

rivm

Rapport 609021087/2009

E.F. Hall | A. Dusseldorp | M.B.C. Aries | B. Knoll

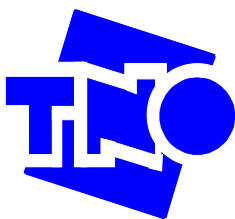
Verbindingen in lucht en huisstof van woningen

RIVM-rapport 609021087/2009
Zaaknummer: 5040071140

Verbindingen in lucht en huisstof van woningen

E.F. Hall
A. Dusseldorp
M.B.C. Aries, TNO Bouw en Ondergrond
B. Knoll, TNO Bouw en Ondergrond

Contact:
E.F. Hall
Inspectie-, Milieu- en Gezondheidsadvisering
lisbeth.hall@rivm.nl



Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het ministerie van VROM/directie Risicobeleid (voorheen directie SAS) in het kader van E/609035 'Metingen binnenmilieu' en de VROM-Inspectie, in het kader van M/609021 'Binnenmilieu'.

© RIVM 2009

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'.

Rapport in het kort

Verbindingen in lucht en huisstof van woningen

In de lucht van zestig woningen in Groningen zijn de concentraties vluchtige organische stoffen (VOS), stikstofdioxide, koolmonoxide en kooldioxide gemeten. In de meeste woonkamers werden de (gezondheidkundige) advieswaarden voor deze stoffen niet overschreden. De advieswaarde voor de concentratie van totale VOS werd in de winter in vijf woningen overschreden, voornamelijk veroorzaakt door de hogere concentraties limoneen. Deze stof zit onder andere in veel luchtverfrissers en schoonmaakmiddelen. De advieswaarde voor de concentratie stikstofdioxide is alleen in specifieke situaties overschreden, zoals in keukens van woningen met een afvoerloze geiser. In de meeste woonkamers is geen of zeer weinig koolmonoxide gemeten. In de winter is in ongeveer de helft van deze Groningse woonkamers op enig moment de toetswaarde voor de kooldioxideconcentratie overschreden. Dit betekent dat er kortere of langere tijd onvoldoende luchtverversing was.

In het onderzoek zijn ook de concentraties gemeten van een aantal verbindingen in huisstof. Voor polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en een aantal metalen waren de concentraties beneden de advieswaarden. Lood in huisstof zou in een paar van de onderzochte woningen wel kunnen leiden tot een gezondheidsrisico voor kinderen.

Dit blijkt uit onderzoek van het RIVM en TNO, in opdracht van het ministerie van VROM/directie Risicobeleid en de VROM-Inspectie. Dit onderzoek is in Groningse woningen uitgevoerd en is niet representatief voor Nederlandse woningen. Over het algemeen zijn de resultaten toch in overeenstemming met ander recent onderzoek in Nederlandse woningen.

Trefwoorden: binnenmilieu, binnenlucht, huisstof, woningen

Abstract

Substances in the indoor air and house dust of dwellings

The concentrations of volatile organic compounds (VOCs), nitrogen dioxide, carbon monoxide and carbon dioxide were measured in the indoor air of sixty dwellings in Groningen, the Netherlands. The health-based guidelines for these compounds were not exceeded in the majority of the living rooms. The guideline for the concentration of total VOCs was exceeded in five living rooms in the winter. This was primarily caused by the higher concentrations of limonene in these living rooms. This substance is a common constituent of air fresheners and cleaning products. The guideline for nitrogen dioxide concentrations was only exceeded in specific situations, such as in kitchens with unvented gas water heaters. In the majority of living rooms no or very little carbon monoxide was measured. The guideline for carbon dioxide concentrations was exceeded at some point in approximately half of these living rooms in Groningen. This means that for a certain period of time there was not enough ventilation in these rooms.

The concentrations of a number of substances in house dust were also measured during this study. The concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and a number of metals were below the guidelines. However, lead in the house dust of a couple of dwellings could form a potential health risk for children.

These are the findings of research carried out by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM) and TNO, and commissioned by the Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (VROM), Environmental Safety and Risk Management Directorate and the VROM-Inspectorate. This study was carried out in Groningen and is not representative for Dutch dwellings. Nevertheless, the results are generally in agreement with those of other recent studies in Dutch dwellings.

Key words: Indoor environment, indoor air, house dust, dwellings

Inhoud

Samenvatting	9
1 Inleiding	13
1.1 Recente initiatieven	13
1.2 Aanleiding voor het onderzoek	13
1.3 Vraagstelling	13
1.4 Uitvoering van het onderzoek	14
1.5 Leeswijzer	14
2 Vooronderzoek – aanvullende analyse op meetgegevens uit het 1240-woningenonderzoek	15
2.1 Aanleiding	15
2.2 Uitvoering	15
2.3 Bevindingen	16
2.3.1 Woningleeftijd	16
2.3.2 Afvoerloze verbrandingstoestellen	16
2.3.3 Buitenbelasting	16
3 Opzet meetprogramma	19
3.1 Selectie woningen	19
3.2 Metingen in de zomer	20
3.2.1 Stikstofdioxidemetingen	20
3.2.2 Metingen van vluchtige organische stoffen	21
3.2.3 Metingen van kooldioxide, koolmonoxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	21
3.2.4 Meetopstelling	21
3.3 Metingen in de winter	22
3.3.1 Stikstofdioxidemetingen	22
3.3.2 Metingen van vluchtige organische stoffen	23
3.3.3 Metingen van kooldioxide, koolmonoxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	23
3.3.4 Metingen van chemische stoffen in huisstof	23
3.3.5 Fijnstofmetingen	24
3.3.6 Meetopstelling	25
3.4 Vragenlijsten	25
4 Resultaten	27
4.1 De steekproeven	27
4.1.1 Representativiteit van de steekproef	27
4.2 Data-analyse	30
4.3 Stikstofdioxide (NO ₂)	30
4.3.1 NO ₂ : resultaten zomermetingen	30
4.3.2 NO ₂ : resultaten wintermetingen	32
4.3.3 NO ₂ : resultaten vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarde	35
4.4 Vluchtige organische stoffen (VOS)	35
4.4.1 VOS: resultaten zomermetingen	35
4.4.2 VOS: resultaten wintermetingen	36
4.4.3 VOS: resultaten vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden	38
4.5 Kooldioxide (CO ₂)	41

4.5.1	CO ₂ : resultaten zomermetingen	41
4.5.2	CO ₂ : resultaten wintermetingen	42
4.5.3	CO ₂ : resultaten vergeleken met toetswaarden	43
4.6	Koolmonoxide (CO)	44
4.6.1	CO: resultaten zomermetingen	44
4.6.2	CO: resultaten wintermetingen	45
4.6.3	CO: resultaten vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden	47
4.7	Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	47
4.7.1	Temperatuur en RV: resultaten zomermetingen	47
4.7.2	Temperatuur en RV: resultaten wintermetingen	48
4.7.3	Temperatuur en RV: resultaten vergeleken met advieswaarden	49
4.8	Fijn stof	50
4.8.1	Fijn stof: resultaten integrerende metingen	50
4.8.2	Fijn stof: resultaten registrerende metingen	51
4.8.3	Fijn stof: resultaten vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarden	52
4.9	Chemische stoffen in huisstof	54
4.9.1	Metalen in huisstof: resultaten	54
4.9.2	Metalen in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden	56
4.9.3	PAK's in huisstof: resultaten	57
4.9.4	PAK's in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden	58
4.9.5	PBDE's in huisstof: resultaten	58
4.9.6	PBDE in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden	58
5	Meetresultaten vergeleken met eerder onderzoek	61
5.1	NO ₂ -concentraties	61
5.2	VOS-concentraties	62
5.3	CO ₂ -concentraties	63
5.4	CO-concentraties	64
5.5	Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	65
5.6	Fijnstofconcentraties	65
5.7	Metaalconcentraties in huisstof	66
5.8	PAK-concentraties in huisstof	66
5.9	PBDE-concentraties in huisstof	66
6	Discussie	67
6.1	Stikstofdioxide	67
6.2	Vluchtige organische stoffen	68
6.3	Kooldioxide	68
6.4	Koolmonoxide	69
6.5	Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid	69
6.6	Fijn stof	69
6.7	Chemische stoffen in huisstof	70
6.8	Zomer versus winter	70
6.9	Representativiteit van de steekproef	71
6.10	Relaties tot eerder onderzoek	71
6.11	Kennislacunes	71

Dankwoord	73
Literatuur	75
Bijlage 1 Vooronderzoek – aanvullende analyse 1240 woningen	79
B1.1 Verschillen tussen woningen van voor of na 1995	79
B1.2 Verschillen tussen woningen met of zonder afvoerloze geiser	81
B1.3 Verschillen tussen woningen op een belaste of onbelaste locatie	82
B1.4 Conclusies en potentiële vervolgmetingen	85
B1.4.1 Conclusies	85
B1.4.2 Potentiële vervolgmetingen	85
Bijlage 2 Vragenlijsten	87
Bijlage 3 Meetresultaten per woning	99

Samenvatting

Op verzoek van het ministerie van VROM/directie Risicobeleid en de VROM-Inspectie zijn er in de zomer van 2008 en in de winter van 2009 metingen verricht in het binnenmilieu van willekeurig gekozen woningen. Het doel van de metingen was om bij te dragen aan een basisbestand van gegevens over het binnenmilieu en ter onderbouwing van bevindingen uit het eerdere onderzoek bij 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007). Er zijn bijvoorbeeld weinig meetgegevens beschikbaar van de concentraties koolmonoxide en fijn stof in de binnenlucht en van verbindingen in huisstof in Nederlandse woningen. Daarnaast was er twijfel aan de betrouwbaarheid van de meetgegevens voor vluchtige organische stoffen en stikstofdioxide uit het 1240-woningenonderzoek.

De steekproef in de zomer omvatte 25 woningen, die in de winter 60 woningen, waaronder 22 woningen die ook in de zomer hadden meegedaan. Uit logistieke overwegingen werd de steekproef getrokken uit het woningenbestand van de gemeente Groningen. Deze steekproef is niet representatief voor heel Nederland.

Gemeten stoffen

In alle woningen werden gedurende een week stikstofdioxide (NO₂), vluchtige organische stoffen (VOS), kooldioxide (CO₂), koolmonoxide (CO), temperatuur en relatieve luchtvochtigheid gemeten, zowel in de zomer als in de winter. In de winter werd – in een beperkt aantal woningen – tevens fijn stof bemonsterd alsmede een aantal componenten in huisstof. Al deze stoffen werden gemeten in de woonkamer. In keukens met een afvoerloze geiser en in een beperkt aantal keukens waar op gas werd gekookt, werd eveneens NO₂ gemeten. Ten slotte werden tegelijkertijd buiten de woning NO₂, VOS en CO₂ gemeten. De uitkomsten zijn getoetst aan de relevante gezondheidkundige advieswaarden, voor zover beschikbaar. Hierbij moet bedacht worden dat de metingen soms geen volledig beeld kunnen geven van de gemiddelde blootstellingsduur waarop de advieswaarde is gebaseerd. Tijdens alle huisbezoeken werden vragenlijsten voorgelegd aan de bewoners. De antwoorden zijn gebruikt om uitschieterende waarden te verklaren, indien mogelijk.

Meetresultaten

Het gemiddelde van de NO₂-concentraties in de woonkamers was 's zomers 17 µg/m³ en 's winters 23 µg/m³. Er was een sterk significant verband tussen de NO₂-concentraties in de woonkamer in de zomer en de winter. Dit geeft aan dat de NO₂-concentraties in de woonkamer voor een belangrijk deel samenhangen met bepaalde eigenschappen van de woning en/of de bewoning.

In de zomer was de NO₂-concentratie binnen vergelijkbaar met de NO₂-concentratie buiten en het verband tussen de twee was significant. In de winter was de NO₂-concentratie in de woonkamers gemiddeld 9 µg/m³ lager dan die buiten de woningen. Er was geen significant verband tussen NO₂-concentraties binnen en buiten in de winter. De gezondheidkundige advieswaarde van 40 µg/m³ NO₂ werd in de zomer in één, en in de winter in twee woonkamers overschreden.

Voor de tien woningen waar NO₂ ook in de keuken werd gemeten, was er een significant verband tussen de NO₂-concentraties in de keukens en in de woonkamer. In alle keukens met afvoerloze geisers werd de gezondheidkundige advieswaarde van 40 µg/m³ overschreden, zowel bij de zomermetingen (n=2) als bij de wintermetingen (n=4). In alle woningen waar de advieswaarde werd overschreden was er sprake van één (of meer) bronnen van NO₂, zoals een gaskooktoestel of een afvoerloze geiser.

De mediaan van de totale VOS-concentraties in de woonkamers was 26 µg/m³ in de zomer en 53 µg/m³ in de winter. Er was een significant verband tussen de totale VOS-concentraties in de woonkamer in de zomer en in de winter. Dit duidt op het belang van eigenschappen van de woning en/of de bewoning als voorspellers van de VOS-concentraties binnen.

Zowel in de zomer als de winter was de totale VOS-concentratie binnen beduidend hoger dan buiten en er was geen significant verband tussen de concentraties binnen en buiten. De gezondheidkundige advieswaarde van $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor totale VOS-concentraties werd alleen in de winter overschreden en wel in vijf woonkamers. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door een hoge concentratie limoneen. Limoneen zit onder andere in veel schoonmaakmiddelen en luchtverfrissers. Voor de afzonderlijke VOS werden geen gezondheidkundige advieswaarden overschreden (indien beschikbaar).

Het gemiddelde van de piekconcentraties (P98) CO_2 in de woonkamers was 1135 ppm in de zomer en 1305 ppm in de winter. In de zomer was de piekconcentratie (P98) CO_2 in 16% van de woonkamers voor kortere of langere tijd boven de toetswaarde van 1200 ppm. In de winter was dit het geval in ongeveer de helft van de woonkamers. De CO_2 -concentratie in een ruimte wordt beschouwd als een indicator voor de mate van luchtverversing. Bij een CO_2 -concentratie onder de 1200 ppm wordt het binnenmilieu door de aanwezigen in het algemeen niet als bedompt ervaren. In de zomer was de CO_2 -concentratie ongeveer 4% van de tijd boven de 1200 ppm. In de winter was dit het geval gedurende 7% van de tijd. Deze percentages zijn berekend voor de totale duur van de meting. Omdat personen meestal de voornaamste bron van CO_2 zijn in de woonkamer, zal dit een onderschatting zijn van het percentage van de tijd dat de CO_2 -concentraties boven de 1200 ppm waren tijdens de aanwezigheid van personen.

In de meeste woonkamers is geen of zeer weinig **CO** gemeten zowel in de zomer als de winter. De hoogste piekconcentraties werden gevonden in de woonkamers van woningen met duidelijke bronnen van CO, zoals roken (maximum = 11,5 ppm) en (veel) koken op gas (maximum = 8 ppm). De aanwezigheid van een afvoerloze geiser in de keuken leek geen invloed te hebben op de CO-concentraties in de woonkamer. Het aantal woningen met afvoerloze geisers was echter heel klein waardoor er geen harde conclusies getrokken kunnen worden. De gezondheidkundige advieswaarde van 9 ppm CO (voor 8-uurgemiddelde blootstelling) werd in de woonkamers niet overschreden.

De gemiddelde **temperatuur** in de woonkamers was $21,4^\circ\text{C}$ in de zomer en $19,4^\circ\text{C}$ in de winter. De gemiddelde **relatieve luchtvochtigheid** in de woonkamers was 65% in de zomer en 37% in de winter. In 12% van de woonkamers was de gemiddelde RV in de winter lager dan 30%. Dit zou kunnen leiden tot klachten onder de bewoners, zoals een droge huid en ogen.

Fijn stof is alleen in de winter in een beperkt aantal woningen gemeten, vanwege de financiële beperkingen van het project. De gemiddelde concentratie PM_{10} in de woonkamer (n=9) was $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Daarbij is één woning waar werd gerookt, buiten beschouwing gelaten. Dit was de enige woning waar de gezondheidkundige advieswaarde van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ werd overschreden.

In het huisstof van 31 woningen zijn de concentraties van een aantal **metalen** bepaald en in het huisstof van 26 woningen zijn de concentraties van een aantal **PAK's** (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) bepaald. De mediane gehalten metalen in huisstof bedroegen 2283 mg/kg aluminium, 38 mg/kg chroom, 1,4 mg/kg arseen, 0,5 mg/kg cadmium en 33 mg/kg lood. De mediane concentraties PAK's in huisstof varieerden voor de verschillende PAK's van 0,01 tot 0,41 mg/kg huisstof. De gemeten concentraties zullen bij inname van huisstof, bijvoorbeeld door hand-mondgedrag van kinderen, niet leiden tot een overschrijding van de toelaatbare dagelijkse inname (TDI). Uitzondering hierop vormt het gehalte lood in twee woningen. In deze woningen is een hoeveelheid lood in huisstof aangetroffen die voor kinderen zou kunnen leiden tot het overschrijden van de TDI voor lood.

In het huisstof van 10 woningen zijn de concentraties van een aantal **vlamvertragers** bepaald. Van de vlamvertragers zijn voornamelijk BDE-47 en BDE-209 aangetroffen in huisstof. De mediane gehalten waren $7,7 \mu\text{g}/\text{kg}$ respectievelijk $308 \mu\text{g}/\text{kg}$ huisstof. Voor deze vlamvertragers is nog geen innamenorm vastgesteld, waardoor niet kan worden aangegeven of deze gehalten een risico met zich mee brengen.

Wanneer een innamenorm beschikbaar is, wat voor BDE-209 binnenkort te verwachten is, zou het interessant zijn om de gevonden concentraties in het huidige onderzoek daaraan te toetsen. Dit is van belang omdat de blootstelling aan BDE-209 uit huisstof ten opzichte van voeding relatief hoog is, vergeleken met de overige vlamvertragers.

Vergelijking meetresultaten in de winter en in de zomer

De concentraties NO₂, VOS en CO₂ in de woonkamer waren alle hoger in de winter dan in de zomer. Alleen voor CO was er geen duidelijk verschil in concentratie. Voor VOS waren de verschillen het grootst; de mediane totale VOS-concentratie in de winter was circa twee keer zo hoog als in de zomer. Een mogelijke verklaring voor het verschil in concentraties kan zijn de verminderde benutting van de ventilatievoorzieningen in de woonkamer in de winter.

Formaldehyde

Oorspronkelijk vroegen de opdrachtgevers om een literatuurstudie naar bronnen van formaldehyde binnenshuis. Echter, de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is momenteel bezig met het afleiden van advieswaarden voor het binnenmilieu, waaronder een advieswaarde voor formaldehyde. In het kader hiervan wordt een literatuuronderzoek gedaan, dat de vraag van de opdrachtgevers mogelijk zal beantwoorden. Daarom is dit onderdeel van de opdracht komen te vervallen.

Conclusies met betrekking tot eerder uitgevoerd onderzoek

De resultaten van de binnenluchtmetingen zijn vergelijkbaar met die van ander recent onderzoek in Nederland. Alleen voor PM₁₀ vallen de resultaten lager uit. Dit kan te maken hebben met de buitenluchtconcentraties PM₁₀, die tijdens het onderzoek relatief laag waren ten opzichte van de concentraties in andere Nederlandse steden van vergelijkbare grootte als Groningen. De metingen in huisstof ondersteunen een recente literatuurstudie waarin werd geconcludeerd dat blootstelling aan lood via huisstof potentieel een gezondheidsrisico vormt voor kinderen (Oomen et al., 2008).

Ten aanzien van het eerdere onderzoek in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007) kan worden geconcludeerd dat de resultaten van de NO₂-metingen bevestigd zijn door het huidige onderzoek. Eerder was hierover twijfel omdat ze aan de lage kant leken. De resultaten van de VOS-metingen in het 1240-woningenonderzoek zijn niet voldoende betrouwbaar om een vergelijking met het huidige onderzoek te kunnen maken.

Eindconclusies

In de meeste woonkamers van dit onderzoek in Groningse woningen werden de gezondheidkundige advieswaarden van de gemeten stoffen niet overschreden. Overschrijdingen van de gezondheidkundige advieswaarde voor totale VOS-concentraties traden alleen op in de winter, voornamelijk veroorzaakt door limoneen. Een wetenschappelijke werkgroep van de Europese Commissie benadrukt voor limoneen de noodzaak voor meer onderzoek.

De gezondheidkundige advieswaarde voor NO₂ werd alleen overschreden in specifieke situaties, zoals in woonkamers van woningen waar veel op gas werd gekookt, of in keukens van woningen met een afvoerloze geiser. In ongeveer de helft van de woonkamers wijzen de CO₂-concentraties in de winter op onvoldoende luchtverversing voor kortere of langere tijd.

Uit het onderzoek blijkt een duidelijke seizoensafhankelijkheid van de concentraties NO₂, VOS en CO₂. In de winter worden zoals verwacht de hoogste concentraties gemeten.

Lood in huisstof zou in een paar woningen kunnen leiden tot een gezondheidsrisico voor kinderen. Op het moment dat er voor de vlamvertrager BDE-209 een innamenorm beschikbaar is, kan met de concentraties BDE-209 in huisstof gevonden in dit onderzoek een risicobeoordeling worden uitgevoerd.

Behalve voor PM₁₀ zijn de resultaten van het huidige onderzoek in overeenstemming met de resultaten van ander recent onderzoek in Nederland.

1 Inleiding

1.1 Recente initiatieven

Zorgen voor een goede kwaliteit van het binnenmilieu is het eerste, belangrijke speerpunt van de ‘Nationale Aanpak Milieu en Gezondheid 2008 – 2012’, zoals in april 2008 aan de Tweede Kamer gepresenteerd door de minister van VROM (VROM, 04-2008). De prioriteiten ervan vloeien voort uit de voorloper, het programma Milieu en Gezondheid 2002-2006. Mede door dit programma zijn er veel activiteiten ontplooid op dit terrein. Zo zijn er in opdracht van VROM metingen uitgevoerd in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007), gezondheidkundige advieswaarden opgesteld voor het binnenmilieu (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007) en is een literatuurstudie uitgevoerd naar de blootstelling aan chemische stoffen via huisstof (Oomen et al., 2008).

1.2 Aanleiding voor het onderzoek

Uit de hierboven genoemde onderzoeken is een aantal hiaten in de kennis naar voren gekomen. Naar aanleiding hiervan heeft de minister van VROM in brieven aan de Tweede Kamer van 02-01-2008 (VROM, 01-2008) en 08-09-2008 (VROM, 09-2008) toezeggingen gedaan voor nader onderzoek naar concentraties en herkomst van een aantal schadelijke stoffen in het binnenmilieu.

Zo zijn bijvoorbeeld niet voldoende meetgegevens beschikbaar voor fijn stof, koolmonoxide en verbindingen in huisstof in Nederlandse woningen. Voor andere stoffen, zoals formaldehyde, is onvoldoende duidelijk in hoeverre de gegevens recente ontwikkelingen, zoals veranderingen door gebruik van moderne producten representeren. Verder bleken beschikbare meetgegevens voor bijvoorbeeld vluchtige organische stoffen niet voldoende betrouwbaar. Daardoor is het niet verantwoord om op basis van deze meetgegevens achtergrondwaarden vast te stellen voor Nederlandse woningen (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007). Er is behoefte aan achtergrondwaarden, omdat die een hulpmiddel zouden kunnen zijn voor de advisering in binnenmilieusituaties, zeker voor stoffen waarvoor geen gezondheidkundige advieswaarde kan worden afgeleid.

Om deze hiaten zo veel mogelijk aan te vullen (binnen de restricties van het beschikbare budget) hebben VROM/directie Risicobeleid en de VROM-Inspectie een opdracht gegeven voor additionele metingen in 60 woningen, waarbij rekening diende te worden gehouden met seizoensvariaties.

1.3 Vraagstelling

VROM/directie Risicobeleid en de VROM-Inspectie hebben TNO gevraagd in nauwe samenwerking met het RIVM onderzoek te doen naar de volgende stoffen en grootheden in Nederlandse woningen, gedurende twee seizoenen:

- stikstofdioxide (NO₂);
- vluchtige organische stoffen (VOS);
- kooldioxide (CO₂) en koolmonoxide (CO);
- fijn stof;
- zware metalen, polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en vlamvertragers in huisstof;
- temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV).

De opdrachtgever heeft specifieke interesse voor de relatie tot de invoering van het Bouwbesluit (woningleeftijd voor of na 1995), de aanwezigheid van afvoerloze verbrandingstoestellen en de buitenbelasting van de meetlocatie. In een voorstudie (zie hoofdstuk 2) is nader bepaald in hoeverre dit bij de selectie van de onderzoekspopulatie een rol dient te spelen.

Om binnen het beschikbare budget te blijven, is in onderling overleg gekeken welke aantallen metingen per voornoemde stof of grootheid zinvol en mogelijk waren. Een criterium daarvoor was hoe de metingen van NO₂, VOS, CO₂, T en RV als beste aanvulling van bestaande gegevens kunnen dienen. Daarnaast hebben de metingen tijdens het stookseizoen meer accent gekregen, omdat dan minder ventilatie dus hogere concentraties worden verwacht.

Oorspronkelijk was de vraag om de metingen aan te vullen met een literatuurstudie naar bronnen van formaldehyde binnenshuis, in het bijzonder de verhouding tussen emissies uit bouwproducten en overige bronnen waaronder consumentenproducten. Echter, de Wereldgezondheidsorganisatie(WHO) is momenteel bezig met het afleiden van advieswaarden voor het binnenmilieu, waaronder een advieswaarde voor formaldehyde. In het kader hiervan wordt een literatuuronderzoek gedaan dat de vragen mogelijk al zal beantwoorden. Daarom is dit onderdeel van de opdracht komen te vervallen.

1.4 Uitvoering van het onderzoek

Het RIVM en TNO hebben in samenwerking met de GGD Groningen het onderzoek uitgevoerd in Groningse woningen. De metingen zijn verricht in de zomer van 2008 en de winter van 2009 om de invloed van het seizoen mee te kunnen nemen. De bewoners hebben een paar vragenlijsten ingevuld waarin aspecten waren opgenomen die de oorsprong en/of hoogte van de gevonden concentraties mogelijk kunnen verklaren, zoals roken in huis, de aanwezigheid van een afvoerloze geiser en gegevens over ventilatievoorzieningen en het gebruik hiervan.

1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 omschrijft een vooronderzoek waarin meetgegevens uit het 1240-woningenonderzoek (Van Dongen en Vos, 2007) worden geanalyseerd. In hoofdstuk 3 wordt de opzet van het meetprogramma omschreven en in hoofdstuk 4 worden de meetresultaten gerapporteerd en vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden, voor zover beschikbaar. In hoofdstuk 5 worden de resultaten uit het huidige onderzoek vergeleken met de resultaten van ander recent onderzoek. Tot slot worden de resultaten besproken in de discussie in hoofdstuk 6.

2 Vooronderzoek – aanvullende analyse op meetgegevens uit het 1240-woningenonderzoek

2.1 Aanleiding

Voor de start van het eigenlijke meetonderzoek is een aanvullende analyse verricht op de gegevens uit het eerdere 1240-woningenonderzoek (Van Dongen en Vos, 2007). Hiermee is onderzocht of tot een meer gerichte selectie van meetobjecten kon worden gekomen.

De opdrachtgever heeft bij haar aanvraag voor het meetonderzoek bijzondere aandacht gevraagd voor:

- de invoering van het Bouwbesluit (woningleeftijd voor of na 1995);
- de aanwezigheid van afvoerloze verbrandingstoestellen;
- de grootte van de buitenbelasting.

Voor de motivatie wordt verwezen naar brieven aan de Tweede Kamer (VROM, 01-2008 en VROM, 09-2008).

Om de invloeden van de genoemde drie factoren te kunnen achterhalen, zouden de concentratiemetingen moeten plaatsvinden in groepen woningen van voldoende omvang, waar deze invloeden aanwezig zijn en in een controlegroep van vergelijkbare omvang, waar die invloeden ontbreken. Dit zou een drastische uitbreiding van de meetomvang betekenen, die niet is in te passen in de voorziene omvang van het onderzoek. Daarom is het belangrijk dat het aantal variabelen vooraf zo mogelijk wordt beperkt. Het in dit hoofdstuk beschreven vooronderzoek dient de mogelijkheden tot inperking aan te geven.

2.2 Uitvoering

Op de bestaande populatie van 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007) is een aanvullende statistische analyse uitgevoerd, gericht op de voornoemde invloedsfactoren. Er is onderzocht of op basis hiervan al uitspraken kunnen worden gedaan over de relevantie van de invloedsfactoren voor het binnenmilieu. De statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versie 15.0, een softwareprogramma dat voor dit doel is ontworpen. Bij de statistische analyse is een weging toegepast, zodat de woningen naar rato van het huidige Nederlandse woningbestand worden meegenomen. Niet in alle 1240 woningen is de volledige set metingen namelijk uitgevoerd. Indien de populatie kleiner is, wordt dit vermeld.

De variabelen die in voldoende omvang beschikbaar zijn voor de nadere, statistische analyse en waarnaar dus verder is gekeken, zijn:

- temperatuur (T);
- relatieve luchtvochtigheid (RV);
- kooldioxide (CO₂);
- vluchtige Organische Stoffen (VOS);
- formaldehyde.

Temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en CO₂ zijn in alle woningen gemeten. VOS en formaldehyde zijn in circa één derde van de populatie gemeten. Overige concentraties van stoffen die de

binnenluchtkwaliteit bepalen, zijn niet of niet voldoende betrouwbaar gemeten. De gegevens hebben uitsluitend betrekking op het stookseizoen.

Er is rekening mee gehouden dat niet elke grootheid even relevant zal zijn voor de drie genoemde invloedsfactoren. Met name buitenbronnen en afvoerloze verbrandingstoestellen kunnen niet als bronnen worden aangemerkt voor alle geanalyseerde grootheden.

Voor verdere details over de uitvoering wordt verwezen naar Bijlage 1.

2.3 Bevindingen

2.3.1 Woningleeftijd

Uit de aanvullende analyses bleek dat de woningen met bouwjaar 1995 of later gemiddeld een statistisch significant hogere temperatuur en lagere relatieve luchtvochtigheid in de woonkamer hebben, in vergelijking met woningen gebouwd voor 1995.

De gemiddelde concentratie CO₂, gemeten in de woonkamers van woningen gebouwd voor 1995, is significant hoger dan in woningen van 1995 en later. Dit lijkt overeen te komen met de trend die in het onderzoek van De Gids en Op 't Veld (2004) is gevonden.

Voor zowel totaal VOS als formaldehyde zijn geen statistisch significante verschillen gevonden. Dit kan echter ook aan de grote verschillen in aantallen per groep woningen liggen.

Op basis van huidige gegevens kan niet met zekerheid worden gezegd of de stijging in temperatuur en daling in relatieve luchtvochtigheid toe te schrijven is aan de invoering van het nieuwe Bouwbesluit in 1995, of dat het onderdeel is van een autonome trend. Ditzelfde geldt voor de dalende CO₂-concentraties. In vervolgonderzoek lijkt een onderscheid tussen woningen van voor en na 1995 dan ook geen waardevolle informatie toe te voegen en is om die reden niet noodzakelijk.

2.3.2 Afvoerloze verbrandingstoestellen

Alleen voor VOS is een statistisch significant verschil gevonden tussen woningen met of zonder afvoerloze geiser. Het is echter niet aannemelijk dat dit verschil een gevolg is van de aan- of afwezigheid van een afvoerloze geiser, omdat het hoogste gehalte is gemeten in de woningen zonder geiser.

Op basis van de huidige gegevens kan weinig worden gezegd over de invloed van afvoerloze geisers op luchtverontreinigingen in het binnenmilieu van woningen. Alleen de VOS-concentraties verschillen significant. Concentraties van stoffen, die het gevolg kunnen zijn van de aanwezigheid van een afvoerloze geiser in de woning, zijn in het 1240-woningenonderzoek niet meegenomen. In vervolgonderzoek, waarbij onder andere CO, NO₂, PAK's en fijn stof worden meegenomen, voegt een onderscheid tussen woningen met of zonder (afvoerloze) geiser waardevolle informatie toe en is om die reden aanbevelingswaardig.

2.3.3 Buitenbelasting

Alleen voor relatieve luchtvochtigheid is een statistisch significant verschil gevonden tussen woningen met of zonder buitenbelasting door verkeer. Het is echter niet aannemelijk dat dit verschil een gevolg is van de aan- of afwezigheid van verkeersbelasting.

Voor industriële belasting zijn statistisch significante verschillen in VOS en formaldehydeconcentraties gevonden tussen belaste en onbelaste woningen. Verschillen in VOS- en formaldehydeconcentraties in woningen worden waarschijnlijk eerder door omliggende industrie dan door verkeer veroorzaakt. Deze conclusie is echter niet sterk, gezien de kwaliteit van de beschouwde VOS-metingen en het feit dat binnenbronnen van VOS, zoals nieuwe meubels of bouwmaterialen, niet zijn meegenomen.

In vervolgonderzoek, waarbij onder andere CO, NO₂, PAK's en fijn stof worden meegenomen, voegt een onderscheid tussen woningen op een belaste of onbelaste locatie (qua luchtkwaliteit) waardevolle informatie toe, indien zowel binnen als buiten wordt gemeten.

3 Opzet meetprogramma

In augustus 2008 werden in 25 woningen in de gemeente Groningen metingen verricht naar de concentraties van vluchtige organische stoffen (VOS), stikstofdioxide (NO₂), kooldioxide (CO₂) en koolmonoxide (CO) in de woonkamer en NO₂-concentraties in keukens met een afvoerloze geiser. Ook temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) werden gemeten. De luchtkwaliteit buiten de woningen werd in kaart gebracht door buitenmetingen van NO₂, VOS en CO₂ te verrichten. In januari en februari 2009 werden deze metingen herhaald in 60 woningen, waarvan 22 woningen ook in de zomer werden bezocht. De stoffen NO₂, VOS, CO₂ en CO zijn zowel in de zomer als de winter gemeten om de veronderstelde seizoensverschillen in kaart te brengen. De metingen in de winter werden uitgebreid met metingen van fijn stof en een aantal componenten in huisstof.

Bij het eerste huisbezoek werd één vragenlijst mondeling afgenomen bij de bewoners en één vragenlijst achtergelaten om tijdens de meetweek in te laten vullen door de bewoners.

Voorafgaand aan het onderzoek zijn geen specifieke selectiecriteria vastgesteld waaraan de woningen moesten voldoen. Er is gekozen voor een a-selecte steekproef in een middelgrote stad. Om logistieke redenen werd er voor een steekproef uit het woningenbestand van de gemeente Groningen gekozen. Het meetprogramma werd uitgevoerd in samenwerking met de GGD Groningen.

Hieronder wordt omschreven hoe de selectie van de woningen tot stand is gekomen en welke typen metingen zijn verricht. Voorts worden de vragenlijsten die zijn afgenomen beschreven.

3.1 Selectie woningen

De selectie van woningen is uitgevoerd door de GGD Groningen en was als volgt: een a-selecte steekproef (n = 500) werd getrokken uit het woningenbestand van de gemeente Groningen (N = 102.500). Dit bestand bevat alleen adressen zonder postcode en is niet gekoppeld aan namen en telefoonnummers. Bij elke tiende woning in de steekproef werden de postcode en het telefoonnummer gezocht.

Voor de zomersteekproef (n=25) werden bewoners van wie een telefoonnummer bekend was in eerste instantie per brief benaderd voor deelname aan het onderzoek. Hun medewerking werd gevraagd voor zowel de zomer- als de wintermetingen. Een cadeaubon werd aangeboden voor deelname aan het onderzoek. Een aantal dagen na ontvangst van de brief werden de bewoners telefonisch benaderd om hun bereidheid tot deelname te peilen. Bij geen gehoor werd er nog twee keer gebeld op wisselende tijdstippen. In totaal werden er 53 brieven verstuurd om 25 bewoners te werven. Dit betekent een respons van 47%. Reden voor geen deelname was: bij negen telefoonnummers was er geen gehoor, in zes gevallen kwam het telefoonnummer niet meer overeen met het adres, vier bewoners gaven aan geen tijd te hebben of weinig thuis te zijn, vier telefoonnummers waren niet in gebruik, twee bewoners gingen op vakantie tijdens de meetweken, één bewoner gaf aan geen interesse te hebben, één bewoner deed niet mee vanwege opname in het ziekenhuis en één bewoner gaf geen reden.

Wanneer een bewoner bereid was om deel te nemen, werd een afspraak voor een huisbezoek gemaakt. De afspraak werd per brief bevestigd. Bij het telefonische contact werd de bewoner gevraagd naar de aanwezigheid van een afvoerloze geiser. Dit in verband met het plaatsen van extra meetapparatuur in deze woningen.

De meetresultaten werden door de GGD Groningen aan de bewoners gerapporteerd. De bewoners kregen een brief met de resultaten voor hun eigen woning, met een korte uitleg. De resultaten werden vergeleken met de relevante gezondheidkundige advieswaarden.

Voor de wintersteekproef (n=60) werden bewoners op dezelfde wijze benaderd als voor de zomersteekproef. Van de zomersteekproef hadden alle deelnemers aangegeven bereid te zijn om weer mee te doen in de winter. Deze bewoners werden in de winter als eerste benaderd. Met 3 bewoners van de zomersteekproef was het niet mogelijk om een afspraak te maken. Dat betekent dat in totaal 22 bewoners van de zomersteekproef meededen aan de wintersteekproef. In de winter werden er, met uitzondering van de brieven aan de zomersteekproef, 78 brieven verstuurd om de steekproef tot 60 woningen op te vullen. 38 bewoners waren bereid om deel te nemen aan het onderzoek. Dit betekent een respons van 49%. Reden voor geen deelname was: bij veertien telefoonnummers was er geen gehoor, negen bewoners hadden geen interesse, acht telefoonnummers waren niet in gebruik, in zes gevallen kwam het telefoonnummer niet meer overeen met het adres, één bewoner vond zichzelf te oud, één bewoner deed niet mee vanwege opname in het ziekenhuis en één brief kwam retour.

In de winter werden de bewoners gevraagd naar de aanwezigheid van een afvoerloze geiser en harde vloerbedekking. Ook werden ze gevraagd of ze bezwaar hadden tegen het plaatsten van apparatuur met een zachte bromtoon. Deze vragen werden gesteld vanwege de criteria voor het plaatsen van verschillende meetapparatuur en het nemen van huisstofmonsters.

Net zoals bij de zomermetingen werden de bewoners door de GGD Groningen geïnformeerd over de meetresultaten voor hun woning.

3.2 Metingen in de zomer

In de zomer van 2008 (week 34 - 37) werden de 25 geselecteerde woningen bezocht om meetapparatuur te plaatsen en om een vragenlijst af te nemen.

Binnen in de woonkamer en buiten werd er gedurende één week passief bemonsterd (zonder pompje) op stikstofdioxide (NO₂) en op vluchtige organische stoffen (VOS). Dit levert weekgemiddelde concentraties op. Bij twee woningen met een afvoerloze geiser in de keuken, werd ook in de keuken NO₂ passief bemonsterd om een indruk te krijgen van de blootstelling in een dergelijke hoog belaste situatie.

In diezelfde week werden de actuele concentraties kooldioxide (CO₂) en koolmonoxide (CO) binnen in de woonkamer met een datalogger vastgelegd. Met hetzelfde apparaat werden tevens temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) gelogd.

3.2.1 Stikstofdioxidemetingen

NO₂ werd passief bemonsterd binnen in de woonkamer en buiten. In twee woningen met een afvoerloze geiser werd ook in de keuken bemonsterd. Hiervoor werden diffusiebuisjes van Gradko Environmental gebruikt (Gradko, Dif 100 RTU; 20% triethanolamine in water). Deze buisjes zijn een variant op het Palmes diffusiebuisje om de effecten van turbulentie te verminderen (Yu et al., 2008). Ze zijn cilindrisch met een lengte van 71 mm en een doorsnede van 11 mm. Aan de bovenkant is het buisje afgesloten met een dopje waarin zich een absorbers van triethanolamine bevindt. Via de open onderkant bereikt het NO₂, door diffusie, de triethanolamine en wordt geadsorbeerd. De buisjes waren alle voorzien van een code en een zelfklevende houder. De metingen werden in duplo uitgevoerd.

Bij het plaatsen van de buisjes werd het onderste afsluitdopje verwijderd om de monsternamen te beginnen en bij het ophalen er weer opgezet om de monsternamen te stoppen. Twee blanco's per week werden meegenomen. Deze buisjes werden op dezelfde wijze getransporteerd en opgeslagen als de buisjes die gebruikt werden om te bemonsteren.

Voor gebruik werden de buisjes donker en koel bewaard. Na gebruik werden ze donker en op kamertemperatuur bewaard. De buisjes werden wekelijks naar Gradko Environmental (Winchester, UK) gestuurd voor analyse. De concentratie geadsorbeerd NO₂ werd bepaald door UV/VIS-spectrofotometrie. De detectiegrens was 0,43 µg/m³.

3.2.2 Metingen van vluchtige organische stoffen

VOS werden passief bemonsterd binnen in de woonkamer en buiten. Hiervoor werden Organic Vapor Diffusion Monitors type 3500 van 3M™ gebruikt. Deze passieve samplers (badges) hebben een semi-permeabel membraan en een absorptiemedium van actief kool. Ze zijn alle voorzien van een code. Er werd één badge per locatie opgehangen.

Bij het ophalen werden het membraan en de ring van de badge verwijderd, de badge afgesloten met een dekseltje en opgesloten in het meegeleverde blikje. De badge werd koel vervoerd en bewaard.

Eén blanco per week werd meegenomen. Het blikje waarin de badge zich bevindt werd geopend, het membraan en de ring van de badge verwijderd, de badge afgesloten met het dekseltje en direct weer opgesloten in het meegeleverde blikje. De badges werden op dezelfde wijze getransporteerd en opgeslagen als de badges die gebruikt werden om te bemonsteren.

De badges werden gekoeld getransporteerd naar het RIVM en daar geanalyseerd door RIVM-LVM. Bij de analyse werd een hoeveelheid koolstofdioxide (CO₂) gebracht op de bemonsterde badges. Deze CO₂ werd na een half uur, waarbij de badges regelmatig werden omgezwinkt, overgebracht in een flesje en werd vervolgens met GC-MS geanalyseerd. Met behulp van een mee geanalyseerde standaard werden de concentraties uitgerekend. De detectiegrens was 0,4 µg/m³.

3.2.3 Metingen van kooldioxide, koolmonoxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

CO₂, CO, temperatuur en RV werden gedurende één week registrerend gemeten in de woonkamer met een Q-Trak IAQ Monitor Model 7565 van TSI. Data werden automatisch gelogd om de 5 minuten. De specificaties van de Q-Trak staan vermeld in Tabel 1. Voor de achtergrondconcentraties van CO₂ in de buitenlucht werd een kortdurende meting (10 minuten) buiten de woning gedaan voordat het apparaat in de woonkamer werd geplaatst.

Tabel 1: Specificaties Q-Trak Model 7565

	Range	Resolutie	Nauwkeurigheid
CO ₂	0 – 5000 ppm	1 ppm	± 3% of 50 ppm, hetgeen het grootste is
CO	0 – 500 ppm	0,1 ppm	± 3% of 3 ppm, hetgeen het grootste is
T	0 – 60°C	0,1°C	± 0,6°C
RV	0 – 95% RV	0,1% RV	± 3% RV

3.2.4 Meetopstelling

Het meetapparaat voor het meten van CO₂, CO, RV en T werd in een kistje geplaatst en het monsterpunt van het apparaat werd hier bovenop bevestigd. De NO₂-diffusiebuisjes en VOS-badge werden op de

zijkant van het kistje bevestigd door middel van de zelfklevende houders die met de NO₂-diffusiebuisjes werden geleverd.

Het kistje werd op ademhoogte (1,0 - 1,5 m van de vloer) in de woonkamer geplaatst, zoveel mogelijk in het midden van de kamer. Plekken dicht bij een verwarming, in zonlicht, in een directe ventilatiestroom of dicht bij vochtbronnen werden zoveel mogelijk vermeden. Ook plekken waar de bewoners telkens vlak langsliepen of dicht bij zaten werden zo veel mogelijk vermeden.

Bewoners werd gevraagd om het kistje niet te verplaatsen, er niet boven op te ademen en de stekker niet uit het stopcontact te trekken. Ze werden ook gevraagd om de onderzoekers te melden wanneer er zich problemen voordeden en/of wanneer de stroom was uitgevallen.

Bij woningen met een afvoerloze geiser in de keuken werden ook NO₂-diffusiebuisjes in de keuken geplaatst. Ze werden op circa 1,5 - 2 m van de grond geplaatst door middel van de zelfklevende houders, op een horizontale afstand van ≥ 50 cm van de geiser en het kooktoestel.

Buiten werden de NO₂-diffusiebuisjes en VOS-badge aan de meest verkeersbelaste zijde van de woning bevestigd. De NO₂-diffusiebuisjes werden bevestigd door middel van de meegeleverde houders en een tie-wrap waarmee de houder om een regenpijp of de balustrade van een balkon kon worden bevestigd. De VOS-badge werd opgehangen in een polyetheen trechter ter bescherming tegen regen en werd met touw aan de tie-wrap bevestigd. Wanneer er geen regenpijp of balkon aanwezig was, werden de houder en het touw met verwijderbare tape op de gevel of een kozijn bevestigd.

3.3 Metingen in de winter

In de winter van 2009 (week 2 - 9) werden de 60 geselecteerde woningen bezocht om meetapparatuur te plaatsen en een vragenlijst af te nemen. In de woonkamer en buiten werd er gedurende één week passief bemonsterd op stikstofdioxide (NO₂) en op vluchtige organische stoffen (VOS).

In 10 woningen, inclusief 4 woningen met een afvoerloze geiser in de keuken, werd in de keuken NO₂ passief bemonsterd en registrerend gemeten. In diezelfde week werden de actuele concentraties kooldioxide (CO₂) en koolmonoxide (CO) in de woonkamer met een datalogger vastgelegd. Met hetzelfde apparaat werden tevens temperatuur (T) en relatieve luchtvochtigheid (RV) gelogd.

In 30 woningen met harde vloerbedekking werd in de woonkamer huisstof met behulp van filterdoekjes bemonsterd. Het huisstof werd vervolgens op zware metalen, PAK's en vlamvertragers geanalyseerd.

In 10 woningen werd fijn stof zowel integrerend als registrerend gemeten. De term 'integrerende metingen' wordt gebruikt om de metingen te omschrijven waarbij een gemiddelde concentratie over de meetperiode wordt bepaald. Voor de metingen waarbij data continu wordt gelogd en dus ook momentane variaties worden vastgelegd, wordt de term 'registrerende metingen' gebruikt.

3.3.1 Stikstofdioxidemetingen

3.3.1.1 Integrerende metingen

In 60 woningen werd er binnen in de woonkamer en buiten gedurende één week passief bemonsterd op stikstofdioxide (NO₂). In 10 woningen werd ook in de keuken bemonsterd. Dit gebeurde in de 4 woningen met een afvoerloze geiser en in een selectie van de woningen zonder afvoerloze geiser waar er op gas werd gekookt. Voor de passieve bemonstering werden diffusiebuisjes van Gradko Environmental gebruikt (zie paragraaf 3.2.1).

3.3.1.2 Registrerende metingen

In 10 woningen werden naast de integrerende metingen ook registrerende metingen van NO₂ gedaan. Deze werden uitgevoerd in dezelfde keukens als de integrerende metingen. Hierdoor werd een indruk gekregen van de piekwaarden die worden bereikt tijdens het gebruik van een afvoerloze geiser en/of het koken op gas. NO₂ werd registrerend gemeten met een Dräger Pac III gas monitor. De sensor heeft een resolutie van 0,1 ppm en een nauwkeurigheid van maximaal ± 5%.

3.3.2 Metingen van vluchtige organische stoffen

3.3.2.1 Integrerende metingen

In 60 woningen werd er binnen in de woonkamer en buiten gedurende één week passief bemonsterd op VOS. Dit gebeurde met Organic Vapor Diffusion Monitors type 3500 van 3M™ (zie paragraaf 3.2.2).

3.3.3 Metingen van kooldioxide, koolmonoxide, temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

3.3.3.1 Registrerende metingen

In 60 woningen werden CO₂, CO, temperatuur en RV gedurende één week registrerend gemeten in de woonkamer met een Q-Trak IAQ Monitor Model 7565 van TSI (zie paragraaf 3.2.3). Voor de achtergrondconcentraties van CO₂ in de buitenlucht werd een kortdurende meting (10 minuten) buiten de woning gedaan voordat het apparaat in de woonkamer werd geplaatst.

3.3.4 Metingen van chemische stoffen in huisstof

In 40 woningen met harde vloerbedekking werd in de woonkamer huisstof bemonsterd met filterdoekjes. Alleen woningen met harde vloerbedekking werden geselecteerd, omdat de bemonsteringmethode niet geschikt is voor andere soorten vloerbedekking. Afhankelijk van de aanwezigheid van voldoende te bemonsteren oppervlak werden er bij deze woningen 1, 2 of 3 monsters genomen. In totaal werden er 70 monsters verzameld, waarvan 30 monsters op zware metalen werden geanalyseerd (Pb, As, Cd, Cr, Al), 30 monsters op polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en 10 monsters op polygebromeerde difenylethers (PBDE's), een groep vlamvertragers. Deze stoffen werden gekozen omdat uit de literatuur blijkt dat gezondheidsrisico's voor deze stoffen via inname van huisstof niet zijn uit te sluiten (Oomen et al., 2008). De beschikbare data over loodconcentraties in huisstof (zie Oomen et al., 2008) wijzen er op dat blootstelling aan lood (Pb) via huisstof regelmatig een potentieel gezondheidsrisico vormt voor kinderen. Voor arseen (As), cadmium (Cd), som PAK en de vlamvertrager BDE-99 is er een potentieel gezondheidsrisico bij blootstelling aan de hogere concentraties gevonden in de literatuur. Aluminium (Al) en chroom (Cr) werden in de analyses meegenomen omdat - ook al worden de potentiële risico's voor de gezondheid van inname via huisstof van deze stoffen onwaarschijnlijk geacht - er weinig data voorhanden zijn van dergelijke concentraties in huisstof in Nederlandse woningen.

3.3.4.1 Monstername

Liggend huisstof werd met filterdoekjes (TechniCloth (9"x9") TX 609, van TEXWIPE) van de vloer geveegd. De bemonstering vond plaats op een plek waar normaal gesproken niet wordt gelopen en waar geen spullen worden neergezet, om te voorkomen dat er voornamelijk naar binnen gelopen grond wordt bemonsterd. Om te zorgen dat er voldoende huisstof aanwezig was, is er gekozen voor een plek waar de lucht niet sterk in beweging is. Bij het nemen van de veegmonsters werden handschoenen gedragen (voor elke woning een schoon paar). De te bemonsteren oppervlak van 1 m² werd met een touw omlind.

De filterdoekjes werden dubbelgevouwen en het te bemonsteren oppervlak werd met stevige handdruk geveegd met verticale S-bewegingen. De blootgestelde kant van het filterdoekje werd dan binnenwaarts

gevouwen en hetzelfde oppervlak werd geveegd met horizontale S-bewegingen. Het filterdoekje werd vervolgens nogmaals gevouwen zodat een verse zijde beschikbaar was waarmee het oppervlak nogmaals werd geveegd met verticale S-bewegingen.

Het filterdoekje werd gekoeld getransporteerd en bewaard in een hersluitbaar zakje.

3.3.4.2 **Bepaling van de hoeveelheid stof**

Om de concentratie zware metalen, PAK's en PBDE's in het huisstof te kunnen vaststellen moest eerst de precieze hoeveelheid stof in elk monster bekend zijn. Dit werd in het laboratorium bepaald door voor- en naweging van de filterdoekjes in een weegkamer met een analytische balans.

3.3.4.3 **Bepaling van de hoeveelheid zware metalen**

De monsters zijn ontsloten met een mengsel van HNO₃ (65%) en H₂O₂ (30%) (3+1), met aanpassing van het volume, zoals beschreven in NIOSH 7105. Vervolgens zijn de destruatens geanalyseerd op Al, Cr, As, Cd en Pb met behulp van *Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry* (ICP-MS).

3.3.4.4 **Bepaling van de hoeveelheid PAK's**

Aan de monsters werden twee interne standaarden (6-methylchryseen en D12-benzo(k)fluorantheen) toegevoegd, om te kunnen corrigeren voor eventuele verliezen tijdens de analyse.

De monsters werden geëxtraheerd met aceton door middel van *Microwave Assisted Solvent Extraction* (MASE). Na de clean-up van dit extract door middel van *Gel Permeation Chromatography* (GPC) werd het extract geanalyseerd met *Reversed Phase Liquid Chromatography* met *Fluorescence Detection* (RPLC-FLD).

De prestatiekenmerken van de methode zijn bepaald door aan blanco filterdoekjes een bekende hoeveelheid PAK's toe te voegen en de doekjes vervolgens op dezelfde manier te analyseren als de monsters. Bij deze experimenten is gebleken dat de meest vluchtige PAK's (naftaleen, acenafteen, fluoreen, fenantheen en antraceen) in onvoldoende mate worden teruggevonden; voor deze PAK's is de methode dus ongeschikt en worden de resultaten niet gerapporteerd.

3.3.4.5 **Bepaling van de hoeveelheid PBDE's**

De monsters werden geëxtraheerd met een mengsel van aceton, iso-octaan en water. De iso-octaanlaag werd drooggedampt en het residu werd verzeep en gewassen. PBDE's werden bepaald met *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GCMS) met *Negative Chemical Ionization* (NIC).

3.3.5 **Fijnstofmetingen**

Fijn stof werd op twee verschillende manieren gemeten. Het aantal deeltjes in verschillende fracties werd geteld en PM₁₀ werd gravimetrisch (integrerend) bepaald.

3.3.5.1 **Registrerende metingen**

Om inzicht te krijgen in de piekwaarden, werd in elf woningen fijn stof in de binnenlucht van de woonkamer gedurende één week registrerend gemeten met een deeltjesteller (Lighthouse Handheld 3016 IAQ particle counter). Dit apparaat zuigt lucht aan met 2,83 liter/minuut en telt het aantal deeltjes in de volgende vijf fracties: 0,3 - < 0,5 µm, 0,5 - < 1 µm, 1 - < 2,5 µm, 2,5 - < 5 µm en 5 - < 10 µm. Data werden automatisch gelogd om de 4 minuten.

3.3.5.2 **Integrerende metingen**

In dezelfde woningen waar de registrerende metingen van fijn stof plaatsvonden werden ook integrerende metingen gedaan. PM₁₀ werd gravimetrisch bepaald door lucht met 10 liter/minuut aan te zuigen door een Harvard Impactor. Stof werd gedurende 48 uur opgevangen op Teflon filters van Ø37 mm. Na gebruik

werden de filters gekoeld opgeslagen en getransporteerd. De filters werden voor- en nagewogen door de GGD Amsterdam in een geconditioneerde weegkamer.

3.3.6 Meetopstelling

De meetopstelling voor de integrerende metingen van NO₂ en VOS en de registrerende metingen van CO₂, CO, RV en T was dezelfde als in de zomer (zie paragraaf 3.2.4). De NO₂-monitor voor de registrerende metingen van NO₂ in de keukens werd in de buurt van de diffusiebuisjes geplaatst.

De deeltjesteller voor de fijnstofmetingen werd in een kist geplaatst met geluidsdemping om overlast te beperken. Het apparaat werd op ademhoogte (1,0 – 1,5 m) in de woonkamer geplaatst bij het kistje voor de Q-trak. De Harvard Impactor werd hier bovenop gezet.

Net zoals in de zomer werd de bewoners gevraagd om de kistjes niet te verplaatsen, er niet boven te ademen en de stekkers niet uit het stopcontact te trekken. Ze werden ook gevraagd om de onderzoekers te melden wanneer er zich problemen voordeden en/of wanneer de stroom was uitgevallen.

3.4 Vragenlijsten

Voor dit onderzoek zijn twee vragenlijsten ontwikkeld, om informatie te verzamelen over factoren die relevant zouden kunnen zijn bij het verklaren van de gevonden concentraties in de woningen. Woningkenmerken, zoals type ventilatievoorziening en aanwezigheid van een open haard, evenals het gedrag van bewoners, zoals gebruik van de ventilatievoorzieningen en roken zijn hierin meegenomen. Vragenlijsten die in het PIAMA (Preventie en Incidentie van Astma en Mijt Allergieën) onderzoek (Brunekreef et al., 2002) en het Vathorstonderzoek (Duijm et al., 2007) zijn gebruikt, hebben hiervoor als input gediend.

Tijdens het eerste huisbezoek werd de eerste vragenlijst mondeling afgenomen bij de hoofdbewoner (zie Bijlage 2, vragenlijst 1). De tweede vragenlijst, met vragen die van toepassing waren op het gedrag van de bewoner tijdens de meetweek, werd achtergelaten bij het eerste bezoek (zie Bijlage 2, vragenlijst 2). Deze werd door de hoofdbewoner ingevuld tijdens de meetweek. Bij het ophalen van de meetapparatuur een week later, is deze vragenlijst met de bewoner doorgenomen om te controleren op onduidelijkheden.

4 Resultaten

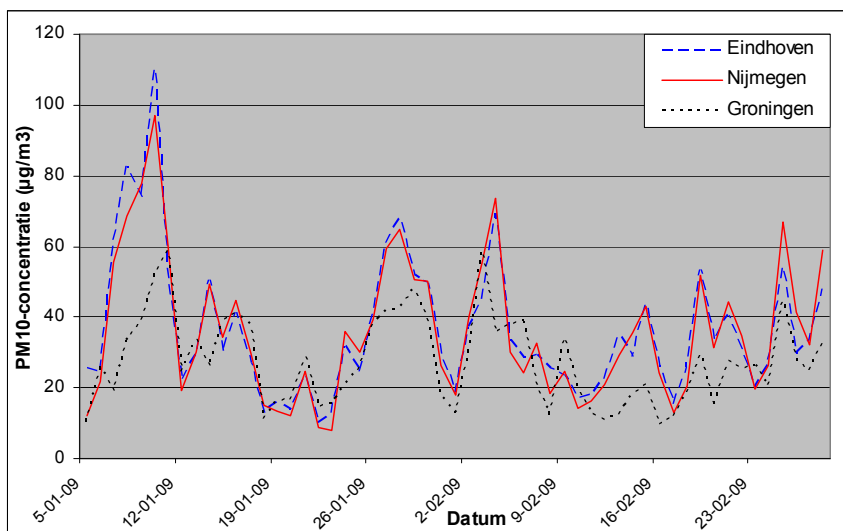
4.1 De steekproeven

De belangrijkste bouwkundige, inrichtings- en gedragskenmerken van de twee steekproeven zijn in Tabel 2 weergegeven. Voor de meeste kenmerken is de frequentie in de zomer vergelijkbaar met de frequentie in de winter. Dit geldt uiteraard niet voor de frequentie van handelingen die seizoensafhankelijk zijn, zoals het gebruik van ventilatievoorzieningen. Deze worden, zoals verwacht, in de winter aanzienlijk minder benut dan in de zomer. De wintersteekproef omvatte 10% meer koopwoningen dan de zomersteekproef (70% versus 60%). In de meeste woningen wordt er op gas gekookt (ruim 80%). In de zomersteekproef zijn er twee woningen met een afvoerloze geiser. Hiervan wordt in één woning de geiser gebruikt als warmwaterbron voor de keukenkraan en in de andere woning wordt de geiser gebruikt als warmwaterbron voor zowel de keukenkraan als de douchekraan. In de wintersteekproef hebben vier woningen een afvoerloze geiser. Hiervan wordt in één woning de geiser gebruikt als warmwaterbron voor de keukenkraan en in de andere woningen wordt de geiser gebruikt voor zowel de keukenkraan als de douchekraan.

4.1.1 Representativiteit van de steekproef

De steekproef is getrokken uit het woningenbestand van de Gemeente Groningen en is *a priori* niet representatief voor heel Nederland. Vergeleken met andere middelgrote steden is de buitenluchtkwaliteit beter in Groningen. Als voorbeeld zijn in Figuur 1 de PM₁₀-concentraties weergegeven voor de straatstations in Groningen, Nijmegen en Eindhoven tijdens de meetweken in de winter (data Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: <http://www.lml.rivm.nl>). Te zien is dat de PM₁₀-concentraties lager zijn in Groningen. Hetzelfde geldt voor NO₂, hetzij in mindere mate. Dit verschil kan tot verschillen in de binnenluchtconcentraties leiden.

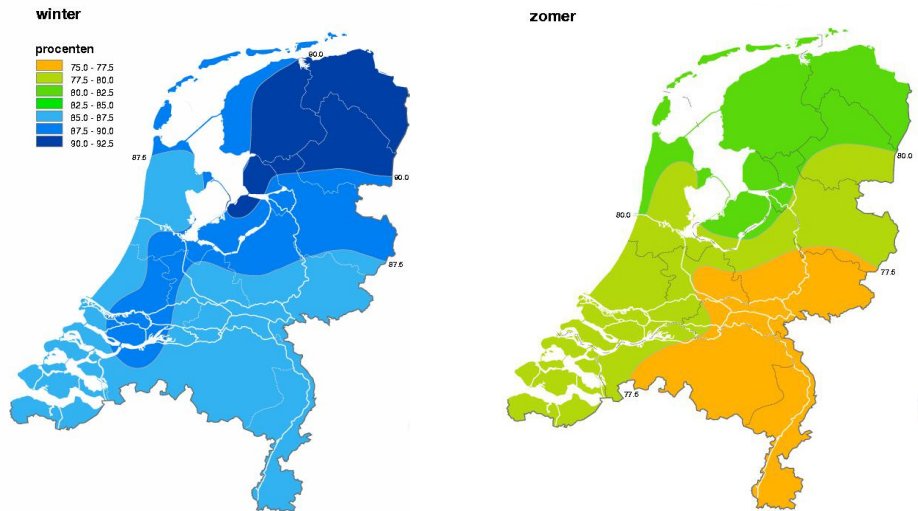
De gemiddelde temperatuur is lager in Noord-Nederland vergeleken met de rest van het land en de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid is in Noord-Nederland hoger dan in de rest van Nederland (zie Figuur 2). Dit kan van invloed zijn op de temperatuur en RV binnen.



Figuur 1: PM₁₀-concentraties in de buitenlucht in drie steden van vergelijkbare omvang

Tabel 2: Kenmerken van de woningen en het gedrag van de bewoners

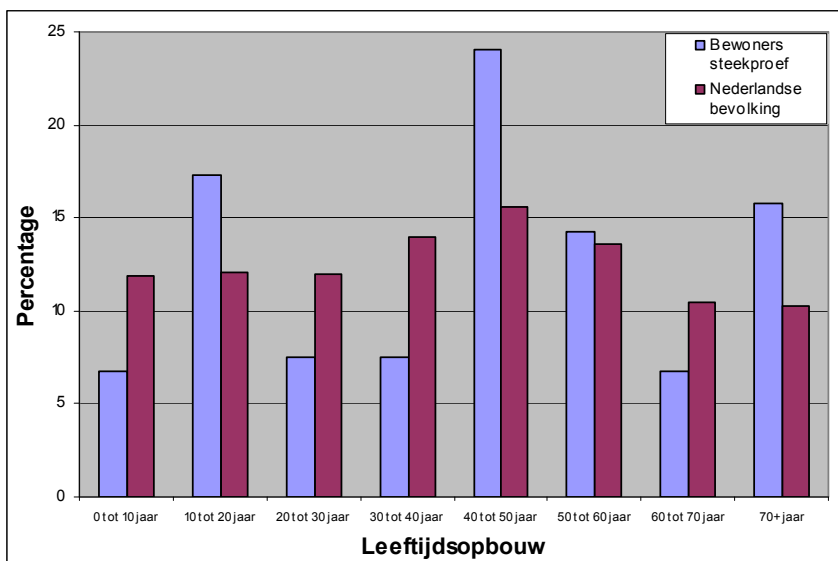
		Frequentie zomer		Frequentie winter	
		Aantal	Percentage	Aantal	Percentage
Koop of huur	Koop	15	60	42	70
	Sociale huur	6	24	11	18
	Particuliere huur	4	16	7	12
Type woning	Laagbouw	16	64	42	70
	Gestapeld	9	36	18	30
Type vloerbedekking	Tapijt	6	24	14	23
	Zeil	1	4	2	3
	Steen	1	4	2	3
	Hout of laminaat	17	68	41	68
	Anders	0	0	1	2
Gesloten keuken	Ja	14	56	28	47
	Nee	11	44	32	53
Koken op gas	Ja	21	84	51	85
	Nee	4	16	9	15
Warmwaterbron	Combiketel	18	72	48	80
	Boiler	3	12	3	5
	Geiser met afvoer	1	4	3	5
	Geiser zonder afvoer	2	8	4	7
	Ketelhuis	1	4	2	3
Gaskachel	Ja	5	20	8	13
	Nee	20	80	52	87
Houtkachel	Ja	2	8	5	8
	Nee	23	92	55	92
Open haard	Ja	0	0	5	8
	Nee	25	100	55	92
Gebruik roosters woonkamer	Open	9	36	17	28
	Dicht	3	12	19	32
	n.v.t.	13	52	24	40
Gebruik ramen woonkamer	Open	9	36	3	5
	Op een kier	2	8	3	5
	Dicht	13	52	50	83
	n.v.t.	1	4	4	7
Gebruik buitendeur woonkamer	Open	7	28	1	2
	Op een kier	0	0	1	2
	Dicht	8	32	38	63
	n.v.t.	10	40	20	33
Mechanische ventilatie (mechanische toe- en afvoer)	Ja	2	8	5	8
	Nee	23	92	55	92
Roken	Incidenteel	1	4	1	2
	1-5 sigaretten/dag	1	4	4	7
	6-10 sigaretten/dag	0	0	2	3
	>10 sigaretten/dag	1	4	8	13
	1 pijp per dag	1	4	0	0
	Nee	21	84	45	75



Figuur 2: Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid voor de winter en zomer (tijdvak 1971-2000; Bron: KNMI)

In de vragenlijst die onder de bewoners werd afgenomen, is er gevraagd naar de leeftijd van de bewoners. In de wintersteekproef waren de leeftijdscategorieën 20-30 jaar en 30-40 jaar ondervertegenwoordigd ten opzichte van de leeftijdsopbouw van de Nederlandse bevolking (CBS, 2008), zie Figuur 3. Dit kan te maken hebben met het hoge percentage werkende mensen in deze leeftijdscategorie waardoor ze moeilijk te bereiken waren voor deelname in de steekproef. De leeftijdscategorieën 10-20 jaar, 40-50 jaar en 70+ zijn oververtegenwoordigd in de steekproef. De leeftijdsgroep 70+ is waarschijnlijk gemakkelijker te bereiken, omdat ze vaker thuis zijn. Waarom de andere categorieën oververtegenwoordigd zijn, is niet duidelijk.

Het is niet bekend of het gedrag van Groningers op het gebied van bijvoorbeeld ventilatie of stoken anders is dan het gedrag van een gemiddelde bewoner van Nederland.



Figuur 3: Leeftijdsopbouw bewoners van de woningen uit de wintersteekproef versus leeftijdsopbouw Nederlandse bevolking

4.2 Data-analyse

De statistische analyses zijn uitgevoerd met het programma SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versies 15 en 17. Voor de gemeten stoffen zijn de gemiddelde concentraties bepaald, de standaarddeviatie (SD) en het 5-, 50- en 95-percentiel. Voor de normaal verdeelde parameters worden hieronder de gemiddelde waarden beschreven. Voor niet-normaal verdeelde parameters wordt de mediaan beschreven. Voor de uitschieters is bekeken of daar verklaringen voor waren. De definitie van uitschieters die SPSS hanteert is: gehalten die meer dan 1,5 keer de afstand tussen het 25- en 75-percentiel verwijderd zijn van het 25- of 75-percentiel. Uitschieters zijn niet uit de dataset verwijderd en zijn dus meegenomen in de data-analyse, tenzij anders vermeld. Alle hieronder beschreven uitschieters zijn gehalten die naar boven uitschieten, tenzij anders vermeld.

4.3 Stikstofdioxide (NO₂)

Resultaten NO₂ samengevat:

- De weekgemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamers was gemiddeld 17 µg/m³ in de zomer en 23 µg/m³ in de winter. Er is een sterke statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties in de woonkamer in de zomer en in de winter.
- In de zomer was de NO₂-concentratie binnen vergelijkbaar met de concentratie buiten. In de winter was de NO₂-concentratie in de woonkamers gemiddeld 9 µg/m³ lager dan de concentratie buiten de woningen (32 µg/m³).
- Er is een statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties buiten en in de woonkamer in de zomer. Voor de wintermetingen is er geen statistisch significante associatie gevonden tussen de NO₂-concentraties buiten en in de woonkamer.
- In de zomer werd de gezondheidkundige advieswaarde van 40 µg/m³ overschreden in 1 woonkamer en in de winter in 2 woonkamers. In alle keukens met afvoerloze geisers werd de advieswaarde overschreden, zowel in de zomer (in 2 woningen) als in de winter (in 4 woningen).
- Voor het beperkte aantal woningen waar NO₂ in de keuken werd gemeten is er een statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties in de keuken en in de woonkamer.
- In alle woningen waar de weekgemiddelde concentratie de advieswaarde overschreed, waren er bronnen van NO₂ binnenshuis, zoals een gaskooktoestel of een afvoerloze geiser.

4.3.1 NO₂: resultaten zomermetingen

De resultaten van de gemiddelden van de duplometingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.1. Alle resultaten lagen ruim boven de detectiegrens. Bij twee woningen is één van de duplometingen verloren gegaan. Voor deze woningen is verder gerekend met het meetresultaat van het overgebleven monster.

De gemiddelde weekgemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamer was 17,3 µg/m³ (zie Tabel 3). De gemiddelde weekgemiddelde buitenconcentratie van 16,8 µg/m³ was vergelijkbaar met de concentratie in de woonkamer. De spreiding van de weekgemiddelde NO₂-concentraties was groter in de woonkamers dan buiten, zie Figuur 4.

Er was één uitschieterende waarde in de woonkamers. De weekgemiddelde NO₂-concentratie in deze woonkamer was 40,4 µg/m³; bijna 14 µg/m³ hoger dan de op één na hoogste meting. Het feit dat het verschil tussen de duplometingen voor deze woning hoger was dan voor de overige woningen geeft aan dat dit meetresultaat onzekerder is dan de overige resultaten. Deze hoge NO₂-concentratie kan niet

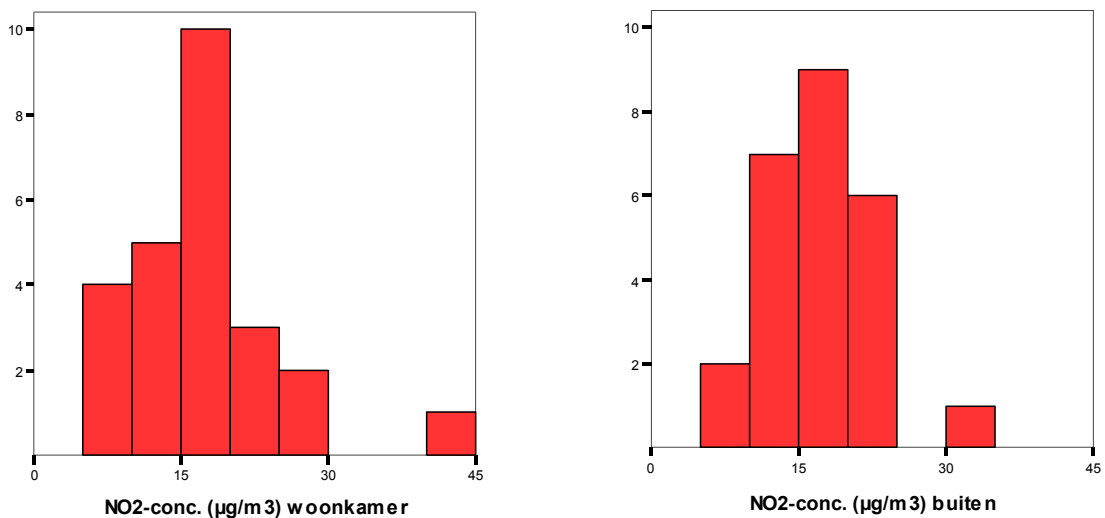
worden verklaard door de invloed van de buitenlucht; buiten deze woning was de weekgemiddelde NO₂-concentratie maar 16,1 µg/m³. Een mogelijke verklaring is, dat er in deze woning het meest op gas werd gekookt van de onderzochte woningen. Er werd gekookt in een gesloten keuken zonder afzuigkap en zonder afvoerloze geiser. De deur naar de woonkamer was altijd open en er werd 6 à 7 dagen in de week gedurende 75 minuten per dag gekookt. In de keuken stonden een raam en de buitendeur open tijdens het koken, maar in de woonkamer werd niet geventileerd.

Buiten werd één uitschieterende waarde gemeten. Voor deze woning was de buitenconcentratie (30,1 µg/m³) hoger dan de concentratie in de woonkamer (20,2 µg/m³). Een mogelijke verklaring voor de hogere buitenluchtconcentratie is de locatie van deze woning, in de binnenstad van Groningen, een paar honderd meter van het busstation.

Tijdens de meetperiode was de gemiddelde NO₂-concentratie gemeten op de twee meetstations in Groningen 33 µg/m³ op de straatlocatie en 11 µg/m³ op de voorstadlocatie (data Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: <http://www.lml.rivm.nl>).

Tabel 3: Weekgemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ in woonkamers en buiten (zomerperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
NO ₂ -concentratie woonkamer	25	17,3	7,6	5,3	40,4	5,4	17,9	36,2
NO ₂ -concentratie buiten	25	16,8	5,2	9,3	30,1	9,5	15,5	28,6



Figuur 4: Frequentieverdelingen van de weekgemiddelde NO₂-concentraties in de woonkamer en buiten de woning (zomerperiode)

De statistische associatie tussen de weekgemiddelde NO₂-concentraties binnen in de woonkamer en buiten dezelfde woning is getoetst. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 25 woningen was: $r(25) = 0,312$; $p = 0,129$ (2-tailed) ($r^2 = 0,097$). Voor de hele steekproef is er dus geen statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties buiten en in de woonkamer. Echter wanneer de woningen met

uitschieterende waarden uit de dataset worden verwijderd is de correlatie groter en statistisch significant: $r(23) = 0,425$; $p < 0,05$ (2-tailed) ($r^2 = 0,180$). Dit duidt er op dat in de zomer de NO_2 -concentraties buiten een indicator kunnen zijn voor de NO_2 -concentraties binnen. Dit is volgens verwachting, want in de zomer wordt er meer gebruikgemaakt van de ventilatievoorzieningen, waardoor er meer uitwisseling is tussen buiten- en binnenlucht dan bijvoorbeeld in de winter.

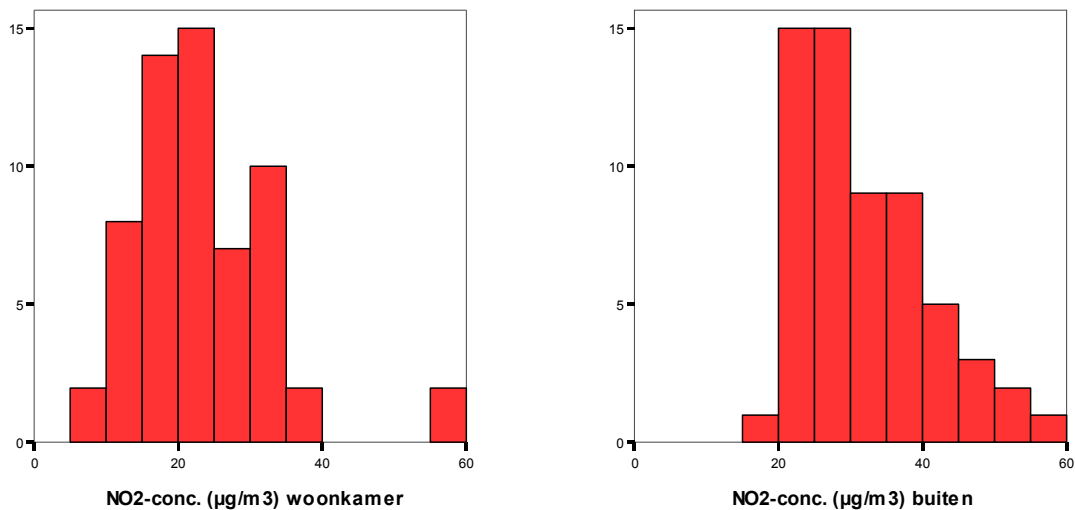
In de twee keukens met afvoerloze geisers werd de hoogste weekgemiddelde NO_2 -concentratie ($69,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gevonden in de keuken waar de geiser wordt gebruikt als warmwaterbron voor zowel de keukenkraan als de douchekraan. In de andere woning met een afvoerloze geiser wordt deze alleen gebruikt voor de keukenkraan.

4.3.2 NO_2 : resultaten wintermetingen

De resultaten van de gemiddelden van de duplometingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.2 (woonkamers) en Tabel B3.3 (keukens). Alle resultaten lagen ruim boven de detectiegrens. Tijdens de meetweek zijn bij één woning de buisjes buiten verwijderd. Daarom is deze meting op een later tijdstip herhaald, zowel buiten als in de woonkamer.

Tabel 4: Weekgemiddelde NO_2 -concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in woonkamers en buiten (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
NO_2 -concentratie woonkamer	60	23,4	9,7	5,6	58,4	10,8	22,4	39,0
NO_2 -concentratie buiten	60	31,9	9,1	18,6	56,2	20,4	28,9	50,1



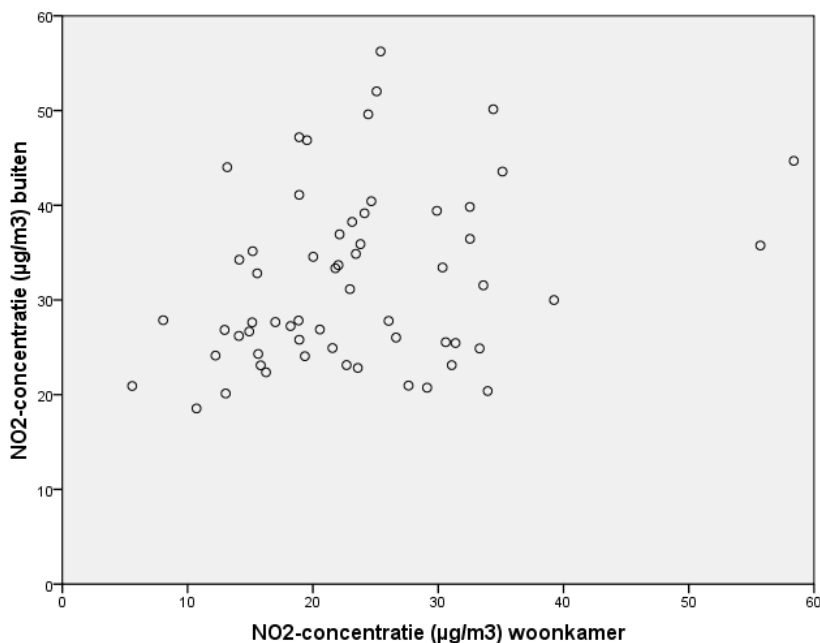
Figuur 5: Frequentieverdelingen van de weekgemiddelde NO_2 -concentraties in de woonkamer en buiten de woning (winterperiode)

De gemiddelde weekgemiddelde NO_2 -concentratie in de woonkamer was $23,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (zie Tabel 4). Er waren twee uitschieterende waarden in de woonkamers (zie Figuur 5). De woning met de hoogste uitschieter in de winter ($58,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$), was tevens de enige woning met een uitschieterende waarde tijdens de zomermeting. In de winter geldt waarschijnlijk dezelfde verklaring voor de hoge NO_2 -concentratie als in de zomer; namelijk dat in deze woning veel op gas gekookt wordt (120 minuten per dag, 6 à 7 dagen per

week in de winterperiode). De andere woning met een uitschieterende waarde in de winter heeft een afvoerloze geiser in een gesloten keuken en er wordt op gas gekookt. De enige ventilatiemogelijkheden in de keuken zijn een buitendeur (die meestal dicht is) en een ventilatiekoker zonder afzuiging. De deur naar de lange gang staat echter zelden open. De woonkamer heeft een gaskachel, die mede de hogere NO₂-concentratie zou kunnen verklaren.

Buiten was de gemiddelde weekgemiddelde NO₂-concentratie 31,9 µg/m³. Dit is 8,5 µg/m³ hoger dan de weekgemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamer. Buiten waren er geen uitschieters (zie Figuur 5). Tijdens de meetperiode was de gemiddelde NO₂-concentratie gemeten op de twee meetstations in Groningen 43 µg/m³ op de straatlocatie en 22 µg/m³ op de voorstadlocatie (data Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: <http://www.lml.rivm.nl>).

In Figuur 6 worden de weekgemiddelde NO₂-concentraties per woning in de woonkamer, afgezet tegen de NO₂-concentraties buiten dezelfde woning. De statistische associatie tussen de NO₂-concentraties binnen en buiten is getoetst. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 60 woningen was: $r(60) = 0,282$; $p < 0,05$ ($r^2 = 0,080$). Voor de hele steekproef is er dus een statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties buiten en in de woonkamer. Echter wanneer de woningen met uitschieterende waarden uit de dataset verwijderd worden is de correlatie kleiner en niet statistisch significant: $r(58) = 0,227$; $p = 0,086$ (2-tailed) ($r^2 = 0,052$). Dit duidt er op, dat in de winter de NO₂-concentratie buiten geen goede indicator is voor de NO₂-concentratie binnen. In de winter werd er minder geventileerd wat een verklaring hiervoor zou kunnen zijn.



Figuur 6: Vergelijking van de NO₂-concentraties in µg/m³ in de woonkamer en buiten (winterperiode)

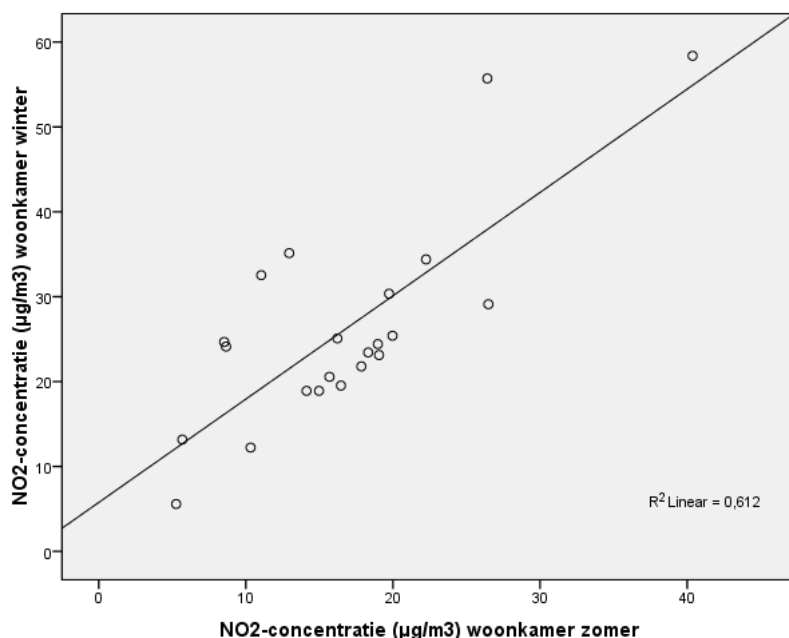
In de keukens waar NO₂ gemeten werd was de gemiddelde weekgemiddelde concentratie in de keukens met afvoerloze geisers 71,1 µg/m³. Dit was, volgens verwachting, hoger dan in de keukens zonder afvoerloze geiser, waar de gemiddelde weekgemiddelde concentratie 32 µg/m³ bedroeg. Tevens waren de piekconcentraties NO₂ hoger in de keukens met afvoerloze geiser (zie Tabel 5).

Tabel 5: Weekgemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ en piek NO₂-concentraties in ppm in keukens met en zonder afvoerloze geiser (winterperiode)

	N	Weekgemiddelde NO ₂ -conc. (µg/m ³)					Piek NO ₂ -conc. (ppm)				
		Gem.	SD	P50	Min.	Max.	Gem.	SD	P50	Min.	Max.
NO ₂ -conc. met afvoerloze geiser	4	71,1	25,8	66,9	45,8	104,7	0,45	0,21	0,45	0,20	0,70
NO ₂ -conc. zonder afvoerloze geiser	6	32,0	18,7	27,4	13,8	64,7	0,23	0,14	0,25	0	0,40

De statistische associatie tussen de weekgemiddelde NO₂-concentraties in de keuken en in de woonkamer van dezelfde woningen is getoetst. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 10 woningen was: $r(10) = 0,709$; $p < 0,05$ (2-tailed) ($r^2 = 0,503$). Er is dus een statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties in de keuken en in de woonkamer. Dit geeft aan, dat de NO₂-concentraties in de keukens een goede indicator zijn voor de NO₂-concentraties in de woonkamer.

In Figuur 7 worden de weekgemiddelde NO₂-concentraties in de woonkamer per woning in de zomer afgezet tegen de weekgemiddelde NO₂-concentraties in dezelfde woning in de woonkamer in de winter. Dit is gedaan voor de 22 woningen waar de NO₂-concentraties zowel in de zomer als in de winter gemeten werden. De statistische associatie tussen de NO₂-concentraties in de zomer en in de winter is getoetst. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 22 woningen was: $r(22) = 0,782$; $p < 0,001$ (2-tailed) ($r^2 = 0,612$). Er is dus een sterke statistisch significante associatie tussen de NO₂-concentraties in de woonkamer in de zomer en in de winter. Dit geeft aan dat de NO₂-concentraties in de woningen in belangrijke mate worden beïnvloed door kenmerken van de individuele woning, het gedrag van de bewoners en/of de locatie van de woning.



Figuur 7: Vergelijking van de NO₂-concentraties in µg/m³ in de woonkamer in de zomer en de winter

4.3.3 NO₂: resultaten vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarde

De gezondheidkundige advieswaarde voor de jaargemiddelde blootstelling aan NO₂ in de binnenlucht is 40 µg/m³ (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007). Deze concentratie wordt in de zomersteekproef in één woonkamer overschreden en in de twee keukens met afvoerloze geisers.

In de wintersteekproef zijn er twee woonkamers waar deze waarde wordt overschreden. In zes van de tien keukens (inclusief alle keukens met een afvoerloze geiser) wordt de advieswaarde overschreden in de winter. In alle woningen waar de advieswaarde wordt overschreden, is er sprake van bronnen van NO₂ binnenshuis, zoals een gaskooktoestel of een afvoerloze geiser.

4.4 Vluchtige organische stoffen (VOS)

Resultaten VOS samengevat:

- De weekgemiddelde totale VOS-concentratie (mediaan) in de woonkamers was 26 µg/m³ in de zomer en 53 µg/m³ in de winter. Er is een statistisch significante associatie tussen de totale VOS-concentraties in de woonkamer in de zomer en in de winter.
- Zowel in de zomer als in de winter was de weekgemiddelde totale VOS-concentratie (mediaan) binnen beduidend hoger dan buiten: respectievelijk 17 µg/m³ en 41 µg/m³ hoger. Zowel voor de zomer- als de wintermetingen was er geen statistisch significante associatie tussen de totale VOS-concentraties buiten en in de woonkamer.
- De gezondheidkundige advieswaarde van 200 µg/m³ voor totale VOS-concentraties werd in de winter overschreden in vijf woonkamers. Dit werd voornamelijk veroorzaakt door hoge concentraties d-limoneen.
- Voor de afzonderlijke VOS werden geen gezondheidkundige advieswaarden overschreden (voor zover die bekend zijn).

4.4.1 VOS: resultaten zomermetingen

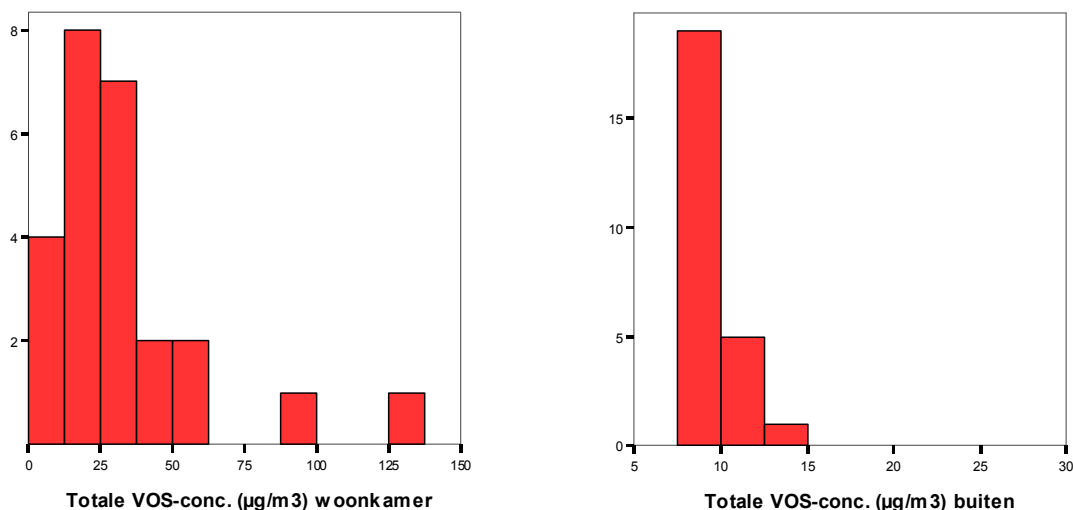
De resultaten van de metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.4 (woonkamers) en Tabel B3.5 (buiten). Voor veel stoffen, vooral buiten, lagen de resultaten onder de detectiegrens van 0,4 µg/m³. Voor de berekening van de totale VOS-concentratie per woning en voor de beschrijvende statistiek per VOS (zie Tabel 6) zijn gehalten onder de detectiegrens, zoals gebruikelijk, beschouwd als de helft van de detectiegrens (0,2 µg/m³).

De mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie in de woonkamers was 26,2 µg/m³ (gemiddelde = 33,8 µg/m³). De mediane weekgemiddelde concentraties van de afzonderlijke stoffen waren, behalve toluene, alle onder 1 µg/m³. Er waren twee woningen met uitschieterende totale VOS-concentraties (zie Figuur 8). Met behulp van de resultaten van de vragenlijsten konden hiervoor geen duidelijke verklaringen worden gevonden.

Buiten was de mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie 9,1 µg/m³ (gemiddelde = 9,6 µg/m³). De mediane weekgemiddelde concentraties van de afzonderlijke stoffen waren alle onder 1 µg/m³. Buiten waren er drie uitschieters. Uit de vragenlijsten blijkt dat gedurende de meetweek of kort voor de meetweek geveerd is buiten deze woningen.

De statistische associatie tussen de weekgemiddelde totale VOS-concentraties binnen in de woonkamer en buiten dezelfde woningen is getoetst. De totale VOS-concentraties zijn eerst log getransformeerd. Dit gaf een normale verdeling zonder uitschieters. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 25 woningen was: $r(25) = 0,010$; $p = 0,964$ (2-tailed) ($r^2 = 0,0001$). Er is dus geen statistisch significante associatie tussen de

weekgemiddelde totale VOS-concentraties buiten en in de woonkamer. Dit geeft aan dat in de zomer de totale VOS-concentraties buiten geen indicator zijn voor de totale VOS-concentraties binnen.



Figuur 8: Frequentieverdelingen van de totale VOS-concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in de woonkamer en buiten (zomerperiode) (NB De schalen verschillen)

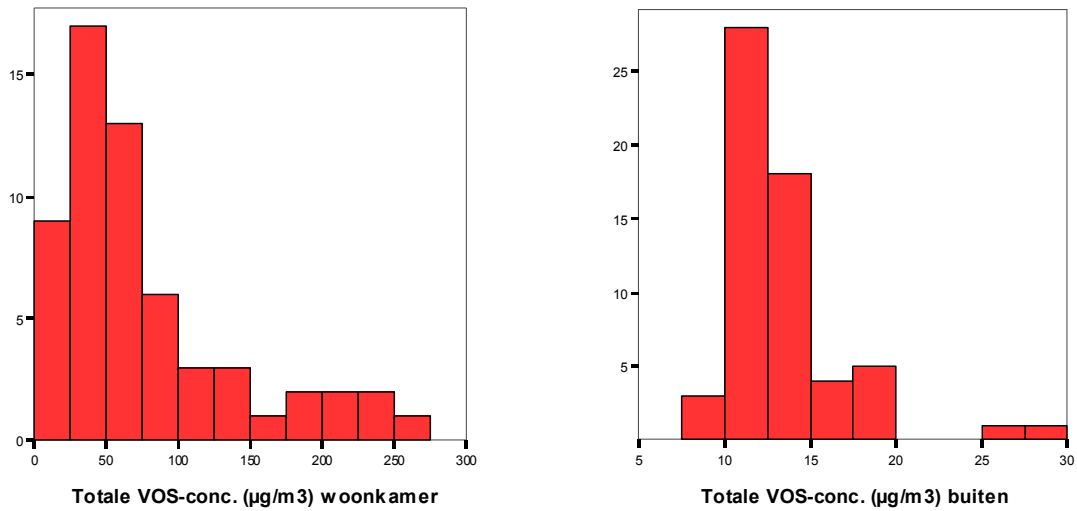
4.4.2 VOS: resultaten wintermetingen

De resultaten van de metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.6 (woonkamers) en Tabel B3.7 (buiten). Buiten één van de woningen werd de VOS-badge verwijderd tijdens de meetweek. Deze meting is herhaald, zowel buiten als in de woonkamer. Tijdens de analyses zijn de resultaten van één woning verloren gegaan.

Voor een aantal stoffen, vooral buiten, lagen de resultaten onder de detectiegrens van $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor de berekening van de totale VOS-concentratie per woning en voor de beschrijvende statistiek per VOS (zie Tabel 7) zijn gehalten onder de detectiegrens beschouwd als $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

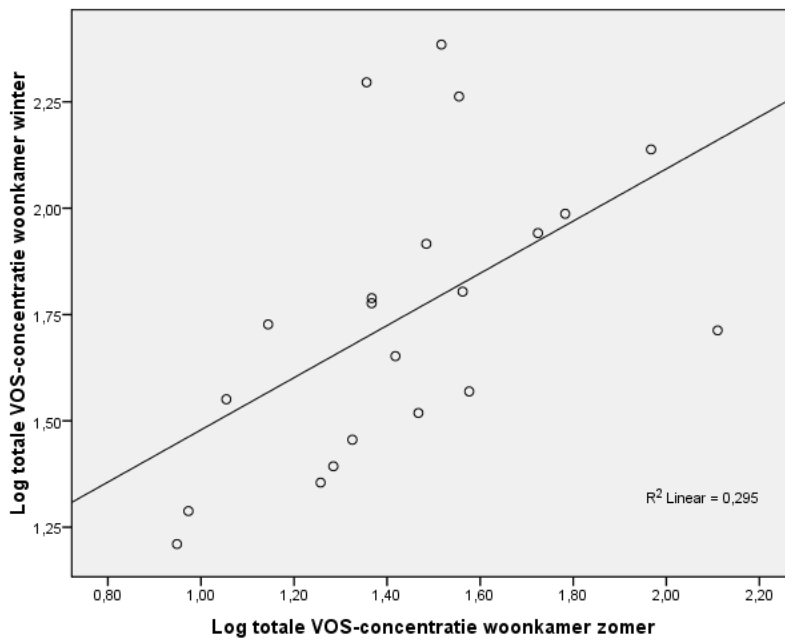
De mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie in de woonkamers was $53,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddelde = $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De hoogste mediane weekgemiddelde concentraties werden gevonden voor d-limoneen ($12,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) gevolgd door toluen ($6,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Er waren zes woningen met uitschieterende totale VOS-concentraties (van $197,8$ tot $257,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In vijf van deze woningen was de weekgemiddelde concentratie d-limoneen (van $36,0$ tot $190,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) hoger dan de weekgemiddelde concentraties van de overige gemeten VOS. Uit de vragenlijsten blijkt dat in deze zes woningen VOS-houdende producten werden gebruikt tijdens de meetweek. Zie Figuur 9 voor de frequentieverdelingen van de totale VOS-concentraties.

Buiten was de mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie $12,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddelde = $13,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Buiten waren er drie uitschieters, waarvan uit de vragenlijsten geen duidelijke verklaringen voor gevonden werden.



Figuur 9: Frequentieverdelingen van de totale VOS-concentraties in de woonkamer en buiten (winterperiode) (NB De schalen verschillen)

De statistische associatie tussen de weekgemiddelde totale VOS-concentraties binnen in de woonkamer en buiten dezelfde woningen is getoetst. De VOS-concentraties zijn eerst log getransformeerd. Dit gaf een normale verdeling zonder uitschieters. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 59 woningen was: $r(59) = 0,096$; $p = 0,469$ (2-tailed) ($r^2 = 0,009$). Er is dus geen statistisch significante associatie tussen de totale VOS-concentraties buiten en in de woonkamer. Dit geeft aan dat in de winter de totale VOS-concentraties buiten geen indicator zijn voor de totale VOS-concentraties binnen.



Figuur 10: Vergelijking van de (log) totale VOS-concentratie in de woonkamer in de zomer en de winter

In Figuur 10 worden de weekgemiddelde (log) totale VOS-concentraties in de woonkamer per woning in de zomer afgezet tegen de weekgemiddelde (log) totale VOS-concentraties in dezelfde woning in de woonkamer in de winter. Dit is gedaan voor de 21 woningen waar zowel in de zomer als in de winter de VOS-concentraties gemeten werden. De statistische associatie tussen de totale VOS-concentraties in de zomer en in de winter is getoetst. De Pearson correlatiecoëfficiënt voor de 21 woningen was: $r(21) = 0,543$; $p < 0,05$ (2-tailed) ($r^2 = 0,295$). Er is dus een statistisch significante associatie tussen de totale VOS-concentraties in de woonkamer in de zomer en in de winter. Dit geeft aan dat de totale VOS-concentraties in de woningen in belangrijke mate beïnvloed worden door eigenschappen van de individuele woning en/of het gedrag van de bewoners.

4.4.3 VOS: resultaten vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden

De Gezondheidsraad adviseert het vermijden van concentratieniveaus boven $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor totaal-VOS in verblijfsruimten (GR 2000/10). Daarnaast zijn er gezondheidkundige advieswaarden voor een aantal afzonderlijke VOS, zoals benzeen en toluen, in de binnenlucht (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007).

In de zomer lagen alle weekgemiddelde totale VOS-concentraties onder $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de woonkamers. De weekgemiddelde concentraties van de afzonderlijke gemeten stoffen waarvoor een gezondheidkundige advieswaarde bestaat waren beneden deze advieswaarde.

In de winter waren er vijf woningen met een weekgemiddelde totale VOS-concentratie in de woonkamer hoger dan $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In deze woningen waren de weekgemiddelde concentraties van d-limoneen de hoogste van alle gemeten stoffen. D-limoneen zit onder andere in veel schoonmaakmiddelen en luchtverfrissers. Voor deze stof bestaat echter geen gezondheidkundige advieswaarde.

Voor limoneen is een blootstellinglimiet van $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerapporteerd in het kader van het INDEX-project (*Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU*) (Koistinen et al., 2008). Deze limiet is gebaseerd op een acute inhalatiestudie in humane vrijwilligers. Vanwege de slechts zeer summiere inhalatoire toxicologische gegevens is het niet mogelijk om een betrouwbare toelaatbare concentratie in lucht (TCL) voor limoneen af te leiden op dit moment. Wanneer de genoemde blootstellinglimiet, onder voorbehoud, gebruikt wordt als richtwaarde blijkt dat er geen overschrijding van deze richtwaarde plaatsvindt in de woonkamers.

De laatste jaren is er veel aandacht voor de reactieproducten van ozon en veel voorkomende stoffen in de binnenlucht, zoals limoneen (zie Weschler, 2008). De reactieproducten van limoneen en ozon zijn onder andere formaldehyde en ultrafijne deeltjes. Bij het afleiden van de hierboven genoemde blootstellinglimiet is er geen rekening gehouden met het vormen van deze reactieproducten en hun mogelijke gezondheidseffecten.

In de winter waren er geen overschrijdingen in de woonkamers van de overige afzonderlijke stoffen waarvoor er een gezondheidkundige advieswaarde bestaat.

Tabel 6: VOS-concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)* in de zomerperiode

	Woonkamer (n=25)							Buiten (n=25)						
	Gem.	SD	Min.	Max.	P5	P50	P95	Gem.	SD	Min.	Max.	P5	P50	P95
benzeen	0,5	0,3	0,2	1,3	0,2	0,2	1,2	0,3	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,6
tolueen	9,0	9,9	0,7	38,8	0,7	6,4	35,1	0,9	0,8	0,2	2,7	0,2	0,7	2,7
ethylbenzeen	0,8	1,1	0,2	5,0	0,2	0,5	4,3	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5
m-xyleen	1,6	3,1	0,2	13,5	0,2	0,7	12,3	0,3	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,8
p-xyleen	0,7	1,4	0,2	5,8	0,2	0,2	5,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
o-xyleen	0,8	1,4	0,2	6,4	0,2	0,2	5,4	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4
cumeen	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
cymeen	0,4	0,4	0,2	2,1	0,2	0,2	1,7	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
propylbenzeen	0,3	0,3	0,2	1,6	0,2	0,2	1,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2-ethyltolueen	0,3	0,4	0,2	2,2	0,2	0,2	1,6	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3-ethyltolueen	0,3	0,3	0,2	1,8	0,2	0,2	1,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
4-ethyltolueen	0,4	0,8	0,2	4,2	0,2	0,2	3,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,3-trimethylbenzeen	0,3	0,4	0,2	2,2	0,2	0,2	1,7	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,4-trimethylbenzeen	0,8	1,4	0,2	7,3	0,2	0,4	5,7	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	0,3	0,4	0,2	2,1	0,2	0,2	1,8	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
butylbenzeen	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
hexaan	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,6	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
heptaan	1,2	1,3	0,2	5,0	0,2	0,4	4,5	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
octaan	0,6	0,8	0,2	3,1	0,2	0,2	3,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
nonaan	0,9	1,9	0,2	9,9	0,2	0,4	7,6	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,6
decaan	2,1	4,2	0,2	21,1	0,2	0,9	16,1	0,3	0,3	0,2	1,4	0,2	0,2	1,2
undecaan	2,0	4,1	0,2	20,0	0,2	0,6	16,1	0,2	0,1	0,2	0,9	0,2	0,2	0,7
dodecaan	0,7	1,0	0,2	5,0	0,2	0,2	4,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tridecaan	0,6	0,7	0,2	3,2	0,2	0,5	2,7	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tetradecaan	1,0	1,0	0,2	4,4	0,2	0,7	4,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
pentadecaan	0,5	0,4	0,2	1,5	0,2	0,4	1,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
hexadecaan	0,4	0,3	0,2	1,4	0,2	0,2	1,2	0,2	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,5
d-limoneen	3,3	6,7	0,2	25,9	0,2	0,8	24,7	0,2	0,0	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4
trichloromethaan	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tetrachloromethaan	0,2	0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4	0,3	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,5
1,2-dichloroethaan	0,6	1,3	0,2	5,8	0,2	0,2	5,1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,1,1-trichloroethaan	0,3	0,4	0,2	2,0	0,2	0,2	1,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,1,2-trichloroethaan	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
trichloroetheen	0,3	0,3	0,2	1,6	0,2	0,2	1,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tetrachloroetheen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2-dichloropropaan	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2-dichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,3-dichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,4-dichlorobenzeen	0,2	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,9	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,3-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,4-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,3,5-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
totale VOS	33,8	27,2	8,9	128,9	9,0	26,2	118,1	9,6	1,3	8,4	13,0	8,4	9,1	12,7

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabel 7: VOS-concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)* in de winterperiode

	Woonkamer (n=59)							Buiten (n=60)						
	Gem.	SD	Min.	Max.	P5	P50	P95	Gem.	SD	Min.	Max.	P5	P50	P95
benzeen	2,2	2,0	0,6	10,7	0,7	1,5	7,4	1,3	0,4	0,5	2,7	0,7	1,2	2,1
tolueen	10,1	10,7	1,1	53,0	1,3	6,3	40,4	2,0	1,4	0,7	10,2	0,9	1,7	4,4
ethylbenzeen	1,1	1,5	0,2	8,3	0,2	0,6	4,2	0,4	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,8
m-xyleen	2,4	4,3	0,2	28,3	0,2	1,0	10,6	0,6	0,4	0,2	1,7	0,2	0,6	1,5
p-xyleen	1,1	2,0	0,2	12,8	0,2	0,5	4,7	0,3	0,2	0,2	0,8	0,2	0,2	0,7
o-xyleen	1,0	1,5	0,2	9,3	0,2	0,5	3,7	0,3	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,7
cumeen	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
cymeen	0,8	0,7	0,2	3,7	0,2	0,5	2,5	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
propylbenzeen	0,4	0,4	0,2	2,3	0,2	0,2	1,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2-ethyltolueen	0,4	0,5	0,2	2,4	0,2	0,2	1,5	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3-ethyltolueen	0,5	0,5	0,2	2,5	0,2	0,2	1,9	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,4
4-ethyltolueen	0,7	1,1	0,2	4,8	0,2	0,2	3,5	0,2	0,1	0,2	0,7	0,2	0,2	0,5
1,2,3-trimethylbenzeen	0,4	0,5	0,2	2,8	0,2	0,2	1,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,4-trimethylbenzeen	1,1	1,7	0,2	8,4	0,2	0,5	4,9	0,2	0,1	0,2	0,8	0,2	0,2	0,7
1,3,5-trimethylbenzeen	0,4	0,5	0,2	1,9	0,2	0,2	1,8	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
butylbenzeen	0,3	0,3	0,2	1,9	0,2	0,2	1,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
hexaan	0,7	1,2	0,2	5,7	0,2	0,2	4,5	0,6	0,4	0,2	2,7	0,2	0,6	1,0
heptaan	1,7	2,4	0,2	12,8	0,2	0,8	6,4	0,3	0,2	0,2	1,3	0,2	0,2	0,6
octaan	1,0	1,7	0,2	9,7	0,2	0,5	4,6	0,2	0,0	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
nonaan	1,5	3,3	0,2	18,3	0,2	0,4	8,1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
decaan	4,2	7,7	0,2	42,4	0,2	1,3	23,4	0,2	0,1	0,2	0,6	0,2	0,2	0,6
undecaan	4,9	10,7	0,2	63,1	0,2	1,1	25,9	0,2	0,0	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
dodecaan	2,0	3,1	0,2	14,1	0,2	0,9	12,4	0,4	0,4	0,2	1,7	0,2	0,2	1,3
tridecaan	2,3	6,7	0,2	48,8	0,2	0,8	10,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tetradecaan	1,3	1,1	0,2	5,6	0,2	1,0	3,9	0,3	0,2	0,2	1,4	0,2	0,2	1,0
pentadecaan	0,9	0,5	0,2	2,2	0,2	0,8	2,1	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,2	0,4
hexadecaan	0,5	0,5	0,2	1,9	0,2	0,2	1,8	0,2	0,2	0,2	1,5	0,2	0,2	0,5
d-limoneen	28,9	37,5	0,7	190,5	1,7	12,6	120,6	0,2	0,1	0,2	0,9	0,2	0,2	0,2
trichloromethaan	0,2	0,1	0,2	1,1	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
tetrachloromethaan	0,5	0,2	0,2	1,5	0,2	0,5	0,6	0,5	0,1	0,2	0,7	0,2	0,5	0,7
1,2-dichloroethaan	0,3	0,3	0,2	1,7	0,2	0,2	1,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,1,1-trichloroethaan	0,4	0,7	0,2	4,3	0,2	0,2	1,3	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,1,2-trichloroethaan	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
trichloroetheen	0,8	4,1	0,2	31,3	0,2	0,2	1,2	0,2	0,1	0,2	0,7	0,2	0,2	0,5
tetrachloroetheen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2-dichloropropaan	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2-dichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,3-dichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,4-dichlorobenzeen	0,3	1,0	0,2	7,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,3-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,2,4-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
1,3,5-trichlorobenzeen	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
totale VOS	77,0	63,4	13,2	257,4	18,8	53,3	242,6	13,3	3,6	9,5	28,5	9,9	12,4	19,9

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

4.5 Kooldioxide (CO₂)

Resultaten CO₂ samengevat:

- Gemiddeld was de piekconcentratie (P98) CO₂ in de woonkamers 1135 ppm in de zomer en 1305 ppm in de winter.
- In de zomer was de CO₂-concentratie ongeveer 4% van de tijd boven de toetswaarde van 1200 ppm. In de winter was dit het geval gedurende 7% van de tijd. Omdat deze percentages zijn berekend voor de totale duur van de meting geven ze een onderschatting van de tijd dat 1200 ppm CO₂ werd overschreden tijdens verblijf in de woonkamer.
- In de zomer was de piekconcentratie (P98) CO₂ in 16% van de woonkamers boven de 1200 ppm voor kortere of langere tijd en in de winter was dit het geval in bijna de helft van de woonkamers.

4.5.1 CO₂: resultaten zomermetingen

De resultaten van de CO₂-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.8. Als piekconcentraties worden de 98-percentielwaarden (P98) van de CO₂-concentraties per woning gerapporteerd in plaats van de maximum CO₂-concentraties. Hierdoor wordt gecorrigeerd voor de kortdurende piekconcentraties van CO₂, die veroorzaakt kunnen worden door uitademen dicht bij het meetinstrument. In één woning is gedurende 2 uur het maximumbereik (5430 ppm) van het meetinstrument bereikt. Voor deze woning zijn de berekende waarden een kleine onderschatting van de werkelijke situatie. Alle overige metingen lagen binnen het bereik van het gebruikte meetinstrument.

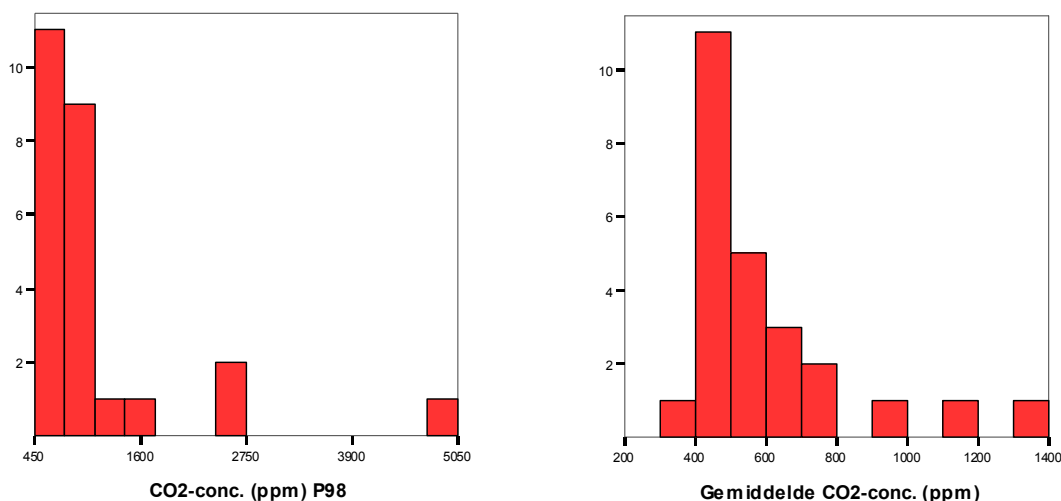
Gemiddeld was de piekconcentratie (P98) CO₂ in de woonkamers 1135 ppm (mediaan = 842 ppm), zie Tabel 8. Er waren vier uitschieters (zie Figuur 11). Uit de vragenlijsten bleek dat de hoogste drie waarden gevonden werden in woonkamers waar nauwelijks geventileerd werd. De woonkamers hadden geen roosters en de ramen waren meestal dicht. De hoogste piekconcentratie (P98) werd gevonden in een woonkamer waar veel kaarsen gebrand werden op het moment dat het maximumbereik van het meetinstrument bereikt werd. In de andere woonkamer met een uitschieterende waarde waren de roosters meestal dicht, maar de ramen wel open. In deze woonkamer werden ook vaak kaarsen gebrand.

Tabel 8: CO₂-concentraties in ppm in de woonkamer en buiten en het percentage van de tijd dat 1200 ppm CO₂ werd overschreden in de woonkamer (zomerperiode)

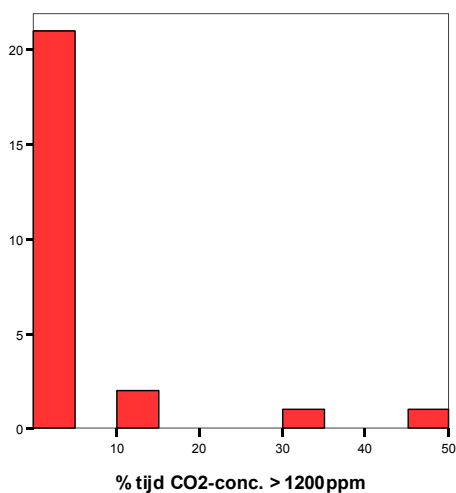
	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Piekconcentratie (P98) CO ₂	25	1135	983	494	5034	495	842	4317
Weekgemiddelde CO ₂ -conc.	25	594	228	387	1320	395	502	1258
% tijd CO ₂ -conc. > 1200 ppm	25	4	12	0	50	0	0	45
Momentane CO ₂ -conc. buiten	25	404	47	325	540	330	398	523

Er waren twee uitschieterende waarden betreffende de weekgemiddelde CO₂-concentratie (gemiddelde = 594 ppm). Deze waarden werden gevonden in woonkamers waar ook de piekconcentratie (P98) tot de uitschieters behoorde. Voor het percentage van de tijd dat 1200 ppm overschreden werd (gemiddelde = 4%) hadden dezelfde vier woningen uitschieterende waarden als voor de piekconcentratie (P98), zie Figuur 12.

Voor de momentane CO₂-meting buiten was de gemiddelde CO₂-concentratie 404 ppm. Er was één woning met een uitschieterende waarde, waarvoor er geen duidelijke verklaring was.



Figuur 11: Frequentieverdelingen van de P98 en gemiddelde CO₂-concentraties in de woonkamer in de (zomerperiode)



Figuur 12: Frequentieverdelingen van het percentage van de tijd met CO₂-concentraties boven 1200 ppm in de woonkamer (zomerperiode)

4.5.2 CO₂: resultaten wintermetingen

De resultaten van de CO₂-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.9. Alle metingen lagen binnen het bereik van het gebruikte meetinstrument. Gemiddeld was de piekconcentratie (P98) CO₂ in de woonkamers 1305 ppm (mediaan = 1114 ppm), zie Tabel 9. Dit was circa 200 ppm hoger dan in de zomer. In tegenstelling tot de zomerperiode waren er geen uitschieters, zie Figuur 13. Er waren ook geen uitschieters betreffende de weekgemiddelde CO₂-concentratie (gemiddelde = 686 ppm).

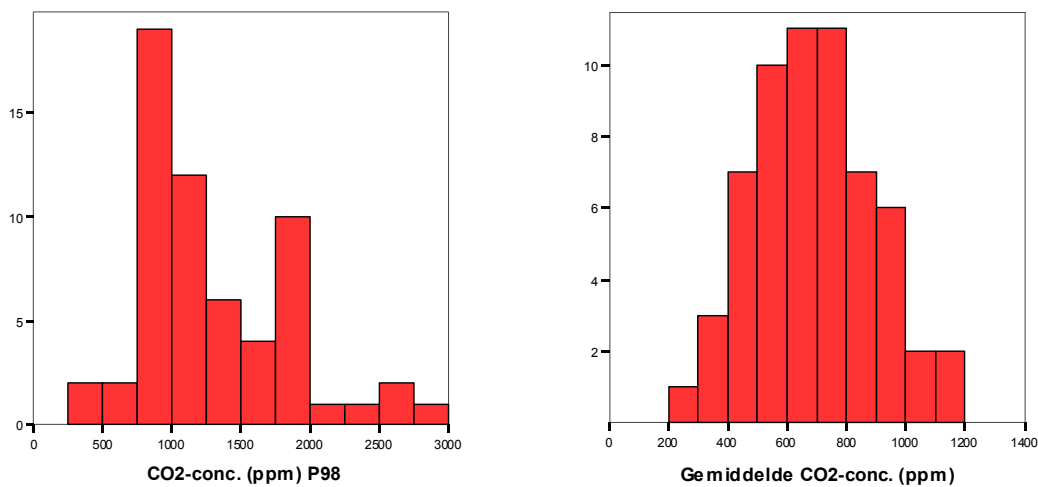
Het gemiddelde percentage van de tijd dat de CO₂-concentraties boven de 1200 ppm lagen, was 7%, zie Tabel 9. Dit is 3% meer dan in de zomer. Er waren drie uitschieters (zie Figuur 14) waarvan in één

woonkamer de roosters en ramen meestal dicht waren, in één woonkamer (zonder roosters) de ramen meestal dicht waren en in één woonkamer (zonder te openen ramen) de roosters meestal dicht waren.

Tabel 9: CO₂-concentraties in ppm in de woonkamer en buiten en het percentage van de tijd dat 1200 ppm CO₂ werd overschreden in de woonkamer (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Piekconcentratie (P98) CO ₂	60	1305	542	430	2816	650	1114	2525
Weekgemiddelde CO ₂ -conc.	60	686	202	260	1180	373	674	1013
% tijd CO ₂ -conc. > 1200 ppm	60	7	10	0	37	0	2	31
Momentane CO ₂ -conc. buiten	60	397	82	188	547	237	405	533

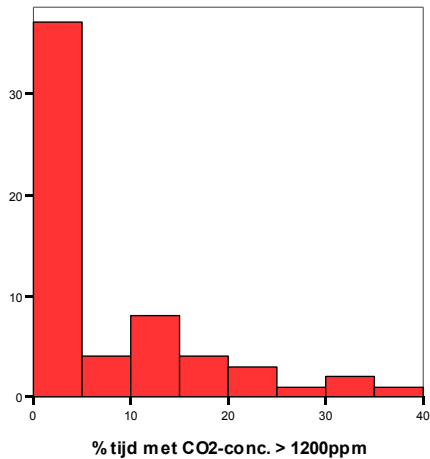
Voor de momentane CO₂-meting buiten was de gemiddelde CO₂-concentratie 397 ppm. Dit is vergelijkbaar met de gemiddelde concentratie in de zomer. Er waren twee woningen met een uitschieterende lage CO₂-concentratie. De laagste van deze betrof een adres op de grens van de gemeente Groningen, in een plattelandsomgeving, wat de lage concentratie zou kunnen verklaren.



Figuur 13: Frequentieverdelingen van de P98 en gemiddelde CO₂-concentraties in de woonkamer (winterperiode)

4.5.3 CO₂: resultaten vergeleken met toetswaarden

De CO₂-concentratie in een ruimte wordt beschouwd als een marker voor de mate van ventilatie (luchtverversing). Bij een CO₂-concentratie tussen de 800 en 1200 ppm wordt het binnenmilieu door de aanwezigen in het algemeen niet als bedompt ervaren. De Gezondheidsraad (1984) adviseert voor woningen een minimale verse luchttoevoer van 25 m³ per uur per persoon. Dit komt overeen met circa 1200 ppm CO₂. Bij dit advies is alleen rekening gehouden met de mens zelf als bron van verontreiniging.



Figuur 14: Frequentieverdelingen van het percentage van de tijd met CO₂-concentraties boven de 1200 ppm in de woonkamer (winterperiode)

In de zomer was de piekconcentratie (P98) CO₂ in vier van de 25 woningen (16%) voor kortere of langere tijd boven de 1200 ppm. In de winter was de 98-percentiel in bijna de helft van de woningen (29 van de 60 woningen) boven de 1200 ppm. Het percentage van de tijd dat de CO₂-concentraties boven de 1200 ppm waren was in de winter ook beduidend hoger dan in de zomer (7% versus 4%). Deze percentages zijn berekend voor de totale duur van de meting en houden dus geen rekening met aanwezigheid van personen in de woonkamer. Omdat personen meestal de voornaamste bron van CO₂ zijn in de woonkamer, zal dit een onderschatting zijn van het percentage van de tijd dat de CO₂-concentraties boven de 1200 ppm waren tijdens de aanwezigheid van personen. In bijvoorbeeld een woonkamer waarin de CO₂-concentratie boven de 1200 ppm is gedurende 7% van de week, is de CO₂-concentratie te hoog gedurende $3 \cdot 7 = 21\%$ van de verblijfsduur als er één derde van de week iemand in de woonkamer aanwezig is.

4.6 Koolmonoxide (CO)

Resultaten CO samengevat:

- De weekgemiddelde CO-concentratie (mediaan) in de woonkamers was 0 ppm in zowel de zomer als de winter.
- De mediane piekconcentratie CO was circa 1 ppm in de woonkamers in zowel de zomer als de winter.
- De hoogste piekconcentraties in de woonkamers werden gevonden in woningen met duidelijke bronnen van CO, zoals roken en (veel) koken op gas.
- De aanwezigheid van een afvoerloze geiser in de keuken leek geen invloed te hebben op de CO-concentraties in de woonkamer, niet in de zomer noch in de winter.
- De gezondheidkundige advieswaarde van 9 ppm CO werd niet overschreden.

4.6.1 CO: resultaten zomermetingen

De resultaten van de CO-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.8.

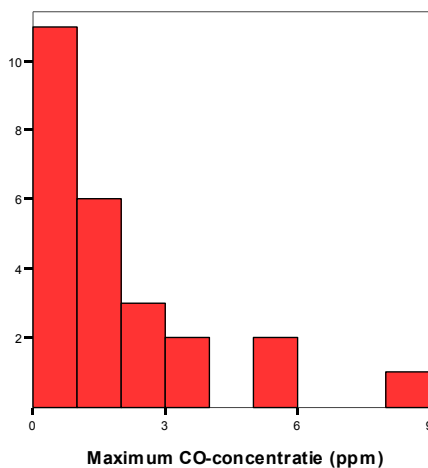
De mediane weekgemiddelde CO-concentratie in de woonkamers in de zomer was 0 ppm (gemiddelde = 0,1 ppm), zie Tabel 10. De mediane maximum CO-concentratie was 1,2 ppm (gemiddelde = 1,8 ppm). Deze resultaten zijn inclusief de woonkamers van woningen met een afvoerloze geiser.

Wanneer apart gekeken wordt naar de woonkamers van de twee woningen met een afvoerloze geiser was de mediane weekgemiddelde CO-concentratie met 0 ppm dezelfde als in de hele groep en de mediane maximum CO-concentratie was met 0,1 ppm ietwat lager dan in de hele groep. De aanwezigheid van een afvoerloze geiser in deze groep woningen lijkt weinig invloed te hebben op de CO-concentraties in de woonkamer. Het aantal woningen met afvoerloze geisers was echter heel klein waardoor er geen harde conclusies hieruit getrokken kunnen worden.

Er was één uitschieter van 8,1 ppm betreffende de maximum CO-concentratie, zie Figuur 15. Deze werd gevonden in dezelfde woonkamer met een uitschieterende waarde voor de weekgemiddelde NO₂-concentratie. In deze woning werd veel op gas gekookt. Zie paragraaf 4.3.1 voor verdere details.

Tabel 10: CO-concentraties in ppm en het percentage van de tijd dat 9 ppm CO werd overschreden in de woonkamer (zomerperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Weekgemiddelde CO-conc.	25	0,1	0,2	0	0,5	0	0	0,5
Maximum CO-conc.	25	1,8	2,0	0	8,1	0	1,2	7,2
Minimum CO-conc.	25	0	0	0	0	0	0	0
% tijd CO conc. > 9 ppm	25	0	0	0	0	0	0	0



Figuur 15: Frequentieverdelingen van de maximum CO-concentraties in de woonkamer (zomerperiode)

4.6.2 CO: resultaten wintermetingen

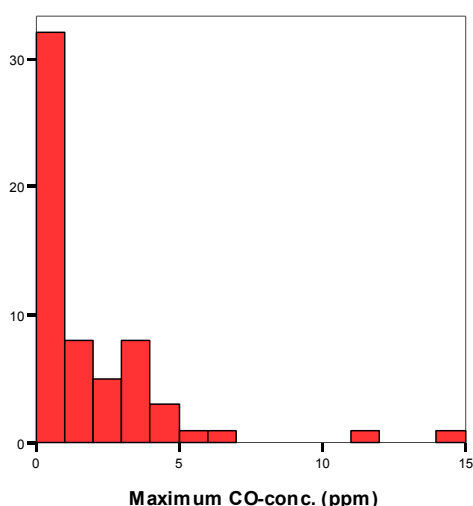
De resultaten van de CO-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.10. De mediane weekgemiddelde CO-concentratie in de woonkamers in de winter was met 0 ppm (gemiddelde = 0,1 ppm) dezelfde als in de zomer, zie Tabel 11. Er waren vier uitschieters betreffende de weekgemiddelde CO-concentratie. In deze woningen werden meer dan vijf sigaretten per dag gerookt tijdens de meetweek.

De mediane maximum CO-concentratie van 0,6 ppm was ietwat lager dan in de zomer maar de gemiddelde maximum CO-concentraties waren vergelijkbaar. Er waren twee uitschieters betreffende de maximum CO-concentratie, zie Figuur 16. In de woonkamer met de hoogste maximum CO-concentratie (15 ppm) kan het feit dat de deur naar buiten open had gestaan terwijl de motor van de auto een tijd had gedraaid een verklaring voor deze concentratie zijn. De uitlaatgassen van de auto hebben hoogstwaarschijnlijk de piek veroorzaakt. De andere uitschieter (11,5 ppm) werd gevonden in een woning waar 30 tot 40 sigaretten per dag gerookt werden tijdens de meetweek.

De hierboven genoemde resultaten zijn inclusief de woonkamers van woningen met een afvoerloze geiser. Wanneer apart gekeken wordt naar de woonkamers van de vier woningen met een afvoerloze geiser was de mediane weekgemiddelde CO-concentratie met 0 ppm dezelfde als in de hele groep en de mediane maximum CO-concentratie was met 0,2 ppm vergelijkbaar met de resultaten van de hele groep. Net als in de zomer lijkt de aanwezigheid van een afvoerloze geiser in deze groep woningen geen invloed te hebben op de CO-concentraties in de woonkamer. Het aantal woningen met afvoerloze geisers was echter heel klein waardoor er geen harde conclusies hieruit getrokken kunnen worden.

Tabel 11: CO-concentraties in ppm en het percentage van de tijd dat 9 ppm CO werd overschreden in de woonkamer (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Weekgemiddelde CO-conc.	60	0,1	0,4	0	2,5	0	0	0,5
Maximum CO-conc.	60	1,9	2,8	0	15,0	0	0,6	6,4
Minimum CO-conc.	60	0	0	0	0,1	0	0	0
% tijd CO-conc. > 9 ppm	60	0	0,1	0	1,0	0	0	0



Figuur 16: Frequentieverdelingen van de maximum CO-concentraties in de woonkamer (winterperiode)

4.6.3 CO: resultaten vergeleken met gezondheidkundige advieswaarden

De gezondheidkundige advieswaarde voor 8-uurgemiddelde blootstelling aan CO in de binnenlucht is 10 mg/m³ (9 ppm) en voor 1-uurgemiddelde blootstelling 30 mg/m³ (26 ppm) (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007).

De advieswaarde voor 8-uurgemiddelde blootstelling werd niet overschreden in woonkamers in de zomersteekproef. In de wintersteekproef werd de 9 ppm gemiddeld ook niet overschreden gedurende de meetweek. Er waren wel twee woningen met piekwaarden boven de 9 ppm. In deze woningen werd de 9 ppm respectievelijk 1% en 0,4% van de tijd overschreden. De advieswaarde voor 1-uurgemiddelde blootstelling werd in geen enkele woning overschreden.

4.7 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

Resultaten temperatuur en RV samengevat:

- De weekgemiddelde temperatuur in de woonkamers was gemiddeld 21,4 °C in de zomer en 19,4 °C in de winter.
- De weekgemiddelde RV in de woonkamers was gemiddeld 64,7% in de zomer en 37,2% in de winter.
- In 12% van de woonkamers was de weekgemiddelde RV in de winter lager dan 30%. Dit zou kunnen leiden tot klachten onder de bewoners, zoals een droge huid en ogen.

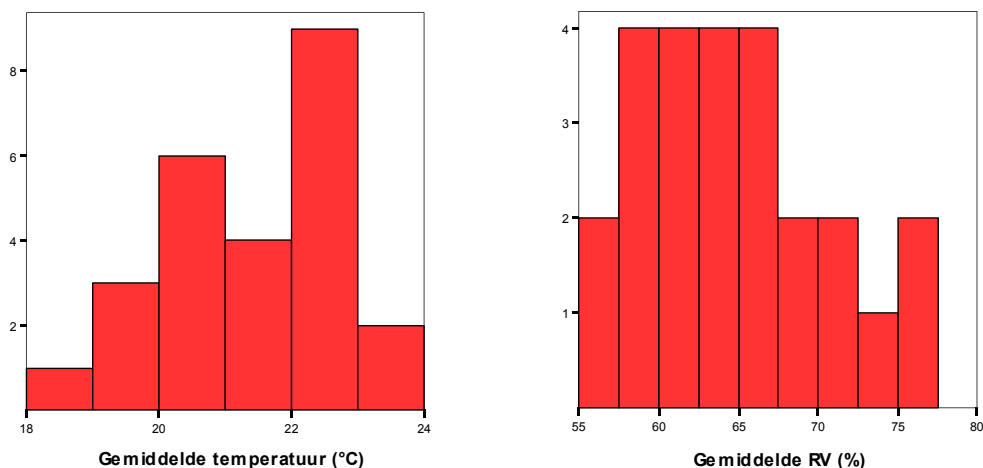
4.7.1 Temperatuur en RV: resultaten zomermetingen

De resultaten van de temperatuur- en RV-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.11. De gemiddelde weekgemiddelde temperatuur in de woonkamers was 21,4 °C (mediaan = 21,9 °C), zie Tabel 12. Er waren geen uitschieters, zie Figuur 17. De gemiddelde temperatuur buiten gedurende de meetperiode was 16,4 °C (KNMI-meetstation vliegveld Eelde). Er waren twee uitschieters betreffende de maximum temperatuur (gemiddelde = 23,8 °C), één hoge en één lage uitschieter. In de woning met de hoogste maximum waarde betrof het een korte piek aan het einde van de dag. Het is mogelijk dat op dat moment de zon in de buurt van het meetinstrument naar binnen scheen, al was het instrument een paar meter verwijderd van de ramen. De laagste maximum waarde werd gevonden in een woning waar de bewoner een aantal dagen gedurende de meetweek afwezig was. Er waren geen uitschieters betreffende de minimum temperatuur (gemiddelde = 19,8 °C).

Tabel 12: Temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) in woonkamers (zomerperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Weekgemiddelde temperatuur	25	21,4	1,2	18,6	23,4	18,9	21,9	23,3
Maximum temperatuur	25	23,8	1,5	19,6	27,2	20,2	24,1	26,8
Minimum temperatuur	25	19,8	1,5	17,1	22,4	17,2	20,1	22,2
Weekgemiddelde RV	25	64,7	5,4	57,3	75,8	57,3	64,3	75,6
Maximum RV	25	73,2	5,1	65,6	80,9	65,7	72,3	80,8
Minimum RV	25	53,6	6,2	39,3	66,8	41,6	52,7	65,8

De gemiddelde weekgemiddelde RV in de woonkamers was 64,7% (mediaan = 64,3%). De gemiddelde RV buiten gedurende de meetperiode was 85,8% (KNMI meetstation vliegveld Eelde). Er waren geen uitschieters betreffende de gemiddelde, maximum of minimum RV.



Figuur 17: Frequentieverdeling van de gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de woonkamer (zomerperiode)

4.7.2 Temperatuur en RV: resultaten wintermetingen

De resultaten van de temperatuur- en RV-metingen worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.12 en Tabel B3.13. De gemiddelde weekgemiddelde temperatuur in de woonkamers was 19,4 °C (mediaan = 19,8 °C), zie Tabel 13. De gemiddelde temperatuur buiten gedurende de meetperiode was 1,5 °C (KNMI-meetstation vliegveld Eelde). Er waren twee uitschieters betreffende de weekgemiddelde temperatuur, één hoge en één lage uitschieter, zie Figuur 18. De woning met de hoogste weekgemiddelde waarde betrof de enige serviceflat in de steekproef. De laagste weekgemiddelde waarde werd gevonden in een monumentaal pand uit de 17^e eeuw, zonder centrale verwarming.

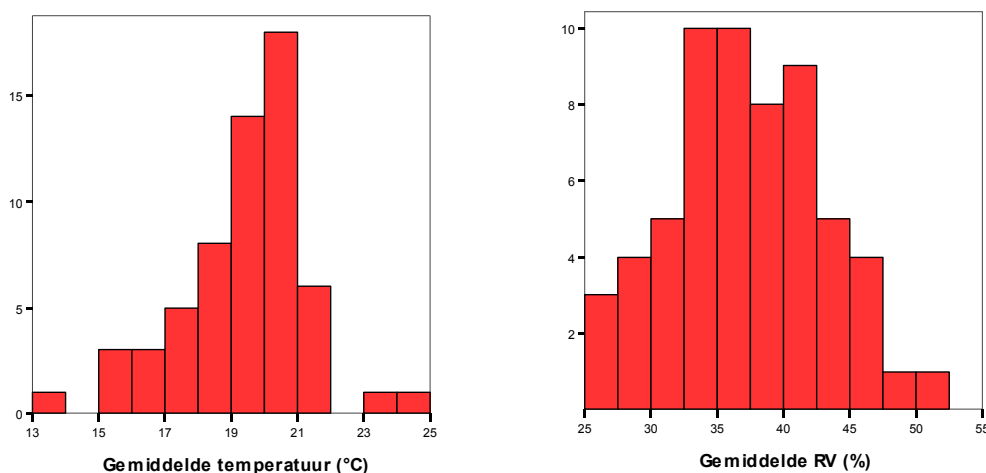
Tabel 13: Temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid (%) in woonkamers (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Weekgemiddelde temperatuur	60	19,4	1,9	13,8	24,7	15,5	19,8	21,7
Maximum temperatuur	60	23,3	2,8	18,9	33,1	19,6	22,7	30,5
Minimum temperatuur	60	16,2	2,6	9,2	22,7	10,5	16,3	20,3
Weekgemiddelde RV	60	37,2	5,9	25,9	52,1	27,3	37,0	46,5
Maximum RV	60	47,0	8,6	32,9	70,8	34,7	46,3	63,0
Minimum RV	60	28,6	5,4	17,2	39,4	19,5	27,8	38,5

Er waren vier uitschieters betreffende de maximum temperatuur. Alle vier betrof het kortdurende hoge pieken. Vermoedelijk zijn deze pieken veroorzaakt door de lage zon die naar binnen scheen op het meetinstrument. Dit ondanks de zorgvuldige plaatsing van de instrumenten niet in de directe nabijheid van de ramen. Er waren vier uitschieters betreffende de minimum temperatuur (gemiddelde = 16,2 °C).

Er waren drie uitschieters naar beneden, waarvan één het monumentale pand betrof met de laagste weekgemiddelde waarde. De uitschieter naar boven betrof de serviceflat.

De gemiddelde weekgemiddelde RV in de woonkamers was met 37,2% (mediaan = 37,0%) aanzienlijk lager dan in de zomer. Er waren geen uitschieters, zie Figuur 18. De gemiddelde RV buiten gedurende de meetperiode was 92,3% (KNMI-meetstation vliegveld Eelde). Er was één uitschieter van 70,8% betreffende de maximum RV (gemiddelde = 47,0%). Dit was een woning waar veel gekookt werd op gas en waar de weekgemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamer een uitschieter was in zowel de zomer als de winter. Er waren geen uitschieters betreffende de minimum RV (gemiddelde = 28,6%).



Figuur 18: Frequentieverdeling van de gemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in de woonkamer (winterperiode)

4.7.3 Temperatuur en RV: resultaten vergeleken met advieswaarden

Er zijn geen gezondheidkundige advieswaarden voor temperatuur of relatieve luchtvochtigheid. Wel zijn er standaarden geformuleerd voor thermisch comfort. De *American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) beveelt een binnentemperatuur voor woningen aan tussen circa 19,5 °C en 28 °C (ASHRAE, 2004). Aan de hand van de standaard kan, afhankelijk van onder andere RV, seizoen, type kleding en activiteitsniveau, een specifiekere range uitgerekend worden. Hiermee is het thermisch comfort acceptabel voor minstens 80% van de bewoners.

ASHRAE beveelt een bovengrens voor RV aan van 65% om de kans op omstandigheden die schimmelvorming bevorderen te beperken (ASHRAE, 2007). De standaard beveelt geen ondergrens aan. Uit een literatuurstudie naar droogte in woningen (Hall en Dusseldorp, 2008) blijkt dat fysiologische effecten, zoals het droger worden van de huid en oogslimvliezen, kunnen optreden bij een RV van 30% en lager. Naarmate de RV afneemt kunnen meer effecten gaan optreden. Bij 10% RV en lager worden de slijmvliezen van de neus droger wat de kans op een respiratoire infectie verhoogt. Contactlensdragers en personen met allergische klachten en huidklachten zijn gevoeliger voor de effecten van een lage RV.

In de zomer is de 5-percentielwaarde van de weekgemiddelde temperatuur 18,9 °C. Dit betekent dat minstens 5% van de steekproef een weekgemiddelde temperatuur in de woonkamer heeft die onder de aanbevolen range valt. In de winter heeft 45% van de steekproef een weekgemiddelde temperatuur in de woonkamer die onder de aanbevolen range valt. Desalniettemin kan hiermee geen uitspraak gedaan worden over het thermisch comfort van de bewoners, omdat de metingen zijn uitgevoerd tijdens zowel

aan- als afwezigheid van personen in de woonkamer. Het is goed mogelijk dat tijdens aanwezigheid de temperaturen in de woonkamers allemaal binnen de aanbevolen range lagen. Ten tijde van afwezigheid zullen veel bewoners de verwarming lager zetten om energie te besparen, wat uiteraard effect heeft op de temperatuur in de woonkamer.

De gemiddelde weekgemiddelde RV in de woonkamer was in de zomersteekproef 27% hoger dan in de wintersteekproef. In de zomersteekproef was in circa 45% van de woningen de weekgemiddelde RV boven de aanbevolen 65%. De RV buitenshuis tijdens de meetweken in de zomer was gemiddeld 86%, wat hoger was dan normaal voor deze tijd van het jaar.

In de wintersteekproef was de weekgemiddelde RV in circa 12% van de woonkamers lager dan 30%. Dit zou tot klachten kunnen leiden onder de bewoners, zoals een droge huid en ogen. Omdat de metingen plaatsvonden gedurende aan- en afwezigheid van de bewoners, zouden de bewoners wederom niet noodzakelijkerwijs blootgesteld hoeven zijn aan deze lage RV. Toch is het plausibel dat deze lage RV voorkwam tijdens aanwezigheid in de woonkamer, omdat juist op de momenten dat bewoners aanwezig zijn, de verwarming hoger wordt gezet. Het gebruik van de centrale verwarming tijdens aanwezigheid in de woning leidt tot een verhoging van de temperatuur en een verlaging van de RV.

4.8 Fijn stof

Resultaten fijn stof samengevat:

- Fijn stof is in een beperkt aantal woningen (n=11) gemeten, en alleen in de winter.
- De gemiddelde PM₁₀-concentratie in de woonkamer was 14 µg/m³. Daarbij is één woning waar gerookt werd buiten beschouwing gelaten.
- De gezondheidkundige advieswaarde voor PM₁₀ van 50 µg/m³ werd alleen overschreden in de woning waar gerookt werd (gemiddelde PM₁₀-concentratie = 58 µg/m³).

Fijn stof is in 11 woonkamers gemeten, waarvan er in één gerookt werd (woning 44). In alle woningen werd er op gas gekookt. In geen van deze woonkamers werd een open haard of een allesbrander gebruikt. In zes van de woningen werden kaarsen gebrand tijdens de meetweek en drie woningen hadden een huisdier.

De pompen voor de gravimetrische bepalingen werden met een timer ingesteld op 48 uur om verzadiging van de filter te voorkomen. Echter, in één woonkamer (woning 24) is de pomp eerder gestopt (na 17 uur). De reden hiervoor was niet te achterhalen. Omdat deze meting maar kort heeft geduurd en daardoor geen goed beeld kan geven van de situatie in deze woonkamer worden de resultaten hiervan niet gerapporteerd. In een andere woonkamer (woning 62) heeft de pomp langer gedraaid (110 uur). De reden hiervoor is wederom onduidelijk. Omdat de filter van deze laatst genoemde woning niet verzadigd was, is het resultaat van deze woning wel gerapporteerd.

Bij de registerende metingen van fijn stof zijn er geen bijzonderheden geweest.

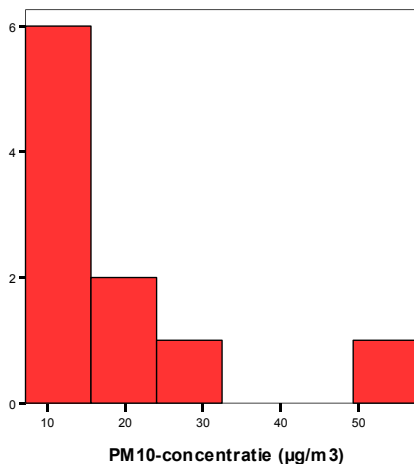
4.8.1 Fijn stof: resultaten integrerende metingen

De resultaten van de gravimetrische bepalingen van PM₁₀ worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.14 en een frequentieverdeling van de gevonden concentraties wordt hieronder in Figuur 19 afgebeeld. Er was één uitschieterende waarde van 58 µg/m³ PM₁₀. Deze concentratie werd gemeten in de woonkamer van de enige woning waar er werd gerookt (circa 10 sigaretten per dag). De gemiddelde concentratie, zonder deze uitschieter, was 14 µg/m³. De beschrijvende statistiek voor de woningen, met uitzondering van de uitschieter, wordt weergegeven hieronder in Tabel 14.

Tabel 14: 48-uurgemiddelde PM₁₀-concentraties in µg/m³ in woonkamers waar niet werd gerookt (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
48-uurgemiddelde PM ₁₀ (µg/m ³)	9	14,1	6,5	7,2	24,6	7,2	11,8	24,6

Tijdens de metingen was de gemiddelde PM₁₀-concentratie buiten, gemeten op het Groningse straatstation van het landelijk meetnet, 28 µg/m³ (data Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: <http://www.lml.rivm.nl>). Het straatstation staat naast een drukke weg aan de rand van de binnenstad.



Figuur 19: Frequentieverdeling van de PM₁₀-concentraties in µg/m³ in de woonkamer (winterperiode)

4.8.2 Fijn stof: resultaten registrerende metingen

De resultaten van de registrerende metingen (aantal deeltjes per liter voor de verschillende stoffracties) worden per woning weergegeven in Bijlage 3, Tabel B3.15.

Hieronder, in Tabel 15, wordt een overzicht gegeven van de resultaten per fractie in de woningen waarin niet gerookt werd. De resultaten van de woning waarin wel gerookt werd, worden niet meegenomen in de berekeningen omdat roken heel bepalend is voor de fijnstofconcentraties van vooral de kleinere fracties (zie Bijlage 3, Tabel B3.15). In de tabel is te zien dat er grote verschillen zijn tussen woningen in vooral het maximum aantal deeltjes per fractie.

Ter illustratie hiervan wordt in Figuur 20 het beloop weergegeven van de fijnstofconcentraties in twee woonkamers. De bovenste grafiek is van een woning waar niet wordt gerookt, de onderste grafiek van de woning waar wel wordt gerookt. Het beloop van het aantal deeltjes in de fractie 0,3 - < 0,5 µm is duidelijk heel verschillend in deze woningen. In de eerste woning heerst hetzelfde beeld als in de overige woningen waar niet gerookt wordt. Er is geen duidelijke dagpatroon te onderscheiden in het beloop van deze fractie waardoor het lijkt alsof deze fractie niet beïnvloed wordt door de activiteiten van bewoners. In de woning waar er gerookt wordt is er wel een patroon te onderscheiden.

Het beloop van het aantal deeltjes in de fractie 5 - < 10 µm heeft een duidelijk dagpatroon en het beloop is grillig met veel kortdurende pieken, waarbij bijvoorbeeld het moment dat het avondeten werd voorbereid duidelijk is terug te zien. Dit patroon werd in alle woningen teruggevonden.

Het verschil tussen de woningen is groot qua frequentie en hoogte van het aantal, meestal kortdurende pieken.

Tabel 15: Fijnstofconcentraties (aantal deeltjes per liter) in woonkamers waar niet werd gerookt (winterperiode)

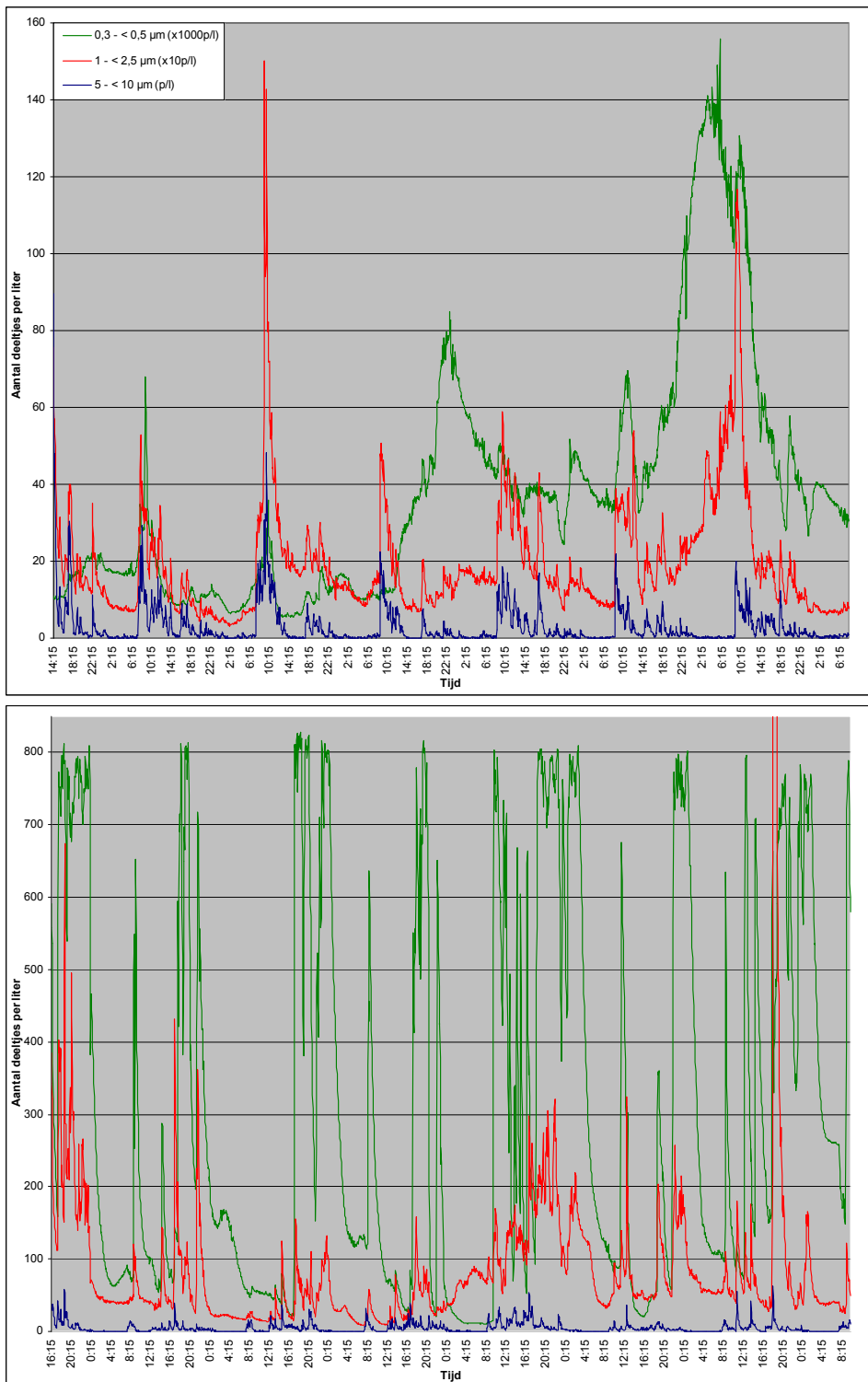
Fractie		N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
0,3 - < 0,5 µm	Gem.	10	44600	30836	9148	98364	9148	38491	98364
	Max.	10	248105	212856	69680	697937	69680	165702	697937
	Min.	10	5034	3069	1951	10505	1951	4770	10505
0,5 - < 1 µm	Gem.	10	4597	3237	1086	11125	1086	3905	11125
	Max.	10	47846	65906	4774	221100	4774	25486	221100
	Min.	10	589	271	303	1194	303	564	1194
1 - < 2,5 µm	Gem.	10	585	488	97	1410	97	423	1410
	Max.	10	10419	15269	638	51311	638	5886	51311
	Min.	10	80	80	13	242	13	44	242
2,5 - < 5 µm	Gem.	10	105	86	25	283	25	77	283
	Max.	10	3005	4452	378	15351	378	1786	15351
	Min.	10	4,2	4,8	0,4	16,0	0,4	2,3	16,0
5 - < 10 µm	Gem.	10	5,2	5,3	1,1	17,2	1,1	3,0	17,2
	Max.	10	184	274	44	908	44	66	908
	Min.	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

4.8.3 Fijn stof: resultaten vergeleken met de gezondheidkundige advieswaarden

De gezondheidkundige advieswaarde voor de jaargemiddelde blootstelling aan PM₁₀ in de binnenlucht is 20 µg/m³ en voor 24-uurgemiddelde blootstelling 50 µg/m³. Voor de jaargemiddelde blootstelling aan PM_{2,5} in de binnenlucht is de advieswaarde 10 µg/m³ en voor 24-uurgemiddelde blootstelling 25 µg/m³ (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007).

De gravimetrische bepalingen zijn uitgevoerd gedurende 48 uur. Wanneer de resultaten hiervan getoetst worden aan de advieswaarde voor 24-uurgemiddelde blootstelling aan PM₁₀ wordt deze advieswaarde alleen overschreden in de woning waar wordt gerookt.

De registrerende metingen zijn niet geschikt om aan de advieswaarden te toetsen. De massa van de deeltjes in de verschillende fracties is niet bekend, waardoor het niet mogelijk is om het aantal deeltjes per liter te converteren naar een dichtheid. Daarnaast bestaan er geen advieswaarden voor aantallen deeltjes.



Figuur 20: Twee voorbeelden van het beloop van fijnstofconcentraties in aantal deeltjes per liter (p/l) gedurende een week: bovenste grafiek voor een woning waarin niet gerookt wordt, onderste grafiek voor een woning waarin wel gerookt wordt. NB: Voor de fractie 0,3 - < 0,5 μm is het aantal deeltjes 1000 keer het afgebeelde aantal. Voor de fractie 1 - < 2,5 μm is het aantal deeltjes 10 keer het afgebeelde aantal. De schalen van de y-as verschillen.

4.9 Chemische stoffen in huisstof

Resultaten chemische stoffen in huisstof samengevat:

- De gehalten metalen in huisstof (mediaan) bedroegen 2283 mg/kg Al, 38 mg/kg Cr, 1,4 mg/kg As, 0,5 mg/kg Cd, 33 mg/kg Pb.
- De gemeten gehalten metalen in huisstof leiden niet tot overschrijdingen van de TDI. Uitzondering hierop vormt het gehalte lood in 2 van de 31 woningen.
- De mediane concentraties PAK's in huisstof varieerden voor de verschillende PAK's van 0,01 tot 0,41 mg/kg huisstof.
- De TDI voor de inname van PAK's wordt bij deze gehalten niet overschreden.
- Van de vlamvertragers worden voornamelijk BDE-47 en BDE-209 aangetroffen in huisstof. De mediane gehalten waren 7,7 µg/kg respectievelijk 308 µg/kg huisstof. Voor deze vlamvertragers is geen TDI bekend.

Bij het interpreteren van de resultaten van chemische stoffen in huisstof moet een aantal onzekerheden in acht worden genomen. In dit onderzoek werd per onderzochte verbinding éénmalig bemonsterd, op één plek in de woonkamer. De resultaten zijn dan ook een momentopname. Uit onderzoek is gebleken dat er veel variatie is tussen de hoeveelheden stof op verschillende oppervlakken zowel in een ruimte als tussen ruimtes. Ook de variatie in de hoeveelheid stof in de tijd is groot (Butte en Heinzow, 2002). De hoeveelheid stof die bemonsterd wordt is mede bepalend voor de hoeveelheid te onderzoeken verbinding die aangetroffen wordt. Immers hoe minder stof wordt bemonsterd hoe groter de kans dat de concentratie van de te onderzoeken verbinding onder de detectiegrens van de analysemethode valt. Veel variatie wordt ook aangetroffen in de concentraties van verschillende verbindingen in huisstof dat op verschillende plekken en op verschillende tijdstippen wordt bemonsterd.

De bemonsteringsmethode speelt ook een rol in de hoeveelheid stof en de hoeveelheid te onderzoeken verbinding die aangetroffen wordt. De veegmethode verzamelt voornamelijk los stof op oppervlakken en is niet zo efficiënt voor het verzamelen van diepgelegen stof in tapijt en dergelijke. De stofzuigermethode is efficiënter in het verzamelen van het diepgelegen stof. Het diepgelegen stof is meer een maat voor de historische blootstelling, het losliggende stof is meer relevant voor de actuele blootstelling. Onderzoek naar vier verschillende bemonsteringsmethoden van lood in vloerstof (drie stofzuigermethodes en één veegmethode) vond een goede correlatie tussen de bloedloodwaarden in kinderen en concentraties lood in vloerstof verzameld met de veegmethode en één van de onderzochte stofzuigermethodes (Sterling et al., 1999).

Vanwege de bovengenoemde onzekerheden moet dit onderdeel van het onderzoek als verkennend worden beschouwd.

4.9.1 Metalen in huisstof: resultaten

De resultaten van de metaalconcentraties in huisstof worden weergegeven per woning in Bijlage 3, Tabel B3.16. In een aantal monsters waren de meetresultaten onder de betreffende bepalingsgrens. Voor deze monsters zijn de gerapporteerde data indicatief. De beschrijvende statistiek hieronder in Tabel 16 is berekend met gebruik van deze indicatieve metaalconcentraties.

De mediane aluminium concentratie in huisstof was 2283 mg/kg (gemiddelde = 2688 mg/kg). Er waren geen uitschieters, zoals te zien is in de frequentieverdeling in Figuur 21.

De mediane chroomconcentratie was 38,4 mg/kg huisstof (gemiddelde = 43,4 mg/kg) met één uitschieter van 158,6 mg/kg. Uit de vragenlijsten is geen verklaring gevonden voor deze uitschieter.

Tabel 16: Metaalconcentratie in huisstof (mg/kg) in woonkamers (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
Al-conc. in huisstof (mg/kg)	31	2688	1791	221	6935	443	2283	6317
Cr-conc. in huisstof (mg/kg)	31	43,4	33,1	10,5	158,6	11,9	38,4	125,8
As-conc. in huisstof (mg/kg)	31	1,6	1,4	0,00	6,45	0,1	1,4	5,7
Cd-conc. in huisstof (mg/kg)	31	1,0	1,3	0,07	7,22	0,1	0,5	4,6
Pb-conc. in huisstof (mg/kg)	31	75,5	138,6	3,7	660,9	6,5	33,5	544,6

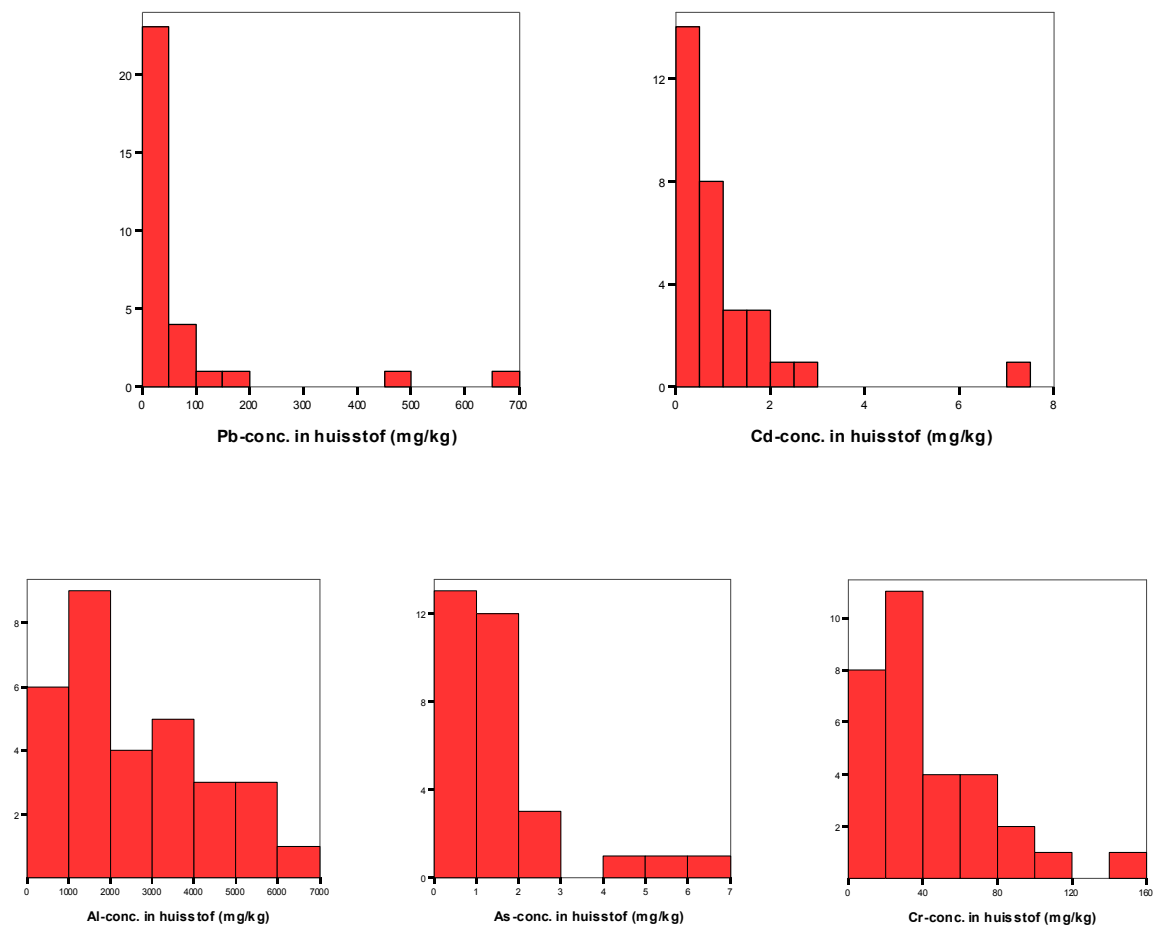
De mediane arseenconcentratie was 1,4 mg/kg huisstof (gemiddelde = 1,6 mg/kg). Er waren drie uitschieters waarvan de hoogste waarde 6,5 mg/kg bedroeg. In één van deze woningen werd er gerookt. De mediaan van de cadmiumconcentratie in huisstof was 0,5 mg/kg (gemiddelde = 1 mg/kg). Voor cadmium waren er wederom drie uitschieters, waarvan de hoogste waarde 7,2 mg/kg bedroeg. In de woning met de hoogste waarde werd een houtkachel gebruikt in de woonkamer in plaats van de centrale verwarming. Door het verbranden van behandeld hout kan cadmium vrij komen. Echter, de bewoner gaf aan, dat hij onbehandeld hout gebruikte. De bewoner rookte niet tijdens de meetweek in de winter, maar gedurende de zomermeetweek werd er wel gerookt in de woning. Roken kan een bron zijn van cadmium in huis. De andere twee uitschieters waren in woningen waar ook de arseenconcentraties uitschieters waren.

Er waren vier uitschieters betreffende de loodconcentratie in huisstof, die een mediaan van 33,5 mg/kg had (gemiddelde = 75,5 mg/kg). De hoogste waarde van 661 mg/kg werd gevonden in een monumentaal pand uit de 17^e eeuw. De op één na hoogste waarde van lood werd gevonden in de woning met de hoogste cadmiumconcentratie in huisstof. Deze woning is gebouwd in de jaren zestig van de vorige eeuw.

Factoren die in de literatuur (Fergusson en Kim, 1991; EPA, 1995; Meyer et al., 1999) in verband zijn gebracht met de loodconcentratie in huisstof zijn te verdelen in factoren die te maken hebben met de woning/bewoning en factoren die te maken hebben met de locatie van de woning.

Factoren van belang bij de woning/bewoning zijn onder andere: leeftijd, bouwmaterialen, stoffigheid, loodhoudende verf, het gebruik van fossiele brandstoffen voor verwarming, bepaalde beroepen en hobby's.

Factoren van belang bij de locatie van de woning zijn onder andere: de loodconcentratie in omliggende grond en straatstof, verkeersbelasting van de woning, afstand tot een weg en afstand tot een garagebedrijf. Het is niet bekend welke factoren in welke mate hebben bijgedragen aan de hoogste loodconcentraties gevonden in het huidige onderzoek. In de woning met de hoogste loodconcentratie in huisstof zou het mogelijke gebruik van loodhoudende verf in het verleden, gezien de leeftijd van het gebouw, de verhoogde loodconcentraties kunnen verklaren.



Figuur 21: Frequentieverdelingen van de metaalconcentraties in mg/kg huisstof in de woonkamer (winterperiode)

4.9.2 Metalen in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden

Om de mogelijke inname van metalen via huisstof te kunnen vergelijken met de toelaatbare dagelijkse inname (TDI) is een aantal aannames gedaan. Voor de inname van huisstof wordt 50 mg huisstof per dag gehanteerd voor volwassenen en 100 mg per dag voor kinderen (Oomen et al., 2008). Deze innames zijn erg onzeker en er is hier voor een relatief hoge inname gekozen. Als gemiddeld lichaamsgewicht wordt 70 kg voor volwassenen en 15 kg voor kinderen aangenomen (Otte et al., 2001).

Behalve voor lood, wordt er van levenslange blootstelling uitgegaan, wat berekend wordt als 7 kinderjaren en 63 volwassen jaren. Voor lood is de blootstelling apart berekend voor kinderen omdat de TDI is gebaseerd op de gezondheidseffecten van lood in deze gevoelige groep.

De TDI voor lood is 3,6 µg per kg lichaamsgewicht per dag. In één woning is er een hoeveelheid lood in huisstof aangetroffen die voor kinderen zou kunnen leiden tot het overschrijden van deze TDI. Wanneer de achtergrondblootstelling aan lood wordt meegenomen in de berekening van de totale blootstelling kan ook in een tweede woning de TDI voor kinderen worden overschreden (voor achtergrondconcentraties zie Oomen et al., 2008). De TDI's van de overige metalen worden niet overschreden.

De GGD Groningen heeft de bewoners van de twee woningen met de hoogste loodconcentraties schoonmaakadviezen gegeven en hen geadviseerd om de mogelijke bronnen van lood in huisstof op te sporen en waar mogelijk te verwijderen.

4.9.3 PAK's in huisstof: resultaten

Bij de analyse van de monsters was het terugvinden van de additiestandaard van de meest vluchtige PAK's (naftaleen acenaftalen, fluoreen, fenanthreen en anthraceen) laag tot zeer laag. Deze vijf PAK's zijn niet kwantitatief te bepalen in de monsters en worden daarom niet gerapporteerd. Bij de analyse van vier monsters was het terugvinden van de interne standaard laag tot zeer laag. De resultaten van deze monsters worden niet gerapporteerd.

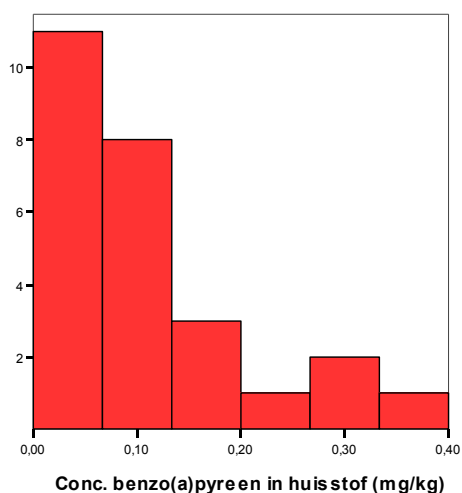
De gevonden gehalten voor de blanco doekjes leverden relatief hoge PAK-gehalten op ten opzichte van de gehalten die gevonden werden in de monsters, met name voor fluorantheen en pyreen. De bemonsterde doekjes zijn gecorrigeerd voor de gemiddelde waarden van de blanco doekjes. Vanwege de relatief hoge gehalten fluorantheen en pyreen in de blanco doekjes lijkt de gehanteerde bemonsteringsmethode minder geschikt voor het bepalen van deze twee PAK's in huisstof, waardoor de resultaten voor fluorantheen en pyreen als indicatief moeten worden beschouwd.

De resultaten van de PAK-concentraties in huisstof worden weergegeven per woning in Bijlage 3, Tabel B3.17. In een aantal monsters waren de meetresultaten onder de betreffende bepalingsgrens. Voor het berekenen van de beschrijvende statistiek in Tabel 17 hieronder is de helft van de detectiegrens gebruikt. Ter illustratie wordt de frequentieverdeling van de concentraties benzo(a)pyreen in huisstof weergegeven in Figuur 22.

Voor de PAK's benzo(a)anthraceen, chryseen, benzo(b)fluorantheen, benzo(k)fluorantheen, benzo(a)pyreen, dibenzo(ah)anthraceen, benzo(ghi)peryleen en indeno(123-cd)pyreen waren er drie woningen waarvan de gevonden concentraties in huisstof telkens tussen de uitschieterende waarden behoorde. In twee van deze woningen werd gerookt, respectievelijk 30 tot 50 sigaretten per dag en 5 tot 15 sigaretten per dag. De laatst genoemde woning had ook een houtkachel, hoewel deze niet werd gebruikt tijdens de meetweek. In de derde woning met uitschieterende concentraties konden er geen duidelijke verklaringen gevonden worden in de resultaten van de vragenlijsten.

Tabel 17: PAK-concentraties in huisstof (mg/kg) in woonkamers (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
fluorantheen	26	1,02	1,78	0,10	7,70	0,10	0,41	7,12
pyreen	26	0,63	0,78	0,05	3,51	0,05	0,40	3,19
benzo(a)anthraceen	26	0,17	0,18	0,02	0,79	0,02	0,09	0,70
chrysene	26	0,25	0,32	0,01	1,47	0,02	0,14	1,20
benzo(b)fluorantheen	26	0,19	0,18	0,03	0,74	0,03	0,13	0,71
benzo(k)fluorantheen	26	0,07	0,07	0,01	0,28	0,01	0,05	0,25
benzo(a)pyreen	26	0,11	0,09	0,01	0,36	0,01	0,08	0,34
dibenzo(ah)anthraceen	26	0,02	0,01	0,00	0,07	0,00	0,01	0,06
benzo(ghi)peryleen	26	0,12	0,08	0,02	0,35	0,02	0,09	0,32
indeno(123-cd)pyreen	26	0,18	0,11	0,03	0,49	0,04	0,15	0,44



Figuur 22: Frequentieverdeling van de benzo(a)pyreenconcentraties in mg/kg huisstof in de woonkamer (winterperiode)

4.9.4 PAK's in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden

Om de mogelijke inname van PAK's via huisstof te kunnen vergelijken met de toelaatbare dagelijkse inname (TDI), of voor de carcinogene PAK's het maximaal toelaatbare risico (MTR), zijn dezelfde aannames gedaan als voor metalen (zie paragraaf 4.9.2). In geen van de huisstofmonsters werden concentraties aangetroffen, dat tot overschrijding van de relevante TDI of MTR van de afzonderlijke PAK's zou kunnen leiden.

4.9.5 PBDE's in huisstof: resultaten

De resultaten van de PBDE-concentraties in huisstof worden weergegeven per woning in Bijlage 3, Tabel B3.18. In alle monsters is BDE-209 aangetroffen. In 7 van de 10 monsters is BDE-47 aangetroffen en in 2 monsters BDE-183. In één monster zijn BDE-99 en BDE-100 aangetroffen. De detectiegrens was 5 µg/kg stof, met uitzondering van BDE-209 waarvoor de detectiegrens 1 µg/kg stof bedroeg. Voor de beschrijvende statistiek in Tabel 18 is gerekend met de helft van de detectiegrens.

De mediane concentratie van BDE-47 was 7,7 µg/kg stof (gemiddelde = 13,1 µg/kg). Er was één uitschieterende waarde van 47 µg/kg stof. De mediane concentratie van BDE-209 was 308 µg/kg stof (gemiddelde = 819 µg/kg) met één uitschieterende waarde van 4551 µg/kg stof. Met behulp van de resultaten van de vragenlijsten konden hiervoor geen duidelijke verklaringen worden gevonden.

Tabel 18: PBDE-concentraties in huisstof (µg/kg) in woonkamers (winterperiode)

	N	Gemiddelde	SD	Minimum	Maximum	P5	P50	P95
BDE-47	10	13,1	14,0	2,5	47,0	2,5	7,7	47,0
BDE-209	10	819	1351	110	4551	110	308	4551

4.9.6 PBDE in huisstof: resultaten vergeleken met advieswaarden

Voor BDE-99 is er een voorlopige TDI afgeleid van 0,26 ng per kg lichaamsgewicht per dag (De Winter-Sorkina et al., 2006). Er is (nog) geen TDI voor de overige vlamvertragers. BDE-99 werd maar in één

monster aangetroffen, met een concentratie van 34,6 µg/kg stof. Wanneer de inname van BDE-99 via huisstof wordt berekend met gebruik van dezelfde aannames als hierboven worden omschreven (zie paragraaf 4.9.2), blijkt dat de TDI niet wordt overschreden, ook niet wanneer de achtergrondblootstelling aan BDE-99 via voeding wordt meegenomen in de berekening van de totale blootstelling (voor achtergrondconcentraties zie Oomen et al., 2008).

Het RIVM is voornemens om een innamenorm voor BDE-209 af te leiden. Deze wordt in 2010 verwacht. Wanneer deze beschikbaar is, kunnen de gevonden concentraties in het huidige onderzoek daaraan getoetst worden.

5 Meetresultaten vergeleken met eerder onderzoek

In het 1240-woningenonderzoek (Van Dongen en Vos, 2007) zijn onder andere VOS, NO₂, CO₂, T en RV gemeten. VOS zijn nogmaals meegenomen in het huidige onderzoek vanwege twijfel aan de betrouwbaarheid in het 1240-woningenonderzoek (Van Dongen en Vos, 2007). NO₂ is opnieuw gemeten omdat de vraag was gerezen of de tamelijk lage concentraties gevonden in het 1240-woningenonderzoek correct bepaald waren. Daarnaast zijn CO₂, T en RV ook nogmaals gemeten in het huidige onderzoek. De waarden voor de verschillende concentraties worden waar mogelijk per stof of grootheid vergeleken met de resultaten uit het 1240-woningenonderzoek. Indien waarden met betrekking tot het 1240-woningenonderzoek uit het rapport (Van Dongen en Vos, 2007) zijn gehaald, is uitgegaan van het ongewogen databestand. Indien gegevens ontbraken of onzeker waren, zijn gegevens opnieuw uit het 1240-woningendatabestand gehaald. Daarnaast is een vergelijking gemaakt met andere recent uitgevoerde onderzoeken in Nederlandse woningen, indien beschikbaar.

Voor de stoffen die niet in het 1240-woningenonderzoek zijn meegenomen is er ook een vergelijking gemaakt met recent uitgevoerde onderzoeken.

5.1 NO₂-concentraties

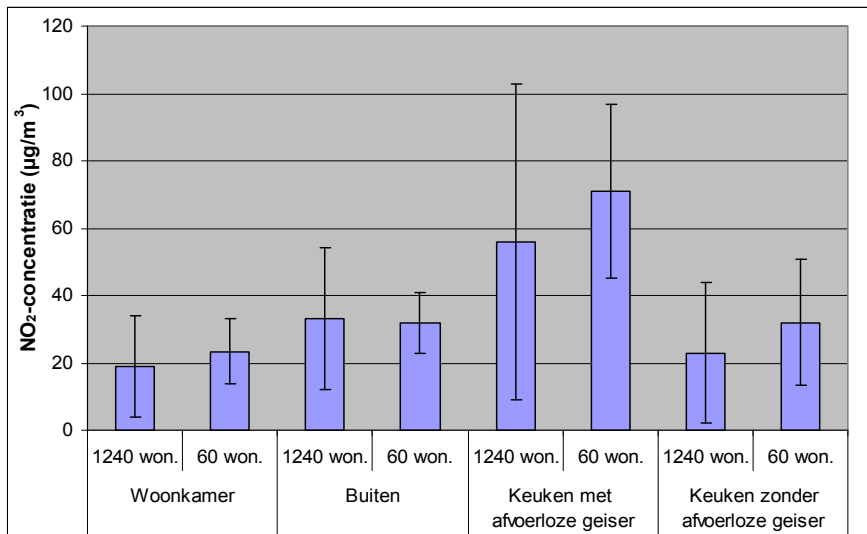
Concentraties NO₂ zijn zowel in het onderzoek in 1240 woningen als in het huidige onderzoek gemeten. In Tabel 19 zijn de weekgemiddelde concentraties uit beide onderzoeken weergegeven voor zover beschikbaar. Aangezien het 1240-woningenonderzoek in de winter (oktober - april) heeft plaats gevonden, zijn voor het huidige onderzoek met 60 woningen alleen de wintermetingen vermeld.

Tabel 19. Vergelijking tussen weekgemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ in woonkamers, keukens met/zonder afvoerloze geiser en buiten tijdens het 1240-woningen- en het 60-woningenonderzoek (winterperiode)

	Weekgemiddelde NO ₂ -concentraties (µg/m ³)							
	Woonkamer		Keuken met afvoerloze geiser		Keuken zonder afvoerloze geiser		Buiten	
	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen*	60-woningen
Gemiddelde	19	23	56	71	23	32	33	32
SD	15	10	47	26	21	19	21	9
Maximum	174	58	221	105	227	65	180	56
Minimum	0	6	0	46	0	14	0	19
N	1229	60	80	4	1132	6	39	60

* Niet gemeten tijdens de meetperiode, maar gemiddelden over de meetperiode (oktober 2004-april 2005) van meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (<http://www.lml.rivm.nl/>)

In Figuur 23 zijn de verschillende weekgemiddelde concentraties (± SD) per locatie voor beide onderzoeken naast elkaar uitgezet. De gemeten verschillen lijken niet significant verschillend van elkaar (significantie is niet statistisch getoetst). Bij het vergelijken van de metingen in keukens dient rekening gehouden te worden met de kleine steekproefomvang in het huidige onderzoek. Daarnaast werd in het huidige onderzoek alleen in keukens gemeten waar op gas werd gekookt.



Figuur 23. Weekgemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ (±SD) tijdens het 1240-woningen- en het 60-woningenonderzoek (winterperiode)

In de winter van 1993/1994 zijn in Groningen met een vergelijkbare bemonsteringsmethode metingen naar NO₂-concentraties gedaan in woningen (n = 189). In de woonkamer werd een gemiddelde weekgemiddelde concentratie van 31,4 µg/m³ gevonden (Van der Lucht et al., 1995). De spreiding in dit onderzoek was veel groter dan in het huidige onderzoek (0,4 tot 304,7 µg/m³ NO₂) en de concentraties waren niet normaal verdeeld. Het geometrische gemiddelde van de NO₂-concentraties in de woonkamer was 25,3 µg/m³, wat vergelijkbaar is met het gemiddelde in het huidige onderzoek, waar de concentraties wel normaal zijn verdeeld. De spreiding van de NO₂-concentratie in de keukens was ook veel groter dan in het huidige onderzoek (3,6 tot 344,7 µg/m³) en de concentraties waren wederom niet normaal verdeeld. De gemiddelde weekgemiddelde NO₂-concentratie in keukens met een afvoerloze geiser was 115,5 µg/m³ vergeleken met 37,2 µg/m³ in keukens zonder afvoerloze geiser. Ondanks de kleine steekproefomvang van de keukenmetingen in het huidige onderzoek, komen de concentraties redelijk overeen met de concentraties gevonden door Van der Lucht et al. (1995).

Recenter onderzoek in Nederland (Willers et al., 2006) naar de 48-uurgemiddelde concentratie NO₂ in 68 keukens in de winter rapporteert een gemiddelde concentratie van 27 µg/m³ in woningen waar op gas werd gekookt en 22 µg/m³ in woningen waar er elektrisch werd gekookt. De auteurs constateren dat deze concentraties lager liggen dan de concentraties gevonden in eerdere onderzoeken in de jaren tachtig van de vorige eeuw. Zij geven als mogelijke reden hiervoor dat de huizen in hun onderzoek relatief nieuw waren en dat in deze woningen het verwijderen van NO₂ efficiënter is dan in de huizen die toen zijn onderzocht. De auteurs geven geen verklaring voor het mogelijkere wijze efficiënter verwijderen van NO₂ in nieuwere huizen.

Hun bevindingen wijken niet duidelijk af van de uitkomsten van het huidige onderzoek.

5.2 VOS-concentraties

Concentraties vluchtige organische stoffen zijn zowel in het onderzoek in 1240 woningen als in het huidige onderzoek gemeten. De resultaten van het 1240-woningenonderzoek zijn echter niet voldoende betrouwbaar gebleken om een vergelijking met het huidige onderzoek te kunnen maken.

In winter 2008 zijn VOS gemeten in woonkamers van 38 woningen in de gemeente Groningen (Meijer et al., 2008). De hoogste mediane weekgemiddelde concentraties werden gevonden voor d-limoneen (mediaan = 17,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en toluen (mediaan = 4,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Deze resultaten zijn vergelijkbaar met het huidige onderzoek in de winterperiode, met als hoogste mediane weekgemiddelde concentratie 12,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor d-limoneen gevolgd door 6,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor toluen.

Benzeen werd in lage concentraties aangetroffen in deze twee onderzoeken en ook voor deze VOS zijn de gevonden concentraties vergelijkbaar. Meijer et al. (2008) rapporteren een mediane weekgemiddelde concentratie van 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddelde = 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en in het huidige onderzoek werd een mediane weekgemiddelde concentratie van 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (gemiddelde = 2,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) gevonden in de winterperiode.

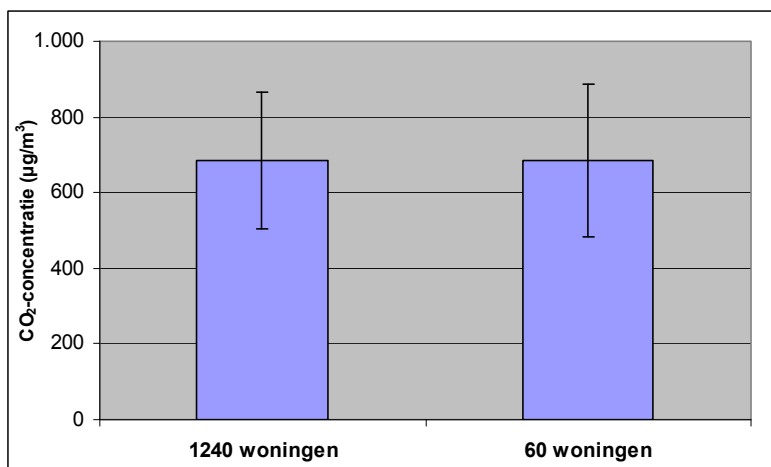
In het onderzoek van Meijer et al. (2008) was de mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie 46,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (niet gepubliceerde data van G. Meijer). Dit is vergelijkbaar met het huidige onderzoek waar de mediane weekgemiddelde totale VOS-concentratie in de woonkamers 53,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedroeg in de winterperiode.

In het onderzoek van Meijer et al. (2008) en het huidige onderzoek zijn dezelfde bemonstering- en analysemethodes gebruikt. De analyses zijn door het RIVM uitgevoerd waardoor de samenstelling van het pakket VOS hetzelfde is en de totale VOS-concentraties vergeleken kunnen worden.

Omdat verschillende laboratoria verschillende samenstellingen van het pakket VOS kunnen hanteren is het vaak niet mogelijk om de totale VOS-concentraties van verschillende onderzoeken te vergelijken. Ook de uitkomsten per stof kunnen sterk verschillen tussen diverse laboratoria onderling (Meijer et al., 2008).

5.3 CO₂-concentraties

Concentraties kooldioxide zijn zowel in het onderzoek in 1240 woningen als in het huidige onderzoek gemeten. In Figuur 24 zijn de gemiddelde weekgemiddelde CO₂-concentraties (\pm SD) in de woonkamer uit beide onderzoeken weergegeven. In Tabel 20 zijn de gemiddelde weekgemiddelde CO₂-concentraties in woonkamers en buiten en het percentage van de tijd dat de 1200 ppm wordt overschreden in de woonkamers waar overschrijding plaatsvindt naast elkaar uitgezet. Aangezien het 1240-woningenonderzoek in de winter heeft plaatsgevonden, zijn voor het huidige onderzoek alleen de wintermetingen vermeld.



Figuur 24. Gemiddelde weekgemiddelde CO₂-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (\pm SD) in de woonkamer tijdens het 1240-woningen- en het 60-woningenonderzoek (winterperiode)

De gemiddelde weekgemiddelde CO₂-concentraties in de woonkamer en hun standaarddeviatie zijn vergelijkbaar voor de twee databestanden. In het 1240-woningenonderzoek was de CO₂-concentratie in circa 60% van de woonkamers voor kortere of langere tijd hoger dan 1200 ppm en in de woonkamers met concentraties boven 1200 ppm was de gemiddelde overschrijdingduur 8% van de tijd. In het huidige onderzoek was de piekconcentratie (P98) CO₂ in bijna de helft van de woningen boven de 1200 ppm in de winter. De gemiddelde overschrijdingsduur gerekend voor alle woonkamers was 7% van de tijd. Wanneer alleen de woonkamers worden meegerekend waar overschrijdingen plaatsvonden was de gemiddelde overschrijdingduur 10% van de tijd, 2% meer dan in het 1240-woningenonderzoek.

Tabel 20: Vergelijking tussen weekgemiddelde CO₂-concentraties in woonkamers en buiten en het percentage van de tijd dat 1200 ppm wordt overschreden in de woonkamers waar overschrijding plaatsvindt tijdens het 1240-woningen- (ongewogen) en het 60-woningenonderzoek (winterperiode)

	CO ₂ -concentratie woonkamer		% tijd CO ₂ -conc. > 1200 ppm in woonkamers met overschrijdingen van 1200 ppm		CO ₂ -concentratie buiten	
	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen	60-woningen
Gemiddelde	685	686	8	10	-	397
SD	182	202	10	10	-	82
Maximum	1844	1180	59	37	-	547
Minimum	346	260	1	0,1	-	188
N	1225	60	689	42	-	60

In de winter van 1993/1994 zijn in Groningen metingen gedaan naar CO₂-concentraties in woningen (n = 193) (Van der Lucht et al., 1995). In de woonkamer werd een gemiddelde weekgemiddelde concentratie van 764 ppm gevonden en een gemiddelde maximum CO₂-concentratie van 1818 ppm. De gemiddelde weekgemiddelde CO₂-concentratie is vergelijkbaar met het huidige onderzoek. De gemiddelde maximum CO₂-concentratie is aanzienlijk hoger dan de gemiddelde P98 van de CO₂-concentratie in het huidige onderzoek, wat waarschijnlijk niet kan worden verklaard door het verschil van 2% tussen de P98 en de maximum concentratie. De grotere steekproefomvang in het onderzoek van Van der Lucht et al. (1995) is waarschijnlijk de reden voor de grotere spreiding gevonden in dit onderzoek vergeleken met het huidige onderzoek.

5.4 CO-concentraties

Voor CO vonden Van de Wal et al. (1987) gemiddelde concentraties van 1,2 ppm voor woonkamers en keukens. In slaapkamers lagen concentraties ietwat lager (0,9 ppm). In het huidige onderzoek zijn vergelijkbare weekgemiddelde waarden in de woonkamer gemeten voor CO.

Onderzoek bij circa 1000 huishoudens in Schiedam en Dordrecht met een inkomen lager dan €14.000 liet zien dat in 1 op de 6 woningen CO werd aangetroffen (Van Bruggen et al., 2009). In verreweg de meeste gevallen waren de concentraties niet bedreigend voor de gezondheid en kon worden volstaan met schoonmaak- en onderhoudsadviezen voor de gastoestellen. In ongeveer 1 op de 100 woningen was direct ingrijpen echter noodzakelijk. Het ging bij dit onderzoek echter om *eenmalige* metingen in de woonkamer, in een vertrek met een gastoestel en boven een toestel dat 15 minuten had gebrand met ramen en deuren gesloten (*worstcasesituatie*). Er zijn geen weekgemiddelde metingen uitgevoerd. De hoogst gemeten concentratie in de woonkamer was 15 ppm in het onderzoek van Van Bruggen et al. (2009). Dit komt overeen met de hoogste maximum concentratie in het huidige onderzoek. De hoogst

gemeten concentratie boven een gastoestel was 1200 ppm. CO-concentraties hoger dan 25 ppm werden vooral veroorzaakt door afvoerloze geisers (71%) en gaskachels (29%).

5.5 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid zijn zowel in het onderzoek in 1240 woningen als in het huidige onderzoek gemeten. In Tabel 21 zijn de weekgemiddelde concentraties uit beide onderzoeken weergegeven voor zover beschikbaar. Aangezien het 1240-woningenonderzoek in de winter heeft plaats gevonden, zijn voor het huidige onderzoek alleen de wintermetingen vermeld.

Tabel 21: Vergelijking tussen weekgemiddelde temperatuur en relatieve luchtvochtigheid in woonkamers tijdens het 1240-woningen- (ongewogen) en het 60-woningenonderzoek (winterperiode)

Woonkamer	Weekgemiddelde temperatuur		Weekgemiddelde relatieve luchtvochtigheid	
	1240-woningen	60-woningen	1240-woningen	60-woningen
Gemiddelde	19,8	19,4	44,3	37,2
SD	1,8	1,9	8,4	5,9
Maximum	28,4	24,7	69	52,1
Minimum	12,1	13,8	22	25,9
N	1240	60	1240	60

De gemiddelde weekgemiddelde temperatuur (\pm SD) in beide woningbestanden is gelijk en het grotere verschil tussen de minimale en maximale weekgemiddelde temperatuur in het 1240-woningenonderzoek heeft waarschijnlijk te maken met de langere meetperiode en de grotere variatie in woningtypen tijdens dit onderzoek.

In het huidige onderzoek was de gemiddelde weekgemiddelde RV in de winter lager dan in het 1240-woningenonderzoek. Ook de gemiddelde maximum en minimum RV waren lager in het huidige onderzoek, respectievelijk 47% en 29% versus 54% en 37% in het 1240-woningenonderzoek. Wellicht heeft dit te maken met de buitentemperaturen gedurende de meetweken. Deze waren laag, gemiddeld 1,5 °C, tijdens het huidige onderzoek. De meetperiode tijdens het 1240-woningenonderzoek was veel langer en er werd waarschijnlijk gemiddeld minder gestookt dan tijdens het huidige onderzoek.

De variatie in de weekgemiddelde relatieve luchtvochtigheid ligt enigszins hoger voor het grote woningbestand wat te maken kan hebben met de langere meetperiode en de grotere variatie in woningtypen tijdens het 1240-woningenonderzoek.

5.6 Fijnstofconcentraties

Fischer et al. (2000) hebben PM₁₀ gemeten in de binnenlucht van 36 Amsterdamse woningen waar niet werd gerookt. 18 woningen waren langs wegen met weinig verkeer en 18 woningen waren langs wegen met een hoge verkeersintensiteit. Op de verkeersbelaste locaties was de gemiddelde PM₁₀-concentratie 37 µg/m³ (mediaan = 28) en op de verkeersonbelaste locaties 22 µg/m³ (mediaan = 21). De PM₁₀-concentraties buiten waren gemiddeld 43 µg/m³ (mediaan = 41) op de verkeersbelaste locaties en 36 µg/m³ (mediaan = 31) op de verkeersonbelaste locaties.

Janssen et al. (1998) hebben PM₁₀ gemeten in de binnenlucht van 36 Amsterdamse woningen waar niet werd gerookt. Er werd geen onderscheid gemaakt in verkeersbelasting van de woningen. Zij vonden een gemiddelde PM₁₀-concentratie van 35 µg/m³ (mediaan = 34). De PM₁₀-concentraties buiten waren gemiddeld 41,5 µg/m³ (mediaan = 41,5).

Vergeleken met deze resultaten in Amsterdam, liggen de resultaten van de huidige studie in Groningen enigszins lager. Dit is wellicht te verklaren door verschillen in de concentraties van PM₁₀ in de buitenlucht tijdens deze studies. Tijdens de huidige studie was de gemiddelde PM₁₀-concentratie buiten, gemeten op het Groningse straatstation van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit, 28 µg/m³ (<http://www.lml.rivm.nl>). Het straatstation staat naast een drukke weg aan de rand van de binnenstad.

5.7 Metaalconcentraties in huisstof

Recentelijk is er een literatuuronderzoek gedaan naar blootstelling aan chemische stoffen via huisstof (Oomen et al., 2008). Dit onderzoek rapporteert de hoogste concentraties en de hoogste geometrische gemiddelde concentraties van metalen in huisstof die in de internationale literatuur gevonden zijn. Voor chroom kwam de maximum gevonden concentratie in huisstof in het huidige onderzoek overeen met de hoogste geometrische gemiddelde concentratie uit de literatuur. Voor aluminium en arseen waren de maximum gevonden concentraties in huisstof in het huidige onderzoek ruim onder de hoogste geometrische gemiddelde concentraties uit de literatuur. Voor cadmium en lood waren de maximum gevonden concentraties in huisstof in het huidige onderzoek ongeveer de helft van de hoogste geometrische gemiddelde concentraties uit de literatuur.

5.8 PAK-concentraties in huisstof

Onderzoek van Oomen et al. (2008) rapporteert de hoogste concentraties en de hoogste geometrische gemiddelde concentraties van PAK's in huisstof die in de internationale literatuur gevonden zijn. De resultaten van het huidige onderzoek zijn vergeleken met deze concentraties.

Voor alle PAK's was het geometrische gemiddelde van de concentraties in het huidige onderzoek lager dan de hoogste geometrische gemiddelde concentraties uit de internationale literatuur. De maximum concentraties in het huidige onderzoek waren circa een factor 10 tot 150 lager dan de maximum gevonden concentraties in de literatuur.

5.9 PBDE-concentraties in huisstof

Zeilmaker et al. (2008) hebben de data van verschillende Europese studies naar PBDE's in huisstof gebundeld en gerapporteerd. De mediaan van de BDE-209-concentraties gevonden in deze studies was 500 µg/kg huisstof en de P50 voor BDE-47 was 16 µg/kg stof. De resultaten van het huidige onderzoek zijn lager, maar hebben wel dezelfde orde van grootte. Het beperkte aantal monsters (n=10) in het huidige onderzoek maakt het uiteraard moeilijk om een goede vergelijking te kunnen maken.

6 Discussie

In het huidige onderzoek is een aantal binnenmilieuparameters gemeten in een steekproef van Groningse woningen gedurende één week in de zomer en één week in de winter. De uitkomsten zijn getoetst aan de relevante gezondheidkundige advieswaarden (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007), voor zover beschikbaar. De belangrijkste bevindingen worden hieronder besproken. In een aantal gevallen werden de gezondheidkundige advieswaarden voor bepaalde stoffen overschreden. Hierbij moet bedacht worden dat de metingen soms geen volledig beeld kunnen geven van de gemiddelde blootstellingsduur waarop de advieswaarde is gebaseerd (bijvoorbeeld bij jaargemiddelde blootstelling).

6.1 Stikstofdioxide

De gemiddelde NO₂-concentraties in de woonkamer waren hoger in de winter dan in de zomer. In de winter was de gemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamer lager dan buiten. In de zomer waren de gemiddelde NO₂-concentraties in de woonkamer en buiten vergelijkbaar en hingen per woning samen. In de winter was er geen significant verband tussen de gemiddelde NO₂-concentratie in de woonkamer en buiten de woning. Blijkbaar zijn (eenmalig gemeten) weekgemiddelde NO₂-concentraties buiten geen goede voorspeller van de weekgemiddelde NO₂-concentraties in de woonkamer in de winter. Dit kan het gevolg zijn van meerdere factoren, onder andere de sterkte van de bronnen binnen ten opzichte van buiten, de chemische reactiviteit van NO₂ zowel in de binnenlucht als op oppervlakken en tevens het minder benutten van de ventilatievoorzieningen in de winter.

Er was een sterke significante correlatie tussen de NO₂-concentraties in de zomer en de winter in de woonkamer van dezelfde woning. Dit geeft aan dat de NO₂-concentraties in de woonkamer voor een belangrijk deel samenhangen met bepaalde eigenschappen van de woning en/of de bewoning.

In de keukens met een afvoerloze geiser waren de gemiddelde en piekconcentraties NO₂ in de winter ongeveer twee keer hoger dan in keukens zonder een afvoerloze geiser. De metingen werden maar in tien keukens uitgevoerd, waarvan vier met een afvoerloze geiser. Hierdoor kan alleen maar een indicatie worden gegeven van de mogelijke verschillen in concentratie. Het betrof zowel open als gesloten keukens waar op gas werd gekookt. Ondanks de kleine steekproefomvang werd er een significant verband gevonden tussen de NO₂-concentraties in de keuken en in de woonkamer. Dit geeft aan, dat de NO₂-concentratie in de keuken een goede indicator is voor de NO₂-concentratie in de woonkamer. Dit is niet verbazingwekkend aangezien alleen in keukens werd gemeten met bronnen van NO₂, zoals een gaskooktoestel en/of een afvoerloze geiser.

In de keukens van een aantal woningen werd de gezondheidkundige advieswaarde voor NO₂ overschreden. Dit was het geval in de keukens met afvoerloze geisers en in twee van de zes keukens waar er op gas werd gekookt. Ook in de woonkamers van twee woningen werd de advieswaarde overschreden. Dat gebeurde in één woning waar veel op gas werd gekookt, in zowel de zomer als de winter. In de andere woning waar de advieswaarde in de winter werd overschreden, was er een afvoerloze geiser in de keuken en een gaskachel in de woonkamer. Deze factoren zouden de overschrijdingen kunnen verklaren.

6.2 Vluchtige organische stoffen

De VOS-concentraties binnen waren beduidend hoger dan buiten, wat duidt op de belangrijke bijdrage van bronnen binnenshuis aan de VOS-concentraties in de woonkamer. Dit wordt bevestigd door het ontbreken van een significant verband tussen de VOS-concentraties in de woonkamer en buiten, zowel in de zomer als de winter.

In de winter was de mediane totale VOS-concentratie binnen circa twee keer hoger dan de concentratie in de zomer. Dit kan (deels) het gevolg zijn van het minder benutten van de ventilatievoorzieningen in de winter. Er was wel een significant verband tussen de VOS-concentraties in de zomer en de winter in de woonkamer van dezelfde woning. Dit duidt op het belang van eigenschappen van de woning en/of de bewoning als voorspellers van de VOS-concentraties binnen.

Van alle VOS waren de concentraties d-limoneen en toluen het hoogst, zowel in de zomer als de winter. D-limoneen zit onder andere in veel schoonmaakmiddelen en luchtverfrissers. Toluen is een bestanddeel van diverse huishoudproducten zoals inkt, lijm en verf. In de vijf woningen waar de advieswaarde voor de totale VOS-concentratie werd overschreden, was de concentratie d-limoneen verantwoordelijk voor gemiddeld meer dan de helft van de totale VOS-concentratie. De bewoners met de hoogste VOS-concentraties in huis gaven aan VOS-houdende producten te hebben gebruikt tijdens de meetweek.

De laatste jaren is er veel aandacht voor chemische reacties in de binnenlucht en de reactieproducten die worden gevormd (zie bijvoorbeeld Weschler, 2008). Sommige reactieproducten van ozon met terpenen (bijvoorbeeld limoneen) kunnen irriterend werken op ogen en luchtwegen (Wolkoff et al., 2006; Nøjgaard et al., 2005). Onder andere formaldehyde en ultrafijne deeltjes worden gevormd wanneer limoneen met ozon reageert (Weschler, 2008). Voor zover bekend is er geen onderzoek gedaan naar het voorkomen van deze reactieproducten in de binnenlucht van Nederlandse woningen. Gezien de aard van deze reactieproducten en de hoogte van de concentraties van limoneen in sommige woningen zou het interessant zijn om hier meer zicht op te krijgen.

6.3 Kooldioxide

De CO₂-concentraties in de woonkamers waren hoger in de winter dan in de zomer. In ongeveer de helft van de woningen overschreden de CO₂-concentraties in de winter de toetswaarde van 1200 ppm voor kortere of langere tijd. Dit zal verband houden met het minder benutten van de ventilatievoorzieningen in de winter. Wellicht was ook de bezetting van de woonkamer hoger in de winter dan in de zomer, al is dit niet onderzocht.

De toetswaarde van 1200 ppm CO₂ werd in de zomer ongeveer 4% van de tijd overschreden en in de winter was dit het geval gedurende 7% van de tijd. Het percentage van de tijd dat 1200 ppm CO₂ werd overschreden tijdens aanwezigheid in de woonkamer zal aanzienlijk hoger zijn aangezien personen meestal de voornaamste bron van CO₂ zijn in de woonkamer. Bijvoorbeeld: als er een derde van de tijd (8 uur per dag) personen in de woonkamer zijn in de winter, kan de CO₂-concentratie te hoog zijn gedurende 21% van de verblijfsduur (in plaats van 7% van de tijd).

De verblijfsduur is niet bepaald omdat dit geen deel uitmaakte van de vraagstelling. Uit de verzamelde data zou de verblijfsduur wel afgeleid kunnen worden om te berekenen hoeveel tijd de bewoners doorbrengen in een ruimte, die op dat moment niet voldoende geventileerd wordt.

6.4 Koolmonoxide

De CO-concentraties in de woonkamer waren laag zowel in de zomer als de winter. De hoogste piekconcentraties in de woonkamer waren duidelijk te herleiden tot bepaalde bronnen van CO, zoals roken of veel koken op gas. De aanwezigheid van een afvoerloze geiser in de keuken leek geen invloed te hebben op de CO-concentraties in de woonkamer. Het aantal woningen met afvoerloze geisers was echter heel klein, waardoor er geen harde conclusies kunnen worden getrokken.

De gezondheidkundige advieswaarde voor CO werd in de woonkamer niet overschreden tijdens de twee meetperiodes. De steekproef was echter niet groot genoeg om incidentele overschrijdingen door het gebruik van bijvoorbeeld afvoerloze gastoestellen op te sporen. Over de concentraties in de keuken kunnen geen conclusies getrokken worden, omdat daar in het huidige onderzoek geen metingen zijn gedaan.

6.5 Temperatuur en relatieve luchtvochtigheid

De temperatuur in de woonkamers was gemiddeld een paar graden hoger in de zomer dan in de winter.

De RV was in de winter gemiddeld veel lager dan in de zomer, wat het gevolg zal zijn van het gebruik van de verwarming tijdens de wintermeetperiode en de lagere absolute luchtvochtigheid buiten. In 12% van de woonkamers was de gemiddelde RV onder 30% in de winter. Dit zou kunnen leiden tot klachten onder de bewoners, zoals een droge huid en ogen (Hall en Dusseldorp, 2008).

6.6 Fijn stof

Fijn stof werd gemeten in een beperkt aantal woningen van de steekproef. De gemiddelde concentratie PM₁₀ was hier laag, met uitzondering van de enige woning waar werd gerookt. Deze was tevens de enige woning waar de gezondheidkundige advieswaarde werd overschreden. Uit het beloop van het aantal deeltjes in de grotere fracties fijn stof was een duidelijk dagpatroon te herkennen. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door activiteiten in de woning die zorgen voor resuspensie van grotere deeltjes op de grond of op oppervlakken. Deze bevinding is in lijn met eerder onderzoek waaruit blijkt, dat de concentraties van de grotere fracties fijn stof sterker correleren met het activiteitsniveau van bewoners dan de kleinere fracties (Chen en Hildemann, 2009; Thatcher en Layton, 1995). Voor de kleinere fracties was de beïnvloeding door de bewoner onduidelijk in het huidige onderzoek, behalve in het geval van de bewoner die rookte.

Voor fijn stof is geen drempelwaarde bekend waaronder geen gezondheidseffecten optreden. Ook onder de advieswaarde kunnen gezondheidseffecten optreden. De advieswaarde berust op onderzoek in de buitenlucht waar de samenstelling van fijn stof anders is dan in de binnenlucht. Hierdoor is niet met zekerheid aan te geven wat de mogelijke gezondheidseffecten zijn van de gevonden concentraties fijn stof in de binnenlucht.

6.7 Chemische stoffen in huisstof

In een paar woningen zou de gevonden loodconcentratie in huisstof kunnen leiden tot een gezondheidsrisico voor kinderen. Het is niet bekend wat de bronnen van lood in het huisstof van deze woningen precies zijn en welke bijdrage ze leveren aan de loodbelasting van kinderen. Voor de overige metalen en PAK's werden geen overschrijdingen van advieswaarden gevonden.

Omdat de bemonstering eenmalig was, is het niet mogelijk om een toevalsbevinding uit te sluiten. Andere bronnen van onzekerheid zijn de bemonsteringsmethode zelf en de aannames omtrent de inname van huisstof, die zijn gedaan om de gevonden concentraties te toetsen aan de toelaatbare dagelijkse inname van de betreffende verbindingen. Voor het terugvinden van PAK's in huisstof bleek de bemonsteringsmethode niet geschikt voor sommige PAK's, met name de vluchtige PAK's. Voor het terugvinden van de overige stoffen in huisstof bleek de methode wel geschikt.

In lijn met eerder onderzoek (Zeilmaker et al., 2008; Oomen et al., 2008) kwam in huisstof de vlamvertrager BDE-209 in de hoogste concentraties voor, vergeleken met de overige vlamvertragers. De betekenis hiervan voor de gezondheid is nog niet bekend. Wanneer een innamenorm voor BDE-209 wordt afgeleid, hetgeen binnenkort te verwachten is, zou het interessant zijn om de gevonden concentraties in het huidige onderzoek daaraan te toetsen. Dit is van belang omdat de blootstelling aan BDE-209 uit huisstof ten opzichte van voeding relatief hoog is, vergeleken met de overige vlamvertragers (Oomen et al., 2008).

Er is nog nauwelijks onderzoek gedaan naar de concentraties van vlamvertragers in Nederlandse woningen. De bevindingen uit het huidige onderzoek geven daardoor een belangrijk eerste inzicht in de te verwachten concentraties, ondanks de kleine aantallen in de steekproef.

6.8 Zomer versus winter

Zoals verwacht was er met uitzondering van CO een duidelijk verschil tussen de concentraties van stoffen in de woonkamer in de zomer en in de winter. De concentraties NO₂, VOS en CO₂ in de woonkamer waren alle hoger in de winter dan in de zomer. Vooral de verschillen in VOS waren groot; de mediane totale VOS-concentratie in de winter was circa twee keer zo hoog als in de zomer. Een mogelijke verklaring voor het verschil in concentraties kan de verminderde benutting van de ventilatievoorzieningen in de woonkamer in de winter zijn. Andere factoren die een rol zouden kunnen spelen zijn niet onderzocht.

Bij het beoordelen van de binnenluchtkwaliteit aan de hand van metingen, uitgevoerd in één seizoen, is het belangrijk om rekening te houden met deze seizoensverschillen, vooral wanneer men een indruk wil krijgen van de chronische blootstelling aan deze stoffen. De gevonden verschillen in dit rapport kunnen worden gebruikt als inschatting van de ordegrootte van het verschil tussen zomer en winter.

Er waren ook verschillen in de gemiddelde temperatuur en RV in de zomer, vergeleken met de winter. De temperatuurverschillen waren relatief klein. De gemiddelde temperatuur in de woonkamer was in de zomer maar een paar graden hoger dan in de winter. Daarentegen was de gemiddelde RV in de zomer aanzienlijk hoger dan in de winter. Dit is grotendeels te verklaren uit de hogere absolute vochtigheid van de buitenlucht in de zomer en het gebruik van de verwarming in de winter.

6.9 Representativiteit van de steekproef

De steekproef is afkomstig uit het woningenbestand van de gemeente Groningen, een middelgrote gemeente. De steekproef is strikt genomen niet representatief voor heel Nederland en ook niet voor gemeenten van vergelijkbare omvang. Verschillende factoren die de kwaliteit van het binnenmilieu kunnen beïnvloeden, zijn anders in Groningen dan in gemeenten van vergelijkbare omvang. Bijvoorbeeld, de buitenluchtkwaliteit is doorgaans beter dan in veel andere steden in Nederland en het weer is gemiddeld ietwat kouder en vochtiger. Verder was de steekproefomvang klein, vooral in de zomer, waardoor de steekproef niet met zekerheid representatief is voor de hele gemeente Groningen. Uit de vergelijking met eerder grootschalig onderzoek (Van Dongen en Vos, 2007) blijkt echter dat er geen duidelijke verschillen bestaan tussen de concentraties van CO₂, NO₂ en de temperatuur in de nu onderzochte woningen en in Nederlandse woningen in het algemeen. Er is geen reden om aan te nemen dat de resultaten van het huidige onderzoek voor deze factoren afwijken van het gemiddelde in de huidige Nederlandse woningvoorraad.

6.10 Relaties tot eerder onderzoek

Ondanks de kleine steekproefomvang zijn de gemeten concentraties in de binnenlucht van deze steekproef vergelijkbaar met ander recent onderzoek in Nederlandse woningen (bijvoorbeeld Meijer et al., 2008; Willers et al., 2006). Alleen voor PM₁₀ lijken de resultaten wat aan de lage kant. Dit kan te maken hebben met de PM₁₀-concentraties in de buitenlucht, die tijdens het onderzoek relatief laag waren. Door de beperkte steekproefomvang voor de fijnstofmetingen kan hier geen uitspraak over worden gedaan.

Ten aanzien van het eerdere onderzoek in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007) kan geconcludeerd worden dat de resultaten van de NO₂-metingen bevestigd zijn door het huidige onderzoek. Ook de resultaten van de CO₂- en temperatuurmetingen komen overeen met het huidige onderzoek. De resultaten van de VOS-metingen in het 1240-woningenonderzoek zijn niet voldoende betrouwbaar om een vergelijking met het huidige onderzoek te kunnen maken.

De metingen in huisstof ondersteunen een recent uitgevoerde literatuurstudie, waarin werd geconcludeerd dat blootstelling aan lood via huisstof potentieel een gezondheidsrisico vormt voor kinderen (Oomen et al., 2008).

6.11 Kennislacunes

Het onderzoek geeft informatie over de verdeling van concentraties van diverse stoffen in het binnenmilieu van vooral de woonkamers van Nederlandse woningen. Een aantal bevindingen is moeilijk te interpreteren, omdat er kennis ontbreekt van de blootstelling en van blootstellings-responsrelaties of drempelwaarden.

Om de blootstelling te bepalen, moet bekend zijn wat de concentraties in verschillende ruimten van woningen zijn. Het is wenselijk dat hiernaar nader onderzoek plaatsvindt, met name in die ruimten waarin mensen langdurig verblijven en waar de concentraties nog onvoldoende in kaart zijn gebracht, zoals de slaapkamer. Ook is informatie nodig over de gebruikelijke patronen van de aanwezigheid van bewoners in diverse ruimten in uiteenlopende soorten woningen. Dit was geen onderdeel van de vraagstelling van het huidige onderzoek, maar deze informatie is deels wel te verkrijgen door nadere analyse van beschikbare data.

Om inzicht te krijgen in de relevantie van de blootstelling aan stoffen zoals limoneen in de binnenlucht en vlamvertragers in huisstof, bestaat behoefte aan informatie over de gezondheidseffecten van blootstelling aan deze stoffen via deze routes. Daarnaast bestaat voor limoneen weinig informatie over de mogelijke gezondheidseffecten van de reactieproducten van deze vluchtige verbinding met ozon. In een advies over de risicobeoordeling van de binnenlucht (SCHER, 2007) benadrukte het Scientific Committee on Health and Environmental Risks (SCHER) van de Europese Commissie de noodzaak voor meer onderzoek naar de effecten en risico's van stoffen (onder andere limoneen) die reacties kunnen ondergaan in de binnenlucht.

Van stoffen in het binnenmilieu die een mogelijk gezondheidsrisico kunnen vormen, zoals lood in huisstof, is het belangrijk meer informatie te verzamelen over hun herkomst.

Van de verbindingen in huisstof die potentieel een gezondheidsrisico vormen (Oomen et al., 2008), zijn ftalaten uit praktische overwegingen niet meegenomen in het huidige onderzoek. Hierdoor blijft er een hiaat in de kennis omtrent de blootstelling via huisstof aan ftalaten en de mogelijke gezondheidsrisico's daarvan in Nederlandse woningen.

Dankwoord

Het onderzoek werd begeleid door de volgende personen:

- Cor van den Bogaard, VROM-Inspectie
- Mario Adams, VROM/directie Risicobeleid
- Piet van Luijk, VROM/DGWWI
- Frans Duijm, GGD Groningen
- Mark van Bruggen, RIVM

De auteurs willen deze begeleidingscommissie bedanken voor hun betrokkenheid bij het onderzoek en hun commentaar op het rapport.

Veel dank gaat uit naar de GGD Groningen voor de goede samenwerking waardoor de uitvoering van het onderzoek uitstekend verliep. Met name dank aan Evelyn Franssen, Gea Meijer, Amanda le Grand, Ruben van Gorcum en Frank van Elteren.

Van TNO willen we André Moons en Henk Vos bedanken voor hun ondersteuning. Van het RIVM willen we Alet Wijga bedanken voor het beschikbaar stellen van de vragenlijst van het PIAMA-onderzoek en Agnes Oomen en Paul Fischer bedanken voor het becommentariëren van eerdere versies van het rapport.

Literatuur

ASHRAE. Standard 55-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE, 2004.

ASHRAE. Standard 62.1-2007. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. ASHRAE, 2007.

Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJCM, Hesse JM, Apeldoorn ME van, Meijerink MCM, Verdam L en Zeilmaker MJ. Re-evaluation of human-toxicological maximum permissible risk levels. 2001. RIVM-rapport: 711701025.

Bruggen M van, Gram JTM, Boels EL, Ruhaak L en Mooij M. Koolmonoxide in huurwoningen in de Randstad. Metingen bij huishoudens met een bruto jaarinkomen lager dan 14.000 euro in Schiedam en Dordrecht. 2009. RIVM-rapport: 609300009.

Brunekreef B, Smit J, de Jongste J, Neijens H, Gerritsen J, Postma D, Aalberse R, Koopman L, Kerkhof M, Wijga A, van Strien R. The prevention and incidence of asthma and mite allergy (PIAMA) birth cohort study: Design and first results. *Pediatric Allergy and Immunology*. 2002; 13 Suppl 15:55-60.

Butte W, Heinzow B. Pollutants in house dust as indicators of indoor contamination. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*. 2002; 175:1-46.

CBS. 2008. Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag/Heerlen. Via: <http://statline.cbs.nl/statweb/>

Chen Q, Hildemann LM. The effects of human activities on exposure to particulate matter and bioaerosols in residential homes. *Environmental Science and Technology*. 2009; 43(13): 4641-6.

Dongen J van, Vos H. Gezondheidsaspecten van woningen in Nederland. TNO. Rijswijk, 2007. TNO-rapport 2007-D-R0188/A.

Duijm F, Hady M, van Ginkel J, ten Bolscher GH. Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst; onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken. GGD Eemland. Amersfoort, 2007.

Dusseldorp A, van Bruggen M. Gezondheidkundige advieswaarden binnenmilieu, een update. 2007. RIVM-rapport: 609021043.

EPA. Sampling house dust for lead: Basic concepts and literature review. U.S. Environmental Protection Agency, Washington. 1995. EPA 747-R-95-007.

Fergusson JE, Kim ND. Trace elements in street and house dusts: Sources and speciation. *The Science of the Total Environment*. 1991; 100:125-150.

Fischer PH, Hoek G, van Reeuwijk H, Briggs DJ, Lebret E, van Wijnen JH, Kingham S, Elliot PE. Traffic-related differences in outdoor and indoor concentrations of particles and volatile organic compounds in Amsterdam. *Atmospheric Environment*. 2000; 34:3713-3722.

Gezondheidsraad. Advies inzake het binnenhuisklimaat, in het bijzonder een ventilatieminimum in Nederlandse woningen. Gezondheidsraad, Den Haag. 1984.

Gezondheidsraad. Vluchtige organische stoffen uit bouwmaterialen in verblijfsruimten. GR, Den Haag. 2000. Publicatienummer: 2000/10.

Gids WF de, op 't Veld PJM. Onderzoek naar ventilatie in relatie tot gezondheidsaspecten en energieverbruik voor een representatieve steekproef van het Nederlandse woningbestand. TNO Bouw/Cauberg Huygen. Delft, 2004. TNO-rapport 2003-GGI-R064.

Hall EF, Dusseldorp A. Gezondheidseffecten van een lage relatieve luchtvochtigheid in woningen. 2008. RIVM-rapport: 609021071.

Janssen NA, Hoek G, Brunekreef B, Harssema H, Mensink I en Zuidhof A. Personal sampling of particles in adults: relation among personal, indoor, and outdoor air concentrations. *American Journal of Epidemiology*. 1998; 147(6):537-47.

KNMI. Klimaatatlas. 2003. <http://www.knmi.nl/klimatologie/normalen1971-2000/kaarten.html>

Koistinen K, Kotzias D, Kephelopoulos S, Schlitt C, Carrer P, Jantunen M, Kirchner S, McLaughlin J, Mølhav L, Fernandes EO, Seifert B. The INDEX project: executive summary of a European Union project on indoor air pollutants. *Allergy*. 2008; 63(7):810-9.

Lucht F van der, Meijer G, Duijm F, Broer J en Nijdam R. Binnenmilieu-Luchtweg Onderzoek. GGD Groningen Stad en Ommelanden. Groningen, 1995.

Meijer G, Sijtsma A. Vluchtige organische stoffen in woningen in Groningen. HVD/GGD Groningen. Groningen, 2008.

Meyer I, Heinrich J, Lippold U. Factors affecting lead and cadmium levels in house dust in industrial areas of eastern Germany. *Science of the Total Environment*. 1999; 234(1-3):25-36.

Nøjgaard JK, Christensen KB, Wolkoff P. The effect on human eye blink frequency of exposure to limonene oxidation products and methacrolein. *Toxicology Letters*. 2005; 156(2):241-51.

Oomen AG, Janssen PJCM, Dusseldorp A, Noorlander CW. Exposure to chemicals via house dust. 2008. RIVM-rapport: 609021064.

Oomen AG, Janssen PJCM, Eijkelen JCH van, Bakker MI en Baars AJ. Cadmium in de Kempen: een integrale risicobeoordeling. Cadmium in the Dutch Kempen area: an integrated risk assessment. 2007. RIVM-rapport 320007001.

Otte PF ; Lijzen JPA ; Otte JG ; Swartjes FA ; Versluijs CW. Evaluatie en herziening van de CSOIL parameter set. Parameter set voor de modellering van de humane blootstelling en onderbouwing van Interventiewaarden voor stoffen van de eerste tranche. 2001. RIVM-rapport 711701021.

SCHER. Opinion on risk assessment on indoor air quality. European Commission, Health & Consumer Protection DG. Brussels, 2007.

- Sterling DA, Roegner KC, Lewis RD, Luke DA, Wilder LC, Burchette SM. Evaluation of four sampling methods for determining exposure of children to lead-contaminated household dust. *Environmental Research Section A*. 1999; 81: 130-141.
- Thatcher T, Layton DW. Deposition, resuspension, and penetration of particles within a residence. *Atmospheric Environment*. 1995; 29(13): 1487-1497.
- VROM WWI. Toekomstagenda milieu. Brief aan Tweede Kamer, vergaderjaar 2007–2008, 30 535 en 28 325, nr. 14 d.d. 2 januari 2008.
- VROM DGM. Nationale aanpak milieu en gezondheid 2008-2012. Brief aan SAS/wjk2008030789 Tweede Kamer d.d. 9 april 2008.
- VROM WWI. Gezondheid en milieu. Brief aan Tweede Kamer, vergaderjaar 2007–2008, 28 089, nr. 21 d.d. 8 september 2008.
- Wal JF van der, Moons AMM, Cornelissen HJM. Oriënterend onderzoek naar de binnenluchtkwaliteit van gerenoveerde woningen te Rotterdam. 1987. TNO-rapport: R86/307.
- Weschler CJ. Ozone's impact on public health: contributions from indoor exposures to ozone and products of ozone-initiated chemistry. *Environmental Health Perspectives*. 2006; 114(10):1489-96.
- Willers SM, Brunekreef B, Oldenwening M, Smit HA, Kerkhof M, Vries H. Gas cooking, kitchen ventilation, and exposure to combustion products. *Indoor Air*. 2006; 16(1):65-73.
- Winter-Sorkina R de, Bakker MI, Wolterink G en Zeilmaker MJ. Brominated flame retardants: occurrence, dietary intake and risk assessment. 2006. RIVM-rapport: 320100002.
- Wolkoff P, Wilkins CK, Clausen PA, Nielsen GD. Organic compounds in office environments - sensory irritation, odor, measurements and the role of reactive chemistry. *Indoor Air*. 2006; 16(1):7-19.
- Yu CH, Morandi MT en Weisel CP. Passive dosimeters for nitrogen dioxide in personal/indoor air sampling: A review. *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*. 2008; 18: 441-451.
- Zeilmaker MJ, Bokkers BGH, Noorlander CW, Biesebeek JD te, Jekel AA en Schothorst RC. Polybrominated diphenyl ethers: occurrence in Dutch duplicate diets and comparison with exposure from European house dust. 2008. RIVM-rapport: 320100003.

Bijlage 1 Vooronderzoek – aanvullende analyse 1240 woningen

In een aanvullende analyse is gekeken of er in het vervolgonderzoek onderscheid moet worden gemaakt in:

- Woningen van voor of na 1995 (invoering Bouwbesluit)
- Woningen met of zonder (afvoerloze) geiser
- Woningen op een belaste of onbelaste (verkeers)locatie

De aanvullende analyse is uitgevoerd aan de hand van het databestand dat is opgebouwd tijdens het onderzoek in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007). Bij de analyse van de data is een weging toegepast zodat de woningen na ratio van het huidige Nederlandse woningbestand meegenomen worden. Niet in alle 1240 woningen is de volledige set metingen uitgevoerd. Indien de populatie kleiner is, wordt dit vermeld. De statistische analyses zijn uitgevoerd met SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versie 15.0, een software programma dat wordt gebruikt voor statistische analyses. De variabelen waarnaar in deze analyse is gekeken, zijn:

- Temperatuur
- Relatieve luchtvochtigheid (RV)
- Kooldioxide (CO₂)
- Vluchtige Organische Stoffen (VOS)
- Formaldehyde

Temperatuur, relatieve luchtvochtigheid en CO₂ zijn in alle 1240 woningen gemeten. VOS en formaldehyde zijn in een beperkte populatie van 400 woningen gemeten. Voor de VOS-concentraties zijn de logaritmen van de totaal waarden gegeven. Overige concentraties van stoffen die de binnenluchtkwaliteit bepalen, zijn niet of niet voldoende betrouwbaar gemeten. De metingen zijn uitsluitend in het stookseizoen uitgevoerd. Voor verdere details over de uitgevoerde metingen wordt verwezen naar Van Dongen en Vos (2007).

B1.1 Verschillen tussen woningen van voor of na 1995

In de 1240-woningenstudie is het bouwjaar van de onderzochte woningen genoteerd. Op basis van deze inventarisatie is het verschil – met behulp van een t-toets - tussen woningen die gebouwd zijn voor of na de invoering van het Bouwbesluit (1995) geanalyseerd.

- Temperatuur

Van de 1238 woningen waarin de temperatuur is gemeten, zijn 1085 woningen gebouwd voor 1995. De gemiddelde temperatuur in de woonkamer in de woningen gebouwd voor 1995 is $19,6 \pm 1,7$ °C en in de 153 gemeten woningen met bouwjaar 1995 en later $20,5 \pm 1,2$ °C. Aan de hand van een t-toets is nagegaan of er een statistisch significant verschil bestaat tussen de gemiddelden van de twee groepen in de populatie. Zoals de resultaten in Tabel B1.1 laten zien, is het verschil significant ($p < 0,001$) en hebben woningen met bouwjaar 1995 of later gemiddeld een hogere temperatuur in de woonkamer. Het verschil kan waarschijnlijk verklaard worden door de hogere mate van isolatie en luchtdichtheid van de recentere woningen.

- Relatieve luchtvochtigheid

In eveneens 1238 woningen is de relatieve luchtvochtigheid (RV) gemeten. De relatieve luchtvochtigheid geeft aan hoeveel procent waterdamp zich ten opzichte van de maximale hoeveelheid waterdamp in de lucht bevindt bij een bepaalde temperatuur en luchtdruk. Lucht met een hogere temperatuur kan meer waterdamp bevatten dan lucht met een lagere temperatuur (bij dezelfde luchtdruk). De verwachting is dat in de woningen met bouwjaar 1995 en later de RV dan ook lager zal zijn dan in de woningen gebouwd voor 1995. De resultaten in Tabel B1.1 laten inderdaad zien dat de woningen van voor 1995 een gemiddelde RV van $45,9 \pm 8,5\%$ hebben in de woonkamer en de woningen van 1995 en later $41,4 \pm 6,4\%$. Het verschil tussen de twee groepen is statistisch significant ($p < 0,001$).

- Kooldioxide

In 1225 woningen zijn kooldioxide (CO₂) concentraties gemeten. De gemiddelde concentratie CO₂ gemeten in de woonkamers van woningen van voor 1995 is $703,4 \pm 193,7$ ppm en in woningen van 1995 en later $615,1 \pm 113,8$ ppm. Het verschil tussen de beide groepen is significant ($p < 0,001$), zie ook Tabel B1.1. De verhoogde aanwezigheid van open verbrandingstoestellen zoals kachels en geisers in de oudere woningen zou een verklaring kunnen zijn voor de verhoogde CO₂-concentraties. In paragraaf B1.2 zal hier verder op worden ingegaan. Echter, ook het verminderde aantal personen per m² vloeroppervlak of de afgenomen tijd binnenshuis doorgebracht kan een verklaring zijn voor de verlaging van CO₂ in de woning. Dit is echter niet verder onderzocht aan de hand van het 1240-woningendatabestand.

- Vluchtige Organische Stoffen

Vluchtige organische stoffen zijn in 377 woningen gemeten. Vanwege een verontreiniging van een aantal badges waren er voor de fracties C12-C14 en C14-C16 slechts 87 cases beschikbaar. Dit betekent dat er voor slechts 87 cases de totale VOS-concentratie gebaseerd is op de fractie C6-C16. Dit zou de steekproefomvang behoorlijk verkleinen ($n=87$ in plaats van $n=377$). Voor de overige cases is uitgegaan van de fractie C6-C12, in plaats van C6-C16 wat een kleine onderschatting geeft van de totale VOS-concentratie voor deze cases. Zowel in de woningen gebouwd voor 1995 als in de woningen van 1995 en later is de gemiddelde (log)concentratie VOS in de gehele woning $2,2 \pm 0,5$ µg/m³. Er is geen verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen in de populatie ($p=0,937$, zie ook Tabel B1.1).

Tabel B1.1 Verschillen tussen woningen met bouwjaar voor of na 1995

		N	Gem.	SD	t	df	Sig.
Temperatuur	Voor 1995	1085	19,6	1,7	-6,197	1236	0,000***
	1995 en later	153	20,5	1,2			
RV	Voor 1995	1085	45,9	8,5	6,267	1236	0,000***
	1995 en later	153	41,4	6,4			
CO ₂	Voor 1995	1072	703,4	193,7	5,497	1222	0,000***
	1995 en later	153	615,1	113,8			
VOS	Voor 1995	325	2,2	0,5	0,079	376	0,937
	1995 en later	52	2,2	0,5			
Formaldehyde	Voor 1995	313	12,9	6,3	-0,305	356	0,761
	1995 en later	46	13,2	7,8			

*Significantie: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (2-tailed)*

- Formaldehyde

Formaldehyde is in een populatie van 359 woningen gemeten. In de woningen gebouwd voor 1995 is de gemiddelde concentratie formaldehyde in de keuken $12,9 \pm 6,3$ µg/m³, in de woningen van 1995 en later is de gemiddelde concentratie $13,2 \pm 7,8$ µg/m³. Het verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen

is echter niet significant ($p=0,761$, zie ook Tabel B1.1). Formaldehyde is een stof die kan vrijkomen bij toepassing van verlijmde verbindingen in bijvoorbeeld plaatmateriaal in keukens en nieuw aangeschafte meubels. Zowel in oudere als meer recentere woningen kunnen verbouwingen hebben plaatsgevonden of nieuwe meubels zijn aangeschaft welke dus potentiële bronnen zijn voor formaldehydeconcentraties in de binnenlucht. De afgifte van formaldehyde is sterker naarmate de temperatuur hoger is. Echter, een significant temperatuurverschil van ongeveer 1°C tussen woningen voor en na 1995 is te weinig voor het zien van statistisch significante verschillen in formaldehydeconcentraties.

B1.2 Verschillen tussen woningen met of zonder afvoerloze geiser

In de 1240-woningenstudie is geïnventariseerd welke woningen een afvoerloze geiser hebben. Op basis van deze inventarisatie is het verschil, met behulp van een t-toets, tussen woningen met of zonder geiser geanalyseerd.

- **Temperatuur**

Van de 1231 woningen waarin de temperatuur is gemeten, hebben slechts 74 woningen een afvoerloze geiser. De gemiddelde temperatuur in de woonkamer in de woningen met een dergelijke geiser is $19,7 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$. In de overige 1157 woningen zonder geiser is de gemiddelde woonkamertemperatuur nagenoeg gelijk, namelijk $19,7 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$. Het is dan ook niet verbazingwekkend dat de uitgevoerde t-toets geen statistisch significant verschil tussen beide groepen laat zien ($p=0,832$, zie ook Tabel B1.2).

- **Relatieve luchtvochtigheid**

In eveneens 1231 woningen is de relatieve luchtvochtigheid (RV) gemeten. De verwachting is dat tussen de woningen met en zonder geiser, analoog aan de resultaten voor temperatuur, geen noemenswaardige verschillen in relatieve luchtvochtigheid worden gevonden. De resultaten in Tabel B1.2 laten inderdaad zien dat de woningen zonder afvoerloze geiser een gemiddelde RV van $45,2 \pm 8,4\%$ hebben in de woonkamer en de woningen met geiser $46,5 \pm 8,4\%$. Het verschil tussen de twee groepen is niet significant ($p=0,203$).

- **Kooldioxide**

In 1217 woningen zijn de concentraties kooldioxide (CO_2) gemeten. De gemiddelde concentratie CO_2 gemeten in de woonkamers van woningen zonder afvoerloze geiser ($n=1145$) is $689,8 \pm 187,2$ ppm en in woningen met geiser ($n=72$) $729,2 \pm 197,0$ ppm. De concentratie CO_2 in woningen met geiser is, zoals verwacht, hoger dan in de woningen zonder geiser, maar het verschil tussen de beide groepen is niet significant ($p<0,084$, zie ook Tabel B1.2). De reden daarvoor is waarschijnlijk de grote ongelijkheid in groepsgrootte. Een tweede reden kan zijn dat de concentraties CO_2 in de woonkamer gemeten zijn en de afvoerloze geiser in nagenoeg alle gevallen in de keuken hangt. De concentraties CO_2 in de keuken zijn niet gemeten.

- **Vluchtige Organische Stoffen**

Vluchtige organische stoffen zijn in 375 woningen gemeten. In de woningen zonder afvoerloze geiser is de gemiddelde (log)concentratie VOS in de gehele woning (gemeten in de woonkamer) $2,2 \pm 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in de woningen met geiser is de gemiddelde (log)concentratie $2,0 \pm 0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen in de populatie is significant ($p=0,043$, zie ook Tabel B1.2). De concentratie VOS in woningen zonder geiser is hoger. Een verklaring zou kunnen zijn dat woningen zonder geiser recenter gerenoveerd of vernieuwd zijn en meer nieuwere materialen bevatten dan woningen met geiser. De ‘bijna-significantie’ voor formaldehyde (zie volgende punt) lijkt echter niet in die richting te wijzen.

- Formaldehyde

Formaldehyde is in een populatie van 357 woningen gemeten. In de woningen zonder geiser is de gemiddelde concentratie formaldehyde in de keuken $12,7 \pm 6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in de woningen met geiser is de gemiddelde concentratie wat hoger, namelijk $14,9 \pm 8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen is niet significant ($p=0,068$, zie ook Tabel B1.2).

Tabel B1.2 Verschillen tussen woningen met of zonder afvoerloze geiser (in de keuken)

		N	Gem.	SD	t	df	Sig.
Temperatuur	Geen geiser	1157	19,7	1,7	-0,213	1229	0,832
	Geiser	74	19,7	1,9			
RV	Geen geiser	1157	45,2	8,4	-1,274	1229	0,203
	Geiser	74	46,5	8,4			
CO ₂	Geen geiser	1145	689,8	187,2	-1,727	1215	0,084
	Geiser	72	729,2	197,0			
VOS	Geen geiser	343	2,2	0,5	2,028	373	0,043*
	Geiser	32	2,0	0,6			
Formaldehyde	Geen geiser	326	12,7	6,2	-1,829	356	0,068
	Geiser	31	14,9	8,5			

Significantie: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (2-tailed)

B1.3 Verschillen tussen woningen op een belaste of onbelaste locatie

Het bepalen van de ligging van de woning op een belaste dan wel onbelaste locatie wat betreft verkeershinder is niet simpelweg mogelijk op basis van één of meer bestaande variabelen uit de 1240-woningenstudie. Wel is er gekeken naar de ligging in de buurt van een industrieterrein of parkeergarage en alsmede naar verkeerslawaaï. Op basis van deze drie parameters wordt gekeken of er een uitspraak kan worden gedaan – met behulp van een t-toets - over het verschil tussen woningen op een belaste of onbelaste (verkeers)locatie.

- Temperatuur

Van de 1238 woningen waarin de temperatuur is gemeten, liggen 131 woningen in de nabijheid van een parkeergarage. De gemiddelde temperatuur in de woonkamer in de woningen bij een parkeergarage is $20,0 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$. In de overige 1107 woningen is de gemiddelde woonkamertemperatuur slechts iets lager, $19,6 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$, maar het verschil is significant ($p=0,016$, zie ook Tabel B1.3). Van de 1237 woningen waarin de temperatuur is gemeten, liggen 33 woningen in de nabijheid van een industrieterrein. De gemiddelde temperatuur in de woonkamer in de woningen bij een industrieterrein is $19,9 \pm 1,6 \text{ }^\circ\text{C}$. In de overige 1204 woningen is de gemiddelde woonkamertemperatuur slechts iets lager, $19,7 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$ en het verschil is niet significant ($p=0,420$, zie ook Tabel B1.4).

Voor 516 woningen is aangegeven dat ze op een met verkeersgeluid belaste locatie liggen en 701 woningen liggen op een onbelaste locatie. De temperatuur in de belaste woningen ($19,6 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$) ligt gemiddeld 0,1 graden lager dan in de onbelaste woningen ($19,7 \pm 1,7 \text{ }^\circ\text{C}$). Het verschil is niet significant ($p=0,226$).

- Relatieve luchtvochtigheid

De resultaten in Tabel B1.3 laten zien dat de woningen dicht bij een parkeergarage in de woonkamer een gemiddelde RV van $43,0 \pm 7,6\%$ ($n=131$) hebben en de overige 1107 woningen $45,6 \pm 8,5\%$. Het verschil tussen de twee groepen is significant ($p=0,001$). De 33 woningen dicht bij een industrieterrein hebben in

de woonkamer een gemiddelde RV van $43,3 \pm 7,4\%$ en de overige 1204 woningen $45,4 \pm 8,4\%$. Het verschil tussen de twee groepen is niet significant ($p=0,163$).

Het verschil in gemiddelde relatieve luchtvochtigheid voor woningen op een met verkeersgeluid belaste ($n=516$, gem.= $46,0 \pm 8,4\%$) en onbelaste ($n=701$, gem.= $44,8 \pm 8,4\%$) locatie is significant ($p=0,022$).

- Kooldioxide

In de buurt van een parkeergarage, industrieterrein of een drukke weg zou de concentratie CO₂ in de buitenlucht als gevolg van uitlaatgassen en industriële processen hoger kunnen zijn. In 1225 woningen zijn CO₂-concentraties gemeten. De gemiddelde concentratie CO₂, gemeten in de woonkamers van woningen nabij een parkeergarage ($n=131$), is $672,6 \pm 163,0$ ppm en in overige woningen ($n=1094$) $694,7 \pm 190,5$ ppm. De concentratie CO₂ in woningen op de belaste locatie is lager dan in de woningen op de onbelaste locatie en het verschil tussen de beide groepen is niet significant ($p=0,203$, zie ook Tabel B1.3). Ook het verschil in CO₂-concentratie tussen woningen in de omgeving van een industrieterrein ($n=33$) ten opzichte van woningen niet in de buurt ($n=1191$) is niet significant ($p=0,732$, zie ook Tabel B1.3). In de 507 woningen op met verkeersgeluid belaste locaties is de CO₂-concentratie (gem.= $690,8 \pm 171,7$) lager dan op geluidsonbelaste locaties (gem.= $692,5 \pm 197,6$, $n=697$). Zoals Tabel B1.5 laat zien is het verschil niet significant ($p=0,871$).

- Vluchtige Organische Stoffen

Vluchtige organische stoffen zijn in 378 woningen gemeten, waarbij wederom voor de ontbrekende waarden van de fractie C6C16 de waarde voor C6C12 is aangehouden (zie paragraaf B1.1). In de woningen op een met een parkeerplaats belaste locatie ($n=40$) is de gemiddelde (log)concentratie VOS in de gehele woning (gemeten in de woonkamer) $2,2 \pm 0,5$ µg/m³. In de woningen op een onbelaste locatie ($n=337$) is de gemiddelde (log)concentratie $2,2 \pm 0,5$ µg/m³. Het verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen in de populatie is niet significant ($p=0,969$, zie ook Tabel B1.3). Voor de nabijheid van een industrieterrein is het verschil wel significant ($p=0,001$): belast $n=14$, gem.= $2,6 \pm 0,4$ µg/m³ en onbelast $n=364$, gem.= $2,2 \pm 0,5$ µg/m³. De significantie is eigenlijk zeer opmerkelijk, omdat het aantal woningen op een belaste locatie laag is in vergelijking tot de onbelaste groep woningen.

De verdeling binnen de groepen belast ($n=170$, gem.= $2,2 \pm 0,5$) en onbelast ($n=199$, gem.= $2,2 \pm 0,5$) als het gaat om verkeerslawaai is evenwichtiger. Er is echter geen significant verschil tussen de (log) concentraties VOS ($p=0,424$). Voor het verschil in VOS-concentraties in woningen als gevolg van de buitenomgeving lijken de resultaten aan te geven dat ze waarschijnlijk meer door omliggende industrie dan door verkeer worden veroorzaakt.

- Formaldehyde

Formaldehyde is in een populatie van 358 woningen gemeten. In de nabijheid van een parkeergarage ($n=34$) is de gemiddelde concentratie formaldehyde in de keuken $13,2 \pm 5,8$ µg/m³. In de woningen op een onbelaste locatie ($n=324$) is de gemiddelde concentratie wat lager, namelijk $12,9 \pm 6,5$ µg/m³. Het verschil tussen de gemiddelden van de twee groepen is niet significant ($p=0,749$ zie ook Tabel B1.3). Voor de nabijheid van een industrieterrein wordt, vergelijkbaar met de VOS-concentraties, een significant verschil gevonden ($p=0,016$) tussen belaste (gem.= $17,6 \pm 7,6$ µg/m³, $n=347$) en onbelaste (gem.= $12,8 \pm 6,4$ µg/m³, $n=347$) locaties. Dit ondanks het grote verschil in groeps grootte voor woningen op een belaste locatie, in vergelijking tot de groep belaste woningen.

Als het gaat om verkeerslawaai is de verdeling binnen de groepen belast ($n=163$, gem.= $13,5 \pm 7,0$ µg/m³) en onbelast ($n=188$, gem.= $12,6 \pm 5,9$ µg/m³) evenwichtiger. Er is echter geen significant verschil tussen de concentraties formaldehyde ($p=0,220$). Aangezien formaldehyde kan worden aangemerkt als een vluchtige organische component, is het niet verwonderlijk dat de trends van de VOS worden gevolgd.

Tabel B1.3 Verschillen tussen woningen op belaste of onbelaste locatie (parkeergarage)

		N	Gem.	SD	t	df	Sig.
Temperatuur	Belast	131	20,0	1,7	2,401	1236	0,016*
	Onbelast	1107	19,6	1,7			
RV	Belast	131	43,0	7,6	-3,331	1236	0,001***
	Onbelast	1107	45,6	8,5			
CO ₂	Belast	131	672,6	163,0	-1,273	1222	0,203
	Onbelast	1094	694,7	190,5			
VOS	Belast	40	2,2	0,5	0,039	376	0,969
	Onbelast	337	2,2	0,5			
Formaldehyde	Belast	34	13,2	5,8	0,321	356	0,749
	Onbelast	324	12,9	6,5			

Significantie: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (2-tailed)

Tabel B1.4 Verschillen tussen woningen op belaste of onbelaste locatie (industrieterrein)

		N	Gem.	SD	t	df	Sig.
Temperatuur	Belast	33	19,9	1,57	,807	1236	0,420
	Onbelast	1204	19,7	1,71			
RV	Belast	33	43,3	7,36	-1,397	1236	0,163
	Onbelast	1204	45,4	8,44			
CO ₂	Belast	33	703,4	192,8	,343	1222	0,732
	Onbelast	1191	692,1	187,8			
VOS	Belast	14	2,6	0,4	3,421	376	0,001***
	Onbelast	364	2,2	0,5			
Formaldehyde	Belast	11	17,6	7,6	2,428	356	0,016*
	Onbelast	347	12,8	6,4			

Significantie: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (2-tailed)

Tabel B1.5 Verschillen tussen woningen op belaste of onbelaste locatie (verkeerslawaaï)

		N	Gem.	SD	t	df	Sig.
Temperatuur	Belast	516	19,6	1,7	1,211	1215	0,226
	Onbelast	701	19,7	1,7			
RV	Belast	516	46,0	8,4	-2,286	1215	0,022*
	Onbelast	701	44,8	8,4			
CO ₂	Belast	507	690,8	171,7	0,162	1202	0,871
	Onbelast	697	692,5	197,6			
VOS	Belast	170	2,2	0,5	-0,800	367	0,424
	Onbelast	199	2,2	0,5			
Formaldehyde	Belast	163	13,5	7,0	-1,230	349	0,220
	Onbelast	188	12,6	5,9			

Significantie: * $p \leq 0,05$, ** $p \leq 0,01$, *** $p \leq 0,001$ (2-tailed)

B1.4 Conclusies en potentiële vervolgmetingen

B1.4.1 Conclusies

Uit het onderzoek in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007) bleek dat de weekgemiddelde temperatuur in de woonkamer hoger is naarmate woningen van recenter datum zijn. Voor de relatieve luchtvochtigheid liet de studie een afname van relatieve luchtvochtigheid in de woonkamer zien in woningen die zijn gebouwd vanaf 1970. Opsplitsing van de populatie bij bouwjaar 1995 laat zien dat woningen met bouwjaar 1995 of later gemiddeld een (statistisch) significant hogere temperatuur en lagere relatieve luchtvochtigheid in de woonkamer hebben in vergelijking met woningen gebouwd voor 1995. Het verschil kan waarschijnlijk worden verklaard door de hogere mate van isolatie en luchtdichtheid van de recentere woningen na invoering van het Bouwbesluit. Eventuele invloed van kwaliteit en onderhoudsstatus als gevolg van de soort eigenaar (huur/koop) is niet meegenomen. De gemiddelde concentratie CO₂, gemeten in de woonkamers van woningen gebouwd voor 1995, is significant hoger dan in woningen van 1995 en later. Dit lijkt overeen te komen met de trend die in het onderzoek in 1240 woningen (Van Dongen en Vos, 2007) is gevonden, waarbij de CO₂-concentratie in woonkamers afneemt als de woningen na 1970 zijn gebouwd. Voor zowel het totaal aan vluchtige organische stoffen als formaldehyde zijn geen statistisch significante verschillen gevonden. Dit kan echter ook aan de grote verschillen in aantallen per groep woningen liggen.

Alleen voor één van de vijf onderzochte variabelen, vluchtige organische stoffen, is een statistisch significant verschil gevonden tussen woningen met of zonder afvoerloze geiser. Echter, het is niet aannemelijk dat dit verschil een gevolg van de aan- of afwezigheid van de geiser is.

Voor de vijf onderzochte variabelen is de relatieve luchtvochtigheid voor twee van de drie onderzochte parameters (verkeerslawaaï en nabijheid van een parkeergarage) significant verschillend voor een belaste en een onbelaste locatie. De resultaten zijn echter tegengesteld (RV hoger op onbelaste locatie voor nabijheid parkeergarage en RV hoger op belaste locatie voor verkeerslawaaï) en mede door het ontbreken van andere statisch significante variabelen voor deze parameters geen indicator voor een uitspraak met betrekking tot een verschil tussen een belaste of onbelaste locatie.

Indien de aanwezigheid van een industrieterrein in de directe omgeving als parameter voor het onderscheid tussen een belaste of onbelaste locatie wordt genomen, laten VOS en formaldehyde verschillen zien (concentraties hoger op belaste locatie), wat het gevolg kan zijn van industriebelasting. Dit doet uiteraard geen uitspraak over het verschil tussen woningen op een belaste of onbelaste verkeerslocatie.

B1.4.2 Potentiële vervolgmetingen

Op basis van huidige gegevens kan niet met zekerheid worden gezegd of de stijging in temperatuur en daling in relatieve luchtvochtigheid toe te schrijven zijn aan de invoering van het nieuwe Bouwbesluit in 1995 of onderdeel is van een autonome trend. Dit zelfde geldt voor de dalende CO₂-concentraties. In vervolgonderzoek voegt een onderscheid tussen woningen van voor en na 1995 dan ook geen waardevolle informatie toe en lijkt om die reden niet noodzakelijk.

Op basis van huidige gegevens kan weinig worden gezegd over de (mate van) invloed van afvoerloze geisers als bron van luchtverontreinigingen in het binnenmilieu van woningen. Alleen de VOS-concentraties verschillen significant. Concentraties van stoffen die het gevolg kunnen zijn van de aanwezigheid van een geiser in de woning zijn in het 1240-woningenonderzoek niet meegenomen. In vervolgonderzoek waarbij onder andere CO, NO₂, PAK's en fijn stof worden meegenomen, voegt een

onderscheid tussen woningen met of zonder (afvoerloze) geiser waardevolle informatie toe en is om die reden aanbevelingswaardig.

Op basis van de resultaten is de voorlopige conclusie getrokken dat het verschil in VOS- en formaldehydeconcentraties in woningen als gevolg van de buitenomgeving waarschijnlijk eerder door omliggende industrie dan door verkeer wordt veroorzaakt. De conclusie is echter niet sterk, gezien de kwaliteit van de VOS-metingen en het feit dat binnenbronnen van VOS, zoals nieuwe meubels of bouwmaterialen, niet zijn meegenomen.

In vervolgonderzoek waarbij onder andere CO, NO₂, PAK's en fijn stof worden meegenomen, voegt een onderscheid tussen woningen op een belaste of onbelaste locatie (qua luchtkwaliteit) waardevolle informatie toe indien zowel binnen als buiten wordt gemeten. Een deel van de woninglocaties zal bewust in de buurt van industrie moeten worden gekozen, wat niet mogelijk is bij een a-selecte steekproef.

Bijlage 2 Vragenlijsten

Vragenlijst 1

Concentratie metingen in het binnenmilieu in de winter

Vragenlijst huisbezoek

Naam:	Woningnummer:
Straat en huisnr:	
Postcode en woonplaats:	
Telefoonnummer:	
Datum:	

Toelichting:

Aanvinken wat van toepassing is. Indien meerdere antwoorden mogelijk zijn, dan wordt dat per vraag aangegeven.

De vragenlijst is bedoeld om samen met de bewoner af te nemen. De meeste vragen moeten aan de bewoner gesteld worden. Stel de vraag precies zoals ze geschreven is. Sommige vragen kan je wel zelf beantwoorden door goed rond te kijken, maar bij twijfel moet je ze aan de bewoner vragen. Vraag uiteraard ook eerst toestemming voor dat je bv. in de keuken gaat kijken.

Met het oog op de privacy worden de gegevens zonder naam en adres in de computer ingevoerd en alleen onder nummer verwerkt.

De woning

1. Woont u in een koop- of in een huurwoning?
 - koop
 - huur, zo ja is dat:
 - sociale woningbouw
 - particuliere huur

2. Hoeveel personen wonen of verblijven op dit adres in de volgende leeftijdscategorieen? (toelichting: personen hoeven niet ingeschreven te staan. Het gaat om het aantal personen dat de woning als hoofdverblijf beschouwt)

	Aantal personen
0 - 9 jaar	_____
10 - 19 jaar	_____
20 - 29 jaar	_____
30 - 39 jaar	_____
40 - 59 jaar	_____
50 - 59 jaar	_____
60 - 69 jaar	_____
70+ jaar	_____

3. Hoeveel tijd brengt ieder bewoner normaliter door in het huis

Bewoner	Aantal uren per dag, inclusief slapen
1	
2	
3	
4	
5	
6	

4. Heeft de woning een inpandige garage, waarin u uw auto of bromfiets parkeert?
 - ja
 - nee

5. Is de woning boven een bedrijf (of parkeergarage) gebouwd?
 - ja zo ja wat voor soort bedrijf?.....
 - nee

6. Welk type vloerbedekking heeft de woonkamer?
 - tapijt (>50% vd oppervlak)
 - vloerzeil (vinyl of linoleum)
 - steen
 - hout of laminaat
 - anders, namelijk.....

7. Hoe oud is de vloerbedekking/het vloerkleed?

_____ maanden *of* _____ jaren

8. Heeft u huisdieren
(meerdere antwoorden mogelijk)
- nee
 - zo ja, welk soort huisdier heeft u en hoeveel? (*vul aantal in*)
 - hond
 - kat
 - cavia, hamster, konijn, rat, muis
 - vogel
 - ander _____

Koken

9. Heeft de woning een gesloten keuken?
- ja
 - nee, ga naar vraag 11
10. Staat de (binnen)deur open tijdens het koken?
- zelden/nooit
 - soms
 - vaak/altijd
11. Kookt u op gas?
- ja
 - nee
12. Hoe lang is uw kooktoestel gemiddeld per dag in gebruik (in *minuten*)?
.....minuten
13. *Is er een afzuigkap boven het kooktoestel?*
- ja
 - nee, ga naar vraag 16
14. Wordt de afzuigkap tijdens het koken gebruikt?
- vaak/altijd
 - soms
 - zelden/nooit
15. Heeft de afzuigkap een afvoer naar buiten?
- ja
 - nee*
- *de afgezogen lucht wordt de keuken weer ingeblazen*
16. Hoeveel keren per week wordt een warme maaltijd bereid in uw woning?
- 6 tot 7 keer per week
 - 3 tot 5 keer per week
 - Minder dan 3 keer per week

17. Hoeveel keren per week wordt gebakken, gebraden gefrituurd of gewokt in uw woning?
- 6 tot 7 keer per week
 - 3 tot 5 keer per week
 - 1 tot 2 keer per week
 - nooit
18. Als er gebakken, gebraden gefrituurd of gewokt wordt, *hoe lang* gebeurt dit dan gemiddeld *per keer* ?
 _____ minuten
19. Is er in de keuken ook een oven aanwezig?
- zo ja, werkt deze op:
 - gas
 - electriciteit
 - nee, ga naar vraag 22
20. Hoe vaak gebruikt u de oven?
- zelden of nooit
 - wel eens, maar minder dan één maal per week
 - één of meer keren per week
21. Als u de oven gebruikt, *hoe lang* gebruikt u de oven dan gemiddeld *per keer* ?
 _____ minuten

Stoken en warmwatervoorziening

22. Is het warme water uit de kraan afkomstig van:
- combi ketel
 - boiler
 - geiser met afvoer*
 - geiser zonder afvoer
 - zo ja, is deze voor:
 - keukenkraan
 - douche
 - ketelhuis
- *op een geiser met afvoer zit een pijp, op een geiser zonder afvoer niet*
23. Heeft de woning:
 (meerdere antwoorden mogelijk)
- CV, zo ja is deze
 - open*
 - gesloten (bv. HR)
 - weet niet
 - gaskachel/haard, zo ja is de afvoer
 - via de gevel
 - via de schoorsteen
 - houtkachel/allesbrander
 - open haard
 - kachel zonder afvoer (gelkachel, petroleumkachel, butagaskachel)
 - collectieve verwarming (stads-, wijk- of blokverwarming)

**Een open ketel betreft zijn verbrandingslucht vanuit de omgevingsruimte, een gesloten ketel betreft de lucht van buitenaf.*

24. Wordt de warmte verspreid via:
(meerdere antwoorden mogelijk)

- Radiatoren
- Vloerverwarming
- Wandverwarming
- Hete luchtverwarming
- Convectoren

Ventileren

25. Welke ventilatiemogelijkheden heeft **de woonkamer (inclusief een open keuken)**?
(meerdere antwoorden mogelijk)

- Roosters
- Klepramen (openen naar buiten)
- Schuif- of draai/kiiep-ramen (openen naar binnen)
- Buitendeur
- Ventielen of roosters waardoor lucht naar binnen wordt geblazen
- Ventielen of roosters waardoor lucht naar buiten wordt gezogen
- Ventilatiekoker/kanaal zonder afzuiging
- Anders, namelijk

26. Hoe ventileert u de laatste tijd **overdag in de woonkamer (inclusief een open keuken)**?*
(meerdere antwoorden mogelijk)

- Ik heb de roosters meestal: open dicht
- Ik heb de ramen meestal: open op een kier dicht
- Ik heb de buitendeur meestal: open op een kier dicht
- Tijdens het koken heb ik:
- roosters meestal: open dicht
- ramen meestal: open op een kier dicht
- buitendeur meestal: open op een kier dicht
- Wanneer de **douchegeiser** in de keuken in gebruik is heb ik:
- roosters meestal: open dicht
- ramen meestal: open op een kier dicht
- buitendeur meestal: open op een kier dicht

- Ik zet ramen en/of buitendeur een paar keer per dag even open om te luchten
- Mijn ventilatiesysteem ventileert automatisch en ik hoef verder niets te doen
- Anders, namelijk.....

** check of dit overeenkomt met de aangetroffen situatie*

27. Hoe ventileert u de laatste tijd **'s nachts in de woonkamer (inclusief een open keuken)**?
(meerdere antwoorden mogelijk)

- Ik heb de roosters meestal: open dicht
- Ik heb de ramen meestal: open op een kier dicht
- Mijn ventilatiesysteem ventileert automatisch en ik hoef verder niets te doen
 - Anders, namelijk.....

28. Welke ventilatievoorzieningen heeft **de gesloten keuken**?

(meerdere antwoorden mogelijk)

- Roosters
- Klepramen (openen naar buiten)
- Schuif- of draai/kiep-ramen (openen naar binnen)
- Buitendeur naar buiten
- Ventielen of roosters waardoor lucht naar binnen wordt geblazen
- Ventielen of roosters waardoor lucht naar buiten wordt gezogen
- Ventilatiekoker/kanaal zonder afzuiging
- Anders, namelijk.....

29. Hoe ventileert u de laatste tijd **overdag** in **de gesloten keuken**?*

(meerdere antwoorden mogelijk)

Ik heb de roosters meestal: open dicht

Ik heb de ramen meestal: open op een kier dicht

Ik heb de buitendeur meestal: open op een kier dicht

Tijdens het koken heb ik:

roosters meestal: open dicht

ramen meestal: open op een kier dicht

buitendeur meestal: open op een kier dicht

Wanneer de **douchegeiser** in de keuken in gebruik is heb ik:

roosters meestal: open dicht

ramen meestal: open op een kier dicht

buitendeur meestal: open op een kier dicht

Ik zet ramen en/of buitendeur een paar keer per dag even open om te luchten

Mijn ventilatiesysteem ventileert automatisch en ik hoef verder niets te doen

Anders, namelijk.....

* *check of dit overeenkomt met de aangetroffen situatie*

30. Hoe ventileert u de laatste tijd **'s nachts** in **de gesloten keuken**?

(meerdere antwoorden mogelijk)

Ik heb de roosters meestal: open dicht

Ik heb de ramen meestal: open op een kier dicht

Mijn ventilatiesysteem ventileert automatisch en ik hoef verder niets te doen

Anders, namelijk.....

31. Als er een schakelaar is waarmee u de snelheid van de ventilatie kunt regelen, op welke stand staat die schakelaar dan? *(toelichting: de schakelaar is meestal in de keuken gemonteerd en heeft vrijwel altijd drie standen: (1) is de laagstand en geeft de kleinste hoeveelheid lucht, (3) is de hoogstand en geeft de grootste hoeveelheid; (2) zit er tussen in)*

nvt

Overdag:

Stand 1 (laag)

Stand 2 (midden)

Stand 3 (hoog)

's avonds:

Stand 1 (laag)

Stand 2 (midden)

Stand 3 (hoog)

's nachts:

- Stand 1 (laag)
- Stand 2 (midden)
- Stand 3 (hoog)

Tijdens koken:

- Stand 1 (laag)
- Stand 2 (midden)
- Stand 3 (hoog)

Als er wordt gerookt:

- Stand 1 (laag)
- Stand 2 (midden)
- Stand 3 (hoog)

Huishoudelijke werkzaamheden

32. Hoe vaak voert u de volgende werkzaamheden uit in de woonkamer en/of open keuken?

Stofzuigen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Dweilen/Moppen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Wissen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Vegen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Stof afnemen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Strijken	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week
Was opvouwen	<input type="checkbox"/> nooit	<input type="checkbox"/> < 1x/week	<input type="checkbox"/> 1-2x/week	<input type="checkbox"/> 3-5x/week	<input type="checkbox"/> >5x/week

Vragenlijst 2

Vragenlijst over uw leefsituatie gedurende de meetweek in de winter

Naam:	Woningnummer:
Straat en huisnr:	
Postcode en woonplaats:	
Tel.nr.:	
Datum:	

Toelichting bij de vragenlijst

Vragen 1-6 hebben betrekking op uw leefsituatie in de week tussen de eerste en laatste dag van de metingen. Vragen 7 en 8 hebben betrekking op uw leefsituatie gedurende de laatste vier weken, inclusief de week tussen de eerste en laatste dag van de metingen.

Met het oog op uw privacy worden uw gegevens zonder uw naam, adres en telefoonnummer in de computer ingevoerd en alleen onder nummer verwerkt.

Voor nadere informatie kunt u bellen met:

Gea Meijer 050-3674061 of Lisbeth Hall 050-3674525

1. Is er deze week bij u in huis gerookt (door u, uw eventuele partner, kinderen, huisgenoten en/of bezoek)?

nee

ja Zo ja, hoeveel is er gerookt **in de woning?**

Zondag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Maandag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Dinsdag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Woensdag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Donderdag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Vrijdag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen
Zaterdag	_____ sigaretten	_____ sigaren	_____ pijpen

2. Zijn er deze week (geur)kaarsen, waxinelichtjes en/of wierrook gebrand?

nee

ja zo ja, hoeveel zijn er gebrand **in of vlakbij de woonkamer?**

Zondag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Maandag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Dinsdag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Woensdag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Donderdag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Vrijdag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook
Zaterdag	_____ kaarsen	_____ geurkaarsen	_____ waxinelichtjes	_____ wierrook

3. Is er deze week **in of vlakbij de woonkamer** gebruik gemaakt van:

(meerdere antwoorden mogelijk)

- verf, lak, beits, houtimpregneermiddelen
- terpentine, verfverdunner, lampenolie, petroleum, wasbenzine, kwastenreiniger
- thinner
- tapijtreiniger, tapijtshampoo
- lijm, kit
- koper- of zilverpoets
- boenwas, teakolie of bijenwas
- impregneermiddel voor textiel, leer of suède
- schoensmeer
- aceton, nagellakremover
- nagellak, haarlak
- luchtverfrissers

4. Zijn er deze week schoonmaakproducten **in of vlakbij de woonkamer** gebruikt?

nee

ja zo ja, welke producten zijn dat en hoe vaak zijn ze gebruikt?

Soort product	Aantal keer
<input type="checkbox"/> Allesreiniger	_____
<input type="checkbox"/> Hand afwasmiddel	_____
<input type="checkbox"/> Machine afwasmiddel	_____
<input type="checkbox"/> Hand zeep	_____
<input type="checkbox"/> Groene/zachte zeep	_____
<input type="checkbox"/> Glasreiniger	_____
<input type="checkbox"/> Ovenreiniger	_____
<input type="checkbox"/> Anti-kalk middel	_____
<input type="checkbox"/> Anders, namelijk.....	_____

5. Heeft u deze week kleding van de stomerij gehaald?

- nee
 ja zo ja hoeveel kledingstukken.....

6. Heeft u deze week gebruikt gemaakt van:

(meerdere antwoorden mogelijk)

- | | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|
| CV | <input type="checkbox"/> op 1-2 dagen | <input type="checkbox"/> op 3-4 dagen | <input type="checkbox"/> op 5 of meer dagen |
| gaskachel | <input type="checkbox"/> op 1-2 dagen | <input type="checkbox"/> op 3-4 dagen | <input type="checkbox"/> op 5 of meer dagen |
| houtkachel/allesbrander | <input type="checkbox"/> op 1-2 dagen | <input type="checkbox"/> op 3-4 dagen | <input type="checkbox"/> op 5 of meer dagen |
| open haard | <input type="checkbox"/> op 1-2 dagen | <input type="checkbox"/> op 3-4 dagen | <input type="checkbox"/> op 5 of meer dagen |
| kachel zonder afvoer | <input type="checkbox"/> op 1-2 dagen | <input type="checkbox"/> op 3-4 dagen | <input type="checkbox"/> op 5 of meer dagen |
- (bv. gelkachel, petroleumkachel, butagaskachel)

7. Heeft u **gedurende de laatste vier weken** nieuwe meubels, gordijnen en/of vloerbedekking geplaatst **in of vlakbij de woonkamer**?

- nee
 ja zo ja, wanneer
zo ja, welke.....

8. Zijn er **gedurende de laatste vier weken** klussen in uw woning gedaan? (bijv. schilderen, lakken, lijmen, aanbrengen spaanplaat)

- nee
 ja zo ja, wanneer
zo ja, wat is er gedaan.....
.....
.....
.....

Opmerkingen.....
.....
.....
.....
.....
.....

Hartelijk dank voor uw medewerking!

Bijlage 3 Meetresultaten per woning

Tabel B3.1 Weekgemiddelde NO₂-concentraties in woonkamers, keukens met afvoerloze geiser en buiten in de zomer

Woning nummer	NO ₂ -conc. (µg/m ³)	NO ₂ -conc. (µg/m ³)
	woonkamer	buiten
1	20,2	30,1
2	17,9	15,5
3	19,1	21,2
4	16,2	17,3
5	8,5	9,3
6	14,1	14,7
7	11,0	24,0
8	5,3	10,3
9	8,7	9,9
10	22,2	13,5
11	26,5	*11,1
12	5,7	15,4
13	19,0	14,2
14	*18,3	22,7

Woning nummer	NO ₂ -conc. (µg/m ³)	NO ₂ -conc. (µg/m ³)	NO ₂ -conc. (µg/m ³)
	woonkamer	buiten	keuken
15	20,0	20,5	
16	26,4	18,1	69,3
17	16,5	14,1	42,0
18	19,7	21,4	
19	15,7	16,3	
20	10,3	11,2	
21	25,0	25,0	
22	15,0	15,3	
23	12,9	15,3	
24	40,4	16,1	
25	18,1	18,6	
Gemiddelde	17,3	16,8	
SD	7,6	5,2	
Maximum	40,4	30,1	
Minimum	5,3	9,3	

*meting in enkelvoud uitgevoerd

Tabel B3.2 Gemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ in woonkamers en buiten in de winter gedurende de meetweek

Woning nummer	NO ₂ -conc. (µg/m ³)	NO ₂ -conc. (µg/m ³)
	woonkamer	buiten
2	21,8	33,3
3	23,1	38,2
4	25,1	52,0
5	24,7	40,4
6	18,9	41,1
7	32,5	36,5
8	5,6	20,9
9	24,1	39,2
10	34,4	50,1
11	29,1	20,7
12	13,2	44,0
13	24,4	49,6
14	23,4	34,9
15	25,4	56,2
16	55,7	35,8
17	19,5	46,9
18	30,3	33,4
19	20,6	26,9
20	12,2	24,1
22	18,9	47,2
23	35,1	43,6
24	58,4	44,7
26	23,6	22,8
27	23,8	35,9
28	14,1	26,2
29	33,9	20,4
30	18,9	27,8
31	10,7	18,6
32	17,0	27,7
33	15,2	35,1
34	22,7	23,1
35	15,1	27,6

Woning nummer	NO ₂ -conc. (µg/m ³)	NO ₂ -conc. (µg/m ³)
	woonkamer	buiten
36	30,6	25,5
37	16,3	22,4
38	18,2	27,2
39	32,5	39,8
40	19,4	24,1
41	13,0	26,8
42	26,0	27,8
43	29,9	39,4
44	39,2	30,0
45	13,0	20,1
46	15,6	32,8
47	22,1	36,9
48	33,6	31,5
49	18,9	25,8
50	22,0	33,7
51	14,1	34,3
52	31,1	23,1
53	20,0	34,6
54	14,9	26,7
55	33,3	24,9
56	8,0	27,9
57	15,6	24,3
58	31,4	25,5
59	27,6	21,0
60	21,6	24,9
61	15,8	23,1
62	23,0	31,1
63	26,6	26,0
Gemiddelde	23,4	31,9
SD	9,7	9,1
Maximum	58,4	56,2
Minimum	5,6	18,6

Tabel B3.3 Weekgemiddelde NO₂-concentraties in µg/m³ en piek NO₂-concentraties in ppm in keukens met* en zonder afvoerloze geisers

Woning nummer	Weekgemiddelde NO ₂ (µg/m ³)	Piekconcentratie NO ₂ (ppm)
16*	104,7	0,4
17*	76,6	0,5
26*	57,2	0,7
49*	45,8	0,2
Gemiddelde	71,1	0,45
SD	25,8	0,21
Maximum	104,7	0,7
Minimum	45,8	0,2

Woning nummer	Weekgemiddelde NO ₂ (µg/m ³)	Piekconcentratie NO ₂ (ppm)
24	64,7	0,4
30	24,3	0,0
34	30,5	0,2
39	41,3	0,3
41	17,7	0,2
46	13,8	0,3
Gemiddelde	32,0	0,23
SD	18,7	0,14
Maximum	64,7	0,4
Minimum	13,8	0,0

Tabel B3.4 Gemiddelde VOS-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in woonkamers in de zomer gedurende de meetweek

Woningnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
benzeen	0,5	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	1,1	<0,4	<0,4	<0,4	1,3	0,5	0,9
tolueen	2,6	2,5	4,0	3,3	0,8	4,4	6,6	2,8	0,7	8,3	38,8	19,2	4,7
ethylbenzeen	<0,4	0,5	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	5,0	0,6	<0,4	<0,4	0,7	2,9	0,7
m-xyleen	<0,4	0,5	1,4	0,5	<0,4	0,7	13,5	1,4	<0,4	0,4	0,7	9,5	1,0
p-xyleen	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	5,8	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	4,5	0,5
o-xyleen	<0,4	<0,4	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	6,4	0,5	<0,4	<0,4	0,5	3,1	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	0,7	1,0	0,9	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,8	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	4,2	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	0,6	1,2	<0,4	<0,4	0,6	7,3	1,0	<0,4	<0,4	0,6	0,8	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	2,1	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
heptaan	5,0	2,3	1,4	<0,4	<0,4	1,0	3,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,3	2,7	<0,4
octaan	<0,4	1,7	0,5	<0,4	<0,4	3,1	2,7	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	0,5	<0,4
nonaan	<0,4	0,8	1,1	<0,4	0,6	0,7	9,9	2,1	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,7
decaan	<0,4	1,3	2,9	0,5	<0,4	1,6	21,1	3,0	<0,4	1,0	1,4	0,6	4,3
undecaan	<0,4	0,7	3,0	<0,4	<0,4	2,1	20,0	2,2	<0,4	1,3	0,6	0,6	5,3
dodecaan	<0,4	<0,4	1,3	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	0,4	<0,4	0,7	5,0	0,7	1,5
tridecaan	<0,4	<0,4	0,8	0,5	<0,4	0,6	<0,4	1,0	<0,4	0,9	0,7	0,6	1,7
tetradecaan	0,4	0,7	0,4	0,9	<0,4	0,7	4,4	0,9	<0,4	2,9	1,9	1,6	0,8
pentadecaan	<0,4	0,6	<0,4	0,5	<0,4	0,4	1,5	0,6	<0,4	1,3	0,7	0,7	<0,4
hexadecaan	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	0,5	<0,4	0,8	1,0	0,5	<0,4
d-limoneen	2,4	1,7	1,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,1	<0,4	21,7	25,9	<0,4	2,1
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	3,5	5,8	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,0	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,5
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS*	18,3	21,1	29,3	13,9	9,4	23,3	128,9	26,2	8,9	49,2	92,7	60,6	30,5

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Woningnummer	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
benzeen	<0,4	0,5	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	0,5	<0,4	<0,4	0,5	<0,4
tolueen	6,4	9,4	3,2	23,3	6,6	7,2	26,6	6,6	26,1	2,2	7,4	0,8
ethylbenzeen	0,7	<0,4	0,5	0,7	<0,4	<0,4	2,5	1,0	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
m-xyleen	1,0	<0,4	0,9	0,7	0,7	<0,4	2,6	1,0	<0,4	<0,4	0,9	0,6
p-xyleen	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,4	0,5	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
o-xyleen	0,8	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	2,3	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	0,7	<0,4	2,1	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	0,5	0,6	0,4	<0,4	<0,4	2,0	<0,4	0,5	<0,4	1,7	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
heptaan	1,0	1,1	0,4	<0,4	<0,4	0,4	2,5	1,8	<0,4	<0,4	1,4	<0,4
octaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	0,6	0,6	<0,4	<0,4	0,5	<0,4
nonaan	<0,4	0,5	1,0	<0,4	0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	1,4	<0,4
decaan	<0,4	4,0	1,8	0,5	0,9	0,6	0,8	0,6	0,9	<0,4	3,1	<0,4
undecaan	<0,4	7,0	1,4	0,4	1,8	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	1,8	<0,4
dodecaan	<0,4	0,9	1,0	<0,4	1,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
tridecaan	<0,4	3,2	0,9	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,7	<0,4
tetradecaan	0,9	0,5	1,6	<0,4	1,5	0,4	0,6	<0,4	0,9	0,5	<0,4	<0,4
pentadecaan	0,4	0,6	0,8	0,4	1,0	0,5	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,4	<0,4
hexadecaan	<0,4	0,7	1,4	0,5	0,9	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	0,7	0,7	0,6	1,6	0,8	1,5	<0,4	12,3	<0,4	0,8	0,7	2,1
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,6	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	19,3	35,9	22,7	36,5	23,3	18,1	53,0	31,5	37,7	11,3	32,9	11,2

Tabel B3.5 Gemiddelde VOS-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ buiten in de zomer gedurende de meetweek

Woningnummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
benzeen	0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
tolueen	1,2	<0,4	<0,4	1,4	<0,4	2,6	1,6	0,4	<0,4	0,6	0,9	0,7	1,4
ethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
m-xyleen	0,4	<0,4	0,5	0,5	<0,4	0,8	0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
p-xyleen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
o-xyleen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
heptaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
octaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
nonaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
undecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
dodecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tridecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetradecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
pentadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,4	0,4	<0,4	0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS*	9,9	8,8	8,7	10,5	8,6	12,0	10,2	12,1	8,6	8,8	9,1	9,1	9,8

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Tabel B3.6 Gemiddelde VOS-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in woonkamers in de winter gedurende de meetweek

Woningnummer	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17
benzeen	1,4	1,3	1,6	1,6	2,4	1,0	0,8	1,6	1,4	1,5	5,0	0,7	1,7	2,4	2,1
tolueen	2,0	4,5	4,1	3,0	6,3	2,6	6,0	2,4	40,4	13,5	10,4	2,1	18,6	4,8	47,3
ethylbenzeen	0,5	0,7	0,6	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	0,5	0,6	1,7	1,4	0,6	0,6	2,8	<0,4
m-xyleen	0,9	1,1	1,2	0,7	1,4	0,4	<0,4	0,8	1,0	4,4	3,6	1,0	0,9	8,1	1,1
p-xyleen	0,4	0,5	0,5	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	2,0	1,7	0,5	0,4	3,7	0,5
o-xyleen	0,5	0,6	0,6	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	0,4	0,7	2,3	1,0	0,6	0,4	2,9	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	0,4	<0,4	0,4	<0,4	0,9	<0,4	1,3	<0,4	1,0	1,7	1,0	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	0,5	<0,4	<0,4	0,9	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,5	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	0,7	0,6	<0,4	0,6	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	1,1	1,2	<0,4	0,6	0,8	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	0,6	0,5	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,8	1,0	<0,4	<0,4	1,6	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	0,4	<0,4	<0,4	1,2	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	0,5	1,1	0,9	0,5	0,8	<0,4	0,6	<0,4	0,4	3,9	1,1	0,6	0,5	2,7	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	0,6	<0,4	<0,4	0,6	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	1,2	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	5,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4
heptaan	0,4	2,4	0,5	0,5	12,8	1,2	0,7	0,5	3,4	0,7	0,7	0,5	0,9	0,9	<0,4
octaan	0,4	1,1	<0,4	<0,4	1,2	0,6	<0,4	<0,4	1,3	2,0	0,7	<0,4	0,4	1,3	<0,4
nonaan	<0,4	0,4	<0,4	0,6	0,6	0,8	<0,4	<0,4	0,4	7,3	0,9	0,7	<0,4	18,3	<0,4
decaan	0,9	1,1	1,2	1,7	3,5	1,8	2,5	0,4	1,0	10,6	6,8	1,7	14,2	42,4	<0,4
undecaan	<0,4	4,1	0,8	0,7	2,6	1,5	6,7	<0,4	1,3	6,9	9,4	0,8	63,1	42,7	0,6
dodecaan	<0,4	4,6	0,9	<0,4	2,6	1,0	5,0	<0,4	2,1	0,6	4,4	1,3	12,4	14,1	<0,4
tridecaan	0,9	1,1	0,7	<0,4	1,1	0,8	1,3	<0,4	1,7	1,5	3,7	<0,4	48,8	10,0	<0,4
tetradecaan	1,1	<0,4	1,9	1,3	2,3	0,8	0,8	1,0	1,3	1,9	2,6	0,8	3,9	3,3	0,6
pentadecaan	1,2	<0,4	0,9	<0,4	0,9	0,7	0,8	<0,4	1,1	1,4	1,1	0,5	1,6	0,9	<0,4
hexadecaan	1,1	<0,4	0,8	<0,4	0,7	0,5	<0,4	<0,4	0,4	0,7	1,4	<0,4	1,8	0,7	<0,4
d-limoneen	10,1	1,9	28,7	1,7	8,3	32,2	12,1	1,3	72,1	17,7	18,0	6,7	5,5	24,1	2,6
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	<0,4	<0,4	0,5	0,4	0,6	0,6	<0,4	0,5	0,4	0,5
1,2-dichloroethaan	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	1,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,7
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	1,2	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS*	28,5	33,0	53,3	19,4	61,5	51,6	44,9	16,2	137,5	97,1	82,4	24,7	183,1	197,8	63,7

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Woningnummer	18	19	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33	34
benzeen	1,0	1,4	4,1	1,5	2,0	2,1	1,6	7,4	0,9	1,4	2,5	0,8	1,3	1,6	1,2
tolueen	6,3	3,2	32,5	17,5	10,1	6,9	7,5	8,0	13,5	5,4	6,7	5,3	5,1	7,4	12,5
ethylbenzeen	0,7	<0,4	3,2	0,4	0,6	1,9	0,4	0,6	<0,4	<0,4	0,9	0,5	<0,4	0,5	8,3
m-xyleen	1,3	0,6	7,1	0,8	1,0	5,9	0,7	0,9	<0,4	0,5	1,3	<0,4	<0,4	0,6	28,3
p-xyleen	0,6	<0,4	3,2	<0,4	0,5	2,6	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	12,8
o-xyleen	0,5	<0,4	3,2	<0,4	0,5	2,4	0,5	0,5	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	0,5	9,3
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	0,9	<0,4	0,4	<0,4	0,5	2,6	0,4	1,9	<0,4	2,5	0,5	0,6	<0,4	1,2	1,2
propylbenzeen	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	2,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	2,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	0,5	<0,4	1,6	<0,4	0,6	2,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	0,4	<0,4	3,4	<0,4	0,5	4,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	2,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	0,7	<0,4	3,7	<0,4	0,7	7,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,5	0,6
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	1,9	<0,4	<0,4	1,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	1,9	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	4,5	0,5	0,5	<0,4	<0,4	3,9	0,5	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4
heptaan	0,6	1,4	3,9	0,5	0,8	2,9	0,7	2,9	<0,4	6,4	0,5	0,7	0,5	0,8	1,2
octaan	0,5	0,5	0,9	<0,4	1,0	4,6	<0,4	1,2	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	1,0
nonaan	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	14,0	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4
decaan	2,2	<0,4	0,6	0,7	1,6	21,8	1,5	<0,4	0,6	0,7	0,4	2,2	0,7	0,6	3,4
undecaan	3,1	<0,4	1,1	0,6	0,8	16,3	1,2	<0,4	<0,4	0,9	<0,4	5,5	1,1	<0,4	5,9
dodecaan	1,9	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	3,0	1,9	0,8	<0,4	0,5	<0,4	3,7	1,2	1,2	0,8
tridecaan	1,8	<0,4	<0,4	0,8	0,5	1,0	2,7	0,6	0,7	0,9	0,8	2,9	0,6	0,7	1,0
tetradecaan	2,7	<0,4	<0,4	1,8	1,2	1,6	3,0	1,0	1,5	1,2	0,9	1,3	0,4	0,9	1,8
pentadecaan	2,2	0,6	<0,4	1,2	0,7	0,6	1,8	0,8	1,4	1,1	0,8	0,8	0,6	0,7	1,2
hexadecaan	1,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,9
d-limoneen	25,6	7,5	5,2	4,5	4,5	122,2	6,4	14,2	57,0	64,4	6,0	40,6	2,3	25,0	44,1
trichloromethaan	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	7,8	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	59,8	22,6	87,4	37,1	35,6	242,6	37,2	51,1	83,2	93,0	30,0	72,0	28,1	48,4	140,8

Woningnummer	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
benzeen	10,7	1,5	4,6	1,1	3,1	3,6	0,9	1,6	1,5	3,7	1,0	0,9	2,4	9,2	0,6
tolueen	53,0	14,5	21,9	1,7	5,5	6,0	6,9	5,9	4,1	7,6	1,1	2,6	23,6	19,1	1,3
ethylbenzeen	4,2	0,7	2,9	0,6	0,7	0,8	0,5	6,3	0,6	1,4	<0,4	0,5	1,6	2,4	<0,4
m-xyleen	10,6	1,5	6,5	1,2	1,4	2,0	0,8	13,0	1,2	2,9	<0,4	0,7	2,0	5,4	0,4
p-xyleen	4,7	0,7	2,9	0,6	0,7	0,9	<0,4	6,3	0,6	1,3	<0,4	<0,4	1,0	2,6	<0,4
o-xyleen	3,7	0,6	2,7	0,6	0,5	0,9	<0,4	5,8	0,7	0,9	<0,4	0,5	1,5	1,6	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	2,2	1,2	1,2	<0,4	<0,4	1,2	0,8	0,5	<0,4	1,0	0,4	<0,4	<0,4	2,4	<0,4
propylbenzeen	1,0	0,4	0,9	0,4	<0,4	1,8	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
2-ethyltolueen	0,9	<0,4	0,9	0,5	<0,4	2,3	<0,4	1,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	1,9	1,1	1,4	<0,4	0,4	2,2	<0,4	0,9	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
4-ethyltolueen	3,5	0,9	3,1	0,5	<0,4	4,8	<0,4	2,4	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	1,1	0,5	0,8	0,9	<0,4	2,8	<0,4	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	4,2	1,6	3,9	1,5	0,4	8,4	<0,4	4,9	0,6	0,8	<0,4	<0,4	0,6	1,3	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	1,8	0,5	1,6	<0,4	<0,4	1,8	<0,4	1,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	1,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	<0,4	5,7	0,6	0,8	<0,4	<0,4	1,1	1,1	<0,4	<0,4	0,6	1,6	1,2	<0,4
heptaan	6,1	12,2	2,4	<0,4	0,6	1,2	1,6	1,0	1,8	0,8	0,4	0,4	0,8	1,0	<0,4
octaan	9,7	8,5	1,2	<0,4	<0,4	0,8	0,5	1,1	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4
nonaan	2,5	4,5	1,8	2,2	<0,4	8,1	0,5	6,9	<0,4	0,5	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	2,0	5,0	9,9	17,0	1,3	26,1	1,8	23,4	0,5	1,0	3,0	<0,4	1,0	0,5	<0,4
undecaan	2,1	2,6	19,5	25,9	1,2	15,8	2,0	17,7	0,8	0,8	<0,4	<0,4	1,1	<0,4	<0,4
dodecaan	0,9	<0,4	8,9	13,2	1,2	2,1	1,6	4,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	0,7	<0,4
tridecaan	1,3	1,0	17,1	3,6	0,6	2,2	2,6	0,7	0,8	0,7	0,4	<0,4	0,4	0,5	<0,4
tetradecaan	1,7	0,4	5,6	0,9	0,9	0,9	4,3	1,1	1,0	0,5	0,5	<0,4	0,7	0,5	0,9
pentadecaan	1,2	1,0	2,2	0,4	0,6	0,7	2,1	0,5	0,9	0,6	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
hexadecaan	1,9	<0,4	1,6	<0,4	<0,4	0,6	1,8	<0,4	1,1	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	120,6	42,8	36,0	0,7	17,1	6,1	29,7	101,7	28,1	11,0	11,7	5,6	3,6	15,9	1,7
trichloromethaan	<0,4	<0,4	1,1	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,5	0,6	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	<0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,5	<0,4	0,5
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	1,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	31,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	257,4	108,0	204,4	79,3	42,5	108,8	64,1	215,4	51,5	43,7	26,8	19,2	49,0	72,9	13,2

Woningnummer	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
benzeen	1,2	0,7	1,0	2,0	0,7	1,0	1,8	1,4	1,2	1,6	2,1	1,1	5,2	3,4
tolueen	6,7	4,7	5,1	14,8	1,1	9,7	3,7	2,8	19,5	6,0	6,8	10,5	3,0	12,0
ethylbenzeen	1,0	0,7	0,8	2,2	<0,4	<0,4	0,6	0,4	0,5	<0,4	0,6	0,5	<0,4	0,9
m-xyleen	2,0	0,6	1,5	4,0	<0,4	<0,4	0,8	0,6	0,5	<0,4	1,0	0,6	<0,4	1,3
p-xyleen	1,0	<0,4	0,7	2,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,6
o-xyleen	1,4	0,5	0,9	2,6	<0,4	<0,4	0,5	0,4	0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,7
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	0,4	0,6	0,9	<0,4	1,6	<0,4	0,5	3,7	1,0	<0,4	0,7	0,5	1,4
propylbenzeen	0,5	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	0,6	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	0,5	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	1,1	<0,4	<0,4	1,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	0,6	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	0,8	<0,4	0,7	2,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4
heptaan	1,7	1,4	0,8	0,8	0,8	0,4	1,4	0,9	4,3	0,6	<0,4	0,5	1,7	1,4
octaan	3,3	<0,4	<0,4	0,8	0,7	<0,4	0,9	<0,4	2,6	0,5	<0,4	0,4	0,9	0,5
nonaan	4,2	<0,4	<0,4	2,2	0,7	<0,4	0,4	<0,4	1,1	0,4	<0,4	0,7	0,4	0,5
decaan	4,7	1,3	<0,4	6,8	2,6	0,7	0,8	0,4	1,3	1,3	0,5	5,4	0,5	1,1
undecaan	3,3	<0,4	<0,4	4,4	1,9	1,0	0,6	<0,4	1,7	1,1	<0,4	1,5	<0,4	1,6
dodecaan	3,2	1,8	<0,4	2,3	1,0	1,0	<0,4	<0,4	1,7	1,1	0,4	0,7	<0,4	0,7
tridecaan	2,8	<0,4	<0,4	1,7	0,8	1,5	0,6	0,5	2,8	0,6	0,7	<0,4	<0,4	0,7
tetradecaan	2,7	1,3	<0,4	1,1	0,8	1,9	0,4	<0,4	2,4	0,8	0,6	0,6	0,9	0,7
pentadecaan	1,5	0,7	0,6	1,0	0,8	1,5	0,8	0,8	1,8	0,9	1,0	0,6	0,6	0,6
hexadecaan	0,6	0,5	<0,4	<0,4	0,7	1,0	0,6	<0,4	1,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	54,0	4,0	35,9	94,5	9,5	106,1	3,7	3,5	190,4	46,3	2,8	12,6	9,3	30,1
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	<0,4	1,5	0,6	0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,9
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	4,3	1,0	<0,4	3,3	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	2,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	103,6	24,4	54,7	160,3	29,0	135,6	26,4	18,8	242,6	68,2	23,7	44,3	29,8	64,1

Tabel B3.7 Gemiddelde VOS-concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ buiten in de winter gedurende de meetweek

Woningnummer	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
benzeen	1,2	1,1	2,2	1,8	1,5	0,9	1,0	1,7	2,1	0,8	1,5	2,0	0,8	2,1	1,5
tolueen	1,9	1,6	4,4	1,9	2,5	1,6	0,9	1,8	2,5	1,2	2,3	3,4	1,4	3,4	2,7
ethylbenzeen	0,5	<0,4	0,9	0,5	0,5	<0,4	<0,4	0,5	0,5	<0,4	0,5	0,7	<0,4	0,7	0,5
m-xyleen	0,8	0,6	1,7	0,8	0,9	0,4	<0,4	0,6	0,9	0,5	0,9	1,3	0,5	1,3	1,0
p-xyleen	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,6	0,5
o-xyleen	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	0,4	0,7	<0,4	0,5	0,5
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	0,4	0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	0,4	0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	0,6	1,0	0,6	0,7	0,5	<0,4	0,6	0,7	0,5	0,6	0,8	0,6	0,8	0,6
heptaan	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	0,4	0,5	<0,4	0,5	0,4
octaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
nonaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,6
undecaan	<0,4	0,5	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
dodecaan	<0,4	0,5	1,7	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,7
tridecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetradecaan	<0,4	<0,4	1,4	<0,4	1,1	<0,4	<0,4	0,7	0,5	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	0,6
pentadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5
hexadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,7	0,6	0,6	0,5	0,7	0,6	0,4	0,6	0,6	0,5	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS*	12,5	12,5	25,2	13,5	16,4	11,4	10,1	14,9	16,0	10,7	14,2	18,4	11,1	18,0	16,8

*Voor gehalten onder de detectiegrens ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is gerekend met de helft van de detectiegrens ($0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Woningnummer	17	18	19	20	22	23	24	26	27	28	29	30	31	32	33
benzeen	2,7	1,5	1,8	1,0	1,7	1,5	0,9	1,4	1,1	1,3	1,3	0,7	0,8	1,3	1,1
tolueen	3,5	4,7	1,5	1,2	2,1	3,3	1,4	4,0	1,9	1,2	1,9	1,6	0,9	2,0	2,1
ethylbenzeen	0,8	1,0	<0,4	<0,4	0,5	0,4	<0,4	0,6	0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,5	0,5
m-xyleen	1,5	1,7	<0,4	0,4	0,9	0,8	0,6	1,1	0,7	<0,4	0,6	0,6	<0,4	0,7	0,6
p-xyleen	0,7	0,8	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
o-xyleen	0,7	0,9	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,6	0,5	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	0,6	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	0,7	0,7	<0,4	<0,4	0,6	0,5	<0,4	1,1	0,7	0,5	0,6	0,5	<0,4	0,7	0,7
heptaan	0,7	0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
octaan	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
nonaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
undecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
dodecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,7	<0,4	0,7	1,1	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4
tridecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetradecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,1	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
pentadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,7	<0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	<0,4	0,5	0,4
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	19,2	19,9	11,8	10,8	14,6	17,1	10,7	18,2	13,7	11,2	12,8	11,2	10,0	13,0	12,8

Woningnummer	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
benzeen	1,2	1,3	1,3	0,9	1,0	1,3	1,0	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4
tolueen	1,3	2,2	1,5	0,9	1,1	1,4	1,0	2,0	1,7	1,8	2,4	1,2	2,2	1,8	2,0
ethylbenzeen	<0,4	0,5	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	0,5	<0,4	0,5
m-xyleen	0,8	0,6	0,8	0,6	<0,4	0,7	<0,4	0,7	0,5	0,7	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7
p-xyleen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
o-xyleen	0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	0,4	<0,4	0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	0,4	0,8	<0,4	<0,4	0,6	0,5	<0,4	0,5	0,6	<0,4	0,6	0,5	0,7	0,6	0,8
heptaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
octaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
nonaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
undecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
dodecaan	1,0	<0,4	<0,4	0,6	1,2	<0,4	<0,4	<0,4	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,1
tridecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetradecaan	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5
pentadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexadecaan	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	1,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	<0,4	0,9	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	0,7	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	13,6	13,7	12,2	11,0	11,9	12,2	10,4	12,6	12,9	13,8	13,9	11,5	13,4	12,1	14,5

Woningnummer	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
benzeen	1,0	1,0	1,2	1,4	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	0,6	0,7	0,5	0,7	1,0
tolueen	1,1	2,2	1,2	10,2	2,1	1,7	2,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,7	0,9	1,0
ethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
m-xyleen	<0,4	0,6	<0,4	0,9	0,8	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
p-xyleen	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
o-xyleen	<0,4	<0,4	<0,4	0,6	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cumeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
cymeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
propylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
2-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
3-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
4-ethyltolueen	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	0,7	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trimethylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
butylbenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexaan	<0,4	0,6	0,7	2,7	0,7	0,7	0,6	0,4	0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	0,5
heptaan	<0,4	<0,4	<0,4	1,3	<0,4	0,8	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
octaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
nonaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
decaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
undecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
dodecaan	<0,4	<0,4	<0,4	1,3	1,0	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tridecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetradecaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,5	0,6	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
pentadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
hexadecaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
d-limoneen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloromethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloromethaan	<0,4	0,5	<0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	<0,4	0,5	<0,4	0,5	0,4	0,4	<0,4	0,6
1,2-dichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,1-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,1,2-trichloroethaan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
trichloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
tetrachloroetheen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichloropropan	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,4-dichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,3-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,2,4-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
1,3,5-trichlorobenzeen	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4	<0,4
Totale VOS	10,1	12,2	10,9	28,5	14,4	12,2	12,2	10,5	10,8	10,4	10,3	9,9	9,5	9,6	10,7

Tabel B3.8 CO₂- en CO-concentraties in ppm in woonkamers, momentane concentraties CO₂ buiten en het percentage van de tijd dat 1200 ppm CO₂ en 9 ppm CO werd overschreden in de woonkamer gedurende de zomermeetweek

Woning nummer	CO ₂ -concentratie (ppm)				CO-concentratie (ppm)			
	P98	% tijd > 1200 ppm	Gemiddelde woonkamer	Gemiddelde buiten*	Gemiddelde	Maximum	Minimum	% tijd > 9 ppm
1	842	1	472	381	0,3	1,9	0	0
2	874	0	548	419	0,1	2,2	0	0
3	1057	1	673	540	0	3,4	0	0
4	865	0	608	441	0,1	1,1	0	0
5	498	0	446	396	0	0	0	0
6	922	0	522	381	0,1	1,0	0	0
7	795	0	502	408	0	0,1	0	0
8	494	0	387	366	0	0	0	0
9	729	0	496	479	0	0,4	0	0
10	5034	12	942	355	0,4	5,1	0	0
11	1747	10	711	370	0,3	3,2	0	0
12	1097	0	595	403	0,4	1,8	0	0
13	587	0	415	342	0,1	1,2	0	0
14	654	0	491	433	0	1,2	0	0
15	603	0	467	431	0	0	0	0
16	719	0	519	403	0	0,2	0	0
17	656	0	428	325	0	0	0	0
18	1036	1	663	483	0	0,5	0	0
19	624	0	426	365	0	0,2	0	0
20	1189	2	738	395	0,5	2,3	0	0
21	890	0	468	398	0,3	5,2	0	0
22	2644	32	1114	372	0,1	2,7	0	0
23	652	0	450	390	0	1,8	0	0
24	2527	50	1320	413	0,5	8,1	0	0
25	639	0	459	407	0	0,3	0	0
Gemiddelde	1135	4	594	404	0,1	1,8	0	0
SD	983	12	228	47	0,2	2,0	0	0
Maximum	5034	50	1320	540	0,5	8,1	0	0
Minimum	494	0	387	325	0	0	0	0

*momentane meting

Tabel B3.9 CO₂-concentraties in ppm in de woonkamer, momentane concentraties CO₂ buiten en het percentage van de tijd dat 1200 ppm CO₂ werd overschreden in woonkamers gedurende de wintermeetweek

Woning nummer	CO ₂ -concentratie (ppm)			
	P98	% tijd > 1200ppm	Gem. woonkamer	Gem. buiten*
2	1796	8,0	721	443
3	708	0	435	394
4	808	0	627	393
5	495	0	401	368
6	917	0	523	404
7	1105	1,9	574	443
8	1122	0,4	615	360
9	978	0,5	373	347
10	1925	18,7	860	443
11	2085	19,5	892	442
12	1315	5,1	825	500
13	908	0	717	448
14	767	0	563	464
15	1078	0,6	673	426
16	799	0	521	357
17	1001	0	741	533
18	979	0,5	572	344
19	647	0	382	346
20	1225	2,6	733	406
22	1958	31,0	1000	408
23	1488	4,9	632	404
24	2499	20,8	942	371
26	1837	10,2	814	420
27	1515	10,6	896	531
28	1621	20,6	913	431
29	1807	17,2	781	457
30	1219	2,2	594	330
31	1073	0,6	727	532
32	918	0	535	328
33	878	0	611	364
34	1385	11,2	756	425
35	1749	27,7	1013	514

Woning nummer	CO ₂ -concentratie (ppm)			
	P98	% tijd > 1200ppm	Gem. woonkamer	Gem. buiten*
36	853	0,1	350	210
37	922	0	457	260
38	430	0	260	264
39	768	0	553	412
40	800	0	475	398
41	1569	19,8	927	431
42	954	0,1	435	237
43	2816	5,3	654	399
44	1772	6,2	678	373
45	1062	0,9	506	419
46	771	0	530	465
47	1242	3,5	741	458
48	1846	12,2	843	331
49	926	0	609	547
50	1010	1,2	495	237
51	1223	3,2	675	359
52	1765	14,8	822	471
53	1330	2,5	717	412
54	853	0,9	453	318
55	2526	36,6	1180	428
56	1480	13,7	967	422
57	989	0,3	642	405
58	2673	33,8	1111	188
59	1449	21,6	1013	540
60	1079	0,8	662	357
61	910	0	720	405
62	1755	11,6	961	457
63	1901	14,6	752	240
Gemiddelde	1305	7	686	397
SD	542	10	202	82
Maximum	2816	37	1180	547
Minimum	430	0	260	188

*momentane meting

Tabel B3.10 CO-concentraties in ppm in woonkamers en het percentage van de tijd dat 9 ppm CO werd overschreden in woonkamers gedurende de wintermeetweek

Woning nummer	CO-concentratie (ppm)			
	Gem.	Max.	Min.	% tijd > 9 ppm
2	0	0	0	0
3	0	6,4	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0	0	0
6	0	0,6	0	0
7	0	3,7	0	0
8	0	0	0	0
9	0	0	0	0
10	0,1	1,8	0	0
11	0,1	3,6	0	0
12	0	0,1	0	0
13	0,5	2,0	0,1	0
14	0,1	1,6	0	0
15	0	0,1	0	0
16	0	0,1	0	0
17	0	0,3	0	0
18	0	0,6	0	0
19	0	0,1	0	0
20	0,1	3,9	0	0
22	0	0,4	0	0
23	0,1	3,0	0	0
24	0,2	3,7	0	0
26	0,2	1,5	0	0
27	0,1	1,0	0	0
28	0	0,1	0	0
29	0	3,3	0	0
30	0,2	4,2	0	0
31	0	0,3	0	0
32	0	0,6	0	0
33	0	0,1	0	0
34	0	0	0	0
35	1,1	4,4	0	0

Woning nummer	CO-concentratie (ppm)			
	Gem.	Max.	Min.	% tijd > 9 ppm
36	0	3,6	0	0
37	0	0,1	0	0
38	0	0	0	0
39	0	0	0	0
40	0,1	1,8	0	0
41	0	0,4	0	0
42	0	0	0	0
43	0,1	2,3	0	0
44	0,2	2,8	0	0
45	0	0	0	0
46	0	0	0	0
47	0,2	15,0	0	1
48	2,5	11,5	0	0
49	0	0	0	0
50	0	0	0	0
51	0	0,2	0	0
52	0,1	2,3	0	0
53	0,1	2,4	0	0
54	0	0	0	0
55	0	0,1	0	0
56	0,3	1,6	0	0
57	0,2	1,9	0	0
58	0	0	0	0
59	0,1	3,4	0	0
60	0,1	1,6	0	0
61	0,2	3,6	0	0
62	0,3	5,0	0	0
63	0,4	6,0	0	0
Gemiddelde	0,1	1,9	0	0
SD	0,4	2,8	0	0
Maximum	2,5	15,0	0,1	1
Minimum	0	0	0	0

Tabel B3.11 Temperatuur (°C) en relatieve luchtvochtigheid in woonkamers gedurende de meetweek in de zomer

Woning nummer	Temperatuur (°C)			Relatieve luchtvochtigheid (%)		
	Gemiddelde	Maximum	Minimum	Gemiddelde	Maximum	Minimum
1	20,3	22,3	18,1	66,1	80,3	59,2
2	22,7	25,3	20,8	59,7	68,0	49,9
3	21,6	24,2	19,8	62,8	72,2	53,6
4	21,9	24,6	19,7	63,6	68,2	54,8
5	22,2	23,9	21,7	57,3	66,8	47,5
6	22,0	24,1	20,4	59,3	65,9	52,7
7	18,6	19,6	17,1	75,8	79,7	66,8
8	21,5	23,7	20,1	61,5	72,1	51,5
9	21,0	22,0	20,5	65,5	75,5	55,3
10	20,5	24,2	18,7	75,2	80,9	63,3
11	22,5	24,4	21,5	67,1	75,1	54,9
12	23,1	24,6	21,4	66,1	72,2	49,4
13	22,3	23,8	21,3	64,3	72,3	50,4
14	23,4	25,7	22,4	57,9	66,9	48,2
15	22,7	27,2	21,0	57,3	66,9	39,3
16	19,4	21,5	17,5	70,5	76,3	53,4
17	22,0	25,1	20,1	59,0	65,6	52,6
18	22,1	24,1	20,4	60,2	69,6	50,6
19	19,5	23,1	17,8	71,4	79,4	61,0
20	22,1	24,1	20,5	61,8	70,2	46,8
21	20,7	23,5	18,0	62,1	74,5	47,3
22	22,1	24,8	18,9	68,1	75,9	57,5
23	19,6	22,9	18,0	64,8	79,0	51,9
24	20,8	22,0	19,7	73,3	80,5	63,2
25	20,7	23,6	19,2	67,6	76,1	59,6
Gemiddelde	21,4	23,8	19,8	64,7	73,2	53,6
SD	1,2	1,5	1,5	5,4	5,1	6,2
Maximum	23,4	27,2	22,4	75,8	80,9	66,8
Minimum	18,6	19,6	17,1	57,3	65,6	39,3

Tabel B3.12 Temperatuur (°C) in woonkamers gedurende de meetweek in de winter

Woning nummer	Temperatuur (°C)		
	Gemiddelde	Maximum	Minimum
2	21,6	23,3	19,7
3	15,5	19,6	13,1
4	21,6	27,0	16,8
5	20,8	21,4	20,3
6	20,0	22,3	17,0
7	20,1	24,9	16,1
8	20,4	22,3	18,6
9	16,5	30,5	14,9
10	17,9	29,7	15,7
11	20,2	23,2	17,4
12	23,0	25,8	21,0
13	20,9	22,1	19,1
14	21,2	24,4	19,8
15	20,8	22,2	19,1
16	13,8	18,9	10,4
17	20,3	23,7	16,8
18	20,0	22,8	17,6
19	18,0	21,2	13,8
20	21,0	22,8	19,1
22	19,4	30,6	12,4
23	18,6	22,6	13,0
24	19,4	22,0	16,2
26	20,2	23,5	16,1
27	20,4	26,1	16,4
28	21,6	25,0	18,0
29	18,8	22,4	10,1
30	17,7	21,3	14,9
31	19,5	21,8	16,8
32	19,9	22,9	18,3
33	16,9	19,4	15,5
34	20,0	22,5	17,4
35	19,7	24,4	15,8

Woning nummer	Temperatuur (°C)		
	Gemiddelde	Maximum	Minimum
36	17,0	20,6	13,6
37	19,8	22,4	18,2
38	15,2	22,0	12,6
39	17,3	20,3	14,1
40	15,7	20,4	9,2
41	20,6	22,5	18,3
42	18,2	21,6	15,6
43	18,8	25,4	15,1
44	18,9	24,5	12,3
45	19,7	21,5	17,5
46	18,0	23,5	15,0
47	20,6	25,4	18,8
48	20,0	22,2	15,3
49	18,3	23,5	13,8
50	19,1	23,1	15,9
51	17,5	20,6	15,1
52	18,0	20,0	16,6
53	19,4	22,0	16,2
54	19,8	21,5	16,1
55	20,5	23,1	17,1
56	19,6	33,1	15,7
57	20,3	23,8	17,2
58	20,3	23,0	16,9
59	21,8	23,6	20,0
60	20,6	27,1	14,0
61	24,7	26,4	22,7
62	20,4	22,3	17,3
63	19,1	21,4	17,5
Gemiddelde	19,4	23,3	16,2
SD	1,9	2,8	2,6
Maximum	24,7	33,1	22,7
Minimum	13,8	18,9	9,2

Tabel B3.13 Relatieve luchtvochtigheid (%) in woonkamers gedurende de meetweek in de winter

Woning nummer	Relatieve luchtvochtigheid (%)		
	Gemiddelde	Maximum	Minimum
2	31,0	39,3	26,1
3	41,2	51,3	36,2
4	27,3	33,9	22,0
5	25,9	36,7	17,2
6	36,0	44,6	31,2
7	37,8	48,8	30,0
8	37,8	49,4	31,2
9	31,0	38,2	19,5
10	43,8	49,5	22,7
11	40,5	60,2	31,2
12	32,7	42,3	27,0
13	28,2	37,5	23,9
14	29,7	36,6	23,0
15	27,7	32,9	24,3
16	52,1	62,1	38,9
17	27,2	34,6	22,9
18	37,1	46,3	30,0
19	33,4	42,2	26,2
20	35,4	42,5	27,4
22	39,3	46,7	19,5
23	42,1	63,0	32,5
24	45,6	70,8	34,9
26	30,8	35,9	23,6
27	34,9	42,5	25,5
28	33,2	37,7	25,3
29	32,6	43,7	27,6
30	40,9	51,1	34,0
31	32,3	39,3	26,9
32	34,1	41,3	27,2
33	45,7	51,5	39,4
34	42,5	49,5	37,7
35	39,9	47,1	33,3

Woning nummer	Relatieve luchtvochtigheid (%)		
	Gemiddelde	Maximum	Minimum
36	38,5	50,3	32,1
37	37,2	49,1	30,9
38	35,8	43,5	27,5
39	43,7	53,6	35,4
40	43,7	55,6	32,0
41	38,7	50,9	29,1
42	32,9	41,8	25,3
43	35,3	46,3	25,3
44	39,9	64,0	26,6
45	27,9	36,7	21,7
46	35,0	41,2	28,0
47	36,9	43,0	31,5
48	44,1	58,8	31,7
49	30,8	38,6	23,2
50	37,5	46,5	33,1
51	41,1	53,4	34,0
52	48,8	62,2	38,3
53	41,2	47,0	32,4
54	41,8	45,9	38,5
55	44,5	54,6	31,3
56	40,9	51,4	18,4
57	33,4	49,0	24,5
58	45,5	61,1	26,2
59	34,8	43,9	21,4
60	36,5	41,6	28,1
61	32,5	41,4	26,5
62	35,4	41,5	28,0
63	46,5	59,6	36,2
Gemiddelde	37,2	47,0	28,6
SD	5,9	8,6	5,4
Maximum	52,1	70,8	39,4
Minimum	25,9	32,9	17,2

Tabel B3.14 Gemiddelde concentratie PM₁₀ in µg/m³ in de woonkamer gedurende 2 dagen

Woning nummer	PM ₁₀ -conc. (µg/m ³)
2	8,1
4	10,2
18	24,6
32	13,2
36	20,9
*44	57,9
47	21,6
49	11,8
51	7,2
62	9,5
Gemiddelde[#]	14,1
SD[#]	6,5
Maximum[#]	24,6
Minimum[#]	7,2

*woning waar er gerookt werd

[#]berekend zonder woning 44

Tabel B3.15 Concentratie fijn stof (aantal deeltjes per liter) van de verschillende fracties fijn stof per woning gedurende een week

Fijn stof fractie	Concentratie in aantal deeltjes per liter per woning												
	2	4	18	24	32	36	47	49	51	62	#Gem.	*44	
0,3 - <0,5µm	Gem.	30812	38209	44428	78792	78575	98364	38772	15781	9148	13114	44600	310107
	SD	17427	31221	62256	61976	47429	59395	35741	18499	7452	9799	35119	271942
	Max.	89554	155933	697937	514933	223453	368706	175472	95586	89796	69680	248105	827859
	Min.	4793	5409	4746	9162	10505	7103	1951	2094	2193	2385	5034	10595
0,5 - <1µm	Gem.	2569	3921	5434	7873	6830	11125	3889	1306	1086	1940	4597	33696
	SD	1680	3353	11816	7526	5659	7784	4229	981	544	2008	4558	48387
	Max.	13049	17420	221100	92998	30213	39719	31343	7082	4774	20760	47846	517339
	Min.	579	548	820	689	643	1194	332	303	398	386	589	1504
1 - <2,5µm	Gem.	97	196	1203	1410	534	1146	282	312	133	534	585	893
	SD	98	154	2588	1897	440	606	420	191	92	889	737	1679
	Max.	888	1502	51311	16785	4454	9458	7319	1859	638	9977	10419	31681
	Min.	19	31	186	110	98	242	13	28	13	57	80	81
2,5 - <5µm	Gem.	25	74	228	283	64	129	93	40	36	79	105	153
	SD	73	94	558	404	94	131	154	45	39	182	177	233
	Max.	800	1198	15351	3338	1010	2452	2584	561	378	2374	3005	3903
	Min.	0,5	4,6	16,0	8,7	4,1	2,1	2,4	1,1	0,4	1,8	4,2	9,5
5 - <10µm	Gem.	1,2	3,1	11,7	17,2	3,1	6,9	3,0	1,6	1,1	2,6	5,2	4,7
	SD	4,7	5,3	28,7	35,1	5,1	9,6	5,1	3,9	2,8	4,8	10,5	7,0
	Max.	61	90	908	388	47	113	65	55	44	67	184	63
	Min.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

*woning waar er gerookt werd

[#]berekend zonder woning 44

Tabel B3.16 Metaal-concentraties in huisstof (uitgedrukt als mg metaal per kg huisstof)

Woning nummer	Concentratie metaal in huisstof (mg/kg)				
	Al	Cr	As	Cd	Pb
2	1227	40,2	1,04	1,87	80,0
3	3983	38,4	2,11	7,22	467,0
6	1086	39,7	0,00	0,36	15,3
8	2653	26,4	1,40	0,40	17,9
9	4195	44,1	1,53	0,69	48,4
10	698	61,2	0,43	0,59	17,1
11	2703	21,8	1,65	0,52	34,7
12	4734	40,2	1,88	0,27	11,5
13	831	23,9	0,92	0,45	13,3
15	591	13,6	0,22	0,49	37,6
16	5905	17,1	2,00	1,63	660,9
18	3699	63,1	2,09	1,33	48,5
19	3832	17,7	1,93	0,23	21,7
20	6935	12,9	0,27	0,54	8,9
23	1745	15,1	1,49	0,64	15,2
24	927	13,7	0,40	0,65	8,3
27	1452	29,8	1,61	0,36	41,9
30	1997	84,6	2,03	1,85	56,4
31	1619	72,5	1,18	0,34	36,0
32	1043	103,9	0,52	0,37	22,4
33	1575	73,6	0,61	0,26	15,3
34	4818	96,1	4,29	2,30	65,5
35	3389	18,0	0,94	0,63	33,5
36	2283	158,6	1,76	1,13	145,5
37	221	10,5	0,64	0,07	3,7
40	5246	38,7	5,15	2,90	194,6
41	5192	38,8	1,98	0,48	33,5
42	3696	37,2	6,45	0,10	48,2
44	2643	20,2	0,73	0,50	31,9
50	1583	25,8	0,87	1,05	74,1
53	817	47,0	0,65	0,66	30,8
Gemiddelde	2688	43,4	1,57	1,00	75,5
SD	1791	33,0	1,42	1,34	138,6
Maximum	6935	158,6	6,45	7,22	660,9
Minimum	221	10,5	0,00	0,07	3,7

De gearceerde data geven een indicatieve concentratie weer, de meting lag onder de betreffende bepalingsgrens.

Tabel B3.17 Concentratie polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) in huisstof (mg PAK per kg huisstof)

Woning nummer	Concentratie PAK in huisstof (mg/kg)									
	fluorantheen	pyreen	benzo(a)anthraceen	chryseen	benzo(b)fluorantheen	benzo(k)fluorantheen	benzo(e)pyreen	dibenzo(ah)antraceen	benzo(ghi)peryleen	indeno(123-cd)pyreen
2	1,28	0,63	0,17	0,17	0,09	0,03	0,08	< 0,03	< 0,04	< 0,49
3	0,39	0,24	0,16	0,26	0,30	0,12	0,14	0,02	0,10	0,15
6	< 0,43	0,16	0,09	< 0,02	< 0,09	0,02	0,09	< 0,03	< 0,04	< 0,56
7	0,99	0,42	0,05	0,11	0,12	0,05	0,06	0,01	0,16	< 0,12
12	< 0,37	0,30	0,05	0,03	< 0,07	< 0,01	0,06	< 0,03	< 0,03	< 0,48
18	0,52	0,37	0,10	0,08	0,08	0,03	0,04	< 0,01	0,06	< 0,24
19	0,42	0,38	0,10	0,14	0,15	0,06	0,09	< 0,01	0,08	< 0,27
23	0,71	0,62	0,26	0,31	0,32	0,12	0,20	0,03	0,20	< 0,41
24	< 0,23	0,12	0,06	0,07	0,11	0,04	0,05	< 0,02	0,06	< 0,30
27	7,70	3,51	0,52	0,71	0,38	0,17	0,30	0,04	0,19	0,28
32	0,33	0,22	0,06	0,13	0,14	0,05	0,08	0,01	0,06	< 0,14
33	0,34	0,74	0,09	0,14	0,10	0,05	0,07	< 0,01	0,13	< 0,27
36	0,37	0,20	0,09	0,18	0,16	0,06	0,09	< 0,01	0,11	< 0,24
37	0,91	0,79	0,18	0,12	0,07	0,02	0,05	< 0,02	0,07	< 0,29
38	1,35	0,91	0,23	0,36	0,28	0,12	0,21	0,03	0,21	0,34
40	1,15	0,79	0,43	0,71	0,74	0,28	0,36	0,07	0,35	0,49
41	0,12	0,05	0,03	0,08	0,08	0,03	0,05	< 0,01	0,07	< 0,10
42	0,70	0,41	0,09	0,05	0,09	0,04	0,11	< 0,03	0,10	< 0,51
44	< 0,28	0,39	0,33	0,59	0,45	0,19	0,14	0,03	0,26	< 0,36
46	6,05	2,59	0,27	0,34	0,14	0,05	0,08	< 0,03	0,07	< 0,53
47	< 0,36	0,52	0,09	0,06	0,12	0,04	0,06	< 0,03	0,10	< 0,46
48	1,04	1,06	0,79	1,47	0,65	0,18	0,29	< 0,03	0,21	< 0,46
49	0,57	0,54	0,11	0,16	0,16	0,05	0,10	< 0,01	0,14	< 0,24
51	0,18	0,05	0,02	0,04	0,07	0,03	0,03	0,01	0,08	< 0,10
55	0,10	0,08	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,00	0,04	0,03
63	0,39	0,20	0,04	0,19	0,14	0,05	0,01	< 0,01	0,09	< 0,24
Gemiddelde*	1,02	0,63	0,17	0,25	0,19	0,07	0,11	0,02	0,12	0,18
SD*	1,78	0,78	0,18	0,32	0,18	0,07	0,09	0,01	0,08	0,11
Maximum*	7,70	3,51	0,79	1,47	0,74	0,28	0,36	0,07	0,35	0,49
Minimum*	0,10	0,05	0,02	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,02	0,03

*Voor gehalten onder de detectiegrens (de gearceerde data) is gerekend met de helft van de detectiegrens.

Tabel B3.18 Concentratie polygebromeerde difenylethers (PBDE's) in huisstof (µg PBDE per kg huisstof)

Woning nummer	PBDE-concentratie in µg per kg huisstof											
	BDE- 17	BDE- 28	BDE- 47	BDE- 66	BDE- 85	BDE- 99	BDE- 100	BDE- 138	BDE- 153	BDE- 154	BDE- 183	BDE- 209
9	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	745
18	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	246
19	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	110
33	<5	<5	8,4	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	4551
35	<5	<5	26,5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	370
38	<5	<5	6,7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	1165
40	<5	<5	47,0	<5	<5	34,6	7,6	<5	<5	<5	<5	243
48	<5	<5	13,7	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	425
49	<5	<5	14,6	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	8,5	194
51	<5	<5	7,0	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	5,3	138

RIVM

Rijksinstituut
voor Volksgezondheid
en Milieu

Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl