

**HULPMIDDEL VOOR DE
BEOORDELING VAN
ARBEIDSHYGIENE
BIJ TOEPASSING VAN VASTE,
SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN
IN DE WEGENBOUW**

Verantwoording

In het Bouwstoffenbesluit wordt het gebruik van secundaire grondstoffen op grond van milieu-overwegingen geregeld. Blootstelling in het beroep is hierin niet meegenomen. In de wegenbouw is behoefte aan een heldere procedure voor de arbeidshygiënische beoordeling van het gebruik van primaire en secundaire grondstoffen in deze sector. De TC-milieu van VBW-Asfalt heeft in eigen beheer een arbeidshygiënisch beoordelingsmodel voor de toelating van secundaire grondstoffen in de wegenbouw ontwikkeld, dat gebruikt kan worden door aanbieders, inkopers en gebruikers bij de beslissing over acceptatie van grondstoffen in de wegenbouw. Commentaar via de ARBOUW is met dank aanvaard en verwerkt in het model. Het beoordelingsmodel is uitgewerkt door IndusTox Consult te Nijmegen.

Uitgegeven door: VBW-Asfalt, Breukelen

Uitvoering: IndusTox Consult, Nijmegen
Rapportnr: IT-9624
Auteurs: dr ir F.J. Jongeneelen RAH,
dr J.G.M. van Rooij

INHOUD

· blz

SAMENVATTING

<u>DEEL A: HET BEOORDELINGSMODEL</u>	1
A1. INLEIDING EN DOELSTELLING	2
A2. UITGANGSPUNTEN VOOR DE BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN	3
A3. STROOMSCHEMA VOOR DE ARBEIDSHYGIËNISCHE BEOORDELING	7
A4. PROCEDURE VOOR BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN	8
<u>DEEL B: GEBRUIKSRICHTLIJN</u>	16
B1. BEOORDELING VAN ENKELE SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN	17
B2. KRITISCHE COMPONENTEN VOOR DE ARBEIDSHYGIËNISCHE BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN	19
B3. KRITISCHE CONCENTRATIE 10-PAK BIJ HERGEBRUIK VAN ASFALTGRANULAAT	21
LITERATUURREFERENTIES	23
BIJLAGEN	
Bijlage 1: Overzicht van gemeten stofconcentraties bij asfalteringswerkzaamheden	
Bijlage 2: Berekening van totale blootstellingsindex (BI_{totaal}) van enkele grondstoffen	

SAMENVATTING

Stappen voor de arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen

- Stap 1 Stel de concentratie vast van toxische componenten in de grondstof.
- Stap 2 Bepaal de stofklasse van de voorgenomen werkzaamheden aan de hand van de verwachte 8-uurs en 15-minuten gemiddelde concentratie stof in de ademzone in de 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie' op de werkplek.
- Stap 3 Bereken van elke toxische component in de grondstof de verwachte concentratie in de werkplekatmosfeer.
- Stap 4 Bepaal voor elke toxische componenten of er wél of geen aanvullende opname via de huid te verwachten is.
- Stap 5 Bereken de blootstellingsindex van elke component (BI_i). De blootstellingsindex $BI_i = \text{concentratie component } i \text{ in de lucht gedeeld door de Occupational Exposure Limit (OEL)}$. Indien er sprake is van additionele opname via de huid wordt dit verdisconteerd als een 50% hogere blootstellingsindex.
- Stap 6 Beoordeel de blootstellingsindex BI_i van elke verontreinigende component; Als de BI_i groter is dan 1.0 wordt het gebruik van de grondstof ontraden.
- Stap 7 Sommeer de BI_i van alle toxische componenten. Dit geeft BI_{totaal} .
- Stap 8 Geef de arbeidshygiënische beoordeling van de toepassing van een secundaire grondstof aan de hand van de BI_{totaal} volgens onderstaande tabel:

Tabel met arbeidshygiënische categorieën van gebruik van secundaire grondstoffen.

BI_{totaal}	Categorie	Omschrijving
< 0.2	groen	gebruik toegestaan
0.2 - 0.5	oranje 1	nadere toetsing van gebruik
0.5 - 1.0	oranje 2	slechts toepassen na extra beheersmaatregelen
> 1.0	rood	toepassen wordt ontraden

DEEL A: HET BEOORDELINGSMODEL

A1. INLEIDING EN DOELSTELLING

In het Bouwstoffenbesluit wordt het gebruik van secundaire grondstoffen op grond van milieu-overwegingen geregeld. Blootstelling in het beroep is hierin niet meegenomen.

In de wegenbouw is behoefte aan een heldere procedure voor de arbeidshygiënische beoordeling van het gebruik van primaire en secundaire grondstoffen in deze sector.

De TC-milieu van VBW-Asfalt heeft zich voorgenomen in eigen beheer een werkzaam model voor de toelating van grondstoffen in de wegenbouw te ontwikkelen. Het gaat hierbij om een model om het gebruik van vaste, secundaire grondstoffen te kunnen beoordelen.

De TC-milieu heeft IndusTox Consult opdracht gegeven een arbeidshygiënisch toetsingsmodel uit te werken dat gebruikt kan worden door aanbieders, inkopers en gebruikers bij de beslissing over acceptatie van vaste grondstoffen in de Grond-, Weg en Wegenbouwsector (GWW-sector). De beoordeling van slurries en andere vloeibare en vloeistof-bevattende, secundaire grondstoffen valt buiten de doelstelling.

Doelstelling: **Opstellen van een helder arbeidshygiënisch beoordelingsmodel voor gebruik van vaste, secundaire grondstoffen in de wegenbouw**

A2. UITGANGSPUNTEN VOOR DE BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

Het uitgangspunt is dat het gebruik van secundaire grondstoffen niet mag leiden tot schade aan de gezondheid van de werknemer; dit houdt in dat de toepassing niet tot een onaantvaardbaar hoge belasting mag leiden.

Op de werkplek kunnen stoffen in principe worden opgenomen door het inhaleren, via de mond en door huidopname. Het uitgangspunt voor de evaluatie van het gezondheidsrisico voor de werknemer is de blootstelling die optreedt bij de 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie'. Deze 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie' is door het U.S.- Environmental Protection Agency gedefinieerd in statistische termen. Zij bevelen aan om de 90-percentiel van de verdeling van de opname of blootstelling onder individuen te nemen als de 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie' (reasonable worst case; US-EPA, 1992). De 90-percentiel van de opname of blootstelling is die waarde waarbij 90% van de populatie werknemers een waarde heeft die er onder ligt. In concrete termen betekent dit dat de 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie' de op één na hoogste waarde is van een groep van 10 blootgestelde personen uit een qua belastingsprofiel homogene of gelijkvormige groep. Als we pragmatisch redeneren is dit de op een na hoogste waarde uit een serie van 10 metingen bij deze groep.

Inhalatie

Bij inhalatie van stof komt het fijne stof (0-10 μm) diep in de luchtwegen terecht en het grove stof (tot 100 μm) komt in de bovenste luchtwegen en mond terecht. Dit grove stof wordt door ophoesten en de werking van trilhaarepiteit naar boven gewerkt en kan ingeslikt worden (= secundaire ingestie). Dit secundair ingeslikt stof is een deel van het inhaleerbaar stof en wordt als zodanig gemeten bij metingen van stof in de werkplekatmosfeer.

De MAC-waarde van hinderlijk stof is 10 mg/m^3 (als 8-uurs tijd gewogen gemiddelde). Dit is de concentratie in lucht die nog toegestaan is in de werkplekatmosfeer. In bijlage 1 is een overzicht opgenomen van beschikbare metingen van stofconcentraties in de wegenbouwsector in Nederland. De tabel toont dat 10 mg/m^3 zelden wordt overschreden. Op slechts enkele werkplekken is een dergelijke concentratie mogelijk. Bij het overgrote deel van de activiteiten wordt een lagere stofconcentratie aangetroffen. Ondanks het feit dat we over redelijke uitgebreide data-set van luchtmetingen beschikken, zijn de gegevens niet zo gerapporteerd dat de 90-percentiel direct kan worden afgeleid. We zullen daarom een min of meer arbitraire keuze moeten maken. De meetresultaten van het onderzoek van Veenstra et al (1988) zijn zo uitgebreid dat een 90-percentiel verantwoord kan worden vastgesteld. Nadere berekeningen met de 52 metingen laat zien dat het om een

meetserie met 2 homogene verdelingen gaat, namelijk:

- (i) de eerste serie met n=46 metingen en een 90-percentiel van 1.2 mg/m^3 .
- (ii) de tweede met n=6 metingen en een 90-percentiel van 16.2 mg/m^3 .

Met andere woorden: vaak is de blootstelling laag en in weinig voorkomende gevallen kan de blootstelling erg hoog zijn. In het model wordt daarom uitgegaan van twee verschillende situaties, nl. klasse 1 = 10 mg/m^3 en klasse 2 = 5 mg/m^3 , beide als 8-uurs gemiddelde concentratie stof in de ademzone. Dus:

klasse 1 : tijdgewogen gemiddelde concentratie over 8 uur = 10 mg/m^3

klasse 2 : tijdgewogen gemiddelde concentratie over 8 uur = 5 mg/m^3 .

Klasse 1 komt overeen met de MAC-waarde voor hinderlijk stof. Deze concentratie is in principe het uitgangspunt voor de verdere beoordeling van de grondstof. Klasse 2 wordt genomen als aangetoond kan worden dat de voorgenomen werkzaamheden met de grondstof niet zullen leiden tot aanzienlijke stof-emissies. Dit betekent dat 9 van elke 10 metingen uitkomen op een stofconcentratie onder de 5 mg/m^3 (als 8-uurs tijdgewogen gemiddelde).

Het is mogelijk dat de stofemissie van korte duur is, waardoor zeer hoge, momentane stofconcentratie toegestaan zouden zijn, zonder dat de 8-uur gemiddelde concentratie de grens overschrijdt. Daarom wordt de situatie eveneens beoordeeld op kortdurende blootstelling, met de concentratie die vastgesteld is als 15-minuten tijdgewogen gemiddelde (TGG 15-min). Aangezien deze niet is vastgesteld voor hinderlijk stof, is de aanbeveling uit de Nationale MAC-lijst (P-145, 1995) gevolgd om deze af te leiden en wel MAC TGG 15-min = $2 * \text{MAC TGG 8-uur}$. De klasse-indeling met de 15-minuten tijdgewogen gemiddelde concentratie is dan:

klasse 1 : tijdgewogen gemiddelde concentratie over 15 min = 20 mg/m^3

klasse 2 : tijdgewogen gemiddelde concentratie over 15 min = 10 mg/m^3 .

