

# Dossier Vluchtige organische stoffen

Opgesteld door:  
Theo Scheffers  
Jaap Maas  
Helger Siegert  
Peter Wieldaard

17 april 2009

# Inhoudsopgave

<b>1. Beschrijving onderwerp</b> .....	4
1.1 Beschrijving onderwerp.....	4
1.1.1 Vluchtig.....	4
1.1.2 Ratio dampspanning en grenswaarde .....	5
1.1.3 Definities.....	5
1.1.4 Geur .....	7
1.1.5 Gezondheidskundige effecten .....	7
1.1.6 Evidence based OPS beleid .....	8
1.1.7 Onzekerheid over de effecten op de menselijke voortplanting .....	9
1.2 Psychosociale aspecten .....	9
1.3 Omvang problematiek.....	9
<b>2. Relevante werksituaties</b> .....	10
2.1 Relevante beroepen en branches .....	10
2.2 Relevante beroepen .....	12
<b>3. Inventarisatie- en evaluatie</b> .....	12
3.1 Risico-inventarisatie .....	13
3.2 Meten .....	17
3.3 Blootstellingsmeting .....	17
3.4 Effectmeting .....	19
<b>4. Wetgeving</b> .....	20
4.1 Arbo-wet .....	20
4.2 Arbo-besluit.....	20
4.3 Arboregelingen .....	20
4.4 Overige nationale wetgeving.....	20
4.5 Europese wetgeving.....	20
<b>5. Beleid</b> .....	21
5.1 Arboconvenanten .....	21
5.2 CAO-afspraken .....	22
5.3 Branche-afspraken .....	22
5.4 Standaardisatie en normalisatie .....	22
5.5 Certificering.....	23
<b>6. Beheersmaatregelen</b> .....	23
6.1 Arbeidshygiënische strategie .....	23
6.1.1 Bronmaatregelen .....	25
6.1.2 Organisatorische maatregelen.....	26
6.1.3 Technische maatregelen.....	26
6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen .....	27
6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen .....	27
6.3 Implementatie van beheersmaatregelen .....	28
<b>7. Medisch onderzoek</b> .....	28
7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten.....	28
7.1.1 Gezondheidseffecten .....	29
7.1.2 Beroepsziekten .....	30
7.1.3 Kwetsbare groepen .....	31
7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding.....	31

7.2.1	Diagnostiek .....	31
7.2.2	Behandeling en begeleiding.....	32
7.2.3	Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek.....	34
<b>8.</b>	<b>Werkgeversverplichtingen .....</b>	<b>35</b>
<b>9.</b>	<b>Werknemersverplichtingen.....</b>	<b>35</b>
<b>10.</b>	<b>Werknemersrechten .....</b>	<b>35</b>
10.1	Rechten individuele werknemer.....	35
10.2	Rechten medezeggenschapsorgaan .....	35
<b>11.</b>	<b>Praktijkverhalen .....</b>	<b>36</b>
<b>12.</b>	<b>Referenties.....</b>	<b>38</b>
<b>13.</b>	<b>Referentie auteurs .....</b>	<b>39</b>
<b>14.</b>	<b>Peer review .....</b>	<b>40</b>

# 1. Beschrijving onderwerp

Dit hoofdstuk focust op de risico's van VOS op de werkplek. De vluchtigheid, de specifieke gezondheidseffecten van VOS en de ratio van dampspanning en grenswaarde (de Hazard Ratio) worden besproken. De Hazard Ratio speelt een cruciale rol, zowel bij de beoordeling als bij het beheersen van de blootstelling.

In dit hoofdstuk wordt verder ingegaan op de gezondheidkundige en psychosociale aspecten en de omvang van de problematiek

## 1.1 Beschrijving onderwerp

### VOS en de risico's voor de gezondheid

In deze paragraaf worden de kenmerkende aspecten van VOS beschreven: het voorkomen in de lucht en de gezondheidkundige effecten. Het meest bekende gezondheidseffect van VOS bij de mens krijgt extra aandacht: de mogelijke schade aan het centrale zenuwstelsel.

### 1.1.1 Vluchtig

Vluchtig betekent dat de stof als individuele moleculen verdeeld in de lucht voorkomen en zich daar gedraagt volgens de gaswetten. In **Tabel 1** staan van een aantal organische gassen, vloeistoffen en vaste stoffen de zeer uiteenlopende dampspanningswaarden genoemd. De dampspanning van een stof is de drijvende kracht voor de vluchtigheid en betekent hetzelfde als "the ability to become airborne". Omdat in theorie iedere stof een dampspanning (zie kaders) heeft, is ook de concentratie in de lucht waarbij de stof als damp brandbaar, explosief en/of giftig wordt relevant.

#### Kader 1 Extreem laag vluchtig

Een organische stof met een zeer lage dampspanning is Coronene (191-07-1,  $C_{24}H_{12}$ ), een polycyclisch, aromatische koolwaterstof (PAK). Volgens het grenswaarde advies van de Gezondheidsraad (Gr) over een risicowaarde van PAKs voor zijn kankerverwekkende eigenschappen is de dampspanning van deze zevenring  $1,99E-13$  kPa. Omgerekend naar een verzadigingsconcentratie in de lucht is dit  $0,024$  ng/m<sup>3</sup>. De formule hiervoor:

$$C_{\max} = 120571 * M * P_T / T$$

Hierin:

M = molecuulgewicht (g/mol)

$P_T$  = dampdruk in kPa

T = temperatuur in graden Kelvin

Het merendeel van de PAKs besproken in het Gr rapport hebben een dampspanning die lager is dan de bestaande grenswaarden. Om boven de grenswaarden uit te komen moeten de PAKs inclusief benzo(a)pyreen een nevel vormen in de lucht bijvoorbeeld door condensatie van damp die ontstaat in materie (ruim) boven kamer temperatuur.

#### Kader 2 Vluchtige vaste stoffen

Ook vaste stoffen zoals fenol en anorganische stoffen hebben een, soms functionele, lage dampspanning. Om langdurig te kunnen blijven werken moeten geurstoffen en bestrijdingsmiddelen een lage dampspanning hebben. Diamant met een smeltpunt van  $4440$  °C bij  $12,4$  GPa heeft in theorie een dampspanning, hoewel atomaire koolstof uit diamant zijn kristalstructuur verliest.

## 1.1.2 Ratio dampspanning en grenswaarde

De verhouding dampspanning en gezondheidskundige grenswaarde bepaalt het potentiële risico van moleculair verdeelde VOS voor de mens op de werkplek. Het is een prima screeningsinstrument. Het beoordelen en beheersen van deze verhouding is het centrale thema van dit VOS dossier. *Let op:* De hazard ratio houdt geen rekening met de wijze waarop het product gebruikt wordt. Met name wanneer product verneveld wordt en aerosolen gevormd worden kan de concentratie snel voor gezondheid gevaarlijk hoog worden. In die gevallen is meten noodzakelijk.

In Tabel 1 staan ter illustratie diverse stoffen genoemd met hun dampspanning en grenswaarde. Te zien is dat de verhouding van de dampspanning en de grenswaarde (Hazard Ratio, HR) zeer sterk varieert. Stoffen met een HR < 1 kunnen in damptoestand de grenswaarde niet overschrijden. Hoe hoger de HR hoe de groter de kans dat bij een emissie de grenswaarde wordt overschreden.

Tabel 1. Voorbeelden van VOS met een Hazard Ratio groter dan 1 (risicostoffen). Bron: [DOHSBase Compare](#).

Naam	EINECS#	Dampspanning			Grenswaarde	Hazard Ratio
		kPa	Mg/m <sup>3</sup>	Temperatuur (°C)	Mg/m <sup>3</sup>	
Bromoethylene	209-800-6	99,8	4,4 x 10 <sup>6</sup>	15,4	0,12	36,7 x 10 <sup>6</sup>
Formaldehyde	200-001-8	469	1,2 x 10 <sup>6</sup>	22	0,15	8 x 10 <sup>6</sup>
Halothane	205-796-5	31,9	2,5 x 10 <sup>6</sup>	20	0,41	6,1 x 10 <sup>6</sup>
Methyl isocyanate	210-866-3	99,8	2,2 x 10 <sup>6</sup>	38,8	0,5	4,4 x 10 <sup>6</sup>
Ethylene oxide	200-849-9	99,8	1,8 x 10 <sup>6</sup>	10,2	0,84	2,14 x 10 <sup>6</sup>
Carbon dioxide	204-696-9	5970	1,8 x 10 <sup>6</sup>	22	9	200.000
Diisopropyl ether	203-560-6	19,9	820.000	25	15	54.700
Toluene	203-625-9	3,78	140.000	25	15	9.330
Ethyl lactate	202-598-0	0,219	10.000	20	2	5.000

De Hazard Ratio staat ook bekend als het [relatieve inhalatierisico \(RIR\)](#) (bij de bij de calamiteitenorganisaties) of de Vapor Hazard Ratio (VHR; Smith, 2008).

### Kader 3. Omrekenen van dampspanningen

Om de dampspanning van de genoemde en andere stoffen om te rekenen naar standaardtemperatuur (20 °C) kan de volgende formule worden gebruikt:

$$\ln(P) = -10.6 * (BP / T - 1)$$

Hierin:

P = dampdruk in atm

BP en T = kookpunt en temperatuur in K

## 1.1.3 Definities

Een bemoeilijkende factor is dat veiligheid, milieu, arbeidshygiëne en gezondheid het begrip 'vluchtig' van vluchtige organische stoffen (VOS) ieder vanuit de eigen specifieke risicobenadering tegemoet treden. De volgende definities komen voor:

1. SER (Arbo-besluit Afdeling 7, Artikel 4.62a): Organische verbindingen en mengsels hiervan, die bij 293,15 K een dampspanning hebben van tenminste 0,01 kPa dan wel een overeenkomstige vluchtigheid bij de specifieke gebruiksomstandigheden. (1 mm Hg = 0,133 kPa; 0,07 mm Hg = 0,01 kPa).
2. Fysisch/chemisch: Stoffen die bij een gaschromatografieanalyse een retentietijd hebben die kleiner is dan die van tetradecaan (C<sub>14</sub>H<sub>30</sub>).
3. Milieuhygiënisch: Stoffen met een dampdruk die groter is dan 0,01 kPa bij 20 °C (propeenglycol is hierbij het uitgangspunt, met een dampdruk van 0,013 kPa bij 20 °C).  
Vanuit de milieubenadering gaat het vooral om de hoeveelheid die als damp in de lucht komt en niet zozeer om de (onderling mogelijk verschillende) risico's.

4. Arbeidshygiënisch: Organische stoffen met een verzadigingsconcentratie (dampspanning) die hoger is dan de arbeidshygiënische grenswaarde (HR > 1).
5. Veiligheidskundig (bron: [Arboportaal](#)): Vluchtige organische stoffen zijn ingedeeld in zogenaamde K0, K1, K2 en K3 vloeistoffen. De K0-vloeistoffen zijn vanwege hun hoge vluchtigheid het gevaarlijkst (brand en explosie).
6. Wikipedia: Vluchtige organische stoffen komen vrij bij de verdamping van aardolieproducten en andere organische stoffen en bij de onvolledige verbranding. Voorbeelden zijn benzine, verf, inkt, oplos- en schoonmaakmiddelen, lijmen, kitten, boenwas, cosmetica en nagellakremover.
7. In de Praktijkgids Arbeidshygiëne (van Broekhuizen, 2004) worden nog andere definities genoemd.

De verschillende definities voor VOS kunnen verwarring opleveren bij het bepalen of een bepaalde stof risicovol is of niet. De definitie die opgenomen is in het Arbo-besluit is een goed criterium, maar de stoffen in Tabel 2 vormen hierop een uitzondering. Ze behoren volgens het Arbo-besluit niet tot VOS omdat de dampspanning lager is dan 0,01 kPa. Hun verzadigingsconcentratie is echter hoger dan de grenswaarde (HR > 1) en dus vormt de damp volgens de arbeidshygiënische definitie toch een arbeidsrisico. Omdat de definitie van het Arbo-besluit alleen rekening houdt met de dampspanning en niet de hoogte van de grenswaarde, worden de risicostoffen niet ingedeeld als VOS. Ze zouden echter wel als VOS beschouwd moeten worden. De Hazard Ratio geeft in dit geval dus een betere schatting van het risico.

Tabel 2. Stoffen met een verzadigingsconcentratie hoger dan de grenswaarde. Bron: [DOHSBase Compare](#).

Naam	EINECS#	Dampspanning kPa	Verzadigingsconcentratie		Grenswaarde Mg/m <sup>3</sup>	Hazard ratio
			Mg/m <sup>3</sup>	Temperatuur (°C)		
Warfarin	201-377-6	0,00898	1130	21,5	0,1	11300
Chlormephos	246-538-1	0,00758	710	30	0,15	4730
Tetrachlorotoluene{a,a,a,4-}	226-009-1	0,00509	474	25	0,13	3650
Benzoquinone{p-}	203-405-2	0,00998	447	17,8	0,4	1120
Quinoline	202-051-6	0,00998	520	23,7	0,5	1040
Hexachloroethane	200-666-4	0,00998	1010	9,9	1	1010
Nicotine	200-193-3	0,00599	400	20	0,5	800
Trichloroacetic acid	200-927-2	0,00798	530	25	1	530
Xylenol{3,5-}	203-606-5	0,00539	266	25	0,55	484
Xylenol{3,4-}	202-439-5	0,00473	234	25	0,55	425
Anisidine{p-}	203-254-2	0,00399	202	20	0,5	404

De wettelijke standaard om gezondheidseffecten van VOS te beoordelen en beheersen is op basis van de definitie uit het Arbo-besluit (stoffen met een dampspanning >0,01 kPa).

In dit dossier is er echter voor gekozen om op basis van de arbeidshygiënische definitie en dus de Hazard Ratio (HR) te bepalen welke stoffen als VOS dienen te worden opgenomen in de RI&E. De gehanteerde definitie is dus strenger dan die in het Arbo-besluit is gegeven. Dit leidt echter wel tot een tegemoetkoming aan de zorgplicht te voorkomen dat medewerkers gezondheidsrisico lopen. De opmerking dient te worden gemaakt dat waar in dit dossier de Hazard Ratio wordt beschouwd, ook gebruik mag worden gemaakt van de dampspanning van een stof. De grens voor VOS ligt dan bij een dampspanning van >0,01 kPa bij 20 °C in plaats van bij een HR >1.

#### Vaste stoffen met een hoge hazard ratio

Met name bestrijdingsmiddelen (zoals aldicarb, dieldrin) en geurstoffen (musken) hebben vaak een lage dampspanning, die toch hoger is dan de grenswaarde, en dus als damp wel degelijk arbeidshygiënisch beoordeeld moeten worden, hoewel het veelal vaste stoffen zijn. Tot de groep vaste stoffen met een hoge hazard ratio behoren verder fenol, maleïnezuur, diverse ftalaten (onder andere dibutyl ftalaat), terphenyl, TNT, formamide en difenylether.

Let op: bij het meten van vaste stoffen die als VOS worden beschouwd is het nodig om zowel de vaste stof als de damp te bemonsteren (Smit, 2006).

## 1.1.4 Geur

Vele VOS zijn zintuiglijk waarneembaar vanaf een bepaalde geurdrempel. Let op: geurdrempels en grenswaarden zijn niet gekoppeld. Geur geeft dus geen indicatie of de blootstelling doeltreffend wordt beheerst. In Tabel 3 staan enkele stoffen met hun geurinformatie weergegeven.

Tabel 3. Enkele VOS, de concentraties waarbij ze met de neus worden waargenomen.

Naam stof	CAS#	Geur			Grenswaarde in mg/m <sup>3</sup> /8 uur
		Soort geurwaarneming*	Drempel in mg/m <sup>3</sup>	Waarneming	
Aceetaldehyde	75-07-0	D	0,005-1800,0	Scherp, prikkelend, bijtend, fruitig	37
Acrylonitril	107-13-1	D	3,6-49,5	Uien-knoflook, perzikpit, amandelen (zwak)	4,3
Acrylzuur	79-10-7	D R	0,270 3,0	Ranzig, plastic, zoet	30
Benzeen	71-43-2		106,4-372,5	Aromatisch, zoet, oplosmiddel	3,25
Butadieen{1,3-}	106-99-0	D R	0,22-167,2 2,42	Aromatisch, rubber	46,2
Dichloormethaan	75-09-2	D R	556,8 800,4	Zoet tot penetrant etherachtig	350
Fenol	108-95-2	D	0,017-3,8	Medicinaal, zuur, creosoot	7,8
Formaldehyde	50-00-0		0,04-14655	Prikkelend, scherp, stroachtig	0,15
Methanol	67-56-1	D R	5,5-7796 69,3-11693,5		260
Methylamine	74-89-5	D	0,001-5,6	Vislucht	13
Methylchloride	74-87-3	-	>21,0	Zoet, etherachtig	52
Methylisocyaanzuaat	624-83-9		4,9	Stekend	0,048 (15 minuten)
Perchlooretheen	127-18-4	D R	323,8 489,2	Etherachtig	138
Styreen	100-42-5		0,08-8,1	Scherp, zoet	107
Tolueen	108-88-3	D R	1,9-69,0 7,1-258,8	Zuur, verbrand	150
Trichloorethaan{1,1,1-}	71-55-6	D R	2164,5 3940,5	Zoet, etherachtig	555
Trichlooretheen	79-01-6		2,7-906,5	Etherachtig oplosmiddel	190
Vinylchloride	75-01-4	-	26,0-52,0	Zoet	7,77

\*Geurwaarneming: D = Detection, R = Recognition.

Bron geurdrempels: AIHA 1989.

Bron grenswaarden: [DOHSBase Compare](#).

Uit de verhouding tussen geurdrempel en grenswaarde in bovenstaande tabel blijkt dat de neus een slechte (Perchlooretheen, Propylene oxide) of een foutieve indicator (aangename geur van sommige aromaten, acetaten en vinylchloride) van risico kan zijn. Verder heeft een stof als Koolmonoxide helemaal geen geur en de rotte eieren geur van H<sub>2</sub>S wordt niet meer waargenomen bij concentraties acuut toxisch zijn.

## 1.1.5 Gezondheidskundige effecten

Als meta-artikel voor dit dossier is Chapter 16, Toxicology of Organic Solvents gebruikt uit Toxicological Principles for the Industrial Hygienist (Smith, 2008) gecombineerd met de kritische effecten en grenswaarden adviezen van de Gezondheidsraad, SCOEL en ACGIH-TLV (uit DOHSBase Compare 08-02). Hieruit blijkt dat grenswaarden voor groepen VOS gebaseerd zijn op een veelheid aan acute gezondheidseffecten en effecten die pas optreden naar langdurige blootstelling:

- Aldehyden (formaldehyde, aceetaldehyde): slijmvlies irriterend,
- Carbonsuren (mierenzuur, azijnzuur): irriterend en soms corrosief,

- Koolwaterstoffen (tolueen, nonaan): narcotiserend, niereffecten bij sommige proefdieren,
- Chloorkoolwaterstoffen (tri, tetra, per: ) narcotiserend, lever, nier,
- Methyleenchloride: ernstige irritatie (vloeistof), branderig gevoel (damp),
- Aromatische amines en nitroverbindingen (nitrobenzeen) methemoglobine vorming,

Daarnaast zijn er een aantal VOS met specifieke effecten

- Benzeen, aniline: effecten op het bloed en bloedvormend systeem,
- Hexaan en MIBK perifere zenuwstelsel/neurotoxisch,
- Benzeen, vinylchloride, butadieen, PAK: kankerverwekkend,

Voor de effecten waar de bedrijfsarts rekening mee houdt zie paragraaf 7.1 van [dossier vluchtige organische stoffen](#).

Voor de volgende gezondheidsaspecten van VOS wordt verwezen naar de volgende dossiers:

- [Dossier Algemeen Stoffenbeleid](#). Algemene aspecten van het beleid met betrekking tot de preventie van gezondheidsschadelijke effecten die kunnen ontstaan door blootstelling aan gevaarlijke stoffen tijdens het werk,
- [Dossier Irriterende en sensibiliserende stoffen](#)
- [Dossier Ontvlambare en ontplofbare stoffen](#)

Vluchtige stoffen worden verder genoemd in de dossiers [Cytostatica](#), [Lasrook](#), [Bestrijdingsmiddelen](#) en [Biociden](#).

## 1.1.6 Evidence based OPS beleid

Het meest bekende gezondheidsaspect van VOS is de verdovende werking van de organische oplosmiddelen waarvan wordt aangenomen dat het bij langjarige blootstelling kan leiden tot versnelde veroudering van de hersenfuncties ("schildersziekte"). Het Organisch Psychosyndroom (OPS) of de chronische toxische encefalopathie (CTE) door blootstelling aan organische oplosmiddelen is de jaren zeventig en tachtig in observationeel epidemiologisch onderzoek vaak gezien in Scandinavië (registratie richtlijn H002, NCVB 1999).

In Nederland heeft dit geleid tot regelgeving en een OPS praktijk voor de zie hoofdstuk 7 van het [dossier Algemeen stoffenbeleid](#), [registratie](#) en [aansprakelijkheidslast](#). In dit verband is het belangrijk in hoeverre wetenschap is vertaald in praktijk en omgekeerd in hoeverre de OPS praktijk is gebaseerd op wetenschap (evidence based").

De Gezondheidsraad stelt in het Gr rapport Piekblootstelling dat "Blootstelling aan vluchtige organische oplosmiddelen tijdens het werk kan chronische toxische encefalopathie (CTE) veroorzaken" en stelt vervolgens dat:

- Het biologisch mechanisme dat de relatie tussen blootstelling aan oplosmiddelen en het ontstaan van CTE kan verklaren, is niet opgehelderd
- Onder de MAC OPS onwaarschijnlijk is (Opmerking: In de inmiddels afgeschafte MACs zitten ook grenswaarden gebaseerd op haalbaarheid. Voor veel oplosmiddelen is er het kritisch effect van de grenswaarde niet het OPS)
- het mogelijk wordt geacht dat kortdurende hoge blootstelling, ook wel piekblootstelling, een belangrijke factor zou kunnen zijn die tot CTE leidt.

Scherper durfde de Gr-commissie het indertijd niet te formuleren, zo bleek op de NVVA/CGC bijeenkomst bij de verschijning van het rapport. Een dosis respons voor OPS en oplosmiddelen wordt niet gepresenteerd.

Ook het meta-artikel (Smith 2008) vermeldt dat "Some controversy exists in the medical community regarding whether or not a constellation of responses known by some as 'painter's disease' can result from chronic exposure to organic solvents as a general class".



In kontakten die aan het begin van het opstellen van dit dossier zijn gelegd met een aantal wetenschappers binnen en buiten de Gezondheidsraad is gelegd<sup>1</sup> blijkt het aanbevelenswaardig als de Gezondheidsraad zich zou uitspreken over mate waarin de huidige OPS praktijk wetenschappelijk is onderbouwd (“evidence based”).

## 1.1.7 Onzekerheid over de effecten op de menselijke voortplanting

In een recent rapport van de Gezondheidsraad wordt voorgesteld een databank te maken die kan helpen meer inzicht te krijgen over de samenstelling en de hoogte van de blootstelling aan oplosmiddelen. Op dit moment zijn die gegevens slechts beperkt beschikbaar.

Dat maakt het moeilijk uitspraken te doen over de gevolgen van blootstelling aan oplosmiddelen tijdens het werk voor de vruchtbaarheid van mannen en vrouwen, en gevolgen voor het nageslacht.

Of aanpassing van de huidige normen nodig is om ook te beschermen tegen effecten op de voortplanting, valt nog niet te zeggen. Daarvoor zijn recente en betrouwbare gegevens over blootstelling onontbeerlijk.

In reactie hierop en in het licht van ontwikkelingen in Europa heeft de FNV met een brief aan SWZ de noodzaak bepleit dat Nederland zich sterk maakt voor opname van reprotoxische stoffen in de Carcinogenenrichtlijn (2004/37/EC). De beroepsverenigingen BA&O (A&O'ers), NVAB (bedrijfsartsen), NVvA (arbeidshygiënist) en NVVK (veiligheidskundigen) hebben zich achter dit voorstel geschaard.

Omdat het Gr advies voornamelijk de onzekerheid betrof van stoffen waarvoor een veilige blootstelling mogelijk is en de Carcinogenenrichtlijn bedoeld is voor stoffen zonder veilige drempel is dit voorstel door SZW verworpen.

## 1.2 Psychosociale aspecten

### Algemeen

Naast gezondheidskundige effecten kunnen door of tijdens het werken met vluchtige stoffen ook psychosociale effecten optreden. In het dossier “Algemeen stoffenbeleid” worden deze effecten uitgewerkt. In dit dossier is onder andere informatie te vinden over een Engels onderzoek naar de psychosociale gevolgen van ongevallen en gezondheidsincidenten. Beschreven wordt wat de effecten zijn voor zowel het slachtoffer als voor de familie van het slachtoffer. Ook wordt stilgestaan bij de lessen die getrokken kunnen worden uit de Bijlmerramp. Angst voor een mogelijke blootstelling aan gevaarlijke stoffen of de angst die kan bestaan na een daadwerkelijke blootstelling worden eveneens beschreven in dit algemene dossier. Werkstress kan grote gevolgen hebben voor het functioneren van medewerkers en kan leiden tot inschattingfouten, blootstelling en ongevallen. Dit fenomeen wordt in relatie met gevaarlijke stoffen uitgewerkt in het algemene dossier. De wijze waarop medewerkers de risico's bij het werken met gevaarlijke stoffen zien (risicoperceptie) is essentieel voor het gedrag van medewerkers. In paragraaf 1.2 van het [dossier Algemeen Stoffenbeleid](#) wordt een aanzet gegeven voor de beschrijving van dit fenomeen. Bij de beschrijving van maatregelen in Hoofdstuk 6 wordt dit verder uitgewerkt.

De algemene tekst is te raadplegen in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#). De gebruikte literatuur is terug te vinden in hoofdstuk 12 van [dit dossier](#).

## 1.3 Omvang problematiek

Uit een [onderzoek](#) van de Arbeidsinspectie in 2006 blijkt dat werknemers in 32% van de deelnemende Nederlandse bedrijven (N = 1997) worden blootgesteld aan gevaarlijke stoffen die daarbij een eventueel

---

<sup>1</sup> Gesproken is met Dr G Swaen, epidemioloog, prof D Heederik, epidemioloog, dr M. Verberk, medisch milieukundige en prof T. Smit, epidemioloog/arbeidshygiënist

arbeidsrisico vormen. In 7% van deze bedrijven worden medewerkers blootgesteld aan VOS, wat overeenkomt met ongeveer 2% van alle werknemers.

Naast de beroepsblootstelling wordt ook de algemene bevolking blootgesteld aan VOS. Normaal gesproken zijn de VOS concentraties in de buitenlucht laag, maar in de buurt van drukke wegen of in steden zijn de concentraties vaak verhoogd door uitlaatgassen van auto's. Ook emissies uit de industrie zorgen voor een verhoogde concentratie.

Binnen in huis, op school of op kantoor is de concentratie VOS echter veel hoger dan in de buitenlucht door het gebruik van diverse huishoudproducten en uitwasemingen uit bouwmaterialen. Het uitwasemen uit bouwproducten kan soms jaren duren. Ook sigarettenrook kan de hoeveelheid VOS in huis sterk verhogen. Deze verhoogde concentraties betekenen echter niet dat er ook een gezondheidsrisico bestaat voor de gehele algemene bevolking.

De onderstaande tabel geeft weer dat de VOS emissie de laatste jaren sterk is gedaald. Tevens is te zien dat de industrie (inclusief energievoorziening), verkeer en vervoer en huishoudens de grootste bijdrage leveren aan de emissie van VOS (respectievelijk 36%, 26% en 20%).

**Table 4 VOS emissies in miljoenen kilo's per jaar (bron: Milieu en Natuur Compendium)**

Sector	1990	1995	2000	2005	2006	2007
Landbouw	2,0	1,9	1,8	1,7	1,8	1,7
Industrie, Energie en Raffinaderijen	170	119	84	60	58	60
Verkeer en vervoer	177	114	73	51	47	43
Huishoudens	37	37	34	32	32	32
HDO en Bouw	73	48	31	28	28	28
<b>Totaal (miljoen kg)</b>	<b>459</b>	<b>319</b>	<b>224</b>	<b>173</b>	<b>167</b>	<b>165</b>

\* De aantallen zijn exclusief methaan

## 2. Relevante werksituaties

### 2.1 Relevante beroepen en branches

Er zijn een groot aantal branches te benoemen waarbinnen blootstelling aan VOS mogelijk is. Op de informatiesite van [SZW](#) voor werknemers en werkgevers leest u welke beroepen en bedrijfstakken veel met vluchtige organische stoffen werken. Hier lopen werknemers het meeste risico op OPS.

**Table 5 Lijst met beroepsgroepen en branches werkend met VOS**

Beroepsgroepen	Bedrijfstakken/Branches
Schilders	Chemische industrie
Vloerenleggers	Schildersbedrijven
Dakdekkers	Metaalindustrie
Verfspuiters	Aardolie-industrie
Vloerenleggers	Grafische industrie
Dakdekkers	Rubber- en kunststofindustrie
Kunststofverwerkers	Benzinestations
Laboranten	Autospuiterijen
Werknemers in drukkerijen en de grafische industrie	Garages
	Voedings- en genotmiddelenindustrie
	Timmer- en meubelindustrie
	Chemische wasserijen
	Textielindustrie
	Schoonmaakbedrijven
	Laboratoria

Bovenstaande tabel is verder uitgewerkt in de Praktijkgids Arbeidshygiëne over Oplosmiddelen (van Broekhuizen, 2004). Daarbij is aangegeven welke beroepsgroepen, activiteiten en producten een risico vormen.

**Tabel 6. Lijst van (sub-)branches, beroepsgroepen/activiteiten en producten waarbij blootstelling aan VOS mogelijk is.**

<b>(Sub-) Branche</b>	<b>Beroepsgroep/activiteit</b>	<b>Product(en)</b>
Afbouw	Schilders	Verven, kitten, plamuren, afbijt, ontvetters, houtreparatie
Autoschadeherstel	Spuiters, voorbereiders	Lakken, reinigers/ontvetters, plamuren
Benzinestations	Bedienend personeel	Benzine, diesel
Bouw	Asfaltwerkers Bekistingtimmermannen Betonstorters Glazetters Loodgieters Timmermannen Wegmarkeerders	Reinigingsmiddelen, Antikleefmiddel, cutback Ontkistingsmiddel Ontkistingsmiddel Kitten, ontvettingsmiddelen PVC-lijmen Houtreparatie, houtverduurzaming Wegenverf, reinigingsmiddelen
Carrosseriebouw	Spuiters, voorbereiders e.a.	Lakken, reinigers/ontvetters, plamuren, lijmen, polyesterhars
Chemische industrie	Productiemedewerkers	Oplosmiddelen, petrochemicaliën, lijmen, kunststoffen
Dakbedekking	Bitumineuze dakdekkers	Primers, kleefstoffen
Defensie	Onderhoud; zeer divers	Lakken, reinigers/ontvetters
Garagebedrijf	Monteurs	Reinigers/ontvetters, benzine/diesel
Gevelonderhoud	Gevelreiniging Gevelimpregnering	Graffitiverwijderaars Hydrofoberingsmiddelen
Grafisch	Drukkers (offset, zeefdruk, diepdruk, flexodruk)	Inkten, reinigingsmiddelen, vochtwater-alcohol
Industriële reiniging	Algemeen	Reinigers/ontvetters
Kappersbranche	Kappers	Haarsprays, gels
Kunststofverwerking	Vooraf polyesterverwerking	Polyesterhars, reinigingsmiddelen, lijmen, vormolie
Laboratoria	Algemeen	Oplosmiddelen, divers
Landbouw	Pestbestrijding	Bestrijdingsmiddelen
Leer- en lederwaren	Algemeen	Verven, lijmen
Meubelindustrie	Algemeen; spuiters	Lakken, lijmen, beitsen
Metaal & Metallectro	Algemeen; spuiters, lassers	Lakken, reinigers/ontvetters
Nagelstudios	Nagelstylistes	Monomeren harsnagels, nagellak, -verwijderaars
Papier en karton	Bedrukken	Inkten, reinigingsmiddelen
Scheepsbouw	Spuiters, lassers	Coatings, reinigers/ontvetters, lijmen, polyesterhars
Scheepsonderhoud	Reiniging, coating	Coatings, reinigers/ontvetters
Schoenherstel	Schoenherstellers	Lijmen, reinigingsmiddelen
Schoonmaak	Schoonmakers	Reinigingsmiddelen, ruitenreinigers, computersprays en dergelijke
Stomerijen	Chemische reiniging	Oplosmiddelen
Textielindustrie	Bedrukken textiel	Inkten, reinigingsmiddelen
Timmerindustrie	Spuiters e.a.	Vooraf lakken
Verfindustrie	Verfproductie	Verfgrondstoffen, reinigingsmiddelen
Voedingsindustrie	Extractie plantaardige olie	Oplosmiddelen
Woonbranche	Woningstofeerders Parketteurs	Lijmen, reinigers/ontvetters Lijmen, lakken, voegenkitten, oliën/wassen,

	Keuken- en badkamerinstallatie Meubelmakers	reinigers Reinigers/ontvetters, lijmen, muurverven Lakken, lijmen, beitsen
--	--	--

### Arbo-brochures Arbeidsinspectie

Voor een groot aantal van deze branches bestaan [Arbo-brochures](#) waarin de arbeidsrisico's voor de werknemers worden besproken. In de onderstaande lijst staan de brochures waarin aandacht aan VOS wordt besteed:

- Afvalinzameling
- Autoschadeherstelbranche
- Betonindustrie
- Bouwplaatsen
- Containers
- Funderingsbranche
- Garagebedrijven
- Grafimedia
- Horeca
- Houthandel
- Industriële reiniging
- Kappers
- Kunststof- en rubberindustrie
- Meubelindustrie
- Metaalindustrie
- Papier en (Golf) karton producerende en verwerkende industrie
- Scheepsbouw en -reparatie
- Sociale Werkvoorziening
- Timmerindustrie
- Voortgezet (speciaal) Onderwijs en Middelbaar Beroeps Onderwijs
- Wegenbouw
- Zelfstandigen

## 2.2 Relevante beroepen

Beroepsgroepen die aan VOS blootgesteld kunnen worden zijn degene die werkzaam zijn binnen de branches zoals genoemd in paragraaf 2.1 van dit dossier.

## 3. Inventarisatie- en evaluatie

Ieder bedrijf dat werkt met gevaarlijke stoffen moet in zijn beleidsvoering de uitkomsten van een risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E) meenemen. Door het uitvoeren van een RI&E wordt nagegaan of er op de werkplek voldoende voorzorgsmaatregelen zijn getroffen om schade aan de gezondheid van werknemers te voorkomen. Het in kaart brengen van de chemische belasting op de werkplek is een onderdeel van de RI&E (problemdiagnose). Een werkgever is bij het uitvoeren van een RI&E in zijn bedrijf verplicht aandacht te besteden aan VOS.

### Kenmerken RI&E

Volgens de Arbo-wet moet bij het werken met chemische stoffen de

- aard,
- mate en
- duur

worden beoordeeld. Aard, mate en duur zijn de kenmerken van de blootstelling en deze moeten in de RI&E worden geïnventariseerd en geëvalueerd. Het risico wordt bepaald door de verhouding van blootstelling en de grenswaarde. Deze verhouding is weer te geven als de Hazard Ratio (HR).

De evaluatie in een RI&E bestaat in ieder geval uit het beoordelen van het risico. Het is daarbij ook van belang na te gaan of voor het bedrijf de vervangingsregeling VOS geldt.

Onder de aard van chemische stoffen wordt in de RI&E verstaan:

- De lijst met gebruikte stof(fen)
- De eigenschappen van de stof(fen):
  - Gedrag op de arbeidsplaats (fysisch, chemisch)
  - Toxiciteit
- De kenmerken van het werk
  - De activiteiten die worden uitgevoerd (het proces)
  - De organisatie van het werk
  - Het bestaande technische en organisatorische beheersregime met maatregelen aan de bron etc.

Het voorgaande is afgeleid van het multiple source-concept (Van Alphen, 2006). Dit bestaat formeel uit de volgende categorieën: het agens, het proces en de gebruikte apparatuur, de werkomgeving en gebruikte werkmethoden. Deze categorieën worden gebruikt om alle bronnen van blootstelling op de werkplek te inventariseren.

### **REACH en RI&E**

Met de introductie van REACH moet voor veel stoffen een Chemicals Safety Assessment (CSA) ingediend worden. Veel van de gegenereerde en gecommuniceerde informatie zegt iets over de *aard* van de blootstelling van een stof en kan dus in een RI&E gebruikt worden. Onder REACH wordt in feite een 'interne' RI&E gemaakt, met als uitkomst een Exposure Scenario (ES) waarin de blootstelling aan de betreffende stof voldoende wordt beheerst. Deze beschrijft een combinatie van toepassingen met bepaalde Operational Conditions (OC's) en Risk Management Measures (RMM). Wanneer men zich in een bedrijf aan dit scenario houdt, toont men aan dat er veilig gewerkt wordt met de stof.

Meer informatie over REACH is te vinden in paragraaf 4.5 van dit dossier en het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#).

### **Uitvoering RI&E**

Een RI&E wordt stapsgewijs uitgevoerd. Met behulp van de lijst van stoffen en de eigenschappen van deze stoffen wordt het risico bepaald. De focus in de RI&E moet liggen op de stoffen met een hoge Hazard Ratio, zie hoofdstuk 1 van dit dossier en een hoog gevaar. Er bestaan verschillende classificatieschema's die stoffen indelen naar gevaar op basis van hun R-zinnen. De stapsgewijze aanpak voor het maken van een specifieke RI&E voor VOS wordt in paragraaf 3.1. van dit dossier verder besproken.

De hoogte van de blootstelling aan VOS kan worden geschat met behulp van verschillende modellen (zie paragraaf 3.1 van dit dossier. Wanneer dit geen goed beeld geeft kunnen er metingen op de werkplek gedaan worden paragraaf 3.2 van dit dossier. Wanneer er een indicatie is dat de grenswaarde voor een bepaalde stof overschreden wordt, dan zullen er Beheersmaatregelen moeten worden voorgesteld (zie hoofdstuk 6 van dit dossier).

Mocht het voor het bedrijf niet mogelijk zijn VOS te vervangen, dan is de werkgever verplicht om de werknemers tegen blootstelling te beschermen volgens een arbeidshygiënische strategie, zie paragraaf 6.1 van het [dossier Algemeen stoffenbeleid](#). Blootstelling aan VOS op de werkvloer kan op de lange termijn namelijk gezondheidsklachten (zie hoofdstuk 7 van dit dossier) bij medewerkers veroorzaken. Uit een onderzoek van de Arbeidsinspectie in 2006 blijkt dat 78% van de deelnemende bedrijven (n = 1997) die VOS gebruiken deze stoffen heeft opgenomen in haar RI&E.

## **3.1 Risico-inventarisatie**

De Risico-Inventarisatie en Evaluatie voor VOS is in vier stappen uit te voeren. Deze worden in deze paragraaf beschreven. Met name de branchespecifieke RI&E van de [Grafimedia](#) is goed bruikbaar voor VOS specifieke RI&E.

De stoffen met het hoogst potentiële risico worden als uitgangspunt gebruikt voor de RI&E. Door deze als basis te nemen wordt van het worst case scenario uitgegaan. Wanneer de blootstelling aan deze stof dan doeltreffend beheerst wordt kan men er vanuit gaan dat dit bij de andere stoffen ook het geval is. Er moet hierbij rekening worden gehouden met het volume waarin de stof gebruikt wordt. Op de beheersing van het risico van het gebruik van VOS wordt in hoofdstuk 6 van dit dossier verder ingegaan.

### **1. Lijst met gebruikte stoffen**

Verondersteld wordt dat ieder bedrijf dat gebruik maakt van VOS een lijst van deze stoffen beschikbaar heeft. Het is van belang van deze stoffen de volledige naam, het CAS nummer en het EINECS nummer te hebben, zodat het makkelijker is om informatie te zoeken. De lijst is het uitgangspunt van de RI&E en ook van cruciaal belang bij het uitvoeren van eventuele metingen in verband met het kiezen van de juiste meetmethode. Mocht de samenstelling van een product (oplosmiddel) niet volledig bekend zijn, dan is het mogelijk om deze te bepalen met behulp van gaschromatografie (GC-MS) (Smith, 2008).

### **2. Stofeigenschappen**

Informatie over de toxische eigenschappen en het gedrag van VOS op de werkplek (fysisch-chemische eigenschappen) worden verondersteld genoemd te zijn in de veiligheidsinformatiebladen (VIBs) die bij iedere stof geleverd (zouden moeten) worden. Wanneer dit niet het geval is of deze VIBs niet volledig zijn, zijn er verschillende andere mogelijkheden deze informatie te verkrijgen. De belangrijkste bronnen voor het opzoeken van stofeigenschappen zijn:

- Het VIB
- Betaalde dataverzamelingen: Chemiekaartenboek, [EaSI-Pro](#) en [DOHSBase](#)
- Publieke literatuur: [PATCHWORK](#), [EUSDB](#) en vrije zoekmachines (zoals Google)
- Professionele literatuurprogramma's: [Scopus](#), [DIMDI](#) (Duits)

### **3. Stof met hoogst potentieel risico**

Specifiek voor VOS stoffen wordt bij een RI&E uitgegaan van de stof met het hoogste potentiële risico. Dit houdt in dat gefocust wordt op de VOS die een hoge hazard ratio (dampspanning/grenswaarde) én een hoge gevaarsclassificatie heeft (zie hoofdstuk 1 van dit dossier). Er bestaan verschillende classificatieschema's om te bepalen of de betreffende stof een hoog gevaar heeft. Een van de oudste is de door de Engelse overheid ontwikkelde COSHH-systematiek. COSHH Essentials groepeert stoffen in 5 gevaarklassen (A t/m E), gebaseerd op de (inmiddels vervallen) 26e aanpassing van Annex I van de EU-stoffenrichtlijn. In de COSHH-systematiek ontbreken daardoor meer recente R-zinnen als R65 t/m R68. Ook door de Duitse (TRGS) en Nederlandse overheid (SOMS), de internationale arbeidsorganisatie (ILO) en de Europese chemiewerkgevers (ECETOC) zijn indelingsschema's ontwikkelt. Allen gaan uit van een indeling in 3 tot 5 klassen op basis van de R-zinnen voor gezondheidsschade. Het TRGS classificatieschema geniet de voorkeur (Wieling, 2006), maar andere schema's zijn ook bruikbaar bij het bepalen van de stof met het hoogste gevaar. Een overzicht van de classificatieschema's:

Klasse	COSHH	TRGS	ECETOC	SOMS
4	Carc123, Mut123, ASen	Carc12, Mut12, T+, T48	ASen, T+, T48	Carc12, Mut123, Rep60, 61, T+, T48
3	T+, T48, DSen, Rep	T, Xn48 Sen, Mut3, Carc3, Rep60, 61	Rep62+, DSen T, Xn48, C, Xi41	Rep62+, T, C, Sen, Carc3, Narc67
2	T, Xn48, C, Xi37,41	Xn, Xi41, Rep62+		Xn, Xi41 Dry66
1	Xn	Xi36-38, Other	Xn, Xi36-38, other	Xi36-38
0	Xi36, 38 Other			

Meer informatie over de indeling van stoffen in gevaarsklassen is te vinden in de [Nieuwsbrief](#) van de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA) van 2006 (nummer 1).  
Het volume, de duur en de frequentie waarin de stof gebruikt wordt zijn van belang voor de uiteindelijke blootstelling.

In [DOHSBase Compare](#) is een Risk Assessment Score (RAS) opgenomen die het gevaar en hazard ratio combineert en dus een indicatie geeft van de stof met het hoogst potentieel risico (Wieling, 2006). Een rekenvoorbeeld met de RAS score is opgenomen in hoofdstuk 11 van dit dossier.  
Naast de RAS is de zogenaamde AWARE code ontwikkeld om producenten en leveranciers van oplosmiddelen (zoals in coatings, schoonmaakmiddelen en thinners) te helpen bij het bepalen van het totale gevaar bij het gebruik van hun product. 'AWARE' staat voor 'Adequate Warning and Air Requirement'. De AWARE-code is een 2-cijferige code voor coatings, reinigings- en verdunningsproducten. De code helpt bedrijven om die middelen te kiezen die de minste risico's opleveren voor degenen die ermee werken. Hoe lager de codegetallen, des te veiliger het product. De code kan berekend worden op basis van de samenstelling van het product. AWARE is ook een applicatie waarmee producten kunnen worden vergeleken naar hun potentie en gezondheidsgerelateerde gevaren. Het focust op blootstellingsgevaren aan alle componenten van het oplosmiddel, en dus niet alleen aan VOS. Meer informatie over AWARE:

- [Beschrijving SZW](#)
- [AWARE rapport](#)
- [Calculator](#)

#### 4. Schatten en toetsen blootstelling

De laatste en een van de belangrijkste stappen bij het uitvoeren van een RI&E is het bepalen van de blootstelling aan de stoffen met het hoogste potentieel risico of aan een aantal stoffen samen. De hoogte van de blootstelling kan worden geschat of gemeten.

Het kwantitatief beoordelen van blootstelling met behulp van metingen moet in Europa nog steeds gebeuren met de verouderde NEN689. De NVvA en de Britse BOHSH werken momenteel samen aan een nieuwe Europese meetstrategie leidraad.

De Europese branchevereniging van de oplosmiddelen producenten [ESIG](#) heeft een specifiek document



ontwikkeld voor het beoordelen van [VOS blootstelling op de werkplek](#).

Op het meten van blootstelling wordt in paragraaf 3.3 verder in gegaan. De blootstelling (concentratie van VOS in de lucht) dient uiteindelijk te worden getoetst aan een grenswaarde.

### **Blootstelling**

VOS kennen twee primaire blootstellingsroutes: inhalatoir en dermaal (Smith, 2008). Het uiteindelijke gezondheidseffect wordt veroorzaakt door de dosis die in het lichaam is opgenomen en niet de concentratie van het middel in de lucht of op de huid (blootstelling). Er bestaat echter geen directe manier om de dosis van VOS te bepalen (Smith, 2008). Het schatten van de blootstelling wordt daarom als belangrijkste hulpmiddel voor de arbeidshygiënist gezien, mede doordat grenswaarden hierop gebaseerd zijn.

*Inhalatoire* blootstelling kan worden geschat met zogenoemde Tier 1 modellen, die al dan niet gratis beschikbaar zijn via internet. De [Stoffenmanager](#), het Einfaches Maßnahmen Konzept Gefahrstoffen [EMKG](#), [EASE](#) en [ECETOC TRA](#) zijn tools die hiervoor gebruikt kunnen worden. Met gebruik van de juiste grenswaarde is met deze Tier 1 modellen eenvoudig en snel te toetsen of de situatie in een bedrijf gezondheidskundig verantwoord is.

De genoemde modellen zijn in de [REACH guidance documenten](#) opgenomen om het schatten van blootstelling op de werkplek mogelijk te maken. Deze data wordt gebruikt in het opstellen van de Chemicals Safety Assessment (CSA).

Het schatten van *huidblootstelling* is mogelijk met EASE, ECETOC TRA en ook het [RISKOFDERM Dermal Exposure Model](#) en [SKINPERM](#).

Met RISKOFDERM kan huidblootstelling aan chemische stoffen op de werkplek worden beheerst. De [Toolkit](#) geeft een kwalitatieve risicoschatting uitgaande van volledige opname en suggesties voor beheersmaatregelen.

Indien er rekening gehouden moet worden met partiele opname via de intacte maar onbeschermdde huid en/of verdamping van de huid (voor VOS een belangrijk item) dan is het [SKINPERM model](#) een goede oplossing.

Het freeware programma SKINPERM is te downloaden. Op grond van fysisch-chemische parameters wordt de huiddoorlatendheid van een gas, damp of een vloeistof geschat. En met aanvullende gegevens over kleding, besmet oppervlak e.d. wordt de mogelijke opname in het lichaam geschat.

Het schatten van blootstelling geeft geen zekerheid. Als vuistregel kan worden gesteld dat als de geschatte concentratie meer is dan de helft van de grenswaarde het aan te raden is blootstellingsmetingen te (laten) uitvoeren. Blijft de schatting onder de helft van de grenswaarde en zijn er geen [werkplekfactoren](#) die het risico kunnen verhogen dan is meten niet nodig.

### **Grenswaarden**

Door introductie van een nieuw grenswaardenstelsel in januari 2007 in Nederland zijn werkgevers en werknemers nog meer dan voorheen zelf verantwoordelijk voor het veilig omgaan met stoffen op de werkplek. Uit dat oogpunt moeten zij nu zelf gezamenlijk grenswaarden afleiden en vaststellen ter beperking van de blootstelling van werknemers aan stoffen op de werkplek, tot een niveau dat geen schade aan de gezondheid van werknemers optreedt. Zelf afgeleide grenswaarden worden 'private' grenswaarden genoemd en zijn de basis voor het nieuwe stelsel.

