



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

Uitdamping van stoffen uit kunstgras met rubbergranulaat tijdens een zeer hete dag

Indicatieve metingen

RIVM Briefrapport 2019-0041
W.I. Hagens | W. ter Burg | A.L.N. van Esburg



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

Uitdamping van stoffen uit kunstgras met rubbergranulaat tijdens een zeer hete dag

Indicatieve metingen

RIVM Briefrapport 2019-0041

W.I. Hagens | W. ter Burg | A.L.N. van Esburg

Colofon

© RIVM 2019

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2019-0041

W.I. Hagens (auteur), RIVM
W. ter Burg (auteur), RIVM
A.L.N. van Esburg (auteur), RIVM

Contact:
centrum Gezondheid en Milieu
cGM@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het GGD Programmacollege Gezondheid en Milieu en is gefinancierd door het ministerie van VWS in het kader van Ondersteuning GGD'en V/200117/19/TB

Dit is een uitgave van:
**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**
Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
Nederland
www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Uitdamping van stoffen uit kunstgras met rubbergranulaat tijdens een zeer hete dag

Indicatieve metingen

Ook bij zeer hoge temperaturen komen nauwelijks chemische stoffen vrij uit een kunstgrasveld met rubbergranulaat. De concentraties van de aangetroffen stoffen (vluchtige organische stoffen, aldehyden en PAKs) zijn zo laag dat ze naar verwachting geen gezondheidsrisico's veroorzaken. Dat blijkt uit een indicatieve studie van het RIVM waarvoor op een uitzonderlijke warme dag (37 graden Celsius) metingen zijn gedaan op een kunstgrasveld. De temperatuur van rubbergranulaat liep hierbij op tot 70 graden Celsius.

Van één stof, formaldehyde, is de hoogst aangetroffen concentratie iets hoger dan de Nederlandse norm voor levenslange blootstelling. Het is niet uit te sluiten dat personen die daar gevoelig voor zijn lichte irritatieklachten kunnen ervaren. De kans hierop is echter klein en eventuele klachten zullen van korte duur zijn en verdwijnen zodra de blootstelling is beëindigd.

Verder kunnen mensen een bepaalde geur hebben waargenomen, veroorzaakt door zogeheten cresolen. Deze stoffen kunnen namelijk al bij hele lage concentraties geroken worden. In algemene zin kan geur hinder veroorzaken, waaronder misselijkheid, zonder dat het schadelijk is voor de gezondheid. Als de geur verdwenen is, nemen deze klachten snel af.

Deze indicatieve studie is uitgevoerd in opdracht van de GGD. Ouders van jonge sporters vroegen zich af of de conclusies van de RIVM studie uit 2016 nog gelden nu het opgewarmde rubbergranulaat warmer was (tot 70 graden Celsius) dan de temperatuur die toen was aangehouden (60 graden Celsius).

Kernwoorden: rubbergranulaat, uitdamping, hitte

Synopsis

Evaporation of substances from a synthetic turf field with rubber granulate during a very hot day

Indicative measurements

RIVM investigated the release of chemical substances from a synthetic turf field during an exceptionally hot day (37 degrees Celsius). In this indicative study, hardly any chemicals were released from the rubber granulate, even when it reached very high temperatures (70 degrees Celsius). The concentrations of the substances found (volatile organic compounds, aldehydes and PAH) were so low that they are not expected to pose any risks to health.

The highest concentration of one substance, formaldehyde, was found to be slightly higher than the Dutch limit value for lifelong exposure. We cannot rule out the possibility that people who are sensitive to formaldehyde may experience slight irritation of the eyes, nose or throat at these concentrations. However, the chance of this happening is limited and any complaints will be of short duration and will disappear once the exposure has stopped.

Furthermore, at these temperatures people may notice a certain odor caused by so-called cresols. These substances can already be smelled at very low concentrations. In general, odor can cause discomfort, including nausea, without causing harm to health. When the odor disappears, the symptoms quickly decrease.

This indicative study was commissioned by the municipal public health service (GGD). Parents of young athletes wondered whether the conclusions of the RIVM 2016 study were still valid, since the rubber granulate was warmer (up to 70 degrees Celsius) than the maximum temperature tested during the previous study (60 degrees Celsius).

Keywords: rubber granulate, evaporation, heat

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave — 7

1	Aanleiding — 9
1.1	Wat heeft het RIVM in 2016 onderzocht? — 9
1.2	Uitdampingsexperimenten bij 60°C — 9
1.3	Rubbergranulaat wordt warmer dan 60°C — 10
1.4	Vraag van de GGD — 10
2	Uitvoering — 11
2.1	Selectie van een warme dag — 11
2.2	Stoffen in rubbergranulaat — 11
2.3	Monsternamelocaties — 11
2.4	Meet en analysemethoden — 12
2.5	Indicatieve metingen — 13
3	Resultaten — 15
3.1	Meteorologische informatie van 26 juli 2018 — 15
3.2	Temperatuur van het veld — 16
3.3	Vluchtige Organische Stoffen en aldehyden — 16
3.4	Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs) — 18
4	Risicobeoordeling: toxicologische duiding van de resultaten — 19
4.1	VOC en aldehyden — 19
4.1.1	Formaldehyde — 19
4.1.2	2-ethyl-1-hexanol en de cresolen — 20
4.1.3	Overige VOC en aldehyden — 20
4.1.4	Conclusie risicobeoordeling van VOC en aldehyden — 20
4.2	PAKs — 20
4.2.1	Naftaleen — 21
4.2.2	Conclusies risicobeoordeling PAKs — 22
4.3	Headspace analyse versus metingen op veld — 22
4.3.1	Stoffen wel in de headspace analyse en niet bij veldmetingen — 22
4.3.2	Stoffen niet in de headspace analyse en wel bij veldmetingen — 22
4.4	Geurdrempels — 22
4.4.1	Conclusies over geur — 23
5	Conclusies — 25
6	Referenties — 27

1 Aanleiding

Eind 2016 heeft het RIVM geconcludeerd dat het risico voor de gezondheid van sporten op kunstgrasvelden die zijn ingestrooid met rubbergranulaat, praktisch verwaarloosbaar is (RIVM, 2016). Enkele maanden later komt het European Chemicals Agency op basis van haar onderzoek tot een vergelijkbare conclusie (ECHA, 2017). Aanleiding voor het RIVM onderzoek was de maatschappelijke bezorgdheid die ontstond na de televisie-uitzending van Zembla 'Gevaarlijk spel' in oktober 2016.

1.1 Wat heeft het RIVM in 2016 onderzocht?

Het RIVM heeft rubbergranulaat van 100 sportvelden die representatief zijn voor de kunstgrasvelden in Nederland onderzocht. Daarnaast zijn drie soorten laboratoriumproeven uitgevoerd om te onderzoeken welke stoffen uit de korrels vrijkomen als de sporter ermee in aanraking komt. Met deze zogeheten migratiestudies is uitgezocht in welke mate stoffen via de huid, via het spijsverteringskanaal of via de longen in het lichaam terecht kunnen komen. Vervolgens is berekend in hoeverre mensen aan deze vrijgekomen stoffen blootstaan en wat dat betekent voor de gezondheid. Verder is de beschikbare informatie in de wetenschappelijke literatuur bestudeerd over de stoffen in rubbergranulaat, de eigenschappen en de gezondheidseffecten ervan (RIVM, 2016).

1.2 Uitdampingsexperimenten bij 60 °C

In het algemeen heeft de temperatuur invloed op de uitdamping van stoffen uit materialen, waarbij gesteld kan worden dat bij hogere (zomerse) temperaturen de vluchtige stoffen makkelijker zullen uitdampen dan bij normale temperaturen. Het RIVM-onderzoek van 2016 is uitgevoerd in het najaar. Op dat moment was het niet mogelijk om op het kunstgrasveld met rubbergranulaat bemonstering uit te voeren bij warme weersomstandigheden. Daarom zijn toen enkele aannames gemaakt om de uitdamping van stoffen uit rubbergranulaat tijdens een zomerse dag in een laboratorium na te bootsen. Als 'worst case scenario' werd ervan uitgegaan dat op een warme zomerdag (tenminste 25 °C met veel instraling van direct zonlicht) de temperatuur van (zwart) rubbergranulaat niet verder zou oplopen dan (maximaal) 60 °C.

In 2016 is bij de uitdampingsexperimenten (headspace analyse) een glazen literfles gevuld met 3 cm rubbergranulaat (zo'n laagdikte is typisch voor toepassing van rubbergranulaat op kunstgrasvelden). De fles met rubbergranulaat is vervolgens enkele uren verwarmd tot 60 °C. Vervolgens werd de lucht (met de opgehoopte uitgedampte stoffen) uit de fles bemonsterd en geanalyseerd met behulp van GC-MS (een gecombineerde gas chromatografie - massa spectrometrie analyse). De resultaten zijn vervolgens gebruikt in een verspreidingsmodel (NUMDIF) om de luchtconcentratie op één meter hoogte boven het veld te bepalen (RIVM rapport 2017).

1.3 Rubbergranulaat wordt warmer dan 60° C

Tijdens enkele warme dagen in 2018 hebben ouders van jonge sporters met een digitale richt-thermometer metingen gedaan van de temperatuur van rubbergranulaat op verschillende velden. Uit de metingen van deze ouders bleek dat bij zomerse omstandigheden de temperatuur van het zwarte rubbergranulaat tot boven de 70°C kan uitkomen. Dit is warmer dan de worst-case condities van het RIVM onderzoek uit 2016. Naar aanleiding hiervan heeft de GGD verschillende vragen gekregen over de implicaties van deze hogere temperatuur in relatie tot de conclusies van het RIVM rapport van 2016.

1.4 Vraag van de GGD

De GGD heeft daarop het RIVM gevraagd om een meting uit te voeren naar de uitdamping van chemische stoffen uit een kunstgrasveld met rubbergranulaat tijdens een zomerse dag waarbij de temperatuur van het rubbergranulaat hoog oploopt.

Het centrum Gezondheid en Milieu (cGM) van het RIVM ondersteunt de GGD'en bij het uitvoeren van hun taken op het gebied van o.a. Medische Milieukunde. Het ministerie van VWS is de opdrachtgever voor het cGM. Het cGM kan gebruik maken van de experts van het RIVM om een antwoord te bieden op de kennisvragen. Deze vraag van de GGD over uitdamping van stoffen uit rubbergranulaat bij hoge omgevingstemperaturen is met medewerking van de Milieuongevallendienst (MOD) van het RIVM beantwoord.

2 Uitvoering

2.1 Selectie van een warme dag

Het RIVM heeft in de zomerperiode veelvuldig contact met het KNMI over de zomerse weersomstandigheden in verband met de werkzaamheden rondom het Nationaal Hitteplan van het RIVM. Hierdoor ontstond de mogelijkheid om de bemonstering van de velden te laten plaatsvinden op een dag dat er uitzonderlijk hoge temperaturen ($>30^{\circ}\text{C}$) door het KNMI voorspeld werden. Uiteindelijk bleek donderdag 26 juli 2018 een geschikte dag voor bemonstering aangezien er voor die dag tropische temperaturen van (lokaal) $35\text{-}37^{\circ}\text{C}$ werden voorspeld.

2.2 Stoffen in rubbergranulaat

Rubber in autobanden bestaat naast een combinatie van synthetisch rubber en natuurrubber uit diverse stoffen die het rubber de gewenste eigenschappen geven. Het gaat onder andere om vulstoffen (zoals roet en silica), weekmakers (zoals minerale oliën), stoffen voor het vulkanisatieproces van rubber (zoals zwavel, zinkoxide en benzothiazolen) en antidegradanten die het rubber beter bestand maken tegen zuurstof, ozon en hoge temperaturen. Naast stoffen die tijdens de fabricage van autobanden bewust worden toegevoegd, zitten er ook verontreinigingen in het rubber en de hulpstoffen. Daarnaast worden er stoffen gevormd tijdens het productieproces. Al met al komt er een groot aantal stoffen voor in rubber(granulaat) (RIVM, 2016).

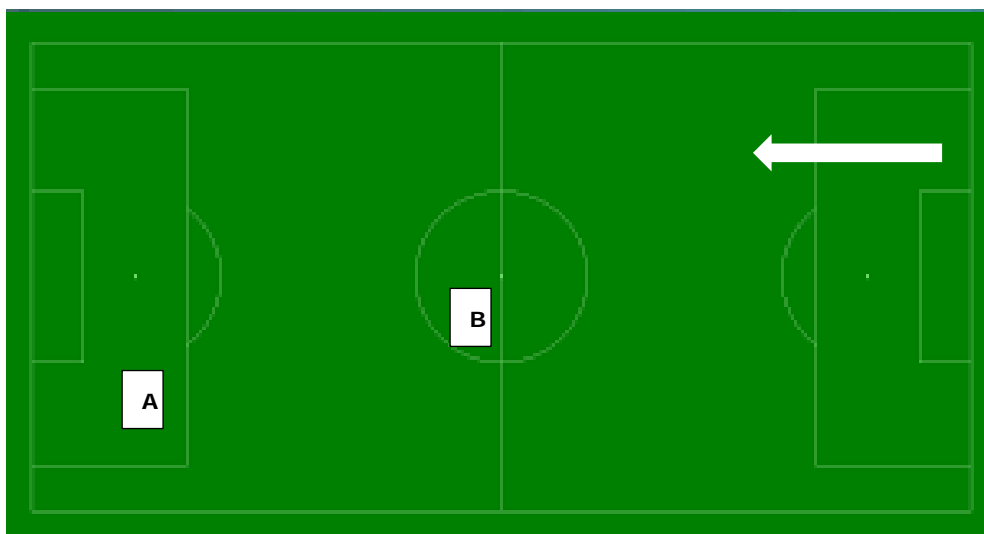
Het RIVM onderzoek in 2016 heeft verschillende PAKs en vluchtige organische stoffen (in het Engels: *volatile organic compounds*; VOC) en aldehyden onderzocht. Deze groepen van stoffen zijn, op basis van hun stoffeigenschappen, de meest voor de hand liggende stoffen die mogelijk kunnen uitdampen en zijn daarom ook in deze uitdampingsstudie onderzocht.

2.3 Monsternamelocaties

De metingen zijn verricht op een kunstgrasveld uit 2013 in de gemeente Molenwaard (Provincie Zuid-Holland). Het kunstgrasveld is onderdeel van een sportcomplex waar ook normale grasvelden aanwezig zijn. Op het kunstgrasveld zijn op twee locaties (A en B) identieke meetopstellingen gemaakt (Figuur 2.1). Elke meetopstelling is uitgevoerd op 30 cm en 150 cm. Op elke hoogte (30 en 150 cm) zijn PAK, VOC en aldehyden geanalyseerd. Ook op het normale grasveld van het sportcomplex in Molenwaard zijn metingen uitgevoerd (locatie C). De ligging van het grasveld was bovenwinds vergeleken met het kunstgrasveld. In tabel 3.2 is een overzicht gegeven van de locaties van de meetopstellingen en de metingen.

Tabel 2.1 Overzicht meetlocaties en metingen

Meetlocatie	Meetpositie	Metingen
A (16 meter gebied)	30 cm	PAK, VOC, aldehyden
A (16 meter gebied)	150 cm	PAK, VOC, aldehyden
B (middenstip)	30 cm	PAK, VOC, aldehyden
B (middenstip)	150 cm	PAK, VOC, aldehyden
C (bovenwinds)	30 cm	PAK, VOC, aldehyden
C (bovenwinds)	150 cm	PAK, VOC, aldehyden ¹



Figuur 2.1: De meetlocaties A en B zijn schematisch weergegeven. Locatie C is gelegen op het grasveld van het sportcomplex, met een bovenwindse ligging t.o.v. het rubbergranulaatveld. De pijl geeft de windrichting aan.

2.4 Meet en analysemethoden

In Tabel 2.2 is een overzicht gegeven van de gebruikte meet en analysemethoden.

Tabel 2.2: Overzicht van de gebruikte meet en analysemethoden.

Meting	Meetduur	Meetmethode	Analysemethode
Temperatuur	direct	Infra-rood	Direct afleesbaar.
PAK	180 minuten	Filtratie + absorptie	GC-MS + isotoopverduunning
VOC	180 minuten	Passief d.m.v. canister	GC-MS
VOC	180 minuten	Absorptie	GC-MS
Aldehyden	180 minuten	Absorptie	GC-MS

- De temperatuurmetingen zijn uitgevoerd met hand-help infrarood temperatuurmeters van het merk Testo (type 830-T1)
- De PAK meting is uitgevoerd door, per locatie, een bekend luchtvolume actief aan te zuigen via een filter en een XAD-2

¹ De VOC en aldehyde-metingen op locatie C 150cm zijn niet uitgevoerd. Ook bleek op die locatie dat de canister voor VOC niet bruikbaar was. Canisters worden altijd na gebruik zorgvuldig schoongemaakt, waarna ze weer te gebruiken zijn voor nieuwe bemonsteringen. Bij deze canister was de schoonmaak niet (goed) uitgevoerd waardoor de meting niet mogelijk was. De PAK meting op deze locatie is wel uitgevoerd.

absorptiebuis specifiek voor PAK. Het filter en de buis zijn geanalyseerd door TNO-Utrecht.

- Vluchtige Organische Componenten (VOC) zijn per locatie passief bemonsterd door middel van een canister. De canister is vooraf op onderdruk gebracht en door middel van een restrictor in ca. 2 uur gevuld. De canister is daarna geanalyseerd door het laboratorium van het RIVM.
- Aldehyden zijn gecombineerd met VOC per locatie bemonsterd door een bekend luchtvolume af te zuigen via een carboxen absorptiebuis specifiek voor aldehyden en VOC. De carboxen buis is geanalyseerd door het laboratorium van het RIVM.

Gedurende de metingen is door middel van infrarood temperatuurmeters de temperatuur gemeten van het oppervlak van het kunstgrasveld en het normale grasveld. Hierbij is gedurende de meetduur (ca. 3 uur) elk uur op ca. 30 locaties verdeeld over het veld de temperatuur gemeten.

2.5 Indicatieve metingen

Omdat er enkel op 1 kunstgrasveld gemeten is met beperkte monsternamen-middelen heeft dit onderzoek een indicatief karakter. Uitkomsten en conclusies hebben enkel betrekking op de meetlocatie zelf. Extrapolatie van deze gegevens naar andere locaties en andere ondergronden is niet mogelijk.

Monsternamen is mede mogelijk gemaakt door de medewerking van de Milieuongevallendienst (MOD) van het RIVM (RIVM, 2019). De meetstrategie van de MOD is erop gericht om met beperkte middelen en tijd de blootstelling van betrokkenen en de milieubelasting zo goed mogelijk in kaart te brengen. Zo kan een eerste inschatting worden gemaakt van de mogelijke gezondheidsrisico's voor de bevolking. De MOD kan indicatief een breed scala aan verschillende stoffen analyseren.

3 Resultaten

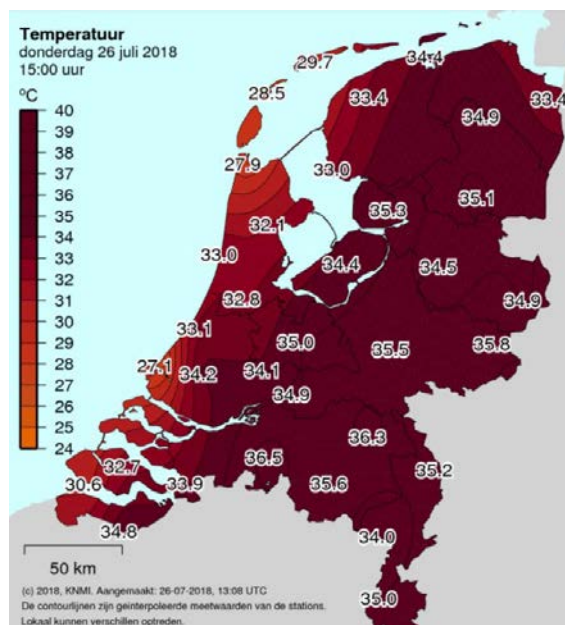
3.1 Meteorologische informatie van 26 juli 2018

De metingen zijn uitgevoerd in de gemeente Molenwaard (Zuid Holland) tijdens een uitzonderlijke warme dag. Onderstaande meteorologische informatie is afkomstig van het KNMI, meetstation De Bilt. Ook zijn de gegevens van het KNMI meetstation Gilze-Rijen weergegeven omdat dit meetstation het dichtst bij de monsternamelocatie ligt (Tabel 3.1). Het KNMI had voor 26 juli 2018 "code oranje"² voor hitte afgekondigd. Het was voor het KNMI de eerste keer in haar geschiedenis dat voor hitte deze "code oranje" werd afgegeven (KNMI, 2018). Een windsnelheid van 2,5 m/s valt (ruim) binnen de normering voor windkracht 2 "zwakke wind" op de Beaufort schaalverdeling (windkracht 2 loopt van 1,6 m/s tot 3.3 m/s) (KNMI, 2019).

Tabel 3.1: Overzicht meteorologische informatie De Bilt en Gilze-Rijen

Meteodata	De Bilt	Gilze-Rijen
Gemiddelde temperatuur [°C]	27,7	27,7
Maximum temperatuur [°C]	35,7	37,6
Relatieve luchtvochtigheid [%]	53	50
Gemiddelde windsnelheid [m/s]	2,4	2,5
Gemiddelde luchtdruk [hPa]	1014,1	1013,8

Figuur 3.1 laat een overzicht zien van geïnterpoleerde temperatuurwaarden van KNMI stations om 15:00 op 26 juli 2018 in Nederland.



Figuur 3.1: Overzicht van geïnterpoleerde temperatuurwaarden van KNMI stations om 15:00 op 26 juli 2018 (screenshot van app Weer&Zo).

² Code oranje: Wees voorbereid Er is grote kans op gevaarlijk of extreem weer waarbij de impact groot is en er kans is op schade, letsel of veel overlast. Dit kan heel lokaal zijn. Code oranje kan 24 uur van tevoren worden afgegeven als de kans op extreem weer 60 procent of meer is.

3.2 Temperatuur van het veld

De temperatuur van het kunstgrasveld is op verschillende tijdstippen op verschillende locaties gemeten gedurende de metingen (13:30 – 16:30 uur). In tabel 3.2 wordt een overzicht gegeven van de minimum, de maximum en de gemiddelde temperatuur van de in totaal 90 waarnemingen per kunstgrasveld en grasveld (zie figuur 3.2 voor weergave van 1 enkele meting).



Figuur 3.2: Weergave van 1 temperatuurmeting op het kunstgrasveld.

Tabel 3.2 Overzicht temperatuurgegevens kunstgrasveld en grasveld

Parameter	Kunstgrasveld	Grasveld
Minimum temperatuur [°C]	58	35
Maximum temperatuur [°C]	69	47
Gemiddelde temperatuur [°C]*	62	42

* Gemiddelde temperatuur over 90 waarnemingen, verdeeld over 3 uur

3.3 Vluchtige Organische Stoffen en aldehyden

De vluchtige organische stoffen zijn zowel met canisters als met absorptie bemonsterd. Deze twee methoden worden hieronder apart gerapporteerd.

In tabel 3.3 worden de resultaten van de VOC metingen (door middel van canister) gegeven. Alleen de stoffen met een concentratie die hoger is dan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ worden gerapporteerd. Deze onderste rapportagegrens is zo gekozen dat er een duidelijk onderscheid kan worden gemaakt in het analysespectrum tussen ruis en een gedetecteerde stof. Indien een stof niet gevonden is, wordt een niet aantoonbaar (n.a.) gerapporteerd.

Tabel 3.3: Overzicht VOC metingen canisters

Parameter	A 30 [µg/m ³]	A 150 [µg/m ³]	B 30 [µg/m ³]	B 150 [µg/m ³]	C 30 [µg/m ³]
Meettijden	13:34 – 15:30	13:35 – 15:31	13:39 – 15:32	13:39 – 15:32	13:45 – 15:40
2,2,4-trimethylpentane	<10	12	<10	19	<10.
2,4-dimethylhexane	<10	<10	<10	12	<10
2,3,4-trimethylpentane	<10	24	<10	n.a.	n.a.
2,3-dimethylhexane	n.a.	n.a.	n.a.	45	<10
3-ethyl-2-methylpentane	<10	17	<10	33	n.a.
2-ethyl-1-hexanol	n.a.	n.a.	11	n.a.	n.a.
nonanal	<10	<10	65	56	<10
3- or 4-methylfenol	n.a.	n.a.	12	<10	<10
2,4-dimethylfenol	n.a.	n.a.	19	n.a.	n.a.
decanal	<10	<10	11	23	<10

<10: De stof is wel aangetoond, maar de concentratie is lager dan 10µg/m³. Onder de 10 µg/ m³ is verdere kwantificering met deze analysemethode niet mogelijk.

n.a.: Niet aantoonbaar. De stof is niet aangetoond met de analyse.

In tabel 3.4 worden de resultaten van de gecombineerde VOC-aldehyden metingen gepresenteerd.

Tabel 3.4: Overzicht VOC-aldehyden metingen met carboxen absorptiebuizen.

Parameter	A 30 [µg/m ³]	A 150 [µg/m ³]	B 30 [µg/m ³]	B 150 [µg/m ³]	C 30 [µg/m ³]
Meettijden	13:34 – 16:40	13:35 – 16:42	13:37 – 16:43	13:39 – 16:44	13:45 – 16:50
Afgezogen volume	186 [L]	187 [L]	186 [L]	185 [L]	175 [L]
Formaldehyde	7	5	7	11	n.a.
Overige VOC	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Overige aldehyden	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a.: Niet aantoonbaar. De stof is niet aangetoond met de analyse

3.4 Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAKs)

De XAD-2 absorptiebuizen specifiek voor PAKs zijn door TNO geanalyseerd. De resultaten van deze analyse zijn in tabel 3.5 weergegeven.

Tabel 3.5: Overzicht PAK metingen

Parameter	A 30 [ng/m ³]	A 150 [ng/m ³]	B 30 [ng/m ³]	B 150 [ng/m ³]	C 30 [ng/m ³]	C 150 [ng/m ³]
Afgezogen volume	179 [L]	179 [L]	117 [L]	182 [L]	175 [L]	175 [L]
naftaleen	390	310	440	330	n.a.	140
acenaftyleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
acenaftien	32	28	45	30	n.a.	16
fluoreen	70	43	132	85	n.a.	n.a.
fenantreen	120	93	320	230	n.a.	27
antraceen	n.a.	n.a.	11	n.a.	n.a.	n.a.
fluoranteen	n.a.	n.a.	13	9	n.a.	n.a.
pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[c]fluoreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
cyclopenta[cd]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[a]antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
chryseen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
5-methylchryseen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[b]fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[k]fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[i]fluoranteen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[e]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[a]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
indeno[1,2,3-cd]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
dibenzo[a,h]antraceen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
benzo[g,h,i]peryleen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
dibenzo[al]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
dibenzo[ae]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
dibenzo[ai]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
dibenzo[ah]pyreen	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a.: Niet aantoonbaar. De stof is niet aangetoond met de analyse.

4 Risicobeoordeling: toxicologische duiding van de resultaten

4.1 VOC en aldehyden

Uit analyse van de luchtmonsters blijkt dat enkele alifatische koolwaterstoffen, cresolen (methylfenol en dimethylfenol) en drie aldehyden (formaldehyde, nonanal en decanal) worden gedetecteerd in tenminste één van de luchtmonsters van boven het kunstgrasveld. Met uitzondering van formaldehyde staan de aangetoonde stoffen niet vermeld in de lijst van zeer zorgwekkende stoffen (ZZS-lijst) en het betreffen ook geen stoffen die geclassificeerd zijn voor carcinogene, mutagene of reproductie toxische eigenschappen (CMR-stoffen). Van de aangetoonde stoffen zijn alleen luchtnormen beschikbaar voor 2-ethyl-1-hexanol, de cresolen (beoordeeld als groep) en voor formaldehyde, in de gangbare databases (risico's van stoffen website, ITER database, SER-database).

4.1.1 Formaldehyde

Boven het kunstgrasveld is formaldehyde gemeten, waarbij de maximale waarde uitkomt op $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (locatie B op 150 cm). Op het grasveld (locatie C op 30 cm) is geen formaldehyde gemeten. Voor de risicobeoordeling van formaldehyde wordt het Maximaal Toelaatbaar Risico (MTR) van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ genomen als uitgangspunt. Het MTR is een jaargemiddelde waarde, afgeleid voor een levenslange blootstelling. Het MTR is gebaseerd op het eindpunt irritatie aan ogen, neus en keel. Formaldehyde is een kankerverwekkende stof. De Gezondheidsraad concludeerde dat de kankerverwekkende werking van formaldehyde alleen tot uiting komt wanneer de luchtconcentraties dusdanig hoog zijn dat er weefselschade optreedt in de neus en neusholtes (Gezondheidsraad, 2003). Het MTR is afgeleid voor lichte irritatie wat betekent dat de waarde ruim beneden het niveau ligt waar formaldehyde kankerverwekkend is. Het MTR is dus beschermend voor dat eindpunt.

De indicatieve meetwaarden voor formaldehyde boven het kunstgrasveld liggen op ongeveer hetzelfde niveau als het MTR. Op basis van de gemeten waarden zijn lichte irritatieklachten (aan oog, neus en keel) bij gevoelige individuen mogelijk, al wordt de kans hierop klein geacht. Als deze klachten toch ontstaan, zijn ze van korte duur en verdwijnen ze weer zodra de blootstelling is afgenomen (Gezondheidsraad, 2003). Gezien het feit dat het MTR beschermend is voor mogelijke kankerverwekkende effecten van formaldehyde is daar geen reden tot zorg.

Formaldehyde luchtconcentraties in een breder perspectief

De gemeten luchtconcentratie van formaldehyde boven het kunstgrasveld is hoger dan de luchtconcentraties formaldehyde boven het naastgelegen grasveld. Toch zijn deze luchtconcentraties niet uitzonderlijk. Deze waarden liggen op of onder het niveau van concentraties die gemiddeld in Nederlandse woningen voorkomen. Zo bleek uit een binnenmilieuonderzoek dat de gemiddelde concentratie formaldehyde in 350 woningen in de winter op $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ te liggen (TNO,

2006). In de zomer kan de concentratie van formaldehyde waarschijnlijk hoger liggen door de temperatuur-gerelateerde uitdamping (RIVM, 2007). De gemeten luchtconcentraties boven het kunstgrasveld liggen dus op het achtergrondniveau voor het binnenmilieu, waarbij doorgaans geen klachten worden gemeld. Voor het binnenmilieu heeft de WHO een grenswaarde opgesteld van $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (30 minuten gemiddeld) (WHO, 2010).

4.1.2 *2-ethyl-1-hexanol en de cresolen*

Voor 2-ethyl-1-hexanol en de cresolen zijn Nederlandse grenswaarden voor de werkplek beschikbaar. De 8-uurs tijdgewogen gemiddelde waarden zijn $5,4 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor 2-ethyl-1-hexanol en $22 \text{ mg}/\text{m}^3$ voor de cresolen. Deze normen geven maximumwaarden aan waar een gezonde werknemer tijdens een werkdag (8-uur tijdgewogen), gedurende zijn hele werkende leven aan mag worden blootgesteld. Deze waarden liggen een factor 500 tot 2000 hoger dan de gemeten luchtconcentraties boven het kunstgrasveld op een zeer warme dag.

4.1.3 *Overige VOC en aldehyden*

Niet voor alle gemeten alifatische koolwaterstoffen zijn Nederlandse grenswaarden of andere toetswaarden beschikbaar. Voor de aangetoonde koolwaterstoffen waarvoor geen grenswaarde of toetswaarde beschikbaar is, is voor de risicobeoordeling gebruik gemaakt van grens- of toetswaarden van stoffen met een vergelijkbare structuur en een mogelijk te verwachten vergelijkbare toxiciteit (waarden voor n-hexane, n-heptane, n-octaan, 3-ethyltolueen en methylcyclohexaan zijn gebruikt als referentie). De gemeten concentraties voor de alifatische koolwaterstoffen, waarvoor geen grens- of toetswaarde is afgeleid, liggen een factor 1000 lager dan de waarden van stoffen met vergelijkbare structuur. Die waarden liggen in de range van $10\text{-}100 \text{ mg}/\text{m}^3$ of daarboven.

4.1.4 *Conclusie risicobeoordeling van VOC en aldehyden*

De concentraties van de gemeten stoffen zijn zo laag dat geconcludeerd wordt dat voor deze stoffen geen gezondheidsrisico's bij de gemeten concentraties te verwachten zijn. Uitzondering hierop kan de blootstelling aan formaldehyde zijn, die bij gevoelige individuen lichte irritatieklachten (aan oog, neus en keel) van voorbijgaande aard kan geven. Daarbij moet worden opgemerkt dat de luchtconcentratie is bepaald bij een uitzonderlijk hoge buitentemperatuur die zelden in Nederland voorkomt. De toxicologische referentiewaarden (in deze beoordeling het MTR of Nederlandse grenswaarden) waar de meetwaarden aan zijn getoetst zijn gebaseerd op blootstellingen gedurende het (werk)leven. Op dagen met temperaturen lager dan de temperatuur waarbij deze metingen zijn verricht is het zeer aannemelijk dat de luchtconcentraties lager zijn. De verschillen tussen de gemeten concentraties op het veld en toxicologische referentiewaarden zullen in dat geval over de lange termijn nog groter zijn (met dus nog een lager gezondheidsrisico).

4.2 **PAKs**

In de eerdere uitdampingsexperimenten (headspace analyse) van de RIVM studie in 2016 werden geen analyses uitgevoerd ter identificatie

van PAKs. Bij deze huidige metingen op het (kunst)grasveld is de PAK analyse van de lucht wel uitgevoerd. Uit deze luchtanalyse blijkt dat slechts zes van de vele verschillende PAKs in de lucht aanwezig waren in een concentratie boven de detectielimiet. Dit zijn naftaleen, acenafteen, fluoreen, fenantreen, antraceen en fluoranteen. Deze stoffen staan allen vermeld op de ZZS-lijst als onderdeel van de groep PAKs. Voor deze zes afzonderlijke stoffen is er geen verdenking van carcinogeniteit als gevolg van inhalatieblootstelling.

4.2.1 *Naftaleen*

Van de gemeten stoffen boven de detectielimiet is alleen voor naftaleen een toxicologische referentiewaarde beschikbaar. De 'Tolerable concentration in air' (TCA) van naftaleen is gesteld op $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ op basis van luchtwegirritatie. De hoogst gemeten concentratie in de luchtmonsters was $440 \text{ ng}/\text{m}^3$ wat meer dan een factor 50 lager ligt dan de TCA. Voor naftaleen kan geconcludeerd worden dat er geen gezondheidsrisico's te verwachten zijn als gevolg van uitdamping uit rubbergranulaat op het kunstgrasveld. De waarde ligt ruim beneden de TCA onder worst-case condities waaronder de luchtmonsters genomen zijn. Op dagen met lagere temperaturen is het aannemelijk dat naftaleen minder zal uitdampen dan de concentraties die nu gemeten zijn. Hierdoor zal de marge tussen de metingen en de norm over de lange termijn gemiddeld nog groter zijn.

Detectielimiet benzo[a]pyreen

Bij het onderzoek is er geen meetbare hoeveelheid benzo[a]pyreen (BaP) aangetroffen in de lucht boven het grasveld en kunstgrasveld. BaP geldt als indicator voor het mengsel van PAKs die kankerverwekkende eigenschappen hebben.

In dit onderzoek (met indicatief karakter) is in totaal 3 uur bemonsterd boven de velden. De minimale concentratie BaP die met deze onderzoeksopzet gemeten kon worden is ongeveer $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ (detectielimiet). De huidige MTR (maximaal toelaatbaar risico) voor BaP is $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ voor een jaargemiddelde concentratie, gedurende het hele leven. Met de gebruikte bemonstering was het niet mogelijk om concentraties beneden het MTR aan te tonen. Wel is gebleken dat de luchtconcentratie niet boven de $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ lag.

In het geval BaP aangetoond zou worden, zou dit duiden op een (tijdelijke) overschrijding van de luchtnorm. Dit betekent echter niet dat direct gezondheidkundige effecten te verwachten zijn. In de risicobeoordeling wordt namelijk rekening gehouden met de duur van overschrijding van de norm, het aantal contactmomenten, en de luchtconcentratie onder normale weersomstandigheden. Gezien de uitzonderlijke weersomstandigheden tijdens de metingen is het zeer aannemelijk dat luchtconcentraties gedurende de rest van het jaar lager liggen. Daarnaast is men niet onafgebroken gedurende het hele jaar op het kunstgrasveld aanwezig. Deze aspecten in acht nemend zou zelfs een (tijdelijke) luchtconcentratie van $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ niet een reden tot zorg zijn.

4.2.2 *Conclusies risicobeoordeling PAKs*

Uit deze luchtanalyse blijkt dat zes verschillende PAKs in de lucht gemeten zijn (naftaleen, acenafteen, fluoreen, fenantreen, antraceen en fluoranteen). Voor deze zes afzonderlijke stoffen is er geen verdenking van carcinogeniteit als gevolg van inhalatieblootstelling. Voor naftaleen is er een toxicologische referentiewaarde aanwezig en kan geconcludeerd worden dat er voor naftaleen, de PAK met de hoogste aangetroffen concentratie, geen gezondheidsrisico te verwachten zijn als gevolg van uitdamping uit rubbergranulaat op het kunstgrasveld.

4.3 **Headspace analyse versus metingen op veld**

In de RIVM rapportage van 2016, zijn op basis van de headspace analyses meerdere VOC en aldehyden aangetroffen in de luchtmonsters. Er zijn verschillen gevonden tussen de headspace analyse uit 2016 en de huidige metingen op het veld.

4.3.1 *Stoffen wel in de headspace analyse en niet bij veldmetingen*

Tijdens die headspace analyse werden de rubbergranulaat korrels verhit tot 60 °C in reageerbuisjes (zeer beperkte ruimte). Doordat de lucht in de reageerbuisjes beperkt is, zullen er sneller hoge concentraties bereikt worden. In de normale situatie van velden in de buitenlucht, worden uitdampende stoffen verspreid door de lucht (door wind) in een 'oneindige ruimte'. Dit kan verklaren waarom er in de headspace analyse meer stoffen werden gemeten in hogere concentraties dan nu het geval is, ondanks dat er op het open veld een hogere temperatuur was dan bij de headspace analyses.

4.3.2 *Stoffen niet in de headspace analyse en wel bij veldmetingen*

Een mogelijke verklaring waarom er ook stoffen boven het kunstgrasveld werden aangetroffen die niet zijn geïdentificeerd tijdens de headspace analyses uit 2016 is dat deze stoffen afkomstig kunnen zijn uit andere materialen dan het rubbergranulaat (denk aan het kunstgrasveld) of vanuit de omgevingslucht. Opvallend is dat in de headspace analyses uit 2016 bijvoorbeeld geen formaldehyde werd gemeten, maar er wel melding van formaldehyde blootstelling wordt gemaakt in een Noorse (NIPH, 2006) en Franse (Moretto, 2007) studie waarbij de lucht boven kunstgras met rubbergranulaat is onderzocht. In de Noorse studie (met vergelijkbare concentraties formaldehyde als in dit RIVM onderzoek) wordt mogelijke irritatie niet uitgesloten (RIVM, 2017). Het is echter lastig te achterhalen wat de bron is van de formaldehyde, omdat er bij deze uitgevoerde indicatieve veldmeting geen onderscheid gemaakt kan worden welke stoffen uit het rubbergranulaat dan wel de ondergrond of het kunstgras kunnen uitdampen.

4.4 **Geurdrempels**

Een geurdrempel is de laagste concentratie van een stof in de lucht waarbij de geur waarneembaar is voor de mens. Geurdrempels zijn geen exacte waarde. Hierbij wordt opgemerkt dat er per stof verschillende geurdrempels kunnen bestaan en dat de range van deze geurdrempels in sommige gevallen tot drie ordegroottes kunnen verschillen. In deze rapportage is de laagste gerapporteerde geurdrempel meegenomen om

aan te geven of de geurdrempel per stof beneden de detectielimiet of gemeten waarde kan liggen.

Voor een aantal van de in deze studie aangetoonde stoffen zijn geurdrempels gevonden in de literatuur (Ruth 1986; AIHA 1989), te weten voor de cresolen, 2-ethyl-1-hexanol, formaldehyde, naftaleen en acenafteen (zie Tabel 4.1).

Tabel 4.1: Aangetroffen stoffen boven kunstgras en hun bijbehorende geurdrempel

Stofnaam / stofgroep	geurdrempels	Typering geur
cresolen	1.2 µg/m³ (Ruth, 1986); 0.0006 ppm (AIHA 1989)	Zoet, creosoot, teerachtig
formaldehyde	1470 µg/m ³ (Ruth 1986); 0.027 ppm (0.034 mg/m ³) (AIHA, 1989; lowest value)	Hooiachtig, stekend
naftaleen	7,5 µg/m ³	Rubberachtige geur
2-ethyl-1 hexanol	0.39 mg/m ³ (Ruth 1986)	Muf

Uit de tabel blijkt dat de laagst gerapporteerde geurdrempel van 1,2 µg/m³ voor cresolen (zoete teerachtige geur) lager ligt dan de gevonden waarde in deze studie (tot 19 µg/m³). Deze stoffen zouden dus geroken kunnen worden.

De rubberachtige geur bij kunstgrasvelden wordt vaak toegeschreven aan naftaleen, echter de laagst gerapporteerde geurdrempel van 7,5 µg/m³ ligt een factor 17 hoger dan de hoogst gemeten waarde voor naftaleen. Het is dus niet aannemelijk dat naftaleen geroken is.

4.4.1 *Conclusies over geur*

Concluderend kan gesteld worden dat geurwaarneming mogelijk moet zijn geweest, gezien de laagst gerapporteerde geurdrempels voor cresolen hoger liggen dan de aangetroffen waarden.

In het algemeen kan het waarnemen van een geur hinder veroorzaken en zelfs leiden tot misselijkheid, zonder dat dit betekent dat men aan schadelijke hoeveelheden van een bepaalde stof wordt blootgesteld. De geurdrempels die hier gebruikt zijn, moeten wel met enige terughoudendheid worden geïnterpreteerd, omdat de wijze waarop geurdrempels zijn vastgesteld sterk kunnen verschillen. Dit verklaart ook waarom er voor dezelfde stof verschillende geurdrempels kunnen zijn en dat deze (sterk) van elkaar kunnen verschillen (RIVM, 2009).

5 Conclusies

Uit indicatieve veldmetingen tijdens een uitzonderlijk warme dag blijkt dat de temperatuur van het rubbergranulaat kan stijgen tot waarden rond de 70 graden Celsius. Zelfs bij deze zeer hoge temperaturen komen nauwelijks chemische stoffen vrij uit een kunstgrasveld met rubbergranulaat. De concentraties van de aangetroffen stoffen (vluchtige organische stoffen, aldehyden en PAKs) zijn zo laag dat ze naar verwachting geen gezondheidsrisico's veroorzaken.

Van één stof, formaldehyde, is de hoogst aangetroffen concentratie iets hoger dan de Nederlandse norm voor levenslange blootstelling ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ten opzichte van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Deze waarde is overigens niet uitzonderlijk: deze is vergelijkbaar met de hoogst gemeten concentratie formaldehyde in Nederlandse woningen ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$), waarbij doorgaans geen klachten worden gemeld. Toch is het niet uit te sluiten dat personen die daar gevoelig voor zijn, bij deze concentraties lichte irritatieklachten kunnen ervaren. De kans hierop is echter klein en eventuele klachten zullen van korte duur zijn en verdwijnen zodra de blootstelling is beëindigd.

Verder kunnen mensen een bepaalde geur hebben waargenomen, veroorzaakt door zogeheten cresolen. Deze stoffen kunnen namelijk al bij hele lage concentraties geroken worden. In algemene zin kan geur hinder veroorzaken, waaronder misselijkheid, zonder dat het schadelijk is voor de gezondheid. Als de geur verdwenen is, nemen deze klachten snel af.

6 Referenties

AIHA, 1989: American Industrial Hygiene Association: Odour Thresholds for Chemicals with Established Occupational Health Standards. Akron, OH (1989).

ECHA, 2017: European Chemicals Agency: An evaluation of the possible health risks of recycled rubber granules used as infill in synthetic turf sports fields. https://echa.europa.eu/documents/10162/13563/annex-xv_report_rubber_granules_en.pdf (geraadpleegd op 15-02-2019).

Gezondheidsraad, 2003: Formaldehyde; Health-based recommended occupational exposure limit (Annex C is aangepast in oktober 2003). <https://www.gezondheidsraad.nl/documenten/adviezen/2003/01/27/formaldehyde>.

KNMI, 2018: Code oranje voor extreme hitte. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/Code-oranje-voor-extreme-hitte> (geraadpleegd op 01-02-2019).

KNMI, 2019: Windschaal van Beaufort. <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/windschaal-van-beaufort> (geraadpleegd op 01-02-2019).

Moretto, 2007: Environmental and Health Evaluation of the Use of Elastomer Granulates (Virgin and From Used Tyres) as Filling in Third-generation Artificial Turf. ALIAPUR in partnership with Fieldturf Tarkett and the ADEME (Environmental French Agency), France.

NIPH, 2006: Norwegian Institute of Public Health and the Radium Hospital: Artificial turf pitches – an assessment of the health risks for football players.

RIVM, 2007: Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu, een update. RIVM rapport 609021043/2007.

RIVM, 2009: Assessment of odour annoyance in chemical emergency management. RIVM Report 609200001/2009.

RIVM, 2016: Beoordeling gezondheidsrisico's door sporten op kunstgrasvelden met rubbergranulaat. RIVM Report 2016-0202.

RIVM, 2017: Evaluation of health risks of playing sports on synthetic turf pitches with rubber granulate. RIVM Report 2017-0017.

RIVM, 2019: <https://www.rivm.nl/ongevallen-en-rampen/milieuongevallen> (geraadpleegd op 01-02-2019).

Ruth, J.H, 1986: Odour thresholds and irritation levels of several chemical substances: a review. Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 47(A): 142-151.

WHO, 2010: World Health Organization: Guidelines for Indoor Air Quality: Formaldehyde.
(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK138711/> (geraadpleegd op 15-2-2019)).

TNO, 2006: Meetgegevens binnenmilieu uit databestand VROMonderzoek (Actie 29). Briefrapport2006L&G B041 64159.01.03.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag