

Onderzoek binnenmilieu kinderdagverblijven

Amanda le Grand, GGD Groningen
Frans Duijm, GGD Groningen

GGD Groningen
Postbus 584
9700 AN Groningen

Het rapport is in concept geschreven in 2010 en met enkele correcties gepubliceerd in 2017.

N.B.1 De inhoud van het rapport is *niet* gecorrigeerd voor na 2010 opgetreden veranderingen in kinderdagverblijven, babyhuisjes, voortschrijdend wetenschappelijk inzicht, enz.

N.B.2 Het taalgebruik van 2010 is niet aangepast. Het woord 'huidige' bijvoorbeeld, heeft dus betrekking op de toenmalige situatie.

Inhoud

Samenvatting		4
1	Inleiding	6
1.1	Aanleiding voor dit onderzoek	6
1.2	Algemeen doel van het onderzoek	7
1.3	Onderzoeksvragen	7
1.4	Toelichting op de onderzoeksvragen	8
1.5	Uitvoering van het onderzoek	10
2	Opzet onderzoek	11
2.1	Selectie kinderdagverblijven	11
2.1.1	Bepaling steekproef	11
2.2	Meetmethoden en -technieken	12
2.2.1	CO ₂ -metingen in babybedjes	12
2.2.2	Metingen van achtergrondconcentraties CO ₂ en temperatuur	13
2.2.3	Fijn stof	13
2.2.4	Vlamvertragers in vloerstof	14
2.2.5	Geluid	15
2.3	Beoordelingskader van de metingen	15
2.3.1	CO ₂ -concentraties in slaapkamers	16
2.3.2	CO ₂ -concentratie in de ademzone	16
2.3.3	Temperatuur	16
2.3.4	PM10	17
2.3.5	Vlamvertragers	17
2.3.6	Geluid	17
2.4	Vragenlijst en logboek	18
2.5	Data analyse	19
3	Resultaten	20
3.1	Beschrijving steekproef	20
3.1.1	Respons	20
3.1.2	Kenmerken van kinderdagverblijven in de steekproef	20
3.1.3	Kenmerken buitenbedjes	20
3.2	CO₂-metingen	22
3.2.1	Aantal CO ₂ -metingen	22
3.2.2	CO ₂ -concentraties buiten	22
3.2.3	Slaapkamers	22
3.2.4	Δ CO ₂ -concentratie (slaapkamers - buiten)	23
3.2.5	Maximum CO ₂ -concentratie in babybedjes binnen	24
3.2.6	CO ₂ -verschilscore maxima binnenbedjes – slaapkamers	24
3.2.7	Relatie gemiddelde CO ₂ -concentratie binnenbedjes en slaapkamer	25
3.2.8	Verschil CO ₂ -concentratie (tussen binnenbedjes en buiten)	26
3.2.9	Maximum CO ₂ -concentratie buitenbedjes	26
3.2.10	CO ₂ -verschilscore maxima buitenbedje - buiten	28

3.2.11	Relatie gemiddelde CO ₂ -concentratie buitenbedjes en buitenlucht	29
3.2.12	Temperatuur en CO ₂ -concentratie	29
3.2.13	Luchtsnelheid en CO ₂ -concentratie	30
3.3	Fijn stof	32
3.3.1	PM10-concentratie gravimetrisch	32
3.3.2	Fijn stof fracties (0,3-10 µm)	32
3.4	Vlamvertragers in vloerstof	35
3.4.1	Vlamvertragers in groepsruimten	35
3.4.2	Resultaten vergeleken met woningen	36
3.4.3	Concentraties vlamvertragers vergeleken met advieswaarden	37
3.5	Geluid	38
3.5.1	Omstandigheden geluidmeting	38
3.5.2	Geluidniveau in groepsruimten	38
3.5.3	Waarden boven 45 dB(A)	38
3.5.4	Waarden boven 55 dB(A)	39
3.5.5	Waarden boven 65 dB(A)	39
3.5.6	Waarden boven 70 dB(A)	39
4	Discussie	41
4.1	CO₂-concentraties	41
4.1.1	CO ₂ -concentraties in slaapkamers	41
4.1.2	CO ₂ -concentraties in babybedjes binnen	41
4.1.3	CO ₂ -concentraties in babybedjes buiten	42
4.1.4	CO ₂ -concentratie, temperatuur en luchtsnelheid	43
4.1.5	Resultaten in vergelijking met ander onderzoek	43
4.2	Fijn stof	44
4.2.1	PM10-concentratie	44
4.2.1	Fijn stof fracties (0,3-10 µm)	45
4.3	Vlamvertragers in vloerstof	45
4.3.1	Gehalte vlamvertragers in vloerstof in groepsruimten	45
4.3.2	Vergelijking resultaten groepsruimten en woningen	46
4.3.3	Betekenis voor de gezondheid	46
4.4	Geluid	47
4.4.1	Geluidniveau in groepsruimten tijdens activiteiten	47
4.4.2	Geluidniveau en communicatie	47
4.4.3	Geluidniveau en gehoor	48
5	Conclusies	49
6	Dankwoord	50
7	Referenties	51
8	Bijlage 1. Vragenlijsten	55
9	Bijlage 2. Meetresultaten per kinderdagverblijf	64

Samenvatting

De GGD Groningen heeft een oriënterend onderzoek gedaan van een aantal factoren in het binnenmilieu in kinderdagverblijven. In augustus en september 2009 zijn metingen uitgevoerd in een gestratificeerde steekproef van 44 kinderdagverblijven in de provincie Groningen. In deze kinderdagverblijven is de ventilatie in babybedjes onderzocht door meting van CO₂-concentraties in en bij bedjes binnen en bedjes buiten. Ook zijn concentraties fijn stof onderzocht in de lucht in groepsruimten ter vergelijking met die in woningen. Verder is het voorkomen van vlamvertragers in vloerstof in groepsruimten onderzocht. Tevens is het geluidniveau gemeten tijdens normale activiteiten van kinderen in de groepsruimten. Het onderzoek is verricht in samenwerking met het centrum Gezondheid en Milieu van het RIVM; het rapport is geschreven door de GGD Groningen.

In de slaapkamers liepen de CO₂-concentraties op tot gemiddeld 892 ppm. De hoogste gemeten waarde was 1938 ppm. In babybedjes in de slaapkamers liepen de CO₂-concentraties op tot gemiddeld 1557 ppm. De hoogste gemeten waarde was 3293 ppm. De CO₂-concentratie in deze bedjes was gemiddeld 665 ppm hoger dan in de slaapkamers. Er zijn ook metingen gedaan in 25 speciale babybedjes die buiten stonden. De gemiddelde CO₂-concentratie in deze buitenbedjes was 1114 ppm. Dit is 732 ppm hoger dan de CO₂-concentratie buiten, die gemiddeld 381 ppm bedroeg. De resultaten geven aan dat de luchtverversing ten opzichte van de directe omgeving niet sterk verschilt tussen bedjes binnen en buiten. Dit betekent dat goed ventileren van een slaapruimte het gebruik van buitenbedjes overbodig maakt. Zolang echter in veel slaapkamers in kinderdagverblijven onvoldoende ventilatiemogelijkheden zijn of worden gebruikt, heeft een baby meer kans op frisse lucht in een buitenbedje dan in een binnenbedje. Daarbij zijn plaatsing en gebruik van het buitenbedje van belang. Voor een goede ventilatie van het buitenbedje moet de opening aan de voorkant niet afgedekt worden.

De maximum temperatuur in slaapkamers was gemiddeld 22 °C. Dit onderzoek geeft geen aanwijzingen dat een dergelijke temperatuur buiten van invloed is op de CO₂-concentratie binnen of in de buitenbedjes. Ook het verschil tussen de temperatuur binnen en buiten toonde geen relatie met de CO₂-concentratie in slaapkamers. Op basis van dit onderzoek kunnen ook geen conclusies worden getrokken over de invloed van windsnelheid op luchtverversing in buitenbedjes. Er was in dit onderzoek geen statistisch significante correlatie tussen de luchtsnelheid gemeten op een KNMI-weerstation en de luchtverversing in een buitenbedje of in de slaapkamer.

De PM10-concentratie in groepsruimten van kinderdagverblijven is gemiddeld 27 µg/m³. Deze concentratie is hoger dan die in woningen die in overeenkomstig onderzoek 14 µg/m³ bedraagt.

De aantallen deeltjes gemeten in de fracties van 0,3 µm tot 5 µm zijn in kinderdagverblijven gemiddeld lager dan in woningen. Het gemiddelde aantal deeltjes in de fractie van 5 µm tot 10 µm is in kinderdagverblijven juist hoger dan in woningen. Dit verschil in de grotere deeltjesfractie kan deels worden toegeschreven aan de grotere activiteit in kinderdagverblijven.

Het vloerstof van kinderdagverblijven bevat vlamvertragers van het type polygebromeerde difenylethers (PBDE's). Drie verbindingen die het meest frequent zijn aangetroffen zijn BDE-99, BDE-47 en BDE-209. De gemiddelde concentraties van deze stoffen waren respectievelijk 5, 17 en 512 nanogram per gram vloerstof. Twee andere vlamvertragers die vrij frequent werden aangetroffen waren BDE-66 en BDE-183. Woningen en kinderdagverblijven hebben in grote lijnen vergelijkbare resultaten voor vlamvertragers. BDE-99 had in meer dan de helft van de kinderdagverblijven een gehalte boven de detectiegrens, terwijl dit in woningen maar in 1 op de 10 het geval was. Net als bij woningen was er één kinderdagverblijf met een uitschieterende concentratie BDE-209 (7498 ng/g stof), zonder dat daar een verklaring voor is. Er is nog geen advieswaarde om de blootstelling aan BDE-209 te beoordelen.

Het geluidniveau (SPL, sound pressure level) is gedurende een half uur gemeten in 74 groepsruimten tijdens normale activiteiten. Het laagste geluidniveau was 36,1 dB(A); het hoogste niveau was 92 dB(A). Gemiddeld was het geluidniveau 64,3 dB(A). Het merendeel van de tijd is het geluidniveau tussen 60 en 80 dB(A). Dat betekent dat groepsleiding met stemverheffing moet communiceren behalve op zeer korte afstand. Zonder dat is spraak minder goed verstaanbaar. Voor kinderen met een gehoorprobleem of een taalachterstand is een extra verschil tussen signaal (het gesprokene) en ruis (de overige geluiden) noodzakelijk. Daardoor kan het gemeten geluidniveau een ongewenst effect hebben op de cognitieve en emotionele ontwikkeling. De leidsters hebben een verhoogde kans op stemproblemen. Verder kan het geluidniveau wellicht bijdragen aan stress bij kinderen en leidsters.

Bij een geluidniveau boven een gemiddelde van 70 dB(A) kan langdurige blootstelling mogelijk een negatief effect op het gehoor hebben. Voor zeer jonge kinderen zou een negatief effect mogelijk al bij een nog iets lager niveau kunnen optreden. Bij 12% van de groepsruimten schommelden de meetwaarden bijna de hele meetperiode rond 70 dB(A) of meer. In die gevallen is een negatief effect op het gehoor niet onmogelijk.

Uit het onderzoek blijkt dat diverse factoren van het binnenmilieu een ongunstige invloed kunnen hebben op de gezondheid van de aanwezige kinderen en de groepsleiding.

1 Inleiding

In het kader van het werkplan 2009 van het centrum Gezondheid en Milieu van het RIVM hebben de drie noordelijke GGD'en een voorstel ingediend voor een onderzoek naar het binnenmilieu in kinderdagverblijven met de volgende doelstelling: 'nagaan hoe de ventilatie en andere aspecten van het binnenmilieu in de kinderopvang zijn'. Deze doelstelling is nader uitgewerkt en aangepast naar aanleiding van ander recentelijk uitgevoerd onderzoek in kinderdagverblijven.

1.1 Aanleiding voor dit onderzoek

De afgelopen jaren is de problematiek rond binnenmilieu in gebouwen steeds meer in de belangstelling gekomen. Ook binnenmilieu in scholen en kinderdagverblijven krijgt meer aandacht in relatie tot mogelijke gevolgen voor de gezondheid en leerprocessen. TU Delft deed in 2007 een literatuurstudie naar binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties in scholen en kinderdagverblijven (Meijer A, et al., 2007). Die studie bevestigt de huidige bezorgdheid over binnenmilieu in kindercentra. In het huidige onderzoek is de kwaliteit van het binnenmilieu in kinderdagverblijven onderzocht op vier factoren: de CO₂-concentratie in babybedjes, de concentratie van fijn stof in de lucht van groepsruimten, de concentratie van vlamvertragers in vloerstof en het geluidniveau in groepsruimten.

CO₂

Tien jaar eerder deed de GGD Groningen een onderzoek naar onder andere ventilatie in kinderdagverblijven in de gemeente Groningen (Meijer G, 1999). Tevoren was gebleken dat het CO₂-gehalte van ruimten met veel kinderen een goede maat was voor ventilatie (Duijm, 1994). Meijer signaleerde als eerste dat het binnenmilieu in veel opzichten tekort schoot. De in 1999 gehanteerde toetswaarde van 1000 ppm kooldioxide (CO₂) werd vaak overschreden. De overschrijding was het gevolg van onvoldoende ventilatievoorzieningen en/of onvoldoende gebruik ervan.

Ook andere onderzoekers in kinderdagverblijven hanteerden deze toetswaarde en toonden aan dat CO₂-concentraties vaak hoger zijn (Van de Weerd et al., 2001; Haans en Boerstra, 2004; Habets en Dusseldorp, 2005). Dit werd nog eens bevestigd door recentelijk onderzoek naar de kwaliteit van het binnenmilieu in kinderdagverblijven (Versteeg, 2009; van Ass en van der Stouwe, 2009). Versteeg heeft in een landelijke steekproef van 60 kindercentra onder andere de ventilatie in groeps- en slaapruiden onderzocht. Versteeg hanteerde voor slaapvertrekken een toetswaarde van 800 ppm CO₂. 94% van de slaapkamers had een waarde boven 800 ppm. Ook hierbij was er onvoldoende ventilatie door tekortkomingen in techniek en gedrag (Versteeg, 2009). Eenzelfde beeld schetsen van Ass en van der Stouwe (2009) in een onderzoek in Gelderland Midden; zij vonden maximum concentraties in slaapkamers van gemiddeld 1140 ppm CO₂.

Onderzoek naar ventilatie en CO₂-concentraties in kinderdagverblijven lijkt een consistent beeld te geven. In het onderhavige onderzoek is daarom gekozen voor metingen van CO₂ in een specifieke situatie: in babybedjes, zowel binnen als buiten. Baby's worden vaak te slapen gelegd in speciale bedjes in buitenruimten van kinderdagverblijven, zoals speelpleintjes en tuinen, met het idee dat zij dan meer frisse lucht krijgen. Of een baby in een 'buitenbedje' meer frisse lucht inademt dan in een 'binnenbedje' is nooit onderzocht.

Fijn stof

In het genoemde onderzoek van de GGD Groningen is ook fijn stof gemeten (Meijer G, 1999). Tussen 8 en 16 uur was de gemiddelde concentratie PM_{2,5} 24 µg/m³. De gezondheidkundige

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

In 10 woningen in Groningen is recentelijk de concentratie fijn stof in de lucht gemeten (Hall et al., 2009). Er werd op twee verschillende manieren gemeten; het aantal deeltjes in verschillende fracties werd geteld en PM10 werd gravimetrisch bepaald. Door nu dezelfde metingen te verrichten in groepsruimten van kinderdagverblijven, is de situatie in de kinderopvang te vergelijken met die in woningen.