Het werken met grondstoffen wordt zowel aan de hand van 8-uurs tijdgewogen gemiddelde concentraties beoordeeld, als aan de hand van 15-minuten tijdgewogen gemiddelde concentraties stof in de werkatmosfeer.

Ingestie

Directe opname via de mond (= ingestie) zal bij een normale bedrijfsuitoefening nauwelijks voorkomen. Incidenteel zal ingestie van stof mogelijk zijn in situaties waar de hygiëne op de werkplek onvoldoende is. Daarnaast is opname mogelijk door het overbrengen van stof naar de mond zoals bij het draaien van shag met verontreinigde handen, het

roken met verontreinigende handen en bij het eten met verontreinigde, niet gewassen handen.

Zoals onder inhalatie al vermeld is, wordt opname door secundaire ingestie gemeten bij metingen van stof in de werkplekatmosfeer. Sommige personen ademen echter veel via de mond. Deze personen zullen op stoffige werkplekken met een relatief hoge dosis te maken krijgen. Deze groep heeft een hoge opname door secundaire ingestie en deze groep zal de hoogste blootgestelde individuen bevatten.

Er zijn, voor zover bekend, geen schattingen van de dagelijkse ingeslikte hoeveelheden stof die door werknemers op de werkplek worden ingeslikt. Wel is in het laatste decennium een schatting gemaakt van de ingestie door kinderen als gevolg van opname van bodemstof in en rond de eigen woning. Deze wordt geschat op 65-100 mg/dag (als 90- of 95-percentiel) (Hawley, 1985 en US-EPA, 1989). Er zijn aanwijzingen dat deze waarden de werkelijke ingestie overschat en met name Finley et al (1994) uiten kritiek op deze getallen. Er zijn daarom geen betrouwbare kwantitatieve gegevens van de dagelijkse opname via ingestie in het leefmilieu.

Extra opname van stof via de mond is nauwelijks mogelijk als op de werkplek de juiste basisvoorzieningen (schoonruimte, wasgelegenheid etc.) voorhanden zijn en gewerkt wordt volgens hygiënische richtlijnen. Vooralsnog wordt uitgegaan van het feit dat er voorzieningen op de werkplek aanwezig zijn en dat deze doeltreffend zijn. De opname via de mond wordt daarom op 0 (nul) mg/dag gesteld.

Huidopname

Op de huid, met name de onbedekte huid, kan stof zich afzetten. De opname door de huid (percutane resorptie) is van component tot component verschillend. De beschikbare gegevens over de mate van percutane resorptie van stoffen zijn schaars. Dit maakt dat het beste beoordeling van huidopname een 'educated guess' is. Ten behoeve van de eenvoud van het model wordt voorgesteld de verontreinigende componenten in twee klassen in te delen nl.:

- componenten die niet door de huid worden opgenomen.
- componenten die wel door de huid worden opgenomen.

Het criterium voor de indeling is de H-indicatie, behorende bij de MAC-waarde. Aangezien echter niet alle stoffen zonder H-indicatie even goed onderzocht zijn (Fiserova-Bergerova et al, 1990) en er met dit criterium voor vele componenten (onterecht) geen additionele huidopname zou zijn, wordt een aanvulling voorgesteld. Deze is als volgt:
Van een groot aantal organische stoffen is bekend dat huidopname substantieel kan zijn. Het lijkt zo dat huidopname voor deze hele groep van stoffen relevant kan zijn. Anorga-

nische verbindingen van zware metalen en andere stoffen worden over het algemeen nauwelijks opgenomen via de huid, behoudens een tweetal uitzonderingen.

Er wordt daarom de aanname gedaan dat anorganische componenten zonder H-indicatie niet via de huid kunnen worden opgenomen en organische componenten zonder H-indicatie wel.

De schatting van het deel van de huiddosis dat door de huid in het lichaam wordt opgenomen, is erg onbetrouwbaar doordat gegevens schaars zijn. Bij het vaststellen van opname als gevolg van huidblootstelling hebben we te maken met:

- (i) de schatting van de depositie op en contact met de huid (huidblootstelling);
- (ii) de schatting van het deel dat in het lichaam wordt opgenomen (biologische beschikbaarheid).

Om te komen tot een kwantitatieve beoordeling lijkt het het beste om aan te sluiten bij de criteria voor een toekenning van een H-indicatie aan een grenswaarde voor de werkplek. De Amerikaanse ACGIH gaat bij het opstellen van TLV-waarden uit van het criterium dat huidabsorptie significant is als de opgenomen dosis 30% boven de dosis ligt van de opname door inhalatie alleen. Dit is gebaseerd op een blootgesteld oppervlak van 2% van het lichaamsoppervlak = ca. 360 cm² huid (ACGIH, 1991).

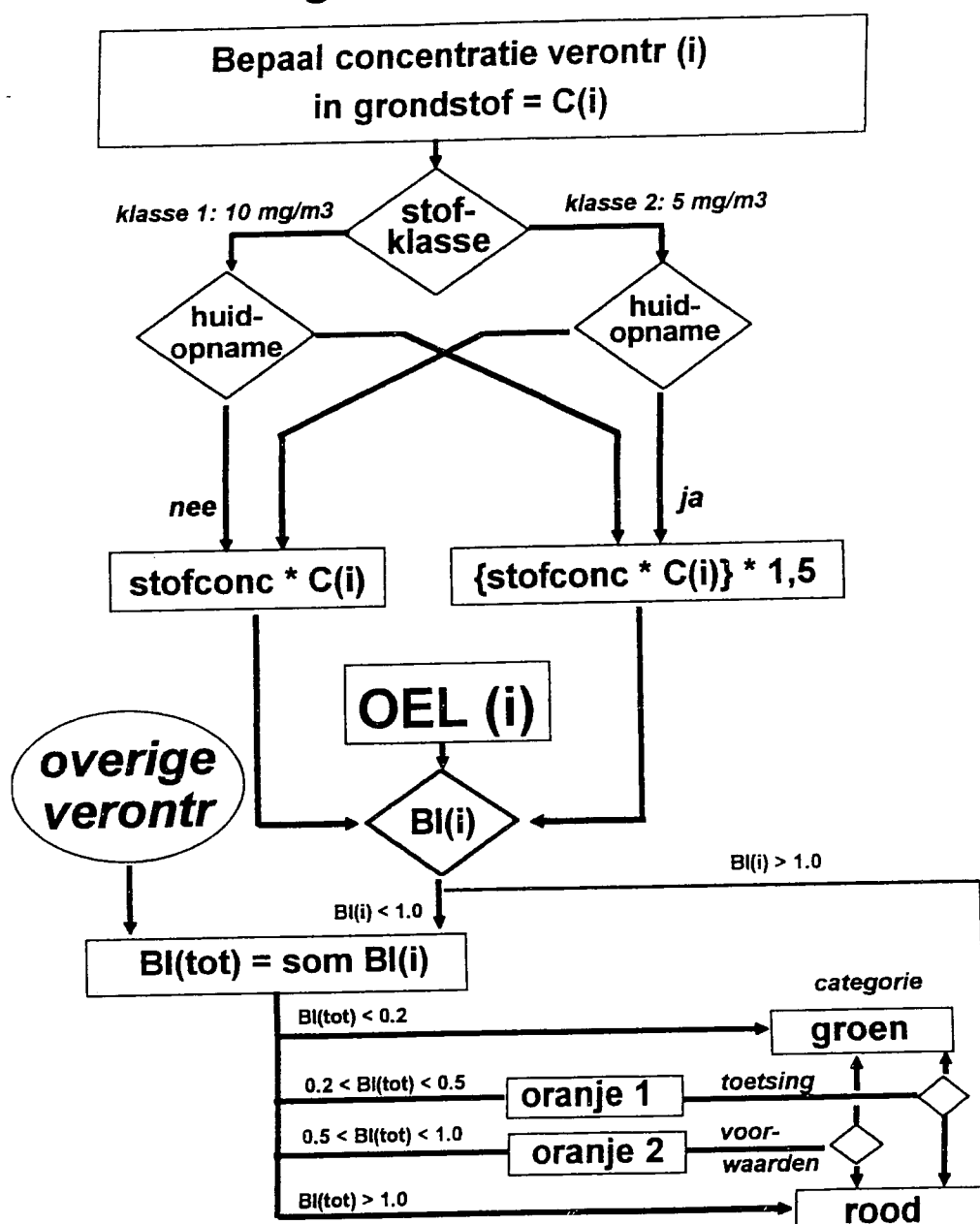
De Nederlandse Werkgroep van Deskundigen (WGD) die de subcommissie MAC-waarden van de SER adviseert, gaat bij het toekennen van een H-indicatie aan de MAC uit van het criterium significant als de opgenomen dosis in één uur 10% ligt boven de dosis die opgenomen wordt door inhalatie gedurende 8 uur. Hierbij wordt uitgegaan van een blootgesteld lichaamsoppervlakte van 2000 cm² (= oppervlakte handen en voorarmen) (ECETOC, 1993).

Verwerking van huidopname in het model

Er zijn onvoldoende gegevens over de biologische beschikbaarheid om deze procedure per verontreinigende component uit te kunnen voeren. De verwerking van de gegevens in het blootstellingsmodel is niet eenvoudig en enigszins arbitrair. Er wordt de volgende procedure als 'educated guess' voorgesteld: Door voor huidpenetrerende verontreinigingen de blootstellingsindex (= blootstelling/grenswaarde) te verhogen, hebben we de additionele opname door huidblootstelling verdisconteerd. De Amerikanen gaan uit van 30% verhoging bij 8 uur blootstelling, de Nederlandse WGD van 10% per uur huidblootstelling. Voor het onderhavige beoordelingsmodel is gekozen voor een additionele verhoging van de opgenomen dosis door huidopname van 50%. Deze benadering van verwerking van huidopname is praktisch en wordt ondersteund door gegevens uit de schaarse literatuur. Het blijkt namelijk zo te zijn dat de hoeveelheid materiaal dat op de huid van werknemers in de wegenbouw wordt aangetroffen, in relatie staat tot de concentratie in de werkplekatmosfeer (Jongeneelen et al, 1988).

A3. STROOMSCHEMA VOOR DE ARBEIDSHYGIENISCHE BEOORDELING

beoordeling secundaire grondstoffen



A4. PROCEDURE VOOR BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

Stap 1 Stel de concentratie vast van toxische componenten in de grondstof

De toxische componenten zijn niet altijd homogeen verdeeld over de secundaire grondstof. Het is daarom van belang inzicht te hebben gemiddelde concentratie en spreiding. Minimaal is het nodig gegevens te hebben van de concentraties van toxische componenten in representatieve (meng)monsters. In de praktijk zal vaak uitgegaan worden van bestaande meetgegevens. Een gemiddelde waarde van meerdere bepalingen van anorganische en organische verontreinigen in verschillende monsters van de secundaire grondstof, bijvoorbeeld zoals opgenomen in appendix A van RIVM/RIZA-rapport (1993), zal in de meeste gevallen voldoen.

Stap 2 Bepaal de verwachte concentratie stof in de werkplekatmosfeer in de redelijkerwijs slechtst denkbare situatie.

Op basis van de verwachte concentratie stof wordt een stofklasse geselecteerd (zie tabel 1).

Tabel 1. Criteria voor indeling van werkzaamheden in stofklassen.

Klasse	Verwachte concentratie stof		Omschrijving
	8-uur TGG	15-minuten TGG	
1	5 - 10 mg/m ³	10 - 20 mg/m ³	Geldt in principe voor alle binnen- en buitenwerkzaamheden met een stof-emissie, tenzij aannemelijk kan worden gemaakt dat de werkelijke concentratie van stof in de werkplekatmosfeer veel lager is. Verwerking van droge grondstoffen zal meestal leiden tot een blootstelling aan stof die in deze klasse valt.
2	0 - 5 mg/m ³	0 - 10 mg/m ³	Geldt voor werkzaamheden waarvan aannemelijk kan worden gemaakt dat emissie van stof lager is. Hierbij geldt als criterium: de concentratie van 9 van de 10 metingen is lager dan genoemde concentratie. Verwerking van vochtige grondstoffen zal tot een lagere concentratie stof op de werkplek leiden. Indien meetgegevens ontbreken, kan aangenomen worden dat de stofblootstelling bij deze omstandigheden in deze lagere klasse valt.

Tabel 1 geeft aan dat als de 8-uurs tijdgewogen gemiddelde concentratie kleiner is dan 5 mg/m^3 én de 15-minuten gemiddelde kleiner is dan 10 mg/m^3 er gekozen wordt voor klasse 2. Is één van de twee hoger, dan wordt gekozen voor klasse 1. Indien er geen resultaten van metingen zijn, wordt gekozen voor klasse 1 bij droge toepassing van de grondstof en voor klasse 2 bij verwerking van vochtige grondstof. Voor de berekening van de concentratie van verontreinigende componenten in de werkatmosfeer wordt uitgegaan van de volgende stofconcentraties:

Klasse 1 = 10 mg/m^3 en

Klasse 2 = 5 mg/m^3 .

Stap 3 **Bereken voor elke toxische component de concentratie in de werkplekatmosfeer.**

Onder de veronderstelling dat de samenstelling van het vrijkomende stof in de werkplekatmosfeer gelijk is aan die van de grondstof kan de concentratie van component_i in de werkplekatmosfeer als volgt worden berekend:

Klasse 1: *Concentratie component_i in de werkplekatmosfeer (mg/m^3) =*
 *$10 * \text{concentratie component}_i \text{ in grondstof (in } \text{mg/kg} * 10^{-6});$*

Klasse 2: *Concentratie component_i in de werkplekatmosfeer (mg/m^3) =*
 *$5 * \text{concentratie component}_i \text{ in grondstof (in } \text{mg/kg} * 10^{-6});$*

Stap 4 **Bepaal per toxische component of er huidopname plaats vindt.**

In tabel 2 is aangegeven welke van de verontreinigende componenten van secundaire grondstoffen kunnen leiden tot opname via de huid.

Arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw

Tabel 2. Indeling van verontreinigende componenten in stoffen die wel en stoffen die niet door de huid het lichaam kunnen binnendringen.

afkorting	naam	H-indicatie ?	Aard component	Beoordeling huidopname
As	arseen	-	anorganisch	nee
Ba	barium	-	anorganisch	nee
Cd	cadmium	-	anorganisch	nee
Co	kobalt	-	anorganisch	nee
Cu	koper	-	anorganisch	nee
Mo	molybdeen	-	anorganisch	nee
Ni	nikkel	-	anorganisch	nee
Pb	lood	-	anorganisch	nee
Sb	antimoon	-	anorganisch	nee
Se	selenium	-	anorganisch	nee
Sn	tin	-	anorganisch	nee
V	vanadium	-	anorganisch	nee
Zn	zink	-	anorganisch	nee
Br	broom	-	anorganisch	nee
Cl	chloor	-	anorganisch	nee
CN-complex	cyanide-complex	-	anorganisch	nee
F	fluor	-	anorganisch	nee
SO4	sulfaat	-	anorganisch	nee
Cr(vi)	chroom(vi)	H	anorganisch	ja
Hg	kwik	H	anorganisch	ja
CN-free	cyanide-vrij	H	anorganisch	ja
	<i>benzeen</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>ethylbenzeen</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>tolueen</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>xyleen</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>fenolen</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>chloorfenolen</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>aromaten</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>10-PAK</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>totaal PCB</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
<i>totaal EOC</i>	<i>extrah. org. chloor</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>org. chl. pesticiden</i>	H	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>andere pesticiden</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
	<i>minerale olie</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>
<i>TEQ</i>	<i>dioxinen</i>	-	<i>organisch</i>	<i>ja</i>

Stap 5 Bereken per component de blootstellingsindex en toets deze aan de Occupational Exposure Limit.

De blootstellingsindex van één component is de partiële blootstellingsindex. Indien er sprake kan zijn van opname via de huid wordt dit verdisconteerd als een 50% hogere partiële blootstellingsindex (BI_i). Gebruik de volgende formules:

zonder huidopname: $BI_i = \text{concentratie component}_i / \text{werkplekatmosfeer}_i / OEL_i$;
met huidopname: $BI_i = 1,5 * \text{concentratie component}_i / \text{werkplekatmosfeer}_i / OEL_i$;

De concentratie van component_i wordt getoetst aan de toegestane concentratie van component_i in de werkplekatmosfeer = OEL_i (Occupational Exposure Limit van component i). Hierbij wordt de Nederlandse MAC genomen (P-145, 1995). Indien deze niet beschikbaar is, wordt respectievelijk de Duitse MAK (DFG, 1994), vervolgens de Zweedse OEL (NBOHS, 1994) of als laatste keuze de Amerikaanse TLV (ACGIH, 1991) genomen. Dus :

$OEL = MAC$, voor MAK, voor OEL_{Zweden} en voor TLV.

In secundaire grondstoffen is de exacte chemische vorm van de anorganische metalen-zouten veelal niet bekend. Indien er verschillende MAC-waarden beschikbaar zijn voor verschillende chemische vormen van een component, wordt altijd de laagste MAC-waarde genomen, tenzij de chemische vorm bekend is. Zo wordt voor chroom gekozen voor de MAC-waarde van chroom⁶⁺, omdat de feitelijke vorm niet bekend is. Als er een nieuwe Nederlandse MAC is vastgesteld, maar nog niet van kracht is, wordt deze waarde genomen.

Als we uitgaan van de chemische analyses van grondstoffen die verricht worden in het kader van de milieuhygiënische kwaliteit, kunnen we een volledige lijst met OEL's opstellen waaraan getoetst wordt (tabel 3). In bijna alle gevallen blijkt de Nederlandse MAC te kunnen worden genomen. Alleen in de volgende vijf gevallen is een andere bron voorgesteld nl:

- benzeen: 3250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (toekomstige MAC-waarde)
- 10-PAK: 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (TRK B(a)P * schalingsfactor 10)
- PCB's: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OEL Zweden)
- chloorfenolen 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (OEL Zweden)
- dioxinen (als TCDD-eq) 0,00016 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Concept WGD, 1993)

De grenswaarde van 10-PAK is gebaseerd op de Duitse TRK van 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor benzo(a)pyreen. Deze waarde voor benzo(a)pyreen is omgerekend naar een grenswaarde voor 10-PAK door deze met een schalingsfactor 10 te

vermenigvuldigen. Dit is een veilige benadering aangezien de schalingsfactor 10-PAK/benzo(a)pyreen in asfaltgranulaat vaak groter is (zie Zweers, 1994, Veenstra 1993, Sereb 1993, RIVM/RIZA-rapport, 1993).

Voor de volgende stofgroepen blijken er geen grenswaarden voor de werkplek-atmosfeer beschikbaar te zijn:

- * cyanide-complex
- * extraheerbaar organisch chloor

De partiële blootstellingsindex van deze laatste twee stofgroepen kan daarom niet worden berekend en meegewogen worden in de totale blootstellingsindex.

Stap 6 Beoordelen van de blootstellingsindex van elk van de verontreinigende componenten

De BI_i is de blootstellingsindex van de enkelvoudige stof. Het is dus een partiële blootstellingsindex. Als deze groter is dan 1.0 valt de grondstof in de categorie rood, dit houdt in dat toepassen wordt ontraden.

Stap 7 Berekenen van de totale blootstellingsindex

Een grondstof bevat bijna altijd meerdere verontreinigingen. Deze verontreinigingen kunnen een toxische werking hebben die onafhankelijk van elkaar is, zonder onderlinge beïnvloeding, of het toxisch effect is de som van de enkelvoudige effecten. Ook is er in gevallen met specifieke stoffen (meestal geneesmiddelen) gerapporteerd dat het effect groter is dan de som van de enkelvoudige stoffen.

In de situatie van secundaire bouwgrondstoffen, met voornamelijk metaalzouten en organische stoffen als verontreinigingen, geeft de berekening van belasting volgens additieregels waarschijnlijk al een overschatting van het effect. Dus blijven we met het op deze wijze berekende blootstellingsrisico aan de veilige kant.

Door nu voor elke verontreiniging i de bijdrage in verhouding tot de OEL-waarde van i ($= BI_i$) te berekenen en deze te sommeren kan de totale blootstellingsindex $= BI_{\text{totaal}}$ van de grondstof worden berekend. Op deze wijze is rekening gehouden met gelijktijdige blootstelling aan meerdere verontreinigingen tegelijk, met als uitgangspunt dat de toxische effecten optelbaar zijn. Dus:

$$BI_{\text{totaal}} = \sum \{BI_i\}$$

Arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw

Tabel 3.

Grenswaarden in werkatmosfeer voor de arbeidshygiënische beoordeling van verontreinigingen in secundaire grondstoffen (Occupational Exposure Limit = OEL).

afkorting	naam	OEL (ug/m ³)		Bron OEL
As	arseen	25		MAC -NL
Ba	barium	500		MAC -NL
Cd	cadmium	20		MAC -NL
Co	kobalt	50		MAC -NL
Cu	koper	200		MAC -NL
Mo	molybdeen	5000		MAC -NL
Ni	nikkel	100		MAC -NL
Pb	lood	150		MAC -NL
Sb	antimoon	500		MAC -NL
Se	selenium	100		MAC -NL
Sn	tin	2000		MAC -NL
V	vanadium	10		MAC -NL
Zn	zink	1000		MAC -NL
Br	broom	700		MAC -NL
Cl	chloor	3000		MAC -NL
CN-complex	cyanide-complex	- *		-
F	fluor	3500		MAC -NL
SO ₄	sulfaat	10 000 ***		MAC -NL
Cr(vi)	chroom(vi)	25		MAC -NL
Hg	kwik	50		MAC -NL
CN-free	cyanide-vrij	5000 **		MAC -NL
	benzeen	3250 *****		ik MAC-NL
	ethylbenzeen	215000		MAC -NL
	tolueen	150000		MAC -NL
	xyleen	210000		MAC -NL
	fenolen	19000		MAC -NL
	chloorfenolen	- *		-
	aromaten	240000 ****		MAC -NL
	10-PAK	20 *****		TRK - D
	totaal PCB	10 *****		OEL-Zweden
totaal EOC	extrah. org. chloor	- *		-
	org. chl. pesticiden	1000		MAC -NL
	andere pesticiden	500		MAC -NL
	minerale olie	5000		MAC -NL
TEQ	dioxinen	0.00016 *****		WGD-concept
* = geen grenswaarde beschikbaar		***** = 10 * 2 ug/m ³	Totaal-PAK = 10 * TRK-b(a)p	
** = als cyaniden		***** = NBOSH (Zweden)		
*** = als Ca of Ba-sulfaat		***** = toekomstige MAC		
**** = als benzine		***** = Concept WGD, 1993		

Stap 8 Classificeren van de grondstof

Bij de beoordeling worden vier categorieën gehanteerd. In tabel 4 worden de criteria gegeven. Bij een BI_{totaal} onder de 0.2 of boven de 1.0 is de situatie

Tabel 4. Indeling van grondstoffen in arbeidshygiënische categorieën

Categorie	Criterium	Omschrijving
groen = toegestaan	$BI_{\text{totaal}} < 0.2$	Toepassen als normale grondstof. Geen beperkingen aan gebruik
oranje 1 = nadere toetsing	$0.2 < BI_{\text{totaal}} < 0.5$	Toepassen als normale grondstof als uit nadere toetsing van proces- en werkomstandigheden blijkt dat dit mogelijk is.
oranje 2 = onder strikte voorwaarden	$0.5 < BI_{\text{totaal}} < 1.0$	Toepassen onder strikte voorwaarden; extra beheersmaatregelen zijn noodzakelijk.
rood = ontraden	$BI_{\text{totaal}} > 1.0$	Toepassen wordt ontraden.

duidelijk: toegestaan, respectievelijk een situatie waarbij de toepassing sterk wordt ontraden. Als de grondstof in één van de twee tussencategorieën valt, is het noodzakelijk de feitelijke situatie bij de toepassing te evalueren. Het is daarmee geen star beslissingsmodel geworden, maar een flexibel model, waarbij beheersmaatregelen op lokatie de indeling kan wijzigen.

De keuze voor de waarden van 0.2 en 0.5 als criterium voor de indeling heeft een nadere toelichting. De waarde van 0.2 van de MAC als criterium dat de blootstelling op de werkplek doeltreffend beheerst wordt, wordt vaker gebruikt; immers bij een gemiddelde van $0.2 \cdot MAC$ en een gemiddelde dag-tot-dag spreiding (met geometrische standaard deviatie van 2.5) is de kans op normoverschrijding kleiner dan 5%. In de annex van de Nederlandse norm NEN-EN 689 van 1995: 'leidraad voor de beoordeling van blootstelling op de werkplek' wordt zelfs van een hogere waarde uitgegaan, namelijk 0.25. Om veiligheidsredenen is een lagere waarde, namelijk 0.2, gekozen.

Bij een blootstellingsindex van 0.5 is de kans op normoverschrijding zoveel groter dan wenselijk, dat boven deze waarde extra beheersingsmaatregelen nodig zijn voordat het gebruik kan worden toegestaan.

De betekenis van de twee oranje tussencategorieën heeft enige toelichting. De betekenis is als volgt:

Categorie oranje 1: nadere toetsing:

Beoordeel de procescondities en werkomstandigheden met het oog op de te verwachten mate van blootstelling. De aspecten die bij de beoordeling moeten worden betrokken zijn:

- * aard van werkzaamheden (schat grootte van stofemissie);
- * afvoeren van verontreinigende lucht (is er lokale of ruimte ventilatie ? Is er geforceerde of natuurlijke ventilatie ?);
- * andere belastende factoren (is er tevens blootstelling door geluid, hitte, trillingen);
- * is er meer dan gemiddelde huidblootstelling;
- * is er een mogelijkheid van extra blootstelling door inslikken (bijv. door hand-mond contact);

Blijken de feitelijke omstandigheden op de werkplek relatief gunstig te zijn, dan kan het gebruik van de grondstof in de categorie groen geplaatst worden. Blijkt echter de mate van blootstelling hoog te zijn, dan verschuift het gebruik van de secundaire grondstof van categorie oranje 1 naar categorie oranje 2.

Categorie oranje 2: toepassing onder strikte voorwaarden:

Voor deze categorie geldt dat extra maatregelen volgens het arbeidshygiënische beheersingsstrategie afdoende zullen moeten zijn om het gebruik van de desbetreffende grondstof te rechtvaardigen, dat wil zeggen beheersing door:

1. Maatregelen aan de bron ter beperking van de emissie van stof (andere werkwijze, andere processen, andere grondstoffen;
2. Ventilatie (afvoeren van verontreinigde lucht gecombineerd met aanvoer van schone lucht);
3. Scheiding van mens en bron (ruimtelijke afscherming creëren en/of duur van blootstelling minimaliseren);

Uitsluitend maatregelen op het niveau van verplicht gebruik van persoonlijke beschermingsmiddelen (adem- en huidbescherming) zijn onvoldoende om het gebruik te rechtvaardigen; in dat geval moet de grondstof in de categorie rood geplaatst worden. Alleen bij afdoende en effectieve maatregelen kan de grondstof verschuiven naar categorie oranje 1. Vervolgens is er een nadere toetsing nodig, zoals omschreven onder categorie oranje 1.

DEEL B: GEBRUIKSRICHTLIJN

B1. BEOORDELING VAN ENKELE SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

In tabel 5 is het resultaat van de arbeidshygiënische beoordeling van enkele toepassingen van een aantal grondstoffen weergegeven. De feitelijke berekeningen zijn opgenomen in bijlage 2. Bij de berekening zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De BI_{totaal} is berekend met gegevens over de chemische samenstelling volgens de appendix van RIVM/RIZA-rapport (1993).
- Er is verondersteld dat verwerking van een secundaire grondstof bij de 'redelijkerwijs slechtst denkbare situatie' in vochtige toestand valt in stofklasse 2 met een gemiddelde stofconcentratie van 5 mg/m^3 en dat verwerking van een droge secundaire grondstof valt in stofklasse 1 met een gemiddelde stofconcentratie van 10 mg/m^3 . Deze "worst case" treedt voor AVI- en E-vliegas in asfaltvulstof op bij onderhoudswerkzaamheden in en rond de vulstofdoseer-inrichting van een asfaltmenginstallatie.
- De chemische samenstelling van AVI-vliegas houdende vulstof is voor deze berekening bepaald uit de samenstellende delen. Deze zijn: EC-vliegas (65%), AVI-vliegas (25%) en kalksteenmeel (10%). Met de gegevens van de chemische samenstelling van beide soorten vliegas kan de samenstelling van de vulstof berekend worden (onder aanname dat kalksteenmeel geen verontreinigingen bevat).
- Voor AVI-vliegas in asfaltvulstof is partiële blootstellingsindex van dioxinen extra meegenomen.

Arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw

Tabel 5. Resultaat van de arbeidshygiënische beoordeling van enkele secundaire grondstoffen.

grondstof	toepassing	BI _{totaal}	categorie	omschrijving
ASFALTGRANULAAT	warm hergebruik, droog	0.16	groen	gebruik toegestaan
ASFALTGRANULAAT (TEERHOUDEND)	koud hergebruik, vochtig	0.13	groen	gebruik toegestaan
AVI- en E-VLIEGAS in ASFALTVULSTOF	asfaltproductie, droog	0.72	oranje 2	onder voorwaarden
AVI-SLAK	1. asfaltproductie, droog	0.40	oranje 1	nadere toetsing
	2. fundering, vochtig	0.20	oranje 1	nadere toetsing
BETONGRANULAAT	fundering, vochtig	0.08	groen	gebruik toegestaan
FOSFORSLAK	1. asfaltproductie, droog	0.08	groen	gebruik toegestaan
	2. fundering, vochtig	0.04	groen	gebruik toegestaan
HOOGOVENSLAK	fundering, vochtig	0.14	groen	gebruik toegestaan
METSELGRANULAAT	fundering, vochtig	0.05	groen	gebruik toegestaan
MENGGRANULAAT	fundering, vochtig	0.10	groen	gebruik toegestaan

B2. KRITISCHE COMPONENTEN VOOR DE ARBEIDSHYGIENISCHE BEOORDELING VAN SECUNDAIRE GRONDSTOFFEN

Voor de meeste secundaire grondstoffen blijkt dat de beoordeling sterk afhangt van enkele verontreinigende componenten; de zogenaamde kritische componenten. De kritische componenten voor de arbeidshygiënische beoordeling hebben betrekking op het gezondheidsrisico.

De toepassing van de beoordelingswijze volgens het spoor van de kritische componenten is bedoeld voor de materialen waarvan op basis van meervoudige analyses de typische samenstelling bekend is. Tevens zal op basis van deze analysecijfers moeten zijn vastgesteld dat er sprake is van een redelijk constante proportionele verhouding tussen de kritische en de niet-kritische componenten. Toetsing is dan in feite alleen nodig wanneer er sprake is van niet-reguliere materialen van verdachte herkomst. De kritische componenten zijn de variërende componenten met een substantiële bijdrage in de BI_{totaal} .

Voor onbekende secundaire stoffen zal bij de introductie in eerste instantie een analyse van een breder scala aan componenten noodzakelijk zijn. In dit geval is er sprake van een type-keuring of geschiktheidstoets.

Als er sprake is van een proportionele verhouding tussen de diverse componenten kan de toetsing beperkt blijven tot een parameter, die de grootste bijdrage levert aan de BI_{totaal} , of enkele componenten die voor het materiaal karakteristiek zijn gezien de specifieke verontreiniging.

Voor materialen waaruit op basis van meervoudige analyse is aangetoond dat zij in de categorie "groen" vallen is een toetsing, ook via de kritische componenten, niet nodig. Dit geldt voor betongranulaat, metselwerkgranulaat, menggranulaat en fosforslak. In tabel 6 zijn van vier secundaire grondstoffen de belangrijkste kritische componenten voor de beoordeling weergegeven. In asfaltgranulaat wordt slechts één component als kritisch verondersteld, namelijk 10-PAK.

Arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw

Tabel 6. Kritische componenten voor arbeidshygiënische beoordeling in secundaire grondstoffen.*

grondstof	kritische componenten	aandeel van kritische componenten in BI _{totaal} (%)
ASFALTGRANULAAT	10-PAK	71 %
AVI- en E-VLIEGAS in ASFALTVULSTOF	Pb, Zn, Cr, V	44 %
AVI-BODEMAS	Pb, Zn, V, Cr	69 %
HOOGOVENSLAK	V, Cr	85 %

* volgens chemische samenstelling zoals vermeld in de appendix van RIVM/RIZA-rapport (1993).

Bij sommige secundaire grondstoffen is het niet juist de evenredigheidsregel toe te passen; dit zijn de secundaire grondstoffen die niet als zodanig ontstaan, maar een product zijn van verschillende grondstoffen, die in een variërende verhouding gemengd zijn. Een voorbeeld hiervan is teerhoudend asfaltgranulaat; de onderlinge verhouding van verontreinigende componenten varieert. De kritische parameter 10-PAK is nu geen 'marker' meer voor de overige verontreinigende componenten. De berekening van kritische concentraties is daarom iets anders; er wordt uitgegaan van een constante 'achtergrondverontreiniging' met daarbovenop een variërende specifieke verontreiniging. In hoofdstuk B3 wordt dit uitgewerkt voor asfaltgranulaat.

B3. KRITISCHE CONCENTRATIE 10-PAK BIJ HERGEBRUIK VAN ASFALTGRANULAAT

De appendix van het RIVM/RIZA-rapport (1993) bevat zowel de gegevens van de samenstelling van asfaltgranulaat, als die van asfaltbeton. De samenstelling van asfaltgranulaat is slechts gebaseerd op 2-3 monsters, terwijl van asfaltbeton 3-15 monsters) geanalyseerd zijn. Asfaltgranulaat is iets meer verontreinigd met metalen, met name met chroom-verbindingen, en de samenstelling van asfaltgranulaat is als uitgangspunt gebruikt voor onderstaande berekening.

Bij warm hergebruik wordt asfaltgranulaat als droog materiaal gebruikt. Bij deze gebruikscondities zou kunnen worden uitgegaan van gemiddeld 10 mg/m³ stof op de werkplek. Onder deze condities is het 10-PAK gehalte te berekenen dat nog toegestaan is bij de verschillende arbeidshygiënische categorieën. Deze berekening is uitgevoerd onder de aanname dat er sprake is van een vaste basisverontreiniging van asfaltgranulaat met metalen met daarbovenop een variërende PAK-verontreiniging. Er is uitgegaan van de basisverontreiniging zoals vermeld in het RIVM/RIZA-rapport (1993), zoals opgenomen in bijlage 2. Het resultaat van de berekeningen staat in tabel 8.

Tabel 8. Kritische concentraties 10-PAK bij warm hergebruik van asfaltgranulaat.

grondstof	toepassing	kritische parameter	Categorie			
			groen (mg/kg)	oranje 1 (mg/kg)	oranje 2 (mg/kg)	rood (mg/kg)
ASFALT-GRANULAAT	Warm hergebruik, droog	10-PAK	< 100	< 500	< 1160	> 1160
ASFALT-GRANULAAT (teerhoudend)	Koud hergebruik, vochtig	10-PAK	< 385	< 1180	< 2520	> 2520

Onder deze omstandigheden is de blootstelling aan damp echter maatgevend. Algemeen geaccepteerd is dat de grens van 75 mg/kg 10-PAK in het asfaltgranulaat zowel milieuhygiënisch als arbeidshygiënisch een aanvaardbare norm oplevert.

Teerhoudend asfaltgranulaat wordt als vochtig materiaal koud hergebruikt. Bij deze gebruikscondities wordt uitgegaan van gemiddeld 5 mg/m³ stof op de werkplek. De conclusie is dat koud hergebruik van teerhoudend asfaltgranulaat geen aanleiding geeft tot

het nemen van nadere maatregelen. Boven de 2520 mg/kg wordt verwerking ontraden aangezien er dan sprake is van een maatregelen-niveau dat niet meer past binnen de gebruikelijke GWW-werkzaamheden.

LITERATUURREFERENTIES

- Ontwerp Bouwstoffenbesluit bodem- en oppervlaktewaterbescherming. SDU, Den Haag, 1991.
- RIVM/RIZA. Milieuhygiënische kwaliteit van primaire en secundaire bouwmaterialen in relatie tot hergebruik en bodem- en oppervlaktewaterenbescherming. RIVM/RIZA rapportnr: 771402006/93042, Bilthoven/Lelystad, 1993.
- ECETOC. Strategy for assigning a skin notation. Rapport No 31 (revised), ECETOC, Brussels, 1993.
- Finley B, Proctor D, Scott P et al. Recommended distributions for exposure factors frequently used in health risk assessment. Risk analysis 14, 533-553, 1994.
- Puzinaukas V.P. Exposures of paving workers to asphalt emissions (research report 75-1A) College Park MD, Asphalt Institute, 1980 (in IARC Monograph vol 35).
- Virtamo M, Riala R, Schimberg R. et al. Bitumeous Products in road paving operations (in Fins) Publication no 20, Inst Occup Health, Finland (in IARC Monograph vol 35)
- Brandt H.C., Molyneux MK. Sampling and analysis of bitumen fumes. 2 - Field exposures measurements. Ann Occup Hyg 1985 vol 29. pp 27-80.
- ACGIH. Documentation of TLV's, 6th edition, 1991. ACGIH, Cincinnati Oh USA.
- P-145. De Nationale MAC-lijst. SDU, 1995, Den Haag.
- NBOHS. Occupational Exposure Limit Values. AFS 1993:9. Stockholm, NBOHS, Sweden.
- DFG. MAK- und BAT-Werte Liste. VCH-Verlag, Wertheim 1994.
- US-EPA. EPA Science Advisory Board (EPA-SAB-IAQC 92-015), January 1992.
- Fiserova-Bergerova V, Pierce JT, Droz PO. Dermal absorption potential of Industrial Chemicals; Criteria for skin notation. Am J Ind Med 17 (1990) 617-635.
- Zweers T, Gryglicki J, Veenstra S. Arbeidshygiënische beoordeling van de toepassing van secundaire materialen. Rapport van SBGD Noord Holland, October 1994.
- Veenstra S. Blootstelling aan PAK. Rapport van Arbouw, Amsterdam, 1988.
- TAUW infra Consult: Luchtonderzoek naar de blootstelling aan PAK ten gevolge van frezen en verwerking. Diverse rapporten. Deventer, 1993 (uit CROW WM14-217).
- SEREB. Metingen naar stof en PAK's bij frezen en breken van teerkalkstabilisatie op de A2 bij Eindhoven. Geldermalsen 1993 (in opdracht van Heijmans Milieutechn).

Arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen in de wegenbouw

Jongeneelen FJ, PTJ Scheepers, A Groenendijk, L van Aerts, RBM Anzion, RP Bos, SJ Veenstra. Airborne concentrations, skin contaminations and urinary metabolite excretion of PAH among paving workers exposed to coal tar derived road tars. *Am. Industr. Hyg. Assoc. J.* 49(12):600-607 (1988).

Jongeneelen F, van Rooy J. Opname van polycyclische aromaten als gevolg van dermale blootstelling. *Tijdschr. Toegep. Arbowetensch* 5, 11-15 (1992).

Van Rooij JGM, Bodelier-Bade MM, Jongeneelen FJ. Estimation of the individual dermal and respiratory uptake of PAH of 12 cokeoven workers. *Br J Ind Med* (1993) 50; 623-632.

Hawley J.K. Assessment of health risk from contaminated soil. *Risk Anal* 5 (1985) 289.

US-Environmental Protection Agency (US-EPA). Exposure factor handbook. Office of health and Environmental Assessment, Washington, DC, 1989.

RIVM/Sloof W et al. Basisdocument PAK. Rapportnr 758474007. RIVM, Bilthoven, 1989.

DGA. Health based recommended occupational exposure limit inzake 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine. Concept 1993, Den Haag.

NNI. Normblad NEN-EN 689. Werkplekatmosfeer. Leidraad voor de beoordeling van de blootstelling bij inademing van chemische stoffen. Delft, 1995.

BIJLAGEN

Bijlage 1: Overzicht van gemeten stofconcentraties bij asfalteringswerkzaamheden

Bijlage 2: Berekening van totale blootstellingsindex (BI_{totaal}) van enkele grondstoffen.

Bijlage 1. Overzicht van gemeten stofconcentraties bij asfalteringswerkzaamheden.

WERKZAAMHEDEN	AARD METING	OMVANG	RESULTATEN CONCENTRATIE IN LUCHT (mg/m ³)	REFERENTIE
asfalteren (USA)	totaal stof, persoonlijk	28 metingen	gemiddelde = 1.0 range: 0.15 - 5.6	Puzinaukas (1980)
diverse wegenbouwwerkzaamheden (Finland)	totaal stof, persoonlijk	64 metingen	gemiddelde = ? range: <0.1 - 4.2	Virtamo et al (1979)
aanbrengen slijtlaag (NL & UK)	totaal stof, persoonlijk	14 metingen	gemiddelde = ? range: 0.2 - 15.1	Brandt & Molyneux (1985)
diverse wegenbouwwerkzaamheden met secundaire materialen (NL)	totaal stof, persoonlijk	15 metingen	gemiddelde = 3.7 range: 0.5-14.1	Zweers (1994)
aanbrengen van slijtlagen en diverse andere wegenbouwwerkzaamheden (NL)	totaal stof, persoonlijk	52 metingen	mediaan = 0.5 range: <0.1 - 13.5 - frezen: gem. = 1.0 - machinist heeft hoge blootstelling	Veenstra (1988)
frezen bij hergebruik (NL)	totaal stof	19 metingen	gemiddelde = 4.2 range: 0.1 - 10.9	Tauw (1993)
vegen bij hergebruik (NL)	totaal stof	9 metingen	gemiddelde = 4.9 range: 0.1 - 23	Tauw (1993)
mengen in asfaltinstallatie (NL)	totaal stof	4 metingen	gemiddelde = 1.7	Tauw (1993)
mengen in situ (NL)	totaal stof	4 metingen	gemiddelde = 6.0	Tauw (1993)
spreiden en verdichten van breekasfaltcement (NL)	totaal stof	4 metingen	gemiddelde = 0.3	Tauw (1993)
frezen en breken van teerkalk (NL)	totaal stof	3 metingen	gemiddelde = 0.3 range: 0.02 - 0.7	Sereb (1993)

Bijlage 2. Berekening van totale blootstellingsindex (BI_{totaal}) van enkele secundaire grondstoffen bij verschillende toepassingen, namelijk:

	GRONDSTOF	Toepassing
1	ASFALTGRANULAAT	warm hergebruik
2	ASFALTGRANULAAT (teerhoudend)	koud hergebruik
3	AVI- en E-VLIEGAS in ASFALTVULSTOF	asfaltproductie
4	AVI-SLAK	asfaltproductie
5	AVI-SLAK	fundering
6	BETONGRANULAAT	fundering
7	FOSFORSLAK	asfaltproductie
8	FOSFORSLAK	fundering
9	HOOGOVENSLAK	fundering
10	METSELGRANULAAT	fundering
11	MENGGRANULAAT	fundering

Arboscreening van: AVI-vliegas houdende vulstof
 toepassing: asfaltproductie, droog materiaal
 samenstelling: 65% EC-vliegas, 25%AVI-vliegas en 10% kalksteenmeel

verontr (i)	EC-vliegas gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	AVI-vliegas gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	vulstof berekende concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende conce stofklasse 1 10 mg/m3 =10 * c(i) / 1000 (in ug/m3)	entratie lucht stofklasse 2 5 mg/m3 = 5 *c(i)/ 1000 (in ug/m3)	OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings- index BI
As	arseen	41.70	22.80	32.81	0.328	25	0.0131	0	0.013
Ba	barium	977.40	2320.00	1215.31	12.153	500	0.0243	0	0.024
Cd	cadmium	0.90	173.00	43.84	0.438	20	0.0219	0	0.022
Co	kobalt	29.20	18.00	23.48	0.235	50	0.0047	0	0.004
Cu	koper	119.50	612.00	230.68	2.307	200	0.0115	0	0.011
Mo	molybdeen	15.90	49.20	22.64	0.226	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	51.80	105.00	59.92	0.599	100	0.0060	0	0.006
Pb	lood	56.30	4580.00	1181.60	11.816	150	0.0788	0	0.079
Sb	antimoon	4.80	93.60	26.52	0.265	500	0.0005	0	0.001
Se	selenium	8.80	11.00	8.47	0.085	100	0.0008	0	0.001
Sn	tin	36.80	529.00	156.17	1.562	2000	0.0008	0	0.001
V	vanadium	168.80	84.00	130.72	1.307	10	0.1307	0	0.131
Zn	zink	141.40	17000.00	4341.91	43.419	1000	0.0434	0	0.043
Br	broom	2.30	191.00	49.25	0.492	700	0.0007	0	0.001
Cl	chloor	65.00	30975.00	7786.00	77.860	3000	0.0260	0	0.026
CN-cpx	cyanide-cpx	NA	NA	NA	NA	-	-	0	-
F	fluor	73.70	1185.00	344.16	3.442	3500	0.0010	0	0.001
SO4	sulfaat	1909.00	19679.00	6160.60	61.606	10000	0.0062	0	0.006
Cr(vi)	chroom(vi)	87.00	202.00	107.05	1.071	25	0.0428	50	0.064
Hg	kwik	0.17	2.50	0.74	0.007	50	0.0001	50	0.000
CN-vrij	cyanide-vrij	NA	NA	NA	NA	5000	-	50	-
	benzeen	NA	NA	NA	NA	3250	-	50	-
	ethylbenzeen	NA	NA	NA	NA	215000	-	50	-
	tolueen	NA	NA	NA	NA	150000	-	50	-
	xyleen	NA	NA	NA	NA	210000	-	50	-
	fenolen	NA	NA	NA	NA	19000	-	50	-
	Cl-fenolen	NA	NA	NA	NA	-	-	50	-
	aromaten	NA	NA	NA	NA	240000	-	50	-
	10-PAK	0.14	0.3	0.17	0.002	20	0.0001	50	0.000
	totaal PCB	NA	0.1	0.025	0.000	10	0.0000	50	0.000
	totaal EOCL	NA	0.74	0.185	0.000	-	-	50	-
	org.chl.pest	NA	0.13	0.0325	0.000	1000	0.0000	50	0.000
	andere pest.	NA	NA	NA	NA	500	-	50	-
	minerale olie	NA	NA	NA	NA	5000	-	50	-
	dioxinen	NA	0.012	0.003	0.00003	0.00016	0.1875	50	0.281
BI totaal =									0.72
NA = niet geanalyseerd									
berekende concentratie in vulstof met 'schoon' kalksteenmeel									
Concentratie dioxinen in AVI-vliegas = 12,2 mg TEQ/ton (ref VVAV)									

Arboscreening van: AVI-slak
toepassing: asfaltproductie, droog materiaal

		gemiddelde	berekende conc	entratie lucht	OEL (i)	lucht-	additionele	bloot-
	verontr (i)	concentratie	stofklasse 1	stofklasse 2		conc/OEL	huid-	stellings-
		van (i) = c(i)	10 mg/m ³	5 mg/m ³			opname	index
			=10 * c(i) / 1000	= 5 *c(i)/ 1000				
		(mg/kg)	(in ug/m ³)	(in ug/m ³)	(ug/m ³)	-	(%)	BI
As	arseen	5.90	0.059		25	0.0024	0	0.002
Ba	barium	919.20	9.192		500	0.0184	0	0.018
Cd	cadmium	4.80	0.048		20	0.0024	0	0.002
Co	kobalt	11.10	0.111		50	0.0022	0	0.002
Cu	koper	1591.00	15.910		200	0.0796	0	0.080
Mo	molybdeen	35.40	0.354		5000	0.0001	0	0.000
Ni	nikkel	123.20	1.232		100	0.0123	0	0.012
Pb	lood	1232.00	12.320		150	0.0821	0	0.082
Sb	antimoon	25.60	0.256		500	0.0005	0	0.001
Se	selenium	0.90	0.009		100	0.0001	0	0.000
Sn	tin	161.70	1.617		2000	0.0008	0	0.001
V	vanadium	59.90	0.599		10	0.0599	0	0.060
Zn	zink	1992.50	19.925		1000	0.0199	0	0.020
Br	broom	17.90	0.179		700	0.0003	0	0.000
Cl	chlor	1549.00	15.490		3000	0.0052	0	0.005
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	372.30	3.723		3500	0.0011	0	0.001
SO4	sulfaat	3402.00	34.020		10000	0.0034	0	0.003
Cr(vi)	chroom(vi)	187.60	1.876		25	0.0750	50	0.113
Hg	kwik	0.20	0.002		50	0.0000	50	0.000
CN-fre	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			150000		50	
	tolueen	NA			210000		50	
	xyleen	NA			435000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	1.86	0.019		20	0.0009	50	0.001
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	1.30			-		50	
	org.chl.pest	0.11	0.001		1000	0.0000	50	0.000
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	NA			5000		50	
					BI totaal =			0.40

NA = niet geanalyseerd

Arboscreening van: AVI-slak
toepassing: fundering, vochtig materiaal

	verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende conc stofklasse 1 10 mg/m3 =10 * c(i) / 1000 (in ug/m3)	entrie lucht stofklasse 2 5 mg/m3 = 5 *c(i)/ 1000 (in ug/m3)	OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings- index BI
As	arseen	5.90		0.030	25	0.0012	0	0.001
Ba	barium	919.20		4.596	500	0.0092	0	0.009
Cd	cadmium	4.80		0.024	20	0.0012	0	0.001
Co	kobalt	11.10		0.056	50	0.0011	0	0.001
Cu	koper	1591.00		7.955	200	0.0398	0	0.040
Mo	molybdeen	35.40		0.177	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	123.20		0.616	100	0.0062	0	0.006
Pb	lood	1232.00		6.160	150	0.0411	0	0.041
Sb	antimoon	25.60		0.128	500	0.0003	0	0.000
Se	selenium	0.90		0.005	100	0.0000	0	0.000
Sn	tin	161.70		0.809	2000	0.0004	0	0.000
V	vanadium	59.90		0.300	10	0.0300	0	0.030
Zn	zink	1992.50		9.963	1000	0.0100	0	0.010
Br	broom	17.90		0.090	700	0.0001	0	0.000
Cl	chlor	1549.00		7.745	3000	0.0026	0	0.003
CN-cpx	cyanide-cpx	NA		-	-	-	0	-
F	fluor	372.30		1.862	3500	0.0005	0	0.001
SO4	sulfaat	3402.00		17.010	10000	0.0017	0	0.002
Cr(vi)	chrom(vi)	187.60		0.938	25	0.0375	50	0.056
Hg	kwik	0.20		0.001	50	0.0000	50	0.000
CN-vrij	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			215000		50	
	tolueen	NA			150000		50	
	xyleen	NA			210000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	1.86		0.009	20	0.0005	50	0.001
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	1.30		0.007	-		50	
	org.chl.pest	0.11		0.001	1000	0.0000	50	0.000
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	NA			5000		50	
BI totaal =								0.20

NA = niet geanalyseerd

Arboscreening van: betongranulaat
toepassing: fundering, vochtig materiaal

	verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI
			stofklasse 1 10 mg/m3 =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)				
As	arseen	5.92		0.030	25	0.0012	0	0.001
Ba	barium	108.10		0.541	500	0.0011	0	0.001
Cd	cadmium	0.23		0.001	20	0.0001	0	0.000
Co	kobalt	4.42		0.022	50	0.0004	0	0.000
Cu	koper	17.14		0.086	200	0.0004	0	0.000
Mo	molybdeen	1.09		0.005	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	56.64		0.283	100	0.0028	0	0.003
Pb	lood	8.17		0.041	150	0.0003	0	0.000
Sb	antimoon	0.67		0.003	500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	0.31		0.002	100	0.0000	0	0.000
Sn	tin	2.88		0.014	2000	0.0000	0	0.000
V	vanadium	29.62		0.148	10	0.0148	0	0.015
Zn	zink	72.68		0.363	1000	0.0004	0	0.000
Br	broom	NA			700	0.0000	0	0.000
Cl	chloor	304.00		1.520	3000	0.0005	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	177.84		0.889	3500	0.0003	0	0.000
SO4	sulfaat	2360.00		11.800	10000	0.0012	0	0.001
Cr(vi)	chroom(vi)	168.00		0.840	25	0.0336	50	0.050
Hg	kwik	0.20		0.001	50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			215000		50	
	tolueen	NA			150000		50	
	xyleen	NA			210000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	6.46		0.032	20	0.0016	50	0.002
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	0.2		0.001	-	-	50	
	org. chl. pest	NA			1000		50	
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	340		1.700	5000	0.0003	50	0.001
				BI totaal				0.08

NA = niet geanalyseerd

Arboscreening van: fosforslak								
toepassing: asfaltproductie, droog materiaal								
	verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI
			stofklasse 1 10 mg/m3. =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)		-		
As	arsen	0.50	0.005		25	0.0002	0	0.000
Ba	barium	127.00	1.270		500	0.0025	0	0.003
Cd	cadmium	0.47	0.005		20	0.0002	0	0.000
Co	kobalt	5.60	0.056		50	0.0011	0	0.001
Cu	koper	9.20	0.092		200	0.0005	0	0.000
Mo	molybdeen	9.45	0.095		5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	15.97	0.160		100	0.0016	0	0.002
Pb	lood	6.14	0.061		150	0.0004	0	0.000
Sb	antimoon	0.67	0.007		500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	0.94	0.009		100	0.0001	0	0.000
Se	selenium	0.94	0.009		100	0.0001	0	0.000
Sn	tin	4.28	0.043		2000	0.0000	0	0.000
V	vanadium	21.60	0.216		10	0.0216	0	0.022
Zn	zink	18.75	0.188		1000	0.0002	0	0.000
Br	broom	4.47	0.045		700	0.0001	0	0.000
Cl	chlor	432.00	4.320		3000	0.0014	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	5183.00	51.830		3500	0.0148	0	0.015
SO4	sulfaat	8574.00	85.740		10000	0.0086	0	0.009
Cr(vi)	chrom(vi)	48.14	0.481		25	0.0193	50	0.029
Hg	kwik	0.07	0.001		50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			150000		50	
	tolueen	NA			210000		50	
	xyleen	NA			435000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	0.16	0.002		20	0.0001	50	0.000
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	NA			-		50	
	org.chl.pest	NA			1000		50	
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	NA			5000		50	
					BI totaal			0.08

NA=niet genalyseerd

Arboscreening van: fosforslak
toepassing: fundering, vochtig materiaal

	verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI
			stofklasse 1 10 mg/m3 =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)				
As	arseen	0.50		0.003	25	0.0001	0	0.000
Ba	barium	127.00		0.635	500	0.0013	0	0.001
Cd	cadmium	0.47		0.002	20	0.0001	0	0.000
Co	kobalt	5.60		0.028	50	0.0006	0	0.001
Cu	koper	9.20		0.046	200	0.0002	0	0.000
Mo	molybdeen	9.45		0.047	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	15.97		0.080	100	0.0008	0	0.001
Pb	lood	6.14		0.031	150	0.0002	0	0.000
Sb	antimoon	0.67		0.003	500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	0.94		0.005	100	0.0000	0	0.000
Sn	tin	4.28		0.021	2000	0.0000	0	0.000
V	vanadium	21.60		0.108	10	0.0108	0	0.011
Zn	zink	18.75		0.094	1000	0.0001	0	0.000
Br	broom	4.47		0.022	700	0.0000	0	0.000
Cl	chloor	432.00		2.160	3000	0.0007	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	5183.00		25.915	3500	0.0074	0	0.007
SO4	sulfaat	8574.00		42.870	10000	0.0043	0	0.004
Cr(vi)	chroom(vi)	48.14		0.241	25	0.0096	50	0.014
Hg	kwik	0.07		0.000	50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			150000		50	
	tolueen	NA			210000		50	
	xyleen	NA			435000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	0.16		0.001	20	0.0000	50	0.000
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	NA			-		50	
	org.chl.pest	NA			1000		50	
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	NA			5000		50	
				BI totaal				0.04
NA=niet genalyseerd								

Arboscreening van: hoogovenslak
toepassing: fundering, vochtig materiaal

verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI	
		stofklasse 1 10 mg/m3 =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)					
As	arseen	0.43		0.002	25	0.0001	0	0.000
Ba	barium	605.00		3.025	500	0.0061	0	0.006
Cd	cadmium	0.24		0.001	20	0.0001	0	0.000
Co	kobalt	2.95		0.015	50	0.0003	0	0.000
Cu	koper	4.89		0.024	200	0.0001	0	0.000
Mo	molybdeen	3.98		0.020	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	22.93		0.115	100	0.0011	0	0.001
Pb	lood	3.60		0.018	150	0.0001	0	0.000
Sb	antimoon	0.58		0.003	500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	1.59		0.008	100	0.0001	0	0.000
Sn	tin	25.02		0.125	2000	0.0001	0	0.000
V	vanadium	200.78		1.004	10	0.1004	0	0.100
Zn	zink	7.47		0.037	1000	0.0000	0	0.000
Br	broom	3.70		0.019	700	0.0000	0	0.000
Cl	chlor	373.00		1.865	3000	0.0006	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	465.63		2.328	3500	0.0007	0	0.001
SO4	sulfaat	13025.00		65.125	10000	0.0065	0	0.007
Cr(vi)	chrom(vi)	63.56		0.318	25	0.0127	50	0.019
Hg	kwik	0.05		0.000	50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			215000		50	
	tolueen	NA			150000		50	
	xyleen	NA			210000		50	
	fenolen	0.50		0.003	19000	0.0000	50	0.000
	Cl-fenolen	1.00		0.005	-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	0.83		0.004	20	0.0002	50	0.000
	totaal PCB	0.30		0.002	10	0.0002	50	0.000
	totaal EOCL	0.25		0.001	-		50	
	org. chl. pest	2.25		0.011	1000	0.0000	50	0.000
	andere pest.	1.70		0.009	500	0.0000	50	0.000
	minerale olie	0.80		0.004	5000	0.0000	50	0.000
				BI totaal				0.14

NA = niet geanalyseerd

Arboscreening van: metselgranulaat
toepassing: fundering, vochtig materiaal

verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI	
		stofklasse 1 10 mg/m3 =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)					
As	arseen	7.76		0.0388	25	0.0016	0	0.002
Ba	barium	126.79		0.6340	500	0.0013	0	0.001
Cd	cadmium	0.31		0.0016	20	0.0001	0	0.000
Co	kobalt	10.00		0.0500	50	0.0010	0	0.001
Cu	koper	18.20		0.0910	200	0.0005	0	0.000
Mo	molybdeen	1.47		0.0074	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	28.17		0.1409	100	0.0014	0	0.001
Pb	lood	41.54		0.2077	150	0.0014	0	0.001
Sb	antimoon	1.03		0.0052	500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	0.66		0.0033	100	0.0000	0	0.000
Sn	tin	4.03		0.0202	2000	0.0000	0	0.000
V	vanadium	27.10		0.1355	10	0.0136	0	0.014
Zn	zink	166.88		0.8344	1000	0.0008	0	0.001
Br	broom	NA			700		0	
Cl	chloor	304.00		1.5200	3000	0.0005	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	109.44		0.5472	3500	0.0002	0	0.000
SO4	sulfaat	1318.00		6.5900	10000	0.0007	0	0.001
Cr(vi)	chroom(vi)	82.71		0.4136	25	0.0165	50	0.025
Hg	kwik	0.01		0.0001	50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			215000		50	
	tolueen	NA			150000		50	
	xyleen	NA			210000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	4.06		0.0203	20	0.0010	50	0.002
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	0.3		0.0015	-	-	50	
	org.chl.pest	NA			1000		50	
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	350		1.7500	5000	0.0004	50	0.001
				BI totaal				0.05

NA = niet geanalyseerd

Arboscreening van: menggranulaat
toepassing, fundering, vochtig materiaal

verontr (i)	gemiddelde concentratie van (i) = c(i) (mg/kg)	berekende concentratie		OEL (i) (ug/m3)	lucht- conc/OEL -	additionele huid- opname (%)	bloot- stellings index BI	
		stofklasse 1 10 mg/m3 =10*c(i)/1000 (ug/m3)	stofklasse 2 5 mg/m3 =5*c(i)/1000 (ug/m3)					
As	arseen	8.47	0.085	0.042	25	0.0017	0	0.002
Ba	barium	103.80	1.038	0.519	500	0.0010	0	0.001
Cd	cadmium	0.53	0.005	0.003	20	0.0001	0	0.000
Co	kobalt	9.79	0.098	0.049	50	0.0010	0	0.001
Cu	koper	18.15	0.182	0.091	200	0.0005	0	0.000
Mo	molybdeen	7.07	0.071	0.035	5000	0.0000	0	0.000
Ni	nikkel	55.66	0.557	0.278	100	0.0028	0	0.003
Pb	lood	39.05	0.391	0.195	150	0.0013	0	0.001
Sb	antimoon	0.51	0.005	0.003	500	0.0000	0	0.000
Se	selenium	2.30	0.023	0.012	100	0.0001	0	0.000
Se	selenium	2.30	0.023	0.012	100	0.0001	0	0.000
Sn	tin	6.17	0.062	0.031	2000	0.0000	0	0.000
V	vanadium	60.14	0.601	0.301	10	0.0301	0	0.030
V	vanadium	60.14	0.601	0.301	10	0.0301	0	0.030
Zn	zink	96.94	0.969	0.485	1000	0.0005	0	0.000
Br	broom	NA			700		0	
Cl	chlor	500.00	5.000	2.500	3000	0.0008	0	0.001
CN-cpx	cyanide-cpx	NA			-		0	
F	fluor	NA			3500		0	
SO4	sulfaat	3991.00	39.910	19.955	10000	0.0020	0	0.002
Cr(vi)	chrom(vi)	164.76	1.648	0.824	25	0.0330	50	0.049
Hg	kwik	0.20	0.002	0.001	50	0.0000	50	0.000
CN-free	cyanide-vrij	NA			5000		50	
	benzeen	NA			3250		50	
	ethylbenzeen	NA			215000		50	
	tolueen	NA			150000		50	
	xyleen	NA			210000		50	
	fenolen	NA			19000		50	
	Cl-fenolen	NA			-		50	
	aromaten	NA			240000		50	
	10-PAK	13.69	0.137	0.068	20	0.0034	50	0.005
	totaal PCB	NA			10		50	
	totaal EOCL	0.3	0.003	0.002	-		50	
	org.chl.pest	NA			1000		50	
	andere pest.	NA			500		50	
	minerale olie	122	1.220	0.610	5000	0.0001	50	0.000
				BI totaal				0.10

NA = niet geanalyseerd

Consultancy & Services



IndusTox

**Update 2005
voor de berekening van
de blootstellingindex
bij toepassing
van secundaire grondstoffen
in de wegenbouw**

notitie

IndusTox Consult is een adviesbureau dat werkzaam is op het terrein van de arbeidshygiëne en toxicologie. Diensten van IndusTox zijn:

- Inventarisatie van toxische stoffen in bedrijven.
- Opstellen van programma's met frequentie en soort metingen voor bewaking van blootstelling aan toxische stoffen.
- Uitvoering van meetprogramma's.
- Statistische bewerking van meetgegevens.
- Opstellen van bedrijfsnormen.
- Beoordelen van de toxiciteit van stoffen en producten.
- Analyse van gezondheidsrisico's. Vaststellen van omvang van risico's.
- Haalbaarheidsstudies van biologische monitoring in specifieke situaties.
- Ontwikkeling van branche-specifieke toetsmethoden voor de beroepsblootstelling.
- Ontwerp van een stofarme productiewijze.
- Beoordeling van de beroepsblootstelling in het verleden in verband met beroepszieken.

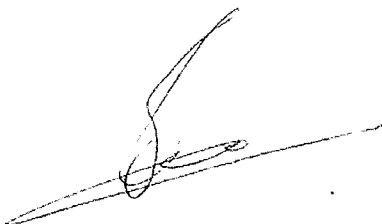
IndusTox heeft geregistreerde arbeidshygiënist (SKO) en geregistreerde toxicologen (NVT-EUROTOX) in dienst.

IndusTox Consult is gevestigd in het Universitair Bedrijven Centrum Nijmegen, Toemooiveld 100, 6525 EC NIJMEGEN

Tel : 024-3528842
Fax : 024-3540090
E-mail : info@industox.nl
Internet : www.industox.nl

Opdrachtgever: VBW Asfalt te Breukelen
Contactpersoon: de heer H. Roos

Plaats, datum: Nijmegen, 8 april 2005
Projectnr.: IT-2004.026
Opsteller: dr. ir. F.J. Jongeneelen



1. Inleiding

In 1997 is door IndusTox Consult het beoordelingsmodel voor de arbeidshygiënische beoordeling van secundaire grondstoffen opgesteld. Het hulpmiddel wordt nog immer veel gebruikt. VBW Asfalt heeft aan IndusTox Consult gevraagd de gegevens van het model te actualiseren op de volgende punten:.

- de controle/aanvulling van de MAC-waarden van 2005
- H-indicatie van huidblootstelling te checken.
- aanvulling van 'exotische' OEL

2. Gegevens voor model van 2005

BI Update 2005							
	verontr (i)	bron	OEL (i)	additionele huid- opname	checked	gewijzigd	zie toelichting
			(ug/m3)	(%)			
As	arseen	mac 05	25	0	v	nee	
Ba	barium	mac 05	500	0	v	nee	
Cd	cadmium	mac 05	5	0	v	nee	
Co	kobalt	mac 05	20	0	v	nee	
Cu	koper	mac 05	200	0	v	nee	
Mo	molybdeen	mac 05	5000	0	v	nee	
Ni	nikkel	mac 05	100	0	v	nee	
Pb	lood	mac 05	150	0	v	nee	
Sb	antimoon	mac 05	500	0	v	nee	
Se	selenium	mac 05	100	0	v	nee	
Sn	tin	mac 05	2000	0	v	nee	
V	vanadium	mac 05	10	0	v	nee	
Zn	zink	mac 05	1000	0	v	nee	
Br	broom	mac 05	700	0	v	nee	
Cl	chloor	mac 05	3000	0	v	nee	
Cn-cpx	cyanide-cpx	-	- *	0	v	nee	
F	fluor	mac 05	3500	0	v	nee	
SO4	sulfaat	mac 05	4000 ***	0	v	ja	1
Cr (vi)	chroom(vi)	mac 05	25	50	v	nee	
Hg	kwik	mac 05	50	50	v	nee	
CN-free	cyanide-vrij	mac 05	1000 **	50	v	ja	2
	benzeen	mac 05	3250	50	v	nee	
	ethylbenzeen	mac 05	215000	50	v	nee	
	tolueen	mac 05	150000	50	v	nee	
	xyleen	mac 05	210000	50	v	nee	
	fenolen	mac 05	8000	50	v	nee	
	Cl-fenolen	OEL-S	500 *****	50	v	nee	
	aromaten	mac 05	240000 *****	50	v	nee	
	10-PAK	CP HBR-OEL	5,5 *****	50	v	ja	3
	totaal PCB	OEL-S	10 *****	50			
	totaal EOCL	-	- *	50	v	nee	
	org.chl.pest	mac 05	1000	50	v	nee	
	andere pestr.	mac 05	500	50	v	nee	
	minerale olie	mac 05	5000	50	v	nee	
TEQ	dioxinen	CP HBR-OEL	0,00016 *****	50	v	ja	4

* geen grenswaarde beschikbaar
 ** als cyaniden
 *** als Ba-sulfaat.
 **** als benzine
 ***** CP HBR-OEL van b(a)p * 10 = 0,55*10 = 5,5
 **** OEL-S = OEL van Zweden
 ***** CP HBR-OEL = Concept-rapport Gezondheidsraad

2. Toelichting op aanpassingen

Het rekenblad met de nieuwe 2005-gegevens voor de berekening van de blootstellingindex heeft 3 wijzigingen en 1 aanvulling t.o.v. de eerste versie van 1997. Deze aanpassingen worden in tabel 1 toegelicht.

Tabel 1. Toelichting op 2005-update van het beoordelingsmodel BI van VBW Asfalt.

Nr.	Onderwerp	Aard van aanpassing
1	Wijziging van 'sulfaat'	De waarde van sulfaten was gebaseerd op de MAC-waarde van calciumsulfaat. De MAC-waarde van calciumsulfaat is inmiddels herbeoordeeld door Gezondheidsraad (2000) en in 2004 is een nieuwe MAC-waarde ingevoerd. De nieuwe MAC-waarde (= 500 µg/m ³) is echter gegeven als respirable vezels, niet als stofconcentratie. Daarom is nu de MAC-waarde van bariumsulfaat als basis voor de sulfaat-fractie genomen. De MAC-waarde van bariumsulfaat = 4000 µg/m ³ (als inhaleerbaar stof). Dit is de nieuwe MAC-waarde voor sulfaat.
2	Wijziging van 'cyanide-vrij'	De MAC-waarde voor cyaniden is herbeoordeeld door de gezondheidsraad (2002). Zeer binnenkort en wel per 1 juli maart 2005 wordt de nieuwe verlaagde MAC-waarde van cyaniden van kracht. De MAC-waarde van cyaniden wordt 1000 µg/m ³ . Dit is de nieuwe MAC-waarde voor cyanide-vrij.
3	Wijziging van '10-PAK'	De gezondheidskundige concept-grenswaarde voor benzo(a)pyreen is zeer onlangs vastgesteld door de gezondheidsraad (Gezondheidsraad, 2005). De voorgestelde gezondheidskundige grenswaarde van benzo(a)pyreen is 0,55 µg/m ³ . Met de schalingsfactor 10 voor de reeks van 10-PAK van RIVM/VROM komt de nieuwe grenswaarde voor 10-PAK uit op 5,5 µg/m ³ .
4	Aanvulling van 'dioxinen'	De additionele huidopname van dioxinen is in het model 50%, net als de andere organische componenten. Dioxinen behoren immers tot de organische stoffen..

3. Referenties

- 1) IndusTox Consult. Hulpmiddel voor de beoordeling van de arbeidshygiëne bij toepassing van vast, secundaire grondstoffen in de wegenbouw. Uitgegeven door VBW-Asfalt, 1997.
- 2) Gezondheidsraad, Den Haag. Rapport 2002/15OSH. Cyaniden
- 3) Gezondheidsraad, Den Haag. Rapport 2000/15OSH045. Calciumsulfaat.
- 4) Gezondheidsraad, Den Haag. Maart 2005. Conceptrapport benzo(a)pyreen.
- 5) SDU. Nationale MAC-lijst 2005. Den Haag 2005.
- 6) Staatscourant 3 maart 2005. Wijziging MAC-waarden. Nr 44, pag 15.

-o-o-