

A painter in a blue long-sleeved shirt, yellow hard hat, and safety harness is suspended by ropes, painting a wall green. The painter is holding a green roller and has a bucket of paint hanging from their harness. The background shows a grey wall with a vertical vent on the right side.

TEA

# Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap

JOURNAL OF APPLIED  
OCCUPATIONAL SCIENCES

Theo Scheffers  
De langetermijn  
oplosmiddelblootstelling bij  
schildersziekte/CSE.  
Een evaluatie van twee  
beoordelingsmethoden

2024 **2** jaargang 37

## Inhoudsopgave

### *Editorial*

Barteld Dijkman

**De onzichtbare epidemie? Psychische klachten op de werkvloer**

### *Full paper*

Theo Scheffers

**De langetermijn oplosmiddelblootstelling bij schildersziekte/CSE.  
Een evaluatie van twee beoordelingsmethoden**

### *Verslag*

Rik Menting

**Naar een betere beheersing van de gezondheidsrisico's van het werken met chemicaliën. Hoe dan?**

Kelly Caris-Bergs en Jeroen Terwoert

**Omgaan met Reproductietoxische en Hormoonverstorende Stoffen:  
Navigeren tussen Theorie, Nieuwe Regelgeving en Praktijk**

### *Samenvatting advies*

Gezondheidsraad

**Rubberstof en rubberdamp**

Gezondheidsraad

**Tricresylfosfaat**

### *Persbericht*

Gezondheidsraad

**Longkankersterfte door inhalatoire blootstelling aan asbest**

Onderzoeksraad voor Veiligheid

**Kabinet hield in coronacrisis te lang vast aan kortetermijnstrategie  
Aanpak coronacrisis Deel 3: januari 2020 - september 2022**

### *Samenvatting proefschrift*

Suzanne van Hees

**Supporting employees with common health problems at work: a realist approach**

# Vacature

## Hoofdredacteur Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap (TtA)

Het TtA is een blad voor arbodeskundigen. Doel van het blad is verspreiding van kennis op het gebied van arbedisciplines in de breedste zin van het woord. Het TtA biedt plaats aan artikelen over wetenschappelijk werk die oorspronkelijk zijn voor het Nederlandse taalgebied, aan conceptuele dan wel opiniërende artikelen, reviews, boekbesprekingen, verslagen van bijeenkomsten, praktijkverhalen en samenvattingen van proefschriften. Meer informatie over het TtA kun je vinden op <https://tta.arbokennisnet.nl/>.

Het tijdschrift wordt uitgebracht als samenwerking tussen de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA), de Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde (NVVK) en de Beroepsvereniging voor Arbeids- en Organisatiedeskundigen (BA&O). De redactie bestaat dan ook uit vertegenwoordigers van deze disciplines.

Deze functie biedt de mogelijkheid om op hoogwaardig niveau mee te werken aan de kwaliteit van ons vakgebied door middel van het delen van kennis. Het betreft een aanstelling als vrijwilliger.

### Taken van een hoofdredacteur

- Leiden van de redactie en coördineren van het redactionele proces van kopijselectie tot publicatie;
- Ontwikkelen van de inhoudelijke koers van het tijdschrift in lijn met de nieuwste trends en ontwikkelingen in de arbowedenschap;
- Onderhouden van contacten met wetenschappers en andere stakeholders binnen het vakgebied en kennisverenigingen;
- Stimuleren van beoogde auteurs om een (wetenschappelijk) artikel te schrijven;
- Ondersteunen en begeleiden van auteurs;

- Reviewen van opiniërende artikelen en praktijkverhalen;
- Werven van reviewers voor wetenschappelijke artikelen;
- Positief uitdragen van het tijdschrift;
- 4x per jaar vergaderen (in Utrecht dan wel online).

### Looptijd

- Onbepaalde tijd

### Tijdsbesteding

- Gemiddeld 12 uur per maand

### Eisen & Vaardigheden

- Minimaal academisch/master niveau (gepromoveerd is een pré)
- Expertise op het (wetenschappelijk) gebied van Arbeids- en Organiseatiekunde/A&O-psychologie, Arbeidshygiëne, Veiligheidskunde, of bedrijfsgeneeskunde;
- Sterk netwerk binnen de (arbo)wetenschappelijke gemeenschap;
- Accuraat en kritisch;
- Weet (potentiële) auteurs dan wel reviewers te motiveren;
- Goede organisatorische en communicatieve vaardigheden;
- Is enthousiast over redactiewerkzaamheden.

Heb je interesse in deze uitdagende functie of heb je nog vragen naar aanleiding van deze vacature? Neem dan contact op met de plaatsvervangend hoofdredacteur van het TtA, Suzanne Spaan, via [suzanne.spaan@tno.nl](mailto:suzanne.spaan@tno.nl) of 06-55489319. Zij hoort graag van jou!

De TtA-redactie

# Editorial

## De onzichtbare epidemie? Psychische klachten op de werkvloer

Barteld Dijkman <sup>1,2</sup>

Het rapport van het Nederlandse Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) over in 2023 gemelde beroepsziekten toont een alarmerende, maar helaas vertrouwde, werkelijkheid: psychische klachten blijven de nummer één gemelde beroepsziekte (van der Molen et al., 2024), net als in 2022 (NCvB, 2023). Deze trend is al langer gaande. De afgelopen jaren stond deze categorie op 1 of 2 (vanaf 2018).<sup>3</sup> Ondanks de toenemende aandacht voor het individu om beter om te gaan met werkdruk en stress, zien we weinig verbetering in de statistieken. Dit roept de vraag op: richten we onze inspanningen wel op de juiste plaatsen? Misschien is het tijd om nog meer de pijlen te richten op bronaanpak van werkdruk en stress.

De huidige benadering van werk gerelateerde stress en psychische klachten richt zich sterk op de veerkracht van het individu. Werknemers krijgen trainingen in stressmanagement, mindfulness en time management. Deze initiatieven zijn waardevol, maar ze behandelen slechts de symptomen en niet de oorzaken van het probleem. Het is alsof we pleisters plakken op een wond die blijft bloeden. Wat nodig is, is een fundamentele verandering in hoe we werkdruk en stress benaderen binnen organisaties.

### De bronaanpak

De bronaanpak van werkdruk en stress houdt in dat we kijken naar de structurele en organisatorische factoren die bijdragen aan deze problemen. Volgens het working paper "Intensivering van werk in Nederland" zijn de intensivering van arbeid en de verminderende autonomie cruciale factoren die bijdragen aan de toename van werk gerelateerde stress (Houtman et al., 2020).

Intensivering van arbeid betekent dat werknemers steeds meer taken en verantwoordelijkheden krijgen binnen dezelfde tijd. Dit kan leiden tot een constant gevoel van haast en onvoldoende tijd om werk van hoge kwaliteit te leveren. Verminderde autonomie, daarentegen, betekent dat werknemers minder controle hebben over hoe en wanneer ze hun werk doen. Deze combinatie van hoge werkdruk en weinig autonomie creëert een omgeving waarin stress welig tiert.

### Een cultuur van preventie

Bij echte preventie focussen organisaties niet alleen op de individuele veerkracht van de werknemers, maar ook op het creëren van een werkomgeving die psychische klachten voorkomt. Enkele strategieën die organisaties kunnen inzetten zijn (zie bijvoorbeeld Houtman et al., 2020):

1. **Herontwerp van werkprocessen:** Organisaties kijken kritisch naar hun werkprocessen en taken herstructureren om de werkdruk te verlagen. Mogelijk dat taken dan anders verdeeld worden, werklast eerlijker verdeeld wordt en onnodige taken geëlimineerd worden.
2. **Verhoging van autonomie:** Werknemers krijgen meer controle over hun werk. Dit kan door verantwoordelijkheden en bevoegdheden lager in de organisatie te beleggen, bijvoorbeeld in teams i.p.v. van bij het hoger management, door flexibele werktijden in te voeren, thuiswerkmogelijkheden en de vrijheid om zelf beslissingen te nemen over hun werkmethoden. Autonomie kan stress aanzienlijk verminderen door werknemers een gevoel van controle en eigenaarschap te geven.
3. **Veilige communicatie:** Transparante en open communicatie tussen management en werknemers is cruciaal. Psychologische veiligheid is een uitstekende brandstof om betrokkenheid en motivatie te verhogen bij werknemers. Wanneer werknemers zich gehoord en gewaardeerd voelen, verbetert hun mentale welzijn.
4. **Actuele kennis:** In de snel veranderende wereld van informatie technologie en robotisering is het cruciaal dat werknemers continu up-to-date blijven met de laatste ontwikkelingen. Dit vereist voortdurende educatie gefaciliteerd door werkgevers door onder andere het organiseren van een leercultuur. Investeren in kennis en vaardigheden helpt om de stress te verlichten door onzekerheid over technologische veranderingen te verminderen.
5. **Cultuurverandering:** Uiteindelijk moet er een cultuurverandering plaatsvinden binnen organisaties. Dit betekent dat de focus op bedrijfsresultaten in balans moeten zijn met de focus op het welzijn van werknemers. 'Happy cows give more milk'. Het welzijn van werknemers is dan een integraal onderdeel van de bedrijfsstrategie.

<sup>1</sup> *Specialist Arbeid en Organisatie bij Vlandis, tevens redactielid van het TtA*

<sup>2</sup> *Dit artikel is tot stand gekomen met behulp van Artificial Intelligence*

<sup>3</sup> <https://www.beroepsziekten.nl/cijfers/archief>

6. **Leiderschap:** Leiderschap speelt een cruciale rol bij het aanpakken van werk-gerelateerde stress. Coachende en transformatieele leiderschapsstijlen dragen bij aan een bedrijfscultuur waarin werknemers aangemoedigd worden om initiatief te tonen, te ontwikkelen en een positieve bijdrage te leveren aan het bedrijfsresultaat.

### De rol van kerndeskundigen

Bij de mogelijkheden om die individuele en organisatorische acties in te zetten is er een belangrijke rol weggelegd voor kerndeskundigen. In hun adviesrol richting werkgevers en werknemers moeten zij actief aandacht vragen voor de noodzaak van de bronaanpak van werkdruk en stress. Omdat werk gerelateerde psychische klachten complexe problemen zijn, zal dit een multidisciplinaire samenwerking van deze kerndeskundigen vereisen. Bedrijfsartsen, arbeidshygiënist, veiligheidkundigen en arbeids- en organisatiedeskundigen maar ook ergonomen moeten hun expertise bundelen om tot effectieve oplossingen te komen die zowel de individuele als de structurele aspecten van werk gerelateerde stress aanpakken.

### Conclusie

Het rapport over beroepsziekten in 2024 moet toch een wake-up call zijn voor werkgevers en arbo-professionals. Hoewel individuele benaderingen om weerbaarder te zijn tegen werkdruk en stress nuttig zijn, moet de focus ook gericht zijn op de bronnen van deze problemen binnen organisaties. Door één of meerdere van die veranderstrategieën uit te rollen zijn we in staat om een integrale en effectieve wijze van preventie te realiseren.

Met een gezamenlijke inspanning; werkgevers, werknemers, ondersteund door de expertise van kerndeskundigen, pakken we de onzichtbare epidemie van psychische klachten aan en creëren we een gezondere, productievere werkomgeving.

### Literatuur

- Houtman I, Dhondt S, Preenen P, Kraan K, de Vroome E. (2020). Intensivering van het werk in Nederland. Wat is het, waar staan we en wat te doen. Working paper nr. 36, uitgevoerd door TNO, een van de achtergrondstudies voor de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR) voor het WRR-rapport "Het betere werk. De nieuwe maatschappelijke opdracht". 14 januari 2020. Online beschikbaar via: <https://www.wrr.nl/publicaties/working-papers/2020/01/15/intensivering-van-werk-in-nederland>.
- van der Molen H, Kuijer P, de Groene G, Geelen C, Derikx M, Bartstra H, Maas J, Brand T. (2023) Kerncijfers beroepsziekten 2023. Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB), Amsterdam UMC, Amsterdam, mei 2023. Online beschikbaar via: [https://www.beroepsziekten.nl/sites/default/files/kerncijfers/ncvb\\_kerncijfers-beroepsziekten\\_2023.pdf](https://www.beroepsziekten.nl/sites/default/files/kerncijfers/ncvb_kerncijfers-beroepsziekten_2023.pdf).
- van der Molen H, Kuijer P, de Groene G, Geelen C, Maas J, Brand T, Bartstra H, Tamminga S, Los F, Derikx M. (2024) Beroepsziekten in cijfers 2024. Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB), Amsterdam UMC, Amsterdam, mei 2024. Online beschikbaar via: <https://www.beroepsziekten.nl/sites/default/files/cijfers/beroepsziekten-in-cijfers/2024/Beroepsziekten-in-cijfers-2024.pdf>.

# Full paper

## De langetermijn oplosmiddelblootstelling bij schildersziekte/CSE. Een evaluatie van twee beoordelingsmethoden

Theo Scheffers<sup>1</sup>

Trefwoorden: TSB, Oplosmiddelen, Schildersziekte, CSE, letselschade

### Samenvatting

Het beoordelen van de langetermijn oplosmiddelblootstelling is een van de pijlers bij een letselschadeverzoek voor Schildersziekte/Chronic Solvent-induced Encephalopathy (CSE). Twee methoden voor deze beoordeling zijn beschreven en geëvalueerd.

De Eindscore  $E_{VOS}$  in de CSE Tegemoetkomingsregeling (TSB) meet de relevantie van het beroepsmatig contact met vluchtige organische stoffen (VOS).  $E_{VOS}$  combineert hiervoor logisch geordende, categorische parameters van werkplekfactoren (toepassing, pieken en beheersmaatregelen) en emissiepotentie van VOS. De bijbehorende semi-kwantitatieve scores en de blootstellingsduur worden vermenigvuldigd en gesommeerd in  $E_{VOS}$  over alle VOS gerelateerde beroepen in de arbeidshistorie. De parameters zijn discutabel, de scores zijn onderling niet afgestemd en bieden door de beperkte beschrijving ruimte voor interpretatieverschillen.  $E_{VOS}$  is een gedateerd, niet gevalideerd niche instrument, niet gekalibreerd op werkplekatmosfeer concentraties, gebruikt niet-CSE-specifieke grenswaarden en de verschillen in de dagelijkse blootstellingsduur tussen beroepen worden genegeerd. Omdat daarnaast niet alle VOS CSE gerelateerde vluchtige organische oplosmiddelen (VOO) zijn en laag verdampende VOO's worden uitgesloten, is  $E_{VOS}$  een tamelijk willekeurige en onnauwkeurige maat van het beroepsmatig oplosmiddel contact. De arbitraire  $E_{VOS} \geq 15$  voor relevant VOS contact wordt ook met lage werkplek scores al snel bereikt.

De generieke Cumulatieve blootstellingsIndex  $CI_{CSE}$  toetst de omvang van de VOO blootstelling en duidt op CSE aannemelijkheid bij meer dan  $CI_{CSE} = 5$  index-jaren. VOO blootstellingsverdelingen per profiel worden geschat met historische metingen (databases, literatuur) en modellen. Van de profielen in de arbeidshistorie met meer dan 5% de werkdagen boven de CSE grenswaarde van  $GW_{CSE} = 116 \text{ mg/m}^3$ , wordt het aantal blootstellingsjaren vermenigvuldigt met de index van het rekenkundig gemiddelde (AM) en  $GW_{CSE}$  en het product wordt opgeteld in  $CI_{CSE}$ . De VOO  $GW_{CSE}$  is met read-across afgeleid van de SCOEL CSE grenswaarde voor C6-12 koolwaterstoffen. Een  $CI_{CSE} \geq 5$  gecombineerd met passende klachten, maakt het uitsluiten van andere oorzaken van de gezondheidsklachten overbodig. In een civielrechtelijke letselschade casus van een metaalverfverspuiters met een dispuut over de diagnostiek, was de  $CI_{CSE}$

### Summary

Assessing long-term solvent exposure is one of the pillars of a personal injury claim for Chronic Solvent-induced Encephalopathy (CSE)/Painter's Disease. Two methods for this assessment have been described and evaluated.

The Final Score  $E_{VOC}$  in the CSE Compensation Scheme (TSB) combines logically ordered, categorical parameters of volatile organic compounds (VOCs) emission potential and workplace factors (application, peaks and control measures). Parameter scores and the exposure duration are multiplied and summed up in  $E_{VOC}$  for all VOC-related occupations in the work history. An arbitrary  $E_{VOC} \geq 15$  is one of the pillars for TSB CSE plausibility. The  $E_{VOC}$  parameters are debatable and, due to the limited descriptions, offer room for differences in interpretation. The semi-quantitative scores differ mutually without explanation.  $E_{VOC}$  is an outdated, non-validated niche instrument, not calibrated to workplace atmosphere concentrations, uses non-CSE-specific limits and ignores differences in daily exposure duration between occupations. In addition, because not all VOCs are CSE-related volatile organic solvents (VOSs) and low-evaporation VOS are excluded,  $E_{VOC}$  is a rather random and inaccurate measure of occupational solvent contact. An arbitrary  $E_{VOC} \geq 15$  is quickly exceeded even with low workplace scores.

The Cumulative Exposure Index  $CI_{CSE}$  assesses the magnitude of VOS exposure in the work history and indicates the onset of CSE plausibility when  $CI_{CSE}$  exceeds 5 index years. The VOS 8-hour exposure distributions are determined using historical measurements (databases and literature) and models. Of the profiles where the CSE limit value of  $OELV_{CSE} = 116 \text{ mg/m}^3$  is exceeded on more than 5% of the working days, the number of exposure years is multiplied by the index of the arithmetic mean (AM) and  $OELV_{CSE}$  and then summed in  $CI_{CSE}$ . The VOS  $OELV_{CSE}$  is read-across derived from the SCOEL CSE limit value for C6-12 hydrocarbons. A minimum of  $CI_{CSE} = 5$  index years combined with appropriate complaints makes it unnecessary to rule out other causes of the health problems. In a civil personal injury case of a metal paint sprayer with a dispute about diagnostics, the  $CI_{CSE}$  of the aromatic/C4-alcohol mixture was decisive. The known, yet unresolved differences between the hybrid models Stoffenmanager, ART and ECETOC TRA for the same profiles necessitates an additional assessment with

<sup>1</sup> Epidemioloog, met focus op de beoordelen blootstelling, [theo.scheffers@tsac.nl](mailto:theo.scheffers@tsac.nl)

van het aroma/C4-alcohol mengsel doorslaggevend. De bekende, nog niet opgeloste verschillen tussen de hybride modellen Stoffenmanager, ART en ECETOC TRA voor dezelfde profielen maakt aanvulling met de andere bronnen noodzakelijk bij een  $CI_{CSE}$  in de buurt van 5 in-dex-jaren. De elementen van  $CI_{CSE}$  zijn bekend bij een omvangrijke groep EN689 geschoolde beoordelaars in Nederland.

## Meeneemboodschap

Vervang in de TSB CSE de Vluchtige Organische Stoffen (VOS) definitie door Vluchtige Organische Oplosmiddelen (VOO). En vervang de Eindscore  $E_{VOS}$  door de cumulatieve blootstellings Index  $CI_{CSE}$ .  $CI_{CSE} \geq 5$  kan de toets op andere oorzaken vervangen en is bij passende, tijdsaannemelijke klachten en omstreden diagnostiek bruikbaar voor CSE aannemelijkheidsbeslissing.

## 1 Inleiding

Personen met breinschade ontwikkeld tijdens periodes van omvangrijke beroepsmatige blootstelling aan vluchtige organische oplosmiddelen (VOO) kunnen civielrechtelijk een letselschadeverzoek indienen bij de werkgever. Sinds 1 januari 2023 kunnen deze personen ook een beroep doen op de ministeriële Tegemoetkomingsregeling Stoffengerelateerde Beroepsziekten (TSB) (Min. SZW, 2022a).<sup>2</sup> Civielrechtelijk geldt de letselschaderegeling voor werknemers bij een Nederlandse werkgever. De TSB geldt ook voor ZZP'ers met opdrachtgevers werkend onder het Nederlands recht (Min. SZW, 2022b).

Deze beroepsziekte, internationaal en in de TSB *Chronic Solvent-induced Encephalopathy* (CSE)<sup>3</sup> genoemd, staat in Nederland bekend als Schildersziekte of OPS.<sup>4</sup> Voor beide verzoeken is de beoordeling van het langetermijn beroepsmatige oplosmiddelcontact essentieel. Deze worden hier beschreven en geëvalueerd.

## CSE causaliteit

Volgens veel deskundigen is langdurige blootstelling aan VOO causale gerelateerd van CSE (Gezondheidsraad, 1999; Van Valen et al., 2012; Min. SZW, 2022a), CSE is als beroepsziekte in de afgelopen decennia steeds meer (Arlien-Søborg et al., 1979; WHO, 1985; EU, 2003; Van Valen et al., 2012; Min. SZW, 2022a), geaccepteerd. In een deel van Europa is er consensus over de volgende punten (Van Valen et al., 2012; 2015; Van Valen, 2018):

1. CSE ontwikkelt zich geleidelijk en alleen tijdens periodes van blootstelling;
2. CSE wordt pas na enige jaren opgemerkt;
3. CSE is gekoppeld aan een specifiek klachtenpatroon o.a. vermoeidheid, stemmingsproblemen (prikkelbaarheid, apathie), geheugenklachten, concentratieklachten;

<sup>2</sup> De TSB-regeling verschaft personen met een 'voorhands aannemelijke' beroepsziekte door gevaarlijke stoffen een eenmalige financiële tegemoetkoming. Schildersziekte/CSE is een van de aandoeningen genoemd in de TSB.

<sup>3</sup> In het Nederlands 'Breinschade door Herhaalde Oplosmiddelblootstelling' (BHO)

<sup>4</sup> OPS is de Nederlandse afkorting van 'Organo Psycho Syndroom'.

the other sources if the  $CI_{CSE}$  is close to 5 index years. The elements of  $CI_{CSE}$  are familiar to EN689 trained assessors.

## Take-away message

Replace the Volatile Organic Compounds (VOCs) definition with Volatile Organic Solvents (VOS) in the CSE Compensation Scheme. And replace the  $E_{VOC}$  Final Score with the  $CI_{CSE}$  Cumulative Exposure Index.  $CI_{CSE} \geq 5$  can replace the test for other causes and can be used for CSE plausibility decision in the event of appropriate, time-plausible complaints and controversial diagnostics.

4. De schade in de cognitieve vermogens van het brein is momenteel alleen met neuropsychologisch onderzoek (NPO) vast te stellen;
5. de schade in het brein ontwikkelt zich niet verder na beëindiging van de blootstelling en herstelt hooguit minimaal.

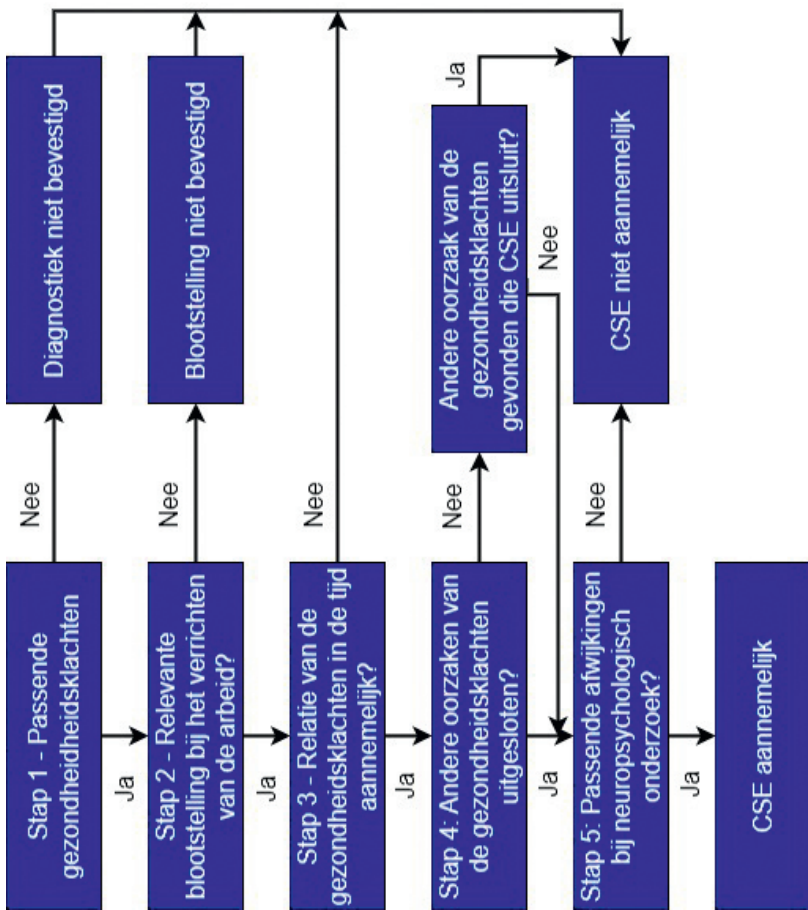
CSE wordt op basis van de symptomen in verschillende typen ingedeeld. De TSB CSE geldt momenteel alleen bij een cognitieve stoornis type 2B (gestoord intellectueel functioneren) of type 3 (dementie) op basis van de Raileigh-classificatie (Van Valen et al., 2012).

Welke VOO-componenten nu precies CSE veroorzaken (ECETOC, 1996), wat het mechanisme is, of er verschillen in CSE-potentie zijn (ACGIH 2019, TLV documentation on Stoddard Solvent) en hoe piekblootstellingen mee te nemen (Gezondheidsraad, 1999) is nog niet opgehelderd. Voor meer informatie over CSE en de VOO componenten, zie paragraaf 4.2 en Annex A1.1.

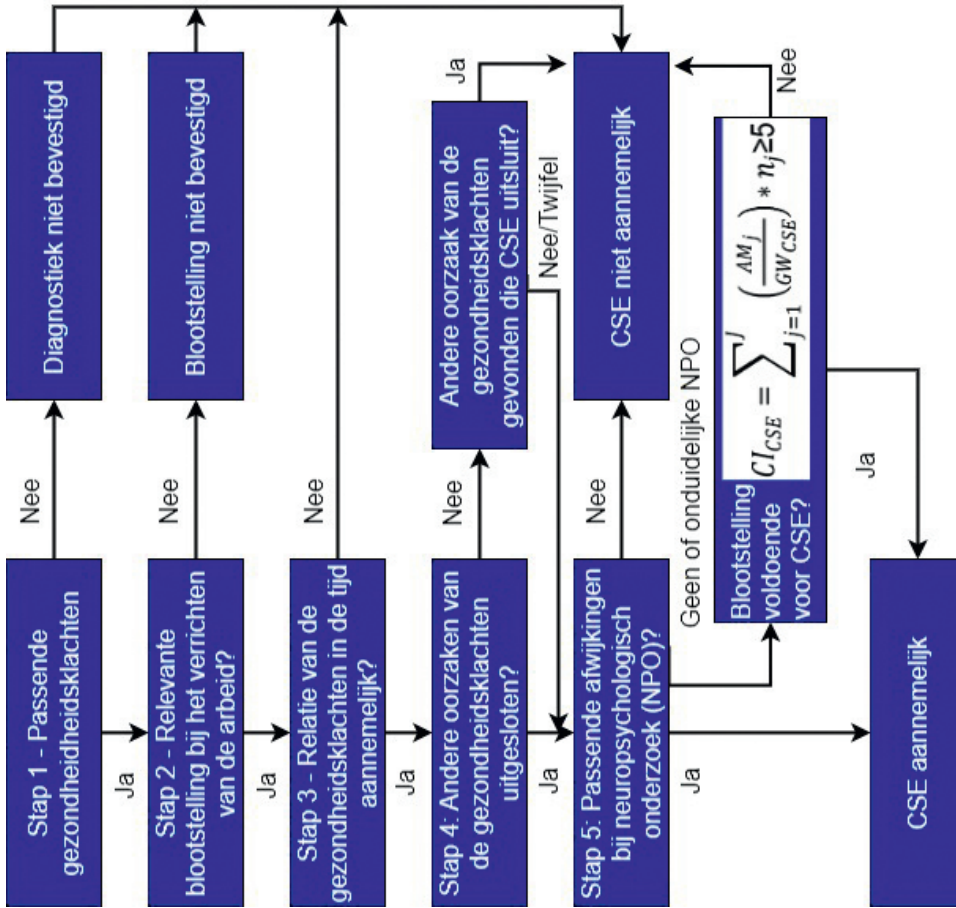
## CSE complexiteit

Waar andere beroepsaandoeningen (mesothelioom, longkanker, astma, gehoorschade, stralingsziekte) en veelvuldig oplosmiddelmisbruik meetbaar zijn in het lichaam, is CSE ondanks de ontwikkelingen in MRI niet zichtbaar in de hersenen (Kampen, 2023). En daarnaast zijn de NPO verschijnselen niet exclusief voor CSE: bepaalde aandoeningen, levensgewoontes en andere niet-VOO beroepsmatige factoren kunnen deze klachten en neuropsychologische afwijkingen ook veroorzaken (Van Vliet, 2023).

Ook is de cumulatieve oplosmiddel blootstelling niet in het lichaam waarneembaar, zoals bij stoffen die niet of zeer langzaam uit het lichaam verdwijnen (asbest, silica, DDT, lood, cadmium).



Figuur 1 De 5 pijlers en stappen voor het vaststellen van de CSE aannemelijkheid (Min. SZW, 2022)



Figuur 2 De Civielrechtelijke aanpak voor de CSE aannemelijkheid bij medische onduidelijkheid.



## CSE aannemelijkheid.

Het vaststellen van de 'CSE-aannemelijkheid' door een TSB-deskundigenpanel is gebaseerd op vijf pijlers (Van Valen et al., 2012; Min. SZW, 2022b) die allemaal en veelal stapsgewijs worden doorlopen (zie Figuur 1). De hierboven genoemde beperkingen in blootstelling en diagnostiek maakt dat de CSE-aannemelijkheidsbeslissing alleen mogelijk is door combinaties van meerdere pijlers en met een unanieme beslissing van de deskundigen.

Personen met passende, tijdsaannemelijke klachten (stap 1 en 3) en een relevant contact aan deze stoffen (stap 2) komen in aanmerking voor de CSE-vervolgdiagnostiek (stap 4 en 5). Zijn alle pijlers positief dan is CSE aannemelijk.

In het Civielrecht (Charlier, 2010) kan de CSE aannemelijkheid ook worden vastgesteld met de omvang van de blootstelling (zie Figuur 2, Blootstelling voldoende voor CSE?) bij onduidelijkheid in de medische diagnostiek (stap 4 en 5). Hier accepteren partijen de blootstellingsbeoordeling en het bijbehorend aannemelijkheidsoordeel of wijzen het af. Omdat er bij letsel schadeverzoeken meestal geen VOO-metingen van de persoon beschikbaar zijn, wordt de omvang geschat met de beroepsmatige VOO blootstellingsinformatie en de beoordelingsmethoden die in de afgelopen 50 jaar beschikbaar is gekomen.

## Leeswijzer

Dit artikel is een uitwerking van presentaties (Scheffers, 2019; 2021a) en het deskundigenbericht (Scheffers, 2021b) voor beoordelaars van beroepsmatige blootstelling, laatstelijk tijdens de CSE-bijeenkomst op 27 september 2023 georganiseerd door de NVvA-werkgroep Klinische arbeidshygiëne en de NVAB-werkgroep Stoffen-gerelateerde Beroepsziekten (Scheffers, 2023)<sup>5</sup>.

Omdat de beoordeling van langetermijnblootstelling aan chemische stoffen geen dagelijks werk is voor veel Arbo-professionals met hun verschillende achtergronden, is de beoordeling stapsgewijs uitgewerkt in de volgende paragrafen van eenvoudig tot meer complex. Technische details en achtergronden staan beschreven in de Annex die via een QR-code en een URL online beschikbaar is (zie Additionele informatie).

Overheid (TSB, Arbeidsomstandighedenwet), bedrijfsgeneeskunde (Solvent Team, Health surveillance), epidemiologie, arbeidstoxicologie, civielrecht (Letselschade) en de blootstellingsbeoordelingsrichtlijnen van internationale organisaties (CEN, ECHA en AIHA) gebruiken verschillende bewoordingen voor vaak dezelfde begrippen. Geprobeerd is deze bewoording op een lijn te brengen. Het op een lijn brengen van arbeidshygiënische terminologie (NVvA, 2020a) en gereedschappen (Scheffers, 2017b), het ontwikkelen van methoden en instrumenten (HYGINIST, DOHSBase, retro-

spectief cohort in Nederlandse chemiebedrijven), promoten dat vooronderstellingen (normaal of lognormaal vorm, omvang geometrische standaarddeviatie, subgroep verschillen) gecontroleerd worden (Scheffers, 1991; 1995; 2017a), het ter discussie stellen van professionele mythes (tussen- en binnenpersoonverschillen, GSD is geen maat voor het beheersniveau maar een profieleeigenschap, buitenlandse kennis is beter) en olifantenpaadjes (detectiegrenzen, meetonnauwkeurigheid, de preliminary test) (Scheffers, 2017a; 2018b; 2022), past in de passie en missie van de auteur in de afgelopen 30 jaar.

## 2 Methode en materiaal

De twee blootstellingbeoordelingen zijn beschreven vanuit de publiek beschikbare (zie Literatuur) en collegiaal beschikbaar gestelde informatie. De TSB-blootstellingsbeoordeling (Figuur 1, stap 2) is door het Solvent Team en het Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) rond de millenniumwisseling ontwikkeld (Huy et al., 2002; Bartstra et al., 2020) en in 2023 integraal overgenomen in het TSB CSE protocol. Op verzoeken om informatie over de EVOS-aanpak is door de ontwikkelaars niet gereageerd.

Het deskundigenbericht voor het letselschadeverzoek is gemaakt vanuit het civielrecht (Letselschade Raad, 2020), de arbeidshygiëne (EN689 (CEN, 2018+AC:2019); AIHA, 2015), de gezondheidsbewaking (health surveillance) bij het werken met chronisch toxische stoffen (Marquart et al., 1999), epidemiologie (Checkoway, Pearce & Kriebel, 2004) en de arbeidstoxicologie en risicobeoordeling (Gezondheidsraad, SCOEL, ECHA). Daarnaast zijn de collegiaal ontvangen deskundigenberichten (Jongeneelen & Terwoert, 2011; Van Rooij, 2018; Smid et al., 2013; Terwoert, 2010) en het TNO-rapport in opdracht van FNV-beroepsziekten over een aantal deskundigenberichten (Tjoe Nij, Marquart & Preller, 2007) gebruikt.

De twee methoden zijn beoordeeld op wat momenteel mogelijk is vanuit bovengenoemde vakgebieden betrokken.

## 3 Beoordelen blootstelling met $E_{VOS}$ EN $CI_{CSE}$

De beoordeling van het oplosmiddel contact en de omvang  $CI_{CSE}$  zijn in Tabel 1 naast elkaar uitgesplitst naar aard, mate en duur. Er worden elf invoerparameters en twee uitkomsten parameters onderscheiden die voor de leesbaarheid in de komende paragrafen ook zijn aangeduid met het rij#.

De blootstellingsbeoordeling begint voor beide methoden met een arbeidsanamnese (#1). Deze beschrijft chronologisch de blootstellingsprofielen (EN689, paragraaf 3.1.2) of de uitgevoerde beroepen, functies en/of deelactiviteiten (zoals genoemd in de TSB) in de arbeidshistorie, en de duur (#11) van de oplosmiddel contacten. De duur is hierbij de combinatie van de uren per dag (#7), dagen per jaar en jaren per profielen of beroep (#11).

<sup>5</sup> <https://www.arbeidshygiene.nl/agenda/nvva-bijeenkomsten/20230927-klinische-ah/>

Met een basiskarakterisering (EN689, paragraaf 5.1) worden de gebruikte oplosmiddelen (#2) met hun grenswaarden (#3) en fysisch chemische eigenschappen (#4, #5, #6) en de werkplekfactoren (#7 & t/m #10) geïnventariseerd.

De TSB Eindscore  $E_{VOS}$  is een maat voor het cumulatief VOS contact in de arbeidshistorie.  $E_{VOS}$  vermenigvuldigt per beroep, functie of deelactiviteit de semi-kwantitatieve scores voor de VOS producteigenschap (#6), vier blootstelling beïnvloedende werkplekfactoren: applicatiewijze (#7), frequentie piekblootstelling (#8), ventilatie (#9) en persoonlijke bescherming (#10) met 0,4 maal de arbeidstijd in jaren (#11) (Huy et al., 2002). De resulterende producten worden vervolgens gesommeerd in  $E_{VOS}$  (#12). Met  $E_{VOS} \geq 15$  (#13) is het VOS-contact 'relevant' voor de verdere CSE diagnostiek (stap 3 t/m 5) en kan het in combinatie met de andere pijlers worden gebruikt voor een CSE-aannemelijkheidsbeslissing door het TSB-deskundigenpanel.

$CI_{CSE}$  bepaalt per blootstellingsprofiel de VOO-werkplekatmosfeer blootstellingsverdeling van de tijdgewogen gemiddelde concentraties ( $TGG_{GW}$ ).  $TGG_{GW}$  (EN689, paragraaf 5.2.2 en Annex D) is het gemiddeld blootstellingsniveau overeenkomend met de referentieperiode van de CSE specifieke grenswaarde  $GW_{CSE}$  (#3). De  $TGG_{GW}$  verdeling wordt geschat met historische metingen (zie 4.5.3 en 4.5.4) en/of met kwantitatieve modellen (zie 4.5.1 en 4.5.2) vanuit de eigenschappen (#4, #5, #6) van de geïdentificeerde VOO's (#2) en de geïdentificeerde werkplekfactoren (#7 en #9). Van de blootstellingsprofielen waar  $GW_{CSE}$  niet doeltreffend wordt beheerst (zie 4.8.2.1), wordt de index van het rekenkundig gemiddelde blootstellingsniveau  $AM_j$  (in  $mg/m^3$ ) en  $GW_{CSE}$  vermenigvuldigd met het aantal blootgestelde jaren  $n_j$  (#11). Vervolgens worden de product van deze CSE onveilige VOO profielen gesommeerd over de arbeidshistorie (#12). De resulterende cumulatieve blootstellingsindex  $CI_{CSE}$  in index-jaren, is een maat voor de CSE-aannemelijkheid die begint vanaf  $CI=5$  index-jaren (#13). In paragraaf 4 zijn de 11 invoerparameters en de beoordeling en toetsing van  $E_{VOS}$  en  $CI_{CSE}$  verder uitgewerkt.

## 4 Uitwerking van de parameters

### 4.1 Parameter 1: arbeidsanamnese en basiskarakterisering

De arbeidsanamnese beschrijft 'wat er feitelijk is gebeurd' tijdens de werkzame jaren (Letselschade Raad, 2020). Nederlandstalige leidraden voor de arbeidsanamnese en de basiskarakterisering van de VOO blootstelling zijn het TSB protocol (Min. SZW, 2022b), de Leidraad Afwikkeling Beroepsziektezaken (Letselschade Raad, 2020), Boleij, Heederik & Kromhout (1987, bijlagen 1,2, 4,5), NVvA (2003, 2020a, 2020b) en elementen van de blootstellingsbeoordeling in de Zelfinspectie.nl<sup>6</sup> (NLA, 2021). Voor internationale richtlijnen en bruikbare hulpmiddelen, zie Annex A1.3.

<sup>6</sup> <https://www.zelfinspectie.nl/zelfinspectie/werken-met-gevaarlijke-stoffen/inventariseren>

<sup>7</sup> [https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2024-01-01/#Hoofdstuk4\\_Afdeling7\\_Artikel4.62a](https://wetten.overheid.nl/BWBR0008498/2024-01-01/#Hoofdstuk4_Afdeling7_Artikel4.62a)

<sup>8</sup> <https://www.dohsbasonline.com/>

<sup>9</sup> <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>

<sup>10</sup> <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/registered-substances>

<sup>11</sup> <https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-assessment/groupingofchemicalschemicalcategoriesandread-across.htm/>

### 4.2 Parameter 2: CSE-gerelateerde stoffen

Er bestaan bij overheid (EU, NL) noch brancheorganisaties (CEFIC, Concawe, ESIG) lijsten met namen en/of CAS/EI-NECS-nummers van stoffen gerelateerd aan CSE.

#### 4.2.1 Vluchtige organische oplosmiddelen (VOO)

De Gezondheidsraad (1999) relateert CSE aan vluchtige organische oplosmiddelen (VOO) en omschrijft VOO als "koolwaterstoffen (alkanen, cycloalkanen, alkenen en aromaten), chloorhoudende en enkele broomhoudende koolwaterstoffen en zuurstofhoudende koolwaterstoffen (alcoholen, aldehyden, ketonen, ethers, esters en combinaties daarvan) met kookpunten tot maximaal 220°C". Voor de onderbouwing hiervoor en de CSE grenswaarde, zie paragraaf 4.3 en Annex A1.2. En in Annex A1.1 staat hoe en waar CSE VOO en de individuele componenten zijn te vinden.

#### 4.2.2 VOS, samenstelling

Het TSB-protocol (Min. SZW, 2022b) koppelt CSE aan 'vluchtige organische stoffen' (VOS) zoals gedefinieerd in het Arbeidsomstandighedenbesluit artikel 4.62a<sup>7</sup>. VOS is een veel ruimere groep vluchtige organische stoffen. En er zijn meerdere VOS definities. Zie verder Annex A1.1, ook voor het verschil tussen VOO/VOS in het Nederlands en VOS/VOC in het Engels.

#### 4.2.3 VOS, dampspanning en verzadigde dampconcentratie

De Arbo VOS definitie<sup>8</sup> sluit VOO's met een dampspanning die kleiner is dan 10 Pa uit. Er staan in DOHSBase<sup>9</sup> en in ECHA REACH<sup>8</sup> tientallen VOO's en componenten met een dampspanning  $V_p < 10$  Pa waarvan de verzadigde dampconcentratie groter is dan de CSE grenswaarde (zie 4.3.1). Blootstelling aan deze VOO's (zie Annex A1.1.7) komt in de TSB niet in aanmerking voor een letselschade beoordeling.

#### 4.2.4 Deelconclusie

Niet alle VOS zijn CSE gerelateerde VOO. En de laag verdampende VOO's zijn van de TSB uitgesloten. Aanbevolen wordt in de TSB de VOS definitie te vervangen door een oplosmiddel definitie bijvoorbeeld die van de Gezondheidsraad (1999). De vluchtigheid moet gekoppeld zijn aan de potentie om als damp de  $GW_{CSE}$  te overschrijden.

### 4.3 Parameter 3: grenswaarden van VOO en VOS

#### 4.3.1 CSE-specifieke grenswaarde voor $C_6-C_{12}$ koolwaterstoffen

Voor koolwaterstofoplosmiddelen met een ketenlengte van 6 tot 12 koolstofatomen ( $C_6-C_{12}$ ) heeft SCOEL (2007) een CSE-specifieke grenswaarde ( $GW_{CSE}$ ) van 20 ppm (116  $mg/m^3/8$  uur), vastgesteld om irreversibele breinschade te voorkomen (voor meer achtergrond, zie Annex A1.2). De dimensie in  $mg/m^3$  komt overeen met de dimensie die de schatters van de VOO-blootstellingsverdeling

Tabel 1 Parameters voor het oplosmiddel contact en de cumulatieve blootstelling op langetermijn

#	Parameter	TSB cumulatief contact (EVOS)	Cumulatieve blootstelling (CICSE)
1	Arbeidsanamnese	Min. SZW (2022b) beroepen, functies, deelactiviteiten (=blootstellingsprofielen) onder Nederlands recht	Letselschade Raad (2020). Basiskarakterisering van alle blootstellingsprofielen (EN689, paragraaf 5.1)
2	CSE-gerelateerde stoffen	Min. SZW (2022a) en Arbeidsomstandighedenbesluit Art. 4.62a Vluchtige Organische Stoffen (VOS) met dampspanning $V_p \geq 10$ Pa	<b>Aard:</b> Vluchtige organische oplosmiddelen (VOO): ECETOC (1996), Gezondheidsraad (1999), SCOEL (2007)
3	Grenswaarden	MAC's (Min. SZW, 2001) per VOS component, niet CSE specifiek	SCOEL (2007): SUM 087 $GW_{CSE} = 116 \text{ mg/m}^3/8 \text{ uur}$ . C6-12 Koolwaterstof-oplosmiddelen. Read-across voor andere VOO
4	Emissie potentie	Gewicht% c oplosmiddel in verf Verdampingfactor $f = 0; 0,2; 0,7; 1; 1,4; 2$ Fractionele verdampingfactor = $c*f$	Per stof: • Molecuulgewicht • Dampspanning $v_p$ • Oplosbaarheid (huid) Voor mengsels: • Molaire samenstelling • Activiteitscoëfficiënten • (XLunifac) dampspanning
5		$OAR = 1000 * c * f / MAC$	
6		Producteigenschap/ Risico van de bron $p_1 = 1, 3$ of $5$ 1 = laag ( $OAR < 300$ ) 3 = middel ( $300 < OAR < 600$ ) 5 = hoog ( $OAR > 600$ )	
7	Toepassing	Applicatiewijze/ Toepassingsfactor (a) 1 = klein verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. kwast) 2 = Gemiddeld verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. roller) 4 = groot verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. vernelen of werken bij verhoogde temperatuur)	Per blootstellingsprofiel $j$ Werkplekfactoren (EN689, par. 5.1.3) <b>Duur</b> blootstelling: aantal • Uren per dag • Werkdagen per jaar <b>Mate:</b> met historische metingen of kwantitatieve modellen (EN689, par. 5.1.4) • De verdeling van de over de $GW_{CSE}$ -referentie periode Tijd Gewogen Gemiddelde $TGG_{GW}$ concentraties (incl. pieken) • Het 95%-tel $C_{95\%,j}$ • Het rekenkundig gemiddelde $AM_j$ als $C_{95\%,j} > GW_{CSE}$
8	Piekblootstelling	Frequentie piekblootstelling ( $p_2$ ) 1 = nooit/soms 1.5 = regelmatig 2 = vaak	AM <sub>j</sub> en $C_{95\%,j}$ correctie als de arbeidsanamnese het effectief gebruik van PBM aannemelijk maakt
9	Beheersmaatregelen	Ventilatie (v) 1 = binnen, zonder ventilatie 0,8 = binnen, ruimte ventilatie 0,6 = binnen, bronafzuiging 0,4 = buiten	
10		Persoonlijke Bescherming ( $p_3$ ) 1 = geen PBM of verkeerde 0,75 = tijdens piekmomenten	
11	Relevante duur (jaren)	$0,4 * \text{duur} (n_j)$ in jaren van de $J$ blootstellingsprofielen. $\sum n_j > 10$	Aantal jaren ( $n_j$ ) van de $J$ blootstellingsprofielen met $C_{95\%,j} > GW_{CSE}$
12	Cumulatief	Eindscore in Solventjaren: $E_{VOS} = \sum_{j=1}^J (0,4 * n_j * p_1 * a * p_2 * v * p_3)$ Range bij $n = 10-40$ blootstellingsjaren: $E_{VOS} = 0,4 * n * (3...40) = 1,2...640$	CSE-aannemelijkheid $CI_{CSE} = \sum_{j=1}^J \left( \frac{AM_j}{GW_{CSE}} \right) * n_j$ Range: 0 of $> 1$ in CSE-index jaren
13	Toetsingswaarde(n)	$E_{VOS} < 15$ laag, niet CSE relevant $E_{VOS} \geq 15$ middel, nader diagnostisch onderzoek stap 4 en 5 $E_{VOS} \geq 50$ : hoog (Huy et al., 2002)	$CI_{CSE} \geq 5$ : omvang 'Behoorlijk groot', CSE aannemelijk vanuit blootstelling

gebruiken (zie 4.5). Voor het stoffenoverzicht zie Annex A1.1.2.

#### 4.3.2 VOO Read-across

Read-across (Caris & Heussen, 2022; ECHA, 2019; ECHA REACH Annex XI<sup>10</sup>; OECD, 2014) is de aanpak om gaten in de informatie aan te vullen vanuit verwante stoffen. Volgens de OECD<sup>11</sup> is "een chemische categorie een groep chemische stoffen waarvan de fysisch-chemische en menselijke gezondheid[...] eigenschappen [...] waarschijnlijk vergelijkbaar zijn of een regelmatig patroon volgen, meestal als resultaat van structurele gelijkheid."

Voor de immens omvangrijke groep koolwaterstof oplosmiddelen (Van Balen, 2023) wordt in de industrie grouping en read-across al toegepast voor de GHS-classificatie, bijvoorbeeld voor de C5-C20 alkanen en aromaten (McKee, Adenuga & Carrillo, 2015). Deze auteurs stellen: "Despite the compositional complexity, most hydrocarbon solvent constituents have similar toxicological properties, and the overall toxicological hazards can be characterized in generic terms". In de volgende paragrafen wordt aangegeven waarom en wanneer de  $GW_{CSE}$  voor andere VOO's dan de  $C_6-C_{12}$  koolwaterstoffen kan worden gebruikt.

#### 4.3.2.1 VOO met een eigen niet-CSE-grenswaarde

Sommige  $C_6-C_{12}$  koolwaterstoffen hebben grenswaarden (ACGIH, 2019; SCOEL, 1992; Gezondheidsraad<sup>12</sup>; 2000a; 2000b) voor de acuut neurotoxische effecten (zie Annex A1.2.3 en verder) die bij hogere concentraties optreden) dan de  $GW_{CSE}=116 \text{ mg/m}^3$ .

Ook zijn er  $C_6-C_{12}$  koolwaterstoffen met een grenswaarde lager dan de  $GW_{CSE}$ . Bijvoorbeeld vanwege carcinogeniteit (benzeen, vinylcyclohexeen), specifieke toxiciteit (difenylether,  $CS_2$  naftaleen) of irritatie (dicyclopentadien). Ook deze VOO's (o.a. benzeen, difenylether) hebben bij hogere concentraties een acuut neurotoxisch effect, maar dat is niet het kritisch effect voor de numerieke grenswaarde. Een bijdrage aan CSE vergelijkbaar met de andere VOO niet aan te tonen vanwege de lagere blootstellingen maar wel aanmerkelijk en relevant in VOO-mengsels.

#### 4.3.2.2 Gesubstitueerde VOO's

Gesubstitueerde koolwaterstof oplosmiddelen (zie 4.2) zijn functioneel (lipofiel) en structureel, fysisch-chemisch en gezondheidskundig verwant aan  $C_6-C_{12}$  koolwaterstoffen: een koolstofketen met een lengte tot 12 C-atomen en een verzadigde dampconcentratie van meer dan  $116 \text{ mg/m}^3$ . Ze zijn in staat de bloed-hersenbarrière te passeren en verblijven daar voldoende lang voor een verdovende (prenarcotische) werking. De Gezondheidsraad (1999) relateert ze aan CSE (zie 4.2.1) maar CSE specifieke grenswaarden zijn niet bekend. Op grond van bovenstaande mag een CSE bijdrage van deze componenten worden verwacht die bij gebrek aan nadere informatie te beoordelen is met de SCOEL  $GW_{CSE}=116 \text{ mg/m}^3/8 \text{ uur}$ .

In de casus zijn de concentraties in  $\text{mg/m}^3$  van de vier VOO-componenten in het oplosmiddelmengsel gesommeerd en beoordeeld tegen  $GW_{CSE}$  en niet individueel of via de additieregule (EN689, paragraaf 5.5.1) met de grenswaarde voor het kritisch effect (zie Annex A1.9.2, Tabel A7).

#### 4.3.3 VOS MAC's uit 2000

$E_{VOS}$  gebruikt in de OAR (#5) de vervallen bestuurlijke Maximaal Aanvaarde Concentraties (MAC's) uit 2000 (Min. SZW, 2001). Een lijst met VOS MAC's is opgenomen in het formulier "Beoordelen blootstelling Solvent Team" (Huy et al., 2002). Sommigen stoffen in de lijst zijn neurotoxisch zoals n-Hexaan (perifeer zenuw schade) anderen zijn geen oplosmiddel (o.a. ftalaten, epichloorhydrine). De Aromaten MAC's dateren uit de jaren 70 en 80 en moeten pre-narcotische effecten voorkomen (Scheffers, Jongeneelen & Bragt, 1985). De MAC's van terpenes<sup>13</sup> zijn een factor 5 hoger dan de  $GW_{CSE}$  en overgenomen van de ACGIH TLV uit 1987 (zie Annex A1.2.5). Het schatten van de CSE relevantie is onzuiver als MAC's worden gebruikt met afwijkende numerieke waarden bedoeld voor andere effecten (zie 4.4.1).

#### 4.3.4 Drempel of risico benadering

Belangrijk voor de beoordeling van de blootstelling (zie 4.8.2) is de brede consensus (ECETOC, 1996; Gezondheidsraad, 1999; SCOEL, 2007; ACGIH, 2019) dat CSE een effect is waarvoor een gezondheidskundige drempeldosis c.q. een no-effectlevel bestaat waaronder CSE niet optreedt ook niet bij langdurig, herhaalde blootstelling. Een drempel is volgens de Gezondheidsraad (2021) "... de concentratie waaronder geen of bijna geen significante nadelige effecten worden verwacht in de loop van en na het beroepsleven, of bij de nakomelingen van werknemers. Het maakt niet uit of het effect lokaal of systemisch is, of de effecten direct na blootstelling of op middellange of lange termijn optreden". Ook SCOEL (2017) definieert zo'n grenswaarde als: "...exposure level below which exposure [...] is not expected to lead to adverse effects in workers.". Ook in REACH is er een onderscheid tussen stoffen met (DMEL= Derived minimum effect level) en zonder (DNEL= Derived no effect level) drempel (ECHA 2012; 2019). Een drempel wordt gepresenteerd als numerieke waarde of puntschatter. Er is echter geen scherpe lijn tussen veilig werken (onder de drempel, groen) en gezondheidsschade (boven de drempel, rood). De ontwikkeling van de aandoening is mede afhankelijk van persoonlijke (aanleg, metabolisme, geslacht en andere aandoeningen) en omgevingsfactoren. Het is (nog) geen gewoonte om de breedte in no-effect-levels en persoonlijke factoren te vertalen naar een band of overgangsgebied (oranje) tussen veilig en schadelijk voor alle werkenden. Meestal wordt met veiligheidsfactoren een conservatieve ondergrens (tussen groen en oranje) vastgesteld zodat de aandoening bij bijna niemand direct boven de drempel ontstaat.

#### 4.3.5 Risico benadering TSB Asbest en Allergenen

Een CSE drempel dosis-effect benadering verschilt sterk van de risico dosis-respons benadering zoals gekoppeld aan de TSB-protocollen voor asbest en allergenen. Voor een risicowaarde blijft er onder het streef- en/of verbodsniveau een kans op de aandoening (kanker, allergie) die wel eenparig afneemt met de omvang van de blootstelling maar pas nul wordt bij een onbekend lage blootstelling (groen bestaat dus niet). De streef- en verbodsniveaus zijn gekoppeld aan geaccepteerde of genormeerde kansen bij lange tot levenslange blootstelling. Bij chronisch toxische werking zoals CSE is er geen kans: het irreversibele effect ontwikkelt zich pas boven de drempel bij (bijna) iedereen. Zie 4.8.2 voor de consequenties die dit heeft voor het beoordelen van de blootstelling en de CSE-aannemelijkheid.

#### 4.3.6 De regel van Haber

De ernst van een chronisch toxisch effect neemt volgens de 'regel van Haber' toe met de combinatie van het blootstellingsniveau en de duur. Volgens SCOEL zal CSE zich pas ontwikkelen bij blootstelling boven de  $GW_{CSE}$  van  $116 \text{ mg VOO/m}^3$ . Hoe hoger en frequenter de  $GW_{CSE}$ -overschrijding hoe

<sup>12</sup> <https://www.healthcouncil.nl/search?keyword=occupational%20exposure%20limits&type=Advisory>

<sup>13</sup> <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/White-spirit>

sneller CSE zichtbaar wordt en hoe ernstiger de aandoening. Zie 4.9.2 voor de invloed op de CSE-aannemelijkheid.

#### 4.3.7 Piekblootstelling

SCOEL adviseert een STEL van 50 ppm over 15 minuten. Dit is 2,5 maal de  $GW_{CSE,8 \text{ uur}}$ . De STEL is niet voor CSE maar "... to prevent acute irritation and acute neurological symptoms" (zie Annex A1.1.6 voor de GHS/CLP classificaties van VOO voor de acute symptomen en chronische irreversibele effecten).

De Gezondheidsraad (1999) acht het mogelijk dat piekblootstelling een additionele CSE factor is maar "... of de interne dosis (gemiddelde concentratie vermenigvuldigd met de blootsteldingsduur) of de hoogte van de interne concentratie (het maximum van de piek gedurende het concentratieverloop) dan wel beide bepalend zijn voor het optreden van CTE [Een andere afkorting voor CSE, TS] kan aan de hand van het literatuuronderzoek en de PBPK<sup>14</sup>-studies geen antwoord worden gegeven". Het SER-advies piekblootstelling biedt geen aanvullende wetenschappelijke aanknopingspunten (SER, 2002) (zie ook Annex A1.2.5).

#### 4.3.8 Deelconclusie

Aanbevolen wordt voor de CSE-aannemelijkheid de blootstelling aan VOO (de CSE causale factor volgens de Gezondheidsraad, 1999) te beoordelen met de SCOEL  $GW_{CSE}=116 \text{ mg/m}^3$ . Piekblootstelling frequentie kan kwalitatief mee worden gewogen als de omvang van de blootstelling geen duidelijkheid geeft over de CSE-aannemelijkheid (zie 4.9.2).

#### 4.4 Parameters 4-10: $E_{VOS}$ -contactparameters

De categorische waarden van de blootstellingsparameters worden omgezet naar semi-kwantitatieve scores (zie Tabel 1 en Tabel 2). De TSB en het Solvent Team hanteren verschillende benamingen voor de emissiepotentie  $p_1$  en de werkplekfactoren (zie Tabel 1, Tabel 2 en Tabel 3). Hier gebruiken we zoveel mogelijk de TSB-benaming.

##### 4.4.1 Parameters 4-6: emissiepotentie

De vervallen<sup>15</sup> Noorse productveiligheidsmaat Occupational Air Requirement=OAR (Brouwer, 2005) wordt gebruikt voor de bepaling van de parameter producteigenschap/risico van de bron. De OAR (#5) is de index van de fractionele verdampingfactor  $c*f$  (Tabel , #4) en historische, niet-CSE-specifieke Nederlandse VOS grenswaarden (MAC 2000, #3). De OAR is een indicatie van de hoeveelheid lucht ( $\text{m}^3$ ) nodig om de VOS bij volledige verdamping uit één liter verf in overeenstemming te brengen met de 8 uren grenswaarde/MAC (Brouwer, 2005). De numerieke dampspanning  $V_p$  van de VOS component of het mengsel wordt omgezet naar de verdampingsfactor  $f$  (#4) met zes discrete, niet eenparig toenemende waarden tussen 0 en 2 volgens een (onbekende) methode van de Noorse overheid (Huy et al., 2002). Van 77 VOS staan formulier (Huy et al., 2002) MAC's, dampspanningen  $V_p$ , ver-

dampingsfactoren  $f$  en OAR's. De producteigenschapsscore  $p_1$  (#6) is altijd één of meer, zelfs bij een dampspanning van (bijna) nul. VOS componenten met een MAC die afwijkt van  $GW_{CSE}$  (zie 4.3.2.1) krijgt een afwijkende  $p_1$  score en zorgt in  $E_{VOS}$  voor een onzuivere relevantie van het CSE gerelateerd oplosmiddelcontact.

##### 4.4.2 Parameters 7, 9 en 10: applicatiewijze, ventilatie en persoonlijke beschermingsmiddelen

De score 'a' voor de Applicatiewijze (#7) heeft drie waarden. De onderbouwing voor de waarden 'klein', 'gemiddeld' en 'groot' van deze score is beperkt en open voor interpretatieverschillen. Ook voor ventilatie (#9) en persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM, #10) is de onderbouwing en beperkt. Alle naar semi-kwantitatieve scores geconverteerde categorische parameters hebben een start waarde 1 maar de daarop volgende scores verschillen tussen de parameters en nemen soms niet lineair toe (applicatiewijze), wat een werkingsmodel suggereert die verder niet is uitgewerkt.

##### 4.4.3 Parameter 8: piekblootstelling

Een piekblootstellingfrequentie 'regelmatig' en 'vaak' (Tabel 2) verhoogt  $E_{VOS}$  met een factor 1,5 respectievelijk 2. De numerieke waarden worden niet onderbouwd en niet ondersteund door de Gezondheidsraad (1999) (zie 4.3.7).

##### 4.4.4 Deelconclusie

De categorische waarden van de blootstellingsparameters zijn logisch geordend. De soms niet-lineair oplopende scores voor de werkplekfactoren suggereren een fysische relatie met de mate van blootstelling die niet wordt onderbouwd.  $E_{VOS}$  is niet gevalideerd en de categorische scores voor de werkplekfactoren bieden door de beperkte beschrijving ruimte voor interpretatieverschillen.  $E_{VOS}$  is een tamelijk willekeurige en onnauwkeurige maat van het oplosmiddel contact in de arbeidshistorie van de persoon die een beroep doet op de TSB.

#### 4.5 Parameter 4-10: VOO-blootstellingsverdeling voor $CI_{CSE}$

De VOO blootstellingsverdeling toont hoe vaak een bepaalde werkplek atmosfeer 8 uren concentratie ( $TGG_{GW}$ ) voorkomt in een bepaalde tijdsperiode (dagen, weken, maanden of jaren) in een blootstellingsprofiel. De verdeling is het resultaat van blootstellingsparameters zoals emissiepotentie van de VOO (#4 t/m #6), de toepassing (#7), de controle maatregelen (#9), exclusief PBM (#10). De vluchtigheid van VOO, de variaties in emissie en de werkplekfactoren (#7 en #9) leiden tot variaties in de werkplekatmosfeer (Scheffers, 1986; Preller et al., 2004) wat een lognormale vorm van de verdeling aannemelijk maakt (EN689, Annex E; Ramachandran, 2005).

De VOO blootstellingsverdeling kan met meerdere bronnen en/of instrumenten worden vastgesteld: historische metin-

<sup>14</sup> physiologically based pharmacokinetic modelling

<sup>15</sup> Smedbold H-T. (2023) OAR E-Mail correspondentie op 2 mei 2023

Tabel 2 De blootstellingsparameters en semi-kwantitatieve scores in EVOS. TSB (Min. SZW, 2022b, pagina 23, Tabel 3) en Solvent Team (Huy et al., 2002) gecombineerd

1	2	3	4	5	6
blootstellingsduur in solvent jaren	risico van de bron (OAR)	toepassingsfactor-flux	frequentie piekblootstelling	ventilatie	Persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)
$d_j=0,4*n$	producteigenschappen	Applicatiewijze			
n (10-40)	$p_1$	a	$p_2$	v	$p_3$
tijd	dimensieloos	dimensieloos	dimensieloos	dimensieloos	dimensieloos
Score=0,4 n (n= aantal solvent jaren)	1 = laag (OAR < 300)	1 = klein verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. kwast)	1,0 = nooit/soms	1 = Er werd vooral binnen gewerkt, veelal zonder ventilatie (gesloten ramen en deuren)	1 = droeg geen PBM of verkeerde
	3 = middel (300<OAR<600)	2 = Gemiddeld verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. roller)	1,5= regelmatig	0,8 = Er werd vooral binnen gewerkt met ruimtelijke ventilatie (natuurlijke ventilatie)	0,75 = droeg PBM tijdens piekmomenten
	5= hoog (OAR> 600)	4 = groot verdampingsoppervlak/ tijdseenheid (bijv. vernevelen of werken bij verhoogde temperatuur)	2,0 = vaak	0,6 = Er werd vooral binnen gewerkt en er was bronafzuiging	
				0,4 = Er werd voornamelijk buiten gewerkt	

gen, modellen, databases, tijdlijnen (Burstyn & Kromhout, 2002), job exposure matrices (JEM's), (grijze) literatuur, JEMs, (ruimte)metingen en/of biologische monitoring.

Tegemoetkomingsverzoeken worden meestal niet onderbouwd met historische metingen of verdelingen van de aanvrager. De blootstellingsverdeling moet worden geschat uit de indirecte parallelle informatie, waarbij geselecteerd moet kunnen worden op profielen die vergelijkbaar zijn in bovengenoemde blootstellingsparameters. Fysisch-chemische eigenschappen (moleculgewicht, dampspanning, oplosbaarheid en activiteitscoëfficiënten, #4 t/m #6) zijn nodig voor het modelleren van blootstelling in de lucht en voor huidopname. Hieronder worden de instrumenten besproken die zijn gebruikt in de casus (zie Annex A1.3 voor andere instrumenten).

#### 4.5.1 Hybride blootstellingsmodellen

EVOS, Stoffenmanager<sup>16</sup>, ART<sup>17</sup> en ECETOC-TRA en andere hybride modellen zijn gebaseerd op de drie OECD-basiselementen (Cherrie et al., 1996; Cherrie & Schneider 1999; Tickner, 2005):

- (i) Emissiepotentie: "tendency of the substance to become airborne".
- (ii) Toepassing: "the way in which the substance is used" of potential exposure".
- (iii) Beheersmaatregelen: "controlling exposure".

Voor vloeistoffen wordt de dampspanning als maat voor

de emissiepotentie (i) geconverteerd naar een semi kwantitatieve score en vermenigvuldigd met discrete, expert judgement scores voor werkplekfactoren (ii) en (iii).

In Stoffenmanager (Verbist et al., 2011; Schinkel et al., 2010), ART (Fransman et al., 2011; Schinkel et al., 2011; 2013; Savic et al., 2017b) en ECETOC-TRA (Noij et al., 2023) wordt de emissiepotentie geconverteerd naar werkplekatmosfeerconcentraties die gekalibreerd en gevalideerd zijn met databases werkplekatmosfeerconcentraties of voor PBM gecorrigeerde inademingsconcentraties. Zie de discussie paragraaf 6 over de zuiverheid en nauwkeurigheid van de modellen. De modellen schatten kengetallen van blootstellingsverdelingen van een profiel voor de duur van de uitgevoerde taak of taken. Als de uitvoeringsduur afwijkt van de duur van een grenswaarde dan is voor de beoordeling van de langetermijnblootstelling correctie nodig (EN689, Annex D).

Stoffenmanager<sup>®</sup> V8 (2019) en een aantal modellen in de TREXMO-hub (Savic, Gasic en Vernez, 2017b) tonen blootstellingspercentielen waarmee AM is te bepalen. AM kan voor een gelimiteerde range van GSD worden benaderd met  $C_{75\%}$  (zie Kader 2). Van de zes peer-review modellen in TREXMO tonen Stoffenmanager V4 (2019), ART<sup>16</sup> en ECETOC TRA V3 (ECETOC 2018; 2024)  $C_{75\%}$  waarden. Stoffenmanager en ART<sup>17</sup> tonen  $C_{95\%}$  waarden, Stoffenmanager wordt in Nederland ruim toegepast en TREXMO is een applicatie die de verschillen tussen de hybride modellen toont. Hoeveel professionals TREXMO gebruiken en is niet

<sup>16</sup> <https://app.stoffenmanager.com/>

<sup>17</sup> <https://www.advancedreachtool.com/>

bekend maar het instrument is bekend o.a. van de NVvA EN689 training (NVvA, 2020b) en het NVvA symposium (Savic, 2018).

#### 4.5.2 Mathematische modellen

IHMOD™ is een pakket mathematische blootstellingsmodellen uitgegeven door de Amerikaanse Arbeidshygiëne vereniging (AIHA, 2018; 2019). Alle IHMOD-modellen maken gebruik van de massabalans in een deels afgesloten ruimte en de fysische wetten voor mechanische circulatie en transport. IHMOD™ berekent de momentane en de tijdgewogen gemiddelde (TGG) concentratie. De berekende TGG is een maat voor AM. De meeste modellen in IHMOD houden geen rekening dat de dampspanning een rem is op de massabalans. De modellen zijn mede daarom conservatief wat betekent dat de werkelijke concentratie wordt overschat. Ze zijn in de praktijk vooral geschikt voor ingenieurs bij het ontwerpen van installaties en ventilatiesystemen.

#### 4.5.3 Databases

Er zijn in Nederland en daarbuiten tientallen zo niet honderden publieke en private databases met werkplekatmosfeer meetuitkomsten (zie Annex A1.3.5 voor meer informatie). Over de representativiteit en validiteit van deze databases is weinig betrouwbare informatie. De organisaties laten zich niet graag in de keuken kijken. Onder experts is er een gevoel dat de metingen eerder te laag dan te hoog zijn.

Het toegang krijgen tot Nederlandse databases in niet eenvoudig zelfs als ze met publiek geld zijn ontwikkeld (NVvA, 2003). Veel hangt af van goede contacten. Uit twee internationale databases zijn met collegiale hulp (Christian Schumacher, Antoine Leplay) meetgegevens van het blootstellingsprofiel van de metaalverfverspuiten casus gevonden. Op de IFA website staan tientallen stof-specifieke publicaties over de blootstelling op de werkplek beschikbaar. Het rapport BK 1317 (DGUV, 2018) gaat over CSE en koolwaterstoffen. SOLVEX<sup>18</sup> is een database van het Franse Institute National de Recherche de Santé et Sécurité (INRS) met meer dan 592.000 werkplekatmosfeer meetresultaten van oplosmiddel componenten uit Hexagoon Frankrijk.

#### 4.5.4 Publicaties

Via PubMed<sup>19</sup>, andere online zoekmachines of de TtA index zijn mogelijk peer review artikelen te vinden over VOO-blootstelling survey's (zie Annex A1.3.7).

### 4.6 Parameter 10. Persoonlijke Bescherming

$E_{VOS}$  heeft een mogelijkheid om voor het gebruik van adembescherming tijdens piekmomenten te corrigeren (zie Tabel 2 en 4.4.3). Gebruik de recente NVvA richtlijn Ademhalings-

<sup>18</sup> <http://www.inrs.fr/publications/bdd/solvex.html>

<sup>19</sup> <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>

<sup>20</sup> <https://www.esig.org/solvents-simply-essential/>

be-schermingsmiddelen (NVvA, 2024) hoofdstukken 6 en 11 indien gedocumenteerd bekend is welke middelen en met welke effectiviteit gebruikt zijn. In alle andere gevallen wordt het aanpassen van de blootstelling (4.8.2) afgeraden.

### 4.7 Parameter 11: duur in jaren

Het aantal jaren dat er in de arbeidshistorie gewerkt is met oplosmiddelen is met een arbeidsanamnese reproduceerbaar (Fransman et al., 2002) vast te stellen. Het TSB-protocol (Min. SZW, 2022b) meldt: "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". Deze minimale duur is terecht (zie 4.3.6 en 4.9.2) in de TSB geen criterium bij toetsing van de relevantie (#13).

In de TSB (zie Tabel) wordt het aantal blootstellingjaren in de arbeidsanamnese  $n$  vermenigvuldigd met een vaste factor 0,4. Bartstra & Huy (2018) geven in de Heijermanslezing aan "Standaard correctie van 60% tenzij er duidelijke afwijkingen zijn tov het betreffende beroep", maar dit is niet verwerkt in de TSB. De factor heeft betrekking op de perioden op een werkdag zonder blootstelling (Van Balen, 2023). Een variabele factor tussen 0 en 1 afhankelijk van het blootstellingsprofiel en de branche<sup>20</sup> ligt daarbij meer voor de hand.

### 4.8 Uitkomst Cumulatieve Blootstellingsbeoordeling (#12)

#### 4.8.1 Eindscore $E_{VOS}$

De Eindscore  $E_{VOS}$  bepaalt de relevantie van het cumulatief VOS contact van de geïdentificeerde blootstellingsprofielen in de arbeidshistorie. Per blootstellingsprofiel wordt het product van de scores vermenigvuldigd met 0,4 maal de duur in jaren (#11) en gesommeerd (#12) over de  $J$  blootstellingsprofielen in de arbeidshistorie (Huy et al., 2002; Bartstra et al., 2020) tot de Eindscore  $E_{VOS}$ .

$$E_{VOS} = \sum_{j=1}^J (0,4 * n * p_1 * a * p_2 * v * p_3) \quad \text{Formule 1}$$

Het vermenigvuldigen van dimensieloze scores met  $0,4 * n$  jaren resulteert in een dimensie in jaren.

#### 4.8.1.1 Eigenschappen van $E_{VOS}$

Het vermenigvuldigen van scores voor producteigenschap en werkplekfactoren komt overeen met Exposure Banding (Cherrie et al., 1996; Tickner, 2005; Wieling & Scheffers, 2006; Verbist et al., 2011; AIHA, 2015; Arnold et al., 2016), een veel gebruikte aanpak in de arbeidshygiënische basiskarakterisering (EN689; AIHA, 2015).

Door de arbeidshygiënisch logische ordening van de semi-kwantitatieve scores, met uitzondering van piekblootstelling, mag worden verwacht dat  $E_{VOS}$  rangordelijk correleert met VOS blootstellingsniveaus.  $E_{VOS}$  is echter niet

gekalibreerd op werkelijke VOS niveaus in ppm of mg/m<sup>3</sup>, zoals de hybride modellen (zie 4.5.1). De ongelijke afstanden tussen en binnen de semi-kwantitatieve score zijn niet verklaard noch gevalideerd. Er zijn in  $E_{VOS} 3*3*3*4*2=216$  combinaties (blootstellingsprofielen) van producteigenschap en werkplekfactor scores. Voor n=10 jaar, de minimale duur voor CSE volgens de TSB, zijn de waarden van  $E_{VOS}$  tussen 1,2 en 160 (zie Figuur 3). Sommige combinaties van emissie potentie en werkplekfactoren zijn binnen 1 jaar relevant ( $E_{VOS}>15$ ). Het is ook niet uit te sluiten dat blootstelling onder de  $GW_{CSE}$  gedurende de hele arbeidshistorie (zie 4.3.4) voor diverse combinaties zal leiden tot een relevante  $E_{VOS}>15$  (zie 4.8.1.2 en Tabel 3).

#### 4.8.1.2 Voorbeelden $E_{VOS}$

In Tabel 3 staat voor vier profielen de  $E_{VOS}$ -subtotalen behorend bij scores van producteigenschap p1 en werkplekfactoren a, p<sub>2</sub>, v, p<sub>3</sub> zoals vastgesteld met de basiskarakterisering (#1) en een blootstelduur van 10 jaar. Een kunstschilder die 10 jaar werkt in een atelier zonder ventilatie en zonder adembescherming (PBM) met laag verdampend terpentijn heeft een  $E_{VOS}=0,4*10*1*1*1*1*1=4$ . Werkt hij daar zijn hele ZPP leven (40 jaren) dan is  $E_{VOS}=16$  en dus CSE relevant. Van het laatste profiel, verfverspuiten op hout (jachtbouw), is na  $15/72*10=2,1$  jaar de blootstelling CSE relevant ondanks de gebruikte bronafzuiging en PBM tijdens pieken. Of de  $E_{VOS}$ -subtotalen in Figuur 5 realistisch zijn en of  $E_{VOS}$  voldoende discrimineert is onbekend en zou een onderwerp kunnen zijn van de toekomstige validatie (Bartstra et al., 2020).

#### 4.8.2 Uitkomst: VOO Cumulatieve Index

Of er een 'behoorlijk groot' oorzakelijk verband is tussen de CSE klachten en de blootstelling (Figuur 2) wordt bepaald met de cumulatieve blootstellingsindex (CI) over de arbeidshistorie zoals in eerdere civielrechtelijke letselschadezaken benoemd (van Rooij, 2018; Smid et al., 2013). Wordt een blootstellingsindex (zie Kader 1) gecumuleerd in de tijd dan spreekt men van een cumulatieve blootstellingsindex.

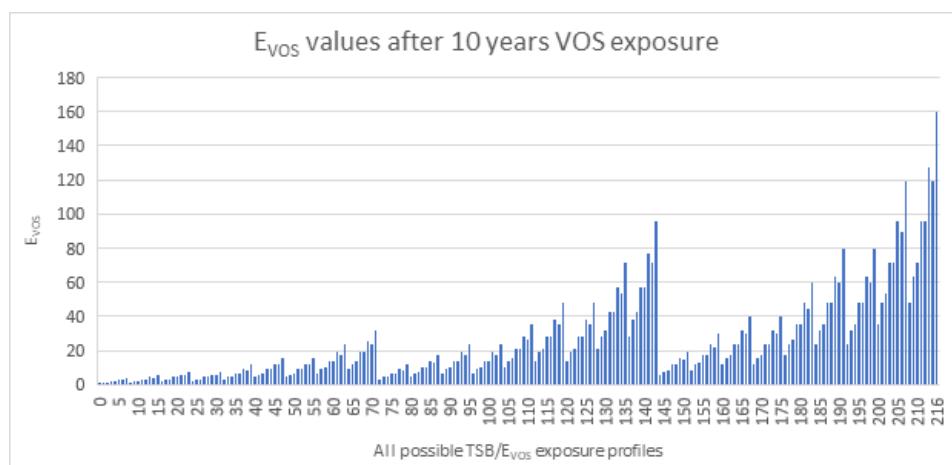
#### Kader 1: De blootstellingsindex

Het gebruik van een blootstellingsindex (BI) dateert al uit 1963 (Lanier, 1984) bij mengsels van koolwaterstoffen. BI deelt de concentratie door de grenswaarde, sommeert de indices van de componenten en toetst tegen één. Hebben de componenten een grenswaarde voor hetzelfde gezondheidseffect, zoals CSE, dan is BI effect-specifiek toe te passen (Scheffers, Jongeneelen & Bragt, 1985; EN 689 Annex C). BI is met één  $GW_{CSE}$  voor alle componenten niet echt nodig maar is hier gebruikt vanwege de numerieke waarde van  $GW_{CSE}=116 \text{ mg/m}^3$  en om de cumulatieve maat over de arbeidshistorie uit te drukken in de gebruikelijke (Kriebel, Checkoway & Pearce, 2007) index-jaren.

#### 4.8.2.1 CSE relevant blootstellingsprofiel

De beoordeling van de blootstelling voor CSE wijkt af van de twee andere beroepsziekten in de TSB. Zowel voor asbest en longkanker (vanwege de genotoxische werking zonder drempel, iedere vezel wordt schadelijk verondersteld) als voor allergisch beroepsastma (omdat de drempelwaarde veel lager is dan de grenswaarde en met PAS niet detecteerbaar is) is de blootstelling onder de grenswaarde voor deze aandoeningen relevant voor het ontstaan van de aandoening.

De blootstellingsniveaus ruim om de drempelwaarde  $GW_{CSE}$  zijn goed meetbaar<sup>21</sup>. Daarom kan worden gewerkt met alleen de profielen met een blootstelling (#7 t/m #9) boven de  $GW_{CSE}$  CSE die relevant zijn voor het chronisch toxisch CSE effect. Internationaal (AIHA, 2015; EN689) wordt voor deze relevantie  $C_{95\%}>GW_{CSE}$  gebruikt, waarbij  $C_{95\%}$  staat voor het 95%-tiel van de tijdgewogen gemiddelde concentraties ( $TGG_{GW}$ ) voor de 8 uren referentieperiode van de  $GW_{CSE}$ . Met  $C_{95\%,J} \leq GW_{CSE}$  is de beroepsmatige blootstelling van een profiel dus niet-CSE 'relevant'. Bij gebruik van een serie metingen kan  $C_{95\%,70\%}$  worden gebruikt overeenkomstig EN689, paragraaf 5.3. In de casus is  $C_{95\%}$  gebruikt (zie 5.5).



Figuur 3  $E_{VOS}$  Eindscores voor de 216 mogelijke blootstellingsprofielen bij 10 jaar blootstelling

<sup>21</sup> <https://www.hse.gov.uk/pubns/mdhs/pdfs/mdhs72.pdf>; <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/1550.pdf>



#### 4.8.2.2 AM per profiel

In de arbeidsepidemiologie (Checkoway, Pearce & Kriebel, 2004; Kriebel, Checkoway & Pearce, 2007, Armstrong et al., 1996; Bakke et al., 2004; Swaen et al., 2005), arbeidstoxicologie (Clayton & Clayton, 1994; ECHA, 2012) en de arbeidshygiëne (Seixas, Robins & Moulton, 1988; AIHA, 1991; 1998; Lyles, Kupper & Rappaport 1997; Marquart et al., 1999; Ramachandran, 2005) wordt het rekenkundig gemiddelde AM gebruikt als maat voor de langetermijnblootstelling aan cumulerende en chronisch toxische stoffen. AM is tussen 1978-2003 gebruikt in de Vinylchloride regeling (EEC, 1978, Scheffers, Marquart & van Cleef, 1999). Zie Annex A1.3.1. Het zuiver schatten van AM uit een lognormale verdeling is numeriek relatief eenvoudig (zie Kader 2).

#### 4.8.2.3 AM over de arbeidshistorie

De AM over de arbeidshistorie wordt berekend met de  $J$  blootstellingsprofielen waar de  $GW_{CSE}$  wordt overschreden ( $C_{95\%j} > GW_{CSE}$ ):

$$AM_{\text{arbeidshistorie}} = \sum_{j=1}^J (AM_j * n_j) / \sum_{j=1}^J n_j \quad \text{Formule 2}$$

Voor  $C_{95\%}$  en AM is enige rekenkundige kennis nodig (EN689, paragraaf 5.5.3) wat hoort bij een EN689 gekwalificeerd persoon (EN689, paragraaf 3.1).

Kader 2: Zuiver en benaderend schatten van het lognormale rekenkundig gemiddelde (AM)

AM is met een wiskundige Taylor-reeks uniform, zuiver, met minimale spreiding (UMVE) te schatten (Shimizu, 1988) uit de steekproef omvang (N), het geometrische gemiddelde (GM) en de geometrische standaardafwijking (GSD). HYGINIST (Scheffers, 1991; 1995) berekent zo AM uit de steekproef ook als er waarden zijn buiten het detectiebereik en geeft de bijbehorende betrouwbaarheidsbovengrens  $AM_{\#\%}$  voor een betrouwbaarheid vanaf 50% (Land, 1971; Shimizu, 1988). Veel gebruikte betrouwbaarheden zijn  $AM_{70\%}$ ,  $AM_{90\%}$  of  $AM_{95\%}$ . Het 75%-tel van de blootstellingsverdeling C is bij matige spreiding (GSD=3 >5) een acceptabele schatter van AM. In de lognormale verdeling is  $C_{75\%} = AM$  voor GSD=3,85. Dit volgt iteratief uit de populatie functies van de kengetallen  $AM = GM * \exp((\ln(GSD))^2/2)$  en  $C_{75\%} = GM * GSD^{Z_{p=0,75}}$ . Hierin is  $Z_{p=0,75} = 0,67445$  de deviaat van de standaard normale verdeling. Het is nog steeds geen gewoonte om bij gebruik van  $C_{75\%}$  als schatter voor AM te controleren of de vorm (lognormaal) en de GSD voldoen aan genoemde vooronderstellingen (Noij et al., 2023)

Tabel 3  $E_{VOS}$ -scores voor een virtuele arbeidsanamnese van 4 beroepen met 10 jaar VOS blootstelling

Solventteam	1	2	3	4	5	6	subtotaal $1*2*3*4*5*6$
	blootstellingsduur in solvent jaren	risico van de bron (OAR)	toepassingsfactor-flux	frequentie piek-blootstelling	ventilatie	persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM)	
TSB	$d_j = 0,4 * n$	producteigenschappen	applicatie				
beroep/functie/deelactiviteit	n (10-40)	$p_1$	a	$p_2$	v	$p_3$	$0,4 * n (10-40) * p_1 * a * p_2 * v * p_3$
kunstschilder olievert/terpentijn atelier	10	1 = laag (OAR < 300)	1 = klein verdampingsoppervlak/tijdseenheid (bijv. kwast)	1,0 = nooit/soms	1,0 = binnen, zonder ventilatie	1,00 = geen PBM of verkeerde	4
buitenschilder	10	3 = middel (300 < OAR < 600)	2 = Gemiddeld verdampingsoppervlak/tijdseenheid (bijv. roller)	1,0 = nooit/soms	0,4 = buiten	1,00 = geen PBM of verkeerde	9,6
Onderhoudschilder jaren 30 huizen	10	3 = middel (300 < OAR < 600)	1 = klein verdampingsoppervlak/tijdseenheid (bijv. kwast)	1,5 = regelmatig	0,8 = binnen, ruimte ventilatie	0,75 = tijdens piekmomenten	10,8
ambachtelijke houtbewerking werkplaats	10	5 = hoog (OAR > 600)	4 = groot verdampingsoppervlak/tijdseenheid (bijv. vernevelen of werken bij verhoogde temperatuur)	2,0 = vaak	0,6 = binnen, bronafzuiging	0,75 = tijdens piekmomenten	72
	40				Eindscore	$\sum 1 \text{ t/m } 4$	96,4

## 4.9 Parameter 13: toetsingswaarde

### 4.9.1 $E_{VOS} \geq 15$

$E_{VOS}$  is volgens de ontwikkelaars “een grove schatting met een indeling in de categorieën wel of niet relevant” (Bartstra et al., 2020). Een onderbouwing van toetsingswaarde  $E_{VOS} \geq 15$  wordt niet gegeven in de TSB-documenten evenals wat de eindscore  $E_{VOS} \geq 50$  ‘hoog’ betekent (Huy et al., 2002). Verschillen tussen beroepen in de dagelijkse blootstellingsduur worden genegeerd.  $E_{VOS}$  telt de VOS contacten onder de CSE drempeldosis en lijkt in de praktijk niet te discrimineren: bijna alle verzoeken voor letselschadetegemoetkoming hebben een relevante  $E_{VOS}$  (Van Balen, 2023) terwijl maar een klein aantal uiteindelijk CSE worden erkend.

### 4.9.2 $CI_{CSE} \geq 5$

De drempel van  $CI_{CSE} \geq 5$  index-jaren (#13) heeft zowel wetenschappelijk als civielrechtelijk (jurisprudentie) grondslag. De teller AM van  $CI_{CSE}$  combineert blootstellingsniveau en duur volgens de regel van Haber. Het noemer van de breuk is gelijk aan het SCOEL (2007) advies om veilig te kunnen werken zonder CSE verschijnselen. Over de lengte van de duur is minder consensus (Van Valen 2015). Het deskundigen rapport van Jongeneelen en Terwoert (Jongeneelen & Terwoert, 2011) noemt voor CSE internationaal gehanteerde blootstellingsperiodes van vijf tot tien jaar, afhankelijk van het niveau.

Volgens de conclusie van dupliek (180411, dossierzak\_04 productie 21), in de hierna (zie 5) uitgewerkte CSE letselschade zaak, heeft de Hoge Raad aangegeven dat er niet enkel een theoretische mogelijkheid moet zijn dat er een verband bestaat tussen de gezondheidsschade en de arbeidsomstandigheden, maar dient de kans dat er een verband bestaat ‘behoorlijk groot’ te zijn. In de letselschadezaak is een gecumuleerde blootstellingsindex van  $CI_{CSE} \geq 5$  index-jaren gebruikt voor het 'behoorlijk groot verband' (zie de Annex A1.4). De aanduiding 'Behoorlijk groot' komt overeen met de aannemelijkheid van de TSB.

### 4.9.3 Keuze

De kwantitatieve Cumulatieve blootstellingsIndex  $CI_{CSE}$  biedt meer informatie over de blootstelling dan de semi-kwantitatieve  $E_{VOS}$ . Daarbij is  $CI_{CSE}$  gebaseerd recente, internationaal geaccepteerde arbeidshygiënische, toxicologische en epidemiologische kennis. De elementen van  $CI_{CSE}$  zijn gestructureerd, transparant, reproduceerbaar en bekend bij EN689 geschoolde blootstellingsbeoordelaars.  $CI_{CSE}$  kan dus worden gebruikt in de TSB. Bij passende, tijdsaannemelijke klachten en omstreden diagnostiek (zie Figuur 2), is  $CI_{CSE}$  bruikbaar voor CSE aannemelijkheidsbeslissing waarbij het deskundigenpanel een minimum van  $CI_{CSE} = 5$  index-jaren kunnen gebruiken voor het begin van CSE aannemelijkheid.

## 5 Casus metaalverfspuiter

In 2019 verzandt het civielrechtelijk letselschadeverzoek van een metaalverfspuiter met passende klachten en een relevante  $E_{VOS}$  in een juridisch steekspel over de CSE diagnose. Partijen bestoken elkaar met conclusies over de diagnostische pijlers 3, 4 en 5 (zie Figuur 1). In opdracht

van de rechtbank is een onafhankelijk deskundigenbericht gemaakt (Scheffers, 2021b) met als vraag: ‘Is de omvang van de blootstelling zodanig dat Organisch Psycho Syndroom kan zijn ontstaan?’ (Figuur 1, stap 2).

### 5.1 Materiaal en methode

De arbeidsanamnese en blootstellingsprofielen van metaalverfspuiter zijn gereconstrueerd met:

- De processtukken met de beschrijving van de arbeidshistorie en de werkzaamheden
- Foto's van de werkplekken en de beheersmaatregelen,
- Een bezoek van partijen aan de nog in oorspronkelijke staat functionerende werkplek,
- Twee arbeidsanamneses,
- De productgegevens van de website van de verfstoffen leverancier,
- Het SUMI (Safe Use of Mixtures Information) informatieblad Professioneel spuitverven, semi-industriële omgeving (CEPE, 2021),
- de REACH Process category Descriptor PROC11 (ECHA, 2015).

### 5.2 VOO-mengsel

De metaalverfspuiter stond dagelijks bloot aan een oplosmiddelmengsel van aromaten en C4-alcoholen (vooral Xyleen en Butanol-1). Dit mengsel is voor 40% aanwezig in de gebruikte metaalverf (zie Annex Tabel A4).

De fysisch-chemische eigenschappen die gebruikt zijn voor het berekenen van de dampspanning van het mengsel staan ook in de online Annex Tabel A5. De met XLunifac berekende dampspanning  $V_p$  van het aromaten en C4-alcoholen mengsel in de werkplek atmosfeer is  $V_p = 1200$  Pa (Randhol & Engelen, 2000) (zie Annex A1.1.8 en A1.9.1).

### 5.3 Blootstellingsprofielen

De dagelijkse werkzaamheden van de metaalverfspuiter bestaan globaal uit drie taken:

- 1 Dosereren van verf plus toevoegen van oplosmiddel/verdunner,
- 2 Metaalverf verspuiten,
- 3 Schoonmaken van gereedschap met oplosmiddel.

De meeste tijd wordt besteed aan het spuiten (taak 2): zo'n 7 uur per werkdag.

### 5.4 Basiskarakterisering

De basiskarakterisering van taak 2 van het blootstellingsprofiel staat in Tabel 4 en is als all-in-one exposure scenario ingebracht in de modellen hub TREXMO (Savic, 2017a) (zie Annex Figuur A1). Tijdens het werkplek bezoek bleken de werkplekfactoren van deze taak het meest gunstig voor een relatief lage blootstelling. Als met deze taak, berekend over de hele dienst, en gedurende het arbeidsleven de  $CI_{CSE} \geq 5$  is, dan is niet meer nodig de twee andere taken te beoordelen noch de additionele invloed van piekblootstellingen en de huidopname te bepalen.

In de VOO-blootstellingsurvey uit 1980 bij schilders in de bouw (Scheffers, Jongeneelen & Bragt, 1985; zie ook Annex). zijn 20 VOO metingen van het blootstellingsprofiel huisschilder. Met een Geometrisch Gemiddelde  $GM = 58,66 \text{ mg/m}^3$  en de  $GSD = 2,086$  is de maximum likelihood schatter (Leidel, 1977) van het 95%-tel  $C_{95\%}'_{ML} = 196 \text{ mg/m}^3$ . Deze  $C_{95\%}$  schatter is groter dan de  $GW_{CSE} = 116 \text{ mg/m}^3$ . De non-Central Student (EN689 par.5.5.3 en Annex E) schatters met 70% (EN689)  $C_{95,70\%}$  en 95% betrouwbaarheid  $C_{95,95\%}$  zijn nog hoger.

Alle schatters geven aan dat de dagelijkse blootstelling van een huisschilder tot in de jaren 80 op (veel) meer dan 5% van de werkdagen de  $GW_{CSE}$  overschreed. De VOO blootstelling van dit profiel is dus CSE relevant. De zuivere schatter voor de langetermijn rekenkundig VOO gemiddelde is  $AM = 75,6 \text{ mg/m}^3$ . Dit betekent dat een TSB verzoek van een persoon met passende gezondheidsklachten en een profiel huisschilder tot in de jaren 80 en mogelijk ook daarna CSE aannemelijk is bij passende, tijdsaannemelijke klachten (stap 1 en stap 3 in figuur 1), twijfel of geen medische vervolg onderzoek (stap 5) en een arbeidsduur van  $116/75,6 * 5 \geq 7,7$  jaar.

### 5.5 Blootstellingsniveau

Figuur 4 toont de VOO-mengsel blootstellingsniveaus op de Y-as voor verschillende percentielen (X-as) zoals berekend door TREXMO voor het blootstellingsprofiel van taak 2 (Tabel 4). De rode horizontale lijn is de CSE SCOEL grenswaarde (OELV) van  $116 \text{ mg/m}^3$ .

De laagste modelschatting van het 95%-tel (de rechter staaf bij 95th) is met  $1.122 \text{ mg/m}^3$  (Stoffenmanager v4) tien keer de  $GW_{CSE} = 116 \text{ mg/m}^3/8$  uur.

In de Franse en Duitse databases staat het profiel van de metaalverfspuiters van Tabel 4:

- INRS-SOLVEX (2019): het profiel 2561Z 'behandelen en bedekken (coaten) van metaal', taak A6415 'pneumatische spuitapplicatie'
- IFA-MEGA Expositionsdaten (2016): het profiel 'oppervlaktecoating door luchtloos spuiten 60 minuten tot 8 uur'<sup>22</sup>

Hierin staan kengetallen en percentielen van Xyleen blootstellingsmetingen. SOLVEX heeft voor dit profiel ook 16 meer uren Butanol-1 metingen. Hiervan worden geen waarden en/of kengetallen gepresenteerd. De combinatie van Xyleen en Butanol geeft aan dat het INRS-profiel vergelijkbaar is met de casus en de Xyleen waarden kunnen worden omgerekend naar het oplosmengsel. De Xyleen kengetallen zijn met de inverse molaire fracties (zie Annex Tabel A4) en molecuulge-

wichten MW (zie Annex Tabel A5) omgerekend naar het totale C9-aromaten en C4-alcoholen VOO-mengsel. In Tabel 5 staan de VOO-mengsel  $C_{95\%}$  en  $C_{75\%}$ -tellen van de modellen en de databases. Alle kwantitatieve beoordelingen (modellen en databases) geven aan dat de VOO-blootstellingsverdeling van taak 2 de GWCSE overschrijdt ( $C_{95\%} > GW_{CSE}$ ) en dat AM kan worden gebruikt om de CSE-aannemelijkheid van de verfspuiters te bepalen.  $C_{75\%}$  is gebruikt als schatter van het rekenkundig gemiddelde AM met uitzondering van de SOLVEX-database. De AM-range van de vijf modellen is 212 (Stoffenmanager v4) tot  $6700 \text{ mg/m}^3$  (IHMOD, dicht bij de bron). De  $C_{75\%}$  van de 4 modellen en de IFA-MEGA database geven aan dat op (veel) meer dan een kwart van de werkdagen, de TGG-blootstelling hoger is dan de grenswaarde  $GW_{CSE}$ .

Tabel 4 basiskarakterisering taak 2 'professioneel luchtloos verspuiten van metaalverf'

#### Bron/Source

- verfproduct: twee componenten epoxy metalcoating
- 27,5% C2-C3-aromaten (vooral Xyleen) en 12,5% C4-alcoholen (vooral Butanol-1)
- grenswaarde CSE  $116 \text{ mg/m}^3$  afgeleid van SCOEL (2007)
- Dampspanning VOO-mengsel  $V_p = 1200 \text{ Pa}$
- Molecuulgewicht  $90 \text{ g/mol}$
- Geen secundaire bronnen
- Ruimte wordt dagelijks schoongemaakt (general good house keeping)
- 1 Werknemer

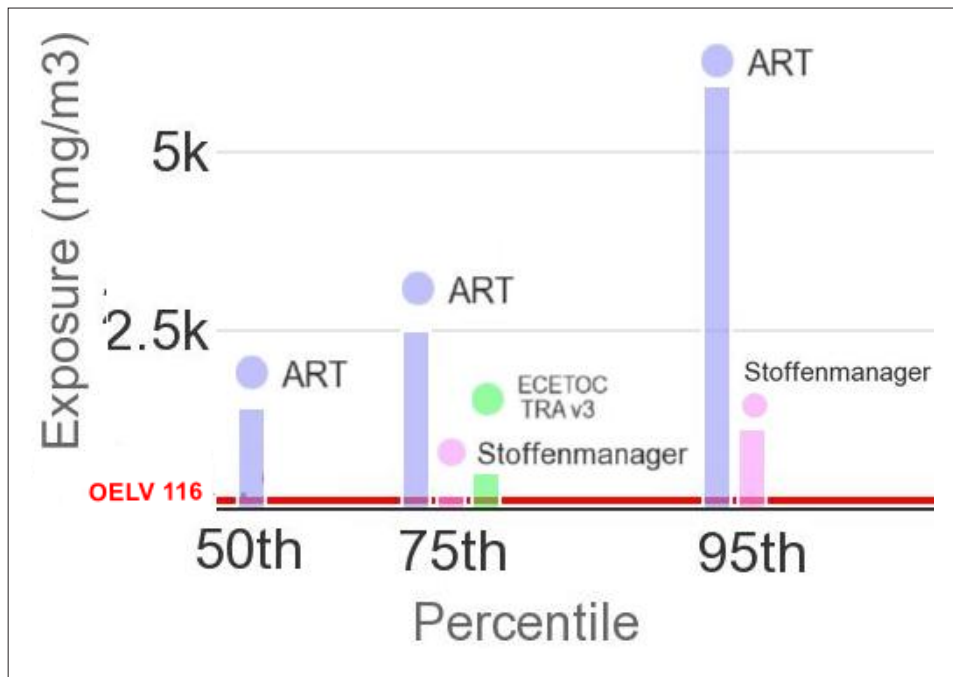
#### Toepassing/Activity

- luchtloos (=airless) verspuiten
- Op grote metalen oppervlakken
- Spuiten in alle richtingen
- Bronemissie verspuiten:  $42 \text{ kg VOO-mengsel/dag} = 87,5 \text{ g/minuut}$
- Low application rate  $0,03-0,3 \text{ l/minuut}$
- 1 Meter afstand tussen werknemer en bron
- PROC11 professional, non-industrial spraying of mixtures for surface coating (ECHA, 2015)
- Gedurende het grootste deel van een dienst van 480 minuten

#### Beheersmaatregelen/Controls

- In een hal van  $3000 \text{ m}^3$
- Ruimte wordt dagelijks schoongemaakt (general good house keeping)
- Ruimte afzuiging Ventilatievoud 10 keer/uur (ACH)
- Geen lokale bronafzuiging
- Geen reguliere inspectie en onderhoud
- Geen adembescherming
- Huidopname: niet meenemen in de beoordeling
- Overwerk: niet meenemen in de beoordeling

<sup>22</sup> INRS (2019) SOLVEX xylene 1987-2019 Secteur d'activités : 2561z - traitement et revêtement des métaux, Poste de travail : A6420 - application par pulvérisation haute pression, sans air (AIRLESS) 60 min <Duree de prelevement <= 480 min



Figuur 4 VOO-mengsel concentraties voor 'taak 2 metaalverf verspuiten' met 4 modellen (gemaakt met TREXMO)

De AM van MEGA geschat met  $C_{75\%}=185,6 \text{ mg/m}^3$  ondersteunt de AM-range van de modellen. De  $C_{75\%}$  van INRS SOLVEX is  $28,4 \text{ mg/m}^3$ . Dit is 10 keer lager dan de  $C_{95\%}$ . Dit wijst op een grote spreiding (=geometrische standaardafwijking = GSD, waardoor  $C_{75\%}$  de AM onzuiver schat (zie Kader 2). Met HYGINIST (Scheffers, 1991; 1995) en de SOLVEX-kengetallen (N=57, GM=5,4 en GSD= 11,9) is de UMVE-schatting van het rekenkundig gemiddelde  $AM_{UMVE} = 95 \text{ mg/m}^3$ . Het profiel verfverspuiten kent meer spreiding vergrotende werkplekfactoren dan andere oplosmiddel toepassingen (Preller et al., 2004), dus een relatief grote GSD van dag tot dag is niet verwonderlijk.