Vlamvertragers in vloerstof

Er is de laatste jaren onderzoek gedaan naar het voorkomen van vlamvertragers van het type polygebromeerde difenylethers (PBDE) in zowel voeding als in huisstof. De voorlopige limietwaarde, die alleen voor PBDE-99 beschikbaar is, is in deze jaren overschreden. De kennis over de gezondheidseffecten van PBDE's is echter beperkt. Ook blootstelling aan vlamvertragers via huisstof zou een risico kunnen vormen. Literatuuronderzoek van Oomen et al. (2008) geeft aan dat bij kinderen die veel vloerstof binnen krijgen, de hoeveelheid van sommige vlamvertragers daarin tot bijna 6 maal zo groot kan zijn als de hoeveelheid die ze via voedsel gemiddeld binnen krijgen. Aangezien kinderen gemakkelijk met vloerstof in contact komen, is het zinvol de concentraties van deze stoffen te meten op locaties waar kinderen spelen.

Geluid

Ook het geluidniveau kan een probleem vormen in kinderdagverblijven. De WHO beschouwt langdurige blootstelling aan 70 dB(A) als veilig voor het gehoor (WHO, 2000). In Scandinavische landen zijn in kinderdagverblijven hogere niveaus gemeten (Bistrup, 2001; McAllister et al., 2009).

In Nederland is in kinderdagverblijven niet vaak geluid gemeten. Versteeg (2009) heeft daar onderzoek gedaan naar het niveau van het achtergrondgeluid. Dit is de sterkte van het geluid op een moment dat er geen personen aanwezig zijn.

In aanvulling op het onderzoek van Versteeg is in het onderhavige onderzoek het geluidniveau gemeten tijdens dagelijkse activiteiten van kinderen in de groepsruimten van kinderdagverblijven.

1.2 Algemeen doel van het onderzoek

De kwaliteit van het binnenmilieu in kinderdagverblijven is onderzocht op vier factoren: de CO₂-concentratie in babybedjes, de fijnstofconcentratie in de lucht van groepsruimten, de concentratie PBDE's in vloerstof en het geluidniveau in groepsruimten. Doel van dit oriënterende onderzoek is deze factoren in de kinderdagverblijven te kwantificeren. De vraagstelling is hieronder nader uitgewerkt in een aantal onderzoeksvragen.

1.3 Onderzoeksvragen

CO₂-concentratie in babybedjes

- a. Wat is de CO₂-concentratie in de ademzone van een slapende baby gemeten in een buitenbedje ten opzichte van een bedje binnen?
- b. Hangt de binnenluchttemperatuur samen met de CO₂-concentratie binnen?
- c. Heeft de windsnelheid buiten invloed op de CO₂-concentratie binnen?

Fijn stof

- a. Wat is de PM10-concentratie van de lucht in groepsruimten tijdens activiteiten?
- b. Hoe verhoudt zich dat tot de concentratie in woningen?

Vlamvertragers in vloerstof

- c. Wat is de concentratie PBDE's in het vloerstof in groepsruimten?
- d. Hoe verhoudt zich dat tot de concentratie in woningen?

Geluid

- e. Wat is het geluidniveau in groepsruimten tijdens activiteiten?
- f. Is het geluidniveau in groepsruimten acceptabel voor informatieoverdracht, welbevinden en gehoor?

In kinderdagverblijven worden naast babybedjes in slaapkamers ook steeds meer buitenbedjes gebruikt. Er is een bedrijf dat buitenbedjes voor baby's heeft ontwikkeld naar een traditioneel model dat onder andere op het Groninger platteland aangeprezen werd door kruisverenigingen. Het bedrijf verhuurt deze bedjes onder de naam "Lutjepotjes" (zie foto 1). Het bedrijf rapporteerde een toename in de verhuur in de laatste jaren: ze verhuren de buitenbedjes aan meer dan 100 kinderdagverblijven in heel Nederland. Sommige kinderdagverblijven hebben zelfgemaakte varianten van deze buitenbedjes en onderhouden ze zelf.



Foto 1. Buitenbedje; foto van bedrijf Lutjepotje

1.4 Toelichting op de onderzoeksvragen

CO₂-concentratie in babybedjes

In kinderdagverblijven schiet de ventilatie vaak tekort (zie paragraaf 1.1). Dit kan leiden tot een geringe afvoer van verontreinigingen die vrijkomen in de binnenlucht. Baby's worden o.a. voor de frisse lucht soms te slapen gelegd in buitenbedjes. Deze zijn echter grotendeels afgesloten. In een wieg met gesloten zijpanelen kan de luchtverversing gering zijn (Skadberg et al., 2008).

Om inzicht te krijgen in de luchtverversing, is de CO₂-concentratie gemeten in de babybedjes binnen en buiten. CO₂ wordt door de baby geproduceerd en uitgeademd. CO₂ is gemakkelijk meetbaar en nabij de bron is de concentratie een goede maat voor de mate van luchtverversing. De vraag is of de luchtverversing in een bedje buiten beter is dan die in een bedje binnen. De mate waarin de luchtverversing de baby in een wieg bereikt, heeft immers invloed op de blootstelling aan verontreinigingen. De mate van blootstelling verschilt in de diverse delen van een min of meer gesloten ruimte (Zhang en Liyo, 2002).

De CO₂-concentratie in de inademingslucht van een baby in een wieg hangt sterk af van de luchtstromingen in de wieg (Corbyn 1993). Een ventilator kan de concentratie verlagen van 11.000 naar 1800 ppm (Hale et al. 1995). Zonder mechanische drijfkracht is luchtstroming vooral afhankelijk van verschillen in temperatuur of in luchtdruk door bijvoorbeeld wind.

De luchtsnelheid in de buurt van een slapende baby binnen kan minder dan 0,1 m/s zijn als de baby alleen slaapt, met veel beddengoed. Bij deze lage luchtsnelheid is transport van CO₂ vooral afhankelijk van een verschil in dichtheid van de uitgeademde lucht ten opzichte van de omgevingslucht (Corbyn, 1993). Uitgeademde lucht is warmer en vochtiger en is daardoor lichter. Verder zorgt diffusie voor verdunning van de CO₂-concentratie van ongeveer 50.000 ppm in uitgeademde lucht.

In de babybedjes binnen en buiten gaat het om de lucht die de baby inademt. De ingeademde lucht is afkomstig uit de nabijheid van het gezicht van de baby. Dit is in het onderhavige onderzoek aangeduid als de ademzone naar analogie van de principes van *personal sampling* in de *breathing zone* zoals gebruikelijk in de arbeidshygiëne. Daar wordt de ademzone vaak begrensd als een bol met een straal van 25-30 cm rond mond en neus van de werknemer (CEN 1998). Het meten van CO₂ in de ademzone van een slapende baby lijkt een goede indicator van de relevante mate van luchtverversing voor het kind omdat het informatie geeft over zowel risicogebied (inademing) en brongebied (uitademing).

Er is eerder onderzoek gedaan in de ademzone van baby's. Uit onderzoek blijkt dat het CO₂-concentratie in de inademingslucht van baby's in een wieg zeer hoog kan oplopen (Malcolm et al., 1994; Sakai et al., 2009a). De CO₂ wordt door het kind zelf uitgeademd. De uitgeademde lucht bevat ongeveer 5% CO₂ gedurende de tweede helft van de uitademing van baby's (Nobel, 1993). Dit komt overeen met 50.000 ppm CO₂. Bij slapende pasgeborenen is in de uitademingslucht 40.000 tot 58.000 ppm CO₂ gemeten (Hall et al., 2002). Het is onbekend welk gehalte bij inademing nadelig is voor de gezondheid. Effecten op het functioneren van baby's zijn beschreven vanaf een CO₂-gehalte van 5000 ppm (Cross et al., 1953).

Dit onderzoek geeft een eerste antwoord op de vraag of baby's in een buitenbedje meer frisse lucht krijgen dan als ze binnen zouden slapen. Zie paragraaf 4.2 voor de gebruikte toetswaarden van CO₂-concentraties.

Fijn stof

Fijn stof kan ongewenste effecten hebben op de gezondheid. Hoe kleiner de deeltjes hoe dieper ze kunnen doordringen in het ademhalingsstelsel. Belangrijke bronnen voor fijn stof binnen zijn roken en andere verbrandingsprocessen. Deze komen echter niet of nauwelijks voor in kinderdagverblijven. Het Handboek Binnenmilieu 2007 noemt als stofbronnen ook de aanwezige personen in een ruimte, de stoffering en kapotte filters van stofzuigers (Peeters, 2007).

Fijn stof vormt voor kinderen een groter risico dan voor volwassenen, alleen al vanwege het feit dat de kans op blootstelling voor kinderen groter is omdat de concentratie dicht bij de vloer hoger is (Beamer et al., 2002).

Vlamvertragers in vloerstof

Vlamvertragers met broom zoals polygebromeerde difenylethers (PBDE's) kunnen vrijkomen uit bouwmaterialen en kunststoffen, zoals coatings, vloerbedekking, elektrische apparaten en plastic voorwerpen. Ze hebben zich vanuit deze producten in het milieu verspreid en zijn in de voedselketen terecht gekomen. Vlamvertragers kunnen zich hechten aan vloerstof. Blootstelling aan vlamvertragers kan plaatsvinden door inhalatie van de vrijgekomen stoffen in de lucht, door huidcontact, door inname via vloerstof en door inname via voeding. Uit schattingen komt naar voren dat blootstelling aan PBDE's vooral wordt veroorzaakt door inname via voeding en huisstof (Oomen et al., 2008). Kennis over de gezondheidsrisico's van deze stoffen is nog beperkt. Van BDE-99 is bekend dat de blootstelling via voeding rond de maximaal toelaatbare inname ligt. Als

deze PBDE in een hoge concentratie in vloerstof voorkomt, lopen vooral kleine kinderen (0-2 jarigen) een verhoogd risico, aangezien zij veel met vloerstof in contact komen (de Winter-Sorkina et al., 2006; Zeilmaker et al., 2009).

In dit onderzoek wordt nagegaan of het voorkomen van vlamvertragers in vloerstof in kinderdagverblijven vergelijkbaar is met de gevonden concentraties in woningen.

Geluid

De WHO verwacht dat er een equivalent geluidniveau ($L_{\text{aeq-24h}}$) van minder dan 70 dB(A) gemiddeld per etmaal bij volwassenen niet leidt tot gehoorschade, zelfs niet bij levenslange blootstelling (WHO 2000). Bij jonge kinderen zou de drempel voor gehoorschade nog lager kunnen zijn dan 70 dB(A) (Bistrup 2001; EEA-WHO 2002). Tevens kan een hoog niveau van achtergrondgeluid bijdragen aan stress en agressie, vermindering van coöperatief gedrag en verstoring van aandacht en slaap (AAP, 1999). Kinderen zijn aangemerkt als kwetsbaar voor geluid (WHO 2000).

Al bij lagere geluidniveaus kunnen problemen optreden met de verstaanbaarheid. Voor een goede verstaanbaarheid van een stem moet die ten minste 15 harder zijn dan het achtergrondgeluid. Normale spraak heeft een geluidniveau van ongeveer 50 dB(A). Om stemproblemen of verlies van informatieoverdracht te voorkomen dient het niveau van het achtergrondgeluid in beperkte ruimtes dus niet langdurig hoger te zijn dan 35 dB(A) (WHO 2000).

Uit buitenlands onderzoek blijkt dat de geluidsniveaus in kinderdagverblijven hoger kunnen zijn dan deze waarden. Uit Deens onderzoek naar geluidblootstelling in kinderdagverblijven bleek in 47% van de centra het geluidniveau langdurig boven 80 dB(A) te komen (Bistrup, 2001). In een Zweeds onderzoek was het gemiddelde meer dan 82 dB(A) (McAllister et al., 2009). Er is weinig bekend over blootstelling aan geluid in kinderdagverblijven in Nederland. Versteeg (2009) heeft daar onderzoek gedaan naar het niveau van het achtergrondgeluid. Dit is de sterkte van het geluid op een moment dat er geen personen aanwezig zijn. Het achtergrondgeluid was gemiddeld 33,8 dB(A) in slaapruidten en 37,5 dB(A) in groepsruimten, hetgeen vaak hinder bleek te veroorzaken, vooral in kinderdagverblijven met mechanische ventilatie.

In het onderhavige onderzoek was de vraag wat het geluidniveau is in groepsruimten tijdens activiteiten en of dit geluidniveau in groepsruimten acceptabel is voor informatieoverdracht, welbevinden en gehoor. Het toetsingskader is uitgewerkt in paragraaf 7.2.

1.5 Uitvoering van het onderzoek

In samenwerking met het centrum Gezondheid en Milieu van het RIVM heeft de GGD Groningen het onderzoek uitgevoerd in een a-selecte steekproef van 44 op een totaal van 127 kinderdagverblijven in de provincie Groningen¹. Het beschikbare budget was bepalend voor de grootte van de steekproef en voor het aantal metingen dat verricht werd. De metingen zijn verricht in de maanden augustus en september 2009.

¹ Dit aantal is gebaseerd op een overzicht van kinderdagverblijven in de provincie Groningen van 2008 die worden bezocht door de Inspectie Technische Hygiëne van de GGD, exclusief gastouderopvang en buitenschoolse opvang.

2 Opzet onderzoek

Dit hoofdstuk beschrijft hoe de onderzoekslocaties zijn gekozen, hoe de metingen zijn uitgevoerd, wat het beoordelingskader voor de uitkomsten en hoe de data zijn geanalyseerd.

2.1 Selectie kinderdagverblijven

2.1.1 Bepaling steekproef

Voor het onderzoek zijn 44 kinderdagverblijven geselecteerd in de provincie Groningen. Hierbij zijn geen gastouderbureaus of innovatieve opvangbureaus meegenomen. Bij de selectie is gestratificeerd naar bevolkingsdichtheid om de gegevens te kunnen extrapoleren naar geheel Nederland. De leeftijdsopbouw voor de provincie Groningen is vergelijkbaar met landelijke referentiecijfers (CBS, Statline 2009), maar de dichtheid van de bevolking is lager. Alle gemeenten van de provincie Groningen zijn daarom verdeeld in drie categorieën van verschillende bevolkingsdichtheid. Het CBS gebruikt daarvoor de omgevingsadressendichtheid (OAD):
1 - zeer sterk stedelijk: gemiddelde OAD van 2500 of meer adressen per km²;
2/3 - sterk/matig stedelijk: gemiddelde OAD van 1000 tot 2500 adressen per km²;
4/5 - weinig/niet stedelijk gemiddelde OAD van minder dan 1000 adressen per km².

In tabel 1 staan de geselecteerde gemeenten per categorie. Per categorie is ook het aantal 0- tot 4-jarigen weergegeven. Om logistieke redenen zijn alleen gemeenten geselecteerd die goed bereikbaarheid zijn vanuit Groningen.

Tabel 1. Aantal onderzochte kinderdagverblijven (KDV) per omgevingsadressendichtheid (OAD) categorie

	geselecteerde gemeenten voor onderzoek	aantal onderzochte KDV in deze gemeenten	aantal kinderen 0-4 jaar per OAD in de provincie Groningen
OAD 1	Groningen-gemeente	33	8662 (29%)
OAD 2/3:	Hoogezand, Winschoten	3	2668 (9%)
OAD 4/5	Haren, Slochteren	8	17559 (62%)
Totaal		44	23009 (100%)

Voor de OAD-categorieën 2/3 zijn alle kinderdagverblijven van de gemeenten Hoogezand en Winschoten geselecteerd. Voor de OAD-categorieën 4/5 zijn alle kinderdagverblijven van de gemeenten Haren en Slochteren geselecteerd. Voor de gemeente Groningen is een a-selecte steekproef genomen met een *random number table*.

