARC op hoofdlijnen beschreven. Aan de orde

komen achtereenvolgens: de werking en eigenschappen van HDI in CARC (hoofdstuk 2), de mate waarin defensiemedewerkers op de POMS-locaties aan HDI uit CARC zijn blootgesteld (hoofdstuk 3), de mogelijke gezondheidseffecten daarvan (hoofdstuk 4), en de aansprakelijkheid van het Ministerie van Defensie voor de ontstane gezondheidsschade bij oud-medewerkers (hoofdstuk 5). Tot besluit worden de belangrijkste uitkomsten van het onderzoek op een rij gezet (hoofdstuk 6).

In acht uitgebreide deelrapporten is meer gedetailleerde informatie te vinden over het onderzoek naar HDI uit CARC. Deze deelrapporten, en ook vier eerder gepubliceerde onderzoeksrapporten over de POMS-locaties, zijn te raadplegen via de RIVM-website <https://www.rivm.nl/chroom-6-en-carc/chroomonderzoek-defensie>.

2 Werking en eigenschappen van CARC-bestanddeel HDI

CARC dankt zijn specifieke beschermende werking aan de vorming van polyurethaan. Hierbij speelt het bestanddeel HDI een belangrijke rol. Wat zijn de chemische eigenschappen van deze stof en wat gebeurt er wanneer HDI in het lichaam terechtkomt?

2.1 CARC als topcoating

Vanaf 1987 is op de Nederlandse POMS-locaties CARC gebruikt voor het onderhoud van Amerikaans defensiematerieel. De onderhoudswerkplaatsen waren toen enkele jaren operationeel.⁴ CARC werd als bovenste verflaag (topcoating) aangebracht op het metalen oppervlak van het legermaterieel. CARC was hiervoor bij uitstek geschikt, omdat het de specifieke eigenschap heeft dat biologische en chemische strijdmiddelen nauwelijks door een CARC-laag heen kunnen dringen. CARC werd en wordt dan ook vooral toegepast op militair materieel dat bestemd is om te worden ingezet bij internationale militaire missies.

2.2 Werking van HDI in CARC

De beschermende werking van CARC is terug te voeren op het *bindmiddel* in de coating. Dit bindmiddel, polyurethaan, heeft de eigenschap dat het een soort 'net' vormt zodra het op een oppervlak wordt aangebracht. De beschermende werking ontstaat tijdens het drogen van de aangebrachte toplaag, als gevolg van een chemische reactie tussen HDI en een ander bestanddeel van CARC, polyol.

Met de eigenschap om dit soort chemische reacties aan te gaan, behoort HDI tot de familie van de *isocyanaten*. Deze stoffen kunnen zich in bepaalde verbindingen omvormen tot samengestelde moleculen (polymeren), die de basis vormen van tal van kunststoffen – waaronder dus polyurethaan.

Toepassingen van HDI

HDI en andere isocyanaten worden niet alleen gebruikt bij de productie van coatings, verven en lakken, maar ook bij de productie van bijvoorbeeld schuimrubber, isolatiemateriaal, katten en kleefstoffen.

2.3 Werking van HDI in het lichaam

Hoe dringt HDI het lichaam binnen?

Mensen kunnen worden blootgesteld aan HDI wanneer zij werken met producten waarin deze stof is verwerkt. Situaties waarin tot nu toe blootstelling is vastgesteld, betreffen voornamelijk het spuiten met polyurethaanverven, zoals autolakken. Vooral als er onvoldoende beschermende maatregelen zijn genomen, is blootstelling mogelijk via het inademen van dampen en/of kleine druppeltjes, of via huidcontact.

⁴ In de eerste jaren, tussen 1984 en 1987, werd er nog geen CARC of andere polyurethaanverf op de POMS-locaties gebruikt.

Wat doet HDI in het lichaam?

Wanneer HDI in ons lichaam terechtkomt, wordt het snel omgezet. Dit gebeurt al op de huid, in de luchtwegen en in de maag.

Een groot deel van de omzettingsproducten wordt vervolgens binnen enkele uren via de urine uitgescheiden. Een kleiner deel van het opgenomen HDI kan zich binden aan lichaamseiwitten, waardoor (allergische) effecten kunnen ontstaan. Deze verbindingen worden later alsnog via de urine uitgescheiden.⁵

Kan blootstelling aan HDI in het lichaam worden aangetoond?

Op dit moment, meer dan tien jaar na het sluiten van de laatste POMS-locatie, is het niet meer mogelijk om eventuele blootstelling aan HDI die indertijd op de POMS-locaties heeft plaatsgevonden, betrouwbaar in het lichaam aan te tonen.⁶

Kort na blootstelling zijn er wel *omzettingsproducten* van HDI die in de urine kunnen worden gemeten. De stof *HDA* (voluit: hexamethyleendiamine) is zo'n omzettingsproduct. De analyse van HDA is echter alleen geschikt om blootstelling aan HDI aan te tonen kort na de blootstelling. Na een dag is HDA niet of nauwelijks meer meetbaar. Er zijn ook *verbindingen* van HDI met lichaamseigen eiwitten die bijvoorbeeld in bloed kunnen worden gemeten. In vergelijking met HDA zijn deze verbindingen ('adducten') langer na blootstelling nog te meten. Maar het is erg onzeker of dit jaren na blootstelling ook nog het geval is.

⁵ Zie RIVM-rapport 2020-0007 voor meer informatie over wat HDI in het lichaam doet (RIVM, 2020a)

⁶ Zie TNO-rapport 2020 R10180 voor meer informatie over het aantonen van HDI in het lichaam (TNO, 2020a)

3 Blootstelling aan HDI op de POMS-locaties

Defensiemedewerkers hebben op de POMS-locaties diverse werkzaamheden verricht waarbij zij in aanraking konden komen met HDI uit CARC. Bij welke werkzaamheden en voor welke groepen werknemers was de blootstelling aan HDI het hoogst?

3.1 Contact met HDI gedurende werkzaamheden

Defensiepersoneel op de POMS-locaties kan bij verschillende werkzaamheden hebben blootgestaan aan het CARC-bestanddeel HDI: bij het aanbrengen van nieuwe CARC-verflagen op materieel, en ook bij het bewerken van bestaande CARC-verflagen (zie kader).

Werkzaamheden op de POMS-locaties die tot blootstelling aan HDI kunnen hebben geleid

Werkzaamheden met CARC:

- verf spuiten;
- verf mengen;
- schoonmaken van de verfspuit;
- aanbrengen van verf met kwast of roller.

Bewerkingen van materiaal dat was behandeld met CARC:

- stralen;
- slijpen;
- schuren;
- lassen;
- snijbranden.

3.2 Verschillen in blootstelling naar gelang functie van medewerkers

Op de POMS-locaties zijn voor zover bekend slechts eenmaal metingen verricht naar HDI-blootstelling van het defensiepersoneel.⁷ Tijdens het onderzoek zijn daarvan echter geen resultaten aangetroffen.

In het onderzoek is wél duidelijk geworden dat de mate van blootstelling aanzienlijk kon verschillen, al naar gelang de werkzaamheden die werden verricht. Het spuiten van verf zal tot de hoogste blootstelling hebben geleid, zelfs als tijdens het spuiten adembescherming werd gebruikt.

Hoe vaak en onder welke omstandigheden de in bovenstaand kader opgesomde werkzaamheden op de POMS-locaties werden uitgevoerd, varieerde per functie. In het onderzoek is op basis van de (voor HDI-blootstelling relevante) werkzaamheden, de gemiddelde tijdsbesteding binnen de diverse functies van de werknemers en de daarbij toegepaste

⁷ In 1989 zijn op POMS-locatie Vriezenveen blootstellingsmetingen naar HDI gedaan tijdens het gebruik van CARC.

beheersmaatregelen, een schatting gemaakt van de HDI-blootstelling per functie.⁸ Het resultaat is weergegeven in schema 1.

Schema 1. Functies op POMS-locaties waarbinnen blootstelling aan HDI uit CARC kon plaatsvinden.

Groep	Functies	Blootstelling aan HDI	
		via inademing	via huidcontact
1	<i>Functie(s) met als deeltaak spuiten van CARC</i> <ul style="list-style-type: none"> • spuiter (afdeling <i>Preservation</i>) 	Direct	Direct
2A	<i>Functie(s) met als deeltaken kwasten/rollen van CARC en bewerken van bestaande CARC-lagen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • preserveerder (afdeling <i>Preservation</i>); • monteur (afdelingen <i>Engineer, Wheels, Tracks</i>); • <i>metal worker, technician</i> (afdeling <i>Trade Shop Vriezenveen</i>); • meewerkend voorman (afdelingen <i>Preservation, Engineer, Tracks, Wheels</i>). 	Direct	Direct
2B	<i>Functie(s) met als deeltaak bewerken van bestaande CARC-lagen:</i> <ul style="list-style-type: none"> • lasser (afdeling <i>Engineer</i>); • lasser (afdeling <i>Trade Shop Vriezenveen</i>); • straler (afdeling <i>Preservation</i>). 	Direct	Niet
3	<i>Functie(s) met als deeltaak controle direct na spuiten van CARC:</i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>quality inspector</i>. 	Indirect ⁹	Niet

De functiegroepen in schema 1 zijn geordend naar de mate waarin tijdens de werkzaamheden op de POMS-locaties sprake was van blootstelling aan HDI uit CARC: in groep 1 (de spuiters) was de blootstelling het hoogst, in groep 3 (de *quality inspectors*) het laagst. In alle andere personeelsfuncties op de POMS-locaties is geen blootstelling aan HDI geweest.

Voor elke functie op de POMS-locaties is de gemiddelde blootstelling aan HDI gedurende een werkdag geschat. Zoals vandaag de dag gangbaar is voor isocyanaten, wordt deze blootstelling weergegeven in $\mu\text{g NCO per m}^3$ lucht. De reactieve groep 'NCO' is namelijk kenmerkend voor isocyanaten zoals HDI en bepaalt de mogelijke gezondheidseffecten. Op deze manier is rekening gehouden met het gegeven dat niet al het relevante NCO afkomstig was van enkelvoudig HDI, maar ook van

⁸ Zie het IRAS-eindrapport voor meer gedetailleerde informatie over de functiegerelateerde blootstelling aan HDI op de POMS-locaties (IRAS, 2020)

⁹ Indirecte of achtergrondblootstelling kan optreden bij werknemers die zelf geen werkzaamheden uitvoeren waarbij HDI vrijkomt, maar in de buurt werken van direct blootgestelde werknemers.

meervoudig HDI uit CARC, en van de afbraakproducten die kunnen vrijkomen bij het bewerken van oude verflagen.

Spuiters (groep 1) hadden op de POMS-locaties te maken met de hoogste directe blootstelling aan HDI. Gedurende de eerste jaren waarin CARC is gebruikt op de POMS-locaties, lag de blootstelling van de spuiters in de orde van grootte van $10 \mu\text{g NCO}/\text{m}^3$. Vanaf 1991 was de blootstelling van deze groep geringer, door het gebruik van persluchtaangedreven maskers. De blootstelling bedroeg toen nog rond de $1 \mu\text{g NCO}/\text{m}^3$. Voor de functies in groep 2A en 2B was de blootstelling gedurende de gehele periode waarin met CARC werd gewerkt maximaal rond de $0,1 \mu\text{g NCO}/\text{m}^3$.

De blootstelling van de *quality inspectors* (groep 3) ten slotte, is in het onderzoek geschat op maximaal $0,04 \mu\text{g NCO}/\text{m}^3$.

Sinds 2018 geldt in Nederland voor de achturig gemiddelde blootstelling aan HDI een adviesgrenswaarde van $0,1 \mu\text{g NCO}/\text{m}^3$. De geschatte blootstelling van spuiters op de POMS-locaties is dus hoger dan deze huidige adviesgrenswaarde.

Overigens geldt voor alle in schema 1 vermelde functies dat de desbetreffende medewerkers in meer of mindere mate óók werden blootgesteld aan chroom-6.

4 Mogelijke gezondheidseffecten van HDI

HDI wordt in verband gebracht met diverse ziekten. Is HDI achteraf ook altijd aantoonbaar als oorzaak van deze ziekten? En hoe zeker is het dat deze ziekten, voor zover ze voorkomen bij oud-medewerkers, op de POMS-locaties kunnen zijn ontstaan?

4.1 Onomkeerbare gezondheidseffecten van blootstelling aan HDI

Op basis van de beschikbare wetenschappelijke literatuur is in het onderzoek een overzicht gemaakt van de ziekten die door HDI kunnen worden veroorzaakt. Dit overzicht is vervolgens beoordeeld door een groep externe deskundigen. Uit deze beoordeling kwam naar voren dat er voldoende wetenschappelijk bewijs is dat blootstelling aan HDI op de werkplek kan leiden tot zowel irritatieve als allergische effecten in de bovenste en onderste luchtwegen en op de huid.

Schema 2 geeft een overzicht van de ziekten van blijvende aard, die het gevolg kunnen zijn van blootstelling aan HDI.¹⁰

Schema 2. Ziekten die door HDI kunnen worden veroorzaakt.

Ziektecluster	Specifieke ziekten
Astma	Allergisch beroepsastma Irritatief beroepsastma Door het werk verergerd astma
Rhinitis (neusslijmvliesontsteking) / conjunctivitis (oogslijmvliesontsteking) ¹¹	Allergische rhinitis Irritatieve rhinitis Allergische conjunctivitis Irritatieve conjunctivitis
Contacteczeem (contactdermatitis)	Allergisch contacteczeem Irritatief contacteczeem
	Hypersensitivity pneumonitis ¹²

¹⁰ Zie RIVM-rapport 2020-0013 voor meer informatie over ziekten die door HDI kunnen worden veroorzaakt (RIVM, 2020b)

¹¹ Conjunctivitis (oogslijmvliesontsteking) wordt veelal beschouwd als een bijeffect van allergische rhinitis (neusslijmvliesontsteking). Dat geldt voor zowel de HDI- als de chroom-6-gerelateerde variant, al is dit alleen in het geval van HDI-blootstelling specifiek in de literatuur beschreven. Allergische rhinitis en conjunctivitis zijn ook in de EU-lijst van beroepsziekten in samenhang opgenomen.

¹² De Engelstalige aanduiding voor deze aandoening, die vroeger ook wel werd aangeduid als extrinsieke allergische alveolitis, is tegenwoordig ook gangbaar in Nederland. Het betreft een ontsteking van de longblaasjes als gevolg van een allergische reactie. Deze allergische longaandoening is vrij zeldzaam. In sommige gevallen kunnen de klachten chronisch worden en kan longfibrose optreden.

In schema 2 zijn geen vormen van kanker opgenomen. Er zijn dan ook geen aanwijzingen dat HDI kankerverwekkend is.

Voor drie van de vier ziekteclusters in schema 2 geldt dat ze óók kunnen worden veroorzaakt door (beroepsmatige) blootstelling aan chroom-6: astma, rhinitis (en/of conjunctivitis) en contacteczeem. Er is géén relatie tussen blootstelling aan chroom-6 en het ontstaan van hypersensitivity pneumonitis.

4.2 Aantoonbaarheid van HDI als ziekteoorzaak

Er zijn mogelijkheden om medisch aan te tonen dat allergische aandoeningen zoals astma, rhinitis/conjunctivitis, contacteczeem en hypersensitivity pneumonitis zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI:¹³

- Voor de zojuist genoemde allergische aandoeningen bestaan er *plaktesten en huidpriktesten* die kunnen aantonen dat er een verband is met HDI. Het is echter onbekend hoe lang na de blootstelling aan HDI een allergische patiënt nog positief reageert op deze testen. Een negatieve testuitslag wil dus niet zeggen dat de astma, contacteczeem, rhinitis/conjunctivitis of hypersensitivity pneumonitis zeker níet door HDI is veroorzaakt.
- Voor allergisch astma bestaat er een *bronchiale provocatietest* om HDI als oorzaak aan te tonen. Hierbij wordt een persoon onder gecontroleerde omstandigheden aan HDI blootgesteld, waarna wordt bepaald of er een astmatische reactie optreedt. Het is ook hier onduidelijk of de uitslag van een dergelijke provocatietest ruim tien jaar na de laatste blootstelling nog volledig betrouwbaar is. Een negatieve testuitslag wil dan ook wederom niet zeggen dat de astma zeker níet door HDI is veroorzaakt. Overigens worden deze testen in Nederland niet uitgevoerd.

Voor de *niet*-allergische ('irritatieve') aandoeningen die in schema 2 staan vermeld, zijn er vooralsnog geen medische tests voorhanden die direct bewijs kunnen leveren voor HDI als oorzaak van de klachten.

4.3 Gezondheidsrisico's van HDI voor de POMS-medewerkers

In het onderzoek is vervolgens gekeken of de ziekten die in schema 2 staan genoemd, kunnen zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI uit CARC tijdens werkzaamheden op de POMS-locaties. Hiervoor is een risicobeoordeling uitgevoerd voor elk van de ziekteclusters uit schema 2. Daarbij hebben de onderzoekers beoordeeld hoe waarschijnlijk het is dat een bepaalde ziekte kan zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI als gevolg van de werkzaamheden die door medewerkers in een bepaalde functiegroep (zie schema 1 in hoofdstuk 3) werden verricht.

Bij deze beoordeling is gebruikgemaakt van de kenmerken van de blootstelling aan HDI bij elk van de functies, en van informatie uit de wetenschappelijke literatuur over de relatie tussen blootstelling aan HDI

¹³ Zie TNO-rapport 2020 R10178 voor meer informatie over de medische aantoonbaarheid van gezondheidseffecten van HDI (TNO, 2020b)

en de desbetreffende ziekte.¹⁴ De resultaten zijn samengevat in schema 3.

Er wordt in schema 3 geen uitspraak gedaan over de vraag *hoe groot* precies het risico is op het ontstaan van de vermelde ziekten. Wel is duidelijk dat voor de spuiters uit functiegroep 1, vanwege een hogere blootstelling aan HDI uit CARC (zie hoofdstuk 3), het risico op het krijgen van ziekten groter zal zijn geweest dan voor oud-medewerkers uit de andere functiegroepen.

Schema 3. Mogelijkheid dat ziekten zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI.

Func	Groep 1	Groep 2A	Groep 2B	Groep 3
Ziekte				
Astma	+	+	+	+
Rhinitis/conjunctivitis	+	+	+	+
Contacteczeem	+	+	-	-
Hypersensitivity pneumonitis	+	+	+	+

Legenda:

+ Deze ziekte kan zijn veroorzaakt door HDI-blootstelling op de POMS-locaties.

- Het is onwaarschijnlijk dat deze ziekte kan zijn veroorzaakt door HDI-blootstelling op de POMS-locaties.

Alle in schema 3 genoemde ziekten kunnen zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI zoals die op de POMS-locaties voorkwam. Zoals het schema laat zien, is het echter onwaarschijnlijk dat contacteczeem bij lassers, stralers en *quality inspectors* door HDI-blootstelling kan zijn veroorzaakt.

Overigens kunnen er op dit moment, meer dan tien jaar na het sluiten van de POMS-locaties, geen *nieuwe* ziektegevallen meer ontstaan als gevolg van de toenmalige blootstelling aan HDI. De reactietijd van het menselijk lichaam op HDI is namelijk zodanig dat zich binnen een jaar na blootstelling een ziekte ontwikkelt. Als zich bij het voormalig personeel van de POMS-locaties nu nog ziekten uit schema 3 ontwikkelen, kan dat dus geen verband meer houden met de blootstelling aan HDI in de periode 1987-2006.

¹⁴ Zie RIVM-rapport 2020-0015 voor meer informatie over de relatie tussen de blootstelling aan HDI en de kans op het krijgen van ziekten (RIVM, 2020c)

5 Zorgplicht en aansprakelijkheid Ministerie van Defensie

Het Ministerie van Defensie had in de periode 1984-2006 de plicht om te zorgen voor veilige arbeidsomstandigheden op de POMS-locaties. Als het Ministerie hierin tekort is geschoten, kan het dan aansprakelijk worden gesteld voor de gezondheidsschade van de oud-POMS-medewerkers?

5.1 Zorgplicht Ministerie als werkgever

Toen in 1984 de eerste POMS-locaties operationeel werden, was al bekend dat blootstelling aan HDI nadelige effecten kan hebben op de gezondheid (zie kader).¹⁵

Sinds wanneer waren de gezondheidseffecten van HDI bekend?

Bij het Amerikaanse *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) was in 1978 al bekend dat HDI en soortgelijke stoffen uit de familie van isocyanaten allergische reacties zoals astma kunnen veroorzaken. Vanaf 1984 was bovendien bekend dat HDI tot *blijvende* gezondheidsschade kan leiden.

In 1989 zijn op POMS-locatie Vriezenveen blootstellingsmetingen naar HDI gedaan tijdens het gebruik van CARC. De resultaten van deze metingen blijken niet beschikbaar te zijn, zo werd tijdens het onderzoek duidelijk. Het feit dat er metingen zijn gedaan, geeft echter wel aan dat Defensie eind jaren tachtig van de vorige eeuw al bekend was met de mogelijke gezondheidseffecten van HDI uit CARC.

Vanaf 1984 waren werkgevers derhalve verplicht om maatregelen treffen waarmee gezondheidsschade bij hun werknemers als gevolg van HDI-blootstelling zou worden voorkomen.¹⁶

Defensie voldeed niet aan de wettelijke verplichtingen voor de Arbozorg op de POMS-locaties voor zover het ging om bescherming van de werknemers tegen chroom-6 en andere gevaarlijke stoffen.¹⁷ Het personeel was zodoende ook onvoldoende beschermd tegen blootstelling aan HDI.

5.2 Mogelijkheden voor aansprakelijkstelling

Zoals besproken in hoofdstuk 4 (§ 4.2) is het voor oud-POMS-medewerkers moeilijk om aan te tonen dat hun gezondheidsproblemen zijn veroorzaakt door het werken met HDI. Zeker bij irritatieve aandoeningen zijn er vooralsnog geen medische tests voorhanden die direct bewijs kunnen leveren voor HDI als ziekteoorzaak.

¹⁵ Zie TNO-rapport 2020 R10179 voor meer informatie over de nadelige gezondheidseffecten van blootstelling aan HDI (TNO, 2020c)

¹⁶ In de operationele periode van de POMS-locaties golden 'richtinggevende grenswaarden' voor de maximale blootstelling aan HDI. Deze grenswaarden bedroegen 34 µg HDI/m³ (achturig gemiddelde) en 140 µg HDI/m³ (15-minuuts gemiddelde). Omdat deze waarden een andere berekeningsbasis hadden dan de in hoofdstuk 3 geschatte blootstellingswaarden op de POMS-locaties (in NCO/m³), is een directe vergelijking tussen deze grenswaarden en de blootstelling op de POMS-locaties niet te maken.

¹⁷ Zie de RIVM-rapporten 2018-0052 en 2018-0054 voor meer informatie over de Arbozorg door het Ministerie van Defensie (RIVM, 2018c; 2018d)

Ook dan zijn er echter mogelijkheden voor (oud-)werknemers om Defensie aansprakelijk te stellen.¹⁸ Dat is al het geval als iemand medisch vastgestelde gezondheidsklachten heeft die in voldoende mate kunnen worden toegeschreven aan het feit dat men zonder voldoende beschermingsmaatregelen heeft blootgestaan aan HDI tijdens het werk. De oud-POMS-medewerker die schade heeft geleden, wordt dan bewijsrechtelijk geholpen door de zogenoemde omkeringsregel. Deze regel houdt in dat het meeste bewijs zal moeten worden geleverd door de werkgever die zijn personeel heeft laten werken met HDI.

Voor gezondheidsschade die is veroorzaakt door het werken met HDI *na* 1 februari 1995 is niet eens van belang of er voldoende beschermende maatregelen waren getroffen door de werkgever.¹⁹ De instantie die de werknemer heeft laten werken met HDI (in dit geval het Ministerie van Defensie) is dan altijd aansprakelijk voor de schadelijke gevolgen daarvan. Het uiteindelijke oordeel wordt geveld door een rechter.

¹⁸ Zie voor meer informatie het rapport van de Maastricht University over de aansprakelijkheid voor het laten werken met HDI op de POMS-locaties (Maastricht University, 2020)

¹⁹ In 1995 is in het Burgerlijk Wetboek een regeling opgenomen die bepaalt dat een instantie die mensen heeft laten werken met een gevaarlijke stof, aansprakelijk is voor de schadelijke gevolgen daarvan, ongeacht de vraag of die instantie een verwijt kan worden gemaakt.

6 Slotsom

Het onderzoek naar de blootstelling en gezondheidsrisico's van HDI uit CARC op de vijf POMS-locaties die in de periode 1984-2006 in Nederland operationeel waren, heeft de volgende uitkomsten opgeleverd.

- De gevaarlijke stof HDI was in relatief hoge gehalten aanwezig in alle typen CARC die tussen 1987 en 2006 op de vijf POMS-locaties werden gebruikt.
- CARC bevat ook nog andere stoffen die nadelige gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Over deze andere bestanddelen was echter onvoldoende informatie beschikbaar om een zinvolle blootstellings- en risicobeoordeling voor de POMS-locaties te kunnen uitvoeren.
- Het personeel op de vijf POMS-locaties heeft HDI binnen kunnen krijgen via inademing en door huidcontact tijdens het aanbrengen van CARC. Ook tijdens het bewerken van bestaande CARC-verflagen is sprake geweest van blootstelling aan HDI, maar in geringere mate.
- Spuiters hadden de hoogste blootstelling aan HDI uit CARC. Tot 1991 ging het daarbij om concentraties van rond de 10 µg NCO/m³, met gebruik van adembescherming. Toen in 1991 persluchtgedreven maskers werden ingevoerd, lagen de concentraties rond de 1 µg NCO/m³. Werknemers in andere functies op de POMS-locaties (*preserveerders, monteurs, metal workers, technicians, meewerkende voormannen, lassers, stralers en quality inspectors*) werden eveneens blootgesteld aan HDI, maar in aanmerkelijk lagere concentraties.
- Het is op dit moment niet meer mogelijk om blootstelling aan HDI uit CARC ten tijde van de POMS-periode betrouwbaar in het lichaam aan te tonen.
- HDI kan verschillende vormen van astma, rhinitis (neusslijmvliesontsteking), conjunctivitis (oogslijmvliesontsteking), contacteczeem en hypersensitivity pneumonitis (chronische ontsteking van de longblaasjes) veroorzaken. Het is alleen voor de allergische varianten van deze ziekten mogelijk nog aantoonbaar dat deze zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI.
- De hiervoor genoemde ziekten kunnen zijn veroorzaakt door blootstelling aan HDI uit CARC zoals die op de POMS-locaties voorkwam. Het is echter onwaarschijnlijk dat contacteczeem bij lassers, stralers en *quality inspectors* door HDI-blootstelling is veroorzaakt.
- Bij de opening van de POMS-locaties waren mogelijke gezondheidseffecten van HDI al bekend, ook binnen Defensie.
- Oud-medewerkers die medisch vastgestelde gezondheidsklachten hebben die in voldoende mate kunnen worden toegeschreven aan HDI-blootstelling op de POMS-locaties, kunnen Defensie aansprakelijk stellen.

7 Referenties

IRAS (2020). *Blootstelling aan HDI op de NL-POMS-sites 1984-2006: Eindrapport WP4 Blootstelling*. R. Houba et al. Utrecht: Universiteit Utrecht / *Institute for Risk Assessment Sciences*. ISBN: 978-90-393-7269-2

Maastricht University (2020). *Aansprakelijkheid voor het laten werken met hexamethyleen di-isocyaan (HDI) op POMS-sites: Onderzoeksrapport WP9 als onderdeel van het Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, Chroom-6 en CARC*. N. Gundt et al. Maastricht: Maastricht University.

RIVM (2018a). *Chroom-6 op de POMS-locaties van Defensie: Gezondheidseffecten en verantwoordelijkheden; Bevindingen uit het onderzoek op hoofdlijnen* [RIVM-rapport 2018-0061](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2018b). *Evaluatie en prioritering schadelijke stoffen in Chemical Agent Resistant Coating (CARC), gebruikt op de Nederlandse POMS locaties*. M.B. Heringa et al. [RIVM-rapport 2018-0050](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2018c). *Een onderzoek naar arbeidsbescherming en veiligheid bij de POMS-sites. WP8.2; Normen en Recht op Bescherming: Defensie-specifiek*. R. Van Poll et al. [RIVM-rapport 2018-0052](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2018d). *Bedrijfsgeneeskundige zorg door Defensie geboden aan (ex-)POMS-medewerkers: WP7 deelonderzoek 2*. S. Schulpen et al. [RIVM-rapport 2018-0054](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2020a). *Achtergrondinformatie over HDI: gebruik, voorkomen in het leefmilieu en gedrag in het lichaam*. M.B. Heringa et al. [RIVM-rapport 2020-0007](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2020b). *Nadelige gezondheidseffecten en ziekten veroorzaakt door blootstelling aan hexamethyleen di-isocyaan (HDI)*. J. Ezendam et al. [RIVM-rapport 2020-0013](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

RIVM (2020c). *Risicobeoordeling van blootstelling aan HDI uit CARC op de POMS-locaties van Defensie*. W. ter Burg et al. [RIVM-rapport 2020-0015](#). Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu.

TNO (2020a). *Aantonen van blootstelling aan het di-isocyaan HDI en HDI-prepolymeren*. E.R. Verheij et al. [TNO-rapport 2020 R10180](#). Utrecht: TNO / *Healthy Living*.

TNO (2020b). *Kan (lichamelijk) medisch onderzoek uitwijzen of een bepaald effect op de gezondheid gerelateerd is aan de blootstelling aan hexamethyleen di-isocyaan (HDI)?* H.E. Buist et al. [TNO-rapport 2020 R10178](#). Utrecht: TNO / *Healthy Living*.

TNO (2020c). *Regelgeving en arbeidsomstandigheden: algemene vragen bij onderzoek naar veiligheid rond HDI*. W.R. Leeman et al. [TNO-rapport 2020 R10179](#). Utrecht: TNO / *Healthy Living*.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag