



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

## **Evaluatie en prioritering schadelijke stoffen in Chemical Agent Resistant Coating (CARC), gebruikt op de Nederlandse POMS locaties**

RIVM Rapport 2018-0050

M.B. Heringa | J. Bakker | E. Hogendoorn





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

**Evaluatie en prioritering schadelijke stoffen  
in Chemical Agent Resistant Coating  
(CARC), gebruikt op de Nederlandse POMS  
locaties**

RIVM rapport 2018-0050

## Colofon

© RIVM 2018

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-2018-0050

M.B. Heringa (auteur, werkpakketleider), RIVM

J. Bakker (auteur), RIVM

E. Hogendoorn (auteur), RIVM

Contact:

Minne Heringa

Centrum Veiligheid Stoffen en Producten

[minne.heringa@rivm.nl](mailto:minne.heringa@rivm.nl)

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van Defensie, in het kader van het 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, chroom-6 en CARC'.

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

[www.rivm.nl](http://www.rivm.nl)

## Voorwoord

Dit rapport is tot stand gekomen met hulp van Nettie van der Meer en Remko Houba, die, onder leiding van Hans Kromhout (IRAS, UU), binnen het projectconsortium de duizenden pagina's documenten hebben doorgenomen en een selectie van relevante documenten doorgestuurd hebben naar de auteurs van dit rapport. Ook hebben zij de gesprekken met de medewerkers gevoerd en de verslagen daarvan doorgestuurd naar de auteurs van dit rapport.

Medeauteur Elbert Hogendoorn is tijdens het onderzoek overleden. Hij staat als medeauteur genoemd vanwege zijn bijdrage aan de informatievergaring, maar heeft het uiteindelijke rapport nooit kunnen lezen.



## Publiekssamenvatting

### **Evaluatie en prioritering schadelijke stoffen in Chemical Agent Resistant Coating (CARC), gebruikt op de Nederlandse POMS locaties**

Het RIVM onderzoekt op verzoek van het ministerie van Defensie wat de mogelijke effecten op de gezondheid kunnen zijn voor (ex) medewerkers van Defensie na het gebruik van het verfproduct CARC (Chemical Agent Resistant Coating). Dit gebeurt in het verlengde van een onderzoek naar blootstelling aan chroomhoudende verven. CARC is een sterk en vrij ondoorlaatbaar verfproduct (topcoat) dat ervoor zorgt dat voertuigen bestand zijn tegen strijdgassen. Daarnaast maakt het ze bestand tegen ontsmettingsmiddelen die gebruikt worden om restanten van strijdgassen te verwijderen.

Voor dit onderzoek is in kaart gebracht welke stoffen in CARC aanwezig zijn en welke van deze stoffen het grootste gezondheidsrisico kunnen hebben gevormd bij blootstelling aan CARC. Hiervoor zijn de ingrediënten achterhaald en is op basis van de schadelijkheidsklasse en het gehalte van de stoffen in de verf aangegeven welke als eerste moeten worden onderzocht. De hoogste prioriteit heeft het polymeer van hexamethyleen diisococynaat (HDI), samen met HDI zelf. Van deze stoffen is bekend dat ze al bij lage concentraties allergieën kunnen veroorzaken. Op de tweede plaats komen de oplosmiddelen van aromatische koolwaterstoffen (nafta, VM&P Nafta en Aromatic 100). Deze stoffen veroorzaken onder andere schade aan het dna en staan op de tweede plaats omdat ze in een lager gehalte in CARC zitten. Als derde zijn er de kobaltverbindingen, die onder andere allergieën veroorzaken en in een nog lager gehalte aanwezig zijn in CARC.

Door de jaren heen zijn verschillende merken en kleuren CARC gebruikt. Voor dit onderzoek zijn acht CARC-producten achterhaald, die representatief worden geacht voor de middelen die tussen 1990 en 2002 zijn gebruikt. Mogelijk is er tussen 1987 en 1990 ook CARC gebruikt dat dan een ander type is geweest. Als er tussen 1984 en 1987 CARC is gebruikt (waar geen aanwijzingen voor zijn) is niet uit te sluiten dat het de kankerverwekkende stof chroom-6 bevatte. Na 1987 bevatten CARC-verven in ieder geval geen chroom-6 meer. Na 2002 is overgeschakeld op 'watergedragen' CARC, dat minder oplosmiddel en meer water bevat, maar ook nog steeds HDI.

CARC werd gebruikt op zogeheten POMS-locaties (Prepositioned Organizational Material Storage). De vijf POMS-locaties waren locaties van de Nederlandse Defensie waar tussen 1984 en 2006 door medewerkers van de Nederlandse Defensie Amerikaans materieel is onderhouden in opdracht van de Amerikaanse Defensie (VS Defensie).

Kernwoorden: CARC, verf, coating, POMS, Defensie, samenstelling, classificatie, prioritering





## Synopsis

### **Evaluating and prioritising harmful substances in Chemical Agent Resistant Coating (CARC), used at POMS sites in the Netherlands**

In an extension of a study into exposure to paints containing chromium, at the request of the Ministry of Defence, the Dutch National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) is investigating the possible effects on the health of current and former members of the Ministry of Defence after using the paint product Chemical Agent Resistant Coating (CARC). CARC is a strong and almost impermeable paint product (a top coat) that protects vehicles from chemical warfare agents. In addition, it protects vehicles from decontamination agents that are used to remove residual chemical warfare agents.

This study identified the substances that are present in CARC, and identified which of these substances may have formed the biggest risk to health after exposure to CARC. In order to do this, the ingredients were traced and on the basis of the classification on harmful effects and the concentration of these substances in the paint, the order in which the ingredients should be studied was determined. The highest priority was given to the polymer of hexamethylene diisocyanate (HDI), as well as to HDI itself. It is known that these substances can cause allergies, even at low concentrations. In second place came the aromatic hydrocarbon solvents (Naphtha, VM&P Naphtha and Aromatic 100). Amongst other things, these substances cause damage to the DNA and come in second place because their concentration in CARC is lower. Third were the cobalt compounds, which cause allergies (amongst other things), and are present in CARC at an even lower concentration.

Over the years, various brands and colours of CARC have been used. In this study, eight CARC products were traced, which were considered to be representative of the agents used between 1990 and 2002. It is possible that CARC was also used between 1987 and 1990, which would then have been a different type. If CARC was used between 1984 and 1987 (there are no indications for this), it cannot be excluded that it contained the carcinogenic substance chromium-6. In any case, chromium-6 was no longer used in CARC paints after 1987. After 2002, water-based CARC was used; this contained less solvent and more water, but also still HDI.

CARC was used at the so-called Pre-positioned Organizational Material Storage (POMS) sites. These five POMS sites were sites from the Dutch Ministry of Defence, where members of the Ministry maintained American defence material on behalf of the United States Armed Forces between 1984 and 2006.

Keywords: CARC, paint, coating, POMS, Ministry of Defence, composition, classification, prioritisation.



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Samenvatting — 11</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding — 13</b>
<b>2</b>	<b>Basiskennis verfsystemen — 15</b>
<b>3</b>	<b>Wat is Chemical Agent Resistant Coating (CARC)? — 17</b>
<b>4</b>	<b>Informatievergaring samenstelling CARC op POMS-locaties — 19</b>
4.1	Defensie (NL en VS) — 19
4.2	(Ex-)medewerkers NL Defensie — 23
4.3	Vakbonden — 23
4.4	Fabrikanten — 24
4.5	Overige informatie — 25
4.5.1	Watergedragen(WD) CARC — 26
<b>5</b>	<b>Resulterende tijdslijn en ingrediëntenlijst van gebruikte CARC-producten — 31</b>
<b>6</b>	<b>Prioritering van CARC-ingrediënten op basis van toxische eigenschappen — 37</b>
<b>7</b>	<b>Discussie — 45</b>
<b>8</b>	<b>Conclusies — 47</b>
<b>9</b>	<b>Bronnen — 49</b>
<b>10</b>	<b>Annex I: Details gevonden informatie — 51</b>
10.1	I.1 Defensie (NL en VS) — 51
10.1.1	I.1.1 Gesprek RIVM met NL Defensie — 51
10.1.2	I.1.2 Verzoek NL Defensie aan VS Defensie om informatie — 52
10.1.3	I.1.3 Archief van NL Defensie — 53
10.1.4	I.1.4 Samenvatting informatie NL Defensie — 57
10.2	I.2 (Ex-)medewerkers NL Defensie — 59
10.2.1	I.2.1 Informatie verkregen van (ex-)medewerkers — 59
10.2.2	I.2.2 Gesprekken met (ex-)medewerkers — 62
10.2.3	I.2.3 Samenvatting uit informatie (ex-)medewerkers — 66
10.3	I.3 Amerikaanse zusterinstituten — 67
10.4	I.4 Overige informatie — 67
<b>11</b>	<b>Annex II: Verslag van gesprek met deskundigen van NL Defensie, d.d. 15 oktober 2015 — 70</b>
<b>12</b>	<b>Annex III: Samenvatting van het gesprek met AkzoNobel op 30 maart 2016 — 74</b>



## 1 Samenvatting

Het ministerie van Defensie heeft aan het RIVM gevraagd om te onderzoeken wat de mogelijke effecten voor de gezondheid zijn voor (ex-)medewerkers van Defensie na gebruik van chroom-6 en Chemical Agent Resistant Coating (CARC) op NAVO-opslagplaatsen (POMS-locaties): 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, chroom-6 en CARC'. Deze rapportage geeft een overzicht van de relevante informatie voor de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen binnen dit onderzoeksproject:

1. Wat is de samenstelling van CARC in het algemeen?
2. Welke producten zijn bij Defensie gebruikt als CARC?
3. Wat was de samenstelling van deze gebruikte producten?

Voor het achterhalen van de samenstelling van de gebruikte CARC-producten op de POMS-locaties is informatie ingewonnen bij het Nederlandse en Amerikaanse ministerie van Defensie, bij (ex-)medewerkers van de POMS-locaties, bij vakbonden, bij deskundigen van een CARC-fabrikant en uit diverse databases op internet. Ondanks dat de verkregen informatie over het tijdstip van invoering van CARC-producten op de POMS sites soms tegenstrijdig was, is een tijdlijn verkregen voor het gebruik van CARC en de belangrijke componenten hiervan op POMS-locaties.

In deze rapportage wordt een korte screening gegeven van de gevaarseigenschappen van de verschillende stoffen in CARC, zoals gebruikt op militair materieel op de POMS-locaties. Op basis van deze screening wordt ten slotte een prioritering gemaakt van welke stoffen mogelijk een gezondheidsrisico hebben kunnen veroorzaken bij blootstelling aan CARC, ten behoeve van een risicobeoordeling.

De eerste POMS-locatie ging open in 1984, de laatste werd gesloten in 2006. Er zijn acht CARC-producten geïdentificeerd als gebruikt op de POMS-locaties, waarvan uit de Material Safety Data Sheets (MSDS) de samenstelling kon worden achterhaald. Deze acht producten zijn representatief voor de periode ca. 1990-ca. 2002, toen voornamelijk één-componenten CARC lijkt te zijn gebruikt. Voor de periode vóór 1990 zijn CARC-producten gevonden die mogelijk op de POMS sites zijn gebruikt; bewijs daarvoor ontbreekt. Dit betreft twee-componenten CARC.

Rond 2002 is overgeschakeld op watergedragen CARC, waarvoor geen specifieke productinformatie kon worden gevonden. Er zijn wel MSDSen voor verschillende watergedragen CARCs in het algemeen gevonden, waaruit de samenstelling is achterhaald. Er is aangenomen dat deze samenstelling representatief was voor die van de producten die op de POMS-locaties zijn gebruikt.

Prioritering van deze lijsten met ingrediënten op basis van de classificaties van deze stoffen, resulteerde in een hoogste prioriteit voor het prepolymeer van hexamethyleen diisocyaan (HDI). Omdat dit prepolymeer juist HDI is gaan vervangen omdat het minder schadelijk zou zijn, en potentie niet meegenomen is in deze prioritering, is aan HDI zelf eenzelfde prioriteit toegekend als aan het prepolymeer. De hoogste

prioriteit wordt daarom gegeven aan HDI en het prepolymeer van HDI samen. De tweede plek op de prioriteitenlijst wordt ingenomen door de oplosmiddelen van aromatische koolwaterstoffen (nafta, VM&P Nafta en Aromatic 100) en een derde plek door de kobaltverbindingen.

## 1 Inleiding

Het ministerie van Defensie heeft aan het RIVM gevraagd om te onderzoeken wat de mogelijke effecten voor de gezondheid zijn voor (ex-)medewerkers van Defensie na gebruik van chroom-6 en Chemical Agent Resistant Coating (CARC) op NAVO-opslagplaatsen (POMS-locaties): 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, chroom-6 en CARC'. De vijf POMS-locaties waren locaties van de Nederlandse Defensie (NL Defensie) waar tussen 1984 en 2006 Amerikaans materieel is onderhouden in opdracht van de Amerikaanse Defensie (VS Defensie) door medewerkers van NL Defensie.

Alle belanghebbenden, zoals (ex-)medewerkers van NL Defensie, vakbonden, ministerie van Defensie, register-experts, letselschade-advocaten, Onderzoeksraad voor de Veiligheid en Nederlands Centrum voor Beroepsziekten, zijn uitgenodigd om hun vragen voor het onderzoek door te geven.

Deze vragen vormen de basis van het onderzoek en zijn gebundeld in een kortere lijst van onderzoeksvragen.

Het RIVM coördineert het onderzoek en betreft, afhankelijk van de onderzoeksvragen, ook andere organisaties en externe onderzoekers bij het onderzoek. De betrokken organisaties zijn:

- RIVM (Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu);
- Universiteit Utrecht;
- TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek);
- Universiteit Maastricht.

Het onderzoek wordt begeleid door een Paritaire Commissie bestaande uit vier vertegenwoordigers van zowel werkgevers- als werknemerszijde, een onafhankelijk voorzitter en een onafhankelijk (wetenschappelijk) expert. De Paritaire Commissie stelt ook vast welke onderzoeksvragen onderzocht en beantwoord moeten worden.

Het onderzoek wordt getoetst door een inhoudelijke klankbordgroep.

Deze rapportage geeft een overzicht van de relevante informatie voor de beantwoording van de volgende onderzoeksvragen:

1. Wat is de samenstelling van CARC?
2. Welke producten zijn bij Defensie gebruikt als CARC (per locatie, werkzaamheden, tijdsperiode)?
3. Wat was de samenstelling van deze producten (per locatie, werkzaamheden, tijdsperiode)?

In deze rapportage wordt vervolgens een korte screening gegeven van de toxicologische eigenschappen van de verschillende stoffen in CARC, zoals gebruikt op militair materieel op de POMS-locaties. Op basis van deze screening wordt ten slotte een prioritering gemaakt van welke stoffen mogelijk een gezondheidsrisico kunnen hebben gegeven bij gebruik van CARC.





## 2 Basiskennis verfsystemen

Verf wordt gebruikt om oppervlakken te beschermen en te verfraaien. Daarvoor worden meestal meerdere lagen verf aangebracht, van verschillende samenstelling:

- Eerst een grondverf, of 'primer'.
- Daarna een lak, of 'topcoat', met de gewenste kleur.

Bij het beschermen van een metalen oppervlak zoals ijzer en aluminium is het belangrijk dat de verf voorkomt dat het metaal gaat roesten. Daartoe wordt een roestwerend middel toegevoegd aan de primer. Vroeger was dat vaak een chromaat. In de lak, die niet in contact staat met het metaal, is een roestwerend middel niet nodig, maar zijn de kleur en zaken als 'krasvastheid' en uv-bestendigheid belangrijk.

Alle verf bevat over het algemeen de volgende bestanddelen:

- Een bindmiddel: een vaste of taai vloeibare stof die zorgt voor de vorming van een droge verflaag.
- Een oplosmiddel: een vloeistof die de verf verwerkbaar maakt.
- (Soms) een pigment: een poeder dat de verf een kleur geeft.
- Hulpstoffen: deze geven speciale eigenschappen aan de verf.

Na het aanbrengen van een laag verf, verdampt het oplosmiddel en ontstaat tijdens deze droging een harde laag. Dit kan doordat er alleen een vaste stof overblijft na verdamping van het oplosmiddel (fysische droging) of doordat er een chemische reactie tussen twee of meer bestanddelen plaatsvindt, waardoor een vaste, droge laag overblijft (chemische droging).



### 3 Wat is Chemical Agent Resistant Coating (CARC)?

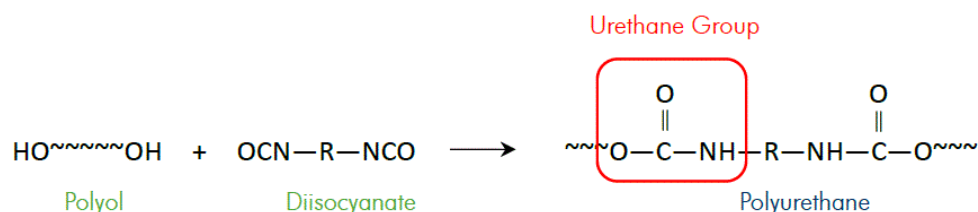
In dit hoofdstuk wordt uitgelegd wat CARC is, voordat er in de volgende hoofdstukken ingegaan wordt op de samenstelling van de verschillende CARC producten die gebruikt zijn op de POMS-locaties. CARC staat voor 'Chemical Agent Resistant Coating'. Het is een lak of topcoating, dat bestand is tegen chemische middelen. CARC wordt soms ook als verfsysteem aangeduid, maar bij NL Defensie en ook in het algemeen, wordt met CARC alleen de topcoating bedoeld. Omdat de naam CARC ook de term 'coating' bevat en niet de term 'primer', en de resistentie tegen chemische strijdgassen ook alleen gerelateerd is aan topcoatings, houden we de definitie van NL Defensie aan.

Dat CARC bestand is tegen chemische middelen komt voort uit drie unieke functies van CARC:

- De coating is bestand tegen strijdgassen.
- De coating maakt het mogelijk de strijdgassen, die er toch nog voor een klein deel in zijn geabsorbeerd, er weer uit te extraheren met bepaalde ontsmettingsmiddelen.
- De coating is bestand tegen deze ontsmettingsmiddelen (zowel biociden als middelen voor het verwijderen van de strijdgassen).

Het gegeven dat CARC bestand is tegen strijdgassen wil zeggen dat de verflaag niet wordt aangetast, dat er maar weinig van het strijdgas in CARC wordt opgenomen, en dat het strijdgas dat toch wordt opgenomen, niet migreert bij bijvoorbeeld handcontact. Deze functies zijn mogelijk door een bepaalde vernetting van het polymeer (het bindmiddel) in de CARC. Bij CARC is dit bindmiddel altijd een polyurethaan (PU). PU wordt ook gebruikt in autolakken, maar daar heeft het niet de specifieke vernetting die CARC heeft. CARC is specifiek voor militair materieel.

PU wordt gevormd uit een reactie tussen een diisocyaanate en een stof met meerdere OH-groepen (een polyol). Deze beide stoffen vormen een polymeer: poly-urethaan (Figuur 1).



Figuur 1. De chemische reactie van een polyol met een diisocyaanate tot een polyurethaan.

Door moleculen te kiezen met kleine afstanden tussen de OH-groepen, wordt een polyurethaan verkregen dat sterk vertakt is (dichte vernetting) en kleine poriën bevat. Door de kleine poriën kunnen bepaalde strijdgassen minder makkelijk door het polymeer heen dringen. Op deze manier zorgt een dichtere vernetting van het polymeer ervoor dat de coating chemisch resistent wordt.

Er bestaan verschillende soorten CARC: een twee-componenten CARC en een één-component CARC. Bij het twee-componenten CARC wordt de component met het diisocyaanaat bij de component met de polyol gevoegd, waarna de polymerisatie start (het polymeer wordt gevormd). Het mengsel kan maar gedurende beperkte tijd opgebracht worden, omdat het na een bepaalde tijd helemaal gepolymeriseerd is, en daardoor hard geworden is. Bij één-component CARC wordt de PU op een andere manier gevormd, via een zogenaamde vochtuitharding, waarbij de luchtvochtigheid van de ruimte ook heel kritisch is. De twee componenten zijn hierbij al gemengd, zodat de twee componenten vooraf met elkaar gereageerd hebben (pre-polymerisatie). Door een overmaat aan isocyaanaat te gebruiken ontstaat een polymeer met vrije isocyaanagroepen die vervolgens met water (vocht uit de lucht) met elkaar kunnen vernetten. Wanneer het blik gesloten is en er geen vocht bij kan, vindt er geen reactie plaats. Om invloed van eventueel aanwezig vocht voor het daadwerkelijk toepassen van de verf te beperken, worden vochtvangers toegevoegd. Hiervoor wordt een isocyaan monomeer toegevoegd. Als het blik met deze verf open gaat en het vocht uit de lucht erbij kan, start de vernettingsreactie. Deze reactie kan eventueel door een toevoegde katalysator worden versneld.

Het twee-componenten CARC wordt op dit moment bij de Nederlandse Defensie in principe nooit aangebracht met een kwast of roller, maar altijd gespoten omdat dit het beste resultaat geeft. De één-componenten CARC wordt zowel gespoten als met kwast of roller aangebracht, omdat het daarbij vaak gaat om het bijwerken van kleine oppervlakken. Om CARC goed te kunnen spuiten wordt het vooraf vaak verdund met oplosmiddel.

Op de POMS-locaties werd Amerikaans materieel onderhouden. De eisen waaraan een CARC moet voldoen om door de Amerikaanse Defensie gebruikt te mogen worden (op Amerikaans materieel), staan in United States Military Standard documenten. Er zijn verschillende typen standaarden. De specificaties van een product staan in de zogenaamde MIL-specificaties (MIL-Specs). Deze documenten bevatten informatie over technische vereisten en de materialen die moeten worden gebruikt.

## 4 Informatievergaring samenstelling CARC op POMS-locaties

De samenstelling van de gebruikte CARC-producten op de POMS-locaties is via verschillende lijnen onderzocht:

- *Defensie*: De CARC-samenstelling is opgevraagd bij het Nederlandse ministerie van Defensie (NL Defensie). Voor de POMS-locaties is deze vraag door NL Defensie uitgezet bij het Amerikaanse ministerie van Defensie (VS Defensie). Parallel daaraan is alle informatie die door NL Defensie vrijgegeven is ten behoeve van dit project, geëvalueerd.
- *(Ex-)medewerkers*: Er is aan (ex-)medewerkers gevraagd of zij nog andere documenten of informatie hebben met betrekking tot (de samenstelling van) de CARC-producten op POMS-locaties, en of zij nog (ongeopende) CARC thuis hebben staan, afkomstig van een bepaalde locatie.
- *Amerikaanse zusterinstellingen*: Er is navraag gedaan bij Amerikaanse overheidsinstellingen die arbo-zorg in hun takenpakket hebben, of zij al een studie naar deze producten hebben gedaan.
- *Vakbonden*: Aan de Nederlandse vakbonden is gevraagd of zij via hun contacten bij de Amerikaanse vakbonden kunnen vragen of zij informatie hebben over de CARC-samenstelling.
- *Fabrikanten*: Aan een fabrikant van CARC-producten is gevraagd naar de samenstelling van hun producten. Er is uitleg gevraagd over samenstellingsverschillen en er is gevraagd of zij producten hebben geleverd aan het Amerikaans leger ten tijde van het bestaan van de POMS-locaties.

### 4.1 Defensie (NL en VS)

Een gedetailleerde beschrijving van de verkregen informatie via NL en VS Defensie, is te vinden in Annex I. Samengevat blijkt uit deze informatie dat er vóór 1989-1990 mogelijk twee-componenten CARC is gebruikt op de POMS-locaties, daarna is één-component CARC toegepast. De twee producten waarvan VS Defensie MSDSen heeft gestuurd, zouden voor 1990 kunnen zijn gebruikt, omdat dit twee-componenten CARC betreft, maar bewijs ontbreekt of deze producten überhaupt zijn toegepast op de POMS-locaties. De samenstelling voor deze twee producten, elk bestaande uit twee componenten (A en B), staat weergegeven in Tabel 1.

Volgens een voorschrift van het Arbo Platform NL-POMS van 1991 waren de enige toegelaten producten als CARC de vier producten, die vermeld zijn in Tabel 2. Uit gevaarlijkstoffelijsten van latere data (1996, 1997 en 2001) blijkt dat in die jaren nog vier extra CARC-producten zijn gebruikt, die in Tabel 3 staan weergegeven. De MSDSen hiervoor zijn gevonden via <http://hazard.com/msds/index.php>.

Volgens VS Defensie is in 2004 overgestapt naar watergedragen CARC. Hierover is geen verdere informatie gevonden via deze lijn.

Tabel 1. Samenstelling van twee-componenten CARC-producten uit de POMS-periode (Bron: MSDSen van component A zoals door VS Defensie geleverd en MSDSen van bijbehorende component B zoals opgezocht in <http://hazard.com/msds/index.php>)

Datum MSDS	Product	Samenstelling	% (w/w) <sup>1</sup>	Gebruikt op POMS?
27-08-1991	PRATT & LAMBERT, Inc. Coating, polyurethane green 383, 34094 ID75 NSN: 8010-01-260-0912  Component A	Propyleen glycol methyl ether acetate Tolueen Silica, kristallijn-cristobaliet Silica, amorf- 'diatomaceous earth' Silica, amorf gehydrateerd Chroom(III)oxide Cobalt Titanium dioxide Methyl ethyl keton VOC <sup>2</sup>	10  5 10 5 15 15 5 5 10 (496 g/L - water)	onduidelijk
15-10-1991	PRATT & LAMBERT, Inc. COATING POLYURETHANE COMPONENT B ID 757001 NSN: 8010-01-260-0912  Component B	Polymeer HDI hars Nafta, licht aromatisch N-butyl acetaat HDI <sup>2</sup>	90 5 5 <1	onduidelijk
15-11-1991	Niles Chemical Paint Co. XE-7751A 383 CARC T2 NSN: 8010-01-160-6742  Component A	Polyester hars PM Acetaat Groen pigment (Cr III) Butyl acetaat Methyl ethyl keton ether Methyl isobutyl keton	18 16 9 9 5 3	onduidelijk
15-11-1991	Niles Chemical Paint Co. CARC-B ACTIVATOR COMP B 4 TO 1 BLEND NSN: 1801-01-160-6742  Component B	HDI <sup>2</sup> Xyleen Butyl acetaat	75 12 12	onduidelijk

<sup>1</sup> w/w = gewichtsperscentage

<sup>2</sup> VOC = 'volatile organic compounds' = vluchtige organische stoffen; HDI = hexamethyleendiisocyaan

Tabel 2. Samenstelling van één-component CARC-producten uit de POMS-periode: MSDSen uit het archief NL Defensie

Datum MSDS <sup>4</sup>	Product	Samenstelling	%	Gebruikt op POMS?
18-10-1998 <sup>2</sup> 19-02-1990 <sup>2</sup>	Hentzen coatings Inc. 383 SAND ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-234-2934	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Titanium dioxide Xyleen <sup>3</sup> Aromatic 100 Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Geel ijzeroxide pigment <sup>3</sup>	30,8 20-30 5-10 ? 1,19 1,64 1,26 0,05 30-40 1-5	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
16-11-1998 <sup>2</sup> 12-06-1989 <sup>2</sup>	Hentzen coatings Inc. 383 GREEN ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-229-7546	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen <sup>2</sup> Aromatic 100 Cobaltverbinding-en Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	20-30 20-30 ? 1-5 ? 7 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
23-01-1989	Hentzen coatings Inc. BLACK *37030 ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-229-7540	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (10 mg/m <sup>3</sup> ) Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen Aromatic 100 Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	30-40 < 0,5 20-30 0,75 1-5 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
Slecht leesbaar, lijkt 1989 te zijn	Hentzen coatings Inc. 383 BROWN ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7543	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Methyl isobutone ketone (hexone) Aromatic 100 Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	15-20 20-30 15 1-5 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS

<sup>1</sup> HDI = hexamethyleendiisocyaan

<sup>2</sup> Er zijn twee MSDSen van dit product gevonden, die van 1998 is een Nederlandse, die van 1989 of 1990 een Engelse.

<sup>3</sup> De datum van het document is tevens de referentie van het document, waarmee het op <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/chroomverf/documenten/publicaties/2014/10/30/alle-documenten-over-carc-en-chroom-6-op-jaartal> gevonden kan worden.

Tabel 3. Samenstelling van CARC producten uit gevaarlijke stoffenlijsten van POMS locaties, die nog niet in Tabel 2 staan vermeld

Datum MSDS	Product	Samenstelling	% (w/w)	Gebruikt op POMS?
31-08-1995 en 26-04-1993	Hentzen coatings Inc. 383 GREEN ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7547	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen Aromatische koolwaterstoffen Cobaltverbindingen / anorganisch spinel pigment Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Oxide van chroom(III)oxide Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI VM&P Nafta Magnesiumferriet	21-24 20-30 2-5 1,5 0,4-5 7 1-5 1,2 0,05 20-30 4,8 1-5	Ja, in lijsten van carcino- gene en reprotox- ische stoffen POMS
31-08-1995	Hentzen coatings Inc. 383 BROWN ZENTHANE  NSN: 8010-01-229-7545	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Zwart ijzeroxide VM&P Nafta Xyleen Rood ijzeroxide Oxide van chroom(III)oxide Chroom(III)	22 20-30 1,2 1,2 0,05 20-30 1-5 5 4 1-5 1-5 5	Ja, in lijst van carcino- gene en reprotox- ische stoffen Vriezenveen, 1996
28-04-1998	Hentzen coatings Inc. 37030 BLACK ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7542	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Zwart ijzeroxide VM&P Nafta Xyleen Geel ijzeroxide Carbon black	23 20-30 1,2 1,2 0,035 20-30 5-10 5,1 3,5 1-5 0,75	Ja, NSN nummer in lijst gevaar- lijke stoffen Eygelsho- ven, 2001, maar fabrikant onduide-lijk
28-04-1998	Hentzen coatings Inc. TAN 686A ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-276-3638	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI VM&P Nafta Xyleen Geel ijzeroxide Titanium dioxide Chroom(III)oxide	24 20-30 1,3 1,2 0,035 20-30 4,0 3,4 1-5 5-10 0,72	Ja, NSN nummer in lijst gevaar- lijke stoffen Eygelsho- ven, 2001, maar fabrikant onduide-lijk

<sup>1</sup> HDI = hexamethyleendiisocyaanaat



## 4.2 (Ex-)medewerkers NL Defensie

Zowel RIVM, Defensie als vakbonden hebben (ex-)medewerkers van Defensie gevraagd om informatie die relevant zou kunnen zijn voor het onderzoek aan het Centrum voor Arbeidsverhoudingen OverheidsPersoneel (CAOP) te verstrekken. Het CAOP beheert deze informatie zodat de privacy van personen wordt gewaarborgd. Enkel de onderzoekers hebben toegang tot deze informatie.

Naast het doornemen van deze documenten van (ex-)medewerkers, zijn op elke POMS-locatie twee tot drie gesprekken gehouden met groepen van (ex-)medewerkers. Bij deze gesprekken zijn onder andere vragen gesteld over de gebruikte verf.

Een gedetailleerde beschrijving van de informatie die via deze documenten en gesprekken is verkregen, is te vinden in Annex I. Samengevat, en volgend op de informatie die al via NL en VS Defensie verkregen was, blijft er onduidelijkheid over het gebruik van CARC vóór 1990. Ook van de (ex-)medewerkers is hierover tegenstrijdige informatie gevonden. CARC-verf was herkenbaar voor werknemers aan de specifieke karamelgeur en lastige verwerking, waardoor zij zich het gebruik hiervan relatief goed zullen herinneren. Aan de informatie vanuit de (ex-)werknemers kan daarom enig gewicht gegeven worden, ondanks de lange tijd die verstreken is sinds het gebruik ervan. Het meest aannemelijke scenario lijkt te zijn dat er vanaf 1986/1987 wel, maar beperkt, met CARC werd gewerkt. Dit was misschien alleen op de locaties Vriezenveen en Eygelshoven, waar werknemers deze jaartallen noemen. In 1990-1991 is er waarschijnlijk een uitgebreidere overstap geweest, met de aanvoer van nieuwe tanks vanuit de VS vanwege de Golfoorlog. Rond 1990-1991 vond in ieder geval de overstap naar één-component CARC plaats.

Over het tijdstip van overstap naar watergedragen CARC is tegenstrijdige informatie gevonden, met jaartallen variërend tussen 1999 en 2004. De enige officiële documentatie, en daarmee meest betrouwbare informatie, hierover is de MIL-Spec, die inging op 30 januari 2002.

De acht CARC-producten van Tabellen 2 en 3 blijven de enige CARC-producten waarvan er sterke aanwijzingen zijn dat die op POMS sites zijn gebruikt. Dit zijn allen één-component CARCs, die volgens de informatie rond 1990 zijn ingevoerd. In de tijd daarvoor is waarschijnlijk beperkt twee-componenten CARC gebruikt, waarvoor de enige gevonden productinformatie die van Tabel 1 is. De samenstelling uit Tabel 1 is echter afkomstig van MSDSen van 1991, en hoeft niet te gelden voor producten die in de periode 1986-1990 zijn gebruikt. Bovendien is niet duidelijk of deze specifieke merken CARC (Pratt&Lambert en Nilis Chemical) zijn gebruikt op POMS. Pratt&Lambert is als merk wel herkend door (ex-)medewerkers, maar dat kan ook van andere typen verven (bijvoorbeeld primers) zijn geweest. Informatie over specifieke producten van watergedragen CARC is niet gevonden.

## 4.3 Vakbonden

De vier vakbondsvertegenwoordigers in de paritaire commissie zijn aangeschreven, twee hebben gereageerd dat zij geen contacten hebben in de VS. Via de andere twee zijn twee contacten in de US aangeschreven. Een medewerker van United Auto Workers (UAW), Health and Safety Department heeft veel informatie gestuurd. Hij wees

onder andere op de stof parachlorobenzotrifluoride, die mogelijk een sensitizer is. Deze stof is echter niet aangetroffen in de MSDSen van de CARCs waarvoor sterke aanwijzingen zijn dat ze op POMS zijn gebruikt. De MSDSen die deze persoon aanleverde waren van de fabrikant PPG en het jaartal 2008. Omdat het logo van deze fabrikant niet herkend is door de (ex-)medewerkers en er geen aanwijzingen zijn gevonden dat CARC van deze fabrikant is gebruikt op POMS, zijn deze MSDSen niet verder meegenomen.

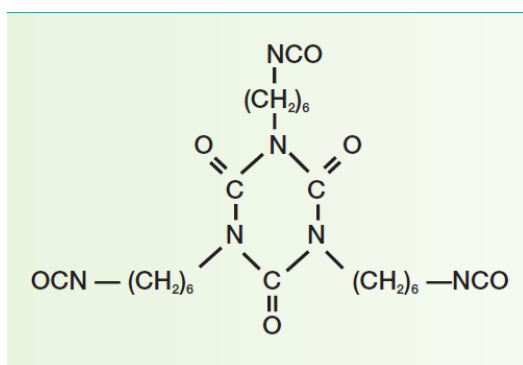
Van een medewerker van Laborers' Health and Safety Fund of North America is ook een reactie ontvangen, maar zijn bijdrage was marginaal omdat het niet zijn deskundigheid betrof. Hij heeft wel de 'Guidelines for Controlling Health Hazards in Painting Operations' van de US Army Public Health Command (USAPHC) uit 2012 meegestuurd, met onder andere een beschrijving van overschakeling naar oplosmiddelvrije CARC. Hierin werd alleen de volgende relevante tekst gevonden:

'The most common isocyanate monomer found in aliphatic polyurethane paint is HDI and is the ingredient which has generated the majority of concern. This is because isocyanates, in general, are known to be sensitizers and irritants. The HDI is present in the uncured polyurethane paint coating and may be released during thermal decomposition of cured polyurethane paint coatings.'

#### 4.4 Fabrikanten

Uit de verfproductlijsten van de Nederlandse Defensie (niet van POMS), die al in een vroeg stadium van het onderzoek bekend waren, bleek AkzoNobel een belangrijke leverancier. Op 30 maart 2016 hebben RIVM-onderzoekers een bijeenkomst gehad met deskundigen van AkzoNobel met als doel informatie te verkrijgen over CARC en chroom-6 houdende verven. Het verslag van dit overleg is te vinden in Annex III. De belangrijkste punten over CARC waren:

- Vaak wordt gebruikgemaakt van een pre-polymeer van de isocyanaatverbinding, eigenlijk altijd de trimeer van HDI (hexamethyleendi-isocyanaat), zie Figuur 2. HDI is de standaard keuze voor de isocyanaat-verbinding omdat deze als enige niet verkleurt. Ten opzichte van het polyol wordt een overmaat aan isocyanaat-prepolymeer toegevoegd. De hogere vernettingsgraad voor CARC wordt verkregen door een polyol te kiezen met een hogere dichtheid aan OH-groepen.



Figuur 2: Trimeer van HDI.

- Er is een twee-componentensysteem, waarbij vlak voor gebruik het isocyaan-prepolymeer moet worden gemengd met het polyol, waarna het netwerk zich langzaam vormt in de aangebrachte verflaag.
- Er is ook een één-componentensysteem ('Moisture Cure'), waarbij de twee componenten vooraf-gereageerd zijn (pre-polymerisatie). Door een overmaat aan isocyaan te gebruiken ontstaat een polymeer met isocyaan functionele groepen die met water (vocht uit de lucht) met elkaar kunnen vernetten. Wanneer het blik gesloten is en er geen water bij kan vinden er geen reactie plaats. Aan dit één-componentensysteem wordt een mono-isocyaan (bijvoorbeeld p-tolueensulfonylisocyaan) toegevoegd om water weg te vangen om reactie in het blik te voorkomen.

Antwoorden op vervolgvragen leverde op dat voor het polyol vaak een vertakte gehydroxyleerde polyester wordt gebruikt, bijvoorbeeld Desmophen 650 (huidige leverancier Covestro, voorheen Bayer). Dit polyester/polyol polymeer heeft een relatief hoog OH-getal, en in combinatie met de trimeer van HDI krijgt men daarmee een intensieve driedimensionale vernetting wat hoge chemicaliën-bestendigheid tot gevolg heeft. De polymeren met een voldoende hoog molecuulgewicht hoeft men niet te vermelden op de MSDS.

#### 4.5 Overige informatie

Uit het proefschrift van Pronk (2007) blijkt dat rond 2005 de diisocyanaten steeds meer als pre-polymeren in de verf werden verwerkt, in plaats van als monomeren, om de schadelijkheid voor de gezondheid te beperken.

Op [www.everyspec.com](http://www.everyspec.com) zijn de MIL-Specs opgezocht die door verschillende bronnen zijn genoemd. Daar is te zien op welke datum de verschillende MIL-Specs zijn gepubliceerd, en zijn de MIL-Specs te downloaden om de gestelde eisen aan de verven na te gaan. Deze informatie is gebruikt voor de tijdlijn in hoofdstuk 5.

Zoals beschreven in voorgaande paragrafen, was nader speurwerk nodig naar de samenstelling van de twee-componenten CARC in de periode 1986/1987-1990. De MSDSen, aangeleverd door VS Defensie en gebruikt voor Tabel 1, waren van het jaar 1991. Daarom zijn de NSN-nummers van de CARC producten uit Tabel 1 ingevoerd op <http://hazard.com/msds/index.php> om na te gaan of er oudere MSDSen waren voor deze producten. Voor de CARC van Niles Chemical bleek een MSDS uit 1989 beschikbaar, voor beide componenten, die niet verschilde van de ingrediënten genoemd in Tabel 1. Het enige opmerkelijke verschil was dat in component B een lager gehalte aan HDI monomeer werd vermeld in 1989 dan in de MSDS van twee jaar later. Voor de CARC van Pratt&Lambert was geen oudere MSDS beschikbaar. De samenstelling zoals weergegeven in Tabel 1 is daarmee de best beschikbare, representatieve (voor HDI ook 'worst-case') informatie die gevonden kon worden voor de CARC gebruikt op POMS tussen 1986/1987-1990.

De website [www.gulfink.osd.mil](http://www.gulfink.osd.mil), van de Office of the Special Assistant for Gulf War Illnesses, meldt over de Golfoorlog de volgende relevante data:

- 7 augustus 1990: Operatie Desert Shield begint;
- 17 januari 1991: Operatie Desert Storm begint;
- 28 februari 1991: verklaring van beëindiging vijandelijkheden;
- 17 maart 1991: eerste troepen naar huis.

Dit geeft aan dat tussen 7 augustus 1990 en 28 februari 1991 materieel kan zijn klaargemaakt op de POMS-locaties voor de Golfoorlog, inclusief het overspuiten met zandkleurig CARC. Na die tijd kwam volgens de (ex-)medewerkers het materieel terug om weer hersteld te worden.

Op [http://www.gulfink.osd.mil/carc\\_paint/](http://www.gulfink.osd.mil/carc_paint/) is een rapport beschikbaar over het gebruik van CARC tijdens de Golfoorlog. In Annex I is relevante informatie uit dit rapport in meer detail weergegeven. Een vergelijking van de ingrediënten van CARC die hier genoemd worden met die in Tabel 1, 2 en 3 laat een grote overeenkomst zien. Dit geeft aan dat Tabel 1, 2 en 3 representatief zijn. Tijdens de Golfoorlog zijn wel een aantal extra ingrediënten gebruikt, zoals 'carbazole violet'.

#### 4.5.1 *Watergedragen(WD) CARC*

In de documenten van en gesprekken met Defensie en (ex-)medewerkers werden geen productnamen of fabrikanten gevonden voor de watergedragen CARC, die waarschijnlijk is gebruikt in de laatste POMS-jaren, na 2002. Om toch een beeld te krijgen van de stoffen in deze watergedragen CARC, en deze stoffen mee te nemen in de screening voor mogelijke gezondheidsrisico's, is op andere manieren naar informatie over de samenstelling gezocht. Via de websites van een aantal producenten zijn MSDSen gevonden van watergedragen CARC. Voor de jaren 2002-2006 konden deze echter niet worden gevonden. Daarom zijn als alternatief MSDSen gebruikt van recentere jaren en is de aanname gedaan dat deze samenstelling hetzelfde was als in de periode 2002-2006 bij gebrek aan betere informatie. Daarnaast is algemene informatie gezocht in de MIL-Specs, in onderzoeksrapporten opgesteld door of in opdracht van het Amerikaanse ministerie van Defensie, en in patenten over de samenstelling van watergedragen CARC en de functie van de verschillende bestanddelen, om bovengenoemde aanname zoveel als mogelijk te controleren. De watergedragen CARCs volgens MIL-DTL-64159 zijn anders van samenstelling vergeleken met de oplosmiddelgedragen CARCs. Voor component A wordt een ander soort hars gebruikt, dat in water dispergeerbaar is. Naast water wordt een kleine hoeveelheid organische oplosmiddelen gebruikt om het bindmiddel te dispergeren. Wat betreft component B werd zeker in de beginperiode hetzelfde polyurethaanbestanddeel gebruikt voor de vorming van het bindmiddel. Het was echter noodzakelijk om andere oplosmiddelen te gebruiken die verenigbaar zijn met de waterige dispersie van component A. Als gevolg van deze veranderingen moest de mengverhouding ook worden aangepast, twee delen van component A worden gemengd met één deel van component B.

Component A bestaat net zoals de andere CARCs voornamelijk uit een reactief bestanddeel voor de vorming van het bindmiddel. Het gaat om

een hydroxyl-functionele polyurethaan pre-polymeer dat een reactieproduct is van polyolen en isocyanaat-moleculen. De exacte samenstelling is niet bekend en kan variëren. In de MSDS-en is slechts van één product informatie gevonden dat dit bestanddeel identificeert. In de andere MSDS-en is het bestanddeel vanwege bedrijfsgeheimhouding verder niet geduid. Deel A bestaat daarnaast grotendeels uit water, pigmenten en vulmiddelen en voornamelijk 1-methyl-2-pyrrolidone als tweede oplosmiddel. Er worden twee verschillende typen watergedragen CARCs onderscheiden die verschillen op basis van het type vulmiddel dat wordt toegepast. Onder type I vallen de minerale vulmiddelen zoals talk, kristallijn en amorf silica en amorf kiezelaarde. Onder type II vallen de vulmiddelen op basis synthetische organisch polymeren. Dit resulteerde in een verlaag met een hogere krasbestendigheid en een betere controle van de mate van glans. De eerste versie van deze CARC was in vier kleuren beschikbaar voor landvoertuigen en twee kleuren (groen en grijs) voor toepassing bij de luchtmacht (onder andere helikopters).

In Tabel 4 is de samenstelling gegeven van watergedragen CARC die voldoen aan de specificatie MIL-DTL-64159. Per producent, type en component is een compilatie gegeven van de ingrediënten. De meeste gegevens hadden betrekking op type II CARCs. Van één producent zijn gegevens voor type I gevonden. De eerste aanvulling van de specificaties was in 2007, met meerdere kleuren waardoor het aantal verschillende pigmenten, dat in CARCs kon worden toegepast, werd uitgebreid. Dit is na de POMS-periode, dus MSDSen voor producten met deze kleuren zijn niet meegenomen. Daarnaast zijn er aanwijzingen dat voor het reactieve bestanddeel (polyol) in component A tegenwoordig andere pre-polymeren kunnen worden gebruikt. In de openbare bronnen is echter geen informatie gevonden die hieromtrent duidelijkheid verschaft. Hetzelfde geldt mogelijk ook voor de polyurethaan pre-polymeren in component B. In de tussentijd zijn deze pre-polymeren verder ontwikkeld. Echter, gezien de informatie uit de MSDSen blijkt dat in hoofdzaak nog steeds hetzelfde pre-polymeer op basis van HDI wordt gebruikt.

Tabel 4. Lijst ingrediënten van watergedragen, twee-componenten CARC (type I en II), voor de kleuren die tussen 2002 en 2006 van toepassing waren.

Datum MSDS	Product	Samenstelling	Gehalte w/w %	Gebruikt op POMS?
2013-2017	MIL-DTL-64159(A), Component A, Type I. Sherwin Williams	Cristobaliet Carbon black 1-methyl-2-pyrrolidon Amorf kiezelaarde Mercaptopropyl trimethoxysilaan Kristallijn silica Amorf geprecipiteerd silica Talk Chroom(III)oxide Groen spinel van cobaltchromiet Titanium dioxide	5-10 <1-5 ~4 ~3 ~1  <1 3 5-15 5-10 <1-10 ~12	Onbekend
2016-2017	MIL-DTL-64159(B), Component A, Type II. Sherwin Williams	Condensatiepolymeer ureum en formaldehyde Carbon black 1-Methyl-2-pyrrolidon Mercaptopropyl trimethoxysilaan Kristallijn silica Chroom(III)oxide Groen spinel van cobaltchromiet Titaniumdioxide	5-10  <1-6 ~4 1-5  ~0.5 ~9 <1-11 5-15	Onbekend
2010	MIL-DTL-64159, Component B, Sherwin Williams	Hexamethyleendi-isocyanaat polymeer N-amyl propionaat Oxo-hexyl acetaat Vrij hexamethyleendi-isocyanaate	75 13 13 <0,1	Onbekend
2015	MIL-DTL-64159(B), Component A, Type II/ III. MILSPRAY Military Technologies <sup>1</sup>	Water Handelsgeheim Condensatiepolymeer van formaldehyde en urea Zwart ijzer(III)tetra-oxide, Chroom(III)oxide Titaniumdioxide 1-methyl-2-pyrrolidone Rood ijzer(III)oxide Geel ijzer(III)hydroxide Geoxideerd homopolymeer van etheen Mercaptopropyl trimethoxysilaan Niet-gevaarlijke harsdeeltjes	40-60 10-20 5-10  5-20 1-10 5-20 1-5 1-5 1-5 1-5 1-5 1-5 1-5	Onbekend
2015	MIL-DTL-64159(B), Component B, Type II/III. MILSPRAY	Hexamethyleendi-isocyanate polymeer Oxo-heptyl acetaat Handelsgeheim Vrij hexamethyleendi-	70-80 20-30 1-5 0,15	Onbekend

Datum MSDS	Product	Samenstelling	Gehalte w/w %	Gebruikt op POMS?
	Military Technologies <sup>1</sup>	isocyaanaat		
2012	MIL-DTL-64159, Component A, Type II. Spectrum <sup>2</sup>	Water Handelsgeheim Condensatiepolymeer van urea en formaldehyde Zwart ijzer(III)tetraoxide Chroom(III)oxide Cobaltchromiet Geel ijzer(III)hydroxide Rood ijzer(III)oxide Titanium dioxide 1-methyl-2-pyrrolidon Geoxideerd homopolymeer van etheen	40-60 10-20 5-10 5-20 1-10 5-10 1-5 1-5 10-20 1-5 1-5	Onbekend
2012	MIL-DTL-64159, Component B, Type II. Spectrum	Hexamethyleendi-isocyaanaat polymeer Oxo-heptyl acetaat Handelsgeheim Vrij hexamethyleendi-isocyaanaat	70-80 20-30 1-5 0,15	Onbekend
2007 en 2012	MIL-DTL-64159, Component A, Type II. Hentzen	Water Handelsgeheim Condensatiepolymeer van urea en formaldehyde Zwart ijzertetraoxide Chroom(III)oxide Cobalt chromiet groen Titanium dioxide Geel ijzeroxide Carbon black Rood ijzer(III)oxide 1-methyl-2-pyrolidon Geoxideerd homopolymeer van etheen	40-50 10-20 5-10 5-20 5-10 5-10 10-20 0-10 ~1 1-5 ~4 1-5	Onbekend
2014	MIL-DTL-64159(B), Component B, Type II. Hentzen	Hexamethyleendi-isocyaanaat polymeer Vrij hexamethyleendi-isocyaanaat	70-80 0-5	Onbekend
2013	MIL-DTL-64159(B), Component B, Type I en II. Chemsol	Water Carbon black Titanium dioxide Polyurethaan hars Siliciumdioxide	25-75 5-10 25-50 5-10 1-5	Onbekend

<sup>1</sup> Producten van Spectrum onder de naam van MILSPRAY op de markt.

<sup>2</sup> Producten ook onder merknaam MILSPRAY op de markt, samenstelling producten komen vrijwel overeen met die van producent Hentzen.





## 5 Resulterende tijdslijn en ingrediëntenlijst van gebruikte CARC-producten

Uit de beschikbare informatie is een tijdslijn gedestilleerd (Tabel 5) van de jaren dat verschillende POMS-locaties open waren en de jaren dat de MIL-Specs voor CARC geldig waren.

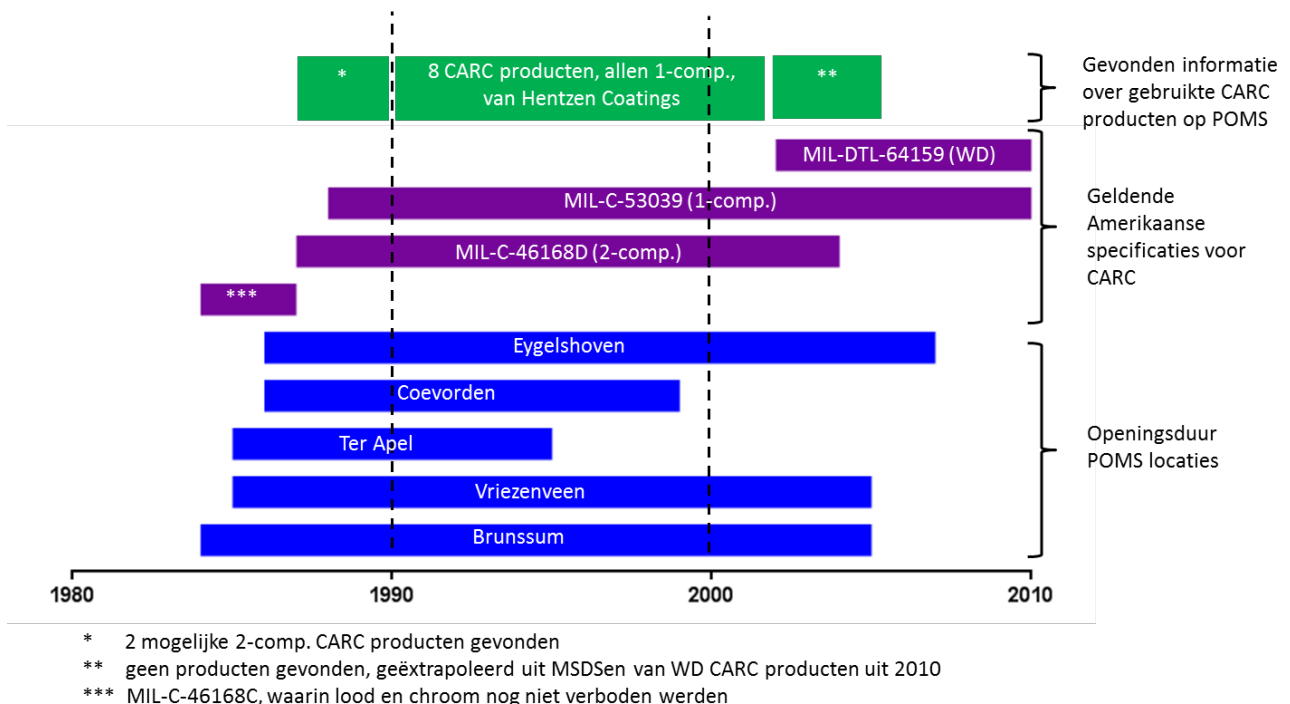
Tabel 5. Overzicht gebruik van CARC coatings ten tijde van NAVO-depots/POMS-locaties

Jaar	POMS-locatie <sup>1</sup>	MIL-Spec	Type CARC
1984	Opening Brunssum, 1 maart	MIL-C-46168C, introductie	Twee-componenten oplosmiddelgedragen coating
	Opening Vriezenveen, 10 december		
	Opening Ter Apel, 10 december		
1985	Opening Coevorden, 21 oktober		
	Opening Eygelshoven, 26 november		
1987		MIL-C-46168D vervangt MIL-C-46168C, type I komt te vervallen	Twee-componenten oplosmiddelgedragen coating Type I: onbekend Type II-IV: lood- en chromaatvrij
1988		MIL-C-53039, introductie	Eén-component, oplosmiddelgedragen coating met alifatische polyisocyaanate pre-polymer, vrij van loodchromaat
1994	Sluiting Ter Apel, 1 oktober	MIL-C-29475, introductie	Twee-componenten, watergedragen coating, alleen voor marinetoepassingen (dus niet op POMS van toepassing)
1998	Sluiting Coevorden, 1 oktober <sup>2</sup>		
2002		MIL-DTL-64159, introductie	Twee-componenten, watergedragen coating
2004	Sluiting Brunssum en Vriezenveen, 1 oktober		
2005		MIL-C-46168 D vervangen door MIL-DTL-53039B en MIL-DTL-64159	
2006	Sluiting Eygelshoven, 1 oktober		

<sup>1</sup> Data afkomstig uit de documenten 'NL POMS 1983-2006' en '10 jaar NL POMS (1983-1993)'.

<sup>2</sup> Op basis van interviews bleek dat de werkzaamheden nog doorliepen in 1999. Ook op de andere sites werd na de formele sluiting vaak nog doorgewerkt.

In Tabel 5 is te zien dat vanaf 1987 CARC lood- en chromaatvrij moest zijn. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat er vóór 1986/1987 CARC werd gebruikt op de POMS sites. Als dat zo was dan moet dit de oplosmiddelgedragen twee-componenten coating (onder MIL-C-46168C) zijn geweest, maar er is geen informatie gevonden over welk specifiek product dit was. Figuur 3 geeft dezelfde tijdlijn als Tabel 5 weer, met daarbij de gevonden informatie over de gebruikte verfproducten op de POMS-locaties in verschillende tijdsperiodes.



Figuur 3. Tijdslijn van POMS-locaties (blauwe balken), geldende CARC-specificaties (paarse balken) en gevonden productinformatie (groene balken). WD = watergedragen.

Voor de periode 1987-1990 is de informatie over het gebruik van CARC op POMS tegenstrijdig, maar het lijkt aannemelijk dat er in ieder geval op POMS Eygelshoven en POMS Vriezenveen al gewerkt werd met CARC. Dit kan ook als een 'realistic worst-case'-scenario worden gezien. Dit moet dan de oplosmiddelgedragen twee-componenten coating (MIL-C-46168D) zonder chromaat en lood zijn geweest. Doordat voorraden soms eerst op worden gemaakt is niet uit te sluiten dat er nog korte tijd na 1987 CARC met lood en chromaat is gebruikt op de POMS-locaties. De enige informatie over gebruikte specifieke producten komt van de MSDSen die het Amerikaanse leger heeft gestuurd, en uit het rapport van Gulfink. Ondanks dat er geen sluitend bewijs is dat die producten op de POMS-locaties zijn gebruikt, is bij gebrek aan betere gegevens, op basis van deze informatie een lijst ingrediënten opgesteld voor deze tijdsperiode (Tabel 6). Bij deze lijst wordt aangetekend dat er in grofweg het eerste jaar dat POMS-locaties werden gebruikt, mogelijk nog loodchromaat in de CARC zat.

Tabel 6. Lijst ingrediënten van twee-componenten, oplosmiddelgedragen CARC, zoals waarschijnlijk gebruikt op POMS-locaties tussen ca. 1986/1987 en ca. 1990

Stof	CAS-nr. <sup>1</sup>	Mogelijk gehalte (% w/w)
<i>Component A</i>		
Polyester hars, Bayer Desmophen 650A/65		18
Polyester hars, Bayer Multron R221/75		
Silica, diatomaceous	14464-46-1	5-10
Silicium dioxide, kristallijn (Quartz)	14808-60-7	5-10
Silica, amorphous hydrated	112945-52-5	15
Xyleen	1330-20-7	12
Tolueen	108-88-3	5
Methyl ethyl keton (MEK)	78-93-3	5-10
Methyl propyl keton (MPK)	107-87-9	2
Methoxypropanol acetaat (PM-Acetate)	108-65-6	16
Methyl isobutylketon	108-10-1	3-6
n-Butylacetaat	123-86-4	6-9
Nafta (Aromatic 100)	64742-95-6	?
Chroom(III)oxide	1308-38-9	9-15
Titaniumdioxide	68187-49-5	5
IJzeroxide	1309-37-1	?
Carbazol violet (carbazol dioxazine)	6358-30-1	?
Cobalt (chroom)	7440-48-4	5
Inorganic spinel, Cobalt chromite green spinel	68187-49-5	6
Magnesium ferriet	12068-86-9	?
<i>Component B</i>		
n-Butylacetaat	123-86-4	5-12
1,6-hexaandiisocyaanaat, homopolymeer Bayer Desmodus N751	28182-81-2	90
HDI vrij monomeer	822-06-0	<1-75
Xyleen	1330-20-7	12
Nafta (Aromatic 100)	64742-95-6	5

Noot: Deze ingrediënten zaten niet allemaal tegelijk in één CARC product, dit is een compilatie uit verschillende CARC-producten.

<sup>1</sup> CAS= Chemical Abstract Service. Elke chemische stof krijgt van deze dienst een uniek nummer, het CAS-nummer. Hiermee is een chemische stof beter te identificeren dan met een naam, omdat er vaak meerdere namen zijn voor dezelfde stof.

Vanaf 1990 werd oplosmiddelgedragen, één-component CARC gebruikt (MIL-C-53039). Hiervoor zijn specifieke producten, met MSDS, gevonden die een duidelijke relatie met de POMS sites hadden. Uit alle informatie, maar met name uit de Tabellen 2 en 3, is een lijst met ingrediënten van CARC, zoals gebruikt op POMS-locaties, gedestilleerd (Tabel 7).

Tabel 7. Lijst ingrediënten van één-component, oplosmiddelgedragen CARC, zoals gebruikt op POMS-locaties tussen ca. 1990 en ca. 2002

Samenstelling	CAS-nr. <sup>1</sup>	Mogelijk % (w/w) in CARC
Homopolymeer van HDI	28182-81-2	20-40
Methyl isoamyl keton	110-12-3	20-30
Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> )	14808-60-7	20-30
Methyl isobutone ketone (hexone)	108-10-1	15
Titanium dioxide	13463-67-7	5-10
VM&P Nafta	8030-30-6	4-5
Zwart ijzeroxide	1317-61-9	1-10
Trivalent chroom (onoplosbaar in water)	7440-47-3	1-7
Oxide van Chroom(III)oxide	1317-38-9	1-5
Aromatic 100 (aromatische koolwaterstoffen)	64742-95-6	1-5
Butyl acetaat	123-86-4	1-5
Geel ijzeroxide pigment	51274-00-1	1-5
Magnesiumferriet	12068-86-9	1-5
Rood ijzeroxide	1309-37-1	1-5
Xyleen	1330-20-7	0,75-5
HDI vrij monomeer	822-06-0	0,035-0,05
Cobalt verbindingen	7440-48-4	0,04
Silicium dioxide (10 mg/m <sup>3</sup> )	112945-52-5	<0,5
Carbon black	1333-86-4	0,75

Noot: Deze ingrediënten zaten niet allemaal tegelijk in één CARC-product, dit is een compilatie uit verschillende CARC producten.

<sup>1</sup> CAS= Chemical Abstract Service. Elke chemische stof krijgt van deze dienst een uniek nummer, het CAS-nummer. Hiermee is een chemische stof beter aan te geven dan met een naam, omdat er vaak meerdere namen zijn voor dezelfde stof.

Informatie over de datum van overstap naar watergedragen CARC bij de POMS geeft verschillende jaartallen aan tussen 1999 en 2004. Omdat de eerste MIL-Spec hiervoor dateert van 2002, wordt dit als jaar van overstap aangehouden. Voor deze watergedragen CARC is geen informatie gevonden over welke specifieke producten op POMS zijn gebruikt. Ook konden geen MSDSen uit de jaren 2002-2006 gevonden worden voor watergedragen CARC. Om toch een zo goed mogelijk beeld te hebben van de stoffen waar (ex-)medewerkers aan kunnen zijn blootgesteld via watergedragen CARC, zijn samenstellingen uit recentere MSDSen opgezocht, van kleuren die in 2002-2006 toegestaan waren. Het feit dat bij elke verandering aan een verfproduct een lang, nieuw testtraject nodig was voor goedkeuring door het Amerikaanse leger, staft de aanname dat er tussen 2002 en nu weinig is veranderd aan de samenstelling van watergedragen CARC. Tabel 8 geeft een lijst met ingrediënten van watergedragen CARC, zoals mogelijk gebruikt op POMS-locaties tussen 2002 en 2006. Watergedragen CARC kan alleen gebruikt zijn op de locaties Eyselshoven, Vriezenveen en Brunssum, omdat de andere twee locaties al voor 2002 zijn gesloten.

Tabel 8. Lijst van ingrediënten van twee-componenten, watergedragen CARC, zoals mogelijk gebruikt op de POMS-locaties tussen ca. 2002 en ca. 2006.

Ingrediënt	CAS-nr.	Mogelijk % (w/w) in CARC
<i>Component A</i>		
Water	7732-18-5	40-50
Handelsgeheim (hydroxyl functioneel PU hars)	nb	10-20
Titanium dioxide	13463-67-7	5-50
Zwart ijzer(III)tetra-oxide	1317-61-9	5-20
Talk	14807-96-6	5-15
Cristobaliet	14464-46-1	5-10
Condensatiepolymeer ureum en formaldehyde	9011-05-6	5-10
1-methyl-2-pyrrolidon	872-50-4	~4
Amorf kiezelaarde	7631-86-9	~3
Amorf, geprecipiteerd silica	112926-00-8	3
Chroom(III)oxide	1308-38-9	1-10
Etheen, homopolymeer	68441-17-8	1-5
Rood ijzer(III)oxide	1309-37-1	1-5
Silicium dioxide	68611-44-9	1-5
Niet gevaarlijke harsdeeltjes	nb	1-5
Handelsgeheim	nb	1-5
Mercaptopropyl trimethoxysilaan	4420-74-0	~1
Carbon black	1333-86-4	<1-10
Groen spinel van cobaltchromiet	68187-49-5	<1-11
Kristallijn silica	14808-60-7	~0.5
Geel ijzer(III)hydroxide	20344-49-4 / 51274-00-1	0-10
<i>Deel B</i>		
Homopolymeer van HDI	28182-81-2	70-80
Oxo-heptyl acetaat	90438-79-2	20-30
Oxo-hexyl acetaat	88230-35-7	13
N-amyl propionaat	624-54-4	13
Polyurethaan hars (hydroxyl functioneel PU hars)	151911-67-0	5-10
Handelsgeheim	nb	1-5
HDI vrij monomeer	822-06-0	0,15

nb = niet beschikbaar



## 6 Prioritering van CARC-ingrediënten op basis van toxische eigenschappen

Op basis van de beschikbare informatie zijn de aanwezige componenten in CARC (uit Tabellen 6-8) geprioriteerd op basis van hun toxische eigenschappen. Daarbij is uitgegaan van de huidige gevarenclassificatie van deze stoffen (CLP-classificatie).

Het gevaar van een stof of mengsel is het vermogen van een stof of een mengsel om schade aan te richten, bijvoorbeeld schade aan het menselijk lichaam. Het vermogen van een stof of een mengsel om schade aan te richten noemt men de intrinsieke eigenschappen van de stof of het mengsel. Stoffen en mengsels worden op basis van deze intrinsieke eigenschappen ingedeeld in klassen volgens een wereldwijd gebruikt systeem voor classificatie en etikettering. Dit systeem bepaalt tevens of, en welk pictogram op de verpakking van een stof of product moet worden aangebracht om gebruikers te waarschuwen voor de schadelijke eigenschappen ervan. Wat betreft schadelijkheid voor het menselijk lichaam (humane toxiciteit) bestaan er tien klassen:

1. Acute toxiciteit.
2. Bijtend/irriterend voor de huid.
3. Gevaar voor ernstig oogletsel/ irriteren voor de ogen.
4. Sensibiliserend (allergie-veroorzakend) bij inademing/huidcontact.
5. Mutageniteit in geslachtscellen.
6. Kankerverwekkend.
7. Voortplantingstoxiciteit.
8. Giftigheid voor specifieke organen – enkele blootstelling.
9. Giftigheid voor specifieke organen – herhaalde blootstelling.
10. Aspiratietoxiciteit.

Alle stoffen in verf vallen onder de Europese REACH-wetgeving en dienen daarvoor door de fabrikant of importeur geregistreerd te worden als ze boven een bepaald tonnage geproduceerd worden. Gekoppeld aan deze registratie is er ook een verplichting vanuit de CLP-wetgeving om de stof zelf te classificeren volgens het wereldwijde systeem. Niet alle fabrikanten van een stof classificeren deze echter precies hetzelfde, omdat ze bijvoorbeeld testresultaten anders interpreteren. Daarom worden ook geharmoniseerde classificaties door fabrikanten of EU-lidstaten voorgesteld aan en vastgesteld door het Risk Assessment Committee (RAC) van het Europese chemische agentschap (ECHA). Deze geharmoniseerde classificaties maken de zelf-classificaties van de fabrikanten overbodig en zijn door de onderliggende evaluatie van de Europese experts in RAC betrouwbaarder dan de zelf-classificaties.

Voor de screening van de ingrediënten van CARC op toxische eigenschappen zijn de volgende informatiebronnen geraadpleegd:

- MSDSen (Material Safety Data Sheets) van de producten;
- C&L Inventory Database (Europese database met classificaties van stoffen), via <https://echa.europa.eu/search-for-chemicals>.

Omdat het hier gaat om gezondheidseffecten op de lange termijn, na herhaalde blootstelling, is alleen gekeken naar classificatie als:

- kankerverwekkend (C);
- mutageen (M);
- voortplantingstoxisch (reprotoxisch, R);
- sensibiliserend/allergeen (S) of;
- giftig voor specifieke organen – herhaalde blootstelling (STOT-RE).

Voor de prioritering is aan stoffen met een classificatie als M en S de hoogste prioriteit gegeven, omdat voor deze effecten geen drempelwaarde geldt (dat wil zeggen voor deze effecten geeft elke blootstelling een zeker risico). Een middelhoge prioriteit is gegeven aan de C- en R-stoffen, een lagere prioriteit aan de stoffen met een STOT-RE-classificatie en de laagste prioriteit aan de stoffen zonder classificatie. Er is geen onderscheid gemaakt tussen subklasse 1 en 2 bij deze classificaties, omdat deze voornamelijk worden onderscheiden op basis van bewijslast en niet zozeer de ernst van het effect.

Bij meerdere zelfclassificaties zijn de zwaarste classificaties gekozen, tenzij een zware classificatie door bijzonder weinig registranten werd aangegeven, ten opzichte van vele registranten die niet deze classificatie aangaven. In dergelijke gevallen kan namelijk sprake zijn van een inschattingfout bij een registrant met weinig expertise. Bij aanwezigheid van een geharmoniseerde classificatie was deze leidend. Ondanks dat een geharmoniseerde classificatie meer zekerheid biedt dan een zelf-classificatie, is geen hogere prioriteit gegeven aan stoffen met een geharmoniseerde classificatie. De reden hiervoor is dat een gebrek aan een geharmoniseerde classificatie ook kan betekenen dat nog niemand heeft geïnvesteerd in het maken van een voorstel tot geharmoniseerde classificatie.

De potentie van een stof voor het effect waarvoor de stof geclassificeerd is, is niet meegenomen in deze prioritering omdat dit zeer veel werk is voor deze lijsten van stoffen. Dit zou niet in het doel passen van deze eenvoudige prioritering. De potentie kan beter worden meegenomen in een uiteindelijke risicobeoordeling van geselecteerde stoffen uit deze prioritering.

Binnen de resulterende vier prioriteitscategorieën op basis van classificatie (MS, CR, STOT-RE of geen classificatie) is verder geprioriteerd op basis van het gehalte van een stof in CARC, omdat een hoger gehalte waarschijnlijk tot een hogere blootstelling zal leiden. Er is daarom een hogere prioriteit toegekend aan de stoffen met een hoger gehalte in de CARC. In het geval van een bandbreedte voor het gehalte is gekeken naar het maximum. Eigenschappen zoals vluchtigheid, die invloed hebben op de te verwachten blootstelling via inademing, zijn niet meegenomen in de prioritering om de screening eenvoudig te houden.

Het resultaat van deze prioritering staat in Tabel 9 (periode voor ca. 1990), Tabel 10 (periode ca.1990-ca.2002) en Tabel 11 (periode ca. 2002-2006). Opmerkelijk zijn de zelf-classificaties van chroom(III)oxide als kankerverwekkend, mutageen en sensibiliserend (Tabel 9). Het chroom-3 in deze stof staat bekend als relatief onschadelijk voor de mens. De C&L Inventory Database laat zien dat 745 fabrikanten/importeurs de stof geen classificatie geven voor C, M, R of



S, vier wel voor C, vier voor M, 306 voor S en 181 voor R. Ook als het chroom(III)oxide is opgesplitst in het chroom(III)-deel en het oxide-deel, zoals in de MSDSen van de periode 1990-2002, worden voor het chroom(III)-deel C, M en S classificaties gevonden (zie Tabel 10). Nadere studie van (vertrouwelijke) registratiedossiers voor chroom(III)oxide leert dat hier soms onzuiverheden in aanwezig zijn, die wel schadelijke eigenschappen hebben. De CMRS-classificaties lijken daardoor eerder gebaseerd te zijn op de onzuiverheden in chroom-3-producten, dan op eigenschappen van chroom(III) zelf. Omdat deze onzuiverheden ook in de CARC terecht kunnen komen, zijn deze classificaties wel meegenomen in de prioritering. Het gehalte voor chroom(III)oxide (en dus ook voor het chroom(III)-deel in Tabel 10) zelf is echter gedeeld door 10, met de aanname dat het chroom(III)oxide maximaal 10% van een schadelijke onzuiverheid zal bevatten.

Uit Tabel 9 blijkt dat voor component A er een gedeelde hoogste prioriteit wordt gevonden voor het oplosmiddel nafta en de cobaltverbindingen. Voor component B staat het prepolymeër (of homopolymeër) van HDI bovenaan, met een gehalte van 90%. Dit is een opmerkelijk resultaat, omdat dit prepolymeër juist als minder schadelijk alternatief wordt gebruikt voor HDI. Dit kan komen doordat verschillen in potentie van de stoffen niet zijn meegenomen in de prioritering, en het prepolymeër een hoger gehalte heeft in de CARC dan het monomeër HDI. In werkelijkheid kan de potentie van het prepolymeër lager zijn dan die van HDI. Omdat de toxiciteit van het prepolymeër waarschijnlijk door dezelfde actieve groepen in het molecuul wordt veroorzaakt als de toxiciteit van HDI, worden deze twee stoffen samengenomen. Zowel het prepolymeër van HDI en HDI zelf krijgen daarom de hoogste prioriteit voor component B. De componenten A en B worden 4:1 gemengd, zodat component B vijf keer verdund wordt. Het uiteindelijke mengsel bevat nog steeds 18% prepolymeër HDI, wat hoger is dan het gehalte nafta of cobaltverbindingen. Voor de periode 1986/1987-1990 hebben het prepolymeër van HDI en daarbij ook HDI zelf daarom de hoogste prioriteit wat betreft de intrinsieke eigenschappen van CARC. Een tweede plek voor dit tijdvak gaat naar nafta en cobaltverbindingen en een derde plek naar de onzuiverheden in chroom(III)oxide.

Tabel 9. Prioriteit van de ingrediënten van twee-componenten CARC, zoals waarschijnlijk gebruikt op POMS-locaties tussen ca. 1986/1987 en ca. 1990, op basis van classificatie en gehalte

Prioriteit	Stof	CAS-nr.	Classificatie <sup>1</sup>	Gehalte (%)
<i>Component A (80% van de uiteindelijke verf)</i>				
1	Nafta (Aromatic 100)	64742-95-6	<b>C, M, R</b>	? <sup>2</sup>
1	Cobalt (chroom) <sup>4</sup>	7440-48-4	<b>C, R, S</b>	5
1	Anorganisch spinel, Cobalt chromiet groen spinel	68187-49-5	C, S, STOT RE	? <sup>3</sup>
2	Onzuiverheid in chroom(III)oxide	1308-38-9	C, M, R, S	0,9-1,5
3	Silica, amorphous hydrated	112945-52-5	C(inh), STOT RE (inh)	15
4	Silicium dioxide, kristallijn (Quartz)	14808-60-7	C(inh), STOT RE (inh)	5-10
4	Silica, diatomaceous	14464-46-1	C, STOT RE (inh)	5-10
5	Tolueen	108-88-3	<b>R, STOT RE</b>	5
5	Titaniumdioxide	13463-67-7	C, STOT RE	5
6	Xyleen	1330-20-7	STOT RE	12
7	Methoxypropanol acetaat (PM-Acetate)	108-65-6	-	16
8	Chroom(III)oxide	1308-38-9	-	9-15
9	Methyl ethyl keton (MEK)	78-93-3	-	5-10
10	n-Butylacetaat	123-86-4	-	6-9
11	Methyl isobutylketon	108-10-1	-	3-6
12	Methyl propyl keton (MPK)	107-87-9	-	2
13	Polyester hars, Bayer Desmophen 650A/65	?	Niet gevonden	18
13	Polyester hars, Bayer Multron R221/75	?	Niet gevonden	
14	Geel ijzeroxide	51274-00-1	-	?
14	Carbazol violet (carbazol dioxazine)	6358-30-1	-	?
14	Magnesium ferriet	12068-86-9	-	?
<i>Component B (20% van de uiteindelijke verf)</i>				
1	1,6-hexaandiisocynaat, homopolymeer Bayer Desmodus N751	28182-81-2	S	90
2	HDI vrij monomeer	822-06-0	<b>S</b>	<1-75
3	Nafta (Aromatic 100)	64742-95-6	<b>C, M, R</b>	5
4	Xyleen	1330-20-7	STOT RE	12
5	n-Butylacetaat	123-86-4	-	5-12

<sup>1</sup> C = carcinogeen (kankerverwekkend, M = mutageen (beschadigt het dna), R = reprotoxisch (schadelijk voor de voortplanting), S = sensibiliserend (kan allergie opwekken). Vetgedrukt = geharmoniseerde classificatie. Inh = via inhalatieroute.

<sup>2</sup> Waarschijnlijk 5%, gezien de functie als oplosmiddel en wat er aan een dergelijk oplosmiddel in andere CARC-producten zit.

<sup>3</sup> Waarschijnlijk 5%, aangezien van cobalt zelf is aangegeven dat er 5% aanwezig is.

<sup>4</sup> Het gaat hier waarschijnlijk om het cobalt in 'Anorganisch spinel, Cobalt chromiet groen spinel' ook in de lijst vermeld.

Voor de periode 1990-2002 (Tabel 10) krijgt ook weer het prepolymeer van HDI de hoogste prioriteit. Om dezelfde reden als hierboven beschreven wordt de monomeer van HDI hieraan gelijk gesteld. Op een tweede plek in de prioritering komt VM&P Nafta en dan Aromatic 100, beiden oplosmiddelen.

Tabel 10. Prioriteit van de ingrediënten van één-component CARC, zoals gebruikt op POMS-locaties tussen ca. 1990 en ca. 2002, op basis van classificatie en gehalte

Prioriteit	Ingrediënt	CAS- nr.	Classificatie <sup>1</sup>	Mogelijk % in CARC
1	Homopolymeer van HDI	28182-81-2	S	20-40
2	VM&P Nafta	8030-30-6	C, M, R	4-5
3	Aromatic 100 (aromatische koolwaterstoffen)	64742-95-6	C, M, R	1-5
4	Onzuiverheid in trivalent chroom (onoplosbaar in water)	7440-47-3	C, M, S	0,1-0,7
5	HDI	822-06-0	S	0,05
6	Cobaltverbindingen	7440-48-4	C, R, S	0,04
7	Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> )	14808-60-7	C(inh), STOT RE (inh)	20-30
8	Titanium dioxide	13463-67-7	C, STOT RE	5-10
9	Rood ijzeroxide	1309-37-1	STOT RE (inh)	1-5
10	Xyleen	1330-20-7	STOT RE	0,75-5
11	Silicium dioxide (10 mg/m <sup>3</sup> )	7631-86-9	STOT RE	<0,5
12	Methyl isoamyl keton	110-12-3	-	20-30
13	Methyl isobutone ketone (hexone)	108-10-1	-	15
14	Trivalent chroom (onoplosbaar in water)	7440-47-3	-	1-7
15	Butyl acetaat	123-86-4	-	1-5
15	Geel ijzeroxide pigment	51274-00-1	-	1-5
15	Magnesiumferriet	12068-86-9	-	1-5
15	Zwart ijzeroxide	1317-61-9	-	1-5
16	Oxide van Chroom(III)oxide	1317-38-9	Niet gevonden	1-5

<sup>1</sup> C = carcinogeen (kankerverwekkend, M = mutageen (beschadigt het dna), R = reprotoxisch (schadelijk voor de voortplanting), S = sensibiliserend (kan allergie opwekken). Vetgedrukt = een geharmoniseerde classificatie. Inh = via inhalatieroute.

Voor de periode 2002-2006 (Tabel 11) voor component A krijgen de cobaltverbindingen de hoogste prioriteit, gevolgd door het polymere condensaat van ureum en formaldehyde. Bij component B is dat, net als bij het oplosmiddelgedragen CARC, het prepolymeer van HDI en HDI zelf. Bij deze watergedragen CARC is de mengverhouding 1:1, daarmee krijgt het prepolymeer van HDI voor de uiteindelijke, gemengde verf de hoogste prioriteit, en daarbij behorend het HDI monomeer. De tweede plek voor de uiteindelijke verf is voor de cobaltverbindingen en daarna het polymere condensaat van ureum en formaldehyde.

Tabel 11. Prioriteit van de ingrediënten van twee-componenten, watergedragen CARC, zoals mogelijk gebruikt op POMS-locaties tussen ca. 2002 en ca. 2006, op basis van classificatie en gehalte.

Prioriteit	Ingrediënt	CAS-nr.	Classificatie <sup>1</sup>	Mogelijk % in CARC
<i>Component A (50% van de uiteindelijke verf)</i>				
1	Cobalt chromiet groen spinel	68187-49-5	C, S, STOT RE	<1-11
2	Polymeric condensate of urea and formaldehyde	9011-05-6	S	5-10
3	Onzuiverheid in chroom(III)oxide	1308-38-9	C,M,R,S	0,1-1
4	Mercaptopropyl trimethoxysilane	4420-74-0	S	~1
5	Titanium dioxide	13463-67-7	C, STOT RE	5-50
6	Talc	14807-96-6	C, STOT RE (inh)	5-15
7	Cristobaliet	14464-46-1	C, STOT RE (inh)	5-10
8	Carbon black	1333-86-4	C, STOT RE (inh)	<1-10
9	1-methyl-2-pyrolidone	872-50-4	R	~4
10	Kristallijn silica	14808-60-7	C(inh), STOT RE (inh)	~0.5
11	Rood ijzeroxide	1309-37-1	STOT RE (inh)	1-5
11	Silicone dioxide	68611-44-9	STOT RE (inh)	1-5
12	"Amorphous diatomaceous earth" [silica]	7631-86-9 en 112926-00-8	STOT RE (inh)	~3
13	Water	7732-18-5	-	40-50
14	Zwart ijzeroxide	1317-61-9	-	5-20
15	Chroom(III)oxide	1308-38-9	-	1-10
16	Geel ijzeroxide	20344-49-4 / 51274-00-1	-	0-10
17	Hydroxyl functionele PU hars	151911-67-0	Niet gevonden	5-20
18	Ethene, homopolymer	68441-17-8	Niet gevonden	1-5
19	Non-Hazardous Resin Solids	nb	nb	1-5
<i>Component B (50% van de uiteindelijke verf)</i>				
1	Hexamethylene diisocyanate polymer	28182-81-2	S	70-80
2	HDI	822-06-0	S	0,15
3	Oxo-heptyl acetate	90438-79-2	-	20-30
4	N-amyl propionate	624-54-4	-	13
4	Oxo-hexyl acetate	88230-35-7	-	13

<sup>1</sup> C = carcinogeen (kankerverwekkend), M = mutageen (beschadigt het dna), R = reprotoxisch (schadelijk voor de voortplanting), S = sensibiliserend (kan allergie opwekken). Vetgedrukt = geharmoniseerde classificatie, inh = via inhalatieroute. nb = niet beschikbaar

Bij het samenvoegen van de prioriteringen van Tabellen 9-11, om de gehele POMS-periode te beschouwen, is meegewogen dat de blootstelling aan de stoffen in Tabel 9 grofweg drie jaar kunnen hebben geduurd, terwijl die aan de stoffen in Tabel 10 grofweg twaalf jaar kunnen hebben geduurd en die aan de stoffen in Tabel 11 grofweg vier jaar. Omdat nafta, VM&P Nafta en Aromatic 100 zeer vergelijkbare mengsels van aromatische koolwaterstoffen zijn, zijn deze

samengevoegd tot één groep. Dan komen het prepolymeer van HDI en zijn monomeer als belangrijkste stoffen naar voren wat betreft toxische eigenschappen en gehalte in de CARC, gevolgd door de aromatische oplosmiddelen (nafta/VM&P Nafta/Aromatic 100) en vervolgens de cobaltverbindingen (zie Tabel 12).

*Tabel 12. Top-3 geprioriteerde ingrediënten van alle CARC, zoals (mogelijk) gebruikt op POMS-locaties, op basis van classificatie en gehalte*

Tijdsperiode POMS	Tijdsduur	Prioriteit stoffen in CARC
1984 -1987	3 jaar	Geen aanwijzingen dat toen CARC gebruikt werd
1987-1990	3 jaar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepolymeer van HDI en HDI</li> <li>2. Nafta en cobaltverbindingen</li> <li>3. Onzuiverheden chroom(III)oxide</li> </ol>
1990-2002	12 jaar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepolymeer van HDI en HDI</li> <li>2. VM&amp;P Nafta</li> <li>3. Aromatic 100</li> </ol>
2002-2006	4 jaar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepolymeer van HDI en HDI</li> <li>2. Cobaltverbindingen</li> <li>3. Polymere condensaat van ureum en formaldehyde</li> </ol>
Totaal	22 jaar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Prepolymeer van HDI en HDI</li> <li>2. Nafta, VM&amp;P Nafta, Aromatic 100: oplosmiddelen van mengsels van aromatische koolwaterstoffen</li> <li>3. Cobaltverbindingen</li> </ol>



## 7 Discussie

Het prepolymeer van HDI en zijn monomeer komen als belangrijkste stoffen naar voren wat betreft toxische eigenschappen en gehalte in de CARC, gevolgd door de aromatische oplosmiddelen (nafta/VM&P Nafta/Aromatic 100) en vervolgens de cobaltverbindingen.

In de uitkomst van deze evaluatie en prioritering schuilt een aantal onzekerheden. Ten eerste is door gebrek aan informatie over de periode vóór 1990, geen zekerheid over of er toen met twee-componenten CARC gewerkt is op de POMS-locaties en met welke producten. Er is aangenomen dat vóór 1990, op in ieder geval twee POMS sites, is gewerkt met twee-componenten CARC, en dat dit de producten waren waarvoor VS Defensie MSDSen heeft gestuurd. Als in werkelijkheid producten van andere fabrikanten zijn gebruikt in deze periode, kunnen de medewerkers deels aan andere stoffen zijn blootgesteld, zoals aan andere oplosmiddelen. Dit blijkt uit een algemene vergelijking van MSDSen van verschillende fabrikanten op <http://hazard.com/msds/index.php>. In alle CARC zat echter HDI en het prepolymeer van HDI, in vergelijkbare gehalten in de verschillende producten. Een ander merk CARC zal de hoofdconclusie van de prioritering daarom zeer waarschijnlijk niet veranderen. Er is ook geen informatie gevonden over de precieze CARC-producten gebruikt na 2002. Er is aangenomen dat toen alleen watergedragen CARC is gebruikt omdat er door (ex-)medewerkers en VS Defensie aangegeven is dat ergens in die tijd hiernaar overgeschakeld werd, al waren de aangegeven jaartallen verschillend. Uit MSDSen van watergedragen CARC blijkt ook hiervoor het prepolymeer van HDI en HDI de hoogste prioriteit te krijgen, net als voor de andere typen CARC, waardoor deze aannamen en het gebrek aan preciezere informatie de hoofdconclusie van de prioritering nauwelijks lijkt te beïnvloeden.

