

Annex

De langetermijn oplosmiddelblootstelling bij schildersziekte/CSE.

Een evaluatie van twee beoordelingsmethoden

Theo Scheffers

Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap 2024; 37 (2): 42-64.

Inhoudsopgave

ANNEX	1
A.1 DE CSE GERELATEERDE OPLOSMIDDELEN	2
A.1.1 De SCOEL C ₆₋₁₂ CSE VOO's	2
A.1.2 ECETOC	2
A.1.3 VOO's en brein gerelateerde GHS classificaties	3
A.1.4 VOS, Arbokennisnet en internationaal	3
A.1.5 Solvent Team VOS CAS-nummer lijst	4
A.1.6 Classificatie en etikettering	4
A.1.7 Dampspanning issues	5
A.1.8 Dampspanning van een mengsel XLunifac	6
A.2 VOO GRENSWAARDEN	6
A.2.1 SCOEL (2007)	6
A.2.2 Gezondheidsraad (1999)	6
A.2.3 ACGIH-TLV	7
A.2.4 MAC's en VOS	7
A.2.5 Beperkte toxiciteitsinformatie	7
A.3 INSTRUMENTARIUM BEOORDELEN VOO BLOOTSTELLING	8
A.3.1 beoordelen langetermijn blootstelling	8
A.3.2 Solvent Team	9
A.3.3 Ontwikkelingen na 2000	9
A.3.4 Verschillen tussen de blootstellingsmodellen	9
A.3.5 Buitenlandse databases	10
A.3.6 JEM's	10
A.3.7 Publicaties	10
A.3.8 Blootstellingssurvey in de bouwnijverheid	10

A.4	BLOOTSTELLINGSDUUR VOOR CSE	11
A.5	E _{VOS} BEOORDELING	11
A.6	DISCRIMINEREND VERMOGEN VAN E _{VOS} EN C _{ICSE}	12
A.7	DRAAGVLAK VOOR CSE EN E _{VOS}	12
A.8	INSTRUCTIE, SCHOLING EN ERVARING	12
A.9	CASUS	13
A.9.1	<i>Fysisch-chemisch</i>	13
A.9.2	<i>OAR Scores</i>	15
A.9.3	<i>Gezondheidskundige classificatie en etikettering</i>	15
A.9.4	<i>TREXMO exposure scenario</i>	16
A.10	LITERATUUR (ALLEEN IN DEZE ANNEX)	17

A.1 De CSE gerelateerde oplosmiddelen

Voor chemisch geschoolden zijn VOO's te vinden via de naam, molecuul/structuur of bruto formule, kookpunten en de GHS classificaties (zie A.1.3) in onlinedatabases zoals DOHSBase¹, EchemPortal², en Gestis³, in documenten van producenten (ECETOC, 1996; McKee, Adenuga & Carrillo 2015; CONCAWE, 2023) en in de ACGIH (2019) TLV lijst en documentatie.

A.1.1 De SCOEL C₆₋₁₂ CSE VOO's

IFA, het onderzoeksbureau van de Duitse sociale verzekering heeft vanuit SCOEL (2007) en RAC (2011) een lijst gemaakt met 'Kohlenwasserstoffgemischen' gerelateerd aan 'Polyneuropathie oder Enzephalopathie'. De lijst bestaat uit van 92 CSE gerelateerde VOO (Arrnone et al., 2018) voor de beoordeling van een uitkering bij beroepsziekte. Ook deze zijn in DOHSBase¹ opgenomen. Xylenen en C9-aromaten staan op die lijst.

DOHSBase (2021-02) koppelt 130 stoffen gekoppeld aan de SCOEL (2007) VOO groepsomschrijving "*all complex hydrocarbon mixtures with their main compounds in the range from C6 to C12*". Van sommige van deze stoffen wordt volgens het REACH dossier jaarlijks hoeveelheden tot ruim boven de miljoen ton op de Europese markt verhandeld.

A.1.2 ECETOC

ECETOC, het Europese industrie instituut voor het veilig gebruik van chemische stoffen, evalueerde een 13-tal groepen koolwaterstof oplosmiddelen (ECETOC, 1996) waaronder chloor en zuurstofhoudende. De groepen sluiten aan op de VOO definitie van Gezondheidsraad (1999), zie 4.2. Er zijn geen CAS-nummer lijsten aan de groepen gekoppeld.

¹ <https://www.dohsbase.nl/>

² <https://www.echemportal.org/echemportal/>

³ <https://www.dguv.de/ifa/gestis/index-2.jsp>

A.1.3 VOO's en brein gerelateerde GHS classificaties

Brein gerelateerde effecten zijn in de GHS (EC, 2008; Unece, 2023) classificatie criteria voor herhaald inademen gekoppeld aan specifieke, niet dodelijke effecten STOT RE 1 H372 en bij eenmalige inademen aan STOT SE 3 H336 (zie Tabel A1).

Alleen de C₆-C₁₂ koolwaterstof mengsels White sprits, terpentines, Naphtha, Stoddard Solvent zijn in de EU geclassificeerd (STOT RE 1, H372) voor CNS-effecten bij herhaalde blootstelling (RAC, 2011). Bepaalde aromaten en alcoholen zijn in de EU geharmoniseerd geclassificeerd voor duizeligheid en slaperigheid (H336). Volgens US bronnen (NIOSH, 2019; ATSDR, 2014; ACGIH, 2019) hoort dit effect ook bij Xyleen. In de EU (CLH, CLP en REACH) is door een minderheid van de aanmelders Xyleen (1330-20-7) en de isomeren (106-42-3 p-, 108-38-3 m- en 95-47-6 o-) geëtiketteerd voor effecten op het centrale zenuwstelsel (H336; H373). Via de ECHA REACH registraties, de CLH classificaties en de CLP classificaties van notifiers zijn maar weinig CSE VOO componenten te vinden.

Tabel A1: CNS related CLP/GHS classification and labelling

Non-lethal specific target toxicity	GHS Rev 10 table	Guidance values		Signal word	Health hazard Pictogram	GHS Hazard class, category, and statement
		Range	Units			
Causes damage to Central Nervous System through prolonged or repeated Inhalation exposure	3.9.1	≤0,2	mg/l/6hr/d	D	GHS08	STOT RE 1 H372
May cause damage to Central Nervous System through prolonged or repeated Inhalation exposure	3.9.2	0,2 - 1	mg/l/6hr/d	W	GHS08	STOT RE 2 H373
May cause dizziness or drowsiness single exposure	3.8.1	Guidance values do not apply		W	GHS07	STOT SE 3 H336

A.1.4 VOS, Arbokennisnet en internationaal

Volgens het Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 4.62a zijn VOS "organische verbindingen en mengsels hiervan, die bij 293,15 Kelvin (20 °C) een dampspanning (V_p) hebben van ten minste 0,01 kPa dan wel een overeenkomstige vluchtigheid bij de specifieke gebruiksomstandigheden". Tot VOS behoren ook vluchtige organische stoffen die geen oplosmiddel zijn zoals drijfgassen, organische ontledingsproducten, explosieven, geurstoffen etc.⁴. Op de CSE bijeenkomst (zie de Inleiding) werd door de deelnemers een CSE csus gemeld met enkel gewasbescherming (een VOS) in de arbeidsanamnese.

Het Arbokennisnet dossier VOS (Scheffers, 2009) geeft nog andere definities voor VOS vanuit milieu of explosieveiligheid. Ook hier zijn 'weinig vluchtige' stoffen, waarvan de verzadigde dampspanning in de werkplekatmosfeer tot CSE grenswaarde overschrijding kan leiden, uitgesloten. Vluchtige Organische Oplosmiddelen (VOO) is in het Engels Volatile Organic Solvents (VOS) en het Nederlandse

⁴ https://nl.wikipedia.org/wiki/Vluchtige_organische_stof, <https://waarzitwatin.nl/stoffen/vluchtige-organische-stof-fen#:~:text=Vluchtige%20organische%20stoffen>

Vluchtige Organische Stoffen (VOS) is in het Engelse Volatile Organic Compounds (VOC). Of het Nederlandse Arbo-VOS een foute interpretatie is van het Engelse oplosmiddelen VOS is niet bekend.

A.1.5 Solvent Team VOS CAS-nummer lijst

Bijlage 1 van het Solvent Team blootstellingsdocument (Huy, 2002) is een VOS lijst met 77 stoffen met een CAS#. Sommige MAC's in deze lijst staan nog in de SER online databank⁵. Een aantal stoffen en MACs staan in Tabel A2.

De in de casus (paragraaf 5) genoemde C9 aromaten (CAS# 128601-23-0) en de voor 100-1000 ton/jaar REACH geregistreerde en geharmoniseerd geclassificeerde Stoddard Solvent (8052-41-3) staan niet in de lijst. Niet alle CAS# zijn correct. Als deze lijst gebruikt is bij de blootstellingsbeoordeling door de Solvent Teams in de afgelopen decennia of gebruikt wordt in de TSB dan zijn vals negatieve E_{VOS} relevanties niet uit te sluiten.

A.1.6 Classificatie en etikettering

GHS/CLP-gezondheidsclassificaties⁶ en etiketteringen (Unece, 2023; ECHA CLP) staan op de veiligheidsinformatiebladen van de leverancier maar ook, en vaak beter, in verschillende online en andere bronnen zoals ECHA CLP⁷, IFA-Gestis⁸ en DOHSBase¹.

De drie door SCOEL beoordeelde Terpentines/White Spirits (zie de Tabel A5) hebben een geharmoniseerde (CLH) classificatie (STOT RE 1, H372) vanwege CSE (RAC, 2011).

Duizeligheid en slaperigheid zijn de neurotoxische effecten van veel VOO in de ECHA CLP notificatie database met classificaties¹⁹. Het bijbehorende GHS/CLP-etiket voor deze tijdelijke effecten bij eenmalige blootstelling is H336 (*May cause drowsiness or dizziness*). In DOHSBase (2021-02) staan zo'n 500 VOO die door notificerende (CLP) of registrerende (REACH) producenten en importeurs geïdentificeerd zijn als H336.

Een klein aantal C₆₋₁₂ koolwaterstofmengsels heeft een H373/2 classificatie (*May cause/ Causes damage to <organ> through prolonged or repeated <route> exposure of wel (Mogelijk) Schade aan <organ> bij langdurige of herhaalde blootstelling*). Het is in de GHS/CLP niet te achterhalen wat voor soort (niet dodelijke = non-lethal) schade wordt aangericht en dus of hiermee CSE wordt bedoeld.

Veel CSE patiënten klagen over frequent opgetreden duizeligheid (H336) tijdens de periodes van VOO blootstelling. Of CSE wordt voorkomen als herhaalde H336 niet optreedt, wat wordt betoogd (ECC-TOC, 1996; ACGIH, 2019), maar is niet bewezen. Mogelijk werken H336 en H372 bij VOO volgens biologisch verschillende mechanismen.

Producenten en importeurs classificeren in de EU VOO mengsels en componenten voor H336 maar niet of nauwelijks voor CSE (H372). Een geharmoniseerde Europese (ECHA CLH) of een generieke GHS CNS-Classificering en etikettering (H336, H372) voor alle VOO-mengsels en componenten lijkt daarom vanuit voorzorg aanbevolen tot producenten meer inhoudelijke informatie geven over de

⁵ <https://www.ser.nl/grenswaarden>

⁶ <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

⁷ <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

⁸ <https://gestis-database.dguv.de/>

CSE-potentie. De GHS/CLP classificaties H336/H372/H373 zijn op dit moment nog geen goede ingang om CSE gerelateerde stoffen te identificeren.

A.1.7 Dampspanning issues

De dampspanning V_p van een mengsel staat meestal niet in de productveiligheidsbladen van de leveranciers, de component V_p soms wel (Verbist et al., 2011) maar die staat vaak beter in het Handbook Chemistry and Physics (CHEMnetBASE, 2023) of in verschillende onlinebronnen zoals EchemPortal², IFA-Gestis³, Episuite⁹, pubChem¹⁰ en de ECHA REACH registraties¹¹. DOHSBase (2021-02) heeft van 20,000 stoffen een V_p vanuit een bronnen-kwaliteitshiërarchie. Het VOS criterium van $V_p \geq 0,01$ kPa komt overeen met 10 Pascal ($\text{Pa} = 0,1 \text{ mbar} = 0,075 \text{ mmHg}$ bij 20 °C). DOHSBase (2021-02) telt zo'n 300 vloeibare koolwaterstoffen met een $V_p < 10 \text{ Pa}$ en een verzadigingsconcentratie in de lucht groter dan de GW_{CSE} . Dit zijn VOO met 12 of meer gekoppelde koolstofatomen zoals difenylether (CAS# 101-84-8, V_p 2,79 Pa, $C_{\text{sat}} = 190 \text{ mg/m}^3$). Volgens de TSB telt contact met deze oplosmiddelen niet mee in de E_{VOS} relevantie.

In het Solvent Team blootstellingsdocument bijlage 1 (Huy, 2002) staan 10 stoffen met een V_p tussen nul en 0,013 mbar en een verdampingsfactor f gelijk aan nul (zie Tabel A2). Met uitzondering van de ftalaten (dimethyl- en diethyl-) hebben deze stoffen een verzadigingsconcentratie groter dan de GW_{CSE} .

Tabel A2: Solvent Team VOS met opmerkelijke eigenschappen (Huy, 2002)

CAS-nr.	stofnaam (synoniemen)	$v_p^{(1)}$ (mbar)	$f^{(2)}$	MAC ⁽³⁾ (mgm^{-3})	OAR/c*
84-74-2	dibutylftalaat	0,00	0,00		
84-66-2	diethylftalaat	< 0,01	0,00		
101-84-8	difenylether (difenyloxide)	0,08	0,00	7,00	0,00
131-11-3	dimethylftalaat	0,01	0,00		
107-21-1	ethyleenglycol (1,2-ethaandiol)	0,12	0,00	52,00	0,00
107-41-5	hexyleenglycol (2-methyl-2,4-pentadiol)	0,07	0,00	125,00	0,00
57-55-6	1,2-propyleenglycol (1,2-propaandiol)	0,13	0,00		
25265-77-4	texanol (2,2,4-trimethyl-1,3-pentaandiolmonoisobutyraat)	< 0,01	0,00		
64742-81-0	white spirit high aromatic high flash (evaporation rate < 0,01)		0,00	575,00	0,00

⁹ <https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/epi-suitetm-estimation-program-interface>

¹⁰ <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

¹¹ <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>

CAS-nr.	stofnaam (synoniemen)	$v_p^{(1)}$ (mbar)	$f^{(2)}$	MAC ⁽³⁾ (mgm ⁻³)	OAR/c*
64742-48-9	white spirit low aromatic high flash (evaporation rate < 0,01)		0,00	575,00	0,00
141-78-6	ethylacetaat	97	1,4	550	2,54

A.1.8 Dampspanning van een mengsel XLunifac

Afhankelijk van de fysisch-chemische eigenschappen van de componenten wijkt de V_p en de samenstelling van de VOO-damp in de werkplekatmosfeer af van de samenstelling in de vloeistof of emulsie. De Excel-applicatie XLunifac (Randhol en Engelin, 2000) bepaalt de oplosmiddeldampspanning V_p van een mengsel vanuit componenten $V_{p,i}$ met activiteitencoëfficiënten. XLunifac corrigeert voor de thermodynamische grensvlakverschijnselen bij de overgang van vloeistof naar de werkplekatmosfeer waardoor de concentratie op de werkplek veel hoger of lager kan uitpakken. Stoffenmanager (Verbit et al., 2011) en ART (Fransman et al., 2013) converteren net als E_{VOS} de kwantitatieve V_p naar discrete, logaritmische emissie scores. Het gebruik van XLunifac wordt beschreven binnen de Advanced REACH Tool (Fransman et al., 2013) en de berekende mengsel V_p kan worden ingevoerd, zie de casus in paragraaf 5. Een UNIFAC-calculator is beschikbaar via de AIHA¹². In de casus is de dampspanning van het mengsel berekend met XLunifac (zie Annex A.9.1.)

A.2 VOO grenswaarden

A.2.1 SCOEL (2007)

De SCOEL GW_{CSE} heeft als onderbouwing en kritisch effect: *“Departing from the broad range of NO-AELs from 40 to 90 ppm, an OEL of 116 mg/m³ (20 ppm) is recommended to prevent **subtle chronic nervous system effects and organic brain damage**”*. Afhankelijk van het aantal koolstofatomen in de C₆-C₁₂ oplosmiddel moleculen komt de SCOEL (2007) CSE grenswaarde van 20 ppm (zie 4.3.1) overeen met concentraties tussen ~75 tot ~150 mg/m³. En 116 mg/m³ komt overeen met een concentraties tussen ~17 tot ~33 ppm. Door onvoldoende arbeidstoxicologische en epidemiologische dosis-respons informatie heeft SCOEL geen specifieke CSE grenswaarden afgeleid voor C₆-C₁₂ VOO's met verschillende gehalten alifatische en aromatische componenten. De GW_{CSE} van 116 mg/m³ is een factor 5 lager dan de meeste internationale grenswaarden voor VOO (zie Annex A.9.2).

A.2.2 Gezondheidsraad (1999)

ECETOC (1996) en de Gezondheidsraad (1999) stellen dat CSE wordt voorkomen als acute symptomen doeltreffend worden beheerst. De Gezondheidsraad (1999) geeft in de conclusie van het advies over VOO piekblootstelling aan *“Op dit moment zijn arbeidstoxicologen het erover eens dat overwegend gelijkmatige chronische blootstelling aan concentraties beneden de MAC-waarde het optreden van CTE niet kan verklaren. Dit blijkt uit de evaluaties van de toxicologische en neurotoxicologische informatie bij het opstellen van HBROEL's¹³ voor individuele oplosmiddelen.”*. De opinie van de arbeidstoxicologen komt over een met ECETOC (1996) maar moet worden gezien in het licht van die

¹² <https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Public-Resources/unifacal.zip>

¹³ Health-based recommended occupational exposure limits

tijd (zie Annex A.2.5). De door SCOEL (2007) gebruikte wetenschappelijke publicaties over CSE en lange termijn blootstelling zijn niet gebruikt door de Gezondheidsraad (1999). SCOEL en Gezondheidsraad staan beide als onafhankelijk en deskundig hoog in de gezondheidkundige hiërarchie¹⁴ (Deveau 2015, Scheffers 2018, NVvA 2022). Enerzijds kan hier sprake kan zijn van voortschrijdend inzicht, anderzijds was het doel de Gezondheidsraad(1999) licht te werpen op de invloed van piek-blootstelling en niet op een CSE grenswaarde.

A.2.3 ACGIH-TLV

De ACGIH TLV's (2019) van Terpentine/Stoddard Solvent/White Spirit van 525 mg/m³ vermeldt schade aan het centraal zenuwstelsel (CNS impair) maar volgens de Documentations of the TLV van Stoddard Solvent (2001) is CSE niet het kritisch effect met de laagste drempeldosis "*Millions of industrial and domestic workers have been exposed to Stoddard solvent with minimal evidence of serious health effect, apart from its defatting and irritation action of the skin.*". Wat 'minimal evidence of serious health effect' is, wordt niet vermeldt en ook niet of het is vastgesteld of de opinie van de ACGIH TLV commissie.

A.2.4 MAC's en VOS

Het in 2007 afgeschafte systeem van wettelijke en bestuurlijke MAC's was bedoeld voor handhaving en -naleving van de Arbo-wet en -regels. MAC's worden bij letselschadeverzoeken alleen gebruikt om de Arbozorgplicht van de werkgever in een betreffende periode te toetsen. MAC's van VOS en VOO zijn niet voor CSE vastgesteld en wijken numeriek zowel naar boven als naar beneden (sterk) af van de GW_{CSE} . De "vigerend grenswaarden" zoals de MAC's uit 2000 in de TSB worden genoemd stellen hierdoor de CSE relevantie van de blootstelling onzuiver vast.

A.2.5 Beperkte toxiciteitsinformatie

Twee van de vier SCOEL White Spirits (zie Tabel A5 EC# 265-185-4 en 232-489-3) zijn in de EU (RAC, 2011) geharmoniseerd geclassificeerd voor effecten op het brein bij herhaalde blootstelling (STOT RE 1 H372 central nervous system).

Bij de toxicologische screening van 158 bestuurlijke MAC's door de Gezondheidsraad tussen 2000 en 2005 bleken de grenswaarden van veel oplosmiddelcomponenten beperkt gezondheidkundig onderbouwd en is CSE niet meegenomen (Gr 2000^{ab}). De grenswaarden van de meeste VOO's zijn al decennia gelijk en gebaseerd op de evaluaties van onderzoeken uit de jaren 80 of eerder. Deze oudere evaluaties zijn daarbij mogelijk onzuiver door 'corporate influence' (Castleman, 1998) en onveilig als technisch-economische haalbaarheid een rol heeft gespeeld bij de vaststelling. De recente REACH dossiers en DNEL-onderbouwingen van de ECETOC (1996) oplosmiddelen tonen geen CSE of andere toxicologische of epidemiologische kennisinvesteringen in de laatste 3-4 decennia, ondanks het toenemend EU-marktvolume naar vele miljoenen tonnen per jaar in een groeiend aantal branches. De REACH DNELs (ECHA 2019) zijn merendeels gebaseerd op dezelfde jaren 80 of eerdere onderzoeken als de grenswaarden.

¹⁴ https://www.tsac.nl/fotos/OELV_Hierarchy.pdf

Dat CSE pas optreedt boven de VOS grenswaarden en de veronderstelde no-effect levels van meer dan 20 jaar geleden is een impliciet verwerkt in het TSB protocol en wordt nog steeds uitgedragen door de industrie (ECETOC, 1996) en de producenten en importeurs van veel REACH dossiers. Dit laatste verklaart mogelijk waarom er geen onderzoek meer is gedaan naar welke stoffen CSE veroorzaken, wat het mechanisme is en de dosis-respons. Het verschilt met de inspanning voor stoffen van dezelfde omvang en importantie in de markt zoals benzeen en de effecten op het bloed (Armstrong, 1996; Swaen, 2005; Gezondheidsraad, 2014).