Het afleiden van grenswaarden voor stoffen en mengsels is mogelijk via de website [Veilig werken met chemische stoffen](#).

Alle tot 1 januari 2007 vastgestelde wettelijke en bestuurlijke grenswaarden die niet in de lijst van publieke grenswaarden zijn opgenomen, kunnen in de praktijk als uitgangspunt worden genomen voor de vaststelling van private grenswaarden. Het moet dan wel gaan om gezondheidskundige grenswaarden.



Naast private grenswaarden bestaan er nog wel publieke grenswaarden, de wettelijke grenswaarden. Deze worden door het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid opgesteld.

Het ministerie van SZW stelt publieke grenswaarden vast voor stoffen:

- waarvoor de EU een grenswaarde vereist. In de praktijk zijn dat zogenoemde bindende limieten en Indicatieve Grenswaarden (ILV's).
- waarvoor niet te verwachten is dat de EU een grenswaarde zal gaan vaststellen. Hierbij worden als criteria 'stoffen zonder eigenaar' en 'stoffen met grote kans op gezondheidsschade (hoog-risicostoffen)' gehanteerd, dan wel stoffen waarvoor de overheid vindt dat er een publieke grenswaarde moet worden vastgesteld.

De publieke grenswaarden worden opgenomen in bijlage 13 van de [Arbeidsomstandighedenregeling](#). In bijlage XIII A staan grenswaarden voor de niet-kankerverwekkende stoffen en in bijlage XIII B voor de kankerverwekkende stoffen.

De eerste lijst van publieke grenswaarden is gepubliceerd in de Staatscourant van 28 december 2006, nr. 252 (bijlagen XIII A en XIII B van de nieuwe, gewijzigde Arbeidsomstandighedenregeling). Meer informatie over het grenswaardenstelsel en grenswaarden is te vinden op de website van de [Sociaal Economische Raad](#).

#### *Grenswaarden voor mengsels*

Grenswaarden voor mengsels met stoffen met hetzelfde kritisch effect zijn soms te vinden in de bestaande grenswaarden lijsten (bijvoorbeeld technisch xyleen, terpentijn etc.). Ze kunnen ook afgeleid worden via de website [Veilig werken met chemische stoffen](#).

Hebben stoffen verschillende kritische effecten dan kan er geen mengsel grenswaarde worden afgeleid. De beoordelingsmethode hier is de stof te kiezen die bij gelijke hoeveelheden en procescondities de hoogste hazard ratio heeft. Wanneer de blootstelling van deze stof onder deze grenswaarde is, kan er van worden uitgegaan dat de blootstelling aan de stoffen met een lagere hazard ratio ook wordt beheerst.

#### **Groslijst effectieve instrumenten**

Door TNO is voor het VAS traject een [groslijst](#) met effectieve instrumenten (Excel) opgesteld, met bijna 150 instrumenten op het gebied van veiliger werken met gevaarlijke stoffen waarvan een meerderheid bruikbaar is voor het inventariseren en evalueren van de blootstelling aan VOS.

## **3.2 Meten**

Het schatten en toetsen van blootstelling wordt besproken in paragraaf 3.1 van dit dossier. Het meten van de blootstelling van werknemers aan gevaarlijke stoffen kan worden gemeten op vier verschillende niveaus:

1. Environmental monitoring (EM)
2. Biologische monitoring (BM)
3. Biologische effect monitoring (BEM)
4. Gezondheidsonderzoek (GO)

De eerste twee niveaus van meetmogelijkheden worden besproken in paragraaf 3.3, de laatste twee in paragraaf 3.4 van dit dossier.

Informatie over meetmethoden is te vinden via

- [DOHSbase](#) (betaald),
- [GESTIS](#)
- [Nederlands Normalisatie-Instituut](#).

## **3.3 Blootstellingsmeting**

De eerste twee niveaus van monitoring, environmental monitoring (EM) en biologische monitoring (BM), geven inzicht in de blootstelling van werknemers aan een specifieke stof of een mengsel. Blootstelling aan

VOS houdt vaak blootstelling aan een mengsel in. Wanneer slechts één stof kan worden gemeten, is het zaak om een referentiestof te kiezen. Op basis van de referentiestof kan de totale blootstelling worden geschat. Er zijn drie mogelijkheden van een referentiestof:

- de meest schadelijke stof (op basis van grenswaarden en/of R-zinnen),
- de stof die in de hoogste concentratie aanwezig is,
- de meest vluchtige stof (hoogste hazard ratio).

### **Omgevingsmetingen**

Bij EM wordt de concentratie van VOS in de werkplekatmosfeer bepaald. Deze wordt getoetst aan de grenswaarde die voor de specifieke stof bekend of afgeleid is (zie paragraaf 3.1 voor meer informatie over grenswaarden in Nederland). Environmental monitoring kan stationair in de ruimte of persoonsgebonden (personal air sampling; PAS) gedaan worden. In beide gevallen gaat het om het meten van de concentratie VOS in de lucht. Persoonsafhankelijke metingen geven bij VOS de beste indicatie van de hoogte van de werkelijke blootstelling van de werknemer.

De Europese branchevereniging van de oplosmiddelen producenten [ESIG](#) heeft een specifiek document ontwikkeld voor het beoordelen van [VOS blootstelling op de werkplek](#) met behulp van metingen.

### **Biologische monitoring**

Het doen van omgevingsmetingen (PAS) is een relatief simpele directe meetmethode in tegenstelling tot biologische monitoring. BM is indirect; achteraf wordt bepaald hoe hoog de blootstelling is geweest. De stof van interesse of een afbraakproduct daarvan wordt in bloed, urine of uitgeademde lucht gemeten als indicator voor blootstelling. Biologische monitoring kan gezien worden als een surrogaat voor het meten van de geabsorbeerde dosis VOS. Deze methode is in principe alleen interessant voor het meten van VOS blootstelling wanneer huidblootstelling en absorptie significant bijdraagt aan de totale blootstelling (Smith, 2008). VOS geven in tegenstelling tot metalen wel een goede indicatie van de beroepsblootstelling. De stoffen worden namelijk vrij snel geëlimineerd na opname (vaak al binnen een werkdag). Voor het bepalen van chronische blootstelling is biologische monitoring niet geschikt.

Nadeel van BM is dat de meting kan worden beïnvloed door de leefstijl (roken, alcohol, voeding) van de onderzochte werknemer, zijn werkbelasting, werkgewoontes en endogene factoren (genetische polymorfismen). De analyse van de monsters is ingewikkeld, waardoor er informatie verloren kan gaan. Daarnaast is het voor de interpretatie van belang op het juiste moment te monsteren. Meer informatie over biologische monitoring bij VOS is te vinden in een publicatie van de International Union of Pure and Applied Chemistry ([IUPAC](#)) over biologische monitoring bij VOS.

### **Meetmethoden**

Algemene informatie over het meten van gevaarlijke stoffen kunt u vinden in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#). Hieronder is meer specifieke informatie te vinden over het meten van blootstelling aan VOS.

Voor het lokaliseren van een emissiebron is een specifieke direct afleesbare methode aanbevolen. Verkleuringsbuisjes (Drägerbuisjes) zijn echter weinig gevoelig en hebben een relatief hoge detectiegrens. Ze kunnen gebruikt worden voor het vast stellen van "pluis/niet pluis". Wordt er wat gemeten dan is ingrijpen meestal direct gewenst. Wordt er niets gemeten en is er toch een indicatie van blootstelling dan is een nauwkeurigere meetmethode gewenst. VOS kan daarnaast specifiek gemeten worden met behulp van een Photo Ionisation Detector (PID). UV-VIS- en UV-IR-detectie zoals toegepast in direct reading instrumenten is bij relatief hoge blootstelling en voor het opsporen van bronnen ook mogelijk.

De eerder genoemde de Europese branche vereniging van de oplosmiddelen producenten ESIG heeft een specifiek document ontwikkeld voor meten van [VOS blootstelling met indicator buisjes](#).

Het gebruik van offline analyseapparatuur met positieve identificatie (bijvoorbeeld GC-FID) is beter bij de beoordeling van de dagelijkse blootstelling en toetsing aan de individuele grenswaarde (specifieke VOS). Bij biologische monitoring wordt een beroep gedaan op labanalyses van voornamelijk bloed en urinemonsters. Dit kan worden gedaan met behulp van vloeistofchromatografie (LC-MS).

Informatie over meetmethoden is te vinden via

- [DOHSbase](#)
- [GESTIS](#)
- [Nederlands Normalisatie-Instituut](#)

### Huidblootstelling

Opname van VOS in het lichaam kan behalve via inademen ook via de huid plaatsvinden. Dit geldt vooral wanneer VOS een klein molecuulgewicht hebben (MW <400) en zowel in water als in olieachtige stoffen (octanol) oplossen. Vooral voor [Bestrijdingsmiddelen](#) geldt dat het risico van blootstelling wordt bepaald door de combinatie van opname via huid en via inademen.

Er zijn naast biologische monitoring en het gebruik van modellen drie methoden om *huidblootstelling* te meten (Semple, 2004):

- Surrogaat huid en patches (opvangen blootstelling)
- Verwijdering (wassen/vegen)
- Visualisatie (fluorescentie)

De meest gebruikte methode voor het direct bepalen van huidblootstelling is de dermale dosimeter. Deze kan worden gebruikt in de vorm van een patch of lichaamspak, welke wordt gedragen tijdens het werk. De hoogte van de blootstelling aan een bepaalde stof kan achteraf worden bepaald. Andere methoden voor het meten van huidblootstelling zijn het 'wassen' en 'vegen' van de huid en videodetectie van fluorescente tracers (Semple, 2004).

Een kanttekening moet echter geplaatst worden bij het meten van VOS op de huid, aangezien door de vluchtigheid de oorspronkelijke depositie op de huid niet goed te meten is. Direct na depositie meten met behulp van fluorescente tracers (videodetectie) is hiervoor de beste optie.

## 3.4 Effectmeting

Twee andere niveaus van monitoring betreffen het meten van het effect van blootstelling aan VOS. Biologische effect monitoring (BEM) en het gezondheidsonderzoek (GO) zijn de methoden hiervoor. BEM wordt gebruikt om reacties in het doelorgaan als gevolg van (acute) blootstelling aan VOS te monitoren. Dit wordt evenals bij BM gedaan door het doen van biologische metingen, specifiek voor reacties in het orgaan. Er zijn echter een beperkt aantal methoden voor BEM beschikbaar. Bij het GO moet men denken aan het monitoren van effecten door langdurigere blootstelling. Werknemers worden hierbij aan een medisch onderzoek (hersenfunctie, longfunctie, vruchtbaarheid) onderworpen. Een terugkerende vorm van gezondheidsonderzoek is het Periodiek Medisch Onderzoek. Meer informatie over medische onderzoeken bij VOS is te vinden in hoofdstuk 7 van dit dossier.

### Biologische effect monitoring (BEM)

Voor sommige VOS kunnen biologische effectparameters worden bepaald. Een voorbeeld hiervan is een verhoogde Met-Hb waarde als gevolg van blootstelling aan aromatische amines of nitroverbindingen. De grenswaarde – de Biological Exposure Index (BEI) – voor aniline en nitrobenzeen blootstelling is een Met-Hb waarde van 1,5%.

Een ander voorbeeld is het monitoren van VOS adducten aan macromoleculen (voornamelijk eiwitten: hemoglobine of albumine). Bij blootstelling aan aromatische amines en nitroverbindingen binden nitroso-metaboliëten aan de thiolgroepen van hemoglobine. Ook voor alkylerende verbindingen geldt dat een specifiek hemoglobine adduct wordt gevormd. Voor acrylonitril is dit cyanoethylvaline in erythrocyten. De hoeveelheid eiwitadducten is mogelijk beter te relateren aan de interne dosis van VOS dan de gemeten waarde in bloed (Biologische monitoring). De werkelijke link tussen het niveau van eiwitadducten en de risico's van VOS is echter nog niet vastgesteld, waardoor BEM voorlopig nog niet aan te prijzen is als methode voor het meten van VOS blootstelling.

Meer informatie is te vinden in de publicatie van het ([IUPAC](#)) over biologische monitoring bij VOS.

## 4. Wetgeving

Uitgebreide informatie over de nationale en internationale (Arbo-)wetgeving met betrekking tot gevaarlijke stoffen is te vinden in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 4 Wetgeving.

### 4.1 Arbo-wet

In de Arbo-wet is geen specifieke wetgeving opgenomen over VOS.

### 4.2 Arbo-besluit

De volgende artikelen in het Arbo-besluit met betrekking tot VOS zijn van belang.

#### Artikel 4.62a. Definitie

In het Arbo-besluit wordt onder VOS verstaan: organische verbindingen en mengsels hiervan, die bij 293,15 K een dampspanning hebben van tenminste 0,01 kPa dan wel een overeenkomstige vluchtigheid bij de specifieke gebruiksomstandigheden.

#### Artikel 4.62b. Voorkomen van blootstelling; vervangen

Ten aanzien van bij ministeriële regeling aangewezen werkzaamheden, wordt het gevaar van blootstelling van werknemers aan VOS zoveel mogelijk voorkomen door VOS te vervangen door onschadelijke of minder schadelijke stoffen of door producten die vluchtige organische stoffen bevatten te vervangen.

### 4.3 Arboregelingen

De volgende paragrafen en artikelen uit de Arbo-regeling zijn relevant in relatie tot het dossier “Vluchtige organische stoffen”:

- §4.8a. Vluchtige organische stoffen
- Artikel 4.32a Lijmen en verven in binnensituaties
- Artikel 4.32b Offsetdrukken
- Artikel 4.32c Zeefdrukken
- Artikel 4.32d Illustratiediepdrukken
- Artikel 4.32e Verpakkingsdiepdrukken en flexodrukken
- Artikel 4.32f Herstellen autoschade
- Artikel 4.32g Coating van timmerwerk in binnensituaties [per 01-03-2004]
- Artikel 4.32h Gelijkstelling vervangende producten [per 01-03-2004]

Er is geen specifieke wetgeving met betrekking tot VOS opgenomen in de Arbo-regeling. De genoemde artikelen zijn op te zoeken via de website [wetten.nl](#).

### 4.4 Overige nationale wetgeving

De Europese regeling (zie paragraaf 4.5) en de Nederlandse invulling daarvan zijn vooral gericht op het beheersen van de VOS emissies naar de omgeving. Bedrijven die onder het besluit vallen moeten een emissieboekhouding bijhouden. Meer informatie is te vinden in [het Oplosmiddelenbesluit](#) van 19 maart 2001 en het [Besluit organische oplosmiddelen in verven en vernissen milieubeheer](#).

### 4.5 Europese wetgeving

#### Milieubeleid

De website [EU-milieubeleid.nl](#) bevat informatie over de Europese wetgeving (1999/13/EG) met betrekking tot voornamelijk emissiebeheersing van VOS.

#### REACH

Sinds 1 juni 2007 is de nieuwe Europese wetgeving op het gebied van gevaarlijke stoffen van kracht. Deze Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische (REACH) stoffen heeft als doel de gevaren van chemische stoffen beter in kaart te brengen en in te perken. Daartoe moeten alle stoffen die geproduceerd zijn binnen de EU en geïmporteerd worden naar de EU ge(pre-)registreerd worden. De eerste deadline voor preregistratie is inmiddels verstreken (1 december 2008), waardoor voor nieuwe stoffen nu direct een registratiedossier moet worden ingediend bij de ECHA (European Chemical Agency). Wanneer dit niet gebeurt, mag de stof niet op de markt gebracht worden. Dit geldt ook voor bestaande stoffen die niet gepre-registreerd zijn voor 1 december 2008.

### **Registratiedossiers**

De introductie van REACH zal betekenen dat voor sommige VOS registratiedossiers moeten worden gemaakt. Hiervoor dienen bedrijven de krachten te bundelen en informatie over stoffen uit te wisselen. Hier op aansluitend beschrijft REACH ook de verplichting tot het maken van blootstellingsscenario's (ES: Exposure Scenario) en chemische veiligheidsbeoordelingen (CSA: Chemicals Safety Assessment). Met de introductie van REACH ontstaat de verplichting tot het maken van Exposure Scenario's (ES) en een Chemicals Safety Assessment (CSA). Deze verplichting geldt in principe alleen voor stoffen die in hoeveelheden van meer dan 10 ton/jaar worden gemaakt of geïmporteerd. Dit betekent niet dat deze informatie niet voor ieder bedrijf dat met deze stof werkt van waarde kan zijn.

### **Belang communicatie**

Het Chemical Safety Report (CSR) bevat een volledige weergave van de gevaarseigenschappen van een stof en afgeleide relevante grenswaarden. Ook een globale beschrijving van toepassingen en blootstelling zijn opgenomen. Voor een specifieke toepassing van een als gevaarlijk geclassificeerde stof zal een ES worden opgesteld. Deze dient als bijlage te worden toegevoegd aan het veiligheidsinformatieblad (VIB). Een ES beschrijft de toepassing van een stof die onder Operational Conditions (OC) en met gebruik van aangegeven Risk Management Measures (RMM) zonder nadelige gevolgen voor mens of milieu kan of kunnen worden uitgevoerd. Het scenario moet dit beschrijven voor de gehele levenscyclus van een stof (Noij, 2008). Hierdoor is het belangrijk om communicatie tussen de verschillende gebruikers te bevorderen, zodat ieder zijn eigen toepassing en gebruik kan includeren. Stoffen waarvan de juiste informatie ontbreekt, mogen niet meer op de markt gezet worden (niet geproduceerd én niet geïmporteerd). Iedere gebruiker van de stof heeft dus baat bij het opstellen van een CSA en ES. Informatie uit het ES en de CSA zouden gebruikt kunnen worden in de RIE. Natuurlijk geldt dit ook voor de omgekeerde weg (Noij, 2008). Voor meer informatie over de RI&E, zie paragraaf 3.1 van dit dossier. Meer informatie over REACH is te lezen in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), paragraaf 4.5 Europese wetgeving.

## **5. Beleid**

In dit hoofdstuk gaat het vooral om in hoeverre werkgevers en werknemers de zorg voor het doeltreffend beheersen van blootstelling aan VOS stoffen structureel hebben geïmplementeerd in de bedrijfsvoering. Behalve op bedrijfsniveau kan dit ook op brancheniveau of in de CAO.

Op bedrijfsniveau is vooral de risico-identificatie en –evaluatie (RIE) een belangrijk hulpmiddel met betrekking tot gevaarlijke stoffenbeleid. Uit een onderzoek van de Arbeidsinspectie in 2006 blijkt dan 78% van de deelnemende bedrijven (n = 1997) die VOS gebruiken deze stoffen heeft opgenomen in haar RI&E.

### **5.1 Arboconvenanten**

Arboconvenanten zijn eind 1998 tot stand gekomen met als doel de arbeidsomstandigheden te verbeteren, het ziekteverzuim terug te dringen en het aantal mensen dat arbeidsongeschikt raakt te verlagen. Arboconvenanten zijn afspraken over betere arbeidsomstandigheden tussen overheid, werkgevers en werknemers. In elk convenant staan afspraken over één of meerdere arbeidsrisico's. Maatwerk in de sectoren staat daarbij centraal. In acht jaar tijd zijn in totaal 69 convenanten afgesloten.

In een tiental Arbo-convenanten zijn specifieke afspraken gemaakt over de aanpak van oplosmiddelen. Dit zijn onder andere:

- [Verf- en drukinktindustrie](#)
- [Bouw](#)
- [Afbouw en onderhoud](#)
- [Meubelindustrie](#)
- [Grafimedia](#)
- [Mobiliteitsbranche](#)
- [Papier](#) (zie ook grafimedia branche)
- [Schoonmaak en glazenwassersbranche](#)
- [Industriële reiniging en scheepsonderhoud](#)
- [Woningbranche](#)

Het opstellen van een convenant voor de metaalektro- en de metaalbewerkingssectoren is mislukt.

Op 1 juli 2007 is een einde gekomen aan het opstellen van Arbo-convenanten. Met het opstellen van de Arbo-convenanten is een basis gelegd voor het ontwikkelen van Arbo-catalogi. Deze Arbo-catalogi worden gezien als een nieuwe kans om veilig werken in de sectoren verder te stimuleren.

## 5.2 CAO-afspraken

CAO afspraken zijn er voor veel verschillende sectoren opgesteld. De CAO's zijn tot stand gekomen tussen werkgever en werknemers en bevatten afspraken over arbeidsvoorwaarden. De CAO's voor de bouw en de verf- en drukindustrie zijn [hier](#) te vinden. Andere belangrijke CAO's met betrekking tot VOS zijn die van de [metaalbewerking](#) en de [schoonmakers en glazenwassersbedrijven](#).

## 5.3 Branche-afspraken

### VASt

Voor het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) was het vaak lage risicobewustzijn en de slechte risicocommunicatie bij bedrijven in het MKB – waar met gevaarlijke stoffen wordt gewerkt – de aanleiding om het VASt (Versterking arbeidsomstandighedenbeleid Stoffen) programma op te starten. In het programma VASt is in de vorm van actieplannen door partijen in productketens samengewerkt. In het geheel zijn 24 actieplannen ontwikkeld en uitgevoerd door in totaal 64 branches. Informatie hierover is tegenwoordig te vinden in het stoffencentrum van het [arboportaal van SZW](#).

### Arbocatalogi

De Arbocatalogus wordt gezien als de opvolger van de Arboconvenanten. Een Arbocatalogus is een handboek met afspraken tussen werkgevers en werknemers. Hierin bepalen zij welke methodes (de wijze) en middelen ze inzetten om de arbeidsomstandigheden (veilig en gezond werken) in een branche te verbeteren, zodat de werkgever voldoet aan de voorschriften die de overheid stelt in de Arbo-wet. Omdat arbeidsrisico's en de oplossingen daarvoor sterk per branche verschillen, is het bijna onmogelijk om alle afspraken in één wet te vatten. Om deze reden zijn de Arbo-catalogi tot stand gekomen. Een overzicht van de beschikbare Arbo-catalogi is [hier](#) te vinden. In de volgende catalogi worden VOS behandeld.

- Metaalbewerking en metaalektro
- Papier-, karton- en golfkartonproducerende en -verwerkende industrie
- Personenauto- en bedrijfsautobedrijven
- Schoonmaak- en Glazenwassersbranche

## 5.4 Standaardisatie en normalisatie

Afspraken over standaardisatie en normalisatie worden op vrijwillige basis gemaakt tussen groepen van belanghebbenden over allerlei onderwerpen. Er zijn normen op het gebied van werksystemen, product-, programmatuur- en materiaaleisen. De normen kunnen door overheden, fabrikanten en eindgebruikers



worden gebruikt als aanvulling op Europese en nationale wetten. Het gebruik van normen wordt soms toegelicht in Nationale Praktijkrichtlijnen (NPR). Meer informatie hierover is te vinden in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 5.

## 5.5 Certificering

Voor adviseurs (preventiemedewerkers, arbeidshygiënisten), die werkzaam zijn op het gebied van arbeidsomstandigheden, en meer specifiek dat van advisering met betrekking tot gevaarlijke stoffen (bijvoorbeeld VOS), bestaan certificeringssystemen. Meer informatie hierover is te vinden in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 5, of op de websites van het [SKO](#) en het [SCCM \(ISO en OHSAS certificering\)](#).

## 6. Beheersmaatregelen

Om blootstelling aan VOS op bedrijfsniveau te kunnen beheersen is in eerste instantie een risico-inventarisatie en evaluatie (RI&E), zie hoofdstuk 3, nodig.

Deze beschrijft de stoffen die in aanwezig zijn en gebruikt worden in het bedrijf. Daarbij wordt een inschatting gemaakt van de stoffen die het hoogste potentiële risico opleveren voor de werknemer. Hierbij moet worden gedacht aan het bepalen van het gevaar, de frequentie en duur van het gebruik en de hoeveelheid stof die wordt gebruikt.

Met betrekking tot VOS kan een piekblootstelling (15 minuten) mogelijk al schade opleveren, terwijl langdurige blootstelling (8 uur) onder de grenswaarde niet geacht wordt een effect te versterken (Gezondheidsraad, 1999). Het is dus van belang de concentratie VOS in de lucht continu doeltreffend te beheersen.

Binnen het VAS project wordt Solbase (Solution Database) ontwikkeld, een systeem voor het classificeren, selecteren en presenteren van praktische oplossingen voor problemen op het gebied van veiligheid en gezondheid van werknemers.

In de huidige (test)versie zijn 500 waardevolle oplossingen ingedeeld en opgenomen. De database werkt met een uitgebreid systeem voor het indelen of terugvinden van de problemen en de bijbehorende oplossingen. De database is momenteel in ontwikkeling. De [testversie](#) is nog niet algemeen beschikbaar en de jaar van uitgifte is nog niet bekend.

Ook de [grafische industrie](#) en de metaalbewerking ([Verbetercheck Oplosmiddelen metaalektro](#)) hebben instrumenten ontwikkeld voor het doeltreffend beheersen van VOS blootstelling.

Bij het treffen van beheersmaatregelen kan worden uitgegaan van de stof met het hoogst potentieel risico. Wanneer deze voldoende beheerst wordt, zal dit ook gelden voor de overige stoffen die gebruikt worden. Beheersmaatregelen moeten worden opgenomen in een plan van aanpak en worden uitgevoerd volgens een arbeidshygiënische strategie, zie paragraaf 6.1 van dit dossier.

Bij het implementeren van beheersmaatregelen (zie paragraaf 6.3 van dit dossier) spelen allerlei factoren een rol.

Ook psychosociale aspecten (zie paragraaf 6.2 van dit dossier) zijn van belang bij het zo goed mogelijk beheersen van blootstelling. In dit hoofdstuk worden beheersmaatregelen onderverdeeld in bron, organisatorische, technische en persoonlijke beheersmaatregelen.

### 6.1 Arbeidshygiënische strategie

Beheersmaatregelen moeten zich primair richten op de reductie van de blootstelling aan VOS tot onder de gezondheidkundige waarde. Deze sluiten aan op de RI&E en moeten worden opgenomen in het plan van aanpak (PvA). In de Arbo-wet is een verplichting opgenomen dat deze risicobeheersing moet worden uitgevoerd volgens de arbeidshygiënische strategie. Of een maatregel effectief is hangt van verschillende

technische en organisatorische aspecten af. Voor het bepalen van een in te voeren maatregel is het belang de juiste problemdiagnose (zie hoofdstuk 3 van dit dossier) te hebben gesteld.

### **Organisatorische aspecten**

Bij iedere bron van VOS in een bedrijf horen andere beheersmaatregelen en dus een andere benaderingswijze. Belangrijk is dat alle blootstellingroutes in beschouwing worden genomen. Niet alleen respiratoir, maar ook huidcontact met VOS kan gezondheidsklachten opleveren en moet dus voldoende beheerst worden. Vervolgens is het van belang dat de doelstellingen duidelijk geformuleerd worden met betrekking tot de aan te pakken blootstellingen. Organisatorische aspecten spelen hierbij een rol, zoals het informeren van management en personeel. Aan het eind van de eerste fase in het implementeren van beheersmaatregelen moeten de volgende (organisatorische) aspecten voldoende zijn uitgewerkt (Van Alphen, 2006):

- Betrokkenheid alle relevante partijen (management, middenkader en werkvloer).
- Overeenstemming over de doelstellingen.
- De beschikbaarheid van financiële middelen.
- Duidelijke afspraken over taakverdeling en deadlines.
- Afspraken over inventarisatie van kennis en scholing om de maatregel ook op lange termijn effectief te laten zijn.
- Afspraken over de evaluatie van de beheersmaatregel na invoering.

### **Typen maatregelen**

Het kiezen van de beheersmaatregelen gebeurt aan de hand van de informatie over bronnen en blootstellingmomenten. Gebruikmakend van de arbeidshygiënische strategie (Arbo-wet) bestaat er een zekere hiërarchie voor de typen maatregelen die kunnen worden ingezet:

- Bronmaatregelen (zie paragraaf 6.1.1 van dit dossier)
  1. Eliminatie van blootstelling
  2. Reductie van blootstelling
  3. Isolatie van bronnen
- Maatregelen in de overdrachtsweg
  1. Ventilatie (zie paragraaf 6.1.3 Technische maatregel)
  2. Vermijden van blootstelling (zie paragraaf 6.1.2 Organisatorische maatregel)
- Maatregelen bij de ontvanger
  1. Persoonlijke beschermingsmaatregelen (zie paragraaf 6.1.4)

Alleen indien maatregelen hoog op de lijst niet kunnen worden toegepast mag worden uitgeweken naar maatregelen lager op de lijst (Van Alphen, 2006).

### **Veilige werkwijzen**

Veilige werkwijzen en dus ook beheersmaatregelen voor specifieke stoffen te vinden op de website [Veilig werken met chemische stoffen](#). Deze webapplicatie is een leidraad die in opdracht van de SER opgesteld ter implementatie van het nieuwe grenswaardenstelsel in Nederland. In dit nieuwe grenswaardenstelsel krijgen werkgevers meer verantwoordelijkheid om veilig werken te verzorgen (zie paragraaf 3.1 van dit dossier). De website bevat een doorloopschema waarbij een veilige werkwijze (inclusief beheersmaatregelen) voor vrijwel iedere branche kan worden afgeleid.

In de nieuwste Europese stoffenwetgeving REACH is de verplichting opgenomen Risk Management Measures (RMM) toe te passen. Deze behoren te worden opgenomen in het Chemical Safety Report (CSR) dat bij bepaalde stoffen bij het registratiedossier ingediend wordt. Het CEFIC heeft een [database](#) met bronnen voor (alternatieve) RMM en procescondities (OC: Operational Conditions) opgesteld. Het aanpassen van de procescondities in een bedrijf kan interessant zijn met het oog op het verlagen van de blootstelling aan een bepaalde stof. Bovendien is het een van de categorieën in het multiple-source concept.

### **Gebruik beheersmaatregelen**

Onderstaande figuur geeft de verandering van het gebruik van beheersmaatregelen in Nederland over een periode van 4 jaar weer. De figuur geeft daarnaast een beeld van de meest gebruikte soorten beheersmaatregelen (Bakhuys Roozeboom, 2007/2008). De figuur geeft een indicatie en is niet specifiek



voor het gebruik van beheersmaatregelen bij VOS. Opvallend is het om te zien dat PBM veel worden gebruikt, terwijl deze in de hiërarchie van beheersmaatregelen onderaan staan. Daarnaast wordt vervanging van gevaarlijk door minder gevaarlijke stoffen op vrij grote schaal toegepast, wat een uitermate positief gegeven is.

**Tabel 7. Percentages van meest gebruikte beheersmaatregelen tegen gevaarlijke stoffen.**

	2004	2005	2006	2007
Gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen	66	66	69	64
Ventilatie / afzuiging	44	45	40	47
Voorlichting / instructie	35	43	39	34
Vervanging door minder gevaarlijke alternatieven	23	25	31	28
Afscherming	16	19	21	15
Toepassen gesloten systemen	14	12	15	13
Reductie aan blootgestelde werknemers	7	12	7	11
Beperken blootstellingsduur	7	10	10	10
Andere maatregelen	10	14	12	11
Reductie aanwezig volume / concentratie stof	6	7	7	7

Bron: Arbeidsinspectie-monitor 2004-2007

## 6.1.1 Bronmaatregelen

De belangrijkste maatregel om blootstelling aan VOS te voorkomen is vervanging en van het oplosmiddel. Zo zijn oplosmiddelrijke verven in het verleden onder toezicht van de overheid vervangen door oplosmiddelarme verven. Belangrijk hulpmiddel hierbij is weer de Hazard Ratio (zie hoofdstuk 1 van dit dossier), welke gebruikt kan worden om een stof met een hoge HR te vervangen door een stof met een lage(re) HR. Een praktijkvoorbeeld met betrekking tot vervanging van VOS stoffen op basis van de HR is te vinden in hoofdstuk 11 van dit dossier.

De Occupational Air Requirement (OAR) index is specifiek dan de Hazard Ratio en is speciaal ontwikkeld voor de beoordeling van de gezondheidsrisico's van verfproducten, maar kan ook gebruikt worden voor andere oplosmiddelen. De index houdt rekening met de potentie van een stof om te verdampen. Met de formule wordt berekend hoeveel verse lucht nodig is om de concentratie schadelijke vluchtige stoffen in de werkruimte uit één liter verf onder een aanvaarde waarde (gezondheidskundige grenswaarde) te houden. In formule:

$$OAR = \frac{1000 \times c \times f}{OEL}$$

waarin:

*OAR* = Occupational Air Requirement  
*c* = gehalte oplosmiddel in g/l  
*f* = verdampingsfactor (0; 0,3; 0,7; of 1,0)  
*OEL* = Occupational Exposure Limit  
 (bijvoorbeeld de MAC-waarde)

De verdampingsfactor *f* wordt experimenteel bepaald of wordt geschat met behulp van de dampspanning van het oplosmiddel. Stoffen met een lage OAC genieten de voorkeur boven stoffen met een hogere OAC. Verschillende landen hebben al een afgeleide van de OAC in hun wetgeving opgenomen; ook in Nederland wordt deze mogelijkheid bekeken. Meer informatie over de OAC is te vinden in de Praktijkgids Arbeidshygiëne (van Broekhuizen, 2004).

