



TOETSEN AAN DE NORM MET BEHULP VAN METINGEN

Theo Scheffers

Artikel 4.1 van het Arbobesluit koppelt de ademluchtgrenswaarde aan "... de individuele ademhalingszone van een werknemer...". Voor of achter de PABM (adembescherming) dat is niet gedefinieerd, maar verder is er geen speld tussen te krijgen: de ademluchtgrenswaarde is wettelijk gekoppeld aan het individu.

Het beoordelen van de werkplek atmosfeer (EA – Exposure Assessment), van de ruimte en de beheersmaatregelen (met Stoffenmanager, ECETOC TRA, ART), vaststellen van een groep werknemers/collega's met het zelfde werk (SEG – Similar Exposed Group), de emissie van apparatuur, de blootstellingspotentie van een "substance" (REACH/DOHSBase compare), de "near fields" of "far fields" in een blootstellingsmodel: het levert allemaal hooguit een surrogaat maat van de individuele ademzone concentratie. Deze wettelijke definitie van de ademluchtgrenswaarde bestaat eigenlijk al decennia zo in de meeste, westers georiënteerde landen. Voor geluid en straling geldt ook een dergelijke persoonsgebonden benadering. In de stralingshygiëne is de naleving in de praktijk makkelijk: stralingswerkers dragen altijd en overal een goed zichtbare monitoring badge waarmee de (cumulatieve) blootstelling eenvoudig en goedkoop is te meten en waarmee het vaststellen van de individuele grenswaarde overschrijding een eitje is.

Voor chemische stoffen is de continue controle op naleving juist heel erg complex en duur. Het is daarom sinds het begin van de chemische arbeidshygiëne in de zestiger jaren van de vorige eeuw, dé ultieme uitdaging geweest om methoden te vinden waarmee aan artikel 4.1 kan worden voldaan zonder alle werknemers dagelijks te moeten bemonsteren. Model ontwikkeling, verificatie met veel metingen en heel veel statistiek, eerst in Duitsland, UK en USA, later ook in Nederland. Miljoenen arbeidsuren zijn er besteed en bibliotheken zijn er volgeschreven over de prangende vragen: Wat is de ideale steekproef omvang? Is handhaving mogelijk met slechts één of twee metingen? Welke statistische testen zijn het meest robuust bij kleine meetseries, hoe ga je om met uitkomsten onder de detectiegrens en met uitbijters van de log-Normale verdeling, hoe groot is de dagelijkse spreiding eigenlijk en welke toets moet ik gebruiken bij de diverse referentieperioden (plafondwaarden, TGG-15minuten, TGG-8uur, jaargemiddelde)? Kortom, waar ontmoeten praktisch haalbaarheid en "evidence based" elkaar?

De metingen voorbij of toch niet?

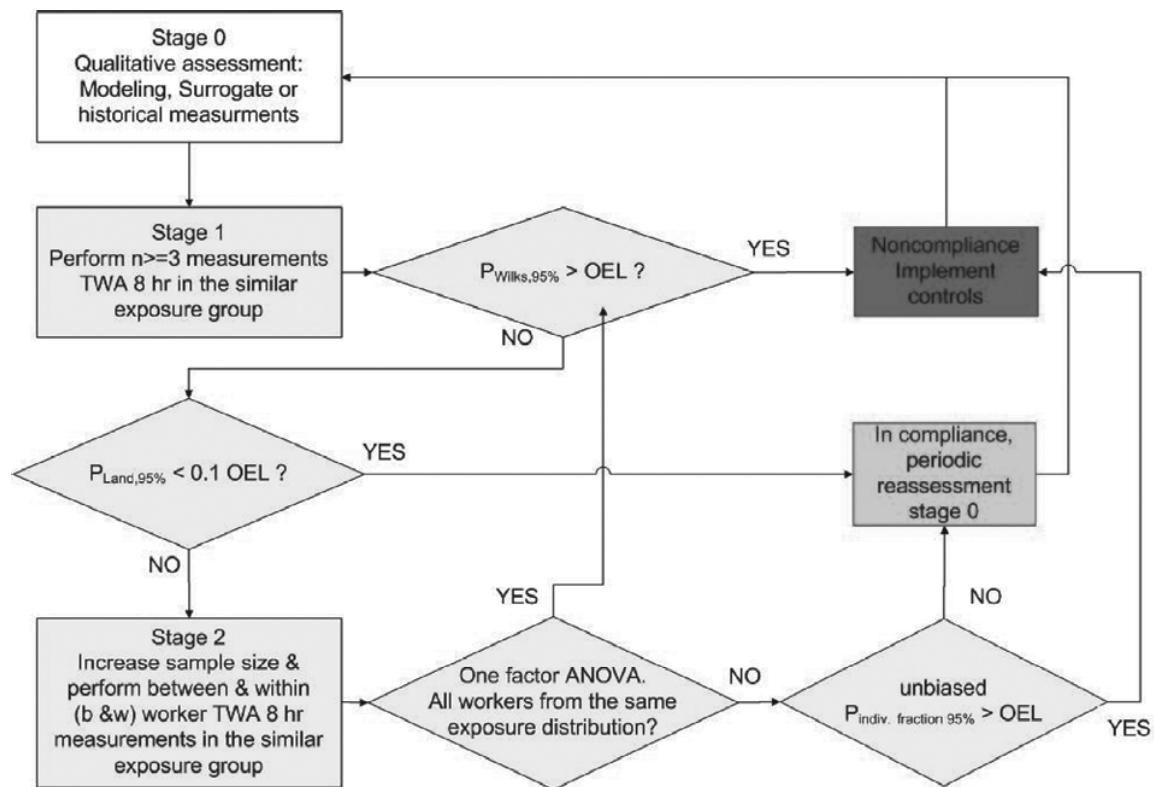
Anno 2010 lijkt het tijdperk van de metingen voorbij. Sociale partners en Arbeidsinspectie zijn er grotendeels van overtuigd dat de naleving van Arboret art. 4.1 gegarandeerd wordt met veilige werkwijzen (zie: www.ser.nl), of modelmatig kan worden vast-

gesteld met Stoffenmanager. Op Europees niveau is dat ook geaccepteerd, met CHESAR onder REACH.

Voor het deel dat niet gemodelleerd kan worden en waarvoor meten toch nog nodig is, hebben NVvA en de BOHS een aantal jaren geleden het initiatief genomen de huidige praktijk van het "toetsen aan de norm met behulp van metingen" te verbeteren. Het NVvA/BOHS initiatief zou moeten leiden tot een opvolger van de uit 1995 daterende Europese norm CEN 689 (in Nederland: NEN-EN 689:1995), waarvan de houdbaarheid na 10 jaar is verstreken.

In de jaren 80 van de vorige eeuw heeft met name de Amerikaanse industriële arbeidshygiënische vereniging (AIHA) zich ingezet om met een universeel acceptabele meetstrategie te komen, waarbij de individuele overschrijding kon worden bepaald aan de hand van een beperkte meetserie in de zogenaamde "similar exposure groups" (SEG). Deze aanpak is in bijna alle westers georiënteerde landen en bij heel veel grote bedrijven succesvol gebruikt. De basis principes zijn grotendeels terug te vinden in NEN-EN 689. De SEG-benadering heeft zich, onder bepaalde voorwaarden, bewezen als een valide methodiek voor de controle op de individuele ademlucht.

Deze aanpak staat in figuur 1 weergegeven



Figuur 1: Schema voor het toetsen van een grenswaarde met metingen

als “Stage 1”. Uit ‘Stage 0’ kan volgen dat meten noodzakelijk is omdat historische meetgegevens of surrogaat (simulatie) metingen en/of modellen geen uitsluitel geven. Als de grenswaarde moet worden getoetst bij een groep werknemers met ongeveer dezelfde taken (en dezelfde werkomgeving) dan begin je in stage 1 met een kleine serie van 3 tot 12 metingen. Verspreid over de groep en verspreid in de tijd, zodat de spreiding in de groep gemaximaliseerd wordt en de onderlinge individuele verschillen verwaarloosbaar zullen worden. Wil je je beslissing baseren op minder metingen (bijvoorbeeld: situatie is veilig indien 1 tot 3 metingen $< 10\%$ OEL) en/of met een kortere meetcampagne, dan wordt er een zwaar beroep gedaan op jouw expertise en “professional judgement” omdat de wetenschappelijke verificatie hiervoor ten enen male ontbreekt. Je moet inschatten of je die verantwoordelijkheid vanuit je kennis, certificering en beroepsdeontologie kan en mag nemen.

Kleine meetseries

Het beperkte aantal metingen in stage 1 dwingt om de overschrijdingskans in de SEG, onafhankelijk van de steekproefomvang en dus “gemiddeld zuiver” te bereke-

nen. Deze zuivere statistische technieken dateren van decennia her en zijn geïmplementeerd in programma’s als HYGINIST en voor een deel in het Franse ALTREX. Ze zijn in de Angelsak-sische wetenschappelijke kringen van de arbeidshygiëne niet zo populair, deels vanwege een kokervisie (in de biostatistiek en bij kwaliteitscontroles zijn deze technieken volledig geaccepteerd), deels omdat de ontwikkeling van de kennis in kleine stapjes verloopt, maar waarschijnlijk vooral omdat ze wat moeilijk in EXCEL of in R (gebruikte software rekenprogramma’s) zijn te programmeren!

Stage 1

Er kunnen in “stage 1” drie situaties optreden:

1. Een individuele overschrijdingskans van $> 5\%$.
Situatie rood, interventie verplicht. Na implementatie van de beheersmaatregelen begin je weer in het schema bij stage 0.
2. Blijkt uit de metingen dat het rekenkundig gemiddelde van het blootstellingsniveau minder is dan 10% van de grenswaarde, dan is verder meten niet noodzakelijk

(situatie groen). Na verloop van tijd of na veranderingen in het werk (of het proces, de omgeving) kan een herevaluatie plaatsvinden.

3. Wordt niet aan 1 en 2 voldaan (situatie oranje) dan kan individuele overschrijding van de grenswaarde zeker niet worden uitgesloten. Herhaald of beter meten is dan noodzakelijk.

Vertoont de meetserie een afwijking van log-Normaliteit, of zijn er niet detecteerbare waarden in de meetserie, los dit dan eerst op (meer metingen, andere detectie methode, pas de groepsindeling aan, gebruik gecensureerde statistische methoden, zie: hulpmiddelen) alvorens verder te gaan. Deze aanpak is bruikbaar voor 8 uur-metingen en dus voor grenswaarden voor niet-acuut toxische effecten. Terzijde: op het toetsen van grenswaarden met andere referentie perioden (Ceiling, 15 minuten of een jaar) wordt hier nu niet ingegaan.

Stage 2

De basis voor de in stage 2 beschreven aanpak en met name de rechter helft hiervan, is gebaseerd op twee bijna identieke en complexe artikelen uit 1993 van Kromhout en Rappaport (2,3), die de boven beschreven groepsaanpak als surrogaat voor de individuele overschrijdingskans verwerpen. Zij vonden dat er in een database met series metingen bij SEG's er bijna altijd personen voorkwamen met een veel grotere individuele kans om de grenswaarde te overschrijden.

Kritiek op kritiek

De wetenschappelijke verificatie dat er bijna altijd individuele verschillen zijn te meten in een SEG, is bekritiseerd (Am Ind Hyg Assoc J 55(1994) 873-874). Er is bij de verificatie geen rekening gehouden met de toevallige optredende verschillen tussen personen in een groep, waarin op zeer beperkte schaal herhaald is gemeten. Uit de herberekeningen van Rappaport bleek dat in slechts 30% van de onderzochte SEGs het toeval min of meer kon worden uitgesloten. Omdat 5% kans als toetsingscriterium was gebruikt en de onderzochte groepen en gebruikte methoden onzuiverheden bevatten (geen controle op log-Normaliteit, foute behandeling van waarden onder de detectie grens, de herhaalde metingen waren veelal binnen een week uitgevoerd) kan niet worden uitgesloten er in de onderzochte database in het geheel geen significant afwijkende, individuele overschrijdingskansen voorkwamen!

Het is echter, vanuit filosofisch perspectief, maar ook vanuit onze dagelijkse praktijk, zo logisch als wat dat er tussen werknemers in een SEG individuele verschillen in blootstelling kunnen bestaan. Dat de verificatie het niet kan aantonen, betekent niet dat individuele overschrijding binnen een SEG niet bestaat!

Daarom is de 'individuele overschrijdingskans benadering' als een bijzonder geval opgenomen in de SMART 2010 toetsingsstrategie met metingen:

- In het geval dat stage 1 geen uitsluitel geeft, moet in stage 2 de steekproef worden uitgebreid, zowel in tijd als in aantal personen. Om verschillen tussen personen enigszins zichtbaar te maken moeten er,

Hulpmiddelen

- Het rekenwerk in stage 1 doet HYGINIST, de software is vrij verkrijgbaar op <http://www.tsac.nl>. HYGINIST beoordeelt de log-Normaliteit en corrigeert niet de detecteerbare meetuitkomsten. Amateurs knoeien nog graag met IHSTAT, vrij verkrijgbaar op diverse plaatsen op het internet. Maar dat programma moet ondertussen toch echt worden afgeraden. De EXCEL-sheet houdt geen rekening met de systematische onderschatting van de overschrijdingskans bij kleinere steekproef omvang (50 en minder) en kan ook niet omgaan met gegevens onder de detectiegrens.
- Het ANOVA rekenwerk in stage 2 is een eenvoudig EXCEL functie. Trevor Ogden heeft in de Annex 2 van het NVVA/BOSH document daar een uitstekende handleiding voor geschreven (zie "Concept nieuwe meetstrategie" op www.arbeidshygiene.nl onder 'Nieuws').
- Voor de individuele overschrijding in stage 2 is Hans Kromhout een programma aan het schrijven. Hopelijk biedt dat ook de mogelijkheid om van de individuele series de log-Normaliteit te beoordelen, om waarnemingen onder de detectiegrens correct te verwerken en zijn de tests op individuele fractie boven 5%, gemiddeld zuiver.

zo heb ik van Kromhout c.s. begrepen, ten minste 12 metingen zijn (bijv. 3 metingen bij 4 personen).

- Op deze serie wordt eerst met de klassieke 1 factor ANOVA test (standaard in Excel) vastgesteld of de individuen significant verschillen. Is dit niet het geval dan keer je terug naar de klassieke analyse van stage 1. Door het grotere aantal metingen heb je nu een veel grotere kans dat de serie leidt tot een beslissing over het voldoen aan de grenswaarde.
- Zijn er wel degelijk individuele verschillen binnen de groep dan kan de individuele overschrijdingskans worden bereken, of beter nog, het anonieme percentage werknemers dat de grenswaarde met meer dan 5% kans overschrijdt.

Voor dit laatste bestaan momenteel een aantal zogenaamde Maximum Likelihood testen. Die testen zijn onzuiver voor kleine steekproef aantallen, kunnen niet goed werken met undetectables (waarden onder de detectiegrens) en toetsen niet op log-Normaliteit. Dus daar valt nog het nodige aan te verbeteren.

Theo Scheffers

Consultant bij Royal Haskoning Nederland BV.

Tel +31 (0)64 628 12 47

E-mail: t.scheffers@royalhaskoning.com

Theo Scheffers is tevens lid van de NVvA/BOHS werkgroep die werkt aan een document "Toetsen van grenswaarden met metingen". Dit artikel is op persoonlijke titel geschreven en is een poging tot bijsturing van het werkdocument dat door een klein groepje wetenschappers is geproduceerd.

Literatuur

1. Concept Nieuwe Meetstrategie (zie: www.arbeidshygiene.nl)
2. Kromhout, Ann Occup Hyg 17(1993) 253-270)
3. Rappaport, Am Ind Hyg Assoc J 55(1994) 54(1993)654-662)
4. (Am Ind Hyg Assoc J 55(1994) 873-874).