Met een PBPK programma als IndusChemfate (CEFIC, 2011) is de additionele belasting van piekblootstelling mogelijk te schatten.

A.3 Instrumentarium beoordelen VOO blootstelling

Het CSE consensusdocument (Van Valen et al., 2012) noemt de beoordeling van de blootstelling cruciaal. Het document waarschuwt voor 'substantiële' fouten bij het retrospectief vaststellen van de blootstelling en verwijst hiervoor naar Tielemans (1999) en Burstyn & Kromhout (2002)¹⁵. Voor meer over de database van Burstyn & Kromhout (2002) met oplosmiddel metingen bij schilders in de bouwnijverheid zie de Annex A.3.8.

Methoden en richtlijnen voor het kwalitatief en kwantitatief beoordelen de dagelijkse blootstelling aan chemische stoffen in de werkplekatmosfeer bestaan al vele decennia en wereldwijd. De consensus over de aanpak is groot (Leidel, 1977; Boleij et al., 1987; NBN, 1987; Hawkins, 1991; BOSH, 1993; EN689 (CEN, 1995); Committee on Hazardous Substances, 2010).

Binnen Europa is EN689, par. 5.1 en Annex B) leidend, maar ook REACH referentie documenten (ECHA, 2015, 2016) zijn bruikbaar. AIHA (1991, 1998, 2015) en Roach (1992) zijn klassiekers buiten Europa. Het begrip blootstellingsprofiel van EN689 is identiek aan het blootstellingspatroon (exposure pattern) van AIHA (2015). En vergelijkbaar met het REACH 'workers contributing exposure scenario'. Beroepen en functies waar de TSB mee werkt worden ook gebruikt in JEM's. Ze zijn meer gedetailleerd dan de blootstellingssituaties van EN689, Annex A en de REACH PROC's (Noij et al., 2023).

A.3.1 beoordelen langetermijn blootstelling

Tussen 1978 en 2003 bestond de wettelijke regeling Vinylchloridemonomeer (EEC, 1978) waarbij de langetermijn blootstelling werd beoordeeld en naleving werd getoetst met het langetermijn rekenkundig gemiddelde $AM_{VCM,1 \text{ jaar}} \leq 3 \text{ ppm}$ (Scheffers 1999, 2001). Het idee binnen de EU en de VS om dit uit te breiden tot alle kankerverwekkende en chronisch toxische stoffen (Marquart et al., 1999; Scheffers, 2001) is echter op de achtergrond geraakt (NVAB, 2018).

Een 'Arbo'-paspoort of een health-surveillance registratie van persoonsgebonden blootstellingsgegevens aan chemische stoffen gedurende het arbeidsleven (zoals in de stralingshygiëne) bestaat in Nederland bij een beperkt aantal bedrijven en Arbodiensten voor een beperkt aantal stoffen (Scheffers, 1996, 2001).

¹⁵ Ook in het TtA gepubliceerd: Burstyn en Kromhout (2003)

A.3.2 Solvent Team

De Solvent Team Eindscore E_{VOS} is rond 2000 ontwikkeld ter vervanging van een eerdere aanpak uit 1995 die niet reproduceerbaar en valide bleek (Fransman et al, 2002). De E_{VOS} -algoritme past in tijdgeest van de modelmatige blootstellingsbeoordeling die toen in opmars was (Cherrie 1996, 1999). Bartstra (2020) geeft aan dat een nadere validatie van de Eindscore nog moet plaatsvinden.

A.3.3 Ontwikkelingen na 2000

Sinds de introductie van de Solvent Team Eindscore E_{VOS} in 2002 is er wereldwijd veel veranderd in het instrumentarium. Richtlijnen zijn doorontwikkeld en (inter)nationaal breder geaccepteerd (AIHA, 2015; BOSH-NVvA, 2011/2022; EN689; NVvA, 2020b; NLA, 2023; IOHA, 2023). Het werken met de OAR is gestopt (Smedbold, 2023). Er is een CSE specifieke grenswaarde voor koolwaterstof oplosmiddelen (SCOEL, 2007). Er zijn verbeterde modellen voor het kwantitatief schatten de blootstelling (Verbist et al., 2011; Fransman et al., 2011; Savic et al., 2017a). Ook zijn Duitse en Franse databases met VOO-werkplekatmosfeer metingen nu te raadplegen. Deze ontwikkelingen zijn binnen de arbeidsomstandigheden zorg in Nederland breed gecommuniceerd en in de praktijk uitgerold. Ze worden gebruikt in Cl_{CSE} . Deze ontwikkelingen zijn niet in het TSB protocol verwerkt (NCVB, 2022; Min. SZW 2022b).

A.3.4 Verschillen tussen de blootstellingsmodellen

Paragraaf 5 toont voor de metaalverfverspuiters grote verschillen in de AM's en $C_{95\%}$ waarden tussen de modellen. De uitersten ($212-67000 \text{ mg/m}^3$) verschillen een factor 32. Ook in validatiestudies worden verschillen tussen modellen gesignaleerd (Tongeren, 2017) wat pleit voor betere onderlinge afstemming tussen de modellen.

Zoals gezegd in de Discussie is het zuiver schatten van de blootstelling met modellen en waarom er grote onderlinge verschillen zijn tussen blootstellingsprofielen een blijvend onderwerp van onderzoek en discussies. Daarom is het noodzakelijk bij de aannemelijkheid van CSE modelresultaten te ondersteunen met gegevens uit andere bron of aanpak, databases en publicaties.

Voorzorg en onzekerheid zijn de reden dat hier alle AM's zonder onderscheid of hiërarchie zijn gebruikt bij de beoordeling. Ondanks dat het blootstellingsprofiel van taak 2 beter past in ART en IHMOD (met hogere AM-waarden) dan in de twee Stoffenmanager's. Bij Stoffenmanager's past de keuze-optie voor 'type of handling/task': 'Handling liquids using low pressure and on medium sized surfaces' van Stoffenmanager V4 beter dan 'Handling liquids (using low pressure but high speed) without creating a mist or spray/haze' van de hogere $C_{75\%}$ Stoffenmanager® V8 schatting.

Het mechanistisch model IHMOD (AIHA, 2015) maakt geen gebruik van de dampspanning en verdampingsfactoren en komt voor traag- en laagverdampende VOO hoger uit dan de hybride modellen. De VOO in de casus verdampen echter snel en hebben relatief hoge dampspanningen. Met de IHMOD ontwikkelaars is intensief gecorrespondeerd. De Random air velocity in IHMOD is in 2020 bijgesteld waardoor de berekende Near Field concentratie lager is dan die berekend met IHMOD-versies 2.003 en eerder.

A.3.5 Buitenlandse databases

Er zijn in Nederland databases met werkplekatmosfeer meetuitkomsten van oplosmiddel blootstellingsprofielen (o.a. Burstyn en Kromhout, 2003) maar het aantal en de omvang is beperkt en de ruwe gegevens zijn niet publiek beschikbaar (NVvA, 2003). Ter Burg (2014) geeft een overzicht met databases in Europa met meetgegevens voor kankerverwekkende stoffen. In *Statistical Modelling of Ancillary Information across 77 Chemicals* staan "Trends in OSHA Compliance Monitoring Data 1979-2011" (Sarazin et al., 2016). De toegang tot de OSHA database blijkt moeilijk en is niet verder gebruikt. De blootstellingsdatabase MEGA van IFA, het kennisinstituut van de Duitse sociale verzekering, bevat meer dan 1 miljoen werkplekatmosfeer metingen. De gegevens van de Duitse databases MEGA en de Franse Solvex AM_{UMVE} ondersteunen in het profiel van de metaalverfverspuiters de AM range van de modellen.

A.3.6 JEM's

Voor zover bekend zijn er nog geen Job Exposure Matrices ontwikkeld uit mega databases met representatieve werkplekatmosfeer concentraties en met vooronderstellingen (lognormaliteit, detectiegrenzen) controlerende en aanpassende statistische methoden (Scheffers, 1998) waarmee VOO en componenten blootstelling kan worden bepaald voor de afgelopen decennia en voor het breed scala aan VOO gerelateerde beroepen (Van Balen, 2023).

A.3.7 Publicaties

De zoekopdracht 'exposure and paint and xylene' in PubMed¹⁶ leverde 89 hits maar geen bruikbare publicaties op over de blootstelling aan aromatische oplosmiddelen bij het verspuiten van verf op metalen voorwerpen.

Burstyn & Kromhout (2002) geeft aan vanuit een database met 350 metingen bij schilders in de bouw een model te hebben ontwikkeld waarmee de aroma concentratie in de werkplekatmosfeer kan worden voorspeld. Gezien de beschrijving is het model vergelijkbaar met de bestaande hybride modellen. Echter een bruikbaar algoritme met emissiepotentie en werkplekfactoren wordt in de publicatie niet beschreven.

A.3.8 Blootstellingssurvey in de bouwnijverheid

De oudste dataset in de publicatie van Burstyn & Kromhout (2002) is de blootstellingssurvey bij schilders uit 1980 (Scheffers et al., 1985, Tabel A.3). Doel van deze survey was een indruk te krijgen van het niveau en de spreiding van de toenmalige VOO blootstellingsverdeling bij huisschilders. Een gestratificeerde meetstrategie is gebruikt voor maximale spreiding. Er is gericht gezocht naar diversiteit in verfproducten, locaties, dagen en werkplekfactoren. Van het profiel huisschilderwerk met Alkydverf en terpentijnachtige VOO zijn 20 persoonsgebonden VOO metingen beschikbaar. De 20 metingen zijn gebruikt als voorbeeld voor de berekening van Cl_{CSE}.

¹⁶ <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

A.4 Blootstellingsduur voor CSE

5 Tot 10 Index-jaren en een blootstellingsduur van 5 tot 10 jaar is de expertconsensus voor CSE van de EU en verschillende EU landen waarbij een waarde van minder dan 10 Index-jaren geassocieerd is aan blootstelling met frequente hoge pieken en de bijbehorende narcotische verschijnselen (Jongeneelen & Terwoert, 2011, Tabel 1). Volgens Van Valen et al. (2015) is er *"... nog steeds geen uniform afkappunt aan te wijzen voor de minimale blootstellingsduur of ernst"*. Desondanks meldt het TSB-protocol zonder bronverwijzing dat: *"In Nederland wordt CSE veelal gezien bij een blootstellingsduur van meer dan 10 jaar bij overschrijding van vigerende grenswaarden voor de luchtconcentratie voor beroepsmatige blootstelling. Dit stemt overeen met bevindingen uit het buitenland"*. Een vaste waarde voor de duur onafhankelijk van het blootstellingsniveau komt niet overeen met Paracelsus en de wet van Haber (zie 4.3.6) en verdient dus onderbouwing of nuancering. Consensus onder deskundigen is niet hetzelfde als sterk wetenschappelijk bewijs.

A.5 E_{VOS} beoordeling

In E_{VOS} wordt niet alleen VOO maar elk contact met VOS meegeteld in de score van een beroep, functie of deelactiviteit en dus in de eindscore (#11) ook al is de blootstelling ver onder het veilig werken niveau. Zelfs stoffen met een verdampingsfactor (#4) gelijk aan nul (zie Tabel A6) tellen mee via de producteigenschap $p_1=1$ (#5). Als verdamping en oppervlak niet klein zijn ($p_1 \cdot a > 6$) dan is bij 10 jaar contact E_{VOS} altijd relevant. En als voor eerste 3 beroepen het aantal solventjaren n wordt verdubbeld, dan is ook bij blootstellingsniveaus onder GW_{CSE} de $E_{VOS} > 15$ relevant.

De dimensieloze, numerieke OAR (#4) wordt met drie niet onderbouwde afkappunten omgezet naar de producteigenschap p_1 met de scores 1, 3 en 5 (#5). Met zo weinig waarden heeft de score een gering discriminerend vermogen. In de bijlage van het Solvent Team document (Huy 2002) staan een paar belangrijke oplosmiddelen (White spirits, Thinner) zonder OAR/dampspanning nul (zie Tabel 7). De OAR is al in 2005 bij de EU-harmonisatie door het Noorse Ministerie van Arbeid en Sociale Zaken ingetrokken (Smedbold, 2023).

De omschrijving van de categorieën in de parameters Applicatie (=toepassingswijze/ Flux), Piek, Ventilatie en PBM zijn weinig concreet. De hieraan gekoppelde scores met variërende getalswaarden horen niet thuis in een semi kwantitatieve, geordende maat. Veel interpretatieruimte vergroot de kans op een onzuivere schatting met veel spreiding en lage reproduceerbaarheid binnen en tussen beoordelaars die ook al in de eerdere Solvent Team eindscore is gesignaleerd (Fransman et al, 2002).

Frequente pieken alleen zijn juridisch onvoldoende voor 'CSE door VOO' letselschadeclaim (Charlier, 2010). De vaste reductiefactor van 0,4 maal de blootstellingsduur kan voor autoschadeherstellers gelden maar kan voor een kunstschilder of ieder ander beroep veel hoger of lager zijn (Bartstra & Huy, 2018, sheet 27).

Als met mate in het afwegingskader Causaliteit *"de aanvrager tijdens de arbeid is blootgesteld aan stoffen, in een dergelijke mate dat dit volgens de gangbare wetenschappelijke inzichten oorzakelijk verband houdt met de gediagnosticeerde aandoening"* (MinSZW 2022 Bijlage 1) wordt bedoeld een concentratie in mg/m³ of ppm dan voldoet E_{VOS} hier niet aan.

E_{VOS} lijkt voor een ervaren beoordelaar (bedrijfsarts, arbeidshygiënist) overbodig omdat de relevantie met de combinatie arbeidsanamnese (beroep, duur) en basiskarakterisering (aard) inzichtelijker zijn.

A.6 Discriminerend vermogen van E_{VOS} en Cl_{CSE}

De mediane (=50%-tiel) E_{VOS} waarde van 16,2 jaar bij een VOS arbeidshistorie van 10 jaar en dicht bij het criterium van relevant contact ($E_{VOS} \geq 15$) lijkt te suggereren dat E_{VOS} discrimineert.

Tussen 1997 en 2020 hebben de twee Solvent Teams in Nederland zo'n 3450 personen beoordeeld op de CSE (Bartstra et.al. 2020). Andere tellingen leren dat van de 110 Intakes door de Solvent Teams in 2017 er 4 een CSE diagnose kregen en 2 CSE in combi met andere aandoeningen (Bartstra & Huy 2018, sheet 40). Over de afgelopen 25 jaar hebben 86% van de CSE beoordeelden een relevant ($E_{VOS} \geq 15$) contact (Van Balen, 2023). Daarvan krijgt uiteindelijk 16% de diagnose CSE (Van Valen et al., 2015). Het discriminerend vermogen van E_{VOS} is dus laag. Het percentage vals positief en negatief is niet bekend.

Er is geen database van de civielrechtelijke CSE letselschadeclaims. Noch is het aantal ingediende en toegewezen claims bekend zo leert een emailwisseling met betrokkenen bij letselschade.

Met de database van het Solvent Team zijn random steekproeven uit de toegekende en afgewezen tegemoetkomingsverzoeken is te onderzoeken hoe sterk de blootstellingsmaten (Cl_{CSE} of een ander) de CSE diagnose voorspellen.

A.7 Draagvlak voor CSE en E_{VOS}

Maatschappelijk en wetenschappelijke acceptatie van beroepsziekte door chemische stoffen is vaak een langdurig proces en een wisselwerking tussen overtuigend onderzoek, herhaalde waarnemingen, kostbare aansprakelijkheidsstellingen en langdurige, intense publieke aandacht. De maatschappelijke CSE acceptatie is regionaal, vooral in Noord-West Europa en dan bij de gezondheidskundige professies betrokken bij de observationele CSE epidemiologie en medische casuïstiek. CSE heeft niet geleid tot massaclaims (in de US en daarbuiten) en misschien mede daarom niet tot diepgaand stofspecifiek productveiligheidsonderzoek door de VOO-producenten.

Bij arbeidstoxicologen en blootstellingsbeoordelaars in binnen- en buitenland is er door dit gebrek aan robuuste gegevens nog het nodige voorbehoud over CSE. Mogelijk hierdoor is de CSE vaststelling en slachtofferregeling decennialang bijna uitsluitend medisch benaderd. En zijn bij het opstellen van Europese en nationale CSE beoordelingscriteria (Van Valen et al., 2012; Van Valen et al., 2015; Van Valen, 2018) de ontwikkelingen in kwantificering van blootstelling en de normstelling door SCOEL (2007) niet meegenomen of opgevalen.

A.8 Instructie, scholing en ervaring

TSB en letselschade maken gebruik van deskundigen die vanuit hun professionele kennis en ervaring op discussiepunten besluiten moeten nemen. Met de beperkte onderbouwing van en de onduidelijkheid in de 6 parameters van de E_{VOS} is dat op zijn minst een uitdaging. Mogelijk is het beter bij de TSB CSE voorlopig alleen af te gaan op de arbeidsanamnese en de basiskarakterisering. Arbeidshygiënist zijn in de afgelopen decennia via de NVvA symposia en contactbijeenkomsten en via andere trainingen (DOHSBase¹, HYGINIST) geschoold in de methoden gebruikt bij de Cl_{CSE} -beoordeling. EN689 is de in Europa voorgeschreven standaard waar 300 Nederlandse arbeidshygiënist kennis van hebben via training (NVvA 2020b) en deze ook in de praktijk gebruiken via een scala aan toepassingen zoals naleving en handhaving van de Arbo-regels, health surveillance, interventie-onderzoek, de 'Verdiepende RIE chemische stoffen' en de 'Zelfinspectie chemische stoffen van de Arbeidsinspectie'. Ook

hebben veel arbeidshygiënisten kennis van en praktijkervaring met een of meerdere van de hier besproken modellen (Stoffenmanager, ART, IHMOD). Dit samen is een voordeel bij het reproduceerbaar beoordelen van VOO langetermijnblootstelling voor de CSE-aannemelijkheid.

A.9 Casus

Volgens het Solvent Team (zie Tabel A3) was er bronafzuiging wat een Ventilatie score van $v=0,6$ oplevert. Een installatie voor bronafzuiging was bij het bezoek aan de werkplek noch op historische foto's aanwezig. Wel was er op een tiental meters afstand wandafzuiging aanwezig. Volgens het Solvent Team werd er PBM gebruikt tijdens piekmomenten wat een score van PBM $p_3=0,75$ levert. Foto's van de persoon tijdens het werk tonen de afdruk van adembescherming op het gezicht. In sommige processtukken wordt gesproken van stofmaskers als adembescherming. Een stofmasker is ongeschikt ('verkeerd') voor VOS en is in E_{VOS} gekoppeld aan een de PBM-score =1. Met de 4,8 jaren dat de metaalverfverspuiters voor de aansprakelijk gestelde onderneming heeft gewerkt is $E_{VOS}=34,6$.

De score van de producteigenschap $p_1=5$ komt overeen met de verdunde, high-solid epoxi-verf (zie Tabel A6). Wordt de OAR bepaald met het VOO-mengsel (zie de online Annex Tabel A7) dan is de OAR=365,5 en is $p_1=3$. Dit geeft een lagere $E_{VOS}=21$. De Solvent Team Eindscore was echter geen issue in de casus.

Tabel A3: Solvent Team beoordeling blootstelling van de metaalverfverspuiters

Beroep	1 Blootstelling-duur in solventjaren	2 Risico v.d. bron (OAR)	3 Toepassings-factor (Flux)	4 Frequentie piek	5 Ventilatie	6 PBM	Subtotaal $1*2*3*4*5*6$
1	11	5	4	2	0,6	0,75	79,2
2							0
3							0
					Eindscore	1 t/m 3	79,2

A.9.1 Fysisch-chemisch

In de eerste vier kolommen van Tabel A4 staat de samenstelling en eigenschappen van de VOO in het verfproduct gebruikt door de metaalverfverspuiters.

Tabel A4: De fysisch-chemische eigenschappen en de resulterende dampspanning (V_p) van het VOO-mengsel in de metaalverf

naam VOO	XLunifac activiteiten coëfficiënt	MW	Verf gewicht %	solvent gew. %	solvent mol fractie ¹⁷	XLunifac Component V_p in Pa	Partiële en totale V_p in Pa	Aandeel in totale V_p in %
xylenen 1330-20-7	1,3140	106	25	62,5%	0,562	819	605	50,43%
n-Butanol 71-36-3	1,5827	74	10	25,0%	0,322	858	438	36,46%

¹⁷ De molaire fractie in een mengsel: de verhouding van het aantal molen van de stoffen in een mengsel. Het zijn dimensieloze getallen tussen nul en één en hun som is één <https://www.wetenschapsforum.nl/viewtopic.php?t=160964> en <https://nl.wikipedia.org/wiki/Molfractie>

naam VOO	XLunifac activiteiten coëfficiënt	MW	Verf gewicht %	solvent gew. %	solvent mol fractie ¹⁷	XLunifac Component Vp in Pa	Partiële en totale Vp in Pa	Aandeel in totale Vp in %
C9-aromatics 128601-23-0	1,3984	120	2,5	6,3%	0,050	200	14	1,16%
1-methoxy-2-propanol 107-98-2	1,8279	90	2,5	6,3%	0,066	1197	143	11,94%
Som VOO-mengsel			40	100,0%	1		1200	100%

De XLunifac (zie Annex A.1.8) dampspanning van het VOO-mengsel in de werkplekatmosfeer van 1200 Pa is 44% hoger dan de som van de partiële component V_p 's in de vloeistof. Daarnaast is het molair aandeel van de alcoholen in de damp zo'n 6% hoger dan in de verf. Uit de databases die enkel xyleen rapporteren is met XLunifac de VOO-concentratie berekend. De eigenschappen van de VOO componenten van de casus en van twee SCOEL Terpentines staan in Tabel 5. Hiermee zijn de concentraties in de werkplekatmosfeer en de opname via de huid te schatten.

Tabel A5: Fysisch-chemische eigenschappen en gezondheidsschadelijkheid

Naam/ eigenschap	Xylenen	C9-aromaten (als Mesithyleen)	Butanol-1	1-Methyl-2-Propanol	White spirit type 1, Naphta ¹⁸	White Spirit, type 1, Stoddard Solvent
EC#	215-535-7	918-668-5	200-751-6	203-539-1	265-185-4	232-489-3
CAS#	1330-20-7	128601-23-0	71-36-3	107-98-2	64742-82-1	8052-41-3
MW	106	120	74	90	~142	142
smeltpunt °C	-39,3	<-100	-88,6	-96,7 - -95	-60	-44,1
Dampspanning (Vp) in kPa	1,063	0,279	0,858	1,197	0,499	0,499
Verzadegingsconcentratie in mg/m ³	46000	14000	26000	44000	29000	29000
Water Opl. mg/l	165,8	5,05-228,6	74	10 ⁶	2,69*10 ⁻¹² - 2000	0,1
P(Kow)	3,16	3,03-4,73	0,84	0,37	2-18	5,25
GHS Classificatie	Acute Tox. 4 Skin Irrit. 2 STOT RE 2	Asp. Tox. 1 STOT SE 3	Acute Tox. 4 Skin Irrit. 2 Eye Dam. 1 STOT SE 3	STOT SE 3	Asp. Tox. 1 Stot SE 3 STOT RE 1	Asp. Tox. 1 Stot SE 3 STOT RE 1
GHS H-codes	H332 H312 H315 H336 H373	H336 (Nervous syst) (inhal), H335 (respir) (inhal) ¹⁹	H302 H335 H336 H315 H318	H336	H304 H336 H372 (central nervous system)	H304 H336 H372 (central nervous system)

¹⁸ Note P: the substance has less than 0,1 % w/w benzene.

¹⁹ In de ECHA database on classification and labelling <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/133274> zijn de H-codes verwisseld H335 (other:Nervous system...) (inhalation) en H336 (other:respirato...) (inhalation). Gecheckt op 2023-04-20.

Ook volgens SCOEL (2007) is de verzadigde dampspanning van terpentine ongeveer 29000 mg/m³ [5000 ppm] (25 °C) bij een dampspanning van ongeveer 500 Pa (25 °C/101 kPa).

A.9.2 OAR Scores

In Tabel A6 en Tabel A7 staan de OAR's voor het epoxy verfproduct. Volgens Tabel 6 is de producteigenschap score 5. Als die wordt berekend met de componenten de mogelijk gebruikte verfproducten. is de OAR van het verfproduct berekend met de componenten is de score 3.

Tabel A6: VOO-gehalte, OAR en de producteigenschap/Risico van de bron score (Huy, 2002)

Verf product	VOO (g/L)	OAR (m ³ /L)	Score
Epoxy	>250g/l	1800	5
High solid epoxies	<250g/l	1400	5

Tabel A7: MAC's en OAR's van de componenten en het VOO mengsel in de casus

CAS-nr.	stofnaam (synoniemen)	v _p (mbar)	f	MAC (mg/m ³)	OAR/c	gehalte c _i in g/l	OAR
71-36-3	1-butanol	7	1	45	22,22	10	222
128601-23-0 (95-63-6)	C9-aromatics (als 1,2,4 trimethylbenzeen)	2,79	0,7	100	7	2,5	17,5
107-98-2	1-methoxy-2-propanol (PGME)	10,8	1	360	2,78	2,5	7
1330-20-7	xyleen	8	1	210	4,76	25	119
VOO-mengsel metaalverfverspuiters OAR=Σ							365,5

A.9.3 Gezondheidskundige classificatie en etikettering

De C9-aromaten, Butanol-1 en 1-Methoxy-2-Propanol zijn EU geclassificeerd voor duizeligheid en slaperigheid (H336), zie Tabel A4.

A.9.3.1 Grenswaarden

De grenswaarden van Xyleen en Butanol-1 hebben een gedateerde, gezondheidskundige onderbouwing uit een periode dat CSE wel bekend maar niet meegenomen is bij het vaststellen van de veilige drempel. Ook werd 'corporate influence' (Castleman, 1998) in gezondheidskundige grenswaarden toen nog geaccepteerd.

A.9.3.2 Xyleen

De Nederlandse wettelijke xyleen grenswaarde²⁰ van 210 mg/m³/8 uur is gebaseerd op WGD-RA 05 (Arbeidsinspectie, 1991). De twee recente DNEL's van 221 mg/m³ zijn gekoppeld aan "Systemic effects, long term exposure, neurotoxicity", een ruime omschrijving van de CNS-effecten bij vrijwilligers gemeld in het bron document SEG-SUM19b (1992). De verschillen in mg/m³ zijn veroorzaakt door het gebruik van verschillende conversiefactoren vanuit dezelfde waarde in ppm.

A.9.3.3 C9-aromaten

Uit het REACH registratiedossier (CAS: 128601-23-0, EC: 918-668-5, Reg.nr.:01-2119455851-35) blijkt dat de DNEL van 151 mg/m³ voor "Koolwaterstoffen C9, aromaten" is gekoppeld aan "Systemic effects Long term exposure repeated dose toxicity" van een ratten voedingsstudie en ook 'CNS-effects or discomfort in humans'. De DNEL wordt ondersteund door een read-across "Repeated Dose Inhalation 12 month – NOAEC = 900 mg/m³ for rats" uit 1978. De irritatie drempel voor de C9 aromaat 1,2,4 Trimethyl benzene (TMB) bij vrijwilligers ligt bij ongeveer 125 mg/m³.

A.9.3.4 Alcoholen

Butanol-1 en 1-methoxy-2-propanol zijn zuurstofhoudende C4-koolstofwaterstoffen en hebben waarschijnlijk vergelijkbare neurotoxische effecten als het beter onderzochte Ethanol. De gezondheidskundige GHS/CLP classificaties komen deels overeen met white spirit, xyleen en C9 Aromaten (zie Tabel A7). De Gezondheidsraad (1999) relateert zuurstofhoudende oplosmiddelen en effecten op het centrale zenuwstelsel. De stofgrenswaarden zijn gebaseerd op oogirritatie als kritisch effect: Butanol-1 met 45 mg/m³/15 minuten (DECOS Gr1994/10OSH), 1-methoxy-2-propanol 375 mg/m³/8 uur en 563 mg/m³/15 minuten (SCOEL, 1999).

Interactie

Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat de Aromaten en Alcoholen in het VOO-mengsel elkaar versterken of verzwakken op de CSE effecten, wat noodzaakt tot het aanpassen van de groepsgrenswaarde.

A.9.4 TREXMO exposure scenario

Het blootstellingprofiel van de metaalverfverspuiters taak 2 (paragraaf 5) is ingevoerd in het TREXMO exposure scenario All-in-one invoer blad (zie Figuur A1). Hiermee zijn de kengetallen van VOO-blootstellingsverdelingen berekend.

²⁰ <https://wetten.overheid.nl/BWBR0008587/2022-01-01#BijlageXIII>

Figuur A1: Het TREXMO exposure scenario van de metaalverfverspuiters taak 2

Screenshot of the TREXMO web application interface showing exposure scenario settings for a metal paint spraying task. The interface is divided into three columns: Source, Activity, and Controls. Each column contains several input fields and dropdown menus for configuring the exposure scenario.