Naast de OAC is ook de door SZW ontwikkelde AWARE code te gebruiken om te bepalen welke coatings, reinigings- en verdunningsproducten het veiliger zijn dan andere en dus de voorkeur genieten. Deze code is een afgeleide van de OAC. Meer informatie over AWARE is te vinden in paragraaf 3.1 van dit dossier.

In het Arbo-convenant [Verf- en drukinktindustrie](#) wordt de reductie van blootstelling zo dicht mogelijk aan de bron voorgesteld als meest effectieve bronmaatregel. Hoewel de eliminatie en/of reductie van blootstelling aan de bron hoog op de lijst van beheersmaatregelen staat wordt deze in de praktijk nog te

weinig toegepast. Ze zijn vaak niet haalbaar op technisch en economisch niveau.

Het isoleren van bronnen door een gesloten systeem toe te passen en/of een gevaarlijke stof af te schermen voor de werknemer kan als bron- en technische maatregel (zie paragraaf 6.1.3 van dit dossier) worden gezien. Dit leidt tot het wegnemen of reduceren van blootstelling aan de stof. Dit is vaak ook te bereiken met een aanpassing van het productieproces of het gebruik van een ander apparaat (Van Alphen, 2006).

## 6.1.2 Organisatorische maatregelen

Wanneer VOS niet kunnen worden vervangen, zal de blootstelling zoveel mogelijk moeten worden beperkt. Bij de meeste gevaarlijke stoffen geldt de Wet van Haber: hoe korter blootgesteld, hoe minder kans op eventuele gezondheidseffecten (Van Alphen, 2006). Het is dus van belang de blootstellingsduur te verkorten. Organisatorische maatregelen die voor VOS te noemen zijn, gaan voor vrijwel iedere gevaarlijke stof op. Werken in (korte) ploegendiensten of met meerdere personen die dezelfde taak uitvoeren kan een oplossing zijn. Door te werken met meerdere personen wordt ook de blootgestelde populatie groter. Men moet er dus zeker van zijn dat er geen risico wordt gelopen. Een goede planning van onderhoud en reiniging (buiten werktijden) voorkomt daarnaast blootstelling aan overige werknemers. Duidelijke werkprocedures, training en instructies over de risico's van het gebruik van VOS-houdende stoffen zijn belangrijk. Daarnaast kunnen "good housekeeping", regelmatige schoonmaak en georganiseerd werken voorkomen dat emissie van VOS wordt veroorzaakt (door verspillingen/ongelukken). Een andere indeling van de werkvloer en het afschermen van machines met een hoge emissie kan er voor zorgen dat passanten en overige werknemers niet of nauwelijks blootgesteld worden. Toegangsrestrictie kan in grote fabrieken waar met VOS wordt gewerkt een oplossing zijn.

## 6.1.3 Technische maatregelen

Meest voor de hand liggende en veel toegepaste technische maatregel is ventilatie. Op de site van de [Engelse BOHS](#) en de [Engelse arbeidsinspectie](#) is veel informatie beschikbaar over de effectiviteit van lokale afvoersystemen.

VOS gedragen zich volgens de gaswetten: de moleculen zullen zich homogeen over de ruimte verdelen en dit maakt dat behalve lokale ventilatie ook ruimteventilatie moet worden meegenomen omdat op grote werkplekken niet overal dezelfde mate van ventilatie wordt bereikt. Op kleinschalige werkplekken (schilders, schoonmakers) kan het openen van een raam en/of het gebruik van een ventilator de blootstelling al aanzienlijk verlagen.

In de tabel hieronder zijn een aantal VOS-specifieke technische overdrachtsmaatregelen opgenomen. Enkele van deze maatregelen kunnen ook als bronmaatregelen worden geïnterpreteerd.

**Tabel 8. Technische beheersmaatregelen voor de beheersing van blootstelling aan VOS.**

Maatregel	Proces/apparatuur	Werkomgeving	Werkmethode
Ventilatie	Lokale, mechanische en natuurlijke ventilatie, luchtgordijn	Emissieplaatsen, hallen en kleinere werkplekken (schilders/vloerenleggers)	Correct gebruik lokale ventilatie, draagbare dampverdrijver, raam/deur open
Automatisering	Robots, afstandsbediening	Emissieplaatsen	Bedienen op afstand
Dampretour	Retourleiding voor VOS	Vulstations	Bij het vullen van vaten met vloeistoffen
Verbranding	Incinerator in combinatie met afzuiging	Fabrieken met grote interne VOS emissie	nvt
Adsorptie aan actief kool	In combinatie met afzuiging en/of ventilatie	Locaties met interne VOS emissie	Regeneratie van verzadigde kool
Afscheiden	Cabine met	Kraanmachinisten,	Blootstelling buiten de

blootstelling werknemers	overdruksysteem	tractoren, shovels	werkplek houden
Vermijden van blootstelling van passanten	Cabine met onderdruksysteem	Cabine voor spuiters etc.	Afgesloten en afgezogen ruimte

Voor de bouwnijverheid zijn de arbeidsvriendelijke technische hulpmiddelen verzameld op een site: <http://www.Arbovriendelijkehulpmiddelen.nl/>. Hier zijn o.a. lakverfmengtafels, handspuitcabines en mobiele afzuigwanden voor dampen te vinden die ook bij VOS toepassingen buiten de Bouwnijverheid zijn te gebruiken.

## 6.1.4 Persoonlijke beschermingsmiddelen

Wanneer bron-, organisatorische en technische maatregelen niet afdoende blijken om de blootstelling aan VOS tot onder de grenswaarde te brengen of zelfs te elimineren kunnen persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) een oplossing bieden (Van Alphen, 2006). Hierbij moet worden gedacht aan ademhalingsbescherming en beschermende kleding inclusief handschoenen. Op deze manier wordt de inhalatie van VOS en huidcontact zoveel mogelijk voorkomen. Het is van belang de juiste PBM te kiezen, deze op de juiste manier te gebruiken en tijdig te vervangen voor nieuwe middelen.

De publicatie van de NVvA in 2001 over selectie en gebruik van ademhalingsbeschermingsmiddelen geeft inzicht in verschillende technieken en mogelijkheden voor PBM (zie de website van de [NVvA](#) voor meer informatie). Ook in de Praktijkgids Arbeidshygiëne (van Broekhuizen, 2004) worden verschillende PBM besproken.

Voor de keuze van de meest effectieve huidbescherming kan worden verwezen naar de (Engelse versie van) de Duitse [TRGS401](#) en de [BOHS publicatie](#) "Controlling skin exposure" van Bob Rajan.

De effectiviteit van PBM hangt voor een groot deel af van de gebruiksvriendelijkheid en de bereidheid van de werknemers om ze toe te passen.

## 6.2 Psychosociale aspecten van beheersmaatregelen

### Algemeen

Belangrijk aspect bij het treffen van beheersmaatregelen is de perceptie van het gevaar, de blootstelling aan vluchtige stoffen en de gevolgen daarvan, bij de doelgroep. Over deze risicoperceptie is in het [dossier Algemeen Stoffenbeleid](#), bij de beschrijving van psychosociale aspecten al kort stilgestaan.

Risicoperceptie wordt verder uitgewerkt in het dossier "Algemeen stoffenbeleid". Hiernaast wordt in dit algemene dossier stilgestaan bij de mogelijkheden om over risico's te communiceren (risicocommunicatie) en zodoende de perceptie te beïnvloeden. Aspecten die naar voren komen zijn in dit deel van het algemene dossier onder andere:

- De woordvoerder in het communicatieproces
- Doelstellingen van het proces
- Doelgroep
- Verwachtingen
- Eenduidigheid
- Openheid

Naast risicoperceptie en –communicatie wordt in het dossier Algemeen stoffenbeleid ook stilgestaan bij het begrip veiligheidscultuur en een methodiek om het gedrag met betrekking tot veiligheid te beïnvloeden (Behaviour Based Safety).

Zie voor een algemene beschrijving van psychosociale aspecten van beheersmaatregelen het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#). De gebruikte literatuur is terug te vinden in hoofdstuk 12 van dit dossier.

## 6.3 Implementatie van beheersmaatregelen

### Algemeen

Helaas bestaat er geen “altijd goed” recept voor de implementatie van beheersmaatregelen. Wel zijn er verschillende uitgangspunten en werkwijzen die de kansen op een succesvolle introductie doen toenemen. In het dossier “Algemeen stoffenbeleid” worden verschillende van deze uitgangspunten en werkwijzen uitgewerkt. Zo wordt hier onder andere stilgestaan bij de volgende aspecten:

- Commitment
- Communicatie
- Rol van leidinggevenden
- Individuele verschillen

Bij het invoeren van maatregelen is het niet alleen van belang om oog te hebben voor de structuur van een organisatie en de samenhang tussen verschillende maatregelen maar ook voor het stadium van ontwikkeling in een organisatie. In het dossier Algemeen stoffenbeleid worden deze zaken verder uitgewerkt.

Bij de beïnvloeding van gedrag kan gebruik gemaakt worden van verschillende mechanismen. In het algemene dossier worden onder andere attributie en risicoperceptie beschreven. Verder wordt verwezen naar achterliggende stromingen en invloeden. Tot slot wordt in het dossier Algemeen stoffenbeleid stilgestaan bij de programma’s Versterking van Arbeidsveiligheid (SZW) en Hearts and Minds.

In het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), paragraaf 6.3, kunt u een en ander vinden. De gebruikte literatuur is terug te vinden in hoofdstuk 12 van dit dossier.

## 7. Medisch onderzoek

### 7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten

In een onderzoek van de Arbeidsinspectie uit 1996 werd vastgesteld dat er in 515 bedrijven 13 miljoen liter oplosmiddelen werden gebruikt. Na jarenlange inademing van oplosmiddelen, of opname via de huid, kunnen neurologische verschijnselen gaan ontstaan van chronische intoxicatie (chronisch toxische encefalopathie (CTE)). Deze chronische intoxicatie wordt gekenmerkt door klachten als: inprenting en geheugenstoornissen, hoofdpijn en depressiviteit (Hageman, 2002). Een andere naam voor CTE is Organisch Psychoyndroom (OPS).

#### Bedrijfsarts en vluchtige stoffen

In veel branches worden werknemers blootgesteld aan vluchtige stoffen. Bijvoorbeeld, autobranche (autospuiters), chemische en grafische industrie, verf- en drukinktindustrie, betonreparateurs, schoonmakers, kunstenaars, bestrijdingsmiddelen, rubber en kunststofverwerkende industrie. Daar de klachten in eerste instantie van voorbijgaande aard zijn, en de bedrijfsarts de werknemers pas zien als deze zich heeft ziek gemeld (afhankelijk van het contract, vaak enkele weken na datum ziektemelding), zal veel acute vluchtige stoffen problematiek buiten het gezichtsveld van de bedrijfsarts blijven.

Periodiek medisch onderzoek en werkplekonderzoek zijn dan ook belangrijke instrumenten voor de bedrijfsarts om meer zicht te krijgen op de werkomstandigheden en eventuele gezondheidsklachten. Daarnaast zal de bedrijfsarts ook regelmatig de werkvloer op moeten om zich te informeren over de werkomstandigheden en informeel met de werknemers te spreken over hun gezondheid. Ten slotte is het

belangrijk dat de vrije toegang (open spreekuur) van werknemers tot de bedrijfsarts goed geregeld is. Immers, voorkomen is beter dan genezen.

Blootstelling aan deze stoffen kan op verschillende manieren:

- door inademing
- door direct contact met de huid
- via de mond door met verontreinigde handen te eten of te roken

Voor algemene gegevens over de omvang van gevaarlijke stoffen op ziekte, zie [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7. Voor specifieke informatie over de omvang van de vluchtige stoffen problematiek, zie paragraaf 1.3 van dit dossier. Voor meer algemene informatie over de rol van de bedrijfsarts, zie het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#).

## 7.1.1 Gezondheidseffecten

Er zijn twee [Solvent Teams](#) operationeel (Amsterdam en Enschede), waarin bedrijfsartsen, neurologen, psychologen en arbeidshygiënisten, multidisciplinair, werknemers beoordelen verdacht van CTE.

Bij kortdurende hoge blootstelling aan VOS kunnen klachten ontstaan als: 'high' gevoel, misselijkheid, hoofdpijn, duizeligheid, sufheid en hartkloppingen. De klachten verdwijnen vaak snel nadat de werkzaamheden zijn beëindigd (Gezondheidsraad, 1999). Men spreekt dan van acute toxische verschijnselen.

Bij langdurige blootstelling kan permanente gezondheidsschade ontstaan, chronisch toxische encefalopathie (CTE) genoemd. Dit is een aandoening van het centrale zenuwstelsel (Visser, 2008). CTE is een beroepsziekte die ontstaat na een langdurige blootstelling (gemiddeld 8 jaar) aan hoge concentraties stoffen, zoals: oplosmiddelen, bestrijdingsmiddelen of zware metalen (Stichting Arbeid, 2006).

Er worden drie stadia van CTE onderscheiden:

1. neurastheen syndroom;
2. matige ernstige CTE;
3. ernstige CTE.

### Ad.1 (stadium 1)

Het neurastheen syndroom wordt gekenmerkt door:

1. Duur: dagen tot weken;
2. Symptomen: depressie, geheugenverlies, concentratiestoornissen, moeheid, depressiviteit en verhoogde prikkelbaarheid;
3. Geen restverschijnselen.

### Ad.2 (stadium 2)

Een matig ernstige CTE wordt gekenmerkt door:

1. Duur: maanden-jaren;
2. Symptomen: moeheid, stemmingsstoornissen (prikkelbaarheid, depressie), vergeetachtigheid (korte termijn geheugenverlies), concentratiestoornissen en oriëntatiestoornissen;
3. Restverschijnselen: na staken van de blootstelling kan verbetering optreden, maar er kunnen cognitieve functiestoornissen blijven bestaan.

### Ad. 3 (stadium 3)

1. Duur: jaren;
2. Symptomen: cognitieve en emotionele veranderingen ernstiger dan bij de milde vorm, dementieel ziektebeeld met progressieve en globale aantasting van intelligentie en ernstige geheugenstoornissen;
3. Restverschijnselen: irreversibel.

Onderstaande tabel bevat een lijst (niet limitatief) met aanvullende medische klachten (naast eerder genoemde klachten) die in verband zijn gebracht met blootstelling aan bepaalde oplosmiddelen (Hageman, 2002).

**Tabel 9. Aanvullende medische klachten bij blootstelling aan oplosmiddelen (VOS)**

Oplosmiddel	Klachten
Methanol	Opticusatrofie
Ethyleenglycol	Nystagmus, moeheid, depressie
Methylchloride	Euforie, verwardheid, depressie, verminderde reactiesnelheid
n-hexaan	Polyneuropathie (Hageman, 1999), hoofdpijn
Tolueen	Apathie, emotionele vervlakking, dementering, tremor
Styreen	Moeheid, duizeligheid, depressie, manie
Organofosfaten	Parkinsonisme, polyneuropathie anti cholinesterase syndroom

Bestrijdingsmiddelen (bijvoorbeeld de organofosfaten en biociden worden vaak zodanig bewerkt dat ze verneveld kunnen worden opdat ze gelijkmatig kunnen worden aangebracht op de gewassen. Meer achtergrondinformatie hierover is te vinden in de dossiers [Bestrijdingsmiddelen](#) en [Biociden](#).

Verder, naast neurotoxische klachten, kan blootstelling ook nog pulmonale klachten veroorzaken en klachten ten aanzien van de vruchtbaarheid.

#### **Pulmonale klachten**

Vluchtige stoffen kunnen aanleiding geven tot irritatie van de luchtwegen en slijmvliezen. Een overzicht van stoffen waarvan beschreven is dat ze klachten van beroepsastma kunnen veroorzaken is te vinden op een website over [occupational astma](#). Voor verder achtergrondinformatie, zie dossier [Irriterende en sensibiliserende stoffen](#).

Werknemers bekend met astmaklachten worden geadviseerd zich te laten vaccineren tegen de seizoensgriep (jaarlijkse griepvaccinatie).

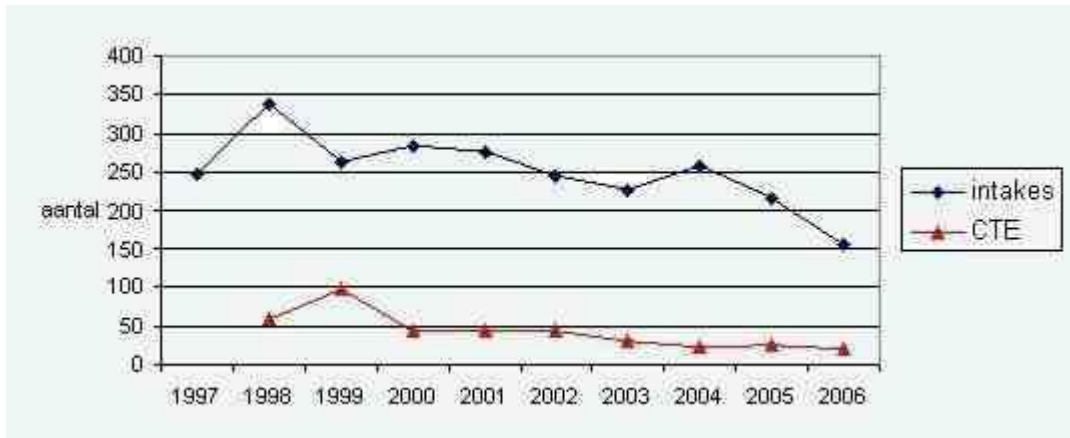
#### **Vruchtbaarheid en vluchtige stoffen**

In vluchtige stoffen kunnen allerlei chemische stoffen zitten die ook van invloed kunnen zijn op de vruchtbaarheid. Voor meer informatie hierover wordt verwezen naar het dossier [CMR stoffen](#).

## **7.1.2 Beroepsziekten**

Voor meer algemene gegevens over beroepsziekten van gevaarlijke stoffen in algemene zin, zie het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Het aantal nieuwe gevallen aangemeld bij het NCvB van OPS is gedaald van 45 in 2002 via 26 in 2005 tot 20 in 2006. Deze neerwaartse trend wordt toegeschreven aan de sterke beperking van de blootstelling aan oplosmiddelen door verbetering van de arbeidsomstandigheden in verschillende branches. Die beperking is rond 2000 ingezet. De groep patiënten waarbij na uitgebreide beoordeling uiteindelijk de diagnose CTE/OPS werd gesteld, bestaat vooral uit mensen die vóór 2000 zijn blootgesteld aan oplosmiddelen. Er werd in 2006 echter ook een aantal patiënten aangemeld dat ook na 2000 nog een forse blootstelling aan oplosmiddelen had door werk als zelfstandige (10%) of in dienst van bedrijven die de zorg voor arbeidsomstandigheden niet serieus nemen.



**Figuur 1** Aantal intake gesprekken en vastgestelde CTE gevallen per jaar.

Bron: [www.beroepsziekten.nl](http://www.beroepsziekten.nl)

Op de website van het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) kunnen voor beroepslongaandoeningen [registratierichtlijnen](#) gevonden worden. Ook voor CTE en irritatie van de luchtwegen is dit het geval.

### 7.1.3 Kwetsbare groepen

Voor algemene informatie over kwetsbare groepen, zie [hier](#), hoofdstuk 7.

Iedereen met blootstelling aan vluchtige stoffen loopt een risico om klachten te ontwikkelen. Hoewel er aanwijzingen zijn dat sommige mensen gevoeliger zijn voor het ontwikkelen van CTE (Kezic, 2006), is dit voor de praktijk niet relevant. Met andere woorden, iedereen is kwetsbaar en blootstelling moet dan ook voorkomen worden. Risicogroepen met daar bovenop nog een verhoogde kwetsbaarheid zijn (niet limitatief):

1. werknemers met bestaande of preëxistente longproblematiek;
2. zwangere werkneemsters of werkneemsters met een kinderswangerschap.

## 7.2 Diagnostiek en behandeling/begeleiding

De mogelijkheden voor diagnostisch onderzoek zijn afhankelijk van de stoffen waaraan blootstelling plaatsvindt en de daarbij beschreven medische effecten. Een goede registratie en surveillance is hierbij belangrijk. Voor algemene informatie over de rol van de bedrijfsarts, risico naar collega's en derden, medische beperkingen etc. wordt verwezen naar [hier](#), hoofdstuk 7.

### 7.2.1 Diagnostiek

De diagnostiek van CTE als gevolg van het werken met VOS is niet eenvoudig. Er zijn ook andere ziektebeelden die soortgelijke verschijnselen geven en er bestaat niet één test waardoor de ziekte met zekerheid kan worden vastgesteld (Stichting Arbouw, 2006). Belangrijk is dat drie aspecten goed in beeld worden gebracht:

1. Cognitieve functiestoornissen, vast te stellen door middel van neuropsychologisch onderzoek (Van Hout, 2008);
2. De hoogte en duur van de blootstelling aan organische oplosmiddelen en andere neurotoxische stoffen, te schatten door arbeidshygiënist op basis van de arbeidsanamnese;
3. Uitsluiting van andere ziekteoorzaken, d.m.v. neurologisch en soms psychiatrisch onderzoek. Vooral differentiatie tussen CTE enerzijds en anderzijds depressie en het chronische vermoeidheidssyndroom is soms lastig (Hageman, 2002);

Beeldvormende technieken, zoals MRI en CT, worden meestal verricht ter uitsluiting van andere neurologische pathologie.



### **Algemene anamnese**

1. Vragen naar aandoeningen zoals suikerziekte, slaapstoornissen, doorgemaakte hersenschudding, beroerte (cerebrovasculaire accidenten), recente stress volle perioden (Stichting Arbow, 2006);
2. Hobby's (klussen)
3. Drugsgebruik, alcohol, XTC, LSD etc.;
4. Klachten:
  - a. Bestaan er klachten van vermoeidheid, vergeetachtigheid, concentratiestoornissen en hoofdpijn;
  - b. Is er sprake van geïrriteerdheid, depressiviteit, verminderde seksuele activiteit en overgevoeligheid voor alcohol;
  - c. Is er verlies van oriëntatiezin, reukvermogen of zijn er klachten over een pieptoon in het hoofd;
  - d. Hoe is het tijdsverloop van de klachten in relatie tot het werk met oplosmiddelen?

### **Arbeidsanamnese**

1. Karakterisering van blootstelling aan neurotoxische stoffen op het werk: aard, hoogte en duur van de blootstelling, gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen? Ventilatie: binnen / buitenwerk;
2. Tijdsverloop: verdwijnen/verminderen de klachten in weekend of vakantie;
3. Acute intoxicatieverschijnselen: regelmatig last van een dronken 'high' gevoel, sufheid en misselijkheid?

### **Pulmonale klachten**

Diagnostiek beroepsgebonden irritatieve longproblemen, zie [hier](#), hoofdstuk 7.

De bedrijfsarts kan een werknemer doorverwijzen naar een van de Solvent Teams, zie ook: [Polikliniek mens en arbeid](#).

## **7.2.2 Behandeling en begeleiding**

### **Behandeling van CTE**

De behandelmogelijkheden, in termen van herstel van functies, zijn zeer beperkt bij een CTE. Als er sprake is van acute intoxicatie of van het neurastheen syndroom dan verdwijnen de klachten na stoppen van de blootstelling. Bij de meer vergevorderde CTE stadia blijven er, ondanks het staken van de blootstelling, nog restverschijnselen aanwezig. Echter, omdat de ziekteprogressie van CTE direct gecorreleerd is aan de blootstelling, stopt het ziekteproces zodra de blootstelling wordt gestaakt.

Begeleiding van patiënten met geheugentraining en verbetering van het accepteren en omgaan met de handicap blijkt effectief te zijn wat de acceptatie en de stemming betreft. Er wordt geen verbetering van het cognitief functioneren door bereikt (Stichting Arbow, 2006). In geval van specifieke klachten kunnen meer symptoomgerichte behandelingen uitkomst bieden, zoals:

1. Pijnstillers of ontspanningsoefeningen bij (hoofd)pijnklaften;
2. Antidepressiva of anxiolytica bij respectievelijk stemmingsstoornissen en angststoornissen;
3. Psycho- of gedragstherapie (Hageman, 2002).

### **Bedrijfsgeneeskundige begeleiding**

De activiteiten van de bedrijfsarts/Arbo-dienst zijn gericht op het in kaart brengen van de blootstelling, advisering over vervangende oplosmiddelen (substitutie) en andere beheersmaatregelen. Instrumenten hierbij zijn onder andere een werkplekonderzoek (WPO) en een PMO.

**Differentiaal diagnostiek** (Hageman, 2002; Stichting Arbow, 2006):

1. Neurologische aandoeningen (CVA, neurodegeneratieve aandoeningen);
2. Maligniteiten;
3. Vitaminedeficiënties;
4. Bekendheid met "recent life events";
5. Verslavingen: alcohol of drugs;



6. Schedelbestraling of chemotherapie;
7. Slaapstoornis.

### **Acute intoxicatie: risico voor collega's en derden**

Vluchtige stoffen kunnen, zeker als er sprake is van acute toxische verschijnselen, een nadelige invloed hebben op het: concentratievermogen, geheugen, reactiesnelheid en helderheid bewustzijn. In een werksituatie zou dit aanleiding kunnen geven tot gevaarlijke situaties. Denk aan een schilder die na zijn werkzaamheden een auto-ongeluk veroorzaakt doordat hij beneveld is geraakt. De bedrijfsarts moet zich er dan ook van verwissen dat er sprake is van

1. goede (geventileerde) werkomstandigheden;
2. dat er zoveel mogelijk minder schadelijke vervangers worden gebruikt en
3. dat de voorschriften goed worden opgevolgd.

In dat verband is het essentieel dat de bedrijfsarts regelmatig de werkplek bezoekt en dat er een goed werkend calamiteitenregistratiesysteem operationeel is.

### **Reïntegratie**

In een branche waar er met vluchtige stoffen wordt gewerkt moet de bedrijfsarts erop bedacht zijn dat functioneringsproblemen bij een werknemer die voorkort goed functioneerde, een gevolg zou kunnen zijn van chronische blootstelling. Zeker als het een relatief oudere werknemer betreft met al een heleboel dienstjaren. Sinds 2000 worden werkgevers verplicht gevaarlijke vluchtige stoffen te vervangen door minder schadelijke substituten (Arbeidsinspectie, 2006), maar bijvoorbeeld in de wereld van de beeldende kunstenaars wordt dit niet altijd nageleefd. Gelukkig heeft dit nu ook de aandacht van de kunstenaarsbranche, en er is zelfs een aparte website om kunstenaar te informeren over de gevaren van werken met vluchtige stoffen: [www.atelierveilig.nl](http://www.atelierveilig.nl).

### **Reïntegreren en chronische beperking**

Ziekten zoals CTE geven aanleiding tot chronische beperkingen. Vaak zijn het beperkingen van cognitieve aard. In dat geval kan het verstandig zijn om al in een vroeg stadium van het reïntegratietraject een arbeidsdeskundige te consulteren. De arbeidsdeskundige kan op basis van het functieprofiel en de FML (functionele mogelijkhedenlijst) onderzoeken:

1. Of betrokkene kan terugkeren in zijn eigen functie (al dan niet met tijdsbeperking),
2. Of betrokkene kan terugkeren in een aangepaste functie, en
3. Hoe het reïntegratietraject in de opmaat naar een mogelijke UWV beoordeling kan worden vormgegeven indien er geen benutbare mogelijkheden zijn.

### **Longaandoeningen**

Bedrijfsgeneeskundige interventies bij beroepslongaandoeningen kennen drie mogelijkheden.

Na afweging van alle relevante feiten kan het volgende geadviseerd worden:

1. Continuering eigen werkzaamheden;
2. Vermindering blootstelling;
3. Niet meer belastbaar voor eigen werk.

Voor een volledig overzicht van de argumenten wordt verwezen naar de NVAB richtlijn Astma en COPD. In geval van niet-optimale behandeling en/of indien bovengenoemde interventies onvoldoende resultaat opleveren kan de werknemer worden verwezen naar de longarts. Dit kan bijvoorbeeld een longarts zijn met specifieke expertise op het gebied van beroepsastma, via het [Kenniscentrum voor luchtwegaandoeningen NKAL](#). Werknemers met longklachten worden geadviseerd zich te laten vaccineren tegen de seizoensgriep (jaarlijkse griepvaccinatie).

### **Bedrijfsgeneeskundige richtlijnen**

De Nederlandse Vereniging van Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB) heeft een aantal richtlijnen ontwikkeld, gericht op diverse arbeidsgerelateerde aandoeningen. In onderstaand overzicht staan een aantal richtlijnen die ook relevant kunnen zijn in het kader van medische begeleiding bij contact met VOS:

1. [Astma en COPD](#)
2. [Influenza](#)
3. [Zwangerschap](#) en postpartum.

Ad 2.

VOS kunnen de luchtwegen irriteren. De kans dat dit gebeurt is mogelijk groter bij COPD, CARA en astmapatiënten. Parallel hieraan zijn deze mensen verhoogd kwetsbaar voor de griep. Vaccinatie wordt in dat geval aanbevolen.

Naast bovengenoemde richtlijnen zijn er nog een groot aantal andere richtlijnen beschikbaar. Deze kunnen gevonden worden op de volgende link: [NVAB richtlijnen](#).

## 7.2.3 Preventief medisch onderzoek inclusief vroegdiagnostiek

Periodiek gericht preventief onderzoek kan helpen de gezondheid van de medewerkers te bewaken. Middels een intredeonderzoek kan de individuele uitgangssituatie worden vastgelegd en met het Preventief Medisch Onderzoek (PMO) kan dit over de tijd vervolgd worden.

### Aanstellingskeuring

Tenzij er sprake is van aparte wetgeving, is een aanstellingskeuring altijd op vrijwillige basis. Meer informatie over aanstellingskeuringen is te vinden via de website van de [NVAB](#) en in het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Een aanstellingskeuring kan aan de orde zijn in situaties waar er met beschermende kleding gewerkt moet worden en met gezichtsmaskers. Een fysiologische inspanningstest, zoals bij de brandweer, kan dan onderdeel uitmaken van een procedure. Zie ook het dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

### Preventief Medisch Onderzoek (PMO)

Bedrijfsartsen die werkzaam zijn in risicobedrijven of branches die niet worden geconfronteerd met blootstelling gerelateerde klachten door vluchtige stoffen worden geadviseerd zelf actief op zoek te gaan naar werknemers met (beginnende) klachten. Het onderzoek kan worden uitgevoerd door middel van vragenlijsten, aangevuld met lichamelijk onderzoek. Voor algemene informatie over het PMO en vroegdiagnostiek: zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7.

Er zijn een tweetal PMO-instrumenten ontwikkeld voor werknemers die met oplosmiddelen werken. Deze instrumenten lenen zich goed voor interpretatie op groepsniveau en kunnen daarnaast ook voor individuele screeningsdoeleinden gebruikt worden.

1. Vragenlijst: Neurotoxic Symptom Checklist (NSC-60).  
Door TNO-voeding is in opdracht van Arbowe deze vragenlijst ontwikkeld, gericht op vroege symptomen van CTE.
2. Psychometrisch onderzoek met behulp van gecomputeriseerde testbatterij.  
Door de afdeling neurotoxicologie van TNO-voeding is in afstemming met het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) een serie tests geselecteerd die de gezondheidsklachten meer kunnen objectiveren. Dit neurotoxic evaluation system (NES) is een gebruiksvriendelijke methode die door een Arbo-dienst kan worden toegepast.

### Aanvullend onderzoek

Bij werknemers van wie de PMO resultaten aanleiding geven, of die al klachten hebben ontwikkeld waarvan vermoed wordt dat ze door het werk zijn veroorzaakt, vindt aanvullend onderzoek plaats. Als de bedrijfsarts dat niet zelf kan, wordt de werknemer daarvoor verwezen naar een van de Solvent Teams, zie ook: [Polikliniek mens en arbeid](#).

### Biologische Monitoring (BM)

Biologische Monitoring (BM) wordt gebruikt om blootstelling te bepalen. Voor algemene informatie over BM: zie dossier [Algemeen stoffenbeleid](#), hoofdstuk 7 en hoofdstuk 3 van dit dossier.

## 8. Werkgeversverplichtingen

### Wettelijke verplichtingen

Artikel 3 van de Arbo-wet stelt algemene eisen met betrekking tot veilig werken en het beschermen van de geestelijke en lichamelijke gezondheid van de mens. Doel is ongevallen op het werk te voorkomen, evenals ziekte(verzuim) door arbeidsgebonden factoren. De werkgever dient een zo goed mogelijk arbeidsomstandighedenbeleid te voeren waarbij de actuele stand van de wetenschap en professionele dienstverlening in acht wordt genomen.

## 9. Werknemersverplichtingen

### Wettelijke verplichtingen

De Arbo-wet, hoofdstuk 2, artikel 11 beschrijft de algemene verplichtingen van de werknemer. In de gewijzigde versie van januari 2007 is een belangrijke verplichting opgenomen, namelijk: "De werknemer is verplicht om in zijn doen en laten op de arbeidsplaats overeenkomstig zijn opleiding en de door de werkgever gegeven instructies, naar vermogen zorg te dragen voor zijn eigen veiligheid en gezondheid en die van de andere betrokken personen."

### Gezondheidsschade voorkomen

Ter preventie van gezondheidsschade zijn werknemers verplicht om:

- arbeidsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken;
- de ter beschikking gestelde persoonlijke beschermingsmiddelen op de juiste wijze te gebruiken en na gebruik op de daartoe bestemde plaats op te bergen;
- mee te werken aan voor hen georganiseerd voorlichting/onderricht;
- de door hen opgemerkte gevaren voor de veiligheid of de gezondheid direct ter kennis te brengen aan de werkgever of degene die namens deze ter plaatse met de leiding is belast.

### Gedragsregel

Kort samengevat is de werknemer verplicht zich zo te gedragen dat de eigen gezondheid niet in gevaar gebracht wordt. Dit betekent voorlichting en onderricht volgen en daar waar mogelijk toepassen, beschikbaar gestelde arbeidsmiddelen op een juiste wijze en verantwoorde wijze gebruiken en daar waar zich knelpunten met betrekking tot gezondheidsrisico's voordoen deze direct melden zodat maatregelen kunnen worden getroffen.

## 10. Werknemersrechten

### 10.1 Rechten individuele werknemer

De rechten van de individuele werknemer staan vermeld in de Arbowet, zie het [dossier Repeterende handelingen](#), paragraaf 4.1. In het kader van goed Arbo-beleid is een werkgever onder andere verplicht de medewerker Preventief Medisch Onderzoek aan te bieden. De medewerker kan echter niet worden verplicht aan dit arbeidsgezondheidskundig onderzoek deel te nemen en de medische informatie uit het PMO mag alleen na goedkeuring van de medewerker aan de werkgever worden verstrekt.

### 10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

#### Rechten medezeggenschapsorgaan

In Hoofdstuk 3 van de Arbo-wet wordt aangegeven wat wordt verstaan onder samenwerking met, en de bijzondere rechten van de ondernemingsraad, de personeelsvertegenwoordiging en de belanghebbende werknemers en de regeling ten aanzien van deskundige bijstand. Artikel 14 en 14a zijn artikelen aangaande maatwerkregeling aanvullende deskundige bijstand bij specifieke taken op het gebied van preventie en bescherming.

## RI&E

In aanvulling op artikel 13 laat de werkgever zich bijstaan door één of meer deskundige personen ten behoeve van het toetsen van de risico-inventarisatie en -evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak. De ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan heeft hierin een adviserende rol naar de werkgever en dient dan ook te worden betrokken bij de keuze en mag indien gewenst de uitvoerende partij(en) tijdens de uitvoering begeleiden.

## Plan van Aanpak

Na de uitvoering van de risico-inventarisatie en evaluatie en het opstellen van het plan van aanpak dienen deze ter goedkeuring aan de ondernemingsraad of het medezeggenschapsorgaan te worden voorgelegd. Na akkoord worden RI&E en Plan van Aanpak binnen de organisatie bekend gemaakt. Is er geen ondernemingsraad of personeelsvertegenwoordiging dan wordt het advies direct bekend gemaakt aan de belanghebbende werknemers.

## Verzuimbegeleiding

De ondernemingsraad of medezeggenschapsraad heeft een adviserende rol als het gaat om de keuze van de uitvoerende partij die wordt ingeschakeld voor de begeleiding van werknemers die door ziekte niet in staat zijn hun arbeid te verrichten, met inbegrip van de bijstand bij de uitvoering van de in de sociale verzekeringswetten gestelde regels.

# 11. Praktijkverhalen

## 1. Stof met hoogst potentieel risico (Wieling, 2006)

Het bepalen van de stof met het hoogst potentiële risico. Deze stof is het belangrijkste als het gaat om het doeltreffend beheersen van de blootstelling aan VOS in een bedrijf.

In een klein chemisch bedrijf wordt een paar honderd ton bereid van een stof in een mengsel van ongeveer gelijke hoeveelheden fenol, methanol en toluen. Er wordt gewerkt onder normale druk en temperatuur. Nevels en huidcontact zijn via het heersende beheersregime uitgesloten. Damp emissie is niet uit te sluiten bij het vullen van vaten. Dit karwei gebeurt om de twee uur gedurende 15 minuten. De directeur vraagt u op welke stof het beheersregime het best kan worden afgestemd. Welke informatie is bekend om deze drie stoffen onderling te vergelijken? Zie onderstaande tabel.

	Fenol	Methanol	Tolueen
CAS#	108-95-21	67-56-1	108-88-3
Fys. Staat	Vast	Vloeistof	Vloeistof
C <sub>max</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	401	21 * 10 <sup>4</sup>	14 * 10 <sup>4</sup>
EU-indeling & Gevaar symbool	T: vergiftig C: corrosief Muta. Cat.3	F: licht ontvlambaar T: vergiftig	F: Licht ontvlambaar Xn: Schadelijk Repr. Cat.3
R-zinnen	23/24/25; 34; 48/20/21/22; 68	11; 24/2325; 39/23/24/25	11; 38; 48/20; 63; 65; 67:
Grenswaarde in mg/m <sup>3</sup>	8 uur: 8 (Wettelijk) 15 min: 16 (SCOEL) & 8 (Zweden)	8 uur: 260 15 min: 520 (MAC-waarden)	8 uur: 4,5 (Zweden) 15 min: 9 (Zweden) NB: bestuurlijke MAC ingetrokken!!
H-notitie	H	H	H

Deze stoffen hebben de volgende R-zinnen:

R-zin	Beschrijving
11	Licht ontvlambaar

24/25/26	Vergiftig bij inademing, opname door de mond en aanraking met de huid
34	Veroorzaakt brandwonden
38	Irriterend voor de huid
39/23/24/25	Vergiftig: gevaar voor ernstige onherstelbare effecten bij inademing, aanraking met de huid en opname door de mond
48/20	Schadelijk: gevaar voor ernstige schade aan de gezondheid bij langdurige blootstelling bij inademing
48/20/21/22	Schadelijk: gevaar voor ernstige schade aan de gezondheid bij langdurige blootstelling bij inademing, aanraking met de huid en opname door de mond
63	Mogelijk gevaar voor beschadiging van het ongeboren kind
65	Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken
67	Dampen kunnen slaperigheid en duizeligheid veroorzaken
68	Onherstelbare effecten zijn niet uitgesloten

Welke stof krijgt de hoogste prioriteit? Toluene omdat het als enige een reprotox-indeling heeft? Maar Toluene heeft geen Nederlandse grenswaarde meer. Fenol omdat het een direct effect geeft (corrosief) en het effect van maatregelen snel duidelijk zal kunnen zijn? Methanol en Toluene omdat het licht ontvlambare stoffen zijn?

Dan rangordenen met DOHSBase. In de volgende tabel zijn de TOX-indeling volgens het TRGS-indelingsschema, en de berekende TIX (threshold exceedance index, zie kader) en RAS-waarden (TOX\*TIX) voor de 15 minutengrenswaarden gegeven. Tussen haakjes staat in de tabel TOX de R-zinnen die voor de indeling in de betreffende klasse zorgen. Er is gekozen voor de 15 minuten grenswaarden, omdat in de beschrijving van het voorbeeld aangegeven is dat dit de blootstellingstijd is (elke twee uur).

	TOX	TIX	RAS	Rangorde
Fenol	3 (R23/24/25-68-48/20/21/22)	0,8	2,4	3
Methanol	3 (R23/24/25)	1,5	4,5	1
Toluene	2 (R63)	1,5	3,0	2

De index TIX beschrijft in feite de 'ability to become airborne', en wordt berekend met de volgende formule:

$$TIX = -\log(C_{max}/MAC)^{4/7}$$

Hierin is de kern  $C_{max}/MAC$  de ratio tussen de omgerekende dampspanning  $C_{max}$  en de gekozen grenswaarde MAC.  $C_{max}/MAC$  is identiek aan de historische RIR index.

Uit deze exercitie blijkt dat het meest effectief is uit gezondheidsoogpunt, om met methanol te starten. Als gekozen wordt om de 8-uursgrenswaarde te gebruiken, zijn de TIX en RAS waarden voor elke stof enigszins anders dan in bovenstaande tabel, maar blijft de rangorde dezelfde.

## 2. Vervangen VOS (bron: [DOHSBase](#))

Bij een bedrijf wordt Toluene als oplosmiddel gebruikt. Omdat er bij de vrouwelijke medewerkers klachten bestaan en er angst leeft over het inademen van de damp heeft men besloten te onderzoeken of deze stof te vervangen is.

Volgens de procestechnoloog is n-Propylbenzeen een alternatief dat economisch gezien ook gunstig is.

De KAM coördinator heeft een MSDS van n-Propylbenzeen met de volgende R-zinnen:

R-zin	Beschrijving
10	Ontvlambaar
37	Irriterend voor de ademhalingswegen
51/53	Vergiftig voor in het water levende organismen; kan in het aquatisch milieu op lange termijn schadelijke effecten veroorzaken
65	Schadelijk: kan longschade veroorzaken na verslikken

Daarnaast heeft de stof het gevaarssymbool Xn: schadelijk en N: milieugevaarlijk.

Dit ziet er op het eerste oog gunstiger dan de Tolueen MSDS waar ook reprotoxisch op staat vermeld. Aan de andere kant vermeldt het MSDS geen grenswaarde en hij wil de blootstelling zonodig wel kunnen toetsen.

De geraadpleegde arbeidshygiënist vindt twee eenvoudig uit te voeren meetmethoden BIA 7775 en MDHS 60 (pomp + koolbuis en GC-FID analyse). Ook vindt hij op de grenswaarden [leidraad van de SER](#) dat voor de damp van

- Tolueen de wettelijke grenswaarde  $150 \text{ mg/m}^3/8$  uur is,
- n-Propylbenzeen een [kick-off grenswaarde](#) kan worden vastgesteld van 4 ppm, wat met een molecuulgewicht van 120 de kick-off grenswaarde van  $21 \text{ mg/m}^3$  oplevert.

Volgens DOHSBase is de verzadigde dampspanning van Tolueen  $1,4 \times 10^5 \text{ mg/m}^3$ . De hazard ratio is dus bijna 1000. Voor n-Propylbenzeen is de verzadigde dampspanning  $22000 \text{ mg/m}^3$ . Een simpele berekening geeft een hazard ratio van iets meer dan 1000.

Op grond van het reprotoxische effect en de waarschuwing op het MSDS van de leverancier om Tolueen niet voor open toepassingen te gebruiken wordt besloten Tolueen te vervangen door n-Propylbenzeen (Hazard Ratio's zijn ongeveer gelijk aan elkaar).

## 12. Referenties

Alphen W et al. Handboek Arbeidshygiëne. Kluwer, Alphen aan den Rijn. 2006

Arbeidsinspectie. [Werk oplosmiddelvrij](#). Vervangingsplicht organische Oplosmiddelen voor drukkerijen 2006. Den Haag, Ministerie van SZW.

Bakhuys Roozeboom, Gouw, Hooftman, Houtman, Klein Hesselink. Arbo-balans 2007/2008. Kwaliteit van de arbeid, effecten en maatregelen in Nederland. TNO Kwaliteit van leven. [www.Arboportaal.nl](http://www.Arboportaal.nl)

Bos, Saleh, Erdem, Samadhan. Arbo in Bedrijf 2006. [Een onderzoek naar de naleving van Arbo-verplichtingen, blootstelling aan arbeidsrisico's en genomen maatregelen in 2006](#). Arbeidsinspectie. Oktober 2007

Broekhuizen et al. Praktijkgids Arbeidshygiëne Oplosmiddelen. Kluwer, Alphen aan den Rijn. 2004.

Gezondheidsraad. [Piekbelasting aan organische oplosmiddelen](#). 1999. Den Haag.

Hageman G, Hout M, Verberk M. Neurologische aandoeningen. In: Laan vdG, Pal TM, Bruynzeel DP, editors. Beroepsziekten in de praktijk. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg, 2002.

Hageman, G, Hout M, Steur E, Bruin W et al. Parkinsonism, pyramidal signs, polyneuropathy, and cognitive decline after long-term occupational solvent exposure. J Neurol 1999; 246(3):198-206.

Health Council of the Netherlands. Occupational exposure to organic solvents: effects on human reproduction. Beroepsmatige blootstelling aan organische oplosmiddelen: effecten op de menselijke voortplanting The Hague: Health Council of the Netherlands, 2008; publication no. 2008/11OSH. ISBN-13: 978-90-5549-716-4

Hout, M, Wekking E, Berg I, Deelman B. Psychosocial and cognitive rehabilitation of patients with solvent-induced chronic toxic encephalopathy: a randomised controlled study. Psychother Psychosom 2008; 77(5):289-297.

Kezic S, Calkoen F, Wenker M, Jacobs J, Verberk M. Genetic polymorphism of metabolic enzymes modifies the risk of chronic solvent-induced encephalopathy. Toxicol Ind Health 2006; 22(7):281-289.

Noij D. NVVA Nieuwsbrief. REACH: chemische industrie in de startblokken voor de registratiefase. September 2008

Semple S. Dermal exposure to chemicals in the workplace: just how important is skin absorption? *Occup Environ Med* 2004;61:376–382.

Smit. TTA vol 19 (2006) nr 2. blz 13-16. Wanneer moet ik nu damp, aërosol of tegelijk damp en aërosol meten

Smith, P. AIHA Toxicological Principles for the Industrial Hygienist, Chapter 16 Organic Solvents, 2008.

Stichting Arbouw. [Richtlijn Neurotoxicologische klachten](#). 2006.

Visser I, Lavini C, Booij J, Reneman L, Majoie C, Boer A et al. Cerebral impairment in chronic solvent-induced encephalopathy. *Ann Neurol* 2008; 63(5):572-580.

Wieling G, Scheffers T. NVVA Nieuwsbrief. Rangordenen van chemische stoffen met DOHSBase. April 2006. Nummer 1

#### Psychosociale aspecten

Alphen W et al, Handboek Arbeidshygiëne. Kluwer, Alphen aan den Rijn. 2008.

Claes P, Risicomanagement. Wolters Noordhoff 2008 Vierde druk.

Hofstede G. Allemaal Andersdenkenden, omgaan met cultuurverschillen. Uitgeverij Contact, Amsterdam 2002.

Mascini P. (Erasmus Universiteit Rotterdam) Risico's in bedrijf, Proefschrift ter verkrijging van de graad van doctor 1999

Miller R, Brickman P, Bolen D. (1975). Attribution versus persuasion as a means of modifying behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, 31, 430-441.

Peters T, Waterman R. In Search of Excellence. New York, Harper & Row Inc 1982.

Schaufeli W, Bakker A, Jonge J. De Psychologie van arbeid en gezondheid. Bon Stafleu Van Loghum, Houten/Mechelen. 2007.

#### Aanvullende Internetbronnen:

[NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards](#) (NPG):

[International Chemical Safety Cards \(Dutch version\)](#):

[Occupational Safety and Health Guidelines for Chemical Hazards:](#)

[CAREX](#)

[IARC](#):

[TOXNET](#) (GENETOX, CCRIS, DART):

[Centre for the Evaluation of Risk to Human Reproduction](#) (CERHR)

[Gold Carcinogenic Potency Database](#) (CPCD)

## 13. Referentie auteurs

Theo Scheffers (arbeidshygiënist)

Jaap Maas (bedrijfsarts)

Helger Siegert (arbeids- en organisatiedeskundige)

Peter Wielaard (veiligheidskundige)

## **14. Peer review**

Dit arbodossier is beoordeeld door:

Tjabe Smid, KLM (Gezondheidskundig)

Dook Noij, DOW (Arbeidshygiënisch)