Een andere onzekerheid is dat een MSDS niet alle stoffen hoeft te noemen die in een product aanwezig zijn. Alleen de stoffen die geclassificeerd zijn als schadelijk moeten worden vermeld boven een bepaalde concentratielimiet (0,1% gewichtsprocent). Dit kan deels verklaren waarom de percentages van stoffen in de MSDSen, waar deze studie op leunt, niet optellen tot 100%. Dit kan verder verklaard worden door het ontbreken van het polyol op de MSDS, dat zeker in de CARC zit, maar niet hoeft te worden genoemd omdat het molecuulgewicht boven een bepaald grenswaarde ligt. Dergelijke grote moleculen worden niet opgenomen door het lichaam en hoeven daarom niet vermeld te worden. Deze zouden om dezelfde reden ook geen prioriteit krijgen in de huidige screening.

Zoals vermeld in hoofdstuk 6 is bij de prioritering niet meegenomen wat de potentie van een stof is voor een bepaald schadelijk effect, en zijn zelf-classificaties meegenomen, die niet altijd correct hoeven te zijn. Daarnaast is alleen het gehalte in de verf meegenomen als een maat voor blootstelling, terwijl de blootstelling ook afhangt van andere zaken, zoals dampspanning van de stof, de handelingen met de verf, de gebruikte persoonlijke beschermingsmiddelen, enz. De prioritering in dit

rapport moet daarom gezien worden als een kwalitatieve prioritering, bedoeld om relatief eenvoudig te kunnen selecteren welke stof het eerste aandacht verdient bij verder onderzoek naar een mogelijk gezondheidsrisico van het gebruik van CARC in het verleden.

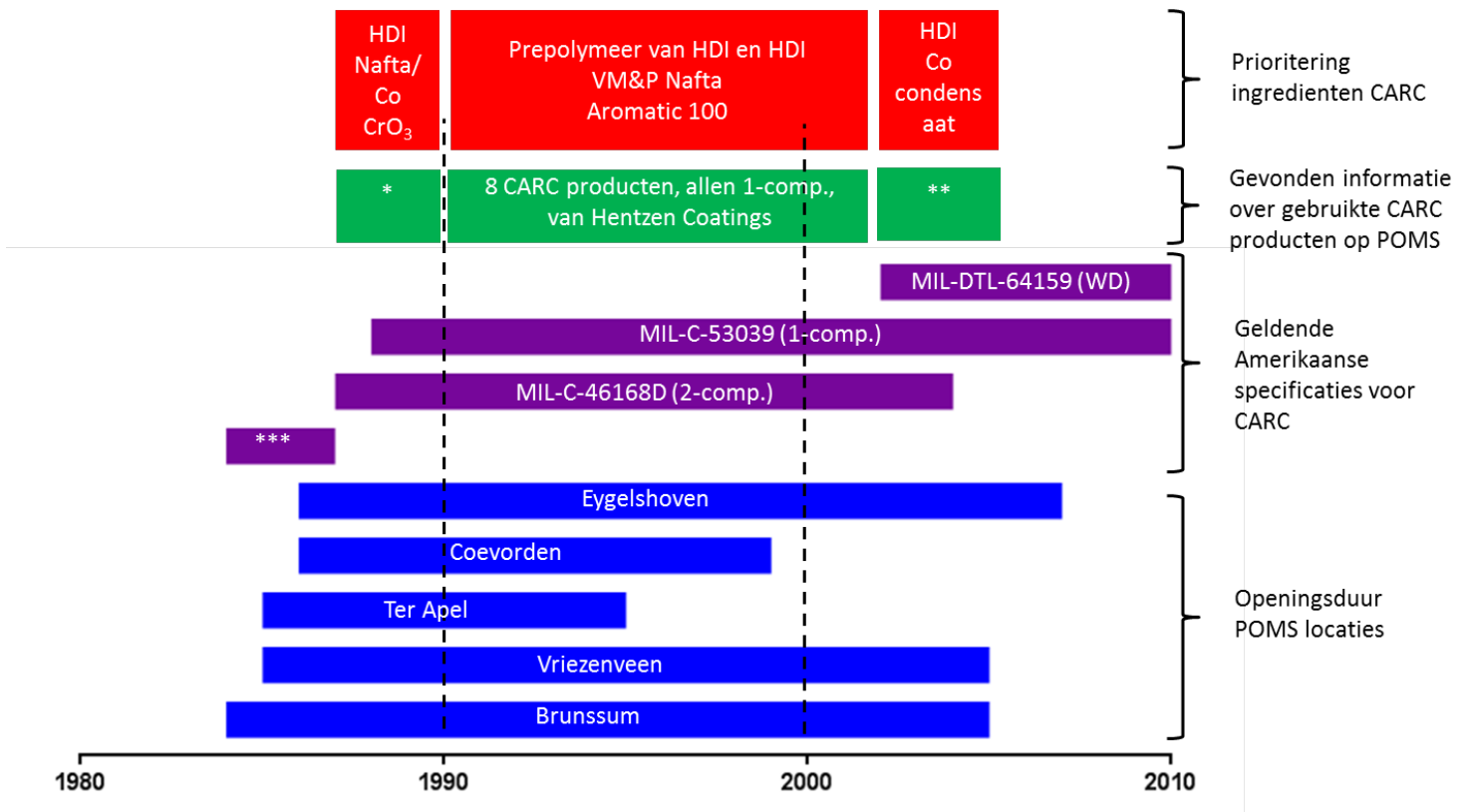
Voor de periode 1990-2002 zijn diverse bewijzen gevonden voor het gebruik van een achttal één-component CARC-producten op de POMS locaties, waar de MSDSen voor konden worden gevonden. De verschillen in CARC-samenstelling in de tijd en tussen fabrikanten is niet groot. Dit maakt de evaluatie van de ingrediënten, waar (ex-)medewerkers van de POMS-locaties aan zijn blootgesteld, voldoende robuust. De hoofdconclusie, de hoogste prioriteit voor HDI en het prepolymeer van HDI, is daarnaast in lijn met de waarschuwingen die door de jaren heen zijn gegeven in documenten van VS en NL Defensie voor CARC.



## 8 Conclusies

Op basis van informatie die is verkregen van NL Defensie en VS Defensie, van (ex-)medewerkers van de POMS-locaties, van AkzoNobel en uit diverse databases op internet, is een tijdlijn geconstrueerd van de gebruikte CARC en de belangrijke componenten hiervan (zie Figuur 4). Er zijn acht CARC-producten geïdentificeerd die zo goed als zeker zijn gebruikt op de POMS-locaties. Deze acht producten kunnen representatief geacht worden voor de periode ca. 1990-ca. 2002, toen voornamelijk één-component CARC lijkt te zijn gebruikt. Voor de periode vóór 1990 zijn twee-componenten CARC-producten en de bijbehorende MSDSen gevonden, die mogelijk op de POMS sites zijn gebruikt vanaf 1987, maar bewijs daarvoor ontbreekt. Voor de periode 2002-2006 zijn geen specifieke producten gevonden, maar zijn wel aanwijzingen, dat toen overgeschakeld werd op watergedragen CARC. Er zijn MSDSen gevonden van na 2010, met samenstellingen waarvan is aangenomen dat die in de periode 2002-2006 hetzelfde was. Ondanks deze beperkingen zijn de geproduceerde lijsten met ingrediënten bruikbaar voor prioritering en kan de uitkomst, door de grote overeenkomsten tussen de verschillende CARC-producten, voldoende robuust worden geacht.

Prioritering van deze lijsten ingrediënten op basis van classificaties en gewichtspercentage resulteerde in een hoogste prioriteit voor HDI en het prepolymeer van HDI. Als tweede op de uiteindelijke prioriteitenlijst volgen de oplosmiddelen van aromatische koolwaterstoffen (nafta, VM&P Nafta en Aromatic 100) en als derde volgen de cobaltverbindingen. Deze uitkomst is in overeenkomst met waarschuwingen die gegeven worden voor CARC in het bijzonder en verven in het algemeen.



\* 2 mogelijke 2-comp. CARC producten gevonden

\*\* geen producten gevonden, geëxtrapoléerd uit MSDSen van WD CARC producten uit 2010

\*\*\* MIL-C-46168C, waarin lood en chroom nog niet verboden werden

Figuur 4. Tijdslijn van POMS-locaties (blauwe balken), geldende CARC-specificaties (paarse balken), gevonden productinformatie (groene balken) en geprioriteerde ingrediënten (rode balken). WD = watergedragen, Co = cobaltverbindingen, CrO<sub>3</sub> staat voor onzuiverheden in chroom(III)oxide, condensaat staat voor polymere condensaat van ureum en formaldehyde.

## 9 Bronnen

Janssen, P.J.C.M., Van Apeldoorn, M.E., Van Koten-Vermeulen, J.E.M., Mennes, W.C. (1995) Human-toxicological criteria for serious soil contamination: compounds evaluated in 1993 & 1994. Rapport-nummer 715810 009, RIVM, Bilthoven.

<http://www.rivm.nl/dsresource?objectid=bc86845c-aa26-450e-8745-7a67decfdffe&type=org&disposition=inline>

Kooistra, M.F. (1991) Moderne verven en lakken. Kluwer Technische Boeken B.V., Deventer. Tweede herziene en bewerkte uitgave door J.J. Barnard en P. Houmes. ISBN 90 201 2561 3.

Pronk, A. (2007) Isocyanate exposure and respiratory health effects in the spray painting industry. Proefschrift, Universiteit Utrecht, ISBN 978-90-393-4646-4. Beschikbaar op

<http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/24281>.

'NL POMS 1983-2006' en '10 jaar NL POMS (1983-1993)' zijn vertrouwelijke documenten van melders, uit de database van het CAOP.



## 10 Annex I: Details gevonden informatie

### 10.1 I.1 Defensie (NL en VS)

#### 10.1.1 I.1.1 Gesprek RIVM met NL Defensie

Op 15 oktober 2015 zijn onderzoekers van het RIVM bij de deskundigen van NL Defensie op bezoek geweest om vragen te stellen over onder andere CARC. Hieronder staan de punten uit het gespreksverslag die betrekking hebben op de samenstelling en het gebruik van CARC (zie Annex II voor het hele verslag). De meeste informatie betrof hierbij de huidige situatie bij NL Defensie en niet de situatie ten tijde van en op de POMS-locaties, omdat de deskundigen van NL Defensie niet bij de POMS-locaties betrokken waren.

De inschatting van de NL Defensie-experts is dat de Amerikanen CARC gebruiken op alle grondgebonden systemen (dat is materieel dat op de grond blijft, dus bijvoorbeeld geen vliegtuigen of schepen); in NL is dat alleen op de zogenaamde tactische systemen (dat zijn de voertuigen die in het veld ingezet worden, en bijvoorbeeld niet de auto's die op het terrein van de kazerne in Den Haag rijden).

Voor de NL-locaties bestaat een database (Defensie Register Gevaarlijke Stoffen) met daarin alle gevaarlijke stoffen die binnen de Defensieorganisatie gebruikt werden en worden. De archiefvulling hiervan vertoont echter gaten. Naarmate men verder teruggaat in de tijd is de kans op het ontbreken van gegevens groter. De historische vulling is het uitgebreidst voor de luchtmacht, en gaat zo'n 25 jaar terug. In de database staat echter niet waar en wanneer welk product is gebruikt.

De bewering in de Amerikaanse Standard Operating Procedure (SOP) dat het polyurethaan in CARC zorgt voor camouflage voor zichtbaar en nabij-infrarood licht, klopt niet helemaal, want het is niet het PU dat daarvoor zorgt. In groene CARC is het pigment vaak een chroom-3-verbinding, welke een zelfde absorptiespectrum heeft als chlorophyl (bladgroen), waardoor een voertuig in het nabij-infrarood (IR)-gebied moeilijk te onderscheiden is van gebladerte.

Na dit gesprek is door NL Defensie een Excel tabel aangeleverd met de verfproducten die tot voor kort of nu nog steeds zijn toegepast op Nederlands materieel, inclusief bijbehorende Material Safety Data Sheets (MSDS). Het is onbekend of deze producten ook op de POMS-locaties zijn gebruikt. Daarom is deze informatie geparkeerd tot alle mogelijke lijnen waren uitgewerkt. Uiteindelijk bleek dat deze informatie niet verder nodig was ter beantwoording van de vragen in voorliggende rapportage.

Opvallende informatie uit deze MSDSen was dat het ging om ca. acht fabrikanten, dat er verschillen zijn in de samenstellingen van verschillende CARC-producten, en dat de samenstellingslijsten vaak niet compleet zijn opgegeven. Pigmenten staan er bijvoorbeeld niet altijd op en het totaal van de ingrediëntgehalten tellen vaak niet op tot 100%. Dit kan verklaard worden door het feit dat stoffen, die niet zijn geclassificeerd als gevaarlijk, volgens de arbo-wetgeving niet op het MSDS hoeven te worden vermeld. Stoffen die wel zijn geclassificeerd als gevaarlijk moeten alleen dan worden vermeld op het MSDS als het

gehalte in het product hoger is dan de generieke of specifieke concentratielimiet. Als een stof aanwezig is boven deze concentratielimiet wordt het mengsel hiervoor geclassificeerd. De concentratielimiet kan verschillen per gevaarseigenschap (toxisch effect). Voor de hoogste gevarenklassen (zoals bijvoorbeeld carcinogeen categorie 1 en 2) is de grens gesteld op 0,1% (gewichtsperscentage).

- 10.1.2 *1.1.2 Verzoek NL Defensie aan VS Defensie om informatie*
- NL Defensie heeft per brief aan VS Defensie gevraagd om informatie over de gebruikte verfproducten op de POMS-locaties. Naar aanleiding van dit verzoek heeft de Amerikaanse Defensie veertien documenten opgestuurd. Deze documenten bestaan uit drie brieven, twee Technical Data Sheets (TDS; zonder samenstellingsinformatie) en negen MSDSen, waarin wel informatie over de samenstelling wordt gegeven. In de brief van VS Defensie wordt aangegeven dat in 2004 is overgestapt van CARC op basis van organische oplosmiddelen, naar CARC op waterbasis, en dat in de CARC op basis van organische oplosmiddelen HDI (hexamethyleen diisocynaat) zat. Bij de MSDSen waren er twee uit de tijd van de POMS-locaties (1984-2006), waarvan de samenstelling is weergegeven in de bovenste twee rijen van Tabel I.1. Beide zijn voor polyurethaan/CARC, maar noemen geen enkele diisocynaat in de ingrediëntenlijst. Door VS Defensie is niet aangegeven of dit producten zijn die daadwerkelijk zijn gebruikt op de POMS-locaties. Dit blijft daarom vooralsnog onduidelijk. De andere MSDSen dateren van na de POMS-periode.
- Invoering van de National Stock Numbers (NSN) van de twee MSDSen van 1991 op <https://nationalstocknumber.info/> leverde de informatie op dat het om twee-componenten, oplosmiddelgedragen CARCs gaat, die onder MIL-Spec MIL-C-46168 vielen. De ontvangen MSDSen bleken van één van de twee componenten van de CARCs te zijn (component A), wat verklaart waarom er geen diisocynaat op staat. De twee MSDSen zijn teruggevonden op <http://hazard.com/msds/index.php>, met behulp van de NSN-nummers, en daarbij zijn ook de MSDSen van de tweede component van de twee producten gevonden (onderste twee rijen van Tabel I.1).

*Tabel I.1. Samenstelling van twee-componenten CARC-producten uit de POMS-periode (Bron: MSDSen van component A zoals door VS Defensie en MSDSen van bijbehorende component B zoals opgezocht in <http://hazard.com/msds/index.php>)*

Datum MSDS	Product	Samenstelling	% (w/w) <sup>1</sup>	Gebruikt op POMS?
27-08-1991	PRATT & LAMBERT, Inc. Coating, polyurethane green 383, 34094 ID75 NSN: 8010-01-260-0912  Component A	Propyleen glycol	10	onduidelijk
		Methyl ether acetate		
		Toluene	5	
		Silica, kristallijn-cristobaliet	10	
		Silica, amorf-'diatomaceous earth'	5	
		Silica, amorf gehydrateerd	15	
		Chroom(III)oxide	15	
Cobalt	5			
Titanium dioxide	5			

Datum MSDS	Product	Samenstelling	% (w/w) <sup>1</sup>	Gebruikt op POMS?
		Methyl ethyl keton VOC <sup>2</sup>	10 (496 g/L less water)	
15-10-1991	PRATT & LAMBERT, Inc. COATING POLYURETHANE COMPONENT B ID 757001 NSN: 8010-01- 260-0912  Component B	Polymeer HDI hars Nafta, licht aromatisch N-butyl acetaat HDI <sup>2</sup>	90 5 5 <1	onduidelijk
15-11-1991	Niles Chemical Paint Co. XE-7751A 383 CARC T2 NSN: 8010-01- 160-6742  Component A	Polyester hars PM Acetaat Groen pigment (Cr III) Butyl acetaat Methyl ethyl keton ether Methyl isobutyl keton	18 16 9 9 5 3	onduidelijk
15-11-1991	Niles Chemical Paint Co. CARC-B ACTIVATOR COMP B 4 TO 1 BLEND NSN: 1801-01- 160-6742  Component B	HDI <sup>2</sup> Xyleen Butyl acetaat	75 12 12	onduidelijk

<sup>1</sup> w/w = gewichtspercentage.

<sup>2</sup> VOC = volatile organic compounds = vluchtige organische stoffen; HDI = hexamethyleendiisocyaan.

### 10.1.3 1.1.3 Archief van NL Defensie

Door NL Defensie zijn documenten verzameld uit haar archief over alles wat relevant zou kunnen zijn voor dit onderzoeksproject. Deze documenten zijn te vinden op

<https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/chroomverf/documenten/publicaties/2014/10/30/alle-documenten-over-carc-en-chroom-6-op-jaartal>.

Op 24 november 2016 waren dit > 2300 documenten. Deze documenten zijn gescreend door de onderzoekers van het RIVM naar informatie over de samenstelling van de gebruikte verven. Hieronder wordt de gevonden, relevante informatie over CARC samengevat.

Er zijn uit de POMS-periode verschillende MSDSen gevonden voor in totaal vier CARC-producten, waar de samenstelling van deze producten uit konden worden gehaald. Deze informatie is verwerkt in Tabel I.2.

Daarnaast zijn in verschillende documenten aanwijzingen gevonden dat deze producten werden gebruikt op POMS, naast aanwijzingen voor de tijdsperiode waarin deze vier producten kunnen zijn gebruikt en gevaarlijke stoffenlijsten met nummers van andere CARC-producten dan deze vier.

#### *Tijdsperiode gebruik CARC-producten*

In één document (datum 14 november 1990) wordt vermeld dat medio 1987 een procedure is opgestart om voor alle NL-POMS sites de twee-componenten polyurethaanverf [dit is waarschijnlijk CARC] te introduceren. In februari 1989 is het project echter ingetrokken, naar het lijkt omdat een technische oplossing voor de beheersing van gezondheidsrisico's bij het mengen van de twee componenten te ingewikkeld en kostbaar was. Aansluitend werd de één-componenten verfsoort geïntroduceerd. In een ander document (datum 22 mei 1990) wordt de vraag gesteld of de gebruikte spuitcabines, die geschikt waren voor alkydverven, voldoende bescherming boden voor de polyurethaanlak. Hierbij werd aangegeven dat CARC een gewone polyurethaanlak is en twee risicovolle stoffen bevat die niet in alkydharsen voorkomen:

- hexamethyleen diisocyaanaat (HDI);
- 2-ethoxyethylacetaat (ook wel ethyl cellosolve acetaat genoemd).

Daarbij werd aangegeven dat de tweede stof al niet meer toegelaten was in primers, oplosmiddelen en topcoats. In de gevonden MSDSen van CARC producten wordt ook geen 2-ethoxyethylacetaat vermeld. Voor de topcoats werd MIL SPEC MIL-C-53039 (één-component oplosmiddelgedragen CARC) aanbevolen.

Het document van 14 november 1990 meldt dat er tot dan toe alleen handmatig [waarschijnlijk bedoeld: met kwast of roller] gewerkt mocht worden met de polyurethaanlak, vanwege onbekendheid met dit nieuwe product, maar dat na onderzoek van een paar maanden geconcludeerd kon worden dat de één-component polyurethaanlak ook industrieel verwerkt en dus verspoten kon worden. De spuitcabines werden daarvoor geschikt geacht.

In dit document zit als bijlage een brief van de Inspectie Geneeskundige Dienst Koninklijke Landmacht, gedateerd 26 juli 1990, waarin staat dat naar aanleiding van een fax van NL POMS van 24 oktober 1989, op 23 november 1989 een onderzoek is ingesteld naar de arbeidsomstandigheden bij het werken met CARC-verf op POMS site Vriezenveen. Op deze representatief geachte werkdag werden monsters genomen bij personen die CARC met roller en kwast oprachten.

Uit deze teksten wordt niet duidelijk of de twee-componenten CARC daadwerkelijk is gebruikt op de POMS-locaties vóór introductie van de één-component CARC rond 1990. Aan de ene kant wordt beschreven dat een introductieproject dat in 1987 gestart was, in februari 1989 werd ingetrokken. Aan de andere kant is er in november 1989 in Vriezenveen wel een onderzoek geweest tijdens het werken met CARC, wat erop kan duiden dat er daar toen al wel met CARC gewerkt werd. Dit kan geen onderdeel zijn geweest van het genoemde, eerdere introductieproject, omdat dit in februari 1989 al was ingetrokken.



Tabel I.2. Samenstelling van één-component CARC-producten uit de POMS-periode: MSDSen uit het archief NL Defensie

Datum MSDS <sup>3</sup>	Product	Samenstelling	%	Gebruikt op POMS?
18-10-1998 <sup>2</sup> 19-02-1990 <sup>2</sup>	Hentzen coatings Inc. 383 SAND ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-234-2934	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Titanium dioxide Xyleen <sup>3</sup> Aromatic 100 Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Geel ijzeroxide pigment	30,8 20-30 5-10 ? 1,19 1,64 1,26 0,05 30-40 1-5	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
16-11-1998 <sup>2</sup> 12-06-1989 <sup>2</sup>	Hentzen coatings Inc. 383 GREEN ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-229-7546	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen <sup>2</sup> Aromatic 100 Cobaltverbindingen Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	20-30 20-30 ? 1-5 ? 7 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
23-01-1989	Hentzen coatings Inc. BLACK *37030 ZENTHANE MIL-C-53039 NSN: 8010-01-229-7540	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (10 mg/m <sup>3</sup> ) Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen Aromatic 100 Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	30-40 <0,5 20-30 0,75 1-5 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS
Slecht leesbaar, lijkt 1989 te zijn	Hentzen coatings Inc. 383 BROWN ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7543	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Methyl isobutone ketone (hexone) Aromatic 100 Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI	15-20 20-30 15 1-5 1-5 0,05 20-30	Ja, in lijst van enige toegestane coatings op POMS

<sup>1</sup> HDI = hexamethyleendiisocynaat

<sup>2</sup> Er zijn twee MSDSen van dit product gevonden, die van 1998 is een Nederlandse, die van 1989 of 1990 een Engelse. Die van 1998 noemt xyleen en cobaltverbindingen, die van 1989 niet. En omgekeerd noemt die van 1990 wel ijzeroxide en die van 1998 niet.

<sup>3</sup> De datum van het document is tevens de referentie van het document, waarmee het op <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/chroomverf/documenten/publicaties/2014/10/30/alle-documenten-over-carc-en-chroom-6-op-jaartal> gevonden kan worden.

In een document van datum 4 september 1991 zit een veiligheidsvoorschrift van het Arbo Platform NL-POMS, waar in de beschrijving van CARC alleen genoemd wordt dat dit één-componentverf is, lood- en chroomvrij. Bovendien wordt een lijst gegeven van de enige toegestane thinner, primer en coatingproducten, door middel van de NSN-nummers. Voor de coating zijn dat de volgende nummers: 8010-01-229-7546, 8010-01-229-7543, 8010-01-229-7540 en 8010-01-234-2934. Dit zijn de vier producten waarvoor ook de MSDSen zijn gevonden in de documenten van NL Defensie(zie Tabel I.2).

#### *Gevaarlijkestoffenlijsten POMS*

Bij een document met datum 10 december 1996 zat tevens een lijst met carcinogene en reprotoxische stoffen voor POMS sites Vriezenveen en Coevorden van december 1996. Op de lijst met carcinogene en reprotoxische stoffen van Vriezenveen staan onder andere verschillende 'enamel'-verven [lak/vernis], alkydverven, maar ook een zestal polyurethaancoatings:

- NSN 8010-01-229-7540 Polyureth. Coating, black  
HENTZEN COATINGS
- NSN 8010-01-229-7543 Polyureth. Coating, brown  
HENTZEN COATINGS
- NSN 8010-01-229-7545 Polyureth. Coating, brown  
HENTZEN COATINGS
- NSN 8010-01-229-7546 Polyureth. Coating, green  
HENTZEN COATINGS
- NSN 8010-01-229-7547 Polyureth. Coating, green  
HENTZEN COATINGS
- NSN 8010-01-229-2934 Polyureth. Coating, sand  
HENTZEN COATINGS

Bij deze coatings wordt silica (siliciumdioxide) vermeld als carcinogeen ingrediënt. Onduidelijk is waarom er twee verschillende typen groene en bruine CARC aanwezig waren.

Op de lijst met carcinogene stoffen van POMS site Coevorden, staan vier polyurethaan coatings:

- NSN 8010-01-229-7540 Coating, Polyurethane black  
Hentzen Coating Inc.
- NSN 8010-01-229-7546 Coating, Polyurethane green  
Hentzen Coating Inc.
- NSN 8010-01-229-7543 Coating, Polyurethane brown  
Hentzen Coating Inc.
- NSN 8010-01-229-2934 Coating, Polyurethane sand  
Hentzen Coating Inc.

Op de lijst met reprotoxische stoffen van POMS site Coevorden staan geen CARC-producten. In de begeleidende brief bij deze lijsten staat 'De NL-POMS organisatie is echter gebonden aan het US-Supply systeem. Dit impliceert een grote afhankelijkheid m.b.t. het bestellen van producten.' Dit geeft aan dat de CARC-producten waarschijnlijk uit de VS kwamen.

In het document van 14 maart 1997 zitten twee registratieformulieren voor carcinogene en/of reprotoxische stoffen. Het betreft één CARC-

product (NSN 8010-01-229-7547) dat in twee afdelingen werd gebruikt. In het formulier voor de afdeling Preservering staat dat de aard van de werkzaamheid 'schilderen/spuiten' is, in het formulier voor de afdeling 'Engineering' is dat 'preserveren'. Bijgevoegd zijn twee MSDSen (beide gedateerd 31 augustus 1995) en een Nederlands veiligheidsblad dat als bron een MSDS van 26 april 1993 opgeeft.

In het document van 23 januari 2001 zit een lijst gevaarlijke stoffen van POMS site Eyselshoven, waar vier polyurethaanlakken op staan vermeld:

- NSN 8010-01-229-7540;
- NSN 8010-01-229-7542;
- NSN 8010-01-229-7546;
- NSN 8010-01-276-3638.

Op basis van de NSN-nummers kan worden geconcludeerd dat op de POMS-locaties van Vriezenveen, Coevorden en Eyselshoven in totaal acht verschillende CARCs werden gebruikt. Deze acht coatings zijn voor een deel dezelfde als weergegeven in Tabel 2 (MSDS-en uit NL Defensie archief). Van de vier ontbrekende NSN-nummers was voor één coating het MSDSen bijgevoegd. Voor de andere drie zijn via <http://hazard.com/msds/index.php> de MSDSen gevonden. In deze database werden per NSN-nummer meerdere MSDSen gevonden, met verschillende fabrikant en datum. Van NSN 8010-01-229-7545 was bekend uit de gevaarlijkstoffelijsten dat de fabrikant Hentzen was, dus is daarvoor de MSDS gekozen van deze fabrikant, met een datum (1995) zo dicht mogelijk bij die van de gevaarlijkstoffelijsten waar deze coating op stond vermeld (1996 en 1997). Voor NSN 8010-01-229-7542 en 8010-01-276-3638 was de fabrikant niet aangegeven en is aangenomen dat dit ook Hentzen was, omdat dit de enige aangegeven fabrikant was voor de andere CARC-producten. Ook hiervoor is de MSDS gekozen met een datum (1998) zo dicht mogelijk bij, en voorafgaand aan de datum van de gevaarlijkstoffelijsten waar deze coating op stond vermeld (2001).

De samenstelling van deze CARCs verschilt enigszins met die van dezelfde kleur CARC in Tabel 2, en er was tevens sprake van een nieuwe kleur ('tan'). Daarom wordt de samenstelling van deze vier CARCs apart weergegeven in Tabel I.3.

#### 10.1.4 *I.1.4 Samenvatting informatie NL Defensie*

Samengevat blijkt uit deze informatie dat er vóór de periode 1989-1990 mogelijk twee-componenten CARC is gebruikt op de POMS-locaties, terwijl na die tijd alleen één-component CARC is toegepast, zowel handmatig als via verspuiten. De enige toegelaten producten voor deze toepassing in 1991 waren volgens een voorschrift van het Arbo Platform NL-POMS de vier producten vermeld in Tabel I.2. Uit gevaarlijkstoffelijsten van latere data (1996, 1997 en 2001) blijkt dat in die jaren nog vier extra CARC-producten zijn gebruikt, die in Tabel I.3 staan weergegeven. De producten waarvan VS Defensie de MSDSen had gestuurd (Tabel I.1), zouden voor 1990 kunnen zijn gebruikt, omdat dit twee-componenten CARC betreft, maar bewijs daarvoor ontbreekt.

Tabel I.3. Samenstelling van CARC-producten uit gevaarlijkestoffenlijsten van POMS-locaties, die nog niet in Tabel I.2 staan vermeld

Datum MSDS <sup>4</sup>	Product	Samenstelling	% (w/w)	Gebruikt op POMS?
31-08-1995 en 26-04-1993	Hentzen coatings Inc. 383 GREEN ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7547	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Xyleen Aromatische koolwaterstoffen Cobaltverbindingen / anorganisch spinel pigment Trivalent chroom (onoplosbaar in water) Oxide van Chroom(III)oxide Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI VM&P Nafta Magnesiumferriet	21-24 20-30 2-5 1,5 0,4 -5 7 1-5 1,2 0,05 20-30 4,8 1-5	Ja, in lijsten van carcinogene en reprotoxische stoffen POMS
31-08-1995	Hentzen coatings Inc. 383 BROWN ZENTHANE  NSN: 8010-01-229-7545	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Zwart ijzeroxide VM&P Nafta Xyleen Rood ijzeroxide Oxide van chroom(III)oxide Chroom(III)	22 20-30 1,2 1,2 0,05 20-30 1-5 5 4 1-5 1-5 5	Ja, in lijst van carcinogene en reprotoxische stoffen Vriezenveen, 1996
28-04-1998	Hentzen coatings Inc. 37030 BLACK ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-229-7542	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI Zwart ijzeroxide VM&P Nafta Xyleen Geel ijzeroxide Carbon black	23 20-30 1,2 1,2 0,035 20-30 5-10 5,1 3,5 1-5 0,75	Ja, NSN nummer in lijst gevaarlijke stoffen Eygelshoven, 2001, maar fabrikant onduidelijk
28-04-1998	Hentzen coatings Inc. TAN 686A ZENTHANE MIL-C-53039A NSN: 8010-01-276-3638	Methyl isoamyl keton Silicium dioxide (0.1 mg/m <sup>3</sup> ) Aromatische koolwaterstoffen Butyl acetaat HDI <sup>1</sup> Homopolymeer van HDI VM&P Nafta Xyleen Geel ijzeroxide Titanium dioxide Chroom(III)oxide	24 20-30 1,3 1,2 0,035 20-30 4,0 3,4 1-5 5-10 0,72	Ja, NSN nummer in lijst gevaarlijke stoffen Eygelshoven, 2001, maar fabrikant onduidelijk

HDI = hexamethyleendiisocynaat

## 10.2 I.2 (Ex-)medewerkers NL Defensie

### 10.2.1 I.2.1 Informatie verkregen van (ex-)medewerkers

Zowel RIVM, Defensie als vakbonden hebben (ex-)medewerkers van Defensie gevraagd om informatie die relevant zou kunnen zijn voor het onderzoek aan het Centrum voor Arbeidsverhoudingen OverheidsPersoneel (CAOP) te verstrekken. Het CAOP beheert deze informatie zodat de privacy van personen wordt gewaarborgd. Enkel de onderzoekers hebben toegang tot deze informatie.

Nieuwe informatie uit de documenten verkregen van (ex-)medewerkers ten opzichte van de informatie uit de documenten van NL Defensie en VS Defensie wordt hieronder samengevat. Met name informatie over het gebruik van CARC vóór invoering van de één-component CARC was van belang, omdat dit onduidelijk bleef in de documenten van NL Defensie en VS Defensie.

#### *Tijdslijn informatie uit documenten (ex-)medewerkers*

Uit de informatie van (ex-)medewerkers is informatie gehaald met tijdslijnen over de openings- en sluitingsdata van de POMS sites, de geldende MIL-Specs en andere relevante regelingen en/of het historisch gebruik van verven op de POMS-locaties. De relevante delen van deze informatie zijn weergegeven in Tabel I.4 en I.5. Een grafiek van RDECOM (U.S. Army Research, Development and Engineering Command) geeft de volgende tijdslijn voor CARC in het algemeen bij VS Defensie (niet specifiek voor POMS):

- 1 februari 1974 publicatie MIL-C-46168 [twee-componenten CARC];
- 1 mei 1974 publicatie MIL-E-52798 [enamel alkyd lak, geen CARC];
- 28 februari 1983: overstap op drie-kleuren patroon om bij NAVO bondgenoten aan te sluiten;
- 13 november 1984: andere kleuren geëlimineerd;
- 16 april 1984: publicatie MIL-C-53039 één-component CARC;
- 1 juli 1987: MIL-E-52798 niet meer geldig;
- 2 juni 1988: Amerikaanse generaals verklaren dat polyurethaan coatings op alle tactisch en gerelateerd ondersteuningsmaterieel gebruikt dienen te worden;
- Midden jaren negentig tot vroeg jaren 2000: MIL-C-46168 en MIL-C-53039 in gelijke mate gebruikt;
- Oktober 2005: MIL-C-46168 vervalt, vervangen door MIL-DTL-64159: WD-CARC [watergedragen CARC].

Tabel I.4. Tijdslijn opening en sluiting POMS sites en geldende verf-regelingen voor CARC (uit informatie van (ex-)medewerkers). Afkortingen werden niet uitgelegd en zijn daarom ook zonder uitleg overgenomen in deze tabel.

	Jaar	
Bouw fase	1983	CARC Mil-C-46198
Ingebruikname POMS sites	1984	
	1985	
	1986	
	1987	
	1988	
	1989	Inspectie Vriezenveen
	1990	
	1991	
	1992	
	1993	
	1994	
Sluiting POMS Ter Apel	1995	
	1996	
	1997	Incident KLu
	1998	Invoering SMiKL
Sluiting POMS Coevorden	1999	WD CARC Mil-DTL-64159 [type I]
	2000	Resultaat Inspectie Arbo KL Cr6 Vriezenveen
	2001	WD CARC Mil-DTL-64159, type II
	2002	Verbeteren proces en infra stofafvoer
Sluiting POMS Brunssum en Vriezenveen	2004	
	2005	
Sluiting POMS Eygelshoven	2006	

Wat betreft de overschakeling naar watergedragen (WD) CARC is er een discrepantie tussen Tabel I.4 en I.5: in Tabel I.4 staat dat WD CARC type I vanaf 1999 werd gebruikt, en WD CARC type II vanaf 2001. In Tabel I.5 staat echter dat de MIL-Spec voor WD CARC pas op 30 januari 2002 werd ingevoerd. De website <http://everyspec.com>, waar alle MIL-Specs zijn te vinden, geeft aan dat de eerste versie van MIL-DTL-64159 inderdaad op 30 januari 2002 is gepubliceerd. De MIL-Spec geeft aan dat het voor zowel type I ('Silica-based flattening agents') als type II ('Polymeric flattening agents') geldt. Deze website bevestigt de overige aangegeven data in deze paragraaf.

Tabel I.5. Tijdslijn verftoepassing op POMS-locaties, (uit informatie van (ex-)medewerkers).

Datum	MSDS	Opmerkingen RIVM	Referentie
20-07-1987	MIL-C-53072 (ME)	'CARC system application procedures and quality control inspection'	<a href="http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-53072_28995/">http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-53072_28995/</a>
21-05-1993	MIL-C-461680 (ME) <sup>1</sup>	Vervangt voorgaande documenten	<a href="http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-461680_NOTICE-1_38285/">http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-461680_NOTICE-1_38285/</a> <sup>2</sup>
30-01-2002	MIL-DTL-64159	Water dispersible (WD) CARC	<a href="http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-64159_6258/">http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-64159_6258/</a>
15-08-2005	MIL-C-461680 <sup>1</sup>	Annulering	<a href="http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-461680_NOTICE-1_38285/">http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-C/MIL-C-461680_NOTICE-1_38285/</a>
6-03-2007	MIL-DTL-64159 (MR) 1	Vervangt MIL-DTL-64159 van 30-01-2002	<a href="http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-64159_INT_AMENDMENT-1_6259/">http://everyspec.com/MIL-SPECS/MIL-SPECS-MIL-DTL/MIL-DTL-64159_INT_AMENDMENT-1_6259/</a>

<sup>1</sup> Dit is waarschijnlijk MIL-C-46168D, waarbij de 'D' bij het inscannen is omgezet in een 'O'.

<sup>2</sup> Deze weblink werkt niet (meer) en op Everyspec.com is de betreffende MIL-Spec niet meer te vinden.

Een (ex-)medewerker gaf aan dat tussen 1990 en 1999 oplosmiddelgedragen CARC werd gebruikt; daarna werd alleen watergedragen (WD) CARC verwerkt. Dit is een ander jaartal dan wat de Amerikaanse Defensie in hun brief vermeldt voor deze overschakeling; namelijk 2004 (zie paragraaf I.1.2). Over het jaartal van overschakeling naar watergedragen CARC blijft dus onduidelijkheid bestaan.

Wat betreft het gebruik van CARC vóór invoering van de één-component CARC in 1990 blijft onduidelijkheid bestaan. Zo gaf een (ex-)medewerker aan dat CARC vanaf 1987 verplicht in gebruik werd genomen door VS Defensie, met verwijzing naar een 'notice of cancellation MII-E-52929, 7 juli 1987', en dat CARC dus ook bij de NL POMS sites gebruikt moest worden. Ook wordt geschreven over CARC: 'Vanaf 1990 werd het bij het Amerikaanse leger in Europa in gebruik genomen, in het begin slechts als touch up omdat voertuigen af fabriek al ermee werden geleverd. USAREUR [United States Army Europe] stuurde een email (15 oktober 1990) met richtlijnen over hoe CARC gebruik moest worden.' En: 'Volgend uit de bepaling van de Technical Arrangements werden door het NL POMS management plannen ontworpen om aan te tonen dat NL POMS de processen kon borgen. .... De werkinstructie over het werken met CARC op de site stond in het Safetyplan en een SOP (later werd dit een NL POMS publicatie z.g. WAM). In 1991 werd het NL POMS voorschrift van het Arboplatform opgesteld door de NL POMS veiligheidsadviseurs en van kracht verklaard voor de NL POMS sites.'

Deze stukken tekst wijzen erop dat CARC pas in 1990-1991 in gebruik werd genomen op de NL POMS sites. Er zijn in de documenten,

aangeleverd door (ex-)medewerkers echter ook teksten die op een ander jaartal voor introductie van CARC op POMS duiden: 'De oorspronkelijke verfinrichting (spuitcabine Glasbeek) was ontworpen en bedoeld voor het verwerken van alkalische verfsoorten. Deze werden eind tachtiger jaren vervangen door CARC, kort nadat de Nederlandse sites in bedrijf waren genomen.' En (over CARC): 'Op RSA Eygelshoven werden in 1989 al gedetailleerde werkinstructies en Vaste Orders gebruikt.'

Het blijft dus onduidelijk of er CARC is gebruikt op de NL POMS sites vóór invoering van de één-component CARC in 1990.

#### *Product en samenstelling informatie*

Wat betreft informatie over de gebruikte CARC-producten gaf een (ex-)medewerker aan: 'POMS bestelde de 1 component variant'. Dit is in overeenstemming met wat er in de aangeleverde Engelse SOP van AERCE-EN (onbekend waar dit voor staat) staat van 22 augustus 1990. Deze vermeldt dat de te gebruiken topcoat die van MIL-C-53039 is, een één-component lak zonder lood of chromaat.

Er is een citaat gevonden van de CHPPM (waarschijnlijk het Center for Health Promotion and Preventive Medicine (US Army)) uit 2000: 'CARC does contain harmful chemical agents. First, it is a solvent-based paint and therefore contains 60-70% by weight organic solvents such as ketones, aliphatic and aromatic hydrocarbons. ... Also, CARC is an isocyanate and contains hexamethylene diisocyanate (HDI). ... Some of the older CARCs contain heavy metal pigments such as chrome and cobalt.' Een aangeleverde factsheet van CHPPM-Europe van 13 januari 2000 stelt ook "CARC system contains solvents and isocyanate (HDI)." Uit een grafiek van de ARL (Army Research Laboratories), met als titel 'Comparison of Formulations', wordt duidelijk dat een verschil tussen watergedragen CARC (MIL-DTL-64159) type I en type II de 'flattening agent' is: in type I werd daarvoor silica ('siliceous material') gebruikt, en voor type II polymeer parels. Deze laatste lijken een betere bestendigheid tegen krassen en weersinvloeden te hebben.

#### 10.2.2 1.2.2 *Gesprekken met (ex-)medewerkers*







Op elke POMS-locatie zijn twee tot drie gesprekken gehouden met groepen van (ex-)medewerkers. Bij deze gesprekken zijn vragen gesteld over de gebruikte verf, zoals bijvoorbeeld onderstaande vragen:

1. Wie deed de inkoop van de verf die gebruikt werd op de POMS-locaties?
2. Werden er wash primers of epoxy primers gebruikt? Herinnert u zich het merk (fabrikant) en/of productnaam van de gebruikte primers? Of herkent u één van de fabrikanten hieronder [Tabel 1.6]?
3. Werd er één-component CARC of twee-componenten CARC (waarbij eerst twee bestanddelen door elkaar gemengd moeten worden) gebruikt? Herinnert u zich het merk (fabrikant) en/of productnaam van de gebruikte CARC? Of herkent u één van de fabrikanten hieronder?
4. Heeft u wel eens op de ingrediëntenlijst gekeken van de potten verf die u gebruikte en herinnert u zich daar namen van stoffen van? En gehalten?



5. Heeft u misschien nog een ongeopend blikje verf, afkomstig van de POMS-locatie waar u werkte, thuis, die wij zouden mogen onderzoeken?

Tabel 1.6: Getoonde logo's van verffabrikanten aan medewerkers tijdens de interviews

Fabrikant	Logo
Niles Chemical Paint, Co	
Pratt & Lambert Inc	
Weillburger GmbH	
Lippens (nu failliet)	
Beckers	
PPG Industries, Inc.	

Noot: bij het opstellen van deze lijst met fabrikanten was Hentzen nog niet als leverancier in beeld. Deze leverancier staat daarom niet op deze lijst.

Uit de verslagen van de gesprekken die de onderzoekers hebben gehouden met (ex-)medewerkers is de volgende relevante informatie gehaald, die letterlijk is overgenomen uit de verslagen:

*POMS site Brunssum:*

- POMS site Brunssum is op 1 april 1984 geopend en op 1 oktober 2004 gesloten.
- Na de val van de muur (1989) verschoof de taak van de POMS meer naar het onderhouden en repareren van Amerikaans oorlogsmaterieel dat werd ingezet tijdens militaire missies zoals de Balkanoorlog. De aangebrachte kleurlaag was toen wit. Een duidelijke karamelgeur afkomstig van de CARC-verf was in die tijd aanwezig in de werkplaats.

- Vervolgens kwam het voorbereiden van het materieel voor de Golfoorlog (Desert Storm, 1990-1991), waarbij het materieel in zandkleur werd geverfd.
- Geen van de logo's werden herkend [hier zat niet het logo van Hentzen bij]. Alle verf, zowel de grondlagen als de dekverven waren afkomstig uit de Amerikaanse lijn. Op de (spuit)bussen werd alleen een stocknummer vermeld. Slechts sporadisch, als het werk door moest gaan, en de voorraad Amerikaanse verven op was, mocht men ook andere verven aanschaffen.

#### *POMS site Coevorden*

- *POMS site Coevorden is eind 1984 geopend. Het merendeel van de werknemers is begin 1985 begonnen met hun werkzaamheden op de site.*
- POMS-locatie Coevorden was operationeel van 1 oktober 1985 tot eind 1999; in augustus 1998 kwam het bericht van sluiten. Een aantal van de aanwezige personen heeft tot 2013 op de locatie doorgewerkt. De werkzaamheden qua onderhoud zijn na sluiting van de POMS gelijk gebleven maar dan voor het Nederlandse leger, alleen preservering vond niet meer plaats.
- Rond 1992 kwamen vanwege de invoering van CARC andere maskers beschikbaar.
- Gebruikte spuitbusjes waren soms binnen vijf minuten leeg; spuitbussen werden gebruikt voor tectyl bijspuiten en alkyd voor camouflage. De spuitbusjes kwamen uit de VS maar werden soms ook lokaal gehaald.
- Toen CARC werd geïntroduceerd (begin 1991) kreeg de spuitser de dag ervoor een Engelstalige dvd mee naar huis. Meerdere hebben deze dvd gezien.
- CARC was niet fijn te verwerken. De epoxylaag (hechtlaag) was dun.
- Oude voertuigen waren met alkyd geverfd, de nieuwere voertuigen met CARC, sinds 1992. De oude voertuigen zoals 2.5 en 5 tonners hielden de alkydlaag, daar mocht geen CARC op en andersom mochten nieuwere voertuigen niet met alkyd worden geverfd. Alkyd en CARC werden dus beide gebruikt. Dit was eerst (begin jaren negentig) ca 50:50 maar later werd relatief meer CARC verwerkt. CARC werd zowel gespoten als met de kwast aangebracht (spotpaint).
- Bij het tonen van logo's van verffabrikanten komt het bovenste, rode logo bekend voor, voor CARC verf; dit is Pratt&Lambert.

#### *POMS site Eyselshoven:*

- POMS site Eyselshoven is geopend op 26 november 1985. Tot 1 oktober 1998 vond opslag en onderhoud plaats, daarna was de locatie meer bedoeld voor storage en supply.
- Na de Golfoorlog gingen veel voertuigen weer naar de VS (via Antwerpen, per schip): daar was te veel werk aan (vaak meer dan 240 uur werk, Hummers), daarom retour naar VS. Er was continue roulatie van voertuigen van en naar de VS, steeds weer nieuwe aanvoer. De nieuwe aanvoer was geverfd met CARC, woestijnkleur, 'tan'-kleur. Als je een pot CARC opende 'sloeg dit direct op je hersens'.

- Ergens tussen 1989-1995 werden maskers ingevoerd, met filterbussen, voor CARC. CARC was er al, sinds 1986; toen werden de eerste voertuigen met CARC geleverd (Leopard, M1, Humvees). Advies was: wrijf met aceton, als verf loslaat is het geen CARC, anders wel (CARC was NBC veilig, makkelijk te ontsmetten).
- Er werden diverse verven gebruikt, ook tectyl, 'zwarte CARC'.
- CARC in een spuitbus bestond niet. Eigenlijk werd alle spotpaint met CARC gedaan; met een zwarte spuitbus werden alleen nog de letters 'CARC' erop gespoten. Je zag aan de verfstructuur of het CARC-verf was: dit was bobbelig, zoals Bros chocolade.
- Men bracht vaak drie kleuren aan;
- De getoonde logo's van verffabrikanten worden niet herkend. Alle potten waren groen met een NSN-nummer. Alle verf werd door de VS aangeleverd.

#### *POMS site Ter Apel*

- POMS site Ter Apel werd in 1994 gesloten, maar het heeft tot 1998 geduurd om af te bouwen.
- Het wit spuiten van voertuigen betrof grote projecten. Dit gebeurde voor de UN, Balkan, Joegoslavië. Hiervoor werd alkydverf gebruikt van Sigma.
- De nieuwere voertuigen waren voorzien van een CARC-verflaag. De introductie van het gebruik van CARC was na de Golfoorlog, of toch eind 1988-1989; de meningen verschillen. Bij introductie is er een discussie geweest binnen NL-POMS over de giftigheid; men wilde gebruik van CARC tegenhouden.
- CARC werd geleverd in 50 L vaten. Dit was PPG-verf. Afhankelijk van het voertuig werd CARC- of alkydverf gebruikt.

#### *POMS site Vriezenveen*

- POMS site Vriezenveen is 12 oktober 1984 geopend en in 2004 gesloten.
- Bij bepaalde operaties, zoals Rwanda (1990 – betrof onder andere het wit spuiten van voertuigen), Desert Storm (Irak) en Desert Farewell, werden door werknemers van de afdeling Preservering de kleuren op de voertuigen aangepast.
- Tot 1986/1987 werd het materieel behandeld met alkydverf. Rond 1987 is de overschakeling begonnen van alkyd naar CARC. Circa drie jaar later is men overgeschakeld (1990) naar CARC-verf en werd bijna al het materieel met CARC behandeld.
- Men vond de geur van de CARC-verf hinderlijk (karamelgeur).
- Geen van de logo's werd herkend. Bijna de gehele periode was de verf afkomstig uit de Amerikaanse lijn. Op de (spuit)bussen werd alleen een batchnummer vermeld. Uitgezonderd een korte periode (onbekend welke periode) waarbij er ook gebruik is gemaakt van Sikkens-verven. Een werknemer gaf aan het logo Pratt&Lamberts Paints te herkennen.
- De Safety Specialist gaf aan dat destijds de leveranciers voor de verven waren: Pratt&Lamberts, Lippens en PPG Industries. Ook de bijbehorende MSDSen waren volgens hem aanwezig op de site.
- De joborder gaf soms geel aan (CARC ('tan')), terwijl Hoofd Engineer vervolgens camouflage aan geeft en daarna werd toch

wit gevraagd vanwege een UN missie (zie ook een film van TV Oost).

- Bij Desert Storm vond binnen 1,5 maand uitgifte plaats van ca. 100 tanks die van groen naar geel moesten worden gespoten. Voor de Balkan moest alles in camouflage worden gespoten.
- Door de spuiters werd de binnenkant van voertuigen (Bradleys, M1) in de witte CARC gezet. Na 1985/1986 is men begonnen met gebruik van CARC (onder andere op M1's). Op een gegeven moment ging alles over op CARC.
- CARC was een vieze lak, het stonk en de verwerking was vervelend. Je kreeg al heel snel kleurverschil: was je eenmaal begonnen met spuiten, dan moest je dat binnen een bepaalde tijd afronden, dan moest je door. Engineerspul (kabelrails bijvoorbeeld) werd geverfd met alkyd. Als er drie kleuren camouflage op een voertuig moest, moest deze eerst helemaal kaal. Met CARC moest je opletten: als er water opkomt ben je het kwijt.
- Bij CARC bracht je eerst een washprimer aan (groen doorzichtig), daarna een witte primer gevolgd door groen (CARC of TAN). Primer was ook CARC; hoorde bij elkaar. Alkyd wilde wel over CARC maar niet andersom. Als een voertuig van alkyd naar CARC over moest, moest deze eerst volledig blank worden gestraald.
- Alles kwam uit de Amerikaanse lijn. Toen de verf op was gedurende een korte tijd, werd lokaal gekocht. Logo's van verfproducten die tijdens de bijeenkomst werden getoond komen de aanwezigen niet bekend voor. Er waren boekwerken met wat voor product erop moest, er werd standaard een bepaald type uitgeleverd. Op potten staat een "gage code": daar kun je de leverancier uithalen, niet uit het NSN. Lippens wordt nu gebruikt door Defensie.

### 10.2.3 1.2.3 Samenvatting uit informatie (ex-)medewerkers

Er blijft onduidelijkheid over het gebruik van CARC vóór 1990. Ook van de (ex-)medewerkers is hierover tegenstrijdige informatie gevonden. CARC verf was herkenbaar voor werknemers aan de specifieke karamelgeur en lastige verwerking, waardoor zij zich het gebruik hiervan relatief goed zullen herinneren. Aan de informatie vanuit de (ex-)werknemers kan daarom enig gewicht gegeven worden, ondanks de lange tijd die verstreken is sinds het gebruik ervan. Het meest aannemelijke scenario lijkt te zijn dat er vanaf 1986/1987 wel, maar beperkt, met CARC werd gewerkt, misschien alleen op de locaties Vriezenveen en Eyselshoven, waar werknemers deze jaartallen noemen. In 1990-1991 is er waarschijnlijk een uitgebreidere overstap geweest, met de aanvoer van nieuwe tanks vanuit de VS vanwege de Golfoorlog. Rond 1990-1991 vond de overstap naar één-component CARC plaats. Over het tijdstip van overstap naar watergedragen CARC is tegenstrijdige informatie gevonden, met jaartallen variërend tussen 1999 en 2004. De enige officiële documentatie, en daarmee meest betrouwbare informatie, hierover is de MIL-Spec, die inging op 30 januari 2002.

Dat sommige (ex-)werknemers Pratt&Lambert herkenden, terwijl alleen bewijs voor gebruik van CARC van Hentzen is gevonden, kan verklaard worden door het feit dat van deze producent primers en alkyd-lakken op de lijst van carcinogene en reprotoxische stoffen van Vriezenveen

stonden. Dit is echter ook één van de leveranciers van twee-componenten CARC, waar VS Defensie MSDSen voor heeft aangeleverd (zie Tabel 1). Pratt&Lambert kan dus ook daarvan herkend zijn. De acht CARC-producten van Tabel I.2 en I.3 blijven de enige CARC-producten waarvan er sterke aanwijzingen zijn dat die op POMS sites zijn gebruikt. Dit zijn alle één-component CARCs, die volgens de informatie rond 1990 zijn ingevoerd. In de tijd daarvoor is waarschijnlijk beperkt twee-componenten CARC gebruikt, waarvoor de enige gevonden productinformatie die van Tabel I.1 is. De samenstelling uit Tabel I.1 is echter afkomstig van MSDSen van 1991, en hoeft niet te gelden voor producten die in de periode 1986-1990 zijn gebruikt. Bovendien is niet duidelijk of deze specifieke merken CARC (Pratt&Lambert en Niles Chemical) zijn gebruikt op POMS. Pratt&Lambert is als merk wel herkend door (ex-)medewerkers, maar dat kan ook van andere typen verven zijn geweest.

### 10.3 I.3 Amerikaanse zusterinstituten

Via het netwerk van de onderzoekers is contact gezocht met Paul Henneberger van het National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) in de VS, die onze vraag om informatie over CARC intern door heeft gestuurd. Dat leverde een verwijzing naar Geoff Braybrooke, die bij de 'Aberdeen Proving Ground' werkt. De Aberdeen Proving Ground is een locatie van de Amerikaanse Defensie waar legermaterialen worden geproduceerd en getest, onder andere strijdgassen.

Contact met deze expert is niet gezocht, omdat hij bij het Amerikaanse leger werkt, en daar al een formeel verzoek lag. Verder bleek er bij NIOSH geen informatie over samenstelling van CARC te zijn.

### 10.4 I.4 Overige informatie

Uit het proefschrift van Pronk (2007) blijkt dat rond 2005 de diisocyanaten steeds meer als pre-polymeren in de verf werden verwerkt, in plaats van als monomeren, om de schadelijkheid voor de gezondheid te beperken.

Op [www.everyspec.com](http://www.everyspec.com) zijn de MIL-Specs opgezocht die door verschillende bronnen zijn genoemd. Daar is te zien op welke datum de verschillende MIL-Specs zijn gepubliceerd, en zijn de MIL-Specs te downloaden om de gestelde eisen aan de verven na te gaan. Zoals beschreven in paragraaf I.2.3, was nader speurwerk nodig naar de samenstelling van de twee-componenten CARC in de periode 1986/1987-1990. De MSDSen, aangeleverd door VS Defensie en gebruikt voor tabel I.1, waren van het jaar 1991. Daarom zijn de NSN-nummers van de CARC-producten uit Tabel 1 ingevoerd op <http://hazard.com/msds/index.php> om na te gaan of er oudere MSDSen waren voor deze producten. Voor de CARC van Niles Chemical bleek een MSDS uit 1989 beschikbaar, voor beide componenten, die niet verschilde van de ingrediënten genoemd in Tabel I.1. Het enige opmerkelijke verschil was dat in component B een lager gehalte aan HDI monomeer werd vermeld in 1989 dan in de MSDS van twee jaar later. Voor de CARC van Pratt&Lambert was geen oudere MSDS beschikbaar. De samenstelling zoals weergegeven in Tabel I.1 is daarmee de best beschikbare, representatieve (voor HDI ook 'worst-case'-)informatie die

gevonden kon worden voor de CARC gebruikt op POMS tussen 1986/1987-1990.

De website [www.gulflink.osd.mil](http://www.gulflink.osd.mil), van de Office of the Special Assistant for Gulf War Illnesses, meldt over de Golfoorlog de volgende relevante data:

- 7 augustus 1990: Operatie Desert Shield begint;
- 17 januari 1991: Operatie Desert Storm begint;
- 28 februari 1991: verklaring van beëindiging vijandelijkheden;
- 17 maart 1991: eerste troepen naar huis.

Dit geeft aan dat tussen 7 augustus 1990 en 28 februari 1991 materieel kan zijn klaargemaakt op de POMS-locaties voor de Golfoorlog, inclusief het overspuiten met zandkleurig CARC. Na die tijd kwam volgens de (ex-)medewerkers het materieel terug om weer hersteld te worden.

Op [http://www.gulflink.osd.mil/carc\\_paint/](http://www.gulflink.osd.mil/carc_paint/) is een rapport beschikbaar over het gebruik van CARC tijdens de Golfoorlog. In tab C en D is informatie gevonden over de samenstelling van CARC, welke is weergegeven in Tabel I.7 (gebruikte oplosmiddelen in CARC) en in onderstaande tekst:

### 1. Tan 686A, two-component coating:

- Part A
 

Resins:	Polyester, Bayer Desmophen 650A/65 Polyester, Bayer Multron R221/75
Pigments:	Titanium dioxide - imparts color Yellow iron oxide - imparts color Chrome oxide - imparts color Carbazole violet - imparts color Silica - flattening agent Diatomaceous silica - flattening agent
Solvents:	Methyl isoamyl ketone (MIAK) - viscosity and spray properties Methoxypropanol acetate (PM Acetate) - viscosity and spray properties Xylene - viscosity and spray properties Aromatic 100 - spray properties
- Part B
 

Resin:	Hexamethylene diisocyanate (HDI), Bayer Desmodur N751
Solvent:	N-Butyl acetate - viscosity and spray properties

### 2. Green 383, two-component coating:

- Part A
 

Resins:	Polyester, Bayer Desmophen 650A/65 Polyester, Bayer Multron R221/75
Pigments:	Chrome oxide - imparts color Cobalt – chrome green, - imparts color Magnesium ferrite - imparts color Carbazole dioxazine - imparts color Silica - flattening agent Diatomaceous silica - flattening agent

- Solvents: Methyl isoamyl ketone (MIAK) - viscosity and spray properties  
Methoxypropanol acetate (PM acetate) - viscosity and spray properties  
Xylene - viscosity and spray properties  
Aromatic 100 - spray properties
- Part B
    - Resin: Hexamethylene diisocyanate (HDI), Bayer  
Desmodur N751
    - Solvent: N-Butyl acetate - viscosity and spray properties

Tabel I.7: Voorbeelden van oplosmiddelen in CARC gebruikt tijdens de Golfoorlog. Bron:

[http://www.gulflink.osd.mil/carc\\_paint/carc\\_paint\\_tabd.htm](http://www.gulflink.osd.mil/carc_paint/carc_paint_tabd.htm)

MIL-Spec	Solvents (CAS #)	% by Weight
MIL-C-46168D, Tan 686 CARC, Part A	PM Acetate (108-65-6)	2
	Butyl Acetate (123-86-4)	6
	Methyl Propyl Ketone (107-87-9)	2
MIL-C-46168, Part B	Methyl Ethyl Ketone (78-93-3)	2
	Xylene (1330-20-7)	12.5
	n-Butyl Acetate (123-86-4)	12.5
MIL-C-46168D Type II, 383 Green	Toluene (108-88-3)	<10
	Xylene (1330-20-7)	<10
	1-Methoxy 2-Propanol Acetate (108-65-6)	20-30
	Methyl Ethyl Ketone (78-93-3)	<10
MIL-C-53039A, Green 383	Methyl Isoamyl Ketone (110-12-3)	29.69
	Butyl Acetate (123-86-4)	1.24
MIL-C-53039A, Tan 686A	Methyl Isoamyl Ketone (110-12-3)	20-30
	Methyl Isobutyl Ketone (108-10-1)	6.26
	Butyl Acetate (123-86-4)	1-5

Vergelijking van deze ingrediënten met die in Tabel I.1, I.2 en I.3 laat een grote overeenkomst zien. Tijdens de Golfoorlog is wel een aantal extra ingrediënten gebruikt, zoals 'carbazole violet'.

## 11 Annex II: Verslag van gesprek met deskundigen van NL Defensie, d.d. 15 oktober 2015

*[In dit gesprek is zowel over CARC als over het gebruik van chroom-6 in diverse verfproducten gesproken, omdat beide van belang waren voor het 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, chroom-6 en CARC'. Voor dit voorliggende rapport is de informatie over CARC gebruikt.]*

Aanwezig RIVM: 3 personen, namen bij RIVM bekend

Aanwezig Defensie: 4 personen, namen bij RIVM bekend

Het RIVM heeft voor dit gesprek twee hoofdvragen:

- Wat is CARC precies (definitie, afbakening)?
- Wat zit er in CARC?

CARC wordt soms ook als verfsysteem aangeduid, maar bij NL Defensie wordt met CARC alleen de topcoating bedoeld. Deze definitie houden we zo aan in het verdere onderzoek. Binnen het RIVM-onderzoek zal nog wel bepaald worden welke verven allemaal meegenomen worden in het kader van de blootstelling aan 'andere stoffen', naast CARC en chroom-6-houdende verven.

Het is belangrijk om het onderscheid te houden en duidelijk te maken aan ook de ex-werknemers tussen CARC (waar geen chroom-6 in zit) en primers (waar soms chroom-6 in zit). Voor onder de CARC topcoating kunnen verschillende soorten primers gekozen worden, ook chroom-6-vrije primers. CARC heeft dus geen relatie met chroom-6.

Echter, lang geleden zijn wel CARC-producten gezien waar chroom-6 in zat.

De 'Chemical Agent Resistance' zit 'm in drie functies:

- De coating is bestand tegen strijdgassen.
- De coating is bestand tegen ontsmettingsmiddelen (zowel biociden als middelen voor het verwijderen van de strijdgassen).
- De coating maakt het mogelijk de strijdgassen die er in zijn geabsorbeerd, er weer uit te extraheren met bepaalde ontsmettingsmiddelen.

Die functies zijn mogelijk door een bepaalde vernetting van het polymeer in de CARC, dat polymeer is altijd polyurethaan (PU). PU wordt ook veel gebruikt in autolakken, maar daar heeft het niet de specifieke vernetting die CARC heeft. CARC is specifiek voor militair materieel. PU wordt gevormd uit een diiso-cyanaat en een stof met twee OH-groepen (een diol).

Er worden globaal twee niveaus van onderhoud onderscheiden:

Helemaal reviseren: daarbij wordt doorgaans een twee-componenten CARC gebruikt

Bijwerken: daarbij wordt doorgaans een één-component CARC gebruikt.

Voor NL-voertuigen wordt hiervoor gewone verf op alkydhars basis gebruikt, geen CARC.

Bij het twee-componenten CARC wordt het component met de diiso-cyanaat bij het component met de diol gevoegd, waarna de



polymerisatie start en het mengsel ook maar in beperkte tijd opgebracht kan worden. Vaak wordt verdund ('reduction' in de US SOP) met oplosmiddel om het te kunnen spuiten.

Het één-component CARC bevat wel PU, maar dit wordt op andere manier gevormd, via een zogenaamde vochtuitharding, waarbij de luchtvochtigheid van de ruimte ook heel kritisch is. Ook deze wordt vaak verdund voor het spuiten.

Het twee-componenten CARC wordt in NL in principe nooit aangebracht met een kwast of roller, altijd gespoten, voor beste resultaat. De één-component CARC wordt ook wel met kwast of roller aangebracht, omdat het daarbij vaak gaat om het bijwerken van kleine plekjes.

Meer informatie hierover is ook te vinden in twee Amerikaanse documenten, zogenaamde MIL-specificaties, die dateren uit 1987 en 1984. MIL staat voor military. PRF of P staat voor PeRFormance.

In de US-DOD, een Amerikaanse database, zijn allerlei MIL-specificaties te vinden en te downloaden. Die specificaties zijn "performance" specificaties, waar vaak achterin een 'qualified product list' (QPL) te vinden is met de specifieke merken en namen van producten die voldoen aan de performance specificaties.

Het is de vraag of we van de Amerikanen de productnamen ontvangen van de CARC-producten die op de POMS-locaties zijn gebruikt. Via verschillende wegen wordt getracht de CARC-producten en hun samenstelling te achterhalen. De kans is echter aanwezig dat we deze informatie niet via de Amerikanen kunnen krijgen. Alternatieven om een schatting te maken van CARC-samenstelling zullen dus geëxploreerd worden. Hoe dit eruit zal komen te zien is nu nog niet te zeggen.

De verwachting van de Defensie-expert is dat de Amerikanen CARC gebruiken op alle grondgebonden systemen, in NL is dat alleen op de zogenaamde tactische systemen (dat zijn de voertuigen die in het veld ingezet worden, en bijvoorbeeld niet de auto's die op de kazerne in Den Haag rijden)

Voor de NL-locaties bestaat een database (Defensie Register Gevaarlijke Stoffen) met daarin alle gevaarlijke stoffen die binnen de Defensieorganisatie gebruikt werden en worden. De archiefvulling hiervan vertoont zwarte gaten. Verder terug in de tijd geeft een grotere kans dat gegevens ontbreken. De historische vulling is het uitgebreidst voor de luchtmacht en gaat zo'n 25 jaar terug. Hierin staat alleen niet waar en wanneer welk product is gebruikt. In afwachting van de informatie uit de VS kan het RIVM al wel deze informatie raadplegen. Dit geeft dan een goede achtergrondkennis van wat er zoal in dit type producten kan zitten, hoe dit veranderd is in de tijd en of dit eventueel gebruikt kan worden om aannames te doen over de producten die op de POMS-locaties zijn gebruikt indien er uiteindelijk geen informatie uit de VS komt. Daarnaast zal deze informatie nodig zijn als in een latere fase het onderzoek wordt uitgebreid van alleen de POMS-locaties naar alle NL-locaties.

Chroom-6 wordt sinds 2001 niet meer toegepast in de primers op de nieuwe voertuigen (grondmaterieel), dat heeft de NL Defensie bij de leveranciers afgedwongen. De leveranciers van de voertuigen en vliegtuigen bepalen namelijk welke verfproducten er op het materieel komt en waar het onderhoud mee gepleegd dient te worden. Luchtwaardigheidseisen verhinderen Defensie om zelf af te wijken van het door een vliegtuigfabrikant voorgeschreven verfsysteem.

Chroom-6-vrije primers werken goed op staal en op aluminium voor voertuigen, maar er is nog geen gecertificeerd chroom-6-vrij product voor toepassing op vliegtuigaluminium. Dus op de vliegtuigen wordt nog wel chroom-6-houdende primer gebruikt.

In de chroom-6-vrije primers wordt zinkfosfaat gebruikt voor de roestwerendheid, en er zijn ook producten met magnesium als roestwerend middel.

Wat nu ook veel gebeurt is dat de chroom-6 in het voorbehandelingsmiddel (Alodine 1200) wordt gestopt (dat voor de primer op het kale metaal wordt aangebracht), waardoor er geen chroom-6 in de primer hoeft te zitten. Dan zit het chroom-6 wat 'verder weg' van het oppervlak, waardoor de blootstellingskans verlaagd wordt, en er kunnen ook lagere concentraties chroom-6 gebruikt worden. De bewering in de US SOP dat het polyurethaan zorgt voor camouflage voor zichtbaar en nabij-infrarood licht, klopt niet helemaal, want het is niet het PU dat daarvoor zorgt. In groene CARC is het pigment vaak een chroom-3-verbinding, welke een zelfde absorptiespectrum heeft als chlorophyl (bladgroen), waardoor een voertuig in het nabij-IR-gebied moeilijk te onderscheiden is van gebladerte. Het kan goed zijn dat deze chroom-3 in deze CARC tot zorgen heeft geleid bij (ex-)werknemers, terwijl dit dus de niet-schadelijke vorm is. Dit is belangrijk om het filmpje over CARC uit te gaan leggen.

Defensie benadrukt dat het RIVM het beste de historische MSDSen bij Defensie op kan vragen, in plaats van te proberen deze van internet te halen, omdat bij Defensie van alle producten, ook van jaren terug, veel MSDSen zijn te vinden in het Defensie Register Gevaarlijke Stoffen. MSDSen van een product veranderen in de tijd, wat via internet niet te achterhalen is, maar wel via het Defensie Register Gevaarlijke Stoffen. Het Defensie Register Gevaarlijke Stoffen is gedemonstreerd. Er kan gezocht worden met de zoekterm 'CARC', maar dit zal niet een totaalbeeld opleveren. Ook bijvoorbeeld zoeken via NATO-codes of productnamen zal relevante resultaten opleveren. Slimme zoekopdrachten zullen gezamenlijk samengesteld moeten worden door Wim Zijdeveld en DMO/Cluster VKAM.

De bal ligt nu bij het RIVM om met gerichte vragen te komen welke MSDSen zij nodig hebben voor hun onderzoek.

#### **Aanvullende informatie naar aanleiding het gesprek:**

Naar aanleiding van de vraag van het RIVM of er bij de marine ook chroom-6-verven en CARC gebruikt worden, heeft Defensie geantwoord dat bij de zeesystemen aan coatingsystemen geen CARC-eisen worden gesteld. Het zijn over het algemeen wel polyurethaan systemen.

Chroom-6 wordt niet gebruikt in de primers daar, omdat chroom-6 en zeewater niet goed samengaan. Men heeft wel eens geprobeerd om het op onderzeeboten toe te passen, maar die coating liet snel los. Chroom-6 schijnt hygroscopisch te zijn. In de zeeketen heeft men verteld dat de platforms (het schip zelf zonder wapen-, rader-, communicatie en andere militaire systemen) geen chroom-6 bevatten. Van een aantal wapensystemen weet P.L. dat dit wel het geval is: de radarsystemen (vanwege elektromagnetische afscherming en anticorrosie boven in de mast), het goalkeeper systeem (aanvoerband), geleide wapens en hun cannisters enz.

In de oudste MIL-Spec die NL Defensie kan vinden (MIL-C-46168D van 1987) staat dat er toen geen chroom-6 toegestaan was in CARC. In de rapportage van Bernard Rotsker (Defensie VS) over gebruik van CARC tijdens de Golfoorlog (Environmental Exposure Report Chemical Agent Resistant Coating, februari 2000) wordt geschreven dat de eerste CARCs in 1974 gemaakt werden door het Amerikaanse leger, en dat vanaf 1983 het gebruik van CARC verplicht was op een hele serie materieel (zie document zelf). Door strengere wetgeving was op een gegeven moment (voor de Golfoorlog) de aanwezigheid van lood en chroom-6 niet toegestaan in CARC en het gehalte aan vluchtige organische verbindingen moest sterk omlaag.

Over de verwerking van CARC geeft Defensie nog de volgende toelichting: twee-componenten coating is wat complexer om te verwerken daarom zie je gebruik doorgaans op een goed uitgeruste werkplaats met spuitcabine en droog gelegenheid. Dit is meestal op grotere werkplaatsen waar ook hele revisies van voertuigen kunnen worden uitgevoerd. 1C is makkelijker te verwerken daarom zie je gebruik (ook bij kleinere eenheden binnen de organisatie) veelal ten behoeve van reparatie en touch up. Kan zijn dat de US de 1C ook gebruikt voor snel overspuiten (POMS?), maar dat zou dan in hun manuals moeten staan. Overigens is het zo dat voor Nederlandse voertuigen CARC alleen in de vorm van 2C wordt gebruikt op grote werkplaatsen. Voor reparatie/touch up bij eenheden wordt geen CARC gebruikt maar gewone 1C alkydlak.

## 12 Annex III: Samenvatting van het gesprek met AkzoNobel op 30 maart 2016

*[In dit gesprek is zowel over CARC als over het gebruik van chroom-6 in diverse verproducten gesproken, omdat beide van belang waren voor het 'Gezondheidsonderzoek gebruik gevaarlijke stoffen bij Defensie; POMS, chroom-6 en CARC'. Voor dit voorliggende rapport is de informatie over CARC gebruikt.]*

**Onderwerp:** samenstelling van (chromhoudende) verven die zijn en worden toegepast op materieel, van de Nederlandse Defensie, zowel landmacht als luchtmacht.

**Aanwezig:** 3 personen van AKZO Nobel, 2 personen van RIVM, namen bij RIVM bekend

**Verslag:** Joost Bakker en Minne Heringa

Minne geeft een toelichting op het onderzoek naar het gebruik van en blootstelling aan zeswaardig chroom bij medewerkers van Defensie. Het onderzoek wordt uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Defensie en heeft landelijk gezien veel aandacht. De onderzoeksvragen zijn afkomstig van de verzamelde vragen van (ex-)medewerkers van Defensie, het ministerie, onderzoekers, enz. Er wordt door een consortium gewerkt aan verschillende bundels van deze onderzoeksvragen. Het onderzoek is ingedeeld in een aantal werkpakketten. In werkpakket 3 worden wat algemene vragen over chroom-6 en CARC behandeld, waarbij de vragen over CARC (bijvoorbeeld hoe krijg je het binnen, hoe gedraagt het zich?) pas beantwoord kunnen worden als duidelijk is welke stoffen in dit mengsel aanwezig zijn. In werkpakket 4 wordt onderzoek gedaan naar blootstelling aan zeswaardig chroom. Belangrijk onderdeel daarbij is het in beeld krijgen van de verschillende typen verven die zijn toegepast en de samenstelling daarvan.

*Hoe is de werking van zeswaardig chroom in corrosiebescherming, aangezien dit zelf een oxidator is?*

De werking is tweeledig. Chroom heeft een bufferende werking op de pH (zowel bij lage als bij hoge pH), en biedt zo bescherming tegen de verhoogde corrosie. Bij toepassing op aluminium wordt het zeswaardige chromaat omgezet in driewaardig chroomhydroxide en in de kristalstructuur met aluminiumoxide ingebouwd, wat een sterkere beschermende laag geeft. Daarnaast hebben coatings met zeswaardig chroom een zelfhelende werking. Bij beschadigingen lost het chromaat op in het water dat corrosie kan veroorzaken, en kan zo met het water mee om op de beschadigde plek, bescherming te bieden. Kalium- en natriumchromaat zijn geen goede corrosieremmers in primers, omdat deze weer te goed in water oplossen.

Universiteit van Manchester doet veel onderzoek aan de corrosiebeschermende werking van chromaten.

Als literatuur wordt Kooistra's Moderne verven en lakken (Kluwer, 1991) aanbevolen en uitgeleend aan Minne.

*In welke verven zat/zit zeswaardig chroom?*

Top coats bevatten in het verleden pigmenten op basis van zeswaardig chroom, deze stoffen komen we tegen op historische overzichten uit de jaren zeventig. Het ging vooral om loodchromaat (chromaatgeel), loodchromaatmolybdaat (oranje) en loodchromaatsulfaat (geel).

Primers (incl. wash) bevatten strontiumchromaat en zink(kalium)chromaat. In de EU is strontiumchromaat meer gangbaar terwijl zinkchromaat in de VS gangbaar is.

Wash primers zijn fysisch drogende verven met polyvinylbutyral als bindmiddel met fosforzuur en zinkchromaat als voornaamste ingrediënten. Het fosforzuur etst restjes oude verf of oxidelaagjes weg, zodat de overige ingrediënten aan het kale metaal kunnen hechten.

*Wat is het verschil tussen wash primers en primers?*

Wash primers worden vaak toegepast bij herstelwerkzaamheden. Epoxy primers worden meer toegepast tijdens de constructie van materieel. Na het zandstralen van een substraat wordt een epoxy primer toegepast, een wash primer werkt niet op de ruwe ondergrond. Epoxy primers kunnen ook op bestaande verflagen worden toegepast.

Wash primers kunnen worden gecombineerd met PUR-primers maar niet met epoxyprimers vanwege de amine-groep in het polymeernetwerk welke kan reageren met het zuur in de washprimer en daarmee onthechting kan geven. Deze combinatie (wash primer in combinatie met een PUR-primer) is meer standaard binnen de luchtvaart maar niet voor voertuigen.

Wash primers geven een dunner laagje (ca. 8 µm) dan epoxy primers (> 20 µm)

Militaire specificaties (MIL-Specs) bepalen in welke situatie wat voor type coatings moeten worden toegepast. Het type onderhoud bepaalt welke producten worden gebruikt.

Er zijn aparte specificaties voor voertuigen, vliegtuigen en schepen.

De samenstelling van primers die worden toegepast op landvoertuigen en vliegtuigen verschilt.

Nederlandse Defensie heeft eigen specificaties (KL-spec) evenals de VS (MIL-Spec) en de NATO (STANAG).

*Heeft Akzo rechtstreeks geleverd aan de Amerikaanse defensie?*

Voor Akzo is het lastig om na te gaan wat aan de POMS-locaties is geleverd. Daarvoor moeten de archieven worden geraadpleegd. In verband met bedrijfsveranderingen is het de vraag of de archieven beschikbaar zijn.

Akzo is bereid om onderzoek te doen naar de (nog) beschikbare informatie over de samenstelling van producten die mogelijk anderszins aan de Nederlandse defensie zijn geleverd. Alvorens tot dergelijke informatievertrekking over te gaan wenst Akzo (1) van het ministerie van Defensie te begrijpen wat exact de scope van het onderzoek is, (2) de rol die Akzo daarin vervult en (3) de lijst van producten te ontvangen die kennelijk door Akzo aan het ministerie zijn geleverd. Bovendien zou Akzo graag willen weten wie voor de POMS-locaties de inkoop deed.

RIVM geeft aan dat via Defensie veiligheidsinformatiebladen zijn verkregen, waarop productnamen worden vermeld die recent zijn gebruikt.

Akzo levert nu via subcontractors maar niet rechtstreeks aan de Amerikaanse Defensie. In de jaren tachtig was er pas de eerste export naar de VS, maar toen was er nog geen Aerospace vertegenwoordiging in de VS. Akzo had pas eind jaren tachtig een Aerospace unit in de VS.

*Zijn er wijzigingen geweest qua samenstelling als gevolg van specifieke milieu-eisen voor primers zoals watergedragen systemen of gehalten aan vluchtige organische verbindingen?*

In de categorie van watergedragen primers voor voertuigen met chromaat zijn er door Akzo Nobel geen commerciële producten op de Nederlandse defensiemarkt gebracht

Voor de luchtvaart is er geen VOC-wetgeving op product niveau, wel voor voertuigen (1999/13/EC; 2004/42/EC). Een eerste set van grenswaarden voor het maximum gehalte aan VOC is van toepassing sinds 2007. Een tweede en strengere set van grenswaarden is van kracht vanaf januari 2010 voor decoratieve verven. Met ingang van januari 2007 wordt een enkele set van grenswaarde toegepast op coatings voor voertuigen. De Amerikaanse en Nederlandse Defensie heeft weinig high-solids gebruikt, men is vrij conservatief in de gebruikte producten. De MIL-Specs zijn vrij stabiel geweest, en de toegestane producten dus ook. Een 'approval' van de VS Defensie voor een nieuw of aangepast product kost zo'n 3,5-5 jaar en 100.000 euro, waarna er nog zo'n 3 jaar nodig is voor verwerking van die 'approval' en het kunnen inschrijven op en winnen van inkoop-tenders. Dit lange traject beperkt productaanpassingen.

*Hoe is de werking van CARC en wat zijn de belangrijkste bestanddelen?*

Het bindmiddel van CARC bestaat uit een polyurethaan hars. Deze moet een beperkt adsorptie-desorptiegedrag vertonen (voor bepaalde chemische stoffen, zoals strijdgassen): er mag maar weinig van het strijdgas in het hars opgenomen worden en eenmaal opgenomen mag het ook niet migreren naar bijvoorbeeld de hand van een militair, die op

het materieel gelegd wordt. Dit staat gespecificeerd in de MIL-Spec voor CARC, en ook in de STANAG.

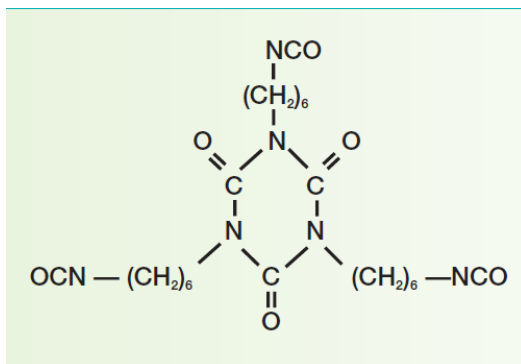
In CARC kan loodchromaat zijn gebruikt (waarschijnlijk als pigment) tot halverwege de jaren tachtig.

Om die beperkte absorptie en desorptie te verkrijgen, wordt het polyurethaanpolymeer dichter vernet: het polymeer heeft daardoor kleinere poriën. Het polymeer-netwerk wordt gevormd uit twee componenten: een polyol(acrylaat of polyester) en een isocyaan verbinding.

Vaak wordt gebruik gemaakt van een pre-polymeer van de isocyaanverbinding, eigenlijk altijd de trimeer van HDI (hexyl di-isocyaan), zie Figuur 1. HDI is de standaard keuze voor de isocyaanverbinding omdat deze als enige niet verkleurt. Ten opzichte van het polyol wordt een overmaat aan isocyaan-prepolymeer toegevoegd. De hogere vernettingsgraad voor CARC wordt verkregen door een polyol te kiezen met een hogere dichtheid aan OH-groepen. Oververnetting ontstaat doordat de overmaat aan isocyaan reageert met water uit de lucht.

Er is een twee-componentensysteem, waarbij vlak voor gebruik het isocyaan-prepolymeer moet worden gemengd met het polyol, waarna het netwerk zich langzaam vormt in de aangebrachte verflaag.

Er is ook een één-componentensysteem ('Moisture Cure'), waarbij de twee componenten vooraf-gereageerd zijn (pre-polymerisatie). Door een overmaat aan isocyaan te gebruiken ontstaat een polymeer met isocyaan functionele groepen die met water (vocht uit de lucht) met elkaar kunnen vernetten. Wanneer het blik gesloten is en er geen water bij kan vindt er geen reactie plaats. Aan dit één-componentensysteem wordt een mono-isocyaan (bijvoorbeeld p-toluenesulfonyl isocyanate ) toegevoegd om water weg te vangen om reactie in het blik te voorkomen.



Figuur III.1: Trimeer van HDI

De pigmenten die aan CARC worden toegevoegd, moeten inert zijn voor de zeer basische decontaminatievloeistoffen waarmee het CARC schoongemaakt moet kunnen worden. Dit geldt eigenlijk voor alle ingrediënten. Er moet geen zoutvorming optreden door het basische middel, want zout is zeer slecht voor de verf.

*Zijn er nog andere type CARC-coatings ontwikkeld in verband met milieu of Arbo-eisen, zoals verven met een laag gehalte aan oplosmiddelen?*

Voor CARC zijn er geen high-solid verven ontwikkeld. High-solid verf is wel voor de luchtvaart ontwikkeld. CARC wordt misschien toegepast op helikopters. Verder is CARC voor militaire vliegtuigen minder relevant omdat vliegtuigen niet gauw in contact zullen komen met eventuele strijdgassen. AKZO heeft een product in de VS dat high-solid is en voldoet aan MIL-Spec.

**Nagekomen antwoorden op vragen:**

*De samenstelling van primers die worden toegepast op landvoertuigen en vliegtuigen verschilt, maar wat zijn daarin dan de voornaamste verschillen?*

Door het verschil in metaal (ijzer/staal voor voertuigen, aluminium voor vliegtuigen en de lagere verlaagdikten eisen (in verband met gewicht) in de luchtvaart zijn er wat verschillen, maar algemeen technologisch of bindmiddel technisch) hebben ze ongeveer dezelfde basis (wanneer het defensiematerieel betreft). Aerospace maakt voornamelijk gebruik van twee-componenten verven waardoor een vernet polymeer ontstaat (met name epoxy-amine of hydroxy polyols-Isocyanaten).

Een punt van aandacht is het hoge risico van corrosiefalen in de luchtvaart door de in het algemeen relatief dunne aluminium bouwdelen (weer in verband met gewicht). Aluminium gebruikt in de luchtvaart is minder edel dan staal en meer gevoelig voor corrosie. Tegelijkertijd wordt binnen in vliegtuigen de corrosiewerende primer nooit (!) vervangen of overgeschilderd en dient meer dan 30 jaar zijn werk te doen. Voor voertuigen geldt dit niet, en is het risico op falen veel lager (en de gebruikscyclus van een voertuig is vaak lager). Deze verschillen bepalen ook waarom aerospace coatings anders worden geformuleerd dan coatings voor voertuigen.





**RIVM**

*De zorg voor morgen begint vandaag*