



## **RIVM – Centrum Veiligheid Stoffen en Producten (VSP)**

### **Risicobeoordeling polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) uit rubberen speeltuintegels**

---

Adviesaanvraag door:	NVWA
Datum aanvraag:	12-09-2013
Datum advies:	26-09-2013
	Gewijzigde versie 07-10-2013
Opsteller(s):	RIVM
Projectnummer:	V/090130/01/BA

---

#### **1. Inleiding**

De NVWA heeft Polycyclische aromatische koolwaterstofverbindingen (PAKs) gemeten in rubbertegels die in een speeltuin waren aangebracht. De tegels veroorzaakten geuroverlast, vooral bij warm weer. De NVWA geeft aan dat de tegels een half jaar na het aanbrengen nog steeds geuroverlast veroorzaakten.

De NVWA heeft het PAK gehalte in één van de rubbertegels bepaald met de volgende door monsters (0,5 g) gedurende 1 uur te extraheren met hexaan bij een temperatuur van 60 °C. Met GC-MS zijn in het extract 9 PAKs aangetoond. NVWA beschouwt de gevonden concentraties als indicatief omdat de gebruikte analysemethode nog niet gevalideerd is.

De 9 PAKs zijn in volgende concentraties aangetroffen:

*Tabel 1. Gemeten gehaltenes PAKs in een rubberen speeltuingel*



<b>PAK</b>	<b>gehalte (mg/kg)</b>	<b>recovery (%)</b>
Fluoreen	130	131
Phenantreen	580	116
Antraceen	112	113
Fluorantheen	475	162
Pyreen	350	157
Benzo[a]antraceen	175	145
Chryseen	185	139
Benzo[b]fluorantheen	180	125
Benzo[a]pyreen	120	119

Het

totale gehalte aan PAKs in de onderzochte tegel was 2500 mg/kg.

De specifieke vragen die NVWA stelt zijn:

1. Welke gezondheidsrisico's zijn er voor kinderen die geregeld spelen op deze tegels?
2. Bij welk gehalte aan PAKs zou het gezondheidsrisico verwaarloosbaar zijn?
3. Is de toekomstige limietwaarde (1 mg/kg voor algemene producten, 0,5 mg/kg voor speelgoed) adequaat om risico's te minimaliseren?

In de huidige beoordeling zullen we ingaan op de vraag van het mogelijke gezondheidsrisico in de periode dat de rubbertegels aanwezig zijn. Deze periode schatten we op basis van de ontvangen informatie van de NVWA op een half jaar.

De gerapporteerde stank van de tegels is mogelijk veroorzaakt door naftaleen, de meest vluchtige van de PAKs en bekend om zijn sterke geur. Meetgegevens over de concentraties van naftaleen in de tegel ontbreken. Dat geldt ook voor de concentraties in lucht boven de rubberen tegels. Daarom gaan we in dit advies niet verder in op het mogelijke risico als gevolg van blootstelling aan naftaleen.



Over de mogelijke gezondheidsrisico's als gevolg van blootstelling aan PAKs uit rubberen consumentenproducten zijn diverse publicaties en rapporten verschenen (RIVM 2006; NIPH/RL 2006; OEHHA 2007; Menichini et al. 2011; Kim et al. 2012; Llompарт et al. 2013). Een verdere belangrijke informatiebron is het dossier voor PAKs in consumentenproducten opgesteld ter ondersteuning van de procedure conform REACH artikel 68.2 (BAuA 2010). Vanwege de beperkte tijd voor het huidige advies hebben we uit de beschikbare informatie slechts die gegevens gehaald die nodig zijn voor de beoordeling. Uitgebreider literatuuronderzoek en volledige beschrijving van effect- en blootstellingsdata waren niet mogelijk binnen de gestelde termijn voor de beoordeling.

## **2. Carcinogeniteit van PAKs**

Zoals NWWA aangeeft in haar adviesaanvraag zijn diverse van de aangetroffen PAKs ingedeeld als 'kan kanker veroorzaken' of 'verdacht kankerverwekkend'. De carcinogene werking van PAK-mengsels aanwezig in milieu en voedsel is sinds lange tijd bekend. Een belangrijk aandachtspunt in de risicobeoordeling is hoe het carcinogene potentie van PAK-mengsels gekwantificeerd kan worden. De samenstelling van in milieu en voedsel aangetroffen mengsels verschilt van geval tot geval daarmee ook de carcinogene potentie. In de zgn. marker-methode wordt benzo(a)pyreen (BaP) als dosismaat gebruikt voor het PAK-mengsel. Op basis van studies met PAK-mengsels in proefdieren wordt de carcinogene potentie berekend als BaP-dosis. Gebruik van deze marker-methode veronderstelt dat het beoordeelde mengsel enigszins vergelijkbaar is met het in proefdieren geteste mengsel.

In het RIVM advies over rubbergranulaat (2006) is gebruik gemaakt van de BaP marker-methode. In 2008 heeft EFSA geconcludeerd dat voor voedsel de marker-methode de best beschikbare benadering is. EFSA beveelt echter aan niet BaP alleen als marker te gebruiken maar de zgn. PAK4 (BaP, chryseen,



benz[a]anthraceen en benzo[b]fluorantheen) (EFSA, 2008). In het artikel 68-dossier wordt BaP alleen als marker gebruikt (BAuA 2010).

De bemonsterde rubberen tegel bevat PAK4 en daarnaast nog enkele andere PAKs. Van deze laatste is alleen fluorantheen een kankerverwekkende PAK. Het gebruik van PAK4 als dosismaat voor het aangetroffen mengsel zal de carcinogene potentie zeker niet onderschatten (omdat PAK4 als marker voor PAK-mengsels impliciet andere carcinogene PAK meebeoordeelt, ook potentere dan fluorantheen). In het navolgende zullen we daarom de beoordeling doen op basis van deze PAK4.

Voor de PAK4 leidde EFSA een orale BMDL<sub>10</sub> af van 0,34 mg/kg lg/dag op basis van orale studies met koolteer in muizen.<sup>1</sup> Deze waarde wordt gebruikt in de risicobeoordeling in dit advies.

### 3. Schatting blootstelling

Voor de berekening van het risico als gevolg van blootstelling aan PAKs uit de bemonsterde tegels wordt uitgegaan van een blootstellingsperiode van een half jaar met dagelijks speeltuinbezoek (worst case). De berekende blootstellingschatting maakt gebruik van 1) de gemeten gehaltenes en 2) de voorgenomen productlimieten 1.0 en 0.5 mg/kg.

#### *Inhalatoir*

Llompert et al. (2013) rapporteren zeer geringe verdamping van weinig vluchtige PAKs binnenin het materiaal van rubberen tegels bij verhoogde temperatuur (zoals te verwachten bij warm weer). Er wordt verwacht dat in de buitensituatie boven het tegeloppervlak verwaaiing zal optreden. De gemeten PAKs in de bemonsterde tegel behoren bij deze niet-vluchtige PAKs.

---

<sup>1</sup> BMDL<sub>10</sub> = Benchmark dose-limiet voor 10% effect. De BMDL<sub>10</sub> is de statistische 95%-ondergrens van de dosis waarbij tumorfrequentie in proefdieren 10% is op basis van dosis-responsmodellering.



We verwachten daarom geen significante inhalatoire blootstelling aan de PAK4.

#### *Dermaal en oraal*

De NVWA heeft geen informatie over blootstellingsfactoren zoals blootstellingstijd of migratie van PAKs uit rubbertegels.

Voor de schatting van blootstelling aan PAK4 gaan we uit van het volgende scenario:

Een kind tussen 1 en 3 jaar oud (standaardwaarden voor 1,5 jarig kind; 9.85 kg; RIVM General Fact Sheet, Bremmer et al 2006) dat twee uur (aanneمة op basis van OEHHA 2007) per dag, elke dag voor een half jaar (zolang als vermoedelijk de tegels aanwezig waren) speelt in een speeltuin waarbij de ondergrond bestaat uit rubberen tegels. Aangenomen wordt dat tijdens het spelen een wisselend huidoppervlak contact maakt met de tegels. Het maximale effectieve contactoppervlak schatten we als het totale oppervlak van handen en benen. De totale huidoppervlakte van een kind van 1,5 jaar oud is 0.480 m<sup>2</sup> (5.15% handen, 25.05% benen inclusief voeten). Dit betekent 0.145 m<sup>2</sup> huid blootgesteld (RIVM Children's Toys fact sheet, Bremmer & van Veen 2002). Er is uitgegaan van een blootstellingsperiode van 182 dagen (half jaar). Het gebruikte scenario representeert een worst case-situatie voor speeltuingebruik omdat kinderen tijdens het spelen meestal veel minder intensief contact zullen maken met de tegels. Ook is het jonge kind met laag lichaamsgewicht een worst-case keuze.

Dermale blootstelling aan PAKs kan plaatsvinden doordat de stoffen diffunderen (beweging door de rubberen matrix) naar het oppervlak. In ConsExpo 4.1 wordt dit proces beschreven met het dermale diffusiemodel. Dit fysische model is gebruikt voor de huidblootstellingsschattingen en heeft de voorkeur boven de methodiek zoals in BAuA (2010) is toegepast<sup>2</sup>. Met de

---

<sup>2</sup> In dit dossier ten behoeve van een REACH restrictie voor PAKs in consumentenartikelen heeft men een worst-case migratielimit van 10% per uur bepaald. Deze waarde is gevonden voor een rubberen handvat van een hamer en voor een rubberen autostuurhoes. In de desbetreffende metingen werd tijdens gebruik



diffusiesnelheid in het materiaal wordt met ConsExpo 4.1 de hoeveelheid PAKs berekend die beschikbaar komt voor huidcontact.

Voor wat betreft de afmetingen van de rubberen tegels is uitgegaan van een oppervlak van 50x50 cm en een dikte van 2.5 cm (standaard tegel). Deze tegels wegen 16 kg/m<sup>2</sup> (Ropema Europe).

In een recente publicatie van Rusina et al. (2010) zijn diffusiesnelheden van PAKs in polyethyleen en twee siliconenrubbers gemeten. De gevonden diffusiesnelheden varieerden van 1 x 10<sup>-10</sup> tot 1 x 10<sup>-13</sup> m<sup>2</sup>/s voor individuele PAKs in de drie matrices. Voor de blootstellingsschatting is de hoogste waarde van de range gebruikt: 1 x 10<sup>-10</sup> m<sup>2</sup>/s. Deze waarde wordt gehanteerd voor alle PAKs. Zoals ook aangegeven in het artikel 68-dossier (BAUA 2010) zal huidvet bevorderend werken op migratie van PAKs naar de huid. In het model wordt daarom verder aangenomen dat de gecontacteerde PAKs beschikbaar zijn voor huidopname.

Voor de berekeningen zijn de concentraties van de PAKs gecorrigeerd voor de recovery (zie Tabel 2).

*Tabel 2. Concentraties in speeltuintegel (mg/kg) van de PAK4 gecorrigeerd voor recovery*

PAK	Gehalte (mg/kg)
BaP	100.8
Chryseen	133
Benzo(a)anthraceen	121
Benzo(b)fluorantheen	144

---

van het product migratie gemeten naar een latex handschoen met herhaaldelijke toevoeging van zweetsimulant. Daarnaast rekende men met de migratiesnelheid, waarbij werd aangenomen dat de PAKs uit een laag van slechts 0.1 cm kon komen. De keuze voor deze laagdikte is arbitrair. In de gerapporteerde migratieproeven werd voor de geteste producten (autostuurhoes, handvat van een hamer) de migratie gemeten uit de volledige dikte van de geteste producten. Vanwege de onzekerheden m.b.t. de toepasbaarheid van de meetmethodiek zoals gebruikt in het restrictiedossier en aannames die nodig zijn om het scenario te beschrijven (denk aan migratiesnelheden vertaald van autostuurhoes of hamer naar een rubberen tegel), is besloten de 10% per uur migratie niet te gebruiken.



We nemen aan dat 20% dermale absorptie plaatsvindt (conform BAuA 2010). Voor orale inname is aangenomen dat 50% van de dermale *load* op de handen in de mond komt via hand-mondcontact (OEHHA 2007). Daarnaast wordt aangenomen dat na orale inname 50% geabsorbeerd wordt (conform BAuA 2010).

*Tabel 3. Input parameters gebruikt voor blootstellingschatting*

<b>Scenario</b>		<b>Bron</b>
Gewicht kind (1-3 jaar)	9.85 kg	Bremmer et al. 2002
Huidoppervlakte blootstelling	0.1445 m <sup>2</sup>	Bremmer et al. 2002 2002
Frequentie	182 dagen (half jaar)	Op basis van gegevens NVWA
Tijdsduur	2 uur	OEHHA 2007
Tegels	50*50*2.5 cm (16 kg/m <sup>2</sup> )	Ropema Europe
Migratie uit de tegel	10%	BAUA 2010
Diffusie in de tegel	1 x 10 <sup>-10</sup> m <sup>2</sup> /s	Rusina et al. (2010)
Dermale absorptie	20%	BAUA 2010
Orale absorptie	50%	BAUA 2010
Hand-mond contact	50%	OEHHA 2007

Met deze gegevens is een blootstellingschatting gemaakt voor PAK4 aanwezig in de rubberen tegel (Tabel 4) en op basis van de voorgenomen productlimieten (Tabel 5) (zie bijlage 1 voor de ConsExpo output).

De blootstellingschattingen zijn gebaseerd op worst-case aannames. Onzekerheden zijn aanwezig in de aannames over frequentie en duur van speeltuinbezoek, grootte contactoppervlak, absorptie, diffusiesnelheid en migratie PAKs. Gegevens om de blootstellingschatting te verfijnen ontbreken. In de interpretatie van het uiteindelijke risico moet meegewogen worden dat het een overschatting is van de werkelijke blootstelling.



Tabel 4. Blootstellingschatting PAK4 dermaal en oraal (dagelijkse interne dosis) voor bemonsterde tegels

	<b>Dermaal (mg/kg lg/dag)</b>	<b>Oraal (mg/kg lg/dag)</b>
Totaal 4 PAKs: BaP, Chrysene, BbFl en BaA	0.0535	0.01151

Tabel 5. Blootstellingschatting PAK4 dermaal en oraal (dagelijkse interne dosis) op basis van voorgestelde productlimiet

	<b>Dermaal (mg/kg lg/dag)</b>	<b>Oraal (mg/kg lg/dag)</b>
PAK4 1 mg/kg (BaP, chryseen, BbFl, BaA)	$4.29 \times 10^{-4}$	$9.23 \times 10^{-5}$
PAK4 0.5 mg/kg (BaP, chryseen, BbFl, BaA)	$2.14 \times 10^{-4}$	$4.61 \times 10^{-5}$

## 4. Risicobeoordeling

### Risicobeoordelingsmethode

EFSA (2004) beveelt een *Margin of Exposure* (MoE) benadering aan voor genotoxisch carcinogenen, waarbij de MoE minimaal de factor 10000 zou moeten bedragen ten opzichte van de BMDL<sub>10</sub>. Deze aanpak verschilt van die uit het Nederlandse risicobeleid. In Nederland wordt voor genotoxisch carcinogenen door middel van lineaire extrapolatie het verwaarloosbare dan wel het maximaal toelaatbare risiconiveau afgeleid. Het verwaarloosbare risiconiveau is één op miljoen per leven en het maximaal toelaatbare risiconiveau (gebruikelijk in het Nederlandse milieubeleid) één op tienduizend. Deze risicokarakteriseringen gaan allemaal uit van levenslange blootstelling. In het onderstaande zullen we beide risicokarakteriseringen gebruiken. Voor de berekeningen van de extra kankerrisiconiveaus zullen we de tijdelijke blootstelling als gevolg van spelen op de speeltuintegels doorrekenen naar het extra risico per leven. Daarbij extrapoleren we lineair, dat wil zeggen dat we tijdelijke blootstelling sommeren over het leven en de





uitkomst daarvan afzetten tegen de inname bij levenslange blootstelling aan de BMDL<sub>10</sub>. In formule:

$$K = \frac{Blst * D}{BMDL_{10} * LD} * 10^{-1}$$

Waarin:

K = extra kankerrisico per leven

Blst = blootstelling in mg/kg lg/dag

D = aantal dagen blootstelling (=182 voor een half jaar)

BMDL<sub>10</sub> = Benchmark dose-limiet voor 10% toename in tumorfrequentie in mg/kg lg/dag

LD = aantal dagen per leven (= 365\*70)

Voor de berekening voor de bemonsterde tegels nemen we een blootstellingsperiode van een half jaar met dagelijks speeltuinbezoek (worst case). Ook voor de berekening op basis van de voorgenomen productlimieten gaan we hiervan uit.

#### *Inhalatoire blootstelling*

De inhalatoire blootstelling aan de genotoxisch werkende carcinogene PAKs schatten we als verwaarloosbaar in. Gezien de geuroverlast is mogelijk naftaleen vrijgekomen. Meetgegevens daarover ontbreken echter.

#### *Dermale en orale blootstelling aan PAK4*

##### MoE benadering voor de gemeten PAKs in de rubbertegel:

Voor de carcinogene werking door de PAK4 is een BMDL<sub>10</sub> beschikbaar van 0.34 mg/kg lg/dag (bij levenslange blootstelling). Ten opzichte van deze BMDL<sub>10</sub> beveelt EFSA een minimale *margin of exposure* (MoE) aan van de factor 10000 (EFSA 2004). De blootstellingsschatting met ConsExpo geeft de blootstelling als interne dosis (20% dermale absorptie, 50% orale). Om de MoE te berekenen dient de BMDL<sub>10</sub> ook uitgedrukt te worden als interne



dosis. Op basis van 50% absorptie is de  $BMDL_{10, intern}$  voor PAK4 gelijk aan 0.17 mg/kg lg/dag. De volgende MoE kan berekend worden voor de bemonsterde tegels:

*Tabel 6. Berekening MoE ten opzichte van BMDL10 voor blootstelling bij bemonsterde rubberen tegels*

Interne blootstelling PAK4 (mg/kg lg/dag)			MoE
Dermaal	Oraal	Som	
0.0535	0.01151	0.065	2.6

De berekende MoE is veel lager dan de minimumwaarde van 10000. Dit betekent een tijdelijke grote overschrijding van het niveau dat bij levenslange blootstelling als nog acceptabel wordt beschouwd ( $BMDL_{10}/10000$ ). Rekening houdend met de onzekerheid in de gemaakte blootstellingsschatting en in de meetresultaten (die indicatief zijn zoals NVWA aangeeft) dient dit gezien te worden als een aanwijzing dat intensief dermaal contact met de bemonsterde rubberen tegels verbonden kan zijn met een verhoogd kankerrisico.

Gegevens om de blootstellingschatting realistischer te maken ontbreken. Onzekerheden zijn aanwezig in de aannames over frequentie en duur van speeltuinbezoek, grootte van het contactoppervlak, absorptie, diffusiesnelheid en migratie PAKs.

Schatting extra kankerrisico per leven door lineaire extrapolatie:

Om het retrospectieve risico te schatten voor de aanwezigheid van de bemonsterde speeltuintegels gedurende een half jaar berekenen we het levenslange extra kankerrisico dat verbonden is aan speeltuinbezoek gedurende deze beperkte periode. Met de berekende (worst case) blootstellingschatting kan een extra kankerrisico per levensduur berekend worden van:

$$0.065 \times 182 / (0.17 \times 365 \times 70) \times 10^{-1} = 2.7 \times 10^{-4}$$



Het berekende extra risico komt overeen met 3 op 10000 (afgerond). Dit ligt boven het als verwaarloosbare gedefinieerde niveau van 1 op miljoen per leven en ook gering boven het niveau dat in het Nederlandse (milieu)beleid als maximaal toelaatbaar gedefinieerd is (1 op tienduizend). Een belangrijke kanttekening met het oog op de praktijk is dat goede gegevens voor de blootstellingschatting ontbreken. Hierdoor is de blootstellingschatting een overschatting en zal het werkelijke risico hoogstwaarschijnlijk lager zijn dan boven berekend.

MoE benadering voor de productlimiet:

Uitgaand van de beoogde limietwaardes (1 mg/kg voor individuele PAK inclusief PAK4 in algemene producten respectievelijk 0.5 mg/kg voor individuele PAKs inclusief PAK4 in speelgoed en kinderverzorgingsproducten) is er met beide limieten een blootstellingschatting uitgevoerd op basis van hetzelfde blootstellingsscenario als boven gebruikt. Daarmee kunnen de volgende MoE's berekend worden voor het scenario van spelen op rubberen speeltuintegels (zie Tabel 8).

*Tabel 8. Berekening margin of exposure (MoE) ten opzichte van BMDL<sub>10</sub> voor blootstelling bij rubberen tegels bij voorgestelde productlimieten*

Interne blootstelling PAK4 (mg/kg lg/dag)			MoE
Dermaal	Oraal	som	
<b>Productlimiet 1 mg/kg</b>			
$4.29 \times 10^{-4}$	$9.23 \times 10^{-5}$	$5.2 \times 10^{-4}$	327
<b>Productlimiet 0.5 mg/kg</b>			
$2.14 \times 10^{-4}$	$4.61 \times 10^{-5}$	$2.6 \times 10^{-4}$	654

Ook voor deze blootstellingen is de berekende MoE lager dan de minimumwaarde van 10000. Dit betekent dat volgens het gebruikte worst case-blootstellingsscenario bij de voorgestelde productlimieten het niveau dat bij levenslange blootstelling als nog acceptabel wordt beschouwd (BMDL<sub>10</sub>/10000) tijdelijk wordt overschreden.



Schatting extra kankerrisico per leven door lineaire extrapolatie:

Om de speeltuintoepassing van rubberen tegels die voldoen aan de voorgenomen limieten van 1 en 0.5 mg/kg te beoordelen, berekenen we het extra kankerrisico per leven voor speeltuinbezoek, daarbij weer gebruik makend van hetzelfde scenario.

Productlimiet 1 mg/kg:

$$5.2 \times 10^{-4} \times 182 / (0.17 \times 365 \times 70) \times 10^{-1} = 2.2 \times 10^{-6}$$

Productlimiet 0.5 mg/kg:

$$2.6 \times 10^{-4} \times 182 / (0.17 \times 365 \times 70) \times 10^{-1} = 1.1 \times 10^{-6}$$

De productlimiet van 1 mg/kg resulteert in een extra kankerrisico van 2 op miljoen per leven (afgerond). Voor de productlimiet van 0.5 mg/kg is het geschatte extra kankerrisico 1 op miljoen per leven (afgerond). De conclusie hieruit is dat bij de productlimieten van 1 en 0.5 mg/kg de berekende extra kankerrisico's rond het verwaarloosbare niveau uitkomen. Opnieuw dient deze uitkomst in het licht van het gebruikte blootstellingsscenario gezien te worden. Als speeltuinbezoekers minder intensief contact maken met de tegels tijdens het spelen dan aangenomen in het gebruikte blootstellingsscenario, zal het risico duidelijk beneden het verwaarloosbare niveau liggen. In de praktijk zal dit naar verwachting voor veel speeltuinbezoekers het geval zijn.

**Conclusies:**

*Vraag 1:*

*Welke gezondheidsrisico's zijn er voor kinderen die geregeld spelen op deze tegels?*

*Antwoord:*

Op basis van een worst case-blootstellingsschatting, gebruik makend van een aantal aannames, en op basis van de beschikbare indicatieve meetresultaten



concluderen we dat intensief dermaal contact met de bemonsterde rubberen tegels verbonden kan zijn met een verhoogd kankerrisico.

- Een schatting van het extra kankerrisico voor de aanwezigheid van de bemonsterde speeltuintegels gedurende een half jaar volgens hetzelfde scenario van intensief dermaal contact wijst op een kankerrisico dat hoger is dan het verwaarloosbare niveau (1 op miljoen). Het geschatte kankerrisico overschrijdt in geringe mate ook het maximum toelaatbare risico zoals gehanteerd in het Nederlandse milieubeleid (1 op tienduizend).
- Wanneer kinderen slechts gebruik maken van speeltoestellen en de rubberen tegels slechts incidenteel aanraken tijdens het spelen zal de blootstelling en daarmee ook het risico duidelijk lager zijn dan deze schattingen aangeven.

*Vraag 2:*

*Bij welk gehalte aan PAKs zou het gezondheidsrisico verwaarloosbaar zijn?*

*Antwoord:*

Zie beantwoording vraag 3.

*Vraag 3:*

*Is de toekomstige limietwaarde (1 mg/kg voor algemene producten, 0,5 mg/kg voor speelgoed) adequaat om risico's te minimaliseren?*

*Antwoord:*

Voor de uitgewerkte worst case-blootstelling geldt dat de berekende MoE lager is dan de minimumwaarde van 10000. Dit betekent dat in dit scenario bij de voorgestelde productlimieten het niveau dat bij levenslange blootstelling als nog acceptabel wordt beschouwd ( $BMDL_{10}/10000$ ) wordt overschreden. Schatting van het extra kankerrisico per leven bij de voorgenomen productlimieten komt voor datzelfde worst-case blootstellingsscenario uit rond het verwaarloosbare niveau van 1 op miljoen. M.b.t. de vraag of de limieten adequaat zijn om risico's te minimaliseren is het belangrijk erop te wijzen dat bij minder intensief contact met de tegels



(zoals in de praktijk vaak het geval zal zijn) het risico nog lager zal zijn dan de berekende worst case-niveaus.

## Referenties

BAuA (2010) Annex XV restriction report proposal for a restriction for benzo[a]pyrene, benzo[e]pyrene, benzo[a]anthracene, dibenzo[a,h]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, chrysene.  
[http://www.bfr.bund.de/cm/349/pak\\_annex\\_XV\\_restriction\\_report\\_proposal\\_for\\_a\\_restriction.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/349/pak_annex_XV_restriction_report_proposal_for_a_restriction.pdf)

Bremmer HJ et al (2006) General Fact Sheet Limiting conditions and reliability, ventilation, room size, body surface area. Updated version for ConsExpo 4. RIVM report 320104002/2006.

Bremmer & van Veen (2002) Children's Toys fact sheet. To assess the risks for the consumer. RIVM report 612810012/2002.

Danish EPA (2005) Emissions and evaluation of health effects of PAH's and aromatic mines from tyres. Survey of Chemical Substances in Consumer Products, No. 54.

EFSA (2004) Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to A Harmonised Approach for Risk Assessment of Substances Which are both Genotoxic and Carcinogenic. The EFSA Journal (2005) 282, 1-31.  
<http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/282.pdf>

EFSA (2008) Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. The EFSA Journal (2008) 724, 1-114. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/724.htm>

Kim H-H et al. (2012) Health Risk Assessment for Artificial Turf Playgrounds in School Athletic Facilities: Multi-route Exposure Estimation for Use Patterns. Asian Journal of Atmospheric Environment Vol. 6-3, pp.206-221, September 2012.

Llompart M et al. (2013) Hazardous organic chemicals in rubber recycled tire playgrounds and pavers. *Chemosphere* **90**, 423-431.

Menichini E et al. (2011) Artificial-turf playing fields: Contents of metals, PAHs, PCBs, PCDDs and PCDFs, inhalation exposure to PAHs and related preliminary risk assessment. *Science of the Total Environment* **409**, 4950-4957.



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

NIPH/RL (2006) Artificial turf pitches – An assessment of the health risks for football players. Norwegian Institute of Public Health and the Radium Hospital, Oslo, January 2006.

OEHHA (2007) Contractor's Report to the Board Evaluation of Health Effects of Recycled Waste Tires in Playground and Track Products. OEHHA - Integrated Waste Management Board.

RIVM (2006) Rubbergranulaat als instrooi materiaal in kunstgrasvelden. Brief aan Ministerie van VROM d.d. 23 juni 2006. Kenmerk 060950/06 SEC AB/mvm. Behandeld door Ir. A.H.R. Boersma, RIVM Stoffen Expertise Centrum (SEC).

Rusina et al. (2010) Diffusion coefficients of polychlorinated biphenyls and polycyclic aromatic hydrocarbons in polydimethylsiloxane and low-density polyethylene polymers. *Journal of Applied Polymer Science* 116 (nr. 3), 1803–1810.



## Bijlage 1. ConsExpo output

### ConsExpo 4.1 report

PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\BaP\_diff.Ce4  
Report date: 7-10-2013

#### Product

rubber tiles

#### Compound

Compound name :	Benzo(a)pyrene	
CAS number :	50-32-8	
molecular weight	253	g/mol
vapour pressure	7,32E-7	Pascal
KOW	6,13	10Log

#### General Exposure Data

exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram

#### Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion

weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m <sup>2</sup>
diffusion coefficient	3,6E-7	m <sup>2</sup> /hr
layer thickness	2,5	centimeter
release duration	2	hour
dislodgeable amount	161	mg/m <sup>2</sup>

#### Uptake model: fraction

uptake fraction	0,2	fraction
-----------------	-----	----------

#### Oral model: Oral exposure to product : constant rate

weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	0,000767	mg/min
exposure time	120	minute

#### Uptake model: Fraction

uptake fraction	0,5	fraction
-----------------	-----	----------

### Output

#### Dermal : point estimates

dermal load :	0,000736	mg/cm <sup>2</sup>
dermal external dose :	0,108	mg/kg





dermal acute (internal) dose :	0,0217	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,0108	mg/kg/day

**Oral : point estimates**

oral external dose :	0,00934	mg/kg
oral acute (internal) dose :	0,00467	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	0,00233	mg/kg/day

**Integrated (point estimates)**

total external dose:	0,118	mg/kg
total acute dose (internal):	0,0263	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,0131	mg/kg/day

**ConsExpo 4.1 report**

\\PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\chrysene\_diff.Ce4  
Report date: 7-10-2013

**Product**

rubber tiles

**Compound**

Compound name :	Chrysene	
CAS number :	218-01-9	
molecular weight	228	g/mol
vapour pressure	8,31E-7	Pascal
KOW	5,73	10Log

**General Exposure Data**

exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram

**Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion**

weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m2
diffusion coefficient	3,6E-7	m2/hr
layer thickness	2,5	centimeter
release duration	2	hour
dislodgeable amount	213	mg/m2

**Uptake model: fraction**

uptake fraction	0,2	fraction
-----------------	-----	----------

**Oral model: Oral exposure to product : constant rate**

weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	0,00101	mg/min
exposure time	120	minute



**Uptake model: Fraction**

uptake fraction	0,5	fraction
-----------------	-----	----------

**Output**

**Dermal : point estimates**

dermal load :	0,000971	mg/cm <sup>2</sup>
dermal external dose :	0,143	mg/kg
dermal acute (internal) dose :	0,0286	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,0143	mg/kg/day

**Oral : point estimates**

oral external dose :	0,0123	mg/kg
oral acute (internal) dose :	0,00615	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	0,00307	mg/kg/day

**Integrated (point estimates)**

total external dose:	0,155	mg/kg
total acute dose (internal):	0,0348	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,0173	mg/kg/day

**ConsExpo 4.1 report**

PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\B(a)A\_diff.Ce4  
Report date: 7-10-2013

**Product**

rubber tiles

**Compound**

Compound name :	Benzo(a)anthracene	
CAS number :	56-55-3	
molecular weight	228	g/mol
vapour pressure	6,67E-7	Pascal
KOW	5,79	10Log

**General Exposure Data**

exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram

**Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion**

weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m <sup>2</sup>
diffusion coefficient	3,6E-7	m <sup>2</sup> /hr
layer thickness	2,5	centimeter



release duration	2	hour
dislodgeable amount	194	mg/m2

**Uptake model: fraction**

uptake fraction	0,2	fraction
-----------------	-----	----------

**Oral model: Oral exposure to product : constant rate**

weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	0,000921	mg/min
exposure time	120	minute

**Uptake model: Fraction**

uptake fraction	0,5	fraction
-----------------	-----	----------

**Output**

**Dermal : point estimates**

dermal load :	0,000884	mg/cm2
dermal external dose :	0,13	mg/kg
dermal acute (internal) dose :	0,026	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,013	mg/kg/day

**Oral : point estimates**

oral external dose :	0,0112	mg/kg
oral acute (internal) dose :	0,00561	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	0,0028	mg/kg/day

**Integrated (point estimates)**

total external dose:	0,141	mg/kg
total acute dose (internal):	0,0316	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,0158	mg/kg/day

**ConsExpo 4.1 report**

PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\B(b)FI\_diff.Ce4  
Report date: 7-10-2013

**Product**

rubber tiles

**Compound**

Compound name :	Benzo(b)fluoranthene	
CAS number :	205-99-2	
molecular weight	252	g/mol
vapour pressure	6,67E-5	Pascal



KOW	6,6	10Log
<b><u>General Exposure Data</u></b>		
exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram
<b><u>Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion</u></b>		
weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m <sup>2</sup>
diffusion coefficient	3,6E-7	m <sup>2</sup> /hr
layer thickness	2,5	centimeter
release duration	2	hour
dislodgeable amount	230	mg/m <sup>2</sup>
<b><u>Uptake model: fraction</u></b>		
uptake fraction	0,2	fraction
<b><u>Oral model: Oral exposure to product : constant rate</u></b>		
weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	0,00109	mg/min
exposure time	120	minute
<b><u>Uptake model: Fraction</u></b>		
uptake fraction	0,5	fraction
<b><u>Output</u></b>		
<b><u>Dermal : point estimates</u></b>		
dermal load :	0,00105	mg/cm <sup>2</sup>
dermal external dose :	0,155	mg/kg
dermal acute (internal) dose :	0,031	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,0154	mg/kg/day
<b><u>Oral : point estimates</u></b>		
oral external dose :	0,0133	mg/kg
oral acute (internal) dose :	0,00664	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	0,00331	mg/kg/day
<b><u>Integrated (point estimates)</u></b>		
total external dose:	0,168	mg/kg
total acute dose (internal):	0,0376	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,0187	mg/kg/day

## **ConsExpo 4.1 report**

PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\B(a)P\_1mgkg.Ce4 (dus totaal 4 mg/kg)



Report date: 7-10-2013

**Product**

rubber tiles

**General Exposure Data**

exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram

**Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion**

weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m2
diffusion coefficient	3,6E-7	m2/hr
layer thickness	2,5	centimeter
release duration	2	hour
dislodgeable amount	1,6	mg/m2

**Uptake model: fraction**

uptake fraction	0,2	fraction
-----------------	-----	----------

**Oral model: Oral exposure to product : constant rate**

weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	3,04E-5	mg/min
exposure time	120	minute

**Uptake model: Fraction**

uptake fraction	0,5	fraction
-----------------	-----	----------

**Output**

**Dermal : point estimates**

dermal load :	2,92E-5	mg/cm2
dermal external dose :	0,0043	mg/kg
dermal acute (internal) dose :	0,00086	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,000429	mg/kg/day

**Oral : point estimates**

oral external dose :	0,00037	mg/kg
oral acute (internal) dose :	0,000185	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	9,23E-5	mg/kg/day

**Integrated (point estimates)**

total external dose:	0,00467	mg/kg
total acute dose (internal):	0,00105	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,000521	mg/kg/day



## ConsExpo 4.1 report

PAKs\_rubberentegels\PAKs ad hoc\B(a)P\_0.5mgkg.Ce4 (dus totaal 2 mg/kg)  
Report date: 7-10-2013

### Product

rubber tiles

### General Exposure Data

exposure frequency	182	1/year
body weight	9,85	kilogram

### Dermal model: Direct dermal contact with product : diffusion

weight fraction compound	1	fraction
exposed area	0,145	m <sup>2</sup>
diffusion coefficient	3,6E-7	m <sup>2</sup> /hr
layer thickness	2,5	centimeter
release duration	2	hour
dislodgeable amount	0,8	mg/m <sup>2</sup>

### Uptake model: fraction

uptake fraction	0,2	fraction
-----------------	-----	----------

### Oral model: Oral exposure to product : constant rate

weight fraction compound	1	fraction
ingestion rate	1,52E-5	mg/min
exposure time	120	minute

### Uptake model: Fraction

uptake fraction	0,5	fraction
-----------------	-----	----------

## Output

### Dermal : point estimates

dermal load :	1,46E-5	mg/cm <sup>2</sup>
dermal external dose :	0,00215	mg/kg
dermal acute (internal) dose :	0,00043	mg/kg
dermal chronic (internal) dose :	0,000214	mg/kg/day

### Oral : point estimates

oral external dose :	0,000185	mg/kg
oral acute (internal) dose :	9,26E-5	mg/kg
oral chronic (internal) dose :	4,61E-5	mg/kg/day



Rijksinstituut voor Volksgezondheid  
en Milieu  
*Ministerie van Volksgezondheid,  
Welzijn en Sport*

**Integrated (point estimates)**

total external dose:	0,00234	mg/kg
total acute dose (internal):	0,000523	mg/kg
total chronic dose (internal):	0,00026	mg/kg/day