Source	Activity	Controls
Product type of the substance/preparation Liquids	Activity Class Spray application of liquids	Localized controls - primary No localized controls
Vapour pressure (max 100 000 Pa) 1200	Activity sub-class Surface spraying of liquids	Exposure site Indoors
Mole fraction (0-1) 1	Situation which best represents activity Low application rate (0.03-0.3 l/minute)	Ventilation rate 10 ACH
Molecular Weight (g/mol) 90	Direction of spraying Spraying in any direction (including upwa)	Workplace volume 3000 m3
Activity coefficient of substance (0-40) 1	Spray technique Spraying with no or low compressed air u	
Source distance from the worker's breathing zone (mouth and nose) Less than 1 metre (near-field zone)	Process category (PROC) PROC 11: non-industrial spraying	
Secondary sources present at workplace No	Type of settings Professional	
Surface contamination / Fugitive emission sources General good housekeeping practices	Task duration (0-480 min) 480	

A.10 Literatuur (alleen in deze Annex)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). (2014) Medical Management Guidelines for Xylene. Beschikbaar via: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/MMG/MMGDetails.aspx?mmgid=291&toxid=53>, laatst bezocht 21-09-2010.

Arbeidsinspectie. (1991) Health-based recommended occupational exposure limit for Xylene / Dutch expert committee for occupational standards (DECOS). WGD-RA 05. Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, ISBN 90-5307-209-8, ISSN 0921-9641, RA 5/91.

Castleman BI, Ziem GE. (1988) Corporate influence on threshold limit values. [American Journal of Industrial Medicine; 13 \(5\): 531-559](#).

BOSH-NVvA. (2011) Testing Compliance with Occupational Exposure Limits for Airborne Substances. Originally published September 2011, new edition November 2022. Beschikbaar via:

<https://www.bohs.org/app/uploads/2022/11/Testing-Compliance-with-OELs-for-Airborne-Substances-2022.pdf>.

Burstyn I, Kromhout H. (2003) Trends in inhalation exposure to hydrocarbons among commercial painters in The Netherlands. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap*; 16 (nr 1): 27-32.

CEFIC. (2011) IndusChemFate – Generic physiologically-based toxicokinetic tool – Cefic-Lri [cited 2024 May 15]. Available from: <http://cefic-lri.org/toolbox/induschemfate/>.

CHEMnetBASE. (2023) CRC Handbook of Chemistry and Physics_104 edition. CRC Press, Taylor & Francis. Beschikbaar via: <https://hbcpc.chemnetbase.com/contents/ContentsSearch.xhtml?dswid=5098>.

Committee on Hazardous Substances (AGS). TRGS 402: Technical Rule for Hazardous Substances - Identification and assessment of the risks from activities involving hazardous substances: inhalation exposure. Version February 2010 (corrected: GMBI 2011 p. 175 [No. 9] (March 2011) (not up-to-date and unofficial version; mandatory is the current German version). Beschikbaar via <https://www.baua.de/EN/Service/Technical-rules/TRGS/pdf/TRGS-402.pdf?blob=publication-File&v=1>

European Chemicals Agency (ECHA). CLP <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/cl-inventory-database>

Gezondheidsraad. (1994) 1-, 2-, and t-Butanol. Health-based recommended occupational exposure limit. Beschikbaar via: <https://www.dohsbaseonline.com/PDF/Gr199410OSH.1-%20-%20en%20t-Butanol.pdf>.

Deveau M, Chen CP, Johanson G, Krewski D, Maier A, Niven KJ, Ripple S, Schulte PA, Silk J, Urbanus JH, Zalk DM, Niemeier RW. (2015) The Global Landscape of Occupational Exposure Limits--Implementation of Harmonization Principles to Guide Limit Selection. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*; 12 (Suppl 1): S127-144.

Europese Unie (EU). (2008) Verordening (EG) nr. 1272/2008 van het Europees parlement en de raad betreffende de indeling, etikettering en verpakking van stoffen en mengsels, tot wijziging en intrekking van de Richtlijnen 67/548/EEG en 1999/45/EG en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 1907/2006. Versie 31.07.2023. Beschikbaar via: https://publications.europa.eu/resource/ellar/3ebb37ee-2bd1-11ee-95a2-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1.

Fransman W, Cherrie J, van Tongeren M, Schneider T, Tischer M, Schinkel J, Marquart H, Warren N, Spankie S, Kromhout H, Tielemans E. Development of a mechanistic model for the Advanced REACH Tool (ART) - Version 1.5. TNO report V9009, TNO Quality of Life, January 2013. Beschikbaar via: https://www.advancedreachtool.com/assets-1.5.12110.3/doc/ART%20Mechanistic%20model%20report_v1_5_20130118.pdf.

Hawkins NC, Norwood SK, Rock JC. (ed.) (1991) A strategy for occupational exposure assessment. AIHA Akron, Ohio.

Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA). Werken met gevaarlijke stoffen - Zelfinspectie.nl, <https://www.zelfinspectie.nl/zelfinspecties/werken-met-gevaarlijke-stoffen>. Laatst geraadpleegd 28 juni 2023.

NBN (1987) T96-002: Werkplaatsatmosferen Strategie Voor Het Meten Van Stoffen Met Een Tijdgewogen Grenswaarde. 1e uitg., juni 1987.

NIOSH. (2019). Xylene. Beschikbaar via: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/xylene/>, laatst bezocht 21-09-2010.

Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB)/Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiene (NVvA). (2018) Addendum Leidraad preventief medisch onderzoek van werkkenden bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen. Beschikbaar via: https://nvab-online.nl/sites/default/files/be-standen-webpaginas/Addendum_Leidraad_PMO_Gevaarlijke_Stoffen_DEFINITIEF_datum_2018-05-11.pdf.

Roach S.(1992) Health risks from hazardous substances at work. Assessment, Evaluation, Control. Pergamon Press.

Sarazin P, Burstyn I, Kincl L, Lavoué J. (2016) Trends in OSHA Compliance Monitoring Data 1979–2011: Statistical Modeling of Ancillary Information across 77 Chemicals. *Ann. Occup. Hyg.*; 60 (4): 432-452.

Scheffers TML. (2001) Long-term exposure sampling at a Dutch (bio)chemical production site. AIHA's Exposure Assessment Strategies Symposium 2001, [Panel discussion Implementing quantitative exposure models](#), 6 October 2001

Scheffers T, Maas J, Siegert H, Wielaard P. (2009) Dossier Vluchtige organische stoffen. Beschikbaar via Arbokennisnet: <https://www.arbokennisnet.nl/kennisdossiers/gevaarlijke-stoffen/vluchtige-organische-stoffen/download/>

Scheffers TML. (2018) Grenswaarden hiërarchie. Presentatie tijdens NVvA-symposium 2018, beschikbaar via: https://www.tsac.nl/publicaties/Sessie-S.Grenswaarden_hierarchie.pdf

Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). (1999) Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for 1-Methoxypropan-2-ol. SEG/SUM/038, March 1999. Beschikbaar via: <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/1-Methoxy-2-propanol>, bekeken 30-04 2023.

Ter Burg W. (2014) Inventory of databases containing worker exposure data on non-threshold carcinogens in Europe. *RIVM Letter report 2014-0083*, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, 2 februari 2015.

Unec (2023) GHS Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals Revision 10 <https://unece.org/transport/documents/2023/07/standards/ghs-rev10>, zie ook <https://rvs.rivm.nl/onderwerpen/gevaarsindeling/GHS>.