De drie beoordelingen uit de dossierzak van de Rechtbank zijn aan Tabel 5 toegevoegd: ECEMed (Verschoor, 2013), Solvent Team (2013) en een Stoffenmanager exercitie van de onderneming zelf. Het ECEMed-daggemiddelde past in de range van de modellen en databases en komt, zonder de toegepaste halvering voor de adembescherming, dicht bij het 75%-tief van ART. Het concentratieniveau voor het spuiten in een silo is onwaarschijnlijk omdat het de verzadigingsconcentratie van het mengsel overschrijdt. Het oplosmiddel zou in dit geval niet meer verdampen wat niet bevorderlijk is voor de verftoepassing ('druipers'). De onderneming heeft geen document kunnen overleggen over de 'Stoffenmanager' analyse met de conclusie 'Overschrijding van de normen wordt niet verwacht'. Deze bevinding is daarom buiten beschouwing gelaten.

Het 2-zone Near Field Far Field (NF-FF) model met vaste emissie (AIHA, 2018, IHMOD Model 8a) toont het effect van ruimte ventilatie zonder lokale afzuiging (zie Tabel 4) op de werkplek van de verfverspuiters.

ART<sup>13</sup> berekent zogenaamde interkwartiel betrouwbaar-

heidsintervallen ( $IQ_{CI}$ ) rondom  $C_{75\%}$  en  $C_{95\%}$ . De IQ-ondergrenzen zijn hoger dan de puntschatters van de andere hybride modellen.

De andere TREXMO-modellen (MEASE, EMKG, EASE) gebruiken andere percentielen dan  $C_{75\%}$  en  $C_{95\%}$ . Daarbij past het blootstellingsprofiel van taak 2 (Tabel 4) minder goed in de keuze opties voor 'toepassing' en 'controle' die TREXMO biedt voor deze modellen.

### 5.6 Huid

Het gezicht en de armen van de metaalverfverspuiters is op foto's onbedekt. ECETOC TRA v3.2 (2024) schat de 'local dermal' belasting op  $500 \mu\text{g/cm}^2$ , maar hieraan kan weinig waarde worden toegekend (Marquart, 2017). Van belang is het transport door de huid naar de hersenen. Huidpermeatie is te schatten met IH-Skinperm (AIHA, 2021). IH-Skinperm schat voor het apolaire Xyleen (CAS# 1330-20-7) dat <1% van de damp via  $2000 \text{ cm}^2$  huid wordt opgenomen. Voor de damp van het matig polaire Butanol-1 is dit 17,6%. In welke mate de Aromaten en C4-alcoholen in verfspatten op de huid in het bloed komen, is kwantificeerbaar maar niet uitgevoerd. Waarschijnlijk verdampen de aromaten grotendeels voor ze in het bloed kunnen worden opgenomen. De huidopname van de C4-alcoholen via verfspatten op de onbeschermdede huid zal waarschijnlijk wel bijdragen aan de interne dosis.

### 5.7 Duur

Uit de arbeidsanamnese blijkt dat de metaalverfverspuiters 58 achtereenvolgende maanden in dagdienst werkte met een arbeidsovereenkomst voor 40 uur per week. De totale VOO-blootstellingduur is dus  $J=4,8$  jaar. In de periode bij de onderneming is er nauwelijks ziekteverzuim, veel overwerk en toenemende CSE gerelateerde klachten.

Tabel 5 CVOO in mg/m3 voor 'taak 2 metaalverfverspuiten'

Bron	C95%-tief van de blootstellingsverdeling	Rekenkundig gemiddelde AM	Anders
Modellen			
Stoffenmanager® v8 low pressure, high speed, no spray/haze	1239	$C_{75\%}=234$	
TREXMO/Stoffenmanager V4 low pressure, low speed	1122	$C_{75\%}=212$	
ART version 1.5. >1 ACH	6900 IQ <sub>Cl</sub> 3300->10 <sup>4</sup>	$C_{75\%}=2500$ IQ <sub>Cl</sub> 1300-5100	
TREXMO/ART 10 ACH	5900 IQ <sub>Cl</sub> 2800->10 <sup>4</sup>	$C_{75\%}=2600$ IQ <sub>Cl</sub> 1300-5000	
TREXMO/ECETOC TRAv3		$C_{75\%}=513$	
ECETOC TRAv3.2 (2024)		$C_{75\%}=625$	
IAHA IHMOD NF-FF TWA <sub>8 hours</sub>		Near field TWA=6700	Far field TWA=175
Databases			
INRS-SOLVEX	294	AM <sub>UMVE</sub> =95	$C_{50\%}=GM=5,4$ , GSD=11,9
IFA-MEGA	525	$C_{75\%}=185,6$	
Eerdere arbeidsanamnesen en evaluaties			
ECEMed (Verschoor, 2013) paragraaf 5.1		1323 inclusief 50% bescherming door halfgelaatsmasker	Spuiten in de silo: 168,000
Solvent Team Enschede (2013)	Eindscore beoordelen blootstelling (gecorrigeerd voor alleen de 5 jaren bij onderneming) ~35 (Middel ≥15 én <50)		
Stoffenmanager analyse van de onderneming	'Overschrijding van de normen wordt niet verwacht'		

TWA = time-weighted average = TGG

### 5.8 Beoordeling met $Cl_{CSE}$

Omdat partijen het eens zijn dat het blootstellingsprofiel over de jaren niet is veranderd, is  $Cl_{CSE}$  in de casus gelijk aan het product van de blootstellingsindex en het aantal blootstellingsjaren J:  $Cl_{CSE} = AM/GW_{CSE} * J$ . De resulterende  $Cl_{CSE}$ -range van de vier blootstellingsmodellen is 8,8 tot 306 index-jaren. Deze  $Cl_{CSE}$ -range ligt boven de vijf index-jaren, het civielrechtelijk gebruikte 'behoorlijk groot' oorzakelijk verband tussen oplosmiddel en CSE. Voor Solvex is  $Cl_{CSE}=3,9$  en voor IFA-MEGA is  $Cl_{CSE}= 7,68$ . In de  $Cl_{CSE}$ -range zijn de additionele bijdragen van piekblootstelling, overwerk en huidopname (als damp en via de verf op de huid) niet verwerkt. Conclusie van het deskundige rapport was dat  $Cl_{CSE}>5$  en samen met de passende klachten de CSE aannemelijk maakt.

### 5.9 Beoordeling met $E_{VOS}$

In de processtukken zat een beoordeling van de blootstelling van het Solvent Team (zie Annex Tabel A3). De Eindscore  $E_{VOS}$  komt met de standaard blootstellingsduur correctie op  $0,4*198=79,2$ . Het VOS blootstellingscontact is dus niet alleen relevant maar ook hoog (zie Tabel 1, #13).

Daarnaast is blootstellingsduur van de metaalverfverspuiters volgens de processtukken voor de drie profielen (zie 5.3.) tenminste 7 uur per dag. De standaard correctie factor van  $0,4*duur$  hoeft in dit geval niet te worden toegepast (Bartstra & Huy, 2018). De relevantie van het VOS contact was echter geen issue in de casus.

## 6 Discussie

Hoewel met  $Cl_{CSE}$  de beoordeling van de VOO-blootstelling meer aansluit bij de internationale aanpak in de arbeidshygiëne, is bij het ontbreken van historische metingen deze beoordeling met literatuur, modellen en/of databases zeker niet 100% betrouwbaar.

Over het modeleren van blootstelling wordt veel gepubliceerd, ook in dit tijdschrift (Noij et al., 2023; Verbist et al., 2011; Burstyn & Kromhout, 2003). Er wordt nog steeds onderzoek gedaan naar de mate waarin deze modellen de werkelijke blootstelling zuiver schatten. Stoffenmanager (Verbist et al., 2011), ART (Schinkel et al., 2011) en ECETOC-TRA (Noij et al., 2023) claimen alle drie de blootstelling van een profiel of taak conservatief te schatten dat wil zeggen dat de verdeling van het model hoger is dan de metingen waarop is gekalibreerd. Over de kalibratie is veel discussie (Tischer et al., 2017; van Tongeren et al., 2017; Savic et al., 2017b; Savic, 2018; Landberg, 2018; Koivisto et al., 2022; Fransman et al., 2022; Noij et al., 2023). De mogelijke onderschatting van de referentie metingen van de werkelijke blootstelling (Scheffers, 2018b) of het op een lijn brengen van de modellen (Scheffers, 2017b) is onderwerp van een zeker nog niet afgeronde discussie.

Dat in de casus (paragraaf 5) de modellen onderling een factor tien verschillen en de databases een factor twee is veel. Aanbevolen wordt daarom een nauwkeurige basiska-

rakterisering en meerdere instrumenten (model, database, JEM, publicatie) te gebruiken en de gevonden range te gebruiken voor de toetsing tegen  $CI_{CSE} \geq 5$ . Omdat de hybride en mathematische modellen de concentraties dampen van vluchtige stoffen mogelijk te hoog (conservatief) schatten en de databases eerder een te laag niveau geven, kan de combinatie van de twee eventueel aangevuld met *peer review*-publicaties een betrouwbaarheidsrange van de blootstelling van een profiel geven.

De in de casus waargenomen, onderlinge verschillen tussen de modellen (zie Tabel 5) zijn bekend (Lee, Lee & Kim, 2019; Lee, 2023) maar initiatieven om de modellen onderling en op elkaars datasets te kalibreren heeft niet de aandacht van de betrokken aandeelhouders (ontwikkelaars, industrie, sociale verzekeringsinstellingen, overheid). Mogelijke kunnen de professionele beroepsgroepen en kwaliteitsverenigingen (NVVA, EPOH) hier een aanjagers rol in spelen.

Pijler 4 van het TSB-protocol is het vaststellen van andere mogelijke oorzaken voor de CSE gerelateerde gezondheidsklachten. Het protocol gebruikt hierbij een niet-limitatieve lijst van exclusiecriteria. In civielrechtelijke letselschadeclaims en in de beschreven casus wordt deze pijler door advocaten gebruikt om letselschadeverzoeken te ontcrachten. Een  $CI_{CSE} \geq 5$  maakt echter aannemelijk of de CSE gerelateerde gezondheidsklachten onafhankelijk van de exclusiecriteria door de omvang van de VOO-blootstelling is ontstaan.

Het observationeel vaststellen van CSE in bepaalde beroepen in de jaren 70-80 van de vorige eeuw (DHHS-NIOSH, 1987; WHO, 1985; Gezondheidsraad, 1999) en het ondersteunend dierexperimenteel onderzoek (DHHS-NIOSH, 1987; SCOEL, 2007) bij een beperkt aantal oplosmiddelen, heeft internationaal geleid tot brede wetenschappelijke en maatschappelijke erkenning van CSE als een beroepsziekte (Van Valen, 2018; EU, 2003). Opvallend is dat er ruim 40 jaar na de eerste signalen (o.a. Arlien-Søborg et al., 1979) nog steeds weinig bekend is welke stoffen CSE veroorzaken, wat het mechanisme is en of er verschillen zijn in CSE-potentie tussen oplosmiddelcomponenten. In de Annex staat dit samengevat voor de  $C_6-C_{12}$  koolwaterstoffen en de componenten gebruikt bij de casus verfverspuiten. Het is weinig, gedateerd, veel gebaseerd op de opinie van experts en onvoldoende om te differentiëren op CSE-potentie. Het lijkt erop dat over koolwaterstofoplosmiddel tenminste net zoveel reviews zijn geschreven (McKee, Adenuga & Carrillo, 2015; REACH dossiers) dan dat er fundamenteel onderzoek is gedaan.

Gezien de overeenkomsten in beperkte informatie over de effecten op het centrale zenuwstelsel is gekozen om de SCOEL-grenswaarde te gebruiken als gezondheidskundige drempel voor alle VOO en bij de  $CI_{CSE}$ -toetsing geen kwantitatieve speculaties te doen over de invloed van piekblootstelling.

Op de CSE-bijeenkomst (zie Inleiding) kwam naar voren (van Balen, 2023) dat het volume oplosmiddelen dat jaarlijks in

Europa wordt verhandeld in de afgelopen decennia vertienvoudigd is, evenals het aantal oplosmiddeltoepassingen en betrokken beroepen en werknemers. Dit lijkt in tegenspraak met de cijfers over de afname van het geregistreerd aantal CSE-gevallen (NCVB, 2016). Waar het oplosmiddel gebruikt in consumentenverf is afgenomen moet het in andere sectoren juist sterk zijn toegenomen en moeten daar ook werknemers worden blootgesteld en mogelijk wordt CSE daar nog niet herkend. Dit maakt dat onderzoek naar CSE-veroorzakende VOO-componenten, het beroepsmatig gebruik, de blootstelling op de werkplek en de CS-gezondheidsmonitoring nog steeds actueel is.

## 7 Conclusie

De analyse en vergelijking van de twee blootstellingsmaten toont aan dat het TSB CSE-protocol de oplosmiddelblootstelling onzuiver, onduidelijk en achterhaald vaststelt. Het gebruik van een kwantitatieve blootstellingsbeoordeling met de huidige kennis en instrumenten heeft toegevoegde waarde in de TSB CSE: het kan samen met de passende en in de tijd aannemelijke klachten in een vroeg stadium beslissen over de relevantie van de aanvraag en de noodzaak tot medisch vervolgonderzoek.

Bij een complexe aannemelijkheid kan  $CI_{CSE}$  het draagvlak voor de CSE-beslissing binnen het TSB-deskundigenpanel verhogen. Voor het vaststellen van de CSE-aannemelijkheid, bijvoorbeeld bij dispuut over het NPO (stap 5) en/of andere oorzaken (stap 4), kan  $CI_{CSE}$  met een uitgebreide basiskarakterisering, verschillende modellen, historische metingen, literatuur, JEM's en/of databases de beslissing ondersteunen. Aanbevolen wordt de validiteit en reproduceerbaarheid te onderzoeken van verschillende varianten van  $CI_{CSE}$  met de Solvent Team-gegevens van de afgelopen 20 jaar.

Gebruik van  $CI_{CSE}$  in de TSB vraagt in ieder geval expert consensus hoe om te gaan de verschillen tussen de modellen. Daarnaast over het toepassen van  $GW_{CSE}$  op gesubstitueerde VOO, de dagelijkse blootstellingsduur, overwerk, huidopname, PBM en pieken.

## Belangenverklaring

Dit artikel is geschreven op persoonlijke titel. Auteur is sinds 1 juli 2023 lid van het RIVM CSE Deskundigenpanel in het kader van de Regeling Tegemoetkoming Stoffengerelateerde Beroepsziekten.

## Dankwoord

Antoine Leplay (Solvex); Christian Schumacher (Mega); Michael Jaycock, Thomas Armstrong & Daniel Drolet (IHMOD); Evelyn Tjoe-Ny, Frans Jongeneelen, Ralf Cornelissen, Jeroen Terwoert (deskundige berichten); Koen Hartman, Bernie Gouders, Peter Van Balen, Tjabe Smid, Medisch Spectrum Twente, Ecemed, Letselschade Magazine, Advocaten, bedrijf Y en de redactie van het TtA.

## Additionele Informatie

Een Annex met additionele informatie kan worden gedownload met de QR code of via



[https://tta.arbokennisnet.nl/uploads/files/insite/tta-2024-02\\_de-langetermijn-oplosmiddelblootstelling-bij-schildersziekte\\_annex.pdf](https://tta.arbokennisnet.nl/uploads/files/insite/tta-2024-02_de-langetermijn-oplosmiddelblootstelling-bij-schildersziekte_annex.pdf)

## Literatuur

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). (2019) Threshold Limit Values (TLVs®) and Biological Exposure Indices (BEIs®). Cincinnati, OH 45241.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (1991) A strategy for occupational exposure assessment. Hawkins NC, Norwood SK, Roch JC (editors). Fairfax, Virginia.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (1998) A strategy for assessing and managing occupational exposure. Second edition. Mulhausen J.R., Damiano J. Fairfax, Virginia.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (2015) A strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures. 4th edition. Jahn SD, Bullock WH, Ignacio JS. Exposure Assessment Strategies Committee. Fairfax, Va.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (2018) IHMODTM an Excel-based mathematical modelling spreadsheet, v2.003 August 2018, latest version: 2.016, June 2023.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (2019) Drolet T, Armstrong T. IH Mod 2.0 and Support File Now Available! Mathematical Models to Estimate Exposure in MS Excel with Monte Carlo Simulation Capabilities.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA). (2021) IHSkinperm, V2.4 <https://www.aiha.org/public-resources/consumer-resources/apps-and-tools-resource-center/aiha-risk-assessment-tools/ihskinperm>.
- Arlie Sørensen P, Bruhn P, Gyldensted C, Melgaard B. Chronic painters' syndrome. (2009) *Acta Neurologica Scandinavica*, 60 (3): 149-156.
- Armstrong TW, Pearlman ED, Schnatter AR, Bowes SM III, Murray N, Nicolich MJ. (1996) Retrospective benzene and total hydrocarbon exposure assessment for a petroleum marketing and distribution worker epidemiology study. *Am. Ind. Hyg. Assoc. J.*, 57 (4): 333-343.
- Arnold SF, Stenzel M, Drolet D, Ramachandran G. (2016) Using Checklists and Algorithms to Improve Qualitative Exposure Judgment Accuracy. *J. Occup. Environ. Hyg.*, 13 (3), 159-168.
- Bakke B, Ulvestad B, Stewart P, Eduard W. Bakke, B. (2004) Cumulative Exposure to Dust and Gases as Determinants of Lung Function Decline in Tunnel Construction Workers. *Occup. Environ. Med.*, 61 (3), 262-269.
- Bartstra H, Huy T. (2018) Het vaststellen van een neurologische beroepsziekte door blootstelling aan chemische stoffen. De Solvent Team benadering. Heijermanslezing Solvent Team PMA (2018).
- Bartstra H, Huy T, Piebenga W, Kamps Y, van Vliet F, Nauta D, Hulshof C. (2020) Voorkomen is beter dan herstellen. Blootstelling aan vluchtige oplosmiddelen bij autoscha-
- deherstellers. *Tijdschrift voor Bedrijfs- en Verzekeringsgeneeskunde*, 28 (8), 5.
- Boleij J, Heederik D, Kromhout H. Karakterisering van de blootstelling aan chemische stoffen in de werkomgeving. Pudoc Wageningen 1987. ISBN 90 220 0928 9
- Brouwer D. (2005) An Experimental Study to Investigate the Feasibility to Classify Paints According to Neurotoxicological Risks: Occupational Air Requirement (OAR) and Indoor Use of Alkyd Paints. *Ann. Occup. Hyg.*, 49 (5): 443-451.
- Burstyn I, Kromhout H. (2002) Trends in inhalation exposure to hydrocarbons among commercial painters in The Netherlands. *Scan. J. Work Environ. Health.*; 28 (6): 429-438.
- Caris K, Heussen H. (2022) Groepsaanpak van stoffen voor hazard en risicobeoordeling op de werkplek. Verslag van het symposium georganiseerd door de sectie Arbeidstoxicologie van de Nederlandse Vereniging voor Toxicologie en de Contactgroep Gezondheid en chemie 10 maart 2022. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschappen*, 35 (4): 184-187.
- European Committee for Standardization (CEN). (2018) EN 689:2018+AC:2019: Blootstelling op de werkplek - Meting van de inhalatieblootstelling aan chemische stoffen - Strategie om te voldoen aan de arbeidshygiënische blootstellingsgrenswaarden. Europese standaard voor het beoordelen van beroepsmatige blootstellingen het toetsen aan de grenswaarde (herziene versie april 2019). Beschikbaar via: <https://www.nen.nl/NEN-Shop/Norm/NENEN-6892018C12019-en.htm>.
- CEPE. (2021) SUMI-informatieblad Safe Use of Mixtures Information voor eindgebruikers Titel: Professioneel spuitverven, semi-industriële omgeving. Beschikbaar via [https://user.veiligmetverf.nl/InstructionFiles/CEPE\\_PW\\_01%20NL\\_2021.pdf](https://user.veiligmetverf.nl/InstructionFiles/CEPE_PW_01%20NL_2021.pdf), geraadpleegd 07-05-2023.
- Charlier L. (2010) Recente ontwikkelingen op het gebied van werkgeveersprakelijkheid in OPS(CTE) zaken. *Letsel & Schade*, 3: 12-13.
- Checkoway H, Pearce N, Kriebel D. (2004) *Research Methods in Occupational Epidemiology*. Volume 34, Oxford University Press.
- Cherrie JW, Schneider T, Spankie S, Quinn MA. (1996) New method for structured, subjective assessments of past concentrations. *Occup. Hyg.*, 3: 75-83.
- Cherrie JW, Schneider T. (1999) Validation of a new method for structured subjective assessment of past concentrations. *Ann. Occup. Hyg.*, 43 (4): 235-245..
- Clayton G, Clayton F (Ed.) (1994) *Patty's Industrial Hygiene and Toxicology*, Volume 2, Part C: Toxicology. John Wiley, New York.
- Committee for Risk Assessment (RAC). (2011) Annex 1: Background document to the Opinion proposing harmonised classification and labelling at Community level of white spirit, 10 June 2011. Beschikbaar via: <https://echa.europa.eu/documents/10162/1637943d-b229-bf9b-813c-10802e78e2e7>.
- Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV). (2018) BK 1317 - Polyneuropathie oder Enzephalopathie durch

- organische Lösungsmittel oder deren Gemische. Tabelle 28: Liste von nach REACH-Verordnung registrierten Kohlenwasserstoffgemischen. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Spitzenverband, BK-Report 1/2018, Berlin. ISBN: 978-3-86423-213-8 ISSN: 2190-7994.
- DHHS-NIOSH. (1987) Organic Solvent Neurotoxicity. Current Intelligence Bulletin 48. DHHS (NIOS) publication number 87-104. Beschikbaar via: <https://www.cdc.gov/niosh/docs/87-104>.
- European Chemicals Agency (ECHA). (2012) Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Chapter R.8: Characterisation of dose [concentration]-response for human health Version 2.1
- European Chemicals Agency (ECHA). (2015) Guidance on Information Requirements and Chemical Safety Assessment. Chapter R.12: Use description Version 3.0.
- European Chemicals Agency (ECHA). (2019) Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Appendix to Chapter R.8: Guidance for preparing a scientific report for health-based exposure limits at the workplace, version 1.0.
- European Centre for Ecotoxicology and Toxicology (ECETOC). (1996) Chronic Neurotoxicity of Solvents. Technical Report No 70, Brussels, February 1996.
- European Centre for Ecotoxicology and Toxicology (ECETOC). (2018) Targeted Risk Assessment (TRA). Technical Report No. 131, Brussels, February 2018.
- European Centre for Ecotoxicology and Toxicology (ECETOC). (2024) Targeted Risk Assessment (TRA) Integrated Tool (v3.2). Stand-alone Worker Tool. Beschikbaar via: <https://www.ecetoc.org/tools/tra-main/tra-download/download-worker-tool-v3-2/>.
- European Economic Community (EEC). (1978) Council Directive 78/610/EEC of 29 June 1978 on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States on the protection of health of workers exposed to vinyl chloride monomer (78/610/EEC). Official Journal No L 197, 22-7-1978, p. 12-18. No longer in force, Date of end of validity: 28-04-2003.
- European Union (EU). (2003) Commission Recommendation 2003/670/EC of 19 September 2003 concerning the European schedule of occupational diseases. Official Journal of the European Union L 238, 25-9-2003, p. 28.
- Fransman W, Huy T, van der Laan G, Kromhout H. (2002) Evaluatie van de methode voor beoordeling van blootstelling door Solvent Teams. Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap, 15 (2); 24-31.
- Fransman W, van Tongeren M, Cherrie JW, Tischer M, Schneider T, Schinkel J, Kromhout H, Warren N, Goede H, Tielemans E. (2011) Advanced Reach Tool (ART): Development of the Mechanistic Model. Ann. Occup. Hyg., 55 (9): 957-979.
- Fransman W, Arnone M, Borghi F, Cattaneo A, Cavallo DM, Cherrie JW, Franken R, Galea KS, van der Haar R, Heussen GAH, Jensen KA, Koponen M, Koppisch D, Kromhout H, Luo Y-S, McNally K, Saamanen A, Spinazze A, van Tongeren M, Vanoirbeek J, Verpaele S, Vetter D, Viegas S, Warren N. (2022) Response Letter to Koivisto et al. 'Evaluating the Theoretical Background of Stoffenmanager® and the Advanced REACH Tool. Ann. Work Expo Health, 66 (4): 543-549.
- Gezondheidsraad. (1999) Piekblootstelling aan organische oplosmiddelen. Beschikbaar via: <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/1999/08/05/peikblootstelling-aan-organische-oplosmiddelen>.
- Gezondheidsraad. (2000a) Aanbieding adviezen herevaluatie bestuurlijke MAC-waarden. Kenmerk U 2706/CB/MP/563-O3, 14 december 2000.
- Gezondheidsraad (2000b) Health-based Reassessment of Administrative Occupational Exposure Limits Committee on Updating of Occupational Exposure Limits. Rapport 2000/15OSH/001-158, Den Haag, 14 December 2000.
- Gezondheidsraad. (2014) Benzene - Health-based recommended occupational exposure limit. Rapport 2014/03/0OSH, Den Haag, 21 februari 2014.
- Gezondheidsraad. (2021) Guidance for recommending classifications and health-based occupational exposure limits. Den Haag, 21 december 2021. Beschikbaar via: <https://www.healthcouncil.nl/documents/other/2021/12/21/guidance-for-recommending-classifications-and-health-based-occupational-exposure-limits>.
- Huy T, van Broekhuizen P, van Niftrik M, van der Laan G. (2002) Document Beoordelen blootstelling Solvent Team + toelichting beoordelen blootstelling. Nederlands Centrum voor beroepsziekten (NCVB), versie 26 augustus 2002.
- IFA. Gestis stoffendatabase <https://gestis-database.dguv.de/>, geraadpleegd op 21-09-2019.
- IFA. (2016) MEGA-Auswertungen zur Erstellung von REACH-Expositionsszenarien für Xylol (alle Isomeren) Tabel 5.2 K.Nr. 774. Beschikbaar via: [https://www.dguv.de/medien/ifa/de/fac/reach/mega\\_auswertungen/xylol.pdf](https://www.dguv.de/medien/ifa/de/fac/reach/mega_auswertungen/xylol.pdf).
- Jongeneelen F, Terwoert J. (2011) Deskundigenrapport Naaijer-Mulder v11-22092011-v2.
- Kampen Y. (2023) Diagnostiek bij CSE. Presentatie Werkgroep stoffen gerelateerde beroepsziekten (NVAB) en Contactgroep Klinische Arbeidshygiëne (NVvA), 27 september 2023. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/uploads/files/insite/1--20230927---diagnostiek-bij-cse---y-kampen.pdf>.
- Keil CB, Simmons CE, Anthony TR. (2009) Mathematical Models for Estimating Occupational Exposure to Chemicals. 2nd ed. AIHA Press, Fairfax, VA.
- Koivisto AJ, Jayjock M, Hämeri KJ, Kulmala M, Van Sprang P, Yu M, Boor BE, Hussein T, Koponen IS, Londahl J, Morawska L, Little JC, Arnold S. (2022) Evaluating the Theoretical Background of STOFFENMANAGER® and the Advanced REACH Tool. Ann. Work Expo. Health, 66 (4): 520-536.
- Kriebel D, Checkoway H, Pearce N. (2007) Exposure, and dose modelling in occupational epidemiology. Occup. Environ. Med, 64 (7): 492-498.
- Landberg H. (2018) The Use of Exposure Models in Assessing Occupational Exposure to Chemicals. ISSN: 1652-8220. Lund University, Faculty of Medicine Doctoral Dissertation Series 2018:6. Beschikbaar via: <https://portal.research.lu.se/en/publications/the-use-of-exposure-models-in-assessing-occupational-exposure-to->



## History of Safety Science

Veiligheidskunde is een interdisciplinair vakgebied en heeft de afgelopen twee eeuwen een cruciale rol gespeeld bij het vormgeven van onder meer arbeidsveiligheid, rechten van werknemers, en sociaal welzijn. De reeks van geschiedkundige posters 'History of Safety Science' belicht de evolutie en het belang van veiligheid als hoeksteen van onze moderne progressieve samenleving. In deze editie komt de derde periode (1930-1950) aan bod: de Tweede Wereldoorlog, stijgende productie- en ongevallencijfers.

De posters zijn gebaseerd op het boek 'Van Veiligheid naar Veiligheidskunde' (Swuste et al., 2019). De posters zijn ontworpen door Rioshar Yarveisy met input van Paul Swuste, Genserik Reniers en Karolien van Nunen (Safety and Security Science Section, TU Delft).

Alle posters (in het Nederlands en het Engels) zijn beschikbaar via de website [edu.nl/w4vvy](https://www.edu.nl/w4vvy) of via volgende QR-code:



[edu.nl/w4vvy](https://www.edu.nl/w4vvy)

## De Tweede Wereldoorlog, Stijgende De oorsprong van moderne arbeids- en technische veiligheid,

Voor de Tweede Wereldoorlog bestonden er verschillende benaderingen voor het beheersen van ongevalrisico's, waaronder de gedragstheorie. Er ontstond een nieuwe kwantitatieve benadering, waarbij gebruik werd gemaakt van wiskunde en statistiek. Deze benadering werd aanvankelijk gebruikt voor militaire doeleinden en werd bekend als operationeel onderzoek. Later werd de benadering ook toegepast in de private sector. Dit leverde waardevolle gegevens op voor het kwantificeren van risico's en het onderbouwen van managementbeslissingen. Wel zorgde de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van gegevens voor beperkingen, net zoals de noodzaak om bij beleidsbeslissingen rekening te houden met niet-kwantificeerbare factoren.

### Deze periode in de Verenigde Staten

De **psychologische benadering van ongevallen** verloor in Europa aan populariteit, maar in de Verenigde Staten bleef de brokkenmakertheorie populair. Het idee dat er persoonlijkheden bestonden met een hoger risico op ongevallen bleef in zwang, hoewel dit gebaseerd was op gebrekkige studies waarbij persoonlijkheidstests ontbraken en waarbij er vertrouwd werd op subjectieve interpretaties. In plaats van uitsluitend in te zetten op voorlichting van werknemers, bleken veilige machines en installaties effectiever te zijn om ongevallen door menselijke fouten te voorkomen.



'Safety for you, Safety for all'. Poster van de Illinois WPA Safety Division uit 1936 om veiligheid te promoten.

(Library of Congress, LC-USZC2-5556)

'Work with care'. Poster uit 1936 om veiligheid op het werk te promoten.

(Library of Congress, LC-USZC2-1172)



'Just a scratch, But infection is avoided by immediate first aid on-the-job!'. Poster van de Illinois WPA Safety Division om de directe behandeling van letsel op het werk te promoten.

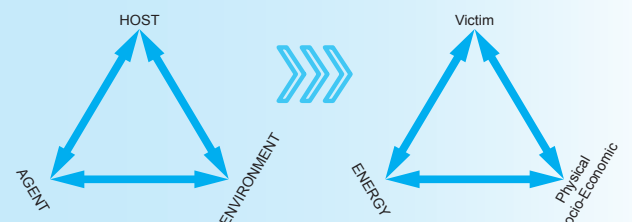
(Library of Congress, LC-USZC2-806)



'Safety comes first'. Een poster met een wiel met spaken en een locomotief om veiligheid op het werk te promoten.

(Library of Congress, LC-USZC2-1139)

In deze periode werd de **epidemiologische driehoek** steeds vaker toegepast op veiligheidskwesties. Artsen die hadden gezien hoe succesvol deze benadering was bij het bestrijden van cholera, stimuleerden het gebruik ervan om ongevallen te voorkomen. De benadering was gericht op het inzichtelijk maken van de interactie tussen het slachtoffer (*host*), de energie (*agent*), en situationele variabelen (*environment*). Gordon (1949) introduceerde de epidemiologische benadering van veiligheid, die later verder werd uitgewerkt door Haddon (1963). De etiologische benadering van ongevallen en blootstelling aan gevaren bleek effectiever dan de psychologische benadering. Het model was gebaseerd op het idee dat het aantal ongevallen kon worden teruggedrongen door één element van de driehoek weg te nemen.



De epidemiologische driehoek toegepast op het veiligheidsdomein

1800-1910

1910-1930

1930-1950

# Productie- en Ongevallencijfers

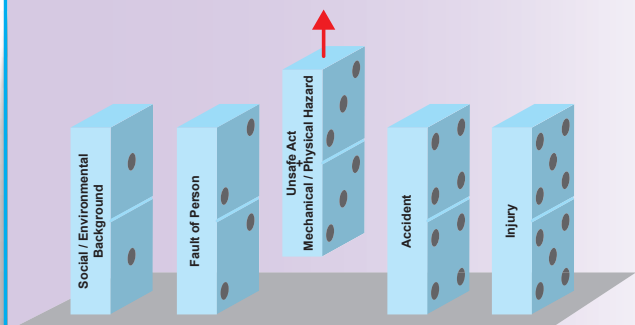
## en de dominometafoor voor arbeidsongevallen



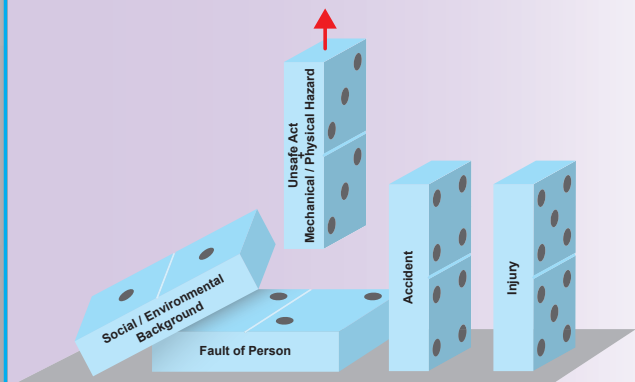
**Herbert William Heinrich** (1886-1962), een prominente figuur in de veiligheidswetenschappen, beschouwde ongevallen als een proces met een duidelijk onderscheid tussen oorzaken en gevolgen. Hij zette complexe veiligheidskwesties om in numerieke modellen en verhoudingen, zoals de 4:1-proportionaliteitsregel voor verborgen kosten van ongevallen, en de 88:10:2 ratio

voor oorzaken van ongevallen. Hij publiceerde verschillende invloedrijke artikelen, metaforen en numerieke modellen, alsook het veiligheidsreferentieboek *'Industrial Accident prevention: A Scientific Approach'*. De titel van het boek doelt op een wetenschappelijke benadering, maar deze wetenschappelijke benadering is echter beperkt tot de toepassing van statistische analyses. Een onderbouwde wetenschappelijke onderzoeksmethodologie ontbreekt, en Heinrich deelt de data niet die zijn inzichten ondersteunen. Tijdens de Tweede Wereldoorlog benadrukte hij het belang van de preventie van arbeidsongevallen om vertragingen in de wapenproductie te voorkomen. De bijdragen van Heinrich maakten veiligheid voorspelbaarder, en hij pleitte zelfs in oorlogstijd voor het terugdringen van ongevallen. Hij vervulde zijn militaire dienst en werd in 1942 voorzitter van de *Safety Division* van de *War Advisory Board*. Daarnaast bleef Heinrich tijdens en na de oorlog actief als auteur op het gebied van veiligheid.

**De dominometafoor** (1941) was een van de bekendste bijdragen van Heinrich, waarmee hij directe en indirecte oorzaken van ongevallen verklaarde. Volgens zijn bevindingen was 88% van de ongevallen te wijten aan onveilige handelingen van werknemers, 10% aan onveilige omstandigheden, en 2% werd gezien als onvermijdbaar. Om de veiligheid te verbeteren, stelde Heinrich voor om psychologie te integreren in veiligheidspraktijken, omdat de meeste ongevallen het gevolg waren van falend toezicht en menselijke fouten. De metafoor van vallende dominostenen illustreert het ongevalproces, waarbij het verwijderen van één dominosteentje de opeenvolging van gebeurtenissen kan stoppen. Heinrich meende ook dat mensen met een dubieuze erfelijke of sociale achtergrond een grotere kans hadden op ongevallen.



Combination of Unsafe Acts and Mechanical or Physical Hazards is the accident sequence's central factor



Removing the central factor disrupts the accident sequence

Illustratie van de dominometafoor van Heinrich

Tijdens de oorlog benadrukte Heinrich de cruciale rol van leidinggevenden bij het bevorderen van veiligheid en productiviteit. Hij pleitte voor speciale veiligheidsbijeenkomsten voor leidinggevenden en stelde een kader op voor hun toezichhoudende taken. Heinrich erkende de potentiële voordelen van statistische analyse op het gebied van veiligheid en benadrukte het belang ervan in zijn artikel over veiligheid en verzekeringen. Hij toonde aan hoe samenwerking tussen causaliteits- en veiligheidsingenieurs kon leiden tot betere veiligheidsmaatregelen. Met zijn idee om statistische analyse in te zetten op het gebied van veiligheid was Heinrich zijn tijd vooruit, hoewel dit niet werd vermeld in latere artikelen. Desalniettemin bleef hij openstaan voor probabilistische benaderingen. In 1950 stelde Heinrich een praktisch kader op voor veilige en efficiënte productie, waarbij hij zijn kennis over ongevalpreventie presenteerde in de vorm van een metafoor van de zogenaamde 'veiligheidssladder'. Dit kader was gericht op het analyseren van ongevallen en het verbeteren van preventie maatregelen. Het groeide uit tot de standaard voor de ontwikkeling van veiligheidssystemen. Het kader bestond uit

1930-1950

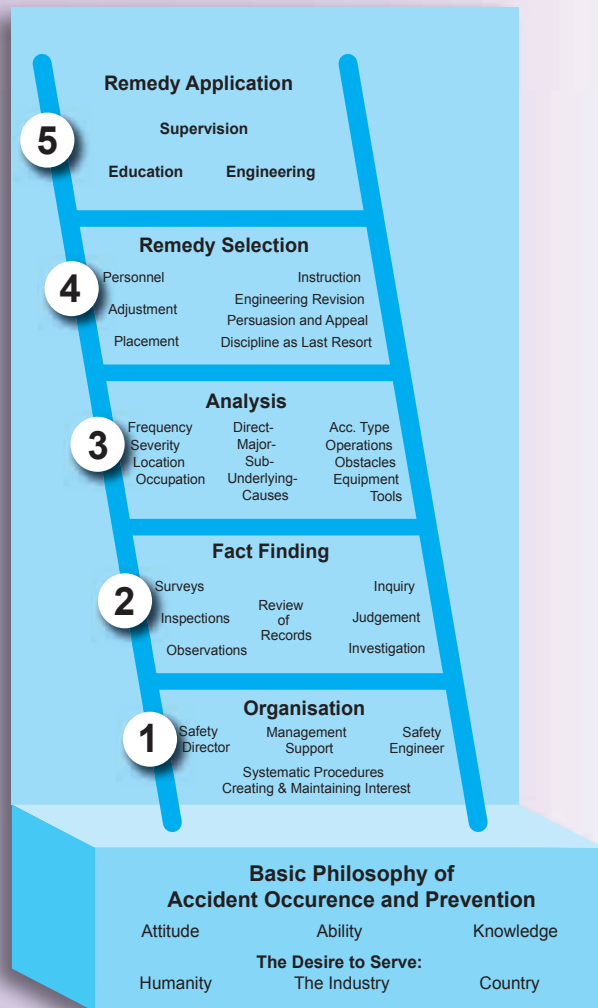
1950-1970

1970-1990

1990-2010

2010→

vijf stappen: organisatie, feitenonderzoek, analyse, selectie van de maatregel, en toepassing van de maatregel. De bijdrage van Heinrich was een van de eerste duidelijke systemen voor veiligheidsmanagement. Er ontbrak echter een wetenschappelijke onderbouwing voor het kader van Heinrich, in tegenstelling tot het werk van eerdere auteurs zoals DeBlois en Armstrong. De onderliggende uitgangspunten bleven onbekend, waardoor zijn idee weinig erkenning kreeg in wetenschappelijke kringen.



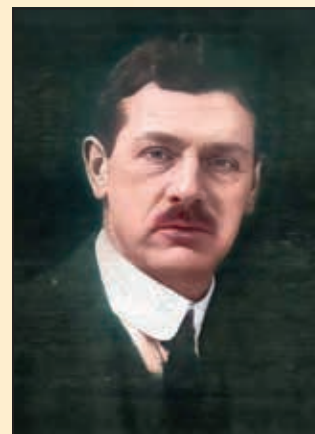
Illustratie van de metafoor van de 'veiligheidsladder' van Heinrich

De praktische veiligheidsbenadering van Heinrich legde de nadruk op eenvoudige oplossingen voor veiligheidsprofessionals. Hij introduceerde concepten als verborgen kosten van ongevallen, de dominometafoor voor ongevallen, en een kader voor veilige industriële productie. Het gebrek aan gedetailleerde data en methodologie in zijn publicaties maakt de numerieke waarden van zijn ratio's echter discutabel. Desondanks heeft het werk van Heinrich nog altijd een grote invloed op hedendaagse veiligheidsinstructies en -praktijken.

In 1941 erkende president Franklin D. Roosevelt het belang van de *National Safety Council*, de nationale organisatie voor arbeids- en verkeersveiligheid: "Mobiliseer de nationale middelen om een gecoördineerde en intensieve campagne tegen ongevallen te leiden, en om alle burgers, in een publieke of private hoedanigheid, op te roepen om deel te nemen aan deze campagne en hun steentje bij te dragen aan het voorkomen van verspilling van menselijke en materiële hulpbronnen van het land vanwege ongevallen." (Roosevelt, F.D., 1941) Er werden in deze periode verschillende naslagwerken gepubliceerd, waaronder meerdere edities van 'Industrial Accident Prevention' van Heinrich in 1931, 1941 en 1950. Daarnaast publiceerden Armstrong et al. in 1945 het handboek 'Safety Organization'.

## Deze periode in het Verenigd Koninkrijk

In het Verenigd Koninkrijk deden zich in deze periode geen belangrijke ontwikkelingen of gebeurtenissen voor op het gebied van veiligheid, afgezien van de publicatie van het boek 'Accidents and Their Prevention' van Vernon in 1936. Hoewel Vernon een achtergrond had in scheikunde, fysiologie, biologie en geneeskunde, koos hij voor een interdisciplinaire benadering van veiligheid. Zijn onderzoek had betrekking op veiligheid in de industrie en mijnbouw, de transportsector, en in de thuisomgeving. Vernon onderbouwde zijn benadering met uitgebreide gegevens uit zijn onderzoek en van de Britse Arbeidsinspectie, waaruit bleek dat er in de transportsector en de thuisomgeving meer dodelijke slachtoffers vielen dan in de industrie. Hij deed ook onderzoek naar omgevingsfactoren zoals temperatuur, vermoeidheid, productiesnelheid, ventilatie, en alcoholgebruik. Vernon stond kritisch tegenover bepaalde tests met betrekking tot ongevalgevoeligheid en benadrukte de complexiteit van menselijke factoren in vergelijking met



Horace Middleton Vernon (1870-1951), een pionier op het gebied van onderzoek naar gezondheid en de industrie.

mechanische defecten. Hij pleitte voor de inzet van technische veiligheidsoplossingen en onderstreepte het belang van veiligheidscommissies en inspecties op het werk. Vernon benadrukte dat wetgeving zonder inspectie niet effectief is.

## Deze periode in Nederland

In Nederland werd in deze periode een kleinere bijdrage aan veiligheidsonderzoek geleverd dan in de VS en het VK. Wel werden er in deze tijd belangwekkende proefschriften gepubliceerd van Ter Borg (1939) en Herold (1945). Ter Borg maakte voor zijn onderzoek gebruik van vragenlijsten om de ongevalsfactoren bij Hoogovens en andere Nederlandse bedrijven te onderzoeken, waarmee hij de brokkenmakers-theorie onderbouwde. Daarnaast benadrukte Ter Borg het belang van het aanpakken van ongevalsgevoeligheid in veiligheidsvoorlichting voor werknemers. Het onderzoek van Herold was gericht op mijnwerkers in het zuiden van Nederland. Hierbij maakte hij gebruik van een reeks aesteto-kinetische testen die was ontwikkeld door een Britse onderzoeksgroep. Herold legde geen rechtstreeks verband tussen ongevallen en de testresultaten, maar benadrukte wel dat bedrijfstrainingen konden bijdragen aan het voorkomen van ongevallen. Ook in de Nederlandse literatuur met betrekking tot veiligheid werd de nadruk gelegd op veiligheidsvoorlichting voor werknemers en ontwerpgerelateerde veiligheidsaspecten, in navolging van de bekende Amerikaanse slogan 'Safety Pays Off'.



Poster met de juiste armseinen voor hefwerkhuizen in verschillende werksituaties



De poster van na WOII impliceert dat arbeid het gevaarlijke Nederland kan herstellen

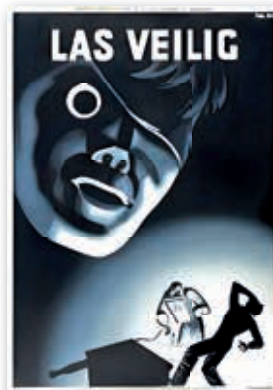


Nederlandse veiligheidsposter met de tekst: Is uw gezin u heilig? Werk dan veilig



Nederlandse veiligheidsposter ter bevordering van het gebruik van ademhalingsapparatuur

Het Veiligheidsmuseum speelde in de jaren 1930 een centrale rol bij het verbeteren van de arbeidsveiligheid in Nederland. Het museum verzamelde gedetailleerde gegevens over ongevallen per 1.000 werknemers door arbeidsongevallen te registreren. Deze informatie werd gebruikt voor de verbetering van veiligheidsposters, waarvan sommige specifiek werden toegespitst op bepaalde machines of handelingen. Het museum speelde ook een pioniersrol in de ontwikkeling van bedrijfsgeneeskundige diensten gericht op het vroegtijdig opsporen van tuberculose. De Arbeidsinspectie toonde zich met name bezorgd over ongevallen met elektriciteit. Hoewel veiligheidscommissies niet verplicht of gebruikelijk waren in de industrie, kwam de discussie over het belang ervan na de oorlog weer op gang, met uiteenlopende meningen van werkgevers en werknemers. De Nederlandse overheid was een voorstander van deze commissies en diensten, en stelde voor ze te laten leiden door een veiligheidsinspecteur of -ingenieur om de focus en doeltreffendheid te garanderen.



Nederlandse poster voor arbeidsveiligheid die waarschuwt voor een lasoog



Poster van na WOII met de tekst: Nederland industrialiseert



Een Nederlandse poster om hygiëne te promoten met de tekst: niet spuwen.



Onveilige stempelpersen leiden tot wel 546 ongevallen per jaar

- Lanier ME. (editor) (1984). Threshold limit values – Discussion and thirty-five-year index with recommendations. *Ann. Am Conf. Ind. Hyg.*, 9: 341-525 & Appendix B 1963, p 366 (Threshold Limit Values for Mixtures).
- Lee S, Lee K, Kim H. (2019) Comparison of Quantitative Exposure Models for Occupational Exposure to Organic Solvents in Korea. *Ann. Work Expo. Health*, 63 (2): 197-217.
- Lee E. (2023) Evaluation of Stoffenmanager® and ART for Estimating Occupational Inhalation Exposures to Volatile Liquids. *Ann. Work Expo. Health*, 67: 402-413.
- Leidel NA, Bush KA, Lynch JR. (1977) Occupational exposure sampling strategy manual. DHEW, NIOSH publ. 137, Cincinnati: U.S. Department of Health, Education and Welfare.
- Letselschade Raad. (2020) Leidraad Afwikkeling Beroepsziekten. Den Haag, november 2020.
- Lyles R, Kupper L, Rappaport S. (1997) On Prediction of Lognormal-Scale Mean Exposure Levels in Epidemiologic Studies. *J. Agric. Biol. Environ. Statistics*, 2 (4): 417-439.
- Marquart J, Scheffers TML, Bos PMJ, ten Berge WF, van Hemmen JJ. (1999) Normering van stoffen met chronische effecten. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 11 (4): 38-43.
- Marquart J, Franken R, Goede H, Fransman W, Schinkel J. (2017) Validation of the dermal exposure model in ECE-TOC TRA. *Ann. Work Expo. Health*, 61 (7): 854-871.
- McKee R, Adenuga M, Carrillo J-C. (2015) Characterization of the toxicological hazards of hydrocarbon solvents. *Critical Reviews in Toxicology*, 45 (4): 273-365.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Min. SZW). (2001) De Nationale MAC-lijst 2001.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Min. SZW). (2022a) Regeling tegemoetkoming stoffengerelateerde beroepsziekten van 25 november 2022, nr. 2022-0000185147.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Min. SZW). (2022b) Bekendmaking van 19 december 2022, nr. 2022-0000289360, houdende vaststelling van een afwegingskader causaliteit en drie protocollen in het kader van de Regeling tegemoetkoming stoffengerelateerde beroepsziekten (TSB). Bijlage 4 protocol chronic solvent-induced encephalopathy (CSE). *Staatscourant* 2023 nr. 46, 9 januari 2023, beschikbaar via: <https://zoek.officielebekendmakingen.nl/stcrt-2023-46.html>.
- Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (Min. SZW). (2023) Staat van Gezond werk. Het voorkómen van de ongezonde kanten van arbeid. Bijlage 2 Ongezond werk: de drie grootste boosdoeners.
- Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA). (2021) Online hulpmiddelen om blootstelling gevaarlijke stoffen te beoordelen. Nederlandse Arbeidsinspectie, Rijksoverheid, februari 2022. Beschikbaar via: <https://www.nlarbeidsinspectie.nl/binaries/nlarbeidsinspectie/documenten/hulpmiddelen/2020/04/02/online-hulpmiddelen-om-blootstelling-gevaarlijke-stoffen-te-beoordelen>.
- Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCVB). (2016) Beroepsziekten in cijfers 2016. Coronel Instituut voor Arbeid en Gezondheid, AMC/UvA.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2002) Vastleggen van gegevens van afzonderlijke blootstellingsmetingen van de werkplekatmosfeer. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/werkplekatmosfeer.pdf>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2003) Database meetgegevens en beheersmaatregelen -draagvlakstudie. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/20030415-eindrapportage-nvva.pdf>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2020a) Begrippenlijst NVvA-training EN 689. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/begrippenlijst-nvva-training-en689.xlsx>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2020b) Training EN689. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/kennis/diverse-publicaties/>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2022) Het 30e NVvA symposium PBC 2: Het afleiden van passende private grenswaarden voor de werkplekatmosfeer. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/symposium/vorige-symposia/symposium-2022/>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA). (2024). Richtlijn Ademhalingsbeschermingsmiddelen. Beschikbaar via: [https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/nvva\\_richtlijn\\_ademhalen\\_digitaal.pdf](https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/nvva_richtlijn_ademhalen_digitaal.pdf).
- Noij D, Rooij J, van de Sandt P, Urbanus J. (2023) ECETOC TRA Worker tool v3.1: a review and update of the tool based on an extensive comparison of measured and modelled inhalation and dermal exposure data. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 36 (3): 61-77.
- Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). (2014) Guidance on Grouping of Chemicals, Second Edition. Series on Testing & Assessment No. 194. Environment Directorate. Joint Meeting of The Chemicals Committee and The Working Party on Chemicals, Pesticides and Biotechnology. Beschikbaar via: [https://one.oecd.org/document/env/jm/mono\(2014\)4/en/pdf](https://one.oecd.org/document/env/jm/mono(2014)4/en/pdf).
- Preller L, Burstyn I, De Pater N, Kromhout H. (2004) Characteristics of Peaks of Inhalation Exposure to Organic Solvents. *Ann. Occup. Hyg.*, 48 (7): 643-652.
- Ramachandran G. (2005) Occupational Exposure Assessment Air Contaminants. Taylor & Francis.
- Randhol P, Engelen HK. (2000) XLUNIFAC, a Computer Program for Calculation of Liquid Activity Coefficients Using the UNIFAC Model by 20th June 2000 (originele URL niet meer toegankelijk, zie <https://aiha-assets.sfo2.digitaloceanspaces.com/AIHA/resources/Public-Resources/unifacal.zip>).
- Savic N. (2017a) <https://www.seco.admin.ch/seco/en/home/Arbeit/Arbeitsbedingungen/Chemikalien-und-Arbeit/Exposition/TREXMO.html> en <https://trexmo.unisante.ch/geraadpleegd-20-05-2023>.
- Savic N, Gasic B, Schinkel J, Vernez D. (2017b) Comparing the Advanced REACH Tool's (ART) Estimates with Switzerland's Occupational Exposure Data. *Ann. Work Expo. Health*, 61 (8): 954-64.
- Savic N, Gasic B, Vernez D. (2017c) ART, Stoffenmanager, and TRA: A Systematic Comparison of Exposure Estimates Using the TREXMO Translation System. *Ann. Work Expo.*

- Health, 62 (1): 72–87.
- Savic N. (2018). ART, Stoffenmanager (v4.0) and ECETOC TRAv3: a systematic comparison of the estimates. Presentatie tijdens NVvA-symposium, beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/sessie-h-savic-models-comparison.pdf>.
- Scheffers TML, Jongeneelen FJ, Bragt PC. (1985) Development of effect-specific limit values (ESLVs) for Solvent mixtures in painting. *Ann. Occup. Hyg.*, 29 (2): 1991-1999.
- Scheffers TML. (1986) 'EPO': Een arbeidshygiënisch en gezondheidkundig informatiesysteem van werknemers met een beroepsmatige blootstelling aan chemische stoffen. NVvA symposium 23 oktober 1986. Beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/EPO-Theo\\_Scheffers.NVvA\\_Symp\\_1986.Meetstrategie.053715-102418.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/EPO-Theo_Scheffers.NVvA_Symp_1986.Meetstrategie.053715-102418.pdf).
- Scheffers TML. (1991) HYGINIST handleiding 1991. Beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/HYGINIST\\_Manual\\_1991.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/HYGINIST_Manual_1991.pdf).
- Scheffers TML. (1995) HYGINIST Evalueert metingen van de werkplekatmosfeer. *Arbeidsomstandigheden*, 71 (6):228-340, beschikbaar via: <https://www.tsac.nl/publicaties/HYGINIST.Arbeidsomstandigheden.vol71.1995.p338-340.pdf>. Freeware sinds 1998 (<https://www.tsac.nl/downen.html>).
- Scheffers TML, Marquart J, van Cleef M. (1999) Controle van een grenswaarde met lange middelingsduur: vinylchloride monomeer. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap*, 6 (2): 14-17.
- Scheffers TML. (2017a) Is occupational exposure & risk assessment scientific sound? Presentatie tijdens NVvA-symposium 2017, beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/Theo\\_Scheffers.NVvA\\_symp\\_2017.Session\\_G.Ioannidis.170412.1330\\_uur.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/Theo_Scheffers.NVvA_symp_2017.Session_G.Ioannidis.170412.1330_uur.pdf).
- Scheffers T.M.L. (2017b) The alignment of parallel OH tools. Presentatie tijdens NVvA-symposium 2017, beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/Theo\\_Scheffers.NVvA\\_symp\\_2017.Session\\_K.Alignment.170412.1500\\_uur.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/Theo_Scheffers.NVvA_symp_2017.Session_K.Alignment.170412.1500_uur.pdf).
- Scheffers TML. (2018b) Towards a Global GSD library. The 11th International Occupational Hygiene Association (IOHA). Beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/Theo\\_Scheffers.GSD\\_Library.180924.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/Theo_Scheffers.GSD_Library.180924.pdf).
- Scheffers TML. (2019) Rol van de Arbeidshygiëne in schadeclaims. Presentatie tijdens NVvA-symposium 2019, beschikbaar via: [https://www.arbeidshygiene.nl/-up-loads/files/insite/190410\\_sessiek\\_scheffers.190410.1415.schadeclaims.sessie\\_k.zaal\\_24.pdf](https://www.arbeidshygiene.nl/-up-loads/files/insite/190410_sessiek_scheffers.190410.1415.schadeclaims.sessie_k.zaal_24.pdf).
- Scheffers TML. (2021a) Vaststellen OPS risico van verfspuiten bij aansprakelijkheidsstelling. Presentatie tijdens NVvA-symposium 2021, beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/15-4-theo-scheffers.pdf>
- Scheffers TML. (2021b) Deskundigenbericht in opdracht van Rechtbank Gelderland in zaak 6392732 CV 17-5022. Beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/Deskundigenbericht\\_Vaststellen OPS\\_risico\\_210405.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/Deskundigenbericht_Vaststellen OPS_risico_210405.pdf).
- Scheffers TML. (2022) OELV compliance decisions & the EN689 preliminary test. Presentatie tijdens NYF Vårkonferanse 2022, beschikbaar via: [https://www.tsac.nl/publicaties/NYF\\_EN689.Theo-Scheffers.Olso.220509.pdf](https://www.tsac.nl/publicaties/NYF_EN689.Theo-Scheffers.Olso.220509.pdf).
- Scheffers T. (2023) CSE-aannemelijkheid vanuit blootstelling. Presentatie Werkgroep stoffen gerelateerde beroepsziekten (NVAB) en Contactgroep Klinische Arbeidshygiëne (NVvA), 27 september 2023. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/4--20230927-cse-aannemelijkheid-vanuit-blootstelling--t.-scheffers.pdf>.
- Schinkel J, Fransman W, Heussen H, Kromhout H, Marquart H, Tielemans E. (2010) Cross-validation and refinement of the Stoffenmanager as a first-tier exposure assessment tool for REACH. *Occup. Environ. Med.*, 67 (2): 125-132.
- Schinkel J, Warren N, Fransman W, van Tongeren M, McDonnell P, Voogd E, Cherrie JW, Tischer M, Kromhout H, Tielemans E. (2011) Advanced REACH Tool (ART): calibration of the mechanistic model. *J. Environ. Monit.*, 13: 1374-1382.
- Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). (1992) Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for Xylenes. SEG/SUM/19b. Beschikbaar via: <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/Xyleenompisomeren,bekeken-30-04-2023>.
- Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). (2007) Recommendation of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits for “White Spirit”. SCOEL/SUM/087. Beschikbaar via: <https://www.ser.nl/nl/thema/arbeidsomstandigheden/Grenswaarden-gevaarlijke-stoffen/Grenswaarden/White-spirit>.
- Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) (2017). Methodology for derivation of occupational exposure limits of chemical agents. The General Decision-Making Framework of the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. Adopted 6 December 2017. European Commission. Directorate-General for Employment, Social Affairs and Inclusion Directorate B —Employment Unit B.3 — Health and safety.
- Seixas NA, Robins TG, Moulton LW. (1988) The use of the geometric and arithmetic mean exposures in occupational epidemiology. *Am. J. Ind Medicine*, 14: 465-477.
- Shimizu K. (1988) Point Estimation. In: Crow EL, Shimizu K (editors). STATISTICS: Textbooks and Monographs Volume 88 Lognormal Distributions. New York: Marcel Dekker.
- Smid T, Terwoert J, van Rooij J, Cornelissen R. (2013) Uitspraak OPS-zaak. geen verband blootstelling klachten. ECLI NL GHARL 2013 6202.
- Solvent Team. (2013) Enschede MST solvent team Enschede. Intake formulier Arbeidshygiene.img 611083924 0001.
- Swaen GMH, Scheffers T, De Cock J, Slangen J, Drooge, H. (2005) Leukemia Risk in Caprolactam Workers Exposed to Benzene. *Ann. Epidemiology*,15 (1): 21-28.
- Terwoert J. (2010) Deskundigenbericht Muller vs Duivenbode-v2-b.100121. IAVM. Beschrijving en beoordeling werkomstandigheden ex-offsetdrukker, en beantwoording van enkele aanvullende vragen. Amsterdam, 21 januari 2010.

- Tickner J. (2005) The Development of the EASE Model. *Ann. Occup. Hyg.*, 49 (2): 103-110.
- Tischer M, Lamb J, Hesse S, van Tongeren M. (2017) Evaluation of Tier One Exposure Assessment Models (ETEAM): Project Overview and Methods. *Ann. Work Expo. Health*, 61 (8): 911-920.
- Tjoe Nij EIM, Marquart H, Preller L. Evaluatie van rapportages van historische blootstelling-schattingen in het kader van OPS/CTE claims. TNO-rapport V7460, 24 april 2007.
- Van Balen P. (2023) AH-beoordeling blootstelling bij CSE. Presentatie Werkgroep stoffen gerelateerde beroepsziekten (NVAB) en Contactgroep Klinische Arbeidshygiëne (NVvA), 27 september 2023. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/3-202300927-ah-beoordeling-blootstelling-bij-cse---p.-van-balen.pdf>.
- Van der Laan, van Dun RECS, Roos Y, Wekkings T, Hooisma J, Kulig B, Emmen HH, Monster A, Wolff F. (1995). Organisch psychosyndroom door oplosmiddelen? Een protocol voor de diagnostiek. Sdu Uitgevers. Blz 56-61; Registratie richtlijn OPS een protocol voor de diagnostiek. Den Haag, Arbeidsinspectie, Ministerie van SZW, Rapport S-186.
- van Tongeren M, Lamb J, Cherrie JW, MacCalman L, Basinas I, Hesse S. (2017) Validation of Lower Tier Exposure Tools Used for REACH: Comparison of Tools Estimates with Available Exposure Measurements. *Ann. Work Expo. Health*, 61 (8): 921-938.
- Van Valen E, van Thriel C, Akila R, Nilson LN, Bast-Petterse, R, Sainio M, van Dijk F, van der Laan G, Verberk M, Wekking E. (2012). Chronic solvent-induced encephalopathy: European consensus of neuropsychological characteristics, assessment, and guidelines for diagnostics. *Neurotoxicology*. 2012 Aug 1;33(4):710-26.
- Van Valen E, van Hout MSE, Wekking EM, Lenderink AF, van der Laan G, Hageman G. (2015) Hersenschade door blootstelling aan oplosmiddelen. *Diagnostiek en beloop van chronische toxische encefalopathie*. *Ned. Tijdschr. Geneeskunde*, 159, A9431.
- Van Valen E. (2018) Chronic solvent-induced encephalopathy. Proefschrift. Faculty of Medicine (AMC-UvA). ISBN 9789462959064. Beschikbaar via: <https://tinyurl.com/ycczohp7>.
- van Rooij J. (2018) Deskundigenbericht 4432829 \ CV EXPL 15~9617.
- van Vliet F. (2023) NPO bij CSE. Presentatie Werkgroep stoffen gerelateerde beroepsziekten (NVAB) en Contactgroep Klinische Arbeidshygiëne (NVvA), 27 september 2023. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/2--20230927-npo-bij-cse---f.-van-vliet.pdf>.
- Verbist K, Marquart J, Heussen G, Schinkel J, West J, Fransman W, van Niftrik M, Tielemans E. (2011) Stoffenmanager: een web-based control banding tool. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap*, 24 (3): 92-104.
- Verschoor AH. (2013) Expertise rapport Productie 2a van de Dagvaarding [171009, dossierzak\_01 (ECEMed), d.d. 19 juni 2013].
- Wieling G, Scheffers T. (2006) Rangordenen van chemische stoffen met DOHSBase. NVvA Nieuwsbrief 1/ april 2006, p 8-11. Beschikbaar via: <https://www.arbeidshygiene.nl/-uploads/files/insite/nieuwsbrief-2006-01-thema-actualiteiten.pdf>.
- World Health Organisation (WHO). (1985). Chronic effects of organic solvents on the central nervous system and diagnostic criteria: report on a joint WHO/Nordic Council of Ministers Working Group, Copenhagen. *Environmental health series*, 5.



# Verslag

## Naar een betere beheersing van de gezondheidsrisico's van het werken met chemicaliën. Hoe dan?

Verslag van de bijeenkomst van de Contactgroep Gezondheid en Chemie (CGC) en de Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB) op donderdag 15 juni 2023 in Golden Tulip Hotel Central te Den Bosch.

*Rik Menting*

De risico's van het werken met chemicaliën heeft in Nederland maatschappelijke en politieke belangstelling. Dit blijkt uit de volgende ontwikkelingen: Per 1 juli 2022 is het LEXCES (Landelijk expertise centrum chemische stoffen) opgericht. In 2021 en 2022 is hier tijdens de CGC-bijeenkomsten ook aandacht aan geschonken. In december 2022 heeft de minister van SZW een adviesaanvraag over biologische grenswaarden ingediend bij de Gezondheidsraad. Naast de TSB (Tegemoetkoming Stoffengerelateerde Beroepsziekten) regeling, sinds 01-01-2023 van kracht, staat binnen het LEXCES ook de preventie van stoffen gerelateerde beroepsziekten hoog op de agenda.

Met deze bijeenkomst hebben wij ons gericht op welke wijze bedrijfsartsen, samen met de arbeidshygiënist, vorm kunnen geven aan de gezondheidsbewaking bij het werken met chemicaliën.

Er is ingezoomd op de vertaalslag van de RI&E (risico-inventarisatie en -evaluatie) chemische stoffen naar de bedrijfsarts; welke informatie heeft de bedrijfsarts nodig om een passend PAGO (periodiek arbeidsgezondheidskundig onderzoek) advies te kunnen geven? Is inzet van biologische monitoring bij blootstelling aan carcinogene stoffen op de werkplek hiervoor een oplossing? Moeten data van biomonitoring van werkers altijd (als) medische data (gelabeld) blijven? Wat zijn de mogelijkheden voor het (pseudo)anonymiseren van de gegevens binnen de kaders van de privacywetgeving. Hoe zijn hierbij de rollen tussen arbeidshygiënist en bedrijfsarts verdeeld en welke ethische en juridische dilemma kom je hierbij tegen. In de afgelopen jaren zijn hierover diverse publicaties verschenen die richting geven aan deze vraagstukken. Aan de hand van de Europese chromaatstudie is de toegevoegde waarde en praktische toepassing van biologische monitoring bij werken met Chroom 6 besproken en zijn de items als carcinogeniteit, grenswaarden en mechanismen aan de orde gekomen.

### **Van arbeid naar gezondheid, een veranderende rol voor de bedrijfsarts ...** Frederieke Schaafsma

Ook WHO cijfers duiden er nu op dat Nederland het internationaal vergeleken niet goed doet als het gaat om de preventie van mortaliteit door beroepsrisico's (Pega et al., 2023).

De arbeidsinspectie merkt daarbij in haar rapport "Staat van Gezond werk" uit 2023 op dat de bedrijfsgeneeskunde voor-

namelijk betrokken is op secundaire preventie van verzuim door bevorderen van terugkeer naar het werk en van de individuele draagkracht van werknemers, maar te weinig op (primaire) preventie van ziekte en verzuim door remediëring aan de oorzaken van uitval (NLA, 2023).

De inzet en prestaties van de bedrijfsartsen zijn nu hoofdzakelijk gericht op "return to work" in plaats van op behoud van gezondheid en voorkomen van beroepsziekten. De bedoeling moet dus zijn om meer in te zetten op de preventie van de gezondheid bedreigende risicofactoren tijdens het werk.

De determinanten voor verandering naar een meer primair preventieve aanpak door de arbeids- en bedrijfsgeneeskunde kan je identificeren aan de hand van het MIDI (Measurement Instrument for Determinants of Innovations) context model. Het betreft een proces van adoptie, implementatie en borging van factoren in de sociaal-politieke omgeving, de organisatie van het bestel, bij de gebruikers – bijvoorbeeld de bedrijfsarts, en op het vlak van innovatie, welke instrumenten heeft de arts voor handen ten aanzien van preventie.

### *Socio-politiek - Wetgeving*

Politiek gezien gelooft men nu in het opnemen van een meer preventieve inzet door middel van incentives maar nog niet van disincentives ten aanzien van werkgevers. De wet is hierop in 2017 aangepast in de hoop dat de nadruk op de preventieve taak van de bedrijfsarts en het afdwingen van betere contracten tussen arbodienst en werkgever zou bijdragen aan betere preventie. Bedrijfsartsen stellen nu dat de gewijzigde arbeidsomstandighedenwet van 2017 wel wat geholpen heeft om meer aandacht te geven aan preventieve taken. Tegelijk blijkt in de praktijk dat deze preventieve taken slechts in zeer beperkt mate daadwerkelijk geïmplementeerd worden.

### *Organisatie - Arbodienst*

De organisatie van de arbozorg blijft nog sterk verzuimbegeleiding georiënteerd omdat de marktwerking voorziet dat er een goede boterham aan wordt verdiend. Dit hoewel de bedrijfsartsen wel aangeven structureel meer tijd in preventie te willen investeren. Naast de beroepsverenigingen die duidelijkere keuzes moeten gaan maken in welke dienstverlening zij willen investeren voor hun professionals, kan de politiek ook overwegen over te gaan naar meer disincentives bij gebrek aan toepassing van preventie – gezien gebleken is bij de Wet Verbetering Poortwachter dat deze zeer effectief is gebleken als het gaat om gedragsverandering.

### *Gebruiker – bedrijfsarts en arbeidshygiënist*

De bedrijfsarts, gebruiker van het stelsel, kampt met een gebrek aan kennis op het domein van collectieve preventie, onder meer op gebied van risico-identificatie en -evaluatie, advisering inzake biologische (effect) monitoring en sensing, risicocommunicatie en adviesverstrekking. Specifiek het aan de slag gaan met biologische (effect) monitoring vereist bijvoorbeeld de juiste indicatiestelling tot de uitvoering ervan, betere kennis van de privacyaspecten, afstemming met arbeidshygiënist, inventarisatie van blootstellingen in bedrijven en methodologische uitvoeringsprotocollen voor biologische (effect) monitoring.

### *Innovatie – preventieve taken*

Preventie begint met een goede inschatting van alle mogelijke risico's op de werkvloer, en daarbij ook continu de wijze waarop deze worden ingeschat opnieuw te beoordelen. Hetzelfde geldt voor het vertalen van deze risico's naar medisch onderzoek om eerste signalen van ziekte te herkennen. Er is al veel nuttige risico-informatie die Arbodiensten en ondernemingen verzamelen, maar die wordt om zakelijke redenen niet met het veld gedeeld. Dit beperkt de mogelijkheden voor kwaliteitsverbetering. Ook het valoriseren van preventieve medisch onderzoeken (PMO/PAGO) vergt onder meer de inzet van up-to-date techniek qua diagnostiek en screenings-tests, de opzet van interventievoorstellen en de organisatie van de opkomst. Zo worden er diverse nieuwe diagnostische instrumenten onderzocht die gebruikt kunnen worden voor biologische (effect) monitoring als bijvoorbeeld "de stratum corneum tape stripping techniek", waarmee de bedrijfsartsen en arbodiensten nu nog niet vertrouwd mee zijn, en die ook moeizaam ingang naar de praktijk kunnen vinden.

De oprichting van LEXCES gaat dit veranderingsproces hopelijk faciliteren. Hoewel bij wijze van tertiaire preventie de eerste erkenningen van stof gerelateerde aandoeningen een feit is, is primaire en secundaire preventie in plaats van vergoeding het hoofddoel. Deze vormen van preventie zijn het onderwerp van het werkprogramma van LEXCES wat recent is gestart. Primaire preventie betekent inzetten op een strategie die gevaarlijke blootstellingen aan stoffen kan voorkomen, secundaire preventie is bijvoorbeeld de uitbouw van een PMO-systematiek voor vroeg detectie van beginnende gezondheidsschade.

### **Van RI&E chemisch stoffen naar PAGO advies** **Jolanda Willems**

Hoe kan je op basis van de RI&E voor chemische blootstellingen een passend PAGO advies formuleren en dit implementeren? Een PAGO dient om te evalueren of de op basis van de RI&E vastgestelde maatregelen afdoende doeltreffend zijn. Dit door middel van:

- anamnese en klinische onderzoek van werknemers,
- biomonitoring op blootstelling aan, en vroegtijdige effecten door, stoffen,
- geschiktheid voor toepassen van PBM's (bijvoorbeeld fitheid adembescherming toe te kunnen passen),

- detectie van beroepsaandoeningen.

Maar de RI&E wordt onvoldoende vertaald naar aansluitend PAGO advies. Dat heeft onder meer als redenen :

- 1) Niet correcte uitvoering en verdieping RI&E. Er is de fixatie op SDS (Safety Data Sheets) voorschriften en productlijsten in plaats van op de RI&E implicaties ten aanzien van restrisico's door en incidenten met stoffen,
- 2) De kennis van kerndeskundigen zoals bedrijfsarts en arbeidshygiënist is ontoereikend voor de indicatiestelling tot biomonitoring en de risicocommunicatie die dit vergt,
- 3) Kerndeskundigen zijn onvoldoende op de hoogte van elkaars competenties en vinden elkaar onvoldoende op de werkvloer om tot goede samenwerking te komen.

Jolanda heeft een onderzoeksvoorstel om de obstakels en behoeften van de bedrijfsarts en arbeidshygiënist te identificeren en er aan te remediëren. Hiertoe kan de praktijkvoering in andere landen inspiratie bieden. Vanwaar een oproep tot participatie vanuit het veld via haar mailadres: [j.g.willems1@amsterdamumc.nl](mailto:j.g.willems1@amsterdamumc.nl).

### **PMO chemische stoffen, toelichting op addendum leidraad PMO.**

#### **Rik Menting**

De 3 kerndoelstellingen van het PAGO zijn:

- 1) Preventie van beroepsziekten en arbeid-gebonden aandoeningen bij individuen en groepen werknemers; de klassieke occupational health met een volledige RI&E als basis,
- 2) Bewaken en bevorderen van gezondheid bij individuen en groepen werknemers; workers health met de aandacht voor de balans tussen belasting/belastbaarheid,
- 3) Bewaken en verbeteren van inzetbaarheid van individuele werknemers gericht op duurzame inzetbaarheid en leefstijl.

Het PAGO heeft als wettelijke grondslag artikel 18 van de Arbowet, de scope is zowel primaire als secundaire preventie. Het wordt gestuurd door RI&E, beroepsziekten en verzuimgegevens. De kerndoelen worden nagestreefd op basis van vrijwilligheid, wetenschappelijke validiteit en evidence-based effectiviteit. Een PAGO heeft een risk-based uitgangspunt en vereist een volwaardige risicomanagementsysteem en een goed werkende arbobeleidscyclus. Een PAGO vereist daarom een risk-based verdiepende RI&E die bovendien individuele verschillen in gevoeligheden van werknemers en zorg voor kwetsbare groepen in kaart brengt. Als vierde kerndoel van het PAGO kan je de evaluatie van de effectiviteit van de arbobeleidscyclus en het risicomanagementsysteem overwegen.

Wat de indicatiestelling tot PAGO chemische stoffen betreft verwijst Rik naar het "Addendum Leidraad Preventief Medisch Onderzoek (PMO) van werkenden bij blootstelling aan gevaarlijke stoffen". In de noodzakelijke samenwerking tussen arbeidshygiënist en bedrijfsarts zou onderstaande het resultaat moeten zijn van het doorlopen van de volgende beschreven beleidsstappen:

- 1) Inventarisatie van de blootstelling door Onder andere raadplegen bestaande RI&E, opstellen van een stoffenregister en blootstellingsgegevens en vaststellingen door rondgangen,
- 2) Identificatie van de gevaren op basis van H-zinnen, met een prioritering van de risico's voor een te verwachten gezondheidseffect en vaststellen van de doelorganen,
- 3) Bepaling van de werknemerspopulatie at risk is,
- 4) Bepaling van de geschikte onderzoeksmethoden voor de bewaking en evaluatie van schade aan de door de risicobepaling gegeven doelorganen.

Rik Menting ziet de samenwerking tussen bedrijfsarts en arbeidshygiënist als een voorwaarde om te komen tot een juist PAGO gevaarlijke stoffen, en beschouwt dit PAGO als een vast onderdeel van het risicomanagement bij werken met gevaarlijke stoffen. Biologische monitoring is feitelijk geen gezondheidkunde onderzoek maar geeft zicht op de blootstelling en is hierdoor een vorm van blootstellingsbeoordeling en daarmee een onderdeel van de RI&E.

### **Biologische monitoring, stand van zaken op basis van de recente OECD Leidraad.**

**Jos Bessems**

Jos bespreekt het OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) guidance document inzake Occupational Biomonitoring. Het is het resultaat van een driejarig samenwerkingsverband tussen een 40-tal ter zake toonaangevende instanties. De scope was biomonitoring als middel voor evaluatie van blootstellingen en gezondheidsrisico's op het werk. Biomonitoring wordt gezien als een relevante, aan omgevingsmetingen complementaire methode, om met name blootstellingen te meten, te evalueren en te bewaken. Momenteel worden door verschillende instanties richtwaarden uitgevaardigd waaronder de gemeten interne concentraties van stoffen zouden moeten blijven om mogelijke gezondheidseffecten te voorkomen. Om biomonitoring als een standaardmethode voor risicobeheer te positioneren is meer harmonisatie wenselijk, zoals "Wanneer is biomonitoring van toegevoegde waarde?", "Wanneer is een richtwaarde zinvol", en "Hoe leidt je die richtwaarde dan af".

Ter realisatie van deze doelstellingen werden zeven taken gedefinieerd die in de guidance worden besproken:

- 1) Vergelijken van de bestaande methoden voor afleiden van die richtwaarden, in de OECD guidance OBL's (Occupational Biomonitoring Levels) genoemd,
- 2) Identificeren van data gaps en benodigd verder onderzoek voor reglementair aanwenden van biomonitoring,
- 3) Vooropstellen van kwaliteitscriteria voor de derivatie van OBL's,
- 4) Uitwerking van algemene en gelaagde richtlijnen voor OBL-afleidingen,
- 5) Voorstellen van andere OBL beoordelingsmethoden voor screenings- en reglementair geavanceerde risico-analyse vereisten,

- 6) Aanbevolen biomonitoringsopties en indicaties in arbeidsorganisaties,
- 7) Karakteriseren en ontwerp van effect biomonitoringsmethoden voor bepaalde actie modi van stoffen en mengsels.

Rekening houdend met allerlei al bestaande definities in Europese en nationale kaders werd voor genoemde term 'richtwaarde' de neutrale term Occupational Biomonitoring Level (OBL) geïntroduceerd. Bij wijze van synthese van de verschillende internationaal toegepaste biomonitoringsparameters werden een viertal OBL-parameters gepresenteerd.

- OBL: voor stoffen met een duidelijke kwantitatieve exposure biomarker-gezondheidseffect relatie,
- POBL: Provisional OBL voor stoffen met beperkt beschikbare toxicologische data,
- ROBL: Reference OBL, zijnde de 'population-based' referentieconcentratie voor een biomarker waaronder de 95e percentiel van de niet aan de stof blootgestelde populatie zich bevindt,
- TOBL: Technical OBL, zijnde een technisch realiseerbare concentratie in populaties werknemers tewerkgesteld onder een "state of the art" beheerst arbeidshygiënisch werkregime.

Uitgebreid wordt ingegaan op de wijze waarop dit viertal parameters dienen te worden afgeleid aan de hand van beschikbare wetenschappelijke informatie. Aan iedere parameter wordt gezien de aard waarop ze worden afgeleid een gelaagde betekenis toegekend in de risicobeheersing in geval deze overschreden wordt:

- OBL's (tier 4) zijn het meest geraffineerd. Bij overschrijding kan een gezondheidsrisico niet meer worden uitgesloten.
- POBL's (tier 3). Bij overschrijding kan een gezondheidsrisico niet worden uitgesloten maar met minder zekerheid.
- ROBL's (tier 2) geven indien overschreden slechts aan dat er onder de werknemerspopulatie meer blootstelling is dan in de algemene bevolking. Ze zijn niet gebaseerd op toxicologie of epidemiologie.
- TOBL's (tier 1) duiden op een zekere mate van blootstelling ondanks voorgeschreven technische beheersmaatregelen en zijn ook niet gebaseerd op toxicologie noch epidemiologie.

Ook de opzet van biomonitoring strategieën, de praktische uitvoering, de risicocommunicatie evenals de ethische- en GDPR-implicaties van de methode worden in de guidance belicht.

Jos vermeldt ook kort het OECD initiatief om naast blootstellingsbiomonitoring ook tot guidance te komen voor effect biomonitoring en die te gebruiken om naast effecten door blootstelling aan een enkele stof ook potentiële blootstelling aan meerdere chemische stoffen tegelijk te beoordelen, blootstelling die aldus tot een 'mixtures exposure effect' zouden kunnen leiden. Dat 'mixtures exposures effect' zou dan vroegtijdig te traceren zijn door een gezamenlijke effect

biomarker te meten en te vergelijken met de distributie algemeen geaccepteerde (klinische) waarden voor die specifieke effect biomarker (waarden beneden de P5 (5e percentiel) of boven de P95 (95e percentiel) zouden dan indiceren dat er iets aan de hand is). De richtwaarde voor de effect biomarker zou dan op de P5 dan wel de P95 gezet kunnen worden, afhankelijk of het effect een afname of toename van de biomarker veroorzaakt. Hiermee zou blootstelling aan diverse stoffen die voor ieder van de individuele stoffen voor zich onder de richtwaarde blijft maar die in zijn totaliteit tot gezondheidseffecten door additie van effecten kan leiden, toch beoordeeld en bewaakt kunnen worden. Die mogelijke zich ontwikkelende gezondheidseffecten zouden dan gemonitord kunnen worden door een richtwaarde voor effect-specifieke biomarkers af te leiden (bijvoorbeeld P5 of P95 dan wel P2,5 of P97,5), maar dit is allemaal nog ter discussie.

### **De Europese HBM4EU chromaat studie. Een overzicht van uitkomsten en aanbevelingen voor biomonitoring van beroepsmatige blootstelling aan chromaten.**

**Paul Scheepers, Radboud Universiteit**

De HBM4EU chromaatstudie is uitgevoerd in tien EU landen in samenwerking met bedrijven in de metaalsector en bedrijven die chromaten toepassen in coatings.

Het doel was voornamelijk de blootstelling aan zeswaardig chroom (CrVI) in beeld te brengen door middel van specifieke biomarkers. De huidige praktijk is dat alle oxidatietoestanden van chroom vaak samen als 'totaal chroom' in urine worden bepaald. Verondersteld wordt dat een specifieke meting van CrVI blootstelling meerwaarde heeft omdat vast staat dat het zeer reactieve CrVI door contact met het luchtwegepitheel aanleiding kan geven tot neus- en longkanker. Dit in tegenstelling tot chroom-verbindingen van andere oxidatietoestanden van Cr die alleen een allergie kunnen veroorzaken.

Het meten van CrVI heeft meerwaarde want na de opname in de bloedbaan wordt een groot deel van de CrVI door onder andere ascorbinezuur en glutathion omgezet in het minder schadelijke driewaardig chroom (CrIII). Ontsnapt CrVI aan deze inactivering dan kan het daarna lichaamscellen binnendringen waar het schade aan kan richten. Ook daar vindt reductie plaats waarbij reactieve intermediären zoals CrV en CrIV ontstaan onder vorming van reactieve zuurstofvormen die eiwitten en DNA in de celkern kunnen beschadigen. Alleen als deze oxidatieve DNA schade niet tijdig wordt hersteld kan dit leiden tot een verhoogd risico op het ontstaan van tumoren. CrVI dat op deze manier rode bloedcellen binnendringt wordt ook gereduceerd tot CrIII maar kan de cel niet meer uit en stapelt in deze cellen gedurende hun normale levensduur van ca. 126 dagen. Het chroomgehalte in rode bloedcellen is daarmee een bruikbare biomarker die de gemiddelde blootstelling aan CrVI weerspiegelt over een periode van ongeveer vier maanden.

Een andere nieuwe en nog weinig toegepaste methode gaat uit van uitademingslucht-condensaat. Daarin worden zowel CrIII als CrVI apart geanalyseerd wat chroomspiegeling wordt

genoemd. Dit condensaat ontstaat in de alveoli bij het uittreden van koolzuur uit het bloed als microdruppeltjes van het longvocht. Hiermee levert het gehalte CrIII en CrVI informatie over de hoeveelheid die direct in contact komt met het epitheel wat de verschillende vormen van weefselschade die op termijn een rol kan spelen bij het ontstaan van chronische ziekte waaronder longkanker.

Naast deze blootstellings-biomarkers werden in de HBM4EU studie ook biomarkers van effect meegenomen zoals micronuclei in reticulocyten en micronuclei in perifere bloedlymfocyten. In epidemiologisch onderzoek worden micronuclei in perifere lymfocyten wel in verband gebracht met een verhoogd risico op kanker, waaronder longtumoren. Andere effect biomarkers geven inzicht in oxidatieve schade van DNA en telomeerlengte van chromosomen. Van laatstgenoemde biomarkers is minder bekend over hun rol bij het ontstaan van ziekte. Een beperking van de effect biomarkers is dat ze niet direct gerelateerd kunnen worden aan een specifieke blootstelling. Daarom worden bij de interpretatie van deze biomarkers de gehalten in blootgestelde productiewerker vergeleken met een controlegroep van personen die administratief werk doen. Bij deze vergelijking is een controle voor roken nodig.

Het studieprotocol van de HBM4EU studie voorzag in uitgebreid vragenlijstonderzoek bij werknemers en werkgevers. Daarnaast werden bij productiemedewerkers metingen gedaan van inhaleerbaar en respirabel stof en het gehalte CrIII en CrVI en werden veegmonsters genomen van de handen.

De belangrijkste studieresultaten zijn gepubliceerd in een serie artikelen (Galea et al., 2021; Kozłowska et al., 2022; Leese et al., 2023; Ndaw et al., 2022; Santonen et al., 2019; Santonen et al., 2022; Santonen et al., 2023; Tavares et al., 2022; Viegas et al., 2022):

- De hoogste totaal chroom gehalten in urine werden aangetroffen bij het gebruik van chroomzuur in baden. De blootstelling bij lasprocessen was gemiddeld genomen lager. In deze sectoren waren de omgevingsconcentraties gemiddeld niet boven de bindende Europese OEL van 5 µg/m<sup>3</sup>.
- Op groepsbasis werd een statistisch significant verband gevonden tussen totaal chroom in urine en de concentratie CrVI in respirabel stof gemeten in de ademzone. Binnen de groep medewerkers die bij chroombaden waren blootgesteld was deze correlatie matig tot goed maar bij lassers was dit verband beduidend minder sterk.
- Er werd een significant verband gevonden tussen totaal chroom in urine en het gehalte chroom in de veegtesten van de handen. Dit verband zou kunnen duiden op een rol van hand-mond contact.
- Bij de toepassing van biomonitoring kan de analyse van totaal chroom in urine gezien worden als een eerste screening. De analyse totaal chroom in rode bloedcellen kan aanvullend worden gedaan als maat van CrVI blootstelling en is te overwegen bij werk aan chroombaden omdat de verhoogde biobeschikbaarheid van CrVI

uit chroomzuur zich mogelijk vertaald in een grotere intracellulaire dosis dan bij andere toepassingen zoals lassen en chromaathoudende coatings.

- Er zijn maar beperkt gegevens beschikbaar over de achtergrondwaarde voor het chroomgehalte in rode bloedcellen wat de interpretatie van de uitkomsten van deze biomarkers bemoeilijkt.
- Om CrVI opname tijdens het werk te kunnen onderscheiden op ademlucht condensaat is een gevoelige analyse nodig die niet ieder laboratorium beschikbaar heeft.
- De gemiddelde frequentie micronuclei was bij de groep werkers aan chroombaden en voor het verwerken (spuiten en aanbrengen) van CrVI-houdende verf verhoogd ten opzichte de controlegroep behalve voor lassers en machinebankwerkers.
- Alle groepen blootgestelden vertoonden significant meer DNA schade dan de externe controlegroep.

#### *De belangrijkste conclusies waren:*

- Bij een gemiddelde CrVI blootstelling van de 5 µg/m<sup>3</sup> treedt een significant verhoogd kankerrisico op. Dat de blootstelling op groepsniveau zich onder deze bindende OEL bevond betekent niet dat het restrisico kan worden verwaarloosd. Een blootstellingsniveau van 1 µg/m<sup>3</sup> komt bij een 40-jarige blootstelling overeen met een risico op kanker van 4 per 10.000 blootgestelden.
- Maatregelen zoals automatisering bij chroombaden en het plaatsen van bronafzuiging leidt tot een vermindering van de blootstelling. Training in het gebruik van adembescherming bij lassen, electroplating en schilderwerk vertaalt zich ook in een lagere blootstelling.
- Bij werkers aan chroombaden komt concentratie inadembaar CrVI van 5 µg/m<sup>3</sup> in de ademzone overeen een concentratie van 7 µg/L totaalchromium in urine en een luchtconcentratie CrVI van 1 µg/m<sup>3</sup> met een waarde van totaal chroom in urine van 2 µg/g kreatinine. Voor lassers is dit verband niet geldig niet; een totaal chroom gehalte van 5 µg/g kreatinine sluit niet uit dat de omgevingsconcentratie van 5 µg/m<sup>3</sup> aan inhaleerbaar CrVI-houdend stof wordt overschreden.

Tweederde van de Europese en nationale beleidsmakers antwoorden desgevraagd dat de HBM4EU studie een (positieve) impact had op hun visie ten aanzien van de bruikbaarheid van biomonitoring als methode voor het verbeteren van de werkomstandigheden.

## Literatuur

Galea KS, Porrás SP, Viegas S, Bocca B, Bousoumah R, Duca RC, Godderis L, Iavicoli I, Janasik B, Jones K, Knudsen LE, Leese E, Leso V, Louro H, Ndaw S, Ruggieri F, Sepai O, Scheepers PTJ, Silva MJ, Wasowicz W, Santonen T. (2021) HBM4EU chromates study - Reflection and lessons learnt from designing and undertaking a collaborative European biomonitoring study on occupational exposure to hexavalent chromium. *Int. J. Hyg. Environ. Health*; 234: 113725. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113725>.

Kozłowska L, Santonen T, Duca RC, Godderis L, Jagiello K, Janasik B, Van Nieuwenhuyse A, Poels K, Puzyn T, Scheepers PTJ, Sijko M, Silva MJ, Sosnowska A, Viegas S, Verdonck J, Wąsowicz W, On Behalf Of Hbm Eu Chromates Study Team, On Behalf Of Statistical Team. (2022) HBM4EU Chromates Study - Urinary Metabolomics Study of Workers Exposed to Hexavalent Chromium. *Metabolites*; 12 (4): 362. <https://doi.org/10.3390/metabo12040362>.

Leese E, Jones K, Bocca B, Bousoumah R, Castaño A, Galea KS, Iavicoli I, López ME, Leso V, Ndaw S, Porrás SP, Ruggieri F, Scheepers PTJ, Santonen T, HBM4EU chromates study team. (2023) HBM4EU chromates study - The measurement of hexavalent and trivalent chromium in exhaled breath condensate samples from occupationally exposed workers across Europe. *Toxicol Lett.*;375: 59-68. <https://doi.org/10.1016/j.toxlet.2022.12.009>.

Ndaw S, Leso V, Bousoumah R, Rémy A, Bocca B, Duca RC, Godderis L, Hardy E, Janasik B, van Nieuwenhuyse A, Pinhal H, Poels K, Porrás SP, Ruggieri F, Santonen T, Santos SR, Scheepers PTJ, Silva MJ, Verdonck J, Viegas S, Wasowicz W, Iavicoli I, HBM4EU chromates study team. (2022) HBM4EU chromates study - Usefulness of measurement of blood Chromium levels in the assessment of occupational Cr(VI) exposure. *Environ Res.* ; 214 (Pt 1): 113758. doi: <https://10.1016/j.envres.2022.113758>.

Nederlandse Arbeidsinspectie (NLA). Staat van gezond werk. Het voorkomen van de ongezonde kanten van arbeid. Nederlandse Arbeidsinspectie, Den Haag, april 2023. Beschikbaar via: <https://www.nlarbeidsinspectie.nl/publicaties/rapporten/2023/05/10/staat-van-gezond-werk>.

Pega F, Al-Emam R, Cao B, Davis CW, Edwards SJ, Gagliardi D, Fassa AG, Hassan MN, Hosseinpour AR, Iavicoli S, Jandaghi J, Jarosinska DI, Kgalamono SM, Rad MK, Khodabakshi M, Li X, Marinaccio A, Mbayo G, Rowshani Z, Sanabria NM, Sidwell-Wilson K, Solar OH, Streicher KN, Sun X, Asl RT, Yadegari M, Zhang S, Zungu M, Momen NC. (2023) New global indicator for workers' health: mortality rate from diseases attributable to selected occupational risk factors. *Bull. World Health Organ.*; 101 (6): 418-430Q. doi: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.23.289703>

Santonen T, Alimonti A, Bocca B, Duca RC, Galea KS, Godderis L, Göen T, Gomes B, Hanser O, Iavicoli I, Janasik B, Jones K, Kiilunen M, Koch HM, Leese E, Leso V, Louro H, Ndaw S, Porrás SP, Robert A, Ruggieri F, Scheepers PTJ, Silva MJ, Viegas S, Wasowicz W, Castano A, Sepai O. (2019) Setting up a collaborative European human biological monitoring study on occupational exposure to hexavalent chromium. *Environ. Res.*; 177: 108583. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108583>

Santonen T, Porrás SP, Bocca B, Bousoumah R, Duca RC, Galea KS, Godderis L, Göen T, Hardy E, Iavicoli I, Janasik B, Jones K, Leese E, Leso V, Louro H, Majery N, Ndaw S, Pinhal H, Ruggieri F, Silva MJ, van Nieuwenhuyse A, Verdonck J, Viegas S, Wasowicz W, Sepai O, Scheepers PTJ, HBM4EU chromates study team. (2022) HBM4EU chromates study - Overall results and recommendations

for the biomonitoring of occupational exposure to hexavalent chromium. *Environ. Res.*; 204 (Pt A), 111984. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111984>.

Santonen T, Louro H, Bocca B, Bousoumah R, Duca RC, Fucic A, Galea KS, Godderis L, Göen T, Iavicoli I, Janasik B, Jones K, Leese E, Leso V, Ndaw S, Poels K, Porras SP, Ruggieri F, Silva MJ, Van Nieuwenhuyse A, Verdonck J, Wasowicz W, Tavares A, Sepai O, Scheepers PTJ, Viegas S. (2023) HBM4EU chromates study - Outcomes and impacts on EU policies and occupational health practices. *Int. J. Hyg. Environ. Health.*; 248: 114099. <https://doi:10.1016/j.ijheh.2022.114099>.

Tavares A, Aimonen K, Ndaw S, Fučić A, Catalán J, Duca RC, Godderis L, Gomes BC, Janasik B, Ladeira C, Louro H, Namorado S, Nieuwenhuyse AV, Norppa H, Scheepers PTJ, Ventura C, Verdonck J, Viegas S, Wasowicz W, Santonen T, Silva MJ, On Behalf Of The Hbm Eu Chromates Study Team. (2022) HBM4EU chromates study - Genotoxicity and Oxidative Stress Biomarkers in Workers Exposed to Hexavalent Chromium. *Toxics.*; 10: 483. <https://doi.org/10.3390/toxics10080483>

# Verlag

## Omgaan met Reproductietoxische en Hormoonverstorende Stoffen: Navigeren tussen Theorie, Nieuwe Regelgeving en Praktijk

Verlag van het middagsymposium van de sectie Arbeidstoxicologie van de Nederlandse Vereniging voor Toxicologie (NVT) i.s.m. de sectie Risicobeoordeling van de NVT en de Contactgroep Gezondheid & Chemie (CGC), 28 maart 2024, Eindhoven.

Kelly Caris-Bergs<sup>1</sup> en Jeroen Terwoert<sup>2</sup>

De regelgeving voor blootstelling aan reproductietoxische stoffen op de werkplek gaat binnenkort ingrijpend veranderen. Reproductietoxische stoffen zijn sinds kort opgenomen in de Europese Carcinogens & Mutagens Directive (CMD 2022/431) (EU, 2022), en de Nederlandse overheid moet de nieuwe regels in het Arbeidsomstandighedenbesluit opnemen. Daarnaast is recent ook steeds meer aandacht ontstaan voor zogenaamde hormoonverstorende stoffen, en worden in het kader van de Europese stoffenwetgeving REACH testmethoden en criteria voor de classificatie ontwikkeld. De aandacht voor reproductietoxische en hormoonverstorende stoffen is verder aangewakkerd door onder meer de problematiek rond PFAS/PFOA, en door een casus in de lycrafabriek van Du Pont (15 ex-werkneemsters die het bedrijf hebben aangeklaagd, nadat zij allen een of meer miskramen hadden gehad). Dit vormde voldoende reden om eens aandacht te besteden aan deze categorieën stoffen.

**Ilse Wijnands-Scheperkeuter**, beleidsmedewerker bij het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW), begon de middag met een uiteenzetting over de inhoud van de huidige en de gewijzigde regelgeving. Reproductietoxische stoffen zijn schadelijk voor de voortplanting of het nageslacht, via invloed op de fertiliteit, de ontwikkeling van het kind, of de borstvoeding. Op grond van de Europese CLP regelgeving kunnen stoffen geïdentificeerd worden als bewezen (klasse 1A en 1B), of verdacht (klasse 2) reproductietoxisch. Tweemaal per jaar publiceert SZW de geactualiseerde versie van de 'CMR-lijst',<sup>3</sup> waarin de stoffen opgenomen worden die ofwel op EU-niveau, ofwel op nationaal niveau door de Gezondheidsraad zijn geïdentificeerd. Daarnaast hebben bedrijven die een stof op de markt brengen de verplichting om deze zelf te classificeren, in het kader van de Europese stoffenwetgeving REACH, indien nog geen Europese of nationaal geharmoniseerde classificatie voorhanden is (met H-zinnen H360, 361 of 362). Dit betreft het grootste deel van de stoffen die op de markt zijn. Voor kankerverwekkende en mutagene stoffen geldt al dat er een zware inspanningsplicht op de werkgever rust om deze te vervangen waar dat technisch uitvoerbaar is, of anders de blootstelling te minimaliseren. Onder meer op dit punt zal de

wijziging van de EU-richtlijn nu ook tot verplichtingen voor reproductietoxische stoffen leiden. Voor klasse 1A en 1B reproductietoxische stoffen komen als extra verplichtingen onder de Europese richtlijn:

- Een verbod op recirculatie via ventilatielucht;
- Een vervangings- en minimalisatieplicht; behalve voor R-stoffen waarvoor een veilig niveau van blootstelling (drempelwaarde) bewezen is;
- Registratie van de blootstelling van werknemer, met koppeling op naam. Anders dan sommigen denken, is dit ook 'toegestaan' vanuit de AVG-regelgeving.

Wanneer niet bekend is of voor een stof een drempelwaarde kan worden vastgesteld, zal in de Nederlandse implementatie van de EU-richtlijn de minimalisatieplicht gelden voor die stof. Hier gaat Nederland iets verder dan de EU-richtlijn voorschrijft, net als bij de registratie van de blootstelling van werknemers. De gegevens hiervan moeten minimaal veertig jaar bewaard worden, in plaats van vijf jaar. De reden hiervoor is dat men het gelijk wil trekken met de bewaartermijn van blootstellingsregistratie voor kankerverwekkende stoffen, om verwarring te voorkomen.

De implementatie van de gewijzigde EU-richtlijn in de Nederlandse regelgeving zal binnen enkele maanden geregeld zijn. Voor klasse 2 reproductietoxische stoffen blijven overigens de verplichtingen gelden zoals die tot nu toe al in het Arbobesluit stonden.

Een volgende wijziging van de EU-richtlijn, die in maart 2026 geïmplementeerd moet zijn, zal onder meer een verlaging van de grenswaarden voor lood en isocyanaten inhouden, waarbij ook voor lood voortaan een niet-drempelwaarde effect wordt aangenomen. Verder zullen ook processen waarbij mutagene stoffen kunnen ontstaan in de richtlijn worden opgenomen.

Tenslotte wijdde Ilse nog enkele woorden aan hormoonverstorende stoffen. Deze maken nu nog geen onderdeel uit van de EU-richtlijn. Het gaat om stoffen die door interactie met het hormoonstelsel een effect op het lichaam kunnen veroorzaken. Ook hier wordt onderscheid gemaakt tussen

<sup>1</sup> Nederlandse Voedsel en Waren Autoriteit (NVWA), Bureau Risicobeoordeling en Onderzoek (BuRO), en lid van de Nederlandse Vereniging voor Toxicologie (NVT), sectie Arbeidstoxicologie

<sup>2</sup> Nederlandse Arbeidsinspectie, Kenniscentrum

<sup>3</sup> SZW-lijst van kankerverwekkende stoffen en processen, mutagene of voor de voortplanting giftige stoffen. Beschikbaar via: <https://www.arboportaal.nl/externe-bronnen/wetgeving/lijst-van-kankerverwekkende-mutagene-en-voor-de-voortplanting-giftige-stoffen>

bewezen en verdacht hormoonverstorende stoffen. In een komende revisie van de (CLP-) regelgeving voor classificatie, worden testmethoden en criteria voor hormoonverstorende stoffen opgenomen. De validatie van testmethoden vormt momenteel nog wel een uitdaging. Hormoonverstorende stoffen zullen niet worden toegevoegd aan de CMR-lijst, omdat voor deze stoffen geen aanvullende verplichtingen zullen gelden, boven die voor 'normale' stoffen.

Ilse sloot af met een oproep: iedereen die deel zou willen uitmaken van een netwerk dat meedenkt over regelgeving voor gevaarlijke stoffen kan zich aanmelden bij het Ministerie SZW.

Vanuit de zaal werd gevraagd waarom voor verdacht kankerverwekkende en mutagene stoffen niet het aantal blootgestelde werknemers geregistreerd hoeft te worden en voor verdacht reproductietoxische stoffen wel?

Dit vindt men bij SZW ook niet logisch, maar het kan niet zo maar veranderd worden als het niet in de EU-richtlijn staat. Ook worden vragen gesteld over de reikwijdte van de registratieverplichting. Deze kunnen echter het best door praktijkdeskundigen worden beantwoord.

De vraag of er voor hormoonverstorende stoffen H-zinnen komen, kan bevestigend worden beantwoord, nl. H380 en H381.

**Aldert Piersma**, reproductietoxicoloog bij het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), ging in zijn presentatie nader in op de toxicologie van hormoonverstorende stoffen. De beroemde publicatie *Silent Spring* van Rachel Carson uit 1962 schudde de wereld wakker en beschreef effecten van onder meer DDT op vogels, waaronder mogelijke effecten op de reproductie. De publicatie *Our stolen future* van Colborn, Dumanoski & Peterson Myers uit 1996 bracht voor het eerst de hypothese dat mogelijk sprake kon zijn van een hormoonverstorend mechanisme. Een bekende, maar enigszins omstreden studie van Carlsen et al. uit 1992 leek vast te stellen dat de spermakwaliteit tussen 1930 en 1990 continu daalde. De kwaliteit van deze studie werd echter betwijfeld, onder meer in verband met de gedurende deze 60 jaar ontstane verschillen in de behandeling van de monsters en in de telmethodieken. Ook was niet duidelijk wat de oorzakelijke verklaring voor de daling van de spermakwaliteit zou kunnen zijn, hoewel een mogelijke relatie werd gesuggereerd met de algemene toename in de productie en het gebruik van 'chemische stoffen'. Het RIVM zelf heeft in 1996 een eerste studie uitgevoerd, waarin is gekeken naar de blootstelling aan een reeks endogene ('eigen') en exogene ('van buiten af') hormonen en mogelijke hormoonverstoorders. Het bleek dat de geschatte blootstelling aan hormoonverstoorders via het milieu zeer gering was, zeker vergeleken met de blootstelling aan zowel endogene hormonen als hormonen via bijvoorbeeld anticonceptie, die (zeer) vele ordegroottes hoger lag. Als follow-up op de Weybridge conferentie in 1996 heeft de WHO in 2002 een eerste definitie geformuleerd voor

hormoonverstorende stoffen, die als een mijlpaal gezien kan worden: *"An endocrine disrupter is an exogenous substance or mixture that alters function(s) of the endocrine system and consequently causes adverse effects in an intact organism or its progeny, or (sub) populations"*. Kernelementen in deze definitie zijn het veroorzaken van negatieve effecten, en dat dit - gezien de complexiteit van alle mogelijke interacties - plaatsvindt in een intact organisme (dus niet in bijvoorbeeld een celkweek). In OECD<sup>4</sup>-verband is vervolgens een teststrategie ontwikkeld, waarin op basis van bewijskracht vijf niveaus worden onderscheiden, lopend van de eerste aanwijzingen vanuit fysisch-chemische eigenschappen tot complexe in vivo tests. Hierbij wordt onderzoek dat zich beperkt tot de niveaus 1 en 2 als onvoldoende beschouwd om een definitieve beoordeling te kunnen doen.

Een belangrijk aspect in de beoordeling van mogelijke hormoonverstoorders is het maken van een onderscheid tussen daadwerkelijke schadelijke ('adverse') effecten en subtiele beïnvloeding die kan worden opgevangen door het lichaam ('adaptive'). Het lichaam streeft immers voortdurend naar homeostase, en kan externe beïnvloeding tot op een zeker niveau opvangen en corrigeren. Schadelijke effecten kunnen optreden als de capaciteit om de homeostase te handhaven overschreden wordt. Het onderzoeken van endocriene parameters is pas relatief recent aan bestaande testprotocollen toegevoegd, en het vormt in het algemeen nog een uitdaging om causale relaties tussen (subtiele) endocriene beïnvloeding en daadwerkelijk schadelijke effecten aan te tonen. Met een verwijzing naar het alom bekende adagium van Paracelsus, stelde Aldert dat de mogelijkheid om steeds lagere concentraties aan stoffen aan te tonen in het lichaam, soms leidt tot te veel zorg, onder de onjuiste aanname dat 'hazard' gelijk staat aan 'risk'. Ter illustratie werd een voorbeeld van Stof X aangehaald, die als hormoonverstoorder werkt op het antidiuretisch hormoon (ADH), dat de uitscheiding van vocht, en daarmee de elektrolytenbalans in het bloed reguleert. Een te hoge inname van deze Stof X remt het ADH, en zorgt in extreme gevallen voor coma, en mogelijk de dood. Vele aanwezigen (maar lang niet alle) hadden inmiddels uit het verhaal opgemaakt wat deze mysterieuze Stof X is: water! De LD50 ligt nogal hoog, op 100 gr/kg/dag (ofwel: ~ 7 liter, voor een persoon van 70 kg). Dit lijkt een extreem voorbeeld, maar ook in de gebruikelijke toxiciteitstest worden soms erg hoge doseringen toegepast, waardoor de vraag kan rijzen of dit nog reëel is, en of in de tests niet ook (meer) naar de potentie van de stof gekeken moet worden, in plaats van uitsluitend naar hazard.

Een van de deelnemers vroeg zich af of het wel terecht is om hormoonverstoring als apart eindpunt in toxiciteitstest op te nemen, of dat het meer gezien moet worden als één van de mechanismen die leiden tot reproductietoxische effecten. Daar is iets voor te zeggen, of in ieder geval, het is van belang om het achterliggende mechanisme te bestuderen indien de reproductietoxische eigenschappen van stoffen worden beoordeeld.

<sup>4</sup> *Organisation for Economic Co-operation and Development*



Een andere opmerking betrof de mogelijkheid dat een individuele stof wellicht uitsluitend een subtiel hormoonontregelend effect heeft dat nog door het lichaam kan worden opgevangen en gemoduleerd, maar dat dit vervolgens wel de capaciteit van het lichaam kan beperken om verdere verstoringen nog op te vangen.

**Ingrid Oirbons** is arbeidshygiënist bij Rockwool en heeft daarnaast vele jaren ervaring opgedaan vanuit arbodiensten en binnen industriële bedrijven. Het uitgangspunt is dat blootstelling aan gevaarlijke stoffen beheerst dient te zijn voor alle werknemers. En dat er mogelijk aanvullende actie nodig is als wordt gewerkt met stoffen die gevaarlijk zijn voor (het tot stand komen van een) zwangerschap, het ongeboren kind of de zuigeling. Haar ervaring leert dat beslissingen in relatie tot het werken met gevaarlijke stoffen en zwangerschap veelal worden genomen op basis van het gevaar en niet op basis van het risico. Veel bedrijven hanteren het voorzorgsprincipe waarmee zwangeren geheel worden vrijgesteld van werkzaamheden met carcinogene, mutagene en reproductietoxische (CMR-)stoffen. Deze aanpak is uiteraard prima maar kan in de praktijk tot praktische problemen leiden. Aan de hand van enkele voorbeelden uit de praktijk licht ze toe hoe er door het uitvoeren van aanvullende “Risico- Inventarisatie en Evaluatie (RI&E) Zwangeren” meer mogelijkheden zijn. Hierin is het van belang enerzijds te kijken naar CMR stoffen die altijd verboden zijn voor zwangeren vanuit de wetgeving. Anderzijds om na te gaan welke werkzaamheden met CMR-stoffen voor extra risico voor zwangeren zorgen. Een drietal documenten die hierbij kunnen ondersteunen zijn:

- Handreiking arbomaatregelen Zwangerschap & Arbeid van de SER, 2018 (SER, 2018);
- AI-blad 12 Zwangerschap en werk, maart 2023 (AI-blad, 2023);
- Richtlijn Zwangerschap, Postpartumperiode en Werk NVAB, herziene versie 2018 (NVAB, 2018).

Artikel 4.108 van het Arbeidsomstandighedenbesluit schrijft voor dat zwangeren niet mogen worden blootgesteld aan genotoxische stoffen oftewel mutagene en carcinogene stoffen zonder veilige drempelwaarde. Voor welke stoffen dit geldt is terug te vinden in Arbeidsomstandighedenregeling bijlage XIII, lijst B1. Voor reproductietoxische stoffen geldt dat zwangeren niet mogen worden blootgesteld aan lood(verbindingen). Op dit moment geldt er voor overige R-stoffen géén wettelijk verbod voor zwangeren. De meeste R-stoffen hebben een veilige drempelwaarde. In de aanstaande nieuwe wetgeving worden voor bewezen (en dus niet verdachte) R-stoffen nog extra voorschriften opgenomen. Zo dient voor bewezen R-stoffen zonder veilige drempelwaarde gestreefd te worden naar een zo laag mogelijke blootstelling van werknemers en is het advies om zwangeren vrij te stellen van werkzaamheden met deze stoffen. Voor bewezen R-stoffen met een veilige drempelwaarde is blootstelling van werknemers toegestaan mits deze lager is dan de veilige grenswaarde. Het R-effect moet dan wel meegenomen zijn in de afleiding van de grenswaarde. In dat geval is er ook geen extra risico voor zwangeren. In Arbeidsomstandigheden regeling bijlage XIII, lijst B3 worden R-stoffen met

bijbehorende grenswaarde benoemd. In de toekomst wordt hier ook een kolom aan toegevoegd waarin wordt aangegeven of er sprake is van een drempelwaarde. Maar momenteel is daar deze informatie nog niet vandaan te halen.

Maar hoe dan nu nog om te gaan met R-stoffen waarvan niet bekend is of ze een drempelwaarde hebben? Eén mogelijkheid is alle R-stoffen te behandelen alsof ze geen drempelwaarde hebben en dus te streven naar nulblootstelling. Een andere optie is zelf wetenschappelijke bronnen te raadplegen. Te denken valt aan stukken van de Gezondheidsraad, SCOEL/RAC, DFG en het ECHA REACH dossier. Dit vergt echter meer specialistische kennis van stoffen en de gevaren die ermee gepaard gaan.

Reproductietoxische stoffen kunnen een invloed hebben op het ongeboren kind (H360d, H361d), op de vruchtbaarheid (van mannen en/of vrouwen) (H360f, H361f) en/of van invloed zijn op de zuigeling via borstvoeding (H362). In de nadere RI&E Zwangeren is het dus belangrijk onderscheid te maken om te weten voor welke groep medewerkers de stoffen extra relevant zijn (zwangere werknemers, werknemers met een kinderwens, werknemers die borstvoeding geven).

De meeste R-stoffen hebben een veilige drempelwaarde wat inhoudt dat bij blootstelling onder een bepaalde concentratie er geen reproductietoxisch effect te verwachten is. Maar stoffen met een R-effect kennen vaak ook andere gezondheidseffecten. Bij het vaststellen van een gezondheidskundige grenswaarde wordt gekeken naar het meest kritische effect. Oftewel het effect dat als eerste wordt veroorzaakt bij blootstelling aan een bepaalde concentratie. Als een grenswaarde tegen dat effect beschermt, beschermt het ook tegen effecten waarvoor een hogere concentratie nodig is. Het is belangrijk om te controleren of in het vaststellen van de grenswaarde ook het reproductietoxische effect is meegenomen. Dit blijkt in de praktijk namelijk niet altijd het geval. Dat heeft op zijn beurt weer gevolgen voor de nadere RI&E Zwangeren. Hierbij worden als voorbeeld de stoffen Toluëen en Xyleen aangehaald. Beide stoffen zijn geclassificeerd als verdacht gevaar voor het ongeboren kind en dus relevant voor zwangere werknemers. Voor Toluëen is in het bronddocument van de publieke grenswaarde duidelijk beschreven dat de effecten op het ongeboren kind pas optreden bij blootstelling aan een concentratie boven de grenswaarde. Voor Xyleen is er onvoldoende informatie beschikbaar of het R-effect is meegenomen in het vaststellen van de grenswaarde. Omdat niet duidelijk is bij welke concentratie er geen negatieve effecten voor het ongeboren kind zijn zullen zwangeren vrijgesteld worden van blootstelling. n-Hexaan is een stof die ervan wordt verdacht effect te hebben op de mannelijke vruchtbaarheid. Dit effect is meegenomen in het vaststellen van de publieke grenswaarde. Met andere woorden: wanneer mannen worden blootgesteld aan concentraties lager dan de grenswaarde zijn ze ook voldoende beschermd tegen het R-effect van n-Hexaan.

In relatie tot de nieuwe wetgeving schetst Ingrid een voor-

beeld van koolmonoxide (CO). CO is geclassificeerd als een bewezen R-stof met effect op het ongeboren kind. Uit het praktijkvoorbeeld blijkt dat het type werkplek en de groep blootgestelde werknemers ook nog heel relevant kan zijn in hoeverre het uitvoeren van een nadere RI&E zwangeren op het R-effect van een stof zinvol is. Omdat momenteel de drempelwaarde voor het R-effect van CO op het ongeboren kind niet bekend is zouden zwangeren uit voorzorg vrijgesteld moeten worden van blootstelling. De nieuwe wetgeving maakt geen onderscheid in de relevantie van het R-effect voor de werksituatie. Dus geldt een nulblootstelling (minimalisatieverplichting) in dit geval ook voor een werkplek waar geen zwangeren worden blootgesteld(?)

**Herman Bartstra** is bedrijfsarts en klinisch arbeidsgeneeskundige bij het Nederlands Centrum voor Beroepsziekten (NCvB) en de Polikliniek Mens en Arbeid (PMA), beiden onderdeel van het Amsterdam UMC. In samenwerking met zijn collega Teus Brand heeft hij een presentatie verzorgd over de medische ethische aspecten van R-stoffen op de werkvloer. Aan de hand van enkele casussen daagt hij het publiek uit mee te denken wat voor beleid als medicus te hanteren. Rondom vruchtbaarheid en zwangerschap komen veel emoties kijken. Daarnaast zijn werkgevers vaak bang voor het schenden van de privacy van de werknemers. Het voorzorgsprincipe wordt vaak gehanteerd maar is niet altijd nodig. De Handreiking arbomaatregelen Zwangerschap & Arbeid van de SER uit 2018 (SER, 2018) omschrijft het RAAK-principe:

- R: Risico's wegnemen binnen eigen functie en eigen werkplek
- A: Aanpassing van het werk/werk en rusttijden
- A: Ander werk
- K: Keerpuntbenadering: vrijstellen verrichten arbeid

Informatie blijkt vaak moeilijk te vinden voor personen die bij een casus uitkomen. Dat zijn niet alleen de werknemer, werkgever en bedrijfsarts maar kunnen bijvoorbeeld ook een huisarts of verloskundige zijn. De algemene RI&E is een eerste belangrijke start. Een verdiepende RI&E levert meer informatie maar is vaak niet voorhanden. Deze wordt veelal pas gemaakt zodra een werknemer meldt zwanger te zijn, er vruchtbaarheidsproblematiek is of een werknemer borstvoeding wil geven. De FNV heeft de app 'Werk en Zwangerschap' ontwikkeld waarin gewezen wordt op mogelijke risico's in op het werk in relatie tot een zwangerschap. Want naast gevaarlijke stoffen zijn er andere gevaren die in geval van een zwangerschap voor extra risico kunnen zorgen (o.a. geluid en biologische risico's).

In de presentatie komt ook de studie 'Healty work in pregnancy' van Monique van Beukering aan bod. Uit deze studie blijkt dat ruim de helft van de zwangere vrouwen niet volgens de wettelijke regels en richtlijnen werken. Dit geldt in diverse beroepen en branches. Er is dus nog veel winst te behalen. Voor vragen kunnen zorgprofessionals maar ook leidinggevende en werknemers terecht bij de NCvB- helpdesk.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> <https://www.beroepsziekten.nl/ncvb/helpdesk>

## Paneldiscussie

In de paneldiscussie wordt gevraagd hoe om te gaan met stoffen zonder eigenaar (bijvoorbeeld lasrook en dieselmotoremissie). Deze stoffen worden minder gereguleerd vanuit de wetgeving maar kunnen ook relevante R-effecten hebben. Het is dus van belang deze stoffen ook mee te nemen in de nadere RI&E Gevaarlijke stoffen en Zwangerschap. Aangezien de exacte stofsamenstelling en concentraties niet altijd bekend zijn en/of kunnen variëren wordt ook hier vaak het voorzorgsprincipe gehanteerd.

Ook wordt opgemerkt dat werknemers meestal pas na enkele weken weten zwanger te zijn en daarna meestal nog enkele maanden wachten voordat de zwangerschap aan de werkgever wordt gemeld. Dit maakt dat het ongeboren kind mogelijk al meerdere maanden worden blootgesteld aan stoffen met een R-effect terwijl juist die eerste maanden van de ontwikkeling extra kwetsbaar zijn. Dit benadrukt het belang van het al op voorhand bekend zijn met de extra risico's die bij een werkgever een rol kunnen spelen voor werknemers met een kinderwens, zwangere werknemers en/of werknemers die borstvoeding geven. Door een aanvullende RI&E op te stellen voor deze groepen werknemers kunnen deze risico's in kaart worden gebracht. Dit stelt de werkgever ook in staat om werknemers al voor aanvang van de werkzaamheden op de hoogte te brengen van mogelijke risico's. Op die manier zijn de werknemers ook voorgelicht om weloverwogen keuzes te maken over een (aanstaande) kinderwens/zwangerschap/geven van borstvoeding.

## Literatuur

- Arbo Informatieblad (AI-blad). AI-12: Zwangerschap en werk. Sdu HSE, 2023. Beschikbaar (tegen betaling) via <https://www.sdu.nl>.
- Carlsen E, Giwercman A, Keiding N, Skakkebaek NE. (1992) Evidence for decreasing quality of semen during past 50 years. *Brit. Med. J.*; 305 (6854): 609-613.
- Carson R. (1962) *Silent Spring*. Houghton Mifflin, Verenigde Staten. ISBN978-0-395-07506-7.
- Colborn T, Dumanoski D, Peterson Myers J. (1996) *Our Stolen Future*. Dutton, Verenigde Staten. ISBN978-0-525-93982-5.
- Europese Unie (EU). (2022) Richtlijn (EU) 2022/431 van het Europees Parlement en de Raad van 9 maart 2022 tot wijziging van Richtlijn 2004/37/EG betreffende de bescherming van de werknemers tegen de risico's van blootstelling aan carcinogene of mutagene agentia op het werk. Beschikbaar via <https://eur-lex.europa.eu/>.
- Nederlandse Vereniging voor Arbeids- en Bedrijfsgeneeskunde (NVAB). (2018) Richtlijn Zwangerschap, Postpartumperiode en Werk. Herziene versie van 2007. Beschikbaar via [www.nvab-online.nl](http://www.nvab-online.nl).
- Sociaal-Economische Raad (SER). (2018) Handreiking arbomaatregelen Zwangerschap & Werk. Beschikbaar via [www.ser.nl](http://www.ser.nl).

# Samenvatting advies

## Rubberstof en rubberdamp

### Gezondheidskundige advieswaarde voor beroepsmatige blootstelling

#### Gezondheidsraad

De Gezondheidsraad heeft van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid het verzoek ontvangen om een gezondheidskundige advieswaarde af te leiden voor de beroepsmatige blootstelling aan rubberstof en rubberdamp. De beoordeling van stoffen op de werkplek wordt gedaan door de Commissie Gezondheid en beroepsmatige blootstelling aan stoffen (GBBS). Deze commissie heeft geconcludeerd dat het op basis van de huidige wetenschappelijke literatuur niet mogelijk is om een gezondheidskundige advieswaarde af te leiden voor rubberstof en rubberdamp. In het advies wordt toegelicht hoe de commissie tot deze conclusie is gekomen en welke gegevens nodig zijn om in de toekomst mogelijk een advieswaarde af te kunnen leiden.

### Beroepsmatige blootstelling aan rubberstof en rubberdamp

De term rubber wordt gebruikt voor een groot aantal verschillende elastische polymeren. Natuurlijk rubber (polyisopreen), ook latex genoemd, wordt gemaakt van sap uit de rubberboom. Synthetisch rubber kan gemaakt worden met behulp van zo'n 20 verschillende polymeren. 1 Aan rubber (zowel natuurrubber als synthetisch rubber) wordt tussen de 15 en 20 verschillende hulpstoffen toegevoegd zoals elastomeren, vulstoffen en stoffen die nodig zijn voor het vulkaniseren (uitharden) (NEN, 2017). Rubber heeft dus een complexe samenstelling en bevat een groot aantal chemische stoffen om de gewenste eigenschappen te verkrijgen. Rubberstof en rubberdamp zijn complexe mengsels van de deeltjes, gassen en dampen die vrijkomen tijdens de productie van rubber (zie kader). Het productieproces bestaat uit verschillende stappen waaronder het wegen en mixen van grondstoffen, het vormen van rubberproducten, het vulkaniseren, en de processen na het vulkaniseren (IARC, 2012). Afhankelijk van het soort rubber en de stap in het proces kunnen werknemers in de rubberproducerende industrie aan verschillende stoffen en dampen worden blootgesteld. Tijdens het wegen en mixen van de grondstoffen kunnen ze bijvoorbeeld worden blootgesteld aan deeltjes van die grondstoffen of eventuele onzuiverheden daarin. De grondstoffen die gebruikt worden omvatten vulstoffen en stoffen die het vulkaniseringsproces kunnen activeren of versnellen (SCOEL, 2013).

Verderop in het productieproces kunnen werknemers worden blootgesteld aan dampen en stoffen die afkomstig zijn van vluchtige bestanddelen, reactie- en afbraakproducten. Deze bestaan onder andere uit gassen (bijvoorbeeld koolstofdissulfide), dampen (bijvoorbeeld vluchtige vloeistoffen

zoals toluene), aerosolen (bijvoorbeeld koolwaterstofolie en weekmakers) en overige schadelijke, zeer zorgwekkende stoffen (bijvoorbeeld nitrosamines, aromatische amines en polycyclische koolwaterstoffen).

### Definitie van rubberdamp en rubberstof

De Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) van de Europese Commissie heeft in een advies uit 2016 de definities van de UK Health and Safety Executive (HSE) gebruikt<sup>2,3</sup>, waarin uitgebreid is beschreven wat wel en niet wordt verstaan onder rubberstof en rubberdamp.

Rubberstof wordt gedefinieerd als 'stof dat vrijkomt tijdens de stappen van het productieproces van rubber waarin ingrediënten worden behandeld, gewogen, toegevoegd aan, of gemengd met ongevulkaniseerd materiaal of synthetische elastomeren. Stof dat voorkomt uit de slijtage van gevulkaniseerd (uitgehard) rubber valt niet onder die definitie van rubberstof'. Het gaat dus om zogeheten procesmatig rubberstof, dat volgens de SCOEL aan de hand van gravimetrische analyse (een verzameling chemische methoden) bepaald moet worden als de massa aan inhaleerbare deeltjes op de werkplek.

Rubberdamp wordt gedefinieerd 'als dampen die ontstaan tijdens het mixen, malen en mengen van natuurrubber met synthetische elastomeren of van natuurrubber met synthetische polymeren gecombineerd met chemicaliën en tijdens processen die de mengsels die daar het resultaat van zijn omzetten in eindproducten of delen daarvan, inclusief inspectieprocedures tijdens welke zich nog steeds dampen kunnen ontwikkelen' (HSE, 2005).

### Gezondheidsrisico's

Het International Agency for Research on Cancer (IARC) heeft in 2012 geconcludeerd dat blootstelling in de rubberproducerende industrie leukemie, lymfoom, en blaaskanker, longkanker en maagkanker kan veroorzaken (IARC groep 1) (IARC, 2012). Ook blijkt uit onderzoek dat mensen die werkzaam zijn in de rubberproducerende industrie vaker prostaatkanker, slokdarmkanker en strottenhoofd kanker krijgen. Als onderliggend mechanisme is genotoxiciteit vastgesteld (de eigenschap om het DNA te kunnen beschadigen), maar ook andere werkingsmechanismen worden

als aannemelijk beschouwd omdat de mengsels waaraan blootstelling plaatsvindt complex zijn en veranderlijk.

In Nederland geldt er geen classificatie voor beroepsmatige blootstelling in de rubberproducerende industrie. Op basis van een classificatievoorstel van de Subcommissie Classificatie carcinogene stoffen van de Gezondheidsraad kan blootstelling in de rubberproducerende industrie opgenomen worden in de officiële SZW-lijst met kankerverwekkende stoffen en processen.

Er zijn ook niet-kankerverwekkende effecten beschreven, zoals een afname in longfunctie en een toename van luchtwegklachten. Tot slot zijn er allergische reacties van de huid en de luchtwegen toegeschreven aan beroepsmatige blootstelling aan natuurlijk rubber (HSE, 2016).

### **Complicerende factoren voor het afleiden van een gezondheidskundige advieswaarde**

Voor schadelijke stoffen waaraan mensen tijdens hun werk kunnen worden blootgesteld, gaat de commissie GBBS na of er uit wetenschappelijk onderzoek een gezondheidskundige advieswaarde is af te leiden. Dat wil zeggen: een blootstellingsniveau waarbij geen nadelige gezondheidseffecten te verwachten zijn. Op basis van de gezondheidskundige advieswaarde kan de minister een grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling vaststellen. Voor rubberstof en rubberdamp blijkt het niet mogelijk om zo'n waarde af te leiden door verschillende belemmerende factoren, zoals ook is benoemd door de voormalige Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL) van Europese Commissie. Om te beginnen is het niet mogelijk om een blootstellings-responsrelatie vast te stellen voor het risico op kanker in de rubberproducerende industrie. Dat komt doordat de blootstelling aan rubberstof en rubberdamp zelf vanwege de complexe en variabele samenstelling moeilijk te meten is. Er is ook geen andere maat bekend die representatief is voor de mate van blootstelling in de rubberproducerende industrie (proxy) en die de gezondheidsrisico's voor werknemers dus goed kan helpen voorspellen.

Een andere complicerende factor is dat blootstelling in de Europese rubberproducerende industrie substantieel is veranderd in de laatste decennia. De relevantie van studies naar blootstelling in het verleden is daarom twijfelachtig volgens de SCOEL. Alles overziend en in lijn met de SCOEL, concludeert de commissie dat de samenstelling van rubberstof en rubberdamp zo variabel is dat een algemene advieswaarde geen goed beeld geeft van het risico op kanker of DNA-schade door beroepsmatige blootstelling in de rubberproducerende industrie.

De commissie merkt op dat alleen in het Verenigd Koninkrijk algemene advieswaarden worden gehanteerd, namelijk limieten voor beroepsmatige blootstelling aan rubberstof en rubberdamp van respectievelijk 6 en 0,6 mg/m<sup>3</sup> (HSE, 1999). Deze limieten dateren vermoedelijk van eind jaren '80 en de commissie heeft geen gezondheidskundige onderbouwing kunnen achterhalen.

### **Grenswaarden voor grondstoffen**

Het blijkt dus momenteel niet mogelijk om een gezondheidskundige advieswaarde af te leiden voor mengsels die vrijkomen tijdens het productieproces van rubber, waardoor er ook geen grenswaarde voor beroepsmatige blootstelling vastgesteld kan worden. Voor de individuele grondstoffen en de hulpstoffen die nodig zijn voor de productie van rubber bestaan kunnen wel advieswaarden voor worden afgeleid of er bestaan al grenswaarden voor. Blootstelling aan die afzonderlijke componenten kan dus wel getoetst en beheerst worden.

### **Conclusies van de commissie**

Het IARC beschouwt blootstelling in de rubberproducerende industrie als kankerverwekkend. Omdat de samenstelling van rubberstof en rubberdamp heel variabel is, is het echter niet mogelijk om een gezondheidskundige advieswaarde af te leiden. Daardoor kan de blootstelling niet getoetst worden.

Volgens de commissie is onderzoek nodig dat zich richt op het ontwikkelen van relevante maten voor blootstelling. Aanvullend zijn er gegevens nodig over de huidige blootstelling in de rubberproducerende industrie en epidemiologisch onderzoek dat informatie oplevert over de blootstelling-responsrelaties van specifieke stoffen of blootstellingsproxies.

Tot slot adviseert de commissie om beroepsmatige blootstelling aan rubberstof en rubberdamp te laten beoordelen door de Subcommissie Classificatie carcinogene stoffen van de Gezondheidsraad en een classificatievoorstel op te stellen.

### **Literatuur**

- Health & Safety Executive (HSE). (2005) EH40: Workplace exposure limits. Merseyside, United Kingdom.
- Health & Safety Executive (HSE). (1999) EH64 Summary Criteria for Occupational Exposure Limits. Merseyside, United Kingdom.
- International Agency for Research on Cancer (IARC). (2012) Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. A Review of Human Carcinogens: Chemical Agents and Related Occupations. Occupational exposure in the rubbermanufacturing industry.
- Nederlands Normalisatie-instituut (NEN). (2017) Rubber - Comprehensive review of the composition and nature of process fumes in the rubber industry. Switzerland.
- Scientific Committee on Occupational Exposure Limits (SCOEL). (2016) Rubber fumes and dusts - Opinion from the Scientific Committee on Occupational Exposure Limits. Brussels.

Gezondheidsraad. Advies Rubberstof en rubberdamp. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatienummer 2023/12, 3 juli 2023. Voor het volledige advies, <https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/schadelijke-stoffen/alle-adviezen-over-schadelijke-stoffen/rubberstof-en-rubberdamp>.

# Samenvatting advies

## Tricresylfosfaat

### Beoordeling reproductietoxische eigenschappen

#### Gezondheidsraad

Werknemers kunnen tijdens het werk worden blootgesteld aan stoffen die mogelijk schadelijk zijn voor hun gezondheid. Op verzoek van de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) heeft de Gezondheidsraad beoordeeld of tricresylfosfaat (tricresylphosphate (TCP)) schadelijke eigenschappen heeft die invloed kunnen hebben op de voortplanting.

Dit advies is tot stand gekomen in de Subcommissie Classificatie reproductie toxische stoffen, van de Commissie Gezondheid en beroepsmatige blootstelling (GBBS). Op [www.gezondheidsraad.nl](http://www.gezondheidsraad.nl) staat informatie over de taken van deze vaste commissie van de Gezondheidsraad. De samenstelling van de subcommissie is te vinden achterin dit advies.

#### Gebruik van tricresylfosfaat

Tricresylfosfaat wordt gebruikt als vlamvertrager in polystyreen en andere thermoplasten, als PVC-weekmaker, smeermiddel en als hydraulische vloeistof. Het wordt gebruikt in beroepsmatige omgevingen zoals in drukkerijen, in formulering van mengsels en in wetenschappelijk onderzoek. Tricresylfosfaat wordt ook gebruikt als additief in motorolie van vliegtuigen.

#### Classificeren naar bewijskracht

Bij de beoordeling van effecten op de voortplanting kijkt de commissie zowel naar effecten op de vruchtbaarheid van mannen en vrouwen als naar effecten op de ontwikkeling van het nageslacht. Daarnaast worden effecten op de lactatie (productie en afgifte van moedermelk) beoordeeld en effecten via de moedermelk op de zuigeling. Als er aanwijzingen bestaan dat de stof schadelijke effecten heeft, stelt de commissie voor om de stof te classificeren in gevarencategorieën die aangeven hoe groot de bewijskracht is voor de schadelijke effecten, zie kader. Bij categorie 1 is de bewijskracht het grootst en grotendeels gebaseerd op studies bij mensen (1A) of dieren (1B). Bij categorie 2 is de bewijskracht beperkt en is er sprake van een 'verdenking'. De commissie kan ook adviseren om een stof niet te classificeren omdat er onvoldoende gegevens beschikbaar zijn of omdat de stof waarschijnlijk niet schadelijk is voor de voortplanting. Een classificatievoorstel zegt iets over de bewijskracht voor de schadelijke eigenschappen van een stof, maar niet over de mate waarin mensen op de werkplek een gezondheidsrisico lopen. Dat hangt namelijk af van de mate waarin mensen op hun werk worden blootgesteld aan de stof. Daar heeft de commissie geen zicht op.

#### Geraadpleegde onderzoeken

Er zijn geen gegevens beschikbaar uit onderzoeken onder mensen. Met betrekking tot de effecten van blootstelling aan tricresylfosfaat op de vruchtbaarheid is een beperkte hoeveelheid gegevens beschikbaar uit dierstudies. Die gegevens wijzen op een verminderde vruchtbaarheid bij ratten na blootstelling aan tricresylfosfaat. Over de effecten op de ontwikkeling is slechts één dierstudie beschikbaar. De gegevens uit die studie geven aanleiding tot bezorgdheid. Zo werd er een verband gevonden tussen blootstelling aan tricresylfosfaat en een lager lichaamsgewicht van de foetussen. Of er sprake is van een effect op de ontwikkeling is onduidelijk, omdat er ook bij de moederdieren sprake was van een verminderde gewichtstoename.

Er waren geen gegevens beschikbaar om de effecten van blootstelling aan tricresylfosfaat op of via lactatie te beoordelen.

#### Advies aan de minister

Op basis van de beschikbare wetenschappelijke gegevens adviseert de commissie om tricresylfosfaat:

- te classificeren als een stof die ervan verdacht wordt schadelijk te zijn voor de vruchtbaarheid (categorie 2) en te kenmerken met H361f (verdacht van het schaden van vruchtbaarheid);
- niet te classificeren voor effecten op de ontwikkeling omdat er onvoldoende geschikte onderzoeksgegevens zijn;
- niet te classificeren voor de effecten op of via lactatie omdat er geen onderzoeksgegevens zijn.

Gezondheidsraad. Tricresylphosphate. Evaluation of the effects on reproduction, recommendation for classification. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatienummer 2023/17, 13 november 2023. Voor het volledige advies, zie <https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/schadelijke-stoffen/alle-adviezen-over-schadelijke-stoffen/tricresylfosfaat-beoordeling-reproductietoxische-eigenschappen>.

# Persbericht

## Longkankersterfte door inhalatoire blootstelling aan asbest

*Gezondheidsraad*

Jaarlijks overlijden er nog steeds mensen als gevolg van blootstelling aan asbest in het verleden. Dat aantal neemt af doordat de blootstelling sterk is verminderd. De staatssecretaris van IenW heeft de Gezondheidsraad gevraagd om een actuele schatting.

Inademing van asbestvezel kan kanker veroorzaken. In de algemene bevolking is de blootstelling aan asbestvezels gering. Op de werkplek is de blootstelling sterk verminderd, door het asbestverbod in 1993 en door betere bescherming van werknemers. Doordat het na blootstelling aan asbest decennia kan duren voordat de gezondheidsschade zich manifesteert, is momenteel nog steeds sprake van asbestslachtoffers door blootstelling in het verleden.

De meest voorkomende gevolgen van blootstelling aan asbest zijn longkanker en long- en buikvlieskanker (mesotheliom). Mesotheliom wordt vrijwel uitsluitend veroorzaakt door blootstelling aan asbest. Longkanker kent daarentegen verschillende oorzaken, waarvan blootstelling aan asbest er één is. Hoeveel gevallen van longkankersterfte het gevolg zijn van blootstelling aan asbest zal dus geschat moeten worden.

Het RIVM kwam in 2017 op een schatting van 1.096 sterfgevallen per jaar door longkanker als gevolg van blootstelling aan asbest. Dat aantal is onder meer afgeleid van de 548 geregistreerde sterfgevallen door mesotheliom in 2016, want uit onderzoek is gebleken dat de verhouding tussen mesotheliomsterfte en longkankersterfte in blootgestelde populaties in Nederland 1 op maximaal 2 is.

In 2018 verscheen het artikel Global Asbestos Disaster. Het aantal sterfgevallen door asbestgerelateerde longkanker in Nederland dat daarin wordt genoemd is volgens de Gezondheidsraad een grove overschatting. In het artikel worden foutieve aannames gedaan over de verhouding mesotheliom/longkanker. De Gezondheidsraad gaat uit van de verhouding 1 op maximaal 2 die het RIVM heeft aangehouden.

Anno 2023 ligt die verhouding dichterbij de 1 op 1, blijkt uit modelberekeningen. De sterfte door mesotheliom daalt namelijk langzamer dan de sterfte aan longkanker, doordat mesotheliom zich later openbaart na blootstelling. De sterfte aan mesotheliom ligt momenteel rond de 500 per jaar. De Gezondheidsraad schat de actuele sterfte door asbestgerelateerde longkanker op 600 per jaar.

Gezondheidsraad. Longkankersterfte door inhalatoire blootstelling aan asbest. Den Haag: Gezondheidsraad, publicatienummer 2023/15, 4 september 2023. Voor het volledige advies, zie <https://www.gezondheidsraad.nl/onderwerpen/milieu/alle-adviezen-over-milieu/longkankersterfte-door-inhalatoire-blootstelling-aan-asbest>.

## Persbericht

### Kabinet hield in coronacrisis te lang vast aan kortetermijnstrategie Aanpak coronacrisis Deel 3: januari 2020 - september 2022

*Onderzoeksraad voor Veiligheid*

Het onderzoeksrapport Aanpak coronacrisis, deel 3 is het laatste onderzoeksrapport uit de reeks van onderzoeken naar de corona-crisisaanpak. De Onderzoeksraad blikt hierin terug op de crisisaanpak van het kabinet tijdens de volledige periode van januari 2020 tot en met september 2022. Chris van Dam, voorzitter: “Nu de resultaten van drieënhalf jaar onderzoek op tafel liggen komt het aan op lessen trekken; ook in dit derde deelonderzoek komen we met aanbevelingen om Nederland in de toekomst beter voor te bereiden op langdurige crises.”

“De OvV vindt dat het kabinet - kijkend naar de aanbevelingen uit de drie rapporten - op korte termijn maatregelen moet nemen om beter voorbereid te zijn op toekomstige langdurige crises. In een begeleidende brief aan het kabinet formuleert de OvV overkoepelende lessen. Deze kunnen ook van betekenis zijn voor de Tweede Kamer in de afweging om wel of niet een parlementaire enquête te starten. Daarom sturen we deze brief ook aan de voorzitter van de Tweede Kamer”, aldus Van Dam.

#### **Toets ingeslagen koers regelmatig aan verloop van de crisis**

Uit het onderzoeksrapport blijkt dat het kabinet de coronacrisis de gehele periode als een gezondheidscrisis behandelde. Het belangrijkste doel van het kabinet was het beschikbaar houden van de acute zorg. De bezetting van de ic-bedden gold daarbij als uitgangspunt. Deze was telkens leidend om in te grijpen of maatregelen af te schalen. Naarmate de crisis langer duurde, ontstonden er echter ook andere problemen, zoals postcovid, gezondheidsproblemen door uitgestelde zorg en bredere maatschappelijke problemen. Deze maakten geen onderdeel uit van de oorspronkelijke doelstellingen en drongen zo niet tot de crisisaanpak door. Het kabinet paste de strategie hierop niet aan.

In de loop van de crisis nam ook de druk op zorgmedewerkers toe. Het kabinet pikte signalen van deze zorgmedewerkers onvoldoende op en bleef vertrouwen op hun veerkracht. Juist in een langdurige crisis is dat risicovol. Van Dam: “De Onderzoeksraad beveelt aan om tijdens een langdurige crisis regelmatig te toetsen of de ingeslagen koers nog wel passend is bij het verloop van de crisis. Bepaal steeds of doelstellingen aangepast moeten worden”.

#### **Geef meer inzicht in hoe kabinet tot keuzes komt**

De Onderzoeksraad constateert dat de waardendiscussie met de samenleving over de besluitvorming onvoldoende is gevoerd. Hierdoor kwam er geen maatschappelijke dialoog op gang, terwijl de medewerking van de samenleving bij de aanpak van de crisis essentieel is. Ook heeft het kabinet niet helder uitgelegd welke risico's wel of niet geaccepteerd werden. De Onderzoeksraad beveelt aan om de dilemma's en keuzes die onder besluiten liggen explicieter te benoemen en het publiek inzicht te geven hoe het kabinet risico's, waarden en belangen inventariseert en tot keuzes komt. Zo kunnen burgers hun afwegingen en handelen daarop afstemmen en verantwoordelijkheid nemen voor zichzelf en anderen.

#### **Verbeter samenwerking in data-infrastructuur**

Het bestrijden van een pandemie vraagt om een goed zicht op de verspreiding en de gevolgen van het virus en op de impact van de genomen maatregelen. Dit zicht was vooral in het begin van de crisis onvoldoende, omdat de testinfrastructuur, laboratoriumcapaciteit en de data-infrastructuur in Nederland niet waren voorbereid op een pandemie van deze omvang. Gaandeweg kwamen er meer data beschikbaar, maar deze werden niet gemakkelijk gedeeld door betrokken partijen als gevolg van verschillende interpretaties van privacygerelateerde wet- en regelgeving. Het bereiken van overeenstemming over data-uitwisseling kostte veel tijd, terwijl de crisisbestrijding om snelle besluiten vroeg. Om beter voorbereid te zijn op een volgende crisis beveelt de Onderzoeksraad aan om nu al in samenwerking met uitvoeringspartijen de data-infrastructuur op orde te brengen en knelpunten voor het delen van data op te lossen.

#### **Verbreed crisisaanpak tot kabinetsbrede verantwoordelijkheid**

Tijdens de crisis lag het eigenaarschap van de aanpak bij de minister van VWS. Dit lag in de lijn van de benadering die het kabinet hanteerde, namelijk die van een gezondheidscrisis. Daardoor lag de focus van de maatregelen op de epidemiologische en directe gezondheidseffecten, ook toen de crisis zich ontwikkelde tot een brede maatschappelijke crisis. Er was niet altijd voldoende ruimte voor gelijkwaardige inbreng vanuit andere partijen, en dit zorgde ervoor dat de brede en langetermijneffecten van de crisis te weinig aandacht kregen. De OvV beveelt daarom bij een langdurige crisis aan dat de verantwoordelijkheid voor de crisisaanpak kabinetsbreed wordt gedeeld, zodat het integrale karakter van de crisisaanpak onmiskenbaar is.

## **Professionaliseer scenario-denken bij langdurige crises met landelijke impact**

De Onderzoeksraad pleit voor de professionalisering van het scenario-denken bij een grootschalige en langdurige crisis. Zo kan er onder veranderende omstandigheden adequater gereageerd worden. De modellen van het RIVM stonden centraal in de besluitvorming tijdens de crisis. Die modellen waren vooral gericht op de epidemiologische ontwikkeling van het virus en de gezondheidseffecten op korte termijn. Het kabinet koos doorgaans voor het meest waarschijnlijke scenario en stemde daar ook het beleid op af. Naar het oordeel van de OvV is tijdens de crisis te weinig rekening gehouden met verschillende scenario's en onzekerheden op de langere termijn en op breder terrein, waaronder minder waarschijnlijke scenario's met mogelijk wel een grote impact.

Dit persbericht evenals de rapportage, aanbevelingen en beeldmateriaal zijn te vinden op de bijbehorende onderzoekspagina: <https://onderzoeksraad.nl/onderzoek/aanpak-coronacrisis-deel-3/>.



# Samenvatting proefschrift

## Supporting employees with common health problems at work: a realist approach

Suzanne van Hees<sup>1,2</sup>

Eén op de vijf personen krijgt in diens werkzame leven te maken met psychische problemen. Werknemers met veel voorkomende psychische problemen (VVPP), zoals stress, angst, depressie of mentale vermoeidheid, hebben meer kans op problemen tijdens hun werk. Dit leidt tot negatieve werkuitkomsten, zoals verminderde productiviteit, ziekteverzuim of presentisme, werken terwijl men ziek is. In de afgelopen decennia zijn psychische problemen op het werk, het ziekteverzuim en de arbeidsongeschiktheidsuitkeringen in de meeste westerse landen sterk toegenomen, wat een last is voor de personen die eraan lijden, maar ook voor de samenleving en de economie. Hoewel werk kan leiden tot ziekte, zijn er sterke aanwijzingen dat werken voor werknemers met VVPP juist bijdraagt aan gezondheid, herstel en algemeen welzijn. Dit sluit aan bij de oproep van de Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) om negatieve werkuitkomsten als gevolg van een slechte mentale gezondheid te voorkomen in plaats van te 'genezen'. Om arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP te bevorderen zijn effectieve, preventieve, organisatie-gerichte interventies en werkgeversrichtlijnen nodig. Het doel van dit proefschrift is om inzicht te verkrijgen over hoe de arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP effectief kan worden bevorderd. De inzichten over hoe leidinggevenden deze werknemers kunnen ondersteunen om aan het werk te blijven worden vertaald naar een nieuwe organisatie-gerichte interventie.

De primaire focus van onderzoek naar psychische problemen in de arbeidsgeneeskundige zorg lag tot nu toe meestal op de ziekgemelde werknemer, met interventies als reactie op negatieve werkuitkomsten en re-integratieprocessen. Het huidige proefschrift richt zich op bevordering van de arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP voordat zij zich ziek melden. Deze verandering van focus vraagt om een verkenning van factoren in het werk, zowel vanuit de literatuur als vanuit diverse actoren op de werkplek die te maken hebben met psychische problemen op het werk. Ook kan deze verkenning in de preventieve fase andere oorzaken van beperkte arbeidsparticipatie aan het licht brengen dan oorzaken aan de kant van de werknemer, bijvoorbeeld in organisaties of de gegeven ondersteuning door leidinggevenden en professionals op het werk.

De eerste studie in dit proefschrift (hoofdstuk 2) presenteert het protocol van een systematische realistische literatuurreview naar arbeidsparticipatie voor werknemers met VVPP. Realistische onderzoekers willen antwoord verkrijgen op de vraag "Wat werkt, voor wie, onder welke omstandigheden en hoe?". Dit reviewprotocol biedt inzichten over hoe een realistische benadering kan worden toegepast bij theorievorming over complexe fenomenen zoals arbeidsparticipatie. Door gebruik te maken van een realistische synthese ontwikkelden we een kader dat inzicht geeft in mechanismen en contextuele factoren van invloed op arbeidsparticipatie. We hebben een heuristisch model toegepast dat gebaseerd is op de Capability-benadering om arbeidsparticipatie beter te begrijpen. Het Capability-for-Work model definieert capaciteiten als het functioneren dat de persoon kan bereiken, afhankelijk van diens specifieke omstandigheden. Dit model omvat verschillende factoren, die de werknemer in staat stelt persoonlijke- en werkbronnen om te zetten in werkcapaciteiten. Ook weerspiegelt het de complexe interactie van diverse werk- en privéfactoren en de nadruk op de werkcontext. Deze studie draagt bij aan de academische literatuur over het gebruik van een realistische benadering. Dit faciliteert onderzoekers om inzicht te krijgen in de toepassing van realistisch onderzoek op het gebied van arbeidsparticipatie en verbetert de interpretatie van de bevindingen van de review in hoofdstuk 3.

De tweede studie (hoofdstuk 3) presenteert de resultaten van de systematische realist review, waarbij de arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP wordt onderzocht. Deze review onthult mechanismen en contextuele factoren op uitkomsten van arbeidsparticipatie, te weten functioneren op het werk en aan het werk blijven van werknemers met VVPP. Aan de hand van een realistische synthese van recente wetenschappelijke literatuur hebben we verschillende programmatheorieën ontwikkeld over hoe het organisatieklimaat, sociale steun in de werkcontext en baankenmerken werknemers in staat stellen om te participeren op het werk. De werkomgeving kan werknemers ondersteunen om te blijven werken. Voldoende en tijdige sociale steun, van collega's maar vooral van leidinggevenden die bereid zijn te luisteren en te helpen bij werk gerelateerde problemen, vergroten de

<sup>1</sup> HAN University of applied sciences, lectoraat Arbeidsdeskundigheid

<sup>2</sup> Tilburg University, Tranzo, werkplaats Arbeid en gezondheid

kans om aan het werk te blijven voor werknemers met VVPP. Verder stelt het hebben van een actieve copingstijl, de afname van psychische klachten en de persoonlijke context werknemers in staat om te participeren op het werk. Twee nieuwe verklarende kaders, gebaseerd op het Capability-for-Work model, presenteren de samenhang tussen persoonlijke- en werkfactoren en onderliggende mechanismen die leiden tot blijven werken en behoud van werkprestaties. Uit de studie blijkt dat niet de medische aandoening zelf, maar het interactieve effect daarvan met het werk en de werkcontext van invloed zijn op het functioneren van de werknemer en het vermogen om aan het werk te blijven. Daarom is het interessanter te onderzoeken of werknemers "in staat zijn" en "in staat worden gesteld" om aan het werk deel te nemen, en dus te ontrafelen welke capaciteiten daarvoor nodig zijn, in plaats van alleen hun medische toestand te beoordelen. In doorontwikkeling van de eerder gerapporteerde zeven werkwaarden, veronderstellen wij dat werknemers met VVPP kunnen blijven werken via de volgende capaciteiten: a) zinvolle relaties en sociale steun op het werk te hebben, b) controle op het werk uit blijven oefenen, c) de werklast te evalueren en aan te passen, d) vrijheid ervaren om mogelijkheden voor actieve coping te creëren, e) een betere gezondheid, toegenomen cognitief functioneren en betere werkprestaties te ervaren. Deze inzichten worden vertaald naar praktische implicaties voor werkgevers, professionals en onderzoekers voor de ontwikkeling en evaluatie van evidence-based interventies.

De derde studie (hoofdstuk 4) toont een conceptualisering over hoe Blijven werken voor werknemers met VVPP kan worden bevorderd vanuit het perspectief van meerdere betrokkenen. Perspectieven van werknemers met veel voorkomende psychische problemen (n=18), leidinggevendenden (n=17) en Arbo professionals (n=14) werden verkend en resulteerden in een concept map van elke betrokken groep. Thematische analyse van de concept maps leidde tot de volgende meta-clusters: A) Ervaren autonomie in het werk (gevoel van verantwoordelijkheid van de werknemer, vrijheid om controle uit te oefenen, werk ervaren als zinvol), B) Ondersteuning door de leidinggevende (proactief, in verbinding met werknemer en betrokkenheid tonen), C) Manieren om de capaciteiten van de werknemer af te stemmen op het werk (werk aanpassingen), D) Veilig sociaal klimaat op de werkplek (transparante organisatiecultuur, collectieve verantwoordelijkheid in teams, collegiale ondersteuning), en E) professionele en organisatorische ondersteuning, waaronder samenwerking met Arbo professionals. Bovenal vormt een veilige en vertrouwenwekkende werkomgeving, waarin de autonomie, capaciteiten en behoeften van de werknemer door de leidinggevende worden aangepakt een fundamentele basis om aan het werk te blijven. Ondanks de verschillende rollen die de betrokkenen op de werkplek hebben, overlappen hun perspectieven op bevorderende factoren sterk. Het bevorderen om aan het werk te blijven is een dynamisch proces dat gezamenlijke

inspanningen vereist van alle betrokkenen op de werkplek, waarbij meer aandacht nodig is voor de interpersoonlijke dynamiek tussen werkgever en werknemer. Deze studie slaat een belangrijke brug tussen theorie en praktijk door strategieën te presenteren voor werknemers, werkgevers en Arbo professionals om blijven werken effectief te bevorderen, die nuttig zijn voor het ontwikkelen van organisatie-gerichte interventies.

De vierde studie (hoofdstuk 5) presenteert de ontwikkeling van een organisatie-gerichte interventie om de ondersteuning van leidinggevendenden aan werknemers met VVPP te versterken. We hebben de benadering van Intervention mapping toegepast, door diverse actoren op de werkplek (werknemers met VVPP, leidinggevendenden en Arbo professionals) actief bij het ontwikkelproces te betrekken en door gebruik te maken van het Integratief gedragsmodel voor werkgevers. Thematische analyse werd gebruikt om interviews en focusgroepen te analyseren. De interventie Blijven werken met psychische klachten, gebaseerd op een uitgebreide behoeften-analyse, resulteerde in een online handreiking met vijf thema's. Deze bieden handvatten om problemen op de werkplek te signaleren en aan te pakken en oplossingen te vinden door de autonomie van de werknemer te stimuleren, werkaanpassingen te verkennen en ondersteuning van de Arbo professional te vragen. Daarnaast werden in de handreiking basis-ingrediënten gepresenteerd voor het creëren van mentaal gezonde werkplekken. In deze interventie voeren arbeidsdeskundigen coachende gesprekken met leidinggevendenden over de thematiek in de handreiking. Dit werd door arbeidsdeskundigen gedaan vanwege hun onafhankelijke positie en expertise in passend werk, vanuit de capaciteiten van de werknemer, het werk en de werkomgeving. De interventie werd vooraf getest door arbeidsdeskundigen (n=8) en leidinggevendenden (n=7) op bruikbaarheid, gebruiksvriendelijkheid en aantrekkelijkheid. Zij vonden de interventie veelbelovend omdat deze inspeelt op de behoeften van leidinggevendenden in hun rol, verantwoordelijkheid en manieren om werknemers met psychische problemen te ondersteunen. Leidinggevendenden gaven aan te leren hoe zij psychische problemen kunnen signaleren, hierover in gesprek gaan met werknemers, en hoe zij samen het werk en de werkomgeving kunnen afstemmen op de capaciteiten van de werknemers. De actieve betrokkenheid van werkgevers en arbeidsdeskundigen gedurende het hele ontwikkelproces resulteerde in een goed ontvangen interventie. De intervention mapping aanpak leverde praktische strategieën op om ondersteunend gedrag van leidinggevendenden teweeg te brengen. Deze studie draagt bij aan de literatuur over organisatie-gerichte interventies op het gebied van preventie en mentale gezondheid, door middel van een innovatieve, evidence-based interventie.

De laatste studie van dit proefschrift (hoofdstuk 6) heeft het doel om te evalueren Of, hoe en onder welke omstandigheden de interventie Blijven werken met psychische klachten werkt. Deze interventie is gericht op het

versterken van ondersteunend gedrag van Nederlandse leidinggevendenden aan werknemers met VVPP. In een mixed-methods realistisch design, testten we voor veranderingen in de tijd op ondersteunend gedrag en een aantal gedragsdeterminanten (o.a. eigen vertrouwen, sociale invloed, attitude, intentie en vaardigheden) van leidinggevendenden. Daarnaast werd de invloed van persoonlijke-, omgevings- en interventiefactoren op de veranderingen in deze uitkomsten geanalyseerd. Kwantitatieve gegevens werden verzameld met behulp van vragenlijsten ingevuld door leidinggevendenden, voor aanvang, na de interventie (3 maanden) en na de follow-up periode (6 maanden). Kwalitatieve gegevens via interviews werden verzameld om de initiële programmatheorie te valideren en gaven inzicht in mechanismen die de gemeten veranderingen 'in gang zetten'. Vergeleken met de voormeting (n=92) zijn het ondersteunend gedrag, het eigen vertrouwen en de vaardigheden van de leidinggevendenden na de interventie (n=65) en na de follow-up periode (n=56) significant toegenomen. Een statistisch significant regressiemodel ( $R^2 = 0,29$ ) gaf aan dat factoren zoals beoordeeld worden op ziekteverzuimcijfers, eerdere samenwerking tussen arbeidsdeskundige en leidinggevende, en of leidinggevendenden eerder in hun persoonlijke situatie met psychische problemen te maken hebben gehad, samenhangen met de veranderingen. Belangrijke werkende mechanismen op interpersoonlijk niveau waren volgens de leidinggevendenden de bereikbaarheid en expertise van en vertrouwen in de Arbo professional, en sociale steun van leidinggevendenden onderling. Op individueel niveau waren werkende mechanismen het reeds hebben van eigen vertrouwen, de bereidheid om te leren en het gebruik van actieplannen door leidinggevendenden. Randvoorwaarden waren het krijgen van tijd en structurele toegang tot arbeidsdeskundige expertise, en de gegeven professionele autonomie aan leidinggevendenden bij het aanbieden van werkzaamheden, in een veilig leerklimaat. Deze preventieve, actiegerichte organisatie-interventie had een positief effect op de steun van de leidinggevendenden bij het bevorderen van de arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP. Deze bevindingen kunnen werkgevers aanmoedigen om te investeren in de capaciteit van leidinggevendenden, waardoor werknemers met VVPP kunnen blijven werken en goed kunnen functioneren in hun werk.

Al met al kan geconcludeerd worden dat het bevorderen van arbeidsparticipatie voor werknemers met veel voorkomende psychische problemen een complex en dynamisch proces is. In lijn met de Arboret en Wet Verbetering Poortwachter moeten werkgevers een meer proactieve aanpak in preventie hanteren om mentaal gezonde werkplekken te creëren. Daarom moeten organisaties zich, naast financiële en operationele doelstellingen, bewust worden van hun maatschappelijke verantwoordelijkheid en daarnaar handelen. Investeren in het menselijke deel van leiderschap is duidelijk een implicatie die uit onze studies voortvloeit. Net als de werknemers zelf, willen leidinggevendenden erkenning en ondersteuning in de manier waarop zij

omgaan met complexe casussen van werknemers die last hebben van psychische problemen. Onze studies toonden aan dat een gedragsgerichte preventieve interventie het bewustzijn, eigen vertrouwen, vaardigheden en gedrag van leidinggevendenden versterkte om deze werknemers te ondersteunen. Arbeidsdeskundigen en andere Arbo professionals moeten worden betrokken bij preventieve organisatie-gerichte interventies, bijvoorbeeld door het bijscholen, coachen, en adviseren van leidinggevendenden. Hierdoor wordt de capaciteit van werkgevers vergroot, die op hun beurt werknemers kunnen ondersteunen om te blijven werken, zodra zij het lastig hebben in werk en/of privé. In toekomstig onderzoek bevelen we aan om de potentiële effectiviteit van deze interventie te onderzoeken onder werknemers van leidinggevendenden die deze nieuwe aanpak gebruiken, namelijk op hun ervaren steun, en ook op werkuitkomsten zoals ziekteverzuim en arbeidsproductiviteit. Verder blijkt uit die proefschrift dat de interpersoonlijke dynamiek tussen werknemer en werkgever toegevoegd kan worden als cruciaal element, naast persoonlijke- en werk gerelateerde factoren, om de arbeidsparticipatie van werknemers met VVPP te evalueren en te bevorderen. Waar leidinggevendenden vanwege de privacy niet naar de medische toestand van de werknemer mogen vragen, kunnen zij de werknemer vragen naar de mogelijkheden om te werken en deze afstemmen op het werk en de werkomgeving door middel van (tijdelijke) werkzaamheden. Op deze manier dragen wij bij aan de voortdurende paradigmaverschuiving waarbij meer aandacht wordt besteed aan capaciteiten en functioneren in werk, in plaats van te focussen op aandoeningen en beperkingen.

Het proefschrift is op 30 juni 2023 in het openbaar verdedigd aan de Tilburg University. Het proefschrift is digitaal beschikbaar via <https://research.tilburguniversity.edu/en/publications/supporting-employees-with-common-mental-health-problems-at-work-realist-approach/>.





**nvvk**  
veiligheidskunde



Het Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap wordt uitgegeven door de Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne (NVvA), de Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde (NVVK) in samenwerking met de Beroepsvereniging voor Arbeids- en Organisationsdeskundigen (BA&O)

**Versijint 4 x per jaar.**

#### **Abonnementen**

Secretariaat TtA  
Weegschaalstraat 3  
5632 CW Eindhoven  
Tel.: 040 - 2094329  
E-mail: [tta@arbokennisnet.nl](mailto:tta@arbokennisnet.nl)  
Abonnementsprijs € 50,- per jaar.  
Voor leden van de NVvA, NVVK en BA&O geldt een speciale prijs.

#### **Uitgever**

Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne  
Nederlandse Vereniging voor Veiligheidskunde  
i.s.m. Beroepsvereniging voor Arbeids- en Organisationsdeskundigen

#### **Redactie-adres**

Secretariaat TtA  
Weegschaalstraat 3  
5632 CW Eindhoven  
[tta@arbokennisnet.nl](mailto:tta@arbokennisnet.nl)

#### **Redactie**

C.B. Dijkman MSc  
T. Guijt  
Drs. S.W. Jansen  
Dr. S. Spaan, plv hoofdredacteur  
Dr. K.L.L. van Nunen

ISSN 0923-618x

De auteurs zijn verantwoordelijk voor de inhoud van de artikelen. De NVvA, NVVK en BA&O aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade die voortvloeit uit de publicatie van artikelen in het Tijdschrift voor toegepaste Arbowedenschap.

© NVvA

Het overnemen of vermenigvuldigen van artikelen en illustraties is slechts geoorloofd na schriftelijke toestemming van de redactie.

De redactie zich volledig bewust van hun taak een zo betrouwbaar mogelijke uitgave te verzorgen. Niettemin kunnen zij geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventueel in deze uitgave voorkomende onjuistheden.

#### **Foto omslag**

Shutterstock

