

# Effectiviteit van blootstellingsreductie in het licht van de ontwikkeling van een keuze-instrument voor beheersmaatregelen

Derk H. Brouwer, Rianda Gerritsen-Ebben, Esther Rijnders, Doeke van der Schaaf  
TNO Kwaliteit van Leven, Postbus 360, 3700 AJ Zeist. Brouwer@chemie.tno.nl

## Inleiding

De basis voor de opzet voor een veelomvattend keuze-instrument voor optimale beheersmaatregelen wordt gevormd door de zgn. arbeidshygiënische strategie. Daarin wordt onderscheid gemaakt in diverse typen van beheersmaatregelen wat betreft soort [bron/stof gerichte maatregelen, zoals eliminatie, substitutie, productaanpassing en bron aanpak in proces en door middel van apparatuur, (proces)technische maatregelen gericht op de reductie van de overdracht van de bron naar werker, (werk) organisatorische maatregelen, zoals bijv. procedures, taak rolatie, good housekeeping enz., en op de werker gerichte maatregelen] en aangrijpingspunt in het verspreidingstraject van de verontreiniging (aangrijpend op emissie, transmissie, immissie en blootstelling). De typen maatregelen kunnen ook hiërarchisch worden gerangschikt, waarbij bronmaatregelen (reductie emissie) de hoogste en immissiegerichte maatregelen (zoals persoonlijke bescherming) de laagste prioriteit hebben.

Basis van elke selectie van beheersmaatregelen wordt gevormd door het vergelijken van de effectiviteit van (typen van) beheersmaatregelen met de noodzakelijke mate van reductie van blootstelling in het licht van risicobeheersing. Pas als er zicht op meerdere effectieve beheersmaatregelen is kunnen er ook andere aspecten in de keuze worden meegenomen. De hiërarchie van beheersmaatregelen speelt ook een rol bij de verwachte spreiding in de effectiviteit van een bepaald (type) van beheersmaatregel. Immers, de ratio van de arbeidshygiënische hiërarchie wordt enerzijds bepaald door inzicht in fysische massatransport processen, waarbij de effectiviteit van een ingreep bij het ontstaan van de emissie groter is dan verder in het verspreidingstraject. Anderzijds wordt de ratio ook bepaald door de veronderstelde toename van faalkans of ondoelmatigheid van gebruik wanneer (proces-) technische maatregelen worden vervangen door menselijk handelen.

Impliciet wordt aangenomen dat het effect van de maatregel proportioneel is over het (onderzochte) bereik van blootstellingwaarden en wordt de effectiviteit uitgedrukt als reductiefactor of als percentage. Dit betreft dan een soort 'gemiddelde' reductie, terwijl de spreiding of bandbreedte niet wordt aangegeven. Deze spreiding wordt o.a. veroorzaakt door aspecten van de doelmatigheid van het gebruik, welke weer samenhangen met de wijze waarop een beheersmaatregel in een bedrijfssituatie wordt geïmplementeerd en toegepast. De totale bandbreedte zal voor (proces-)technische maatregelen kleiner zijn dan voor organisatorische maatregelen.

Bij de selectie van beheersmaatregelen dient in eerste instantie te worden uitgegaan van de laagste effectiviteit (binnen de dan maximale bandbreedte) van een beheersmaatregel. Indien in een bedrijf echter aandacht geschonken zal worden aan de implementatie en instructie en toezicht op doelmatig gebruik van de beheersmaatregel kan in de selectie een kleinere bandbreedte (en dus grotere minimale effectiviteit) worden aangenomen. Dit kan er toe leiden dat verschillende beheersmaatregelen (al dan niet in combinatie) een voldoende mate van reductie van blootstelling bewerkstelligen zodat ook andere aspecten (zoals kosten, gebruiksvriendelijkheid, veiligheid e.d.) bij de uiteindelijke selectie kunnen worden betrokken. De integratie van deze aspecten in één systeem vormt de basis van het keuze-instrument beheersmaatregelen dat momenteel bij TNO in ontwikkeling is.

### Effectiviteit nader bekeken

De effectiviteit van beheersmaatregelen kan in het licht van risicobeheersing uitgedrukt worden als mate van reductie van de blootstelling. De eenheid van reductie zou een reductiefactor [Rbl f] of een –percentage [Rbl %] kunnen zijn. Impliciet wordt hierbij aangenomen dat het effect van de maatregel proportioneel is over het (onderzochte) bereik van blootstellingwaarden.

Uitgaande van de diverse typen van beheersmaatregelen kan worden aangenomen dat er wel een relatie is tussen de werking van een beheersmaatregel en een resulterend niveau van blootstelling, maar dat deze relatie niet altijd een directe 1 op 1 relatie is. Zo zal een bron-gerichte technische maatregel zoals het installeren van een computergestuurde-machine voor houtbewerking voorzien van bronafzuiging resulteren in een reductie van de emissie [massa per eenheid van tijd en product]. De massastroom die ten gevolge van emissie in de werkruimte komt is verminderd, maar de mate van reductie van de feitelijke blootstelling zal afhankelijk zijn van werker gerelateerde omstandigheden zoals adequaat gebruik van de voorzieningen, acceptatie van voorziening, individuele werkgewoonten e.d., maar ook van omstandigheden, zoals de aan/afwezigheid van andere bronnen, ruimte ventilatie, luchtbewegingen en dergelijke.

Aangenomen mag worden dat de invloed van deze factoren bij beheersmaatregelen lager in de hiërarchie groter is dan bij maatregelen hoger in de hiërarchie. Zo is bijvoorbeeld het wel of niet gebruiken van persoonlijke beschermingsmiddelen (PBM) t.g.v. acceptatie door werker, primair bepalend voor blootstellingreductie, terwijl bijvoorbeeld bij lokale afzuiging de positie van de werker t.o.v. de afzuiging een kritische factor voor de mate van effectiviteit van de blootstellingreductie is. Voor een beter begrip van deze menselijke factor wordt onderscheid gemaakt tussen het 'oordeelkundig' gebruik van beheersmaatregelen en het geheel van attitude, acceptatie e.d., t.o.v. beheersmaatregelen.

Voor maatregelen die in de sfeer van good housekeeping of good manufacturing practice (GMP) vallen is met name de 'attitude' van de werker van belang.

Sommige meer organisatorische beheersmaatregelen, zoals job rotation, richten zich meer op de beïnvloeding van de kans op blootstelling of de duur van de blootstelling, dan op de hoogte van de blootstelling.

In algemene termen zal de mate van reductie van de blootstelling bepaald worden door het effect van de werking van de maatregelen (machine/apparaat/proces) op emissie, transmissie, en/of immissie, dat bepalend is voor de gemiddelde waarde van de blootstellingreductie én het 'oordeelkundig gebruik', waarvan aangenomen wordt dat het bepalend is voor de onzekerheid rond het gemiddelde. Dit kan in formulevorm worden uitgedrukt:

$$Rbl_{(f, \%)i} = \sum (R_{(E,T,I)i} \pm Uhf_i) \quad \text{waarin,}$$

$Rbl_{f, \%}$  = reductie van de blootstelling uitgedrukt als factor respectievelijk percentage

$R_{E,T,I}$  = gemiddelde reductie van respectievelijk de emissie(E) , transmissie(T) ,of immissie(I) uitgedrukt als percentage

$Uhf_i$  = onzekerheid van de reductie veroorzaakt door '(on)oordeelkundig gebruik' uitgedrukt als percentage (bandbreedte)

$i$  = i-de type beheersmaatregel

In de praktijk zal het niet of nauwelijks voorkomen dat het effect van een proces(verandering), apparatuur of organisatorische maatregel op de reductie van emissie, transmissie of immissie als zodanig gegeven kan worden. Het komt voor dat zoiets 'geoperationaliseerd' is in de vorm van het voldoen aan specificaties/ normen, waarin dan hopelijk ook de werkplek- factor is meegenomen. Bij afzuiginstallaties bijvoorbeeld betreft het dan eisen met betrekking tot de mate van lucht aan- en afvoer. In het geval van PBM betreft het verschillende producteisen met betrekking tot een goede werking als PBM.

#### Onzekerheid

Uitgangspunt is dat de 'bandbreedte' van de onzekerheid door het type beheersmaatregel wordt bepaald, waarbij wordt aangenomen dat de grootte van de bandbreedte samenhangt met de kans op onoordeelkundig gebruik door menselijk handelen. Dit betekent dat de bandbreedte 0 is bij die maatregelen waar menselijk handelen niet meer van invloed is (eliminatie of substitutie), klein is bij brongerichte typen van maatregelen en het grootst is bij maatregelen die zeer afhankelijk zijn van menselijk handelen zoals good housekeeping of het gebruik van PBM. In onderstaande tabel worden enige (aangenomen) bandbreedtes weergegeven.

Tabel 1 Overzicht bandbreedtes van onzekerheid voor diverse typen van beheersmaatregelen

Voorbeeld beheersmaatregel(%e reductie)	Aangenomen <sup>1</sup> Bandbreedte onzekerheid
Eliminatie	0
Substitutie	0
Bronaanpak Proces	10
Bronaanpak Apparatuur	15
Afzuiging/ apparatuur/installatie	20
Afscherming e.d.	25
Good houskeeping/GMP	45 <sup>2</sup>
PBM	35 <sup>2</sup>

Per bedrijf, dus voor individuele situaties, bepaalt het bedrijfsspecifieke 'oordeelkundig gebruik' waar het bedrijf zich in de bandbreedte van de onzekerheid bevindt.

De factor 'oordeelkundig gebruik' wordt geoperationaliseerd door het aan- of afwezig zijn van procedures, training en instructies gericht op het oordeelkundig gebruik van voorzieningen om de blootstelling te reduceren. Dit kan als volgt puntsgewijs worden weergegeven:

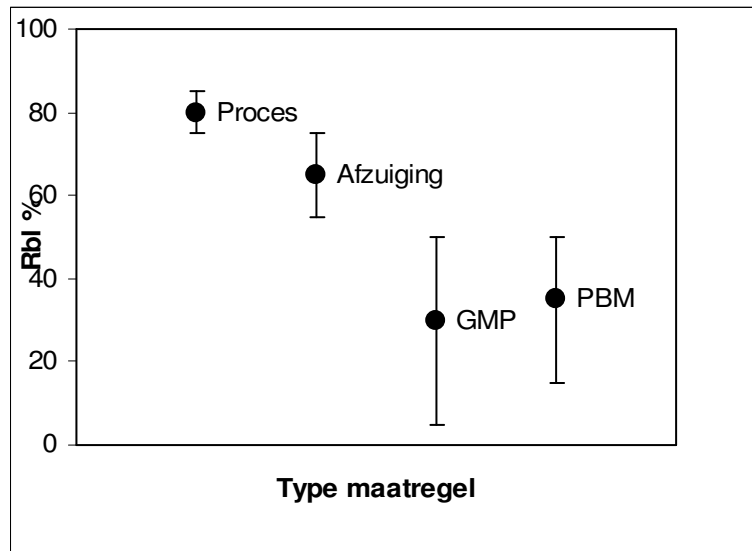
- 1 De maximale onzekerheid (100% bandbreedte) wordt aangenomen wanneer een beheersmaatregel zonder werkvoorschriften, instructie of training wordt geïmplementeerd;
- 2 Een iets minder grote onzekerheid (80% bandbreedte) wordt aangenomen wanneer werkvoorschriften aanwezig en beschikbaar zijn over hoe met de beheersmaatregel om te gaan;
- 3 De onzekerheid neemt af (60%) wanneer éénmalige of incidentele training en instructie wordt georganiseerd om met de beheersmaatregel om te gaan en de werkvoorschriften c.q. voorschriften/ aanwijzingen te begrijpen;
- 4 als 3, maar met (structureel) periodiek onderhoud van vaardigheden (40% bandbreedte);
- 5 als 4, maar met controle op uitvoering/ naleving (30% bandbreedte);

Daarnaast is er nog het aspect van de mate van acceptatie van de (te implementeren) maatregel door de werker c.q. de gebruiker. Dit wordt als zodanig niet meegewogen, maar hangt mede samen met de gebruiksvriendelijkheid van de beheersmaatregelen.

In Figuur 1 wordt een illustratie van een presentatie van (gemiddelde ) reductie en onzekerheid voor verschillende beheersmaatregelen gegeven

<sup>1</sup> Momenteel zijn nog geen bandbreedtes van de verschillende typen beheersmaatregelen bekend. De hier vermelde bandbreedtes zijn aannames, gebaseerd op de arbeidshygiënische strategie. Daarbij geldt dat voor maatregelen steeds verder afgelegen van de bron en typen van maatregelen waarbij mensen betrokken zijn meer onzekerheid met zich mee brengen c.q. sterker afhankelijk zijn van oordeelkundig gebruik.

<sup>2</sup> Voor good housekeeping (dus zorgvuldig hygiënisch handelen e.d.) wordt een grotere mate van onzekerheid c.q. kans op ondoelmatig handelen aangenomen dan bij PBM. Deze aanname hangt samen met het feit dat bij PBM een instrument/ apparaat/voorziening wordt gebruikt, terwijl de effectiviteit bij organisatorische maatregelen puur afhankelijk is van menselijk handelen.



Figuur 1 Illustratie van de uit reductie van emissie, transmissie of immisie afgeleide type-gemiddelde reductie van de blootstelling Rbl en de spreiding daarvan ten gevolge van (on)oordeelkundig gebruik.

De gemiddelde waarde voor de effectiviteit wordt hier per type aangegeven. Het zal duidelijk zijn dat de duiding 'type beheersmaatregel' veel te generiek is (aangezien een type weer uit verschillende soorten beheersmaatregelen kan bestaan) om daar slechts één waarde aan te kunnen toekennen. Voor PBM worden bijvoorbeeld weer diverse soorten adem- of huidbeschermingsmiddelen onderscheiden met elk weer een gemiddelde of toegekende reductiefactor. Voor afzuiging zal bijvoorbeeld ook de aard van de blootstelling (damp of stof) van invloed zijn op de effectiviteit, terwijl voor de specifieke procesgerichte maatregelen per definitie het al bijna onmogelijk is een gemiddelde waarde van effectiviteit af te leiden. Het is dus noodzakelijk bij de omhoog van een keuzesysteem naar instrument om dit zoveel mogelijk branchegericht in te vullen met gegevens over effectiviteit uitgedrukt in blootstellingsreductie..

#### Overige aspecten die keuze bepalen

Als eerste wordt van belang wordt geacht de kosten die de implementatie van beheersmaatregelen met zich meebrengt. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de kosten voor aanschaf van de beheersmaatregel en hulpmiddelen (investeringskosten), éénmalige kosten voor (niet-mensgerichte) implementatie (bijv. aanpassing van voorzieningen e.d.) en

mensgerichte implementatiekosten voor bijv. opleiding en training (of ontslagvergoeding/wervingskosten), jaarlijkse kosten voor exploitatie- (o.a. verbruiksgoederen, energie, verzekering e.d.), en onderhoud en afschrijving van investering\*.

Verder is het bij sommige maatregelen evident dat er een negatieve beïnvloeding van de kwaliteit van een product mogelijk is, waardoor het aantal 'afkeuringen' kan toenemen en derhalve verhogend kan werken op de kostprijs van het product. Het effect van een mogelijk hogere kwaliteit is eveneens af te meten aan het (afnemend) aantal afkeuringen, maar kan ook liggen in het aanpassen van de kwaliteitscriteria.

In analogie met een mogelijk effect op de kwaliteit van het product kan ook de invloed op de productiviteit worden uitgedrukt in verhoging/verlaging van de kostprijs. Waarschijnlijk kan productiviteitsbeïnvloeding beter op voorhand worden bepaald dan effecten op kwaliteit Gebruiksvriendelijkheid kan ook de effectiviteit van een beheersmaatregel beïnvloeden in de zin van het wel of niet toepassen of gebruiken van de aangeboden beheersmaatregel. Tenslotte kunnen beheersmaatregelen van invloed zijn op de veiligheid. Enerzijds omdat nieuwe veiligheidsrisico's kunnen worden geïntroduceerd, bijvoorbeeld explosiegevaar door dampextractie of afzuiging, of accidentele blootstelling door gripverlies door het gebruik van beschermende handschoenen. Anderzijds kan de beheersmaatregel conflicterend zijn met al geïmplementeerde veiligheidsvoorzieningen of procedures of een bestaand risico vergroten.

## Discussie en Conclusies

Met betrekking tot de effectiviteit is een concept geïntroduceerd waarbij uitgegaan wordt van een gemiddelde generieke waarde voor een (type van) beheersmaatregel. Daarnaast is een onzekerheidsfactor geïntroduceerd met verschillende categorieën van (on)zekerheid door meer of minder oordeelkundig gebruik. Momenteel wordt onderzocht of de hier geschetste benaderingswijze kan worden uitgebouwd tot een concreet instrument om tot de keuze van beheersmaatregelen te komen. In eerste instantie wordt nagegaan of in een specifieke branche een gemiddelde waarde voor typen van beheersmaatregelen met een spreiding of bandbreedte op basis van (literatuur)gegevens kan worden vastgesteld. In een vervolgstap zal worden onderzocht of de naast effectiviteit genoemde andere aspecten, zoals kosten e.d. in de systematiek kunnen worden opgenomen, zodat beslissers op bedrijfsniveau een keuze kunnen maken voor in de bedrijfssituatie meest optimale beheersmaatregel(en).