

Karakterisering van trends in blootstelling Naar een gestructureerde benadering op het niveau van branches

Erik Tiekemans¹, Dick Heederik², Hans Kromhout², Joop van Hemmen¹, Tim Meijster^{1,2}, Wouter Fransman², Suzanne Spaart¹

Samenvatting

Dit artikel beschrijft een benadering om op branche niveau trends in blootstelling aan chemische en biologische agentia te onderzoeken. Hiervoor is de internationale literatuur over blootstellingstrends geïnventariseerd en beschreven. Hierbij is gebleken dat blootstellingsveranderingen in verschillende industrieën zijn onderzocht. Deze zijn duidelijk kleiner dan een orde grootte verschil in blootstelling over een relatief korte periode van tien jaar, zodat generieke modellen met een beperkt onderscheidend vermogen (zoals bijvoorbeeld EASE) niet geschikt zijn voor trendanalyses. Feitelijk zijn alleen blootstellingsmetingen geschikt voor het evalueren van trends in de tijd. Daarom wordt een benadering voorgesteld om trends in blootstelling vast te stellen door systematischer dan nu het geval is meer gegevens te verzamelen en op te slaan in gegevensbestanden. Geconcludeerd wordt dat op dit moment in het kader van branche brede studies, bijvoorbeeld als onderdeel van convenanten, haalbaarheidsonderzoek in het kader van het MAC-waarden beleid, of (internationale) wetenschappelijke studies, veel meetgegevens in Nederland worden verzameld, die noch systematisch worden gebruikt

Summary

This paper describes an approach to characterise trends in exposure to chemical or biological agents on the level of a complete sector of industry. The paper consists of a literature review on long-term trends in occupational exposure. Several papers have been found that describe trends in exposure in a range of industries. The changes in exposure over a ten-year period (reductions) are considerably smaller than one order of magnitude and these changes can thus not be detected with the available generic exposure models with only moderate resolution (e.g. EASE). Hence, a systematic analysis of exposure measurements is the only option if one wants to detect exposure changes over time. An approach is proposed to evaluate trends in exposure by using more systematically exposure data collected in the past, or at present. Exposure data are regularly collected on the level of branches of industry, however, these data are not systematically collected, stored nor analysed. Too often, useful data is only used for studies with a limited scope, while storage and analysis on a more advanced level can benefit the industry over longer periods of time and can support policy makers in evaluating

¹ TNO Chemie, Food & Chemical Risk Analysis, Postbus 360, 3700 AJ Zeist, Tel. 030-6944990, e-mail: Tiekemans@chemie.tno.nl

² Institute for Risk Assessment Sciences, Divisie EOH, Universiteit Utrecht

³ Onderzoek verricht door het RIWE Kenniscentrum

ten behoefte van het arbeidsomstandighedenbeleid, noch voor evaluaties van trends. Te vaak worden meetgegevens alleen voor het specifieke doel van een studie gebruikt terwijl bredere toepassing mogelijk is. In dit artikel wordt een gestructureerde benadering beschreven, bestaande uit vijf stappen, zodat optimaal gebruik wordt gemaakt van beschikbare meetgegevens. Met de beschreven aanpak is het mogelijk a) trends te beoordelen of te voorspellen en b) branche specifieke risico inventarisatie en evaluatie (RI&E) benaderingen te ontwikkelen die eenvoudiger, sneller uit te voeren en effectiever zijn dan de nu veelal algemene en weinig toegespitste RI&E's.

Inleiding

Weinig informatie is beschikbaar over interventiestudies naar verlaging van de blootstelling op de werkplek. In een overzichtartikel gericht op effecten van werkplekinterventie [Goldenhar & Schulte, 1994], wordt een groot aantal problemen gesignaleerd. In het betreffende artikel wordt een analyse gemaakt van interventiestudies die tussen 1988 en 1993 zijn gepubliceerd. De auteurs concludeerden dat veel interventiestudies grote methodologische tekortkomingen vertoonden, veelal te klein van omvang zijn om effecten te kunnen detecteren, en dat de gekozen interventie benadering veelal niet substantieel genoeg zijn om enig effect op de blootstelling te ressorteren. De auteurs betoogden dat grote behoefte bestaat aan nadere methodologische ontwikkeling van interventie benaderingen.

Deze sombere constatering van 10 jaar geleden is nog steeds actueel binnen de huidige Nederlandse arbeidshygiëne praktijk [Swuste en Noy, 2003]. Bovendien bestaat een groeiende behoefte aan nieuwe methodieken, om de effectiviteit van bedrijfsversterkend arbobeleid te evalueren. Er worden namelijk veel initiatieven ontplooid om de blootstelling aan chemische stoffen op brancheniveau aan te pakken, bijvoorbeeld in de vorm van Arboconvenanten. Daarnaast is er een nieuw stoffenbeleid opgetuigd zoals weergegeven met de term VAS (Versterking Arbeidsomstandighedenbeleid Stoffen). Dit zijn belangrijke beleidsinitiatieven, die echter in termen van doelmatigheid nog onvoldoende zijn geëvalueerd. Er bestaat in Nederland weinig tot geen inzicht in veranderingen van blootstellingsniveaus in een sector die, direct dan wel indirect, toe te wijzen zijn aan specifiek beleid. Bovendien rijst de vraag of momenteel de juiste informatie wordt verzameld om dergelijke analyses van trends in blootstelling in de toekomst wel uit te voeren. Dit is opvallend aangezien trendanalyses onontbeerlijk zijn voor het creëren van draagvlak en het identificeren van relevante succesfactoren van Arbobeleid.

In dit artikel worden de huidige inzichten met betrekking tot analyses van trends in blootstelling besproken, die de afgelopen jaren zijn gepubliceerd in de internationale arbeidshygiënische literatuur. Hieruit zal een aantal specifieke aanbevelingen worden gedestilleerd voor de Nederlandse situatie. Er wordt een concreet stappenplan voorgesteld zodat meetgegevens in de toekomst op een eenduidige manier worden verzameld en geïnterpreteerd. Ook zal worden aangegeven hoe

effects of exposure reducing measures initiated earlier. Data should be collected and stored in the near future more efficiently with the described applications in mind. The paper describes an approach based on five steps, which can be applied on the level of a sector of industry, so that data will be used efficiently. This approach allows a) analysis of trends in exposure, when accumulated over a period of time and b) development of industry specific Risk Inventory methods focused on the relevant determinants of exposure that can be used more efficiently, rapidly and at lower costs than the now existing approaches.

dergelijke gestructureerde benaderingen kunnen resulteren in afgeleide producten binnen de Arbowereld, zoals bijvoorbeeld branchespecifieke RI&E's. De bevindingen en analyses zoals in dit artikel weergegeven zijn in meer detail beschreven door Heederik e.a. [2004].

Trends in blootstelling

Systematische interesse in trendanalyses bestaat pas sinds enkele jaren. Toch is over deze korte periode al relatief veel materiaal gepubliceerd. Symanski et al [1998ab] hebben een uitgebreid overzicht gepubliceerd waarin 696 gegevensbestanden afkomstig van 199 gepubliceerde studies en veel ongepubliceerde studies zijn geanalyseerd. De gegevens omvatten een periode van meer dan dertig jaar blootstelling (1967-1996) aan uiteenlopende agentia. De mediane verandering in blootstelling was -6% per jaar, met interkwartiel waarden van -1 tot -11%. Dergelijke veranderingen komen globaal overeen met een mediane halvering van de blootstelling per decennium. De verlagingen bleken samen te hangen met veranderingen in analytische technieken en meetmethoden en veranderingen in grenswaarden voor de verschillende agentia. Een gedetailleerde analyse van de trend in blootstelling was niet mogelijk omdat allerlei detailinformatie over meetstrategieën ontbrak.

De meeste literatuur heeft betrekking op arbeidshygiënische observaties die zijn uitgevoerd in het kader van langlopende epidemiologische studies. Verschillende van deze studies, die betrekking hebben op zeer omvangrijke meetseries en expositie aan polycyclische aromaten bij asfaltwerkers [Burstyn et al., 2000ab], werknemers in de carbon black industrie [van Tongeren et al., 2000], stof in de rubberindustrie [Vermeulen et al., 2000], nikkel in de nikkelproducerende en verwerkende industrieën [Symanski et al., 2000, 2001], houtstof blootstelling in de V.S. [Teschke et al., 1999] en loodblootstelling in de V.S. [Okun et al., 2004] laten vergelijkbare verlagingen in de blootstelling zien.

De studie van Vermeulen et al. [2000] suggereert dat relatief eenvoudig te realiseren beheersmaatregelen zoals toepassing van ventilatie slechts een beperkt effect op de blootstelling van werknemers blijken te hebben en dat vooral structurele technologische veranderingen in productieprocessen de

motor achter blootstellingreductie zijn. Ook een recente grootschalige en methodologisch goed uitgevoerde interventiestudie in de houtverwerkende industrie in de V.S., de "Minnesota Wood Dust Study" [Lazovic et al., 2002ab; Brosseau et al., 2002], laat zien dat beheersmaatregelen in sommige gevallen een relatief gering rendement kunnen hebben. De interventie bestond uit een combinatie van technische en organisatorische maatregelen en intensieve begeleiding door de onderzoekers, gericht op verlaging van de stofblootstelling op branche niveau. Het effect op de uiteindelijke blootstelling aan houtstof bleek tot teleurstelling van de onderzoekers slechts beperkt te blijven tot ongeveer -10%.

Er wordt in de literatuur niet alleen melding gemaakt van blootstellingsniveaus die in de loop van de jaren dalen. Opgemerkt is dat verlagingen in West Europese landen mogelijk gepaard kunnen gaan met verhogingen in technologisch minder ontwikkelde landen en ontwikkelingslanden doordat onderdelen van productieprocessen worden verplaatst [Kromhout et al., 2000]. Hierop wijzen bijvoorbeeld resultaten van een studie uitgevoerd in EU landen en Polen. In de EU landen bleek de blootstelling aan lood een dalende trend te zien te geven over een periode van meer dan dertig jaar; in Polen kon een dergelijke trend niet worden waargenomen en was eerder sprake van een stijging in de blootstelling. Daarnaast is duidelijk dat technologische ontwikkeling en introductie van nieuwe technologieën ook tot verhogingen in de blootstelling kunnen leiden. Introductie van recycling van asfalt in de wegenbouw heeft waarschijnlijk geleid tot verhoging van de blootstelling aan polycyclische aromaten bij werknemers in enkele functiecategorieën [Burstyn et al., 2000ab]. Opkomst van de recycling industrie heeft geleid tot nieuwe blootstellingen aan bijvoorbeeld biologische agentia in bestaande compostingsindustrieën en elektriciteitscentrales omdat grondstofsstromen veranderden [Wouters et al., 2004]. Ook bestaan aanwijzingen dat door mechanisatie en automatisering van functies de blootstelling van de resterende werknemers hoger kan worden doordat de werknemers populatie afneemt en de taken verschuiven van procestaken naar controle en storingstaken. Herhalingsonderzoek in de Nederlandse mengvoederindustrie [Smid et al., 1992; Post et al., 1998] suggereerde dat de blootstelling enigszins toenam over de tijd.

Bovenstaande bevindingen uit de internationale literatuur leiden tot een aantal conclusies, die van wezenlijk belang zijn voor het evalueren van branchebrede arbeidshygiënische maatregelen in Nederland:

1. Verlagingen van blootstellingsniveaus over de tijd zijn, zelfs als een actieve interventie plaatsvindt, voor zover waar te nemen relatief beperkt van omvang. Deze constatering maakt duidelijk dat feitelijk alleen blootstellingmetingen een geschikt instrument zijn voor het evalueren van ons arbobeleid. De huidige modellen hebben te weinig oplossend vermogen om beperkte veranderingen in blootstelling te kunnen onderscheiden [Chernic et al., 2003].
2. De situaties waarbij men in staat is geweest om verande-

ringen over de tijd waar te nemen, zijn die situaties geweest waarvoor men bestanden heeft opgebouwd met systematisch gedocumenteerde meetgegevens die een lange tijdperiode, van soms decennia, bestrijken.

3. Gegevensbestanden in combinatie met statistische modellering van deze gegevens zijn noodzakelijk om trends met voldoende statistisch onderscheidend vermogen vast te stellen. Tegenwoordig vinden deze analyses veelal plaats met zogenaamde "mixed" modellen, waarmee ook herhaalde (en dus gecorrleerde) metingen kunnen worden geanalyseerd [Kromhout et al., 2004a].

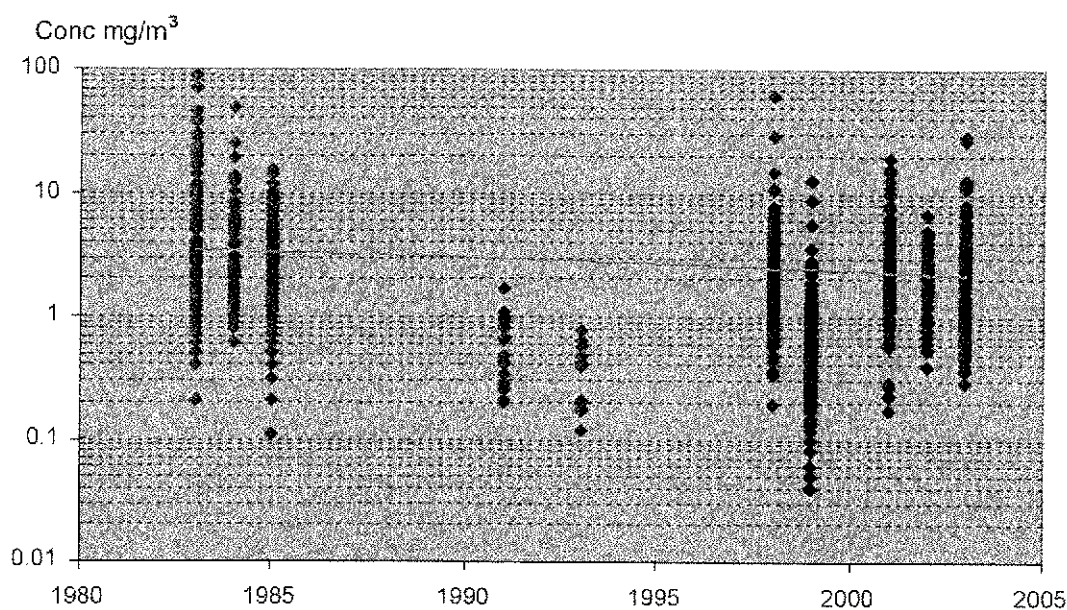
Systematisch gebruik van bestaande meetgegevens

Het is een verdedigbare stelling dat ook in ons land de beroepsmatige blootstelling door diverse instanties en organisaties (Arbo-diensten, onderzoeksinstituten, etc.) regelmatig wordt gemeten. Alleen al als het gaat om branchebrede arbeidshygiënische studies uitgevoerd door een tweetal instellingen, IRAS, UU en TNO, kan een groot aantal meetreeksen worden aangewezen [bijvoorbeeld: Smid et al., 1992; Houba et al., 1996; Vermeulen et al., 2000; de Pater et al., 2003; Fransman et al., 2004]. De inventarisatie bij IRAS/TNO resulteerde in tienduizenden meetgegevens die blootstellingsituaties over meerdere jaren beschrijven in onder andere de rubberindustrie, de bouw, ziekenhuizen en bakkerijen. Meetgegevens zijn beschikbaar voor diverse agentia, zoals oplosmiddelen, lasdampen, cytostatica en diverse biologische agentia. Een bredere inventarisatie in Nederland zou ongetwijfeld hebben geleid tot een veel omvangrijker bestand met bruikbare meetgegevens.

Arbeidshygiënisch Nederland blijkt echter in de regel een zeer kort geheugen te hebben en er wordt dan ook geen optimaal gebruik gemaakt van eerder uitgevoerde metingen. Wanneer wel een poging wordt ondernomen om bestaande gegevens te gebruiken, blijkt de opbouwfase van databestanden op dit moment veelal zeer tijdrovend of eenvoudigweg niet mogelijk door het ontbreken van essentiële informatie over omstandigheden tijdens de metingen. Het verdient daarom aanbeveling om resultaten van onder andere haalbaarheidssudies, convenanten en branchebrede studies systematischer te verzamelen en te archiveren. Dit leidt tot een veel effectiever gebruik van meetgegevens, waarbij naast studietoepassingen ook een bijdrage wordt geleverd aan het evalueren van veranderingen in arbeidsomstandigheden over langere tijdperioden.

De meerwaarde van het systematisch opslaan en analyseren van gegevens kan worden geïllustreerd aan de hand van een tweetal concrete trendanalyses die het afgelopen jaar door IRAS/TNO zijn uitgevoerd. In Kader 1 wordt een analyse beschreven op basis van diverse Nederlandse blootstellingstudies naar lastrook die over een periode van 20 jaar zijn uitgevoerd. De data konden relatief gemakkelijk ontsloten worden aangezien in de loop der jaren een goede documentatie had plaatsgevonden van informatie over lastechniek, soort metaal,

Kader 1. Trend in blootstelling aan lasdamp in Nederland in een periode van 20 jaar (1983-2003)



Een database voor metingen naar de blootstelling aan lasrook is gecreëerd op basis van reeds uitgevoerde Nederlandse blootstellingstudies bij TNO en IRAS. Tien studies die een periode van 20 jaar (1983-2003) besloegen zijn geïdentificeerd. De resultaten van deze metingen zijn samen met informatie over lastechniek, soort metaal, aanwezige beheersmaatregelen en werkplaatsomstandigheden in de database ingevoerd. Veelal is hierbij teruggegrepen op de oorspronkelijke meetrapporten en soms zelfs individuele meerformulieren. Het doel was om op basis van deze gegevens een trend in de blootstelling te beschrijven en de belangrijkste determinanten van de blootstelling aan lasdampen op te sporen.

Het gegevensbestand bestaat momenteel uit 1258 metingen uitgevoerd bij 426 individuele werknemers van 35 bedrijven. Een zogenaamd multivariaat "mixed" model is toegepast teneinde rekening te houden met de hiërarchische en herhaalde metingen structuur. Dit model liet zien dat grote verschillen tussen bedrijven bestaan in blootstelling. De gemiddelde blootstelling tussen bedrijven verschilde maximaal een factor 17. Het verschil in gemiddelde blootstelling tussen werknemers binnen eenzelfde bedrijf was maximaal een factor 9. Het dag-tot-dag verschil in blootstelling was maximaal een factor 13. Lastechniek bleek 17% van de verschillen tussen bedrijven te verklaren, 19% van de verschillen tussen werknemers van een en hetzelfde bedrijf en 8% van de variatie in de tijd. Toevoegen van een tijdtrend (4% daling per jaar gedurende de periode 1983-2003) verklaarde een additionele 2% van de totale variabiliteit in lasrook concentraties. Voor meer informatie verwijzen we naar Kromhout et al. [2004b].

aanwezige beheersmaatregelen en werkplaatsomstandigheden. Dit maakt het mogelijk met behulp van zogenaamde "mixed models" trend analyses uit te voeren, waarbij gecorrigeerd kan worden voor potentieel versturende parameters. De analyses laten zien dat lasrook concentraties in Nederland weliswaar dalen, maar dat dit in een langzamer tempo gaat dan bij andere chemische blootstellingen zoals beschreven in voorgaande paragraaf. De statistische analyses geven bovendien aan wat de belangrijkste determinanten zijn van lasrook blootstelling en zijn hiermee richtinggevend voor het ontwerpen van toekomstige beheersmaatregelen. Het aggregeren en analyseren van afzonderlijke meetstudies in één overkoepelend databestand, zoals geïllustreerd in Kader 1, is grotendeels nog een onontgonnen terrein in Nederland, maar kan in de toekomst een belangrijke impuls geven aan beleidsevaluaties of prioritering van Arbobeleid.

Een gestandaardiseerde registratie maakt het ook mogelijk de gegevens te extrapoleren buiten het specifieke studiegebied. Deze extrapolatiestap brengt natuurlijk wel extra onzekerheid met zich mee. Een algemeen geaccepteerde benadering is die waarbij op basis van modellering van een beperkte, maar goed gedocumenteerde meetreeks de belangrijkste determinanten in kaart worden gebracht. Vervolgens kan de blootstelling voor een grotere populatie worden bepaald middels eenvoudige vragenlijsten gericht op die determinanten. De blootstelling kan immers worden voorspeld op basis van informatie over de relatie tussen blootstelling en de determinanten van blootstelling. Op deze manier kunnen ook blootstellingstudies die niet geheel representatief zijn voor de branche, in combinatie met informatie over determinanten, toch gebruikt worden voor het schatten van de blootstelling in de gehele populatie. Een voorbeeld dat betrekking heeft op cytostatica blootstelling in Nederlandse ziekenhuizen is weergege-

ven in Kader 2. Uiteenlopende studies naar cytostatica blootstelling die in de loop der jaren voor diverse doeleinden zijn uitgevoerd, zijn gebruikt om de relevante taken te identificeren en de blootstellingsverdeling voor deze taken te karakteriseren. Eenvoudig vragenlijst onderzoek gericht op tijdbestedingspatronen bij een representatieve steekproef van Nederlandse verpleegkundigen in twee tijdperioden, was vervolgens voldoende om blootstellingsveranderingen kwantitatief in kaart te brengen. Uit de analyses kan worden opgemaakt dat in het afgelopen decennium een duidelijke neerwaartse trend in blootstelling aan cytostatica heeft plaatsgevonden onder verpleegkundigen in Nederland als gevolg van diverse studies, richtlijnen (bijvoorbeeld werkboek cytostatica) en beleidsinitiatieven (bijvoorbeeld de Arboconvenanten in de algemene en academische ziekenhuizen).

Stappenplan om trends in blootstelling in de toekomst beter te karakteriseren

Op basis van het literatuuroverzicht en de twee Nederlandse praktijkvoorbeelden kan een generieke gestructureerde aanpak gedestilleerd worden voor het karakteriseren van trends in blootstelling. Het stappenplan bestaat uit 5 onderdelen en is cyclisch van aard. Hieronder worden de 5 stappen kort toegelicht:

1. *Inventarisatie van beschikbare meetgegevens, 'databases' en wetenschappelijke literatuurgegevens.*

Er is al een aantal malen aangehaald dat in internationaal verband grote gegevensbestanden een belangrijke rol spelen bij de beoordeling van veranderingen in blootstelling. Het behoeft daarom geen nadere toelichting dat bestaande blootstellinggegevens systematischer verzameld, gearchiveerd en geanalyseerd moeten worden. Zeker in het kader van het nieuwe stoffenbeleid VAS^t zou het gezamenlijk opzetten van toegankelijke blootstellingbestanden door bedrijven in een branche of keten een logisch speerpunt zijn. In zowel binnen als buitenland zijn richtlijnen voor een systematische dataopslag gepubliceerd [Rajan et al., 1997; NVvA, 2002].

2. *Analyse van beschikbare meetgegevens, 'databases' en wetenschappelijke literatuurgegevens op determinanten van blootstelling.*

Statistische analyses kunnen worden uitgevoerd met multiple regressietechnieken of, in het geval van herhaalde waarnemingen, mer bij voorkeur 'mixed models'. De uitkomst van deze analyses geeft in de regel inzicht in de bijdrage van een set van determinanten aan de dag- of taakblootstelling aan een bepaalde stof. Voor meer achtergrondinformatie over de toepassing van "mixed models" wordt verwezen naar bijvoorbeeld het handboek arbeidshygiëne [Kromhout et al., 2004a]. In deze 2^e stap is het ook al mogelijk om trends in blootstelling te analyseren. Randvoorwaarde hiervoor is natuurlijk dat in stap 1 voldoende gegevens van een goede kwaliteit verzameld zijn. Het voorbeeld in Kader 1 betreft een trendanalyse die is uitgevoerd in stap 2 van het stappenplan, terwijl de analyses zoals beschreven in Kader 2 zijn gebaseerd op een vol-

ledig doorlopen van het stappenplan.

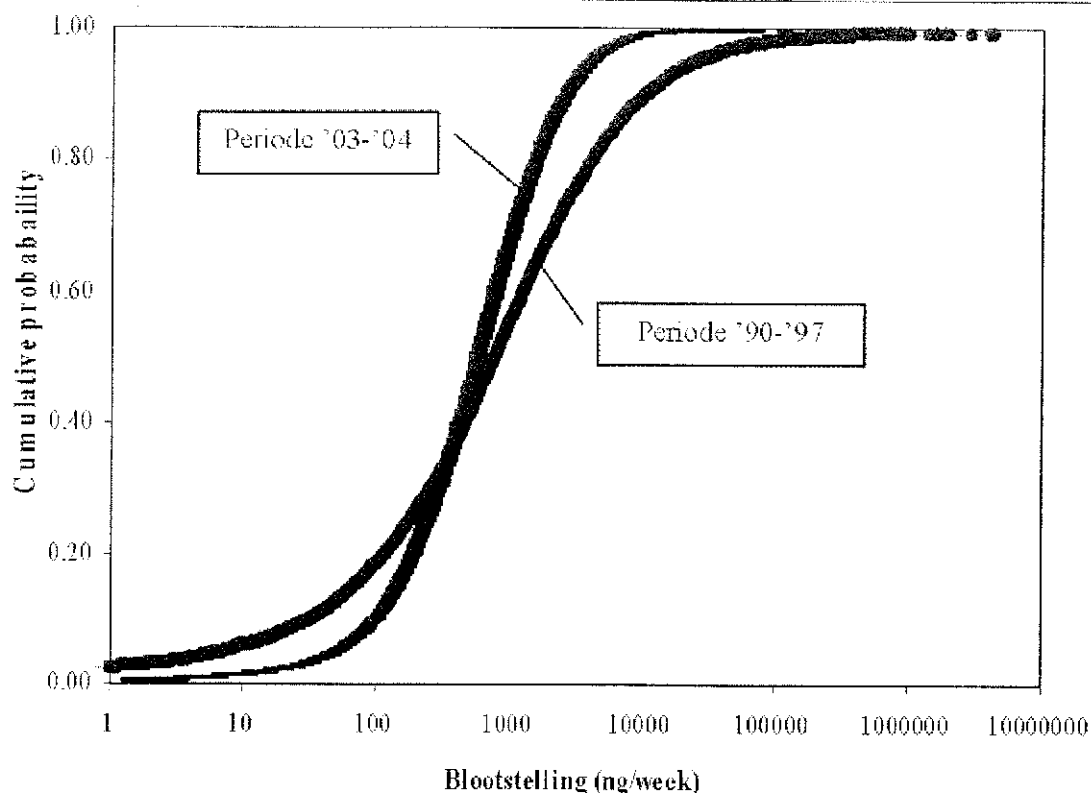
3. *Ontwikkeling van een branche specifieke RI&E op basis van de informatie die ter beschikking is gekomen in stap 2.*

Literatuuronderzoek en analyse van beschikbare gegevens kunnen werkplekinventarisaties richting geven. Als bijvoorbeeld bekend is welke factoren de blootstelling bepalen, kan werkplekonderzoek zich vervolgens ook tot die factoren beperken. Een afgeleide van de analyse van gegevensbestanden, is dat veel vaker stof specifieke risico-inventarisatie & -evaluatie (RI&E) benaderingen kunnen worden ontwikkeld. In het Arbo-veld wordt op dit moment te weinig gebruik gemaakt van een dergelijke werkwijze. Deze 'RI&Es nieuwe stijl' hebben als karakteristiek dat ze sterk zijn gestroomlijnd in tegenstelling tot de klassieke RI&E's. Ze worden namelijk alleen gericht op die factoren die werkelijk met de blootstelling blijken samen te hangen. Als gevolg daarvan zijn ze in de regel ook korter, kostenbesparend, leiden tot minder administratieve ballast en zijn snel uit te voeren en te verwerken. Een voorbeeld van deze benadering is te vinden in een recente rapportage die is uitgevoerd als voorbereiding op het convenant "Grondstofallergie" (de Pater et al., 2003). In totaal zijn meer dan 600 inhaleerbaar stofmetingen uitgevoerd bij 4 branches (ambachtelijke en industriële bakkers, meelmaaldereien en grondstofindustrie). Op basis van deze studie kan een beperkte set van determinanten worden geselecteerd waarmee de blootstelling nauwkeurig te voorspellen is. Deze beperkte set van determinanten wordt momenteel in een korte vragenlijst gebruikt om zo de blootstelling bij 16.000 werknemers in kaart te brengen. Ook kon aan de hand van het inzicht in de relatie tussen taken en blootstelling een gebruiksvriendelijk en bondig handboek voor stofbeheersing worden samengesteld [Goede et al., 2004].

4. *Uitvoering van een beperkte meetstudie om de gevonden relaties in stap 2 te valideren en indien nodig te actualiseren.*

Indien op basis van de analyse van een gegenereerd gegevensbestand conclusies worden getrokken over de rol van determinanten van blootstelling is het verstandig deze conclusies te verifiëren. Waar vooral rekening mee moet worden gehouden is dat door veranderingen in de blootstelling, ook de relatie tussen de vastgestelde blootstelling en de determinanten kan veranderen. Doordat een bepaalde determinant als gevolg van bijvoorbeeld een interventie geen rol meer speelt, kunnen andere determinanten op de voorgrond treden. Omdat juist de relatie tussen determinanten en blootstelling cruciaal is bij het voorspellen van eventuele trends, is het voor de hand liggend om aandacht aan validatie te besteden. Juist dit aspect benadrukt het cyclische karakter van het schema. Doordat relaties tussen blootstelling en determinanten van blootstelling over de tijd veranderen moet 'herijking' van deze relaties plaatsvinden en op basis van de uitkomsten moet het eerder ontwikkelde RI&E-instrument worden bijgesteld.

5. *Schatting van de blootstelling van de werknemers in een bepaalde branche op basis van de gegevens die verkregen zijn*



In dit voorbeeld zijn veranderingen in cytostaticablootstelling verkend die in Nederlandse ziekenhuizen hebben plaatsgevonden in de afgelopen 10 jaar. Er is voor een taakgerichte benadering gekozen, waarbij blootstelling wordt geschat aan de hand van taakmetingen en informatie over tijdbestedingspatronen tijdens werkdagen. Hiervoor is een aantal goed gedocumenteerde studies gebruikt met taakspecifieke blootstellingmetingen. Informatie over tijdbestedingspatronen kon worden afgeleid uit een grote epidemiologische studie die 10 jaar geleden bij ziekenhuispersoneel is uitgevoerd. Tijdbestedingspatronen voor de huidige werksituatie zijn in kaart gebracht met behulp van een additioneel vragenlijstonderzoek bij 24 ziekenhuizen. Het betrof een korte vragenlijst gericht op alleen die taken die in termen van blootstelling het meest relevant zijn. In totaal hebben 1129 verpleegkundigen de eenvoudige vragenlijst ingevuld.

De twee typen informatie, taakgerichte metingen en informatie over tijdbestedingspatronen, zijn met behulp van Monte Carlo simulaties geïntegreerd tot populatie blootstellingsverdelingen. In bovenstaande figuur zijn blootstellingsverdelingen weergegeven voor de populatie verpleegkundigen in de periode '90-'97 en '03-'04. Het 90-percentiel van de populatieverdeling in respectievelijk de 1990-1997 en 2003-2004 periode is 8755 ng/week en 2144 ng/week, terwijl het 50-percentiel van de populatieverdeling nauwelijks veranderd is (652 ng/week versus 506 ng/week). De resultaten van de simulaties laten dus zien dat maatregelen in het afgelopen decennium niet over de gehele breedte van de populatie verpleegkundigen een uitwerking hebben gehad. Voornamelijk bij de subpopulatie verpleegkundigen met een hoge blootstelling aan cytostatica hebben diverse maatregelen in de afgelopen jaren geleid tot een aanzienlijke verlaging van de blootstelling. De verschuiving aan het uiteinde van de blootstellingsverdeling is voornamelijk toe te schrijven aan het elimineren dan wel aanpassen van een drietal specifieke taken: de taken bereiden van cytostatica, toedienen van cytostatica en het hanteren van urine van met cytostatica behandelde patiënten. Voor meer informatie verwijzen we naar Heedrik et al. [2004].

uit de RI&E en de recent verzamelde meetgegevens uit stap 4. Blootstellinggegevens in combinatie met gegevens verkregen uit de RI&E geven een goed beeld van de blootstelling binnen een branche. Resultaten van de blootstellingsstudie(s) kunnen op basis van de RI&E gegevens geëxtrapoleerd worden naar de gehele populatie binnen de branche. Door het branche specifieke RI&E instrument op gezette tijden opnieuw in te zetten bij een steekproef van de populatie, ontstaat de mogelijkheid blootstellings-

veranderingen op de voet te volgen. Kader 2 illustreert deze benaderingswijze. Anderzijds kunnen de RI&E resultaten gebruikt worden om te evalueren of een trendanalyse representatief is voor de gehele branche. Is bijvoorbeeld de variatie in determinanten binnen de meestudie net zo groot als de variatie in determinanten binnen de branchepopulatie? Gestandaardiseerde RI&E gegevens zouden de laatste trendanalyses (Kader 1) bijvoorbeeld beter in de juiste context kunnen brengen.

Een andere interessante toepassing is de uitvoering van zogenaamde scenario studies. Op grond van de inzichten in relaties tussen gemeten blootstelling en determinanten van blootstelling, kunnen scenario's worden opgesteld die moeten leiden tot blootstellingsreductie. Aan de hand van de ontwikkelde modellen kunnen verschillende scenario's op effectiviteit worden vergeleken, voordat de betreffende maatregelen daadwerkelijk worden doorgevoerd.

Conclusies

Door de hierboven beschreven cyclische benadering om de blootstelling te kwantificeren ontstaat de mogelijkheid om trends in de blootstelling over de tijd systematisch te onderzoeken en te bewaken. Logisch gevolg van het stappenplan is verder dat instrumenten zoals een RI&E zich meer gericht en toegepast op een specifieke branche zullen ontwikkelen. Een groot voordeel is dat als gevolg hiervan instrumenten ontstaan die, centraal ontwikkelt met inzet van de goede expertise, op grote schaal bijvoorbeeld in kleine bedrijven kunnen worden toegepast. Het rendement van arbeidshygiënische meetgegevens kan dus sterk verbeteren; toepassing van het stappenplan in een branche kan resulteren in methodieken voor het monitoren van trends én op maat gesneden RI&E instrumenten. Arbeidshygiënisch beleid is daarmee beter te structureren en inzichtelijk te maken.

Literatuur

- Brosseau, L.M., Parker, D.L., Lazovich, D., Milton, T., Dugan, S. (2002). Designing intervention effectiveness studies for occupational health and safety: The Minnesota Wood Dust Study. *American Journal of Industrial Medicine* (41) 54-61.
- Burstyn, I., Kromhout, H., Cruise, P.J., Brennan, P. (2000a). Designing an international industrial hygiene database of exposures among workers in the asphalt industry. *Annals of Occupational Hygiene*(44) 57-66.
- Burstyn, I., Kromhout, H., Kauppinen, T., Heikkilä, P., Boffetta, P. (2000b). Designing an international industrial hygiene database of exposures among workers in the asphalt industry. *Annals of Occupational Hygiene*(44) 57-66.
- Cherrie, J.W., Tickner, J., Friat, J., Creely, K.S., Soutar, A.J., Hughson, G., Rae, R., Warren, N.D., Pryde, D.E. (2003) Evaluation and further development of the EASE model 2.0. Research Report 136. HSE Books, HMSO, Norwich, UK.
- Fransman, W., Peelen, S., Hilhorst, S., Roelleveld, N., Heederik, D., Kromhout, H. (2004) Time trends in exposure to antineoplastic agents of nurses and pharmacy technicians in the Netherlands. Submitted for publication.
- Goede, H., Links, I., Tielemans, E., Jongeneelen, F. Handboek stofbeheersing. Productschap Granen, Zaden en Pootvruchten. maart 2004.
- Goldenhar, L.M., Schulte, P.A. (1994). Intervention research in occupational health and safety. *Journal of Occupational Medicine* (36) 763-775.
- Heederik, D., Fransman, W., Spaan, S., Kromhout, H., Tielemans, E., Meijster, T., van Hemmen, J.J. (2004). Van beleidsontwikkeling tot beleidsverantwoording (VBTB): naar een benadering om de blootstelling aan chemische stoffen op het niveau van branches te karakteriseren. Reed Business Information bv, Doetinchem. In druk.
- Houba, R., Van Run, P., Heederik, D., Doekes, G. (1996). Wheat antigen exposure assessment for epidemiological studies in bakeries using personal dust sampling and inhibition ELISA. *Clinical Experimental Allergy*. (26)154-163.
- Kromhout, H., Vermeulen, R. (2000). Long-term trends in occupational exposure: Are they real? What causes them? What shall we do with them? *Annals of Occupational Hygiene*(44) 325-327.
- Kromhout, H., van Tongeren, M., Burstyn, I. (2004a). Ontwerpen van meetprogramma's voor blootstelling aan chemische stoffen en statistische analyse van meetresultaten. Handboek Arbeidshygiëne, Kluwer, Alphen aan den Rijn.
- Kromhout, H., Veldhof, R., Knoll, B. (2004b). Determinants of exposure to welding fumes: lessons learned from a database covering a 20-year period. *Tijdschrift voor Toegepaste Arbeidwetenschap* 38-39.
- Lazovich, D., Parker, D.L., Brosseau, L.M., Milton, F.T., Dugan, S.K., Pan, W., Hock, L. (2002a). Effectiveness of a worksite intervention to reduce an occupational exposure: the Minnesota wood dust study. *American Journal of Public Health* (92) 1498-1505.
- Lazovich, D., Murray, D.M., Brosseau, L.M., Parker, D.L., Milton, F.T., Dugan, S.K. (2002b). Sample size considerations for studies of intervention efficacy in the occupational setting. *Annals of Occupational Hygiene* (46) 219-227.
- NVvA, Nederlandse Vereniging voor Arbeidshygiëne. (2002). Vastleggen van gegevens van afzonderlijke blootstellingsmetingen van de werkplekatmosfeer. ISBN 90-804205-6-5.
- Okun, A., Cooper, G., Bailer, J., Bena, J., Stayner, L. (2004). Trends in occupational lead exposure since the 1978 OSHA lead standard. *American Journal of Industrial Medicine* (45) 558-572.
- Parer de, N., Doekes, G., Meidema, E., Goede, H., van Hemmen, J., Heederik, D. (2003). Expositie aan stof, tarwe allergenen en schimmel α -amylase. Stand der techniek in ambachtelijke bakkerijen, industriële bakkerijen, meelmalderijen en bij bakkerijgrondstoffenleveranciers. Reed Business Information bv, Doetinchem.

- Post, W., Heederik, D., Houba, R. (1998). Decline in lung function related to exposure and selection processes among workers in the grain processing and animal feed industry. *Occupational and Environmental Medicine* (55) 349-355.
- Rajan, B.R., Alesbury, B., Carton, M., et al. (1997). European proposal for core information for the storage and exchange of workplace exposure measurements on chemical agents. *Applied Occupational Environmental Hygiene* (12) 31-39.
- Smid, T., Heederik, D., Mensink, G., Houba, R., Boleij, J.S. (1992). Exposure to dust, endotoxins, and fungi in the animal feed industry. *American Industrial Hygiene Association Journal* (53) 362-368.
- Symanski, E., Kupper, L.L., Rappaport, S.M. (1998a). Comprehensive evaluation of long-term trends in occupational exposure: Part 1. Description of the database. *Occupational and Environmental Medicine* (55) 300-309.
- Symanski, E., Kupper, L., Hertz-Picciotto, I., Rappaport, S.M. (1998b). Comprehensive evaluation of long-term trends in occupational exposure: Part 2. Predictive models for declining exposures. *Occupational and Environmental Medicine* (55) 310-316.
- Symanski, E., Chang, C.C., Chan, W. (2000). Long-term trends in exposures to nickel aerosols. *American Industrial Hygiene Association Journal* (61) 324-333.
- Symanski, E., Chan, W., Chang, C.C. (2001). Mixed-effects models for the evaluation of long-term trends in exposure levels with an example from the nickel industry. *Annals of Occupational Hygiene* (45) 71-81.
- Swuste, P., Noy, D. (2003). Oplossingen en beheersmaatregelen in het tijdschrift voor toegepaste arbowetenschappen en de NVvA symposiumverslagen. *Tijdschrift voor toegepaste Arbowetenschap*(4) 85-100.
- Teschke, K., Marion, S.A., Vaughan, T.L., Morgan, M., Camp, J. (1999). Exposures to wood dust in U.S. industries and occupations, 1979 to 1997. *American Journal of Industrial Medicine* (35) 581-589.
- Tongeren van, M.J., Kromhout, H., Gardiner, K. (2000). Trends in levels of inhalable dust exposure, exceedance and overexposure in the European carbon black manufacturing industry. *Annals of Occupational Hygiene* (44) 271-280.
- Vermeulen, R., de Hartog, J., Swuste, P., Kromhout, H. (2000). Trends in exposure to inhalable particulate and dermal contamination in the rubber manufacturing industry: effectiveness of control measures implemented over a nine-year period. *Annals of Occupational Hygiene* (44) 343-354.
- Wouters, I., Spaan, S., Douwes, J., Doekes, G., Heederik, D. (2004). Bio-aerosol exposure in waste collection, waste transfer, waste composting and bio-fuel in power production. *J Expo Anal Environ Epidemiol* conditionally accepted.