Aan de geselecteerde kinderdagverblijven is een brief gestuurd, waarin het onderzoek werd aangekondigd. Vervolgens zijn ze ieder telefonisch benaderd met de vraag of ze aan het onderzoek mee wilden doen.

2.2 Meetmethoden en -technieken

2.2.1 CO₂-metingen in babybedjes

CO₂-metingen vonden plaats in babybedjes terwijl er een baby in lag te slapen. De metingen in de bedjes zijn verricht met een CO₂-meter met een ('non-dispersive') infrarood-sensor met een bereik tot 20.000 ppm: de Ventilight AT-VL-03. Het meetinstrument is door de leverancier ingesteld en gekalibreerd. Deze apparatuur is aangesloten op een datalogger (de ATAL ATV 13 data recorder), waarin data automatisch zijn gelogd om de minuut gedurende de meetperiode (zie foto 3). Wanneer er zowel binnenbedjes als buitenbedjes aanwezig waren zijn de metingen zoveel mogelijk gelijktijdig verricht. Een enkele keer, als één van de twee kinderen nog niet wilde slapen, is één van de twee metingen wat later uitgevoerd.

Meetopstelling

Bij de binnenbedjes is de meetapparatuur op het matras gelegd, met de meter op 10-15 cm van het hoofd van de baby. De datalogger hing buiten het bed, het snoer liep tussen de spijlen van het bedje door naar buiten (zie foto 2). Er waren geen binnenbedjes met gesloten zijkanten. Wel zijn bedjes vaak ingebouwd tussen andere bedjes, zowel aangrenzend aan hoofd- of voeteneinde, als boven elkaar gestapeld. Dan zijn alle kanten dicht, behalve één kant met spijlen.



Foto 2. Meetopstelling in een binnenbedje: de meter aan het hoofdeinde, de datalogger met het snoer door de spijlen aan de buitenkant.

Bij de buitenbedjes is de voorkant afgedekt met gaas. Het snoer van de meetapparatuur is daarom eerst omhoog en vervolgens naar buiten geleid via de wanden van het huisje en de voorklep (zie foto 3). De metingen zijn uitgevoerd terwijl de baby sliep, in principe voor de duur van één uur, maar als de baby wakker werd, werd de meting stopgezet. Dit zowel in verband met veiligheid van de baby als vanwege mogelijke verstoring van de meetsituatie.

Niet alle geplande metingen konden uitgevoerd worden, ofwel omdat kinderen niet wilden slapen op het moment van het onderzoek, ofwel omdat de buitenbedjes op het moment van het onderzoek niet in gebruik waren.



Foto 3. Meetopstelling in een buitenbedje: meter en datalogger bij het hoofdeinde en het snoer omhoog, via de bovenkant van de voorklep naar buiten.

2.2.2 Metingen van achtergrondconcentraties CO₂ en temperatuur

In beide situaties, zowel in het slaapvertrek als op de buitenplaats waar de buitenbedjes staan, is de achtergrondconcentratie CO₂ gemeten. Hiervoor is de Q-Trak IAQ Monitor Model 7565 van TSI gebruikt met ('non-dispersive') infrarood sensor. Deze is voorafgaand aan het onderzoek gekalibreerd en werkt met een infrarood techniek. Deze metingen zijn gelijktijdig met de metingen in de bedjes uitgevoerd, zoveel mogelijk ter hoogte van het bedje of op de grond. Gedurende één uur is registrerend gemeten. Data zijn automatisch gelogd om de minuut. Naast CO₂ is met de Q-Trak ook luchttemperatuur gemeten.

2.2.3 Fijn stof

Fijn stof in de lucht van groepsruimtes is op drie verschillende manieren gemeten. PM10 gravimetrisch bepaald met behulp van integrerende metingen gedurende 48 uur. Tegelijkertijd is het aantal deeltjes in verschillende grootte-fracties geteld en geregistreerd. Tevens is gedurende 30 minuten het aantal deeltjes geteld terwijl de ruimtes in gebruik waren.

Integrerende metingen

PM10 is gravimetrisch bepaald door lucht met 10 liter/ minuut aan te zuigen door een selectieve sampler (Harvard Impactor). Fijn stof is gedurende 48 uur opgevangen op Teflon filters van Ø37 mm. Na gebruik zijn de filters gekoeld opgeslagen. De filters zijn voor- en nagewogen door de GGD Amsterdam in een geconditioneerde weegkamer.

Meetopstelling

De sampler is in een lage positie opgesteld in een kooi, zo centraal mogelijk in de groepsruimte en niet te dicht bij deuren en ramen (zie foto 4).

Langdurige registrerende metingen

Tegelijkertijd met de integrerende metingen zijn registrerende metingen gedaan. Om inzicht te krijgen in de piekwaarden, is in 8 kinderdagverblijven fijn stof in de binnenlucht van de groepsruimte gedurende 48 uur continu-registrerend gemeten met een deeltjesteller (de Lighthouse Handheld 3016 IAQ particle counter). Dit apparaat zuigt lucht aan met 2,83 liter/minuut en telt het aantal deeltjes in vijf fracties: 0,3-0,5 μ m, 0,5-1 μ m, 1-2,5 μ m, 2,5-5 μ m en 5-10 μ m. Data zijn automatisch gelogd om de minuut. De Lighthouse is voorafgaand aan het onderzoek gekalibreerd.

Meetopstelling

Gedurende de 2-daagse metingen van fijn stof is de deeltjesteller in een kistje geplaatst met geluiddemping om overlast te beperken. Het kistje is op de vloer in de groepsruimte geplaatst in een kooi ter bescherming van apparatuur en kinderen (zie foto 4).

Kortdurende registrerende metingen

In alle kinderdagverblijven is in de groepsruimte ook gedurende 30 minuten gemeten met dezelfde deeltjesteller van Lighthouse. In grote kinderdagverblijven is in twee verschillende ruimtes gemeten. Data zijn automatisch om de minuut gelogd gedurende een half uur. De metingen vonden plaats in de aanwezigheid van leidsters en kinderen.

Meetopstelling

Gedurende de metingen van een half uur, werd de deeltjesteller vrijstaand, zoveel mogelijk op niveau van de aanwezige kinderen, geplaatst op een kinderstoel of lage tafel, soms op de vloer.



Foto 4. Meetopstelling fijn stof

2.2.4 Vlamvertragers in vloerstof

Vloerstof is bemonsterd in een groepsruimte in 17 kinderdagverblijven. Voor bemonstering is dezelfde werkwijze gevolgd als in een recent onderzoek in woningen (Hall et al., 2009). De bemonstering vond plaats op een plek waar normaal gesproken weinig 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 vloerstof aanwezig was, is er gekozen voor een plek waar de lucht niet sterk in beweging is.

De te bemonsteren oppervlakte van 1 m² is met twee haaks op elkaar uitgelegde meetlinten aangegeven. Bij het nemen van de veegmonsters werden onderzoekshandschoenen gedragen (Nitra-tex poedervrije nitril handschoenen, van Ansell), voor elk kinderdagverblijf een schoon paar. De veegmethodiek was als volgt. al of niet zichtbaar liggend stof werd met filterdoekjes (TechniCloth (9"x9") TX 609, van TEXWIPE) van de vloer geveegd. De filterdoekjes zijn eerst één keer dubbelgevouwen, waarna het te bemonsteren oppervlak met stevige handdruk is geveegd met verticale S-bewegingen. De blootgestelde kant van het filterdoekje is vervolgens binnenwaarts gevouwen, waarna hetzelfde oppervlak nogmaals is geveegd met horizontale S-bewegingen. Het filterdoekje is vervolgens een laatste keer gevouwen zodat een verse zijde beschikbaar kwam waarmee het oppervlak nogmaals is geveegd met verticale S-bewegingen. Het filterdoekje is bewaard in een hersluitbaar zakje in de koelkast.

Bepaling van de hoeveelheid stof

Om de concentratie vlamvertragers in het vloerstof te kunnen vaststellen moet eerst de precieze hoeveelheid stof in elk monster bekend zijn. Dit is in het laboratorium van het RIVM bepaald door voor- en naweging van de filterdoekjes in een weegkamer met een analytische balans.

Bepaling van de hoeveelheid PBDE's

De monsters zijn geëxtraheerd met een mengsel van aceton, iso-octaan en water. De iso-octaanlaag werd droog gedampt en vervolgens is het residu verzeept en gewassen. Tenslotte is de hoeveelheid PBDE's bepaald met gaschromatografie-massaspectrometrie met *Negative Chemical Ionization* (GCMS-NCI).

2.2.5 Geluid

In grote kinderdagverblijven zijn geluidmetingen gedaan in twee groepsruimten met spelende kinderen; in kleine kinderdagverblijven in één groepsruimte. Er is geen meting gedaan wanneer de kinderen buiten speelden.

De metingen zijn gedaan met een Extech type EX-407780. Dit meetapparaat heeft een bereik van 30 tot 130 dB, met een nauwkeurigheid van $\pm 1,5$ dB. De geluidmeter is voorafgaand aan het onderzoek gekalibreerd. Gemeten is de SPL (*instantaneous sound pressure level*) met A-weging en de instelling *fast*, hetgeen betekent dat bij het meten een tijdconstante is toegepast van 125 milliseconde en ook korte, snelle geluidspieken worden geregistreerd. Het loginterval was één minuut. De meetgegevens zijn automatisch opgeslagen in datasets met datum en tijd.

Meetopstelling

De geluidmetingen zijn verricht gedurende een vooraf ingestelde tijd van 30 minuten. Daarbij lag de geluidmeter meestal midden op tafel, tussen de kinderen in. Als kinderen tijdens de meting op de grond kropen, is het meetapparaat zo centraal mogelijk tussen de spelende kinderen gelegd, zoveel mogelijk op hun hoogte.

2.3 Beoordelingskader van de metingen

In dit hoofdstuk volgt een beschrijving van de toetswaarden die gebruikt zijn in dit onderzoek om de meetresultaten te beoordelen.

2.3.1 CO₂-concentraties in slaapkamers

De CO₂-concentratie is in een ruimte met veel kinderen een goede indicator voor de mate van luchtverversing (Gezondheidsraad, 2010).

Met ingang van 1 september 2005 bevat het Bouwbesluit 2003 specifieke wettelijke eisen aan de ventilatiecapaciteit voor kinderopvangvoorzieningen, waaronder kinderdagverblijven (VROM, 2005). Voordien golden voor deze sector dezelfde basiseisen als voor andere gebouwen met een 'bijeenkomstfunctie'. De vereiste ventilatiecapaciteit sluit nu aan bij de eisen die het Bouwbesluit stelt aan schoolgebouwen. Deze eisen gelden niet alleen voor nieuwe kinderopvangvoorzieningen, maar ook voor bestaande kinderopvangvoorzieningen. De eisen zijn gericht op de capaciteit van de voorzieningen, niet op de feitelijke ventilatie. Het niveau van de vereiste ventilatiecapaciteit hangt af van het aantal kinderen per vierkante meter.

Volgens de toelichting op de wijziging van het Bouwbesluit berusten deze voorschriften op een rapport van Van Overveld en de Gids (2002). In het rapport staat dat voor spelende kinderen is uitgegaan van de norm NEN 1089: *Ventilatie van schoolgebouwen* (NEN, 1986). Deze norm is gericht is op een maximum CO₂-concentratie van 1200 ppm en gaat uit de CO₂- productie behorend bij rustig bewegende kinderen van 12 jaar.

Dezelfde capaciteitseisen komen bij spelende kinderen van drie jaar overeen met een maximum CO₂-concentratie van ongeveer 800 ppm en voor spelende kinderen van zes jaar resulteren met een maximum tussen 800 - 1200 ppm.

Voor slaapvertrekken in de kinderdagopvang (voor kinderen met een gemiddelde lagere leeftijd dan 12 jaar) komen de huidige wettelijke eisen aan de ventilatiecapaciteit overeen met een maximum CO₂-concentratie van 800 ppm. Hiermee is gekozen voor de luchtkwaliteit die ook voor logiesgebouwen is aangehouden (van Overveld en de Gids, 2002).

In het onderhavige onderzoek is ervoor gekozen om de toetswaarde van 800 ppm CO₂ te hanteren voor zowel speel- als slaapvertrekken. Bij de resultaten is beschreven of CO₂-gehalten hoger zijn dan 800 ppm, zonder dat dit betekent dat boven die waarde een groot risico bestaat en eronder geen of een gering risico.

Een betere maat voor luchtverversing in een vertrek is het verschil in CO₂-concentratie tussen binnen en buiten: Δ CO₂-concentratie. Deze is berekend op basis van het verschil tussen de maximum CO₂-concentraties binnen en buiten. In de woonomgeving is in de buitenlucht een concentratie van 400 ppm gebruikelijk (Gezondheidsraad 2010). Uitgaande van een maximum van 800 ppm CO₂ in een kinderdagverblijf, zou de Δ CO₂-concentratie maximaal 400 ppm mogen zijn.

2.3.2 CO₂-concentratie in de ademzone

In dit onderzoek is gemeten in de ademzone van een slapende baby vanuit de aanname dat de CO₂-concentratie in de ademzone de beste benadering is voor de mate van verversing van de lucht die de slapende baby kan inademen. Voor de CO₂-concentratie in de ademzone is geen referentiewaarde beschikbaar. In de inleiding (zie 1.4) is aangegeven dat de concentratie in de ademzone hoog kan oplopen. In het onderhavige onderzoek gaat het niet om de CO₂-concentratie op zich, maar om de concentratie in buitenbedjes te vergelijken met die in binnenbedjes.

2.3.3 Temperatuur

Er zijn geen wettelijke eisen gesteld aan de temperatuur in kindercentra. Er zijn wel richtlijnen voor de temperatuur in slaapruidten, van minimaal 15 en maximaal 25°C, met een optimale temperatuur rond de 17°C (RIVM/LCHV 2009).

2.3.4 PM10

De wettelijke normen voor PM10 in buitenlucht zijn 40 µg/m³ gemiddeld per jaar en 50 µg/m³ gemiddeld per etmaal. Voor binnenlucht noemt het RIVM een gezondheidskundige advieswaarde van 50 µg/m³ gemiddeld per etmaal (Dusseldorp en Van Bruggen, 2007). Het is onbekend of en in welke mate fijn stof in binnenlucht de oorzaak is van gezondheidseffecten. PM10 in binnenlucht is deels afkomstig van opwerveling (*resuspensie*) van vloerstof, deels van stofdeeltjes uit kleding en haren van aanwezigen, deels van buitenlucht die naar binnen is gekomen en deels van andere bronnen. PM10 in kindercentra en scholen heeft een andere samenstelling dan de buiten gemeten PM10 waarvan wel is vastgesteld dat beneden de advieswaarden gezondheidsrisico's bestaan. Recentelijk is met dezelfde methode als in het huidige onderzoek fijn stof gemeten in 10 woningen in Groningen (Hall et al., 2009). Op basis daarvan is het mogelijk de concentratie van fijn stof in kinderdagverblijven te vergelijken met die in woningen.

2.3.5 Vlamvertragers

Er zijn nog geen advieswaarden voor PBDE's beschikbaar, behalve voor BDE-99. Voor BDE-99 is er een voorlopige bovengrens voor de toelaatbare dagelijkse inname (TDI), namelijk 0,26 ng per kg lichaamsgewicht per dag (de Winter-Sorkina et al., 2006).

2.3.6 Geluid

De bouwregelgeving ontwikkelt zich in de richting van een norm van 35 dB(A) voor achtergrondgeluid, afkomstig van bijvoorbeeld mechanische ventilatie. In onderzoek van Lichtveld, Buis en Partners in opdracht van VROM is het achtergrond-geluidniveau bepaald (Versteeg, 2009). Deze metingen zijn uitgevoerd zonder aanwezigheid van kinderen. De gehanteerde grenswaarde van 35 dB(A) werd overschreden in 65% van de kinderdagverblijven. Veelal is dit te wijten aan de mechanische ventilatie.

De gemiddelde nagalmtijd bleek te variëren van 0,3 tot 1,05 s (Versteeg, 2009). Op basis hiervan concludeerde Versteeg dat de ruimteakoestiek in kinderdagverblijven over het algemeen gunstig is

In de literatuur is geen eenduidige toetswaarde te vinden voor een optimaal geluidniveau tijdens activiteiten in de kinderopvang. In tabel 15 wordt een overzicht gegeven van de kwalificaties die zouden kunnen worden gegeven voor geluid in de kinderopvang.

Een geluidniveau van 35 dB(A) veroorzaakt hinder op rustige momenten (Versteeg, 2009). Vooral discontinu geluid kan storend zijn. Achtergrondgeluid van 35 dB(A) kan ook de begrijpelijkheid van boodschappen verminderen (Berglund en Linda, 1995; Gezondheidsraad, 2010). Of dit gebeurt is mede afhankelijk van het gehoor van de kinderen en van hun taalvaardigheid. Kinderen met een taalprobleem hebben een grotere signaal-ruisverhouding nodig om gesproken taal te verstaan en nieuwe taal te leren. De signaalsterkte die het kind ontvangt, hangt af van de sterkte van de bron, de afstand tot de spreker en de akoestiek. Hoe jonger het kind, des te minder het woorden kan raden die het niet goed verstaan heeft. Picard en Bradley (2001) concluderen zelfs dat kinderen van 6-7 jaar spraak het best verstaan bij een achtergrond van minder dan 28,5 dB(A). Voor kinderen met een vertraagde spraakverwerking zou het achtergrondgeluidniveau zelfs minder dan 21,5 dB(A) moeten zijn.

Bij een geluidniveau van 45 dB(A) moet met enige stemverheffing worden gesproken om personen op enige afstand goed te bereiken (Bitter, 1987). Als dit onvoldoende gebeurt, zou dit vooral voor kinderen met taalachterstand hinderlijk kunnen zijn. Bij een geluidniveau van 55 dB(A) is spreken met enige stemverheffing al matig te verstaan op minder dan 1 meter afstand. Een achtergrond van minder dan 50 tot 55 dB(A) is aanbevolen voor spraakcommunicatie in kinderdagverblijven (Södersten, 2002). Bij een dergelijk niveau spreken de leidsters met een

stemverheffing van 9 dB(A) en op hogere toonhoogte als ze tegen de groep spreken. Dit gebeurde in het betreffende onderzoek gedurende 17% van de tijd. Sala (2001) constateerde bij leidsters van kinderdagverblijven meer stemproblemen dan bij een controlegroep.

Bij 65 dB(A) is nog meer inspanning nodig om verstaanbaar te zijn op enige afstand. Onderzoek laat zien dat met name jonge kinderen dan moeite hebben om spraak te verstaan (Jamieson et al., 2004). Wålinder et al. (2007) rapporteren bij 59 tot 87 dB(A) tijdens schooldagen een verband tussen het geluidniveau en het optreden van hoofdpijn en vermoeidheid, en een invloed op het stresshormoon cortisol. Soortgelijk onderzoek bij kinderen is niet bekend.

Als er een aantal gesprekken tegelijk plaatsvindt bij 65 dB(A), heeft men de neiging steeds luider te gaan praten om elkaar goed te verstaan. In dergelijke situaties kan het helpen de akoestiek te verbeteren.

De WHO en de US EPA (Environmental Protection Agency) beschouwen een dagelijkse gemiddelde blootstelling van 70 dB(A) als veilig voor het oor (WHO, 2000; EPA 1974). Kinderen kunnen nog wat gevoeliger zijn dan volwassenen (Bistrup, 2001). In dit onderzoek wordt niettemin een toetswaarde van 70 dB(A) aangehouden omdat de blootstelling in de kinderopvang geen hele dagen duurt.

Een Arbo-norm voor werknemers is maximaal 80 dB(A) gemiddeld over 8 uur per werkdag. Bij hogere of langduriger geluidbelasting kan gehoorschade ontstaan bij volwassenen. Bijvoorbeeld 82,5 dB(A) gemiddeld over 8 uur op alle werkdagen leidt tot een gehoorverlies van 20 dB bij 5% van de werknemers (TNO 1990).

Op grond van de bovenstaande literatuurgegevens worden in dit onderzoek de tentatieve maatstaven gehanteerd die vermeld zijn in tabel 15.

Tabel 15. Maatstaven voor geluid in kinderopvang

35 dB(A)	hinderlijk bij discontinu geluid
45 dB(A)	enigszins storend voor informatieoverdracht
55 dB(A)	belastend voor de stem van leidsters
65 dB(A)	mogelijke oorzaak van stress
70 dB(A)	mogelijk gehoorbeschadiging bij langdurige blootstelling

2.4 Vragenlijst en logboek

Voor dit onderzoek is een vragenlijst ontwikkeld om informatie te verzamelen over een aantal factoren die relevant kunnen zijn bij het verklaren van de uitkomsten (zie bijlage 1). Een deel van de vragen is ontleend aan het 60-woningenonderzoek van Hall et al. (2009). De vragen zijn mondeling voorgelegd door de onderzoekers aan één van de leidsters van de kinderdagverblijven.

Tijdens elk bezoek aan een kinderdagverblijf is een logboek bijgehouden door de onderzoeker met informatie over plaats, tijd en duur van de metingen (zie bijlage 1). Voor elk bezocht kinderdagverblijf zijn daarbij schetsen gemaakt van de meetsituatie, met bijzonderheden over aantallen en positie van kinderen tijdens de meting en andere omgevingsfactoren zoals ventilatiemogelijkheden binnen en beschutting buiten.

2.5 Data analyse

De data zijn ingevoerd in Excel en geanalyseerd met SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), versie 17. 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.

3 Resultaten

3.1 Beschrijving steekproef

3.1.1 Respons

Op twee na waren alle geselecteerde kinderdagverblijven zonder voorbehoud bereid tot deelname. Eén kinderdagverblijf wilde niet meedoen wegens verbouwwerkzaamheden, een ander vond het op dat moment te onrustig om mee te doen. Deze twee werden vervangen door a-selecte aanvulling met andere kinderdagverblijven op de lijst van kinderdagverblijven in de stad Groningen.

3.1.2 Kenmerken van kinderdagverblijven in de steekproef

Tabel 2 geeft een overzicht van een aantal kenmerken van de onderzochte kinderdagverblijven. Een kwart van deze kinderdagverblijven is speciaal gebouwd als kinderdagverblijf. Het merendeel (64%) is gehuisvest in een oud schoolgebouw of een aangepast bedrijfsgebouw. De rest is in een gebouw gehuisvest dat voorheen woning, kerk of zwembad was. Bijna een derde (32%) van de kinderdagverblijven heeft 3 of meer groepsruimten, bijna tweederde (57%) heeft 2 tot 3 groepsruimten en 11 % heeft slechts één groepsruimte.

Tabel 2 Overzicht kenmerken kinderdagverblijven (n = 44) en groepsruimten (n = 74)

Kenmerken		aantal	percentage
aantal groepsruimten	> 3	14	32
	2-3	25	57
	1	5	11
leeftijdsgroepen	0-2 jaar	26	35
geselecteerde groepsruimten	2-4 jaar	25	34
	0-4 jaar	23	31
ventilatie typen	natuurlijke ventilatie	28	63
	mechanische afvoer en natuurlijke toevoer	13	30
	mechanische toe- en afvoer	3	7
bouwjaar	van voor 1975	24	55
	van 1975 tot en met 1995	2	5
	na 1995	10	23
	onbekend	8	17
buitenbedjes	kinderdagverblijven met buitenbedje	31	70

De meeste kinderdagverblijven hebben natuurlijke ventilatie (63%). Natuurlijke drijvende krachten (winddruk en temperatuurverschil) zorgen daar voor toe- en afvoer van ventilatielucht via klep- of kiepramen en/of ventilatieroosters in de gevel of soms via het plafond. Van de kinderdagverblijven heeft 30% een mechanische afvoer van lucht in verblijfsruimtes. Slechts 7% heeft mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht in verblijfsruimtes.

Een uitgebreider overzicht van de diverse kenmerken staat in bijlage 2, tabel b1.

3.1.3 Kenmerken buitenbedjes

In 31 van de 44 kinderdagverblijven (70%) zijn buitenbedjes aanwezig. Van de 31 zijn er 21 (68%) van het standaardtype van het bedrijf Lutjepotje (foto 1). Tien kinderdagverblijven hebben

andere buitenbedjes, die veel lijken op het type van Lutjepotje. Twee kinderdagverblijven hebben beide types. In tabel 3 wordt een aantal kenmerken weergegeven van de buitenbedjes.

Tabel 3 Kenmerken buitenbedjes per kinderdagverblijf met buitenbedjes (n = 31)

Kenmerken		Aantal KDV	Percentage
Aantal aanwezige buitenbedjes	1	5	16,4
	2	8	25,8
	3	6	19,4
	4	6	19,4
	5	1	16,2
	6	2	19,4
	8	3	9,7
	Frequentie van gebruik van aanwezige buitenbedje(s)	altijd	24
alleen in de zomer		2	6,5
soms		1	3,2
weet niet		4	12,9
Plaatsing van buitenbedje(s)	vaste plaats	13	41,9
	mobiel	16	51,6
	beide (vast en mobiel)	2	6,5
Bovenklep open (meer dan 1 antwoord mogelijk)	alleen als er geen kind in ligt	1	3,2
	altijd, ook als er geen kind in ligt	2	6,5
	altijd als er een kind in ligt	1	3,2
	bij mooi zomer weer als er een kind in ligt	16	51,6
	nooit	6	19,4
	soms, als	2	6,5
	meestal, tenzij...	3	9,7
	weet niet	1	3,2

Het aantal buitenbedjes per kinderdagverblijf varieert van nul tot soms wel acht stuks. Iets minder dan de helft van de buitenbedjes heeft een vaste plaats (42%). Bescherming tegen zon of wind is mogelijk bij een derde van de buitenbedjes door draaiing of verplaatsing van het buitenbedje of door een zonnescherm erboven te trekken. Buitenbedjes worden door 77% van de kinderdagverblijven bijna altijd gebruikt, zomer en winter.

Eigengemaakte versies hebben vaak geen bovenklep die open kan, in tegenstelling tot het model van Lutjepotje (foto 1). Van de 21 kinderdagverblijven met een buitenbedje waarbij de klep wel open kan, hadden slechts 5 de klep open staan tijdens de meetperiode. Volgens 52% van de groepsleidsters wordt de klep open gezet bij mooi weer.

3.2 CO₂-metingen

In paragraaf 1.1 en 1.4 is uiteengezet waarom CO₂ is gemeten, in 2.2.1 en 2.2.2 staat hoe dit is gedaan en in 2.3.1 en 2.3.2 is vermeld waarop de toetswaarden berusten. Van de 2 dagen durende metingen zijn vooral de maximale waarden geanalyseerd omdat die inzicht geven in de meest ongunstige verhouding tussen CO₂-productie en luchtverversing, met de veronderstelling dat bij een langere meetduur waarschijnlijk nog ongunstiger situaties zullen optreden. De volledige resultaten van de CO₂-metingen per kinderdagverblijf staan in tabel b2 in bijlage 2.

De CO₂-metingen zijn verricht in en nabij bedjes met kinderen van wie de meeste een leeftijd hadden tussen de 0 en 2 jaar.

3.2.1 Aantal CO₂-metingen

Per kinderdagverblijf zijn de CO₂-metingen zo vaak mogelijk tegelijk verricht in een binnen- en in een buitenbedje. De metingen zijn uitgevoerd bij willekeurig jonge kinderen die tijdens het onderzoek sliepen in babybedje binnen en/of een buitbedje.

Bij elke CO₂-meting zowel binnen als buiten, is gelijktijdig een meting gedaan van de CO₂-concentratie in de omgeving van het bedje om de achtergrondwaarde vast te stellen. Bij twee achtergrondmetingen, één binnen en één buiten, ging er echter iets mis met de stroomvoorziening. Een overzicht van de verschillende aantallen per binnen- en buitenmeting staat in tabel 4.

Tabel 4. Overzicht van aantal CO₂-metingen binnen en buiten, in bedjes en achtergrond

	<i>binnen</i>	<i>buiten</i>
aantal CO ₂ -metingen in bedjes	21	25
aantal CO ₂ -achtergrondmetingen nabij bedjes	20	24

Van 19 kinderdagverblijven is een volledige set van parallelle meetdata beschikbaar van zowel buitenbedjes als binnenbedjes met hun achtergrondconcentraties. De volgende analyses zijn gericht op deze 19 kinderdagverblijven. In 2 daarvan zijn de metingen in twee slaapkamers gedaan. Van de uitkomsten hiervan is hieronder het gemiddelde van beide slaapkamers weergegeven.

3.2.2 CO₂-concentraties buiten

De resultaten van de buitenmetingen staan in tabel 5. Het gemiddelde van de 19 locaties bedraagt 380 ppm, met een spreiding van 360 tot 442 ppm.

3.2.3 CO₂-concentraties in slaapkamers

In tabel 5 staan ook de meetresultaten van de CO₂-concentraties in de slaapvertrekken. De maximum CO₂-concentratie per slaapvertrek ligt tussen 483 en 1938 ppm. Het gemiddelde van deze maxima is 894 ppm.

De CO₂-concentratie van 1938 ppm trad op in een kleine slaapkamer zonder ventilatievoorzieningen en met alleen luchtverversing via de toegangsdeur. Van de 21 slaapvertrekken zijn er 13 vrij klein (3-6 m²) en hebben weinig of geen ventilatievoorzieningen.

Bij 9 van de 19 slaapvertrekken (47,4%) loopt de CO₂-concentratie op tot of boven de toetswaarde van 800 ppm.

Tabel 5 Gemeten CO₂-concentraties in ppm per kinderdagverblijf met volledige dataset (n=19): maximum buiten, maximum in slaapruimte(n) en ΔCO₂-concentratie (slaapruimte – buiten)

Kinderdagverblijf (nummer)	maximum CO ₂ -concentratie buiten (maximum CO ₂ -concentratie in slaapruimte(n)	ΔCO ₂ -concentratie (binnen minus buiten)
6	385	561	176
8	393	1376	983
9	376	801	425
11	419	778	359
12	372	1450	1078
15	369	805	436
21	362	1938	1576
22	368	622	254
23	382	920	538
26	442	752	310
28	393	690	297
29	353	1111	758
30	353	686	333
31	374	880	506
32	399	546	147
34	360	483	123
36	411	596	185
42	342	656	314
44	360	1334	974
gemiddeld	380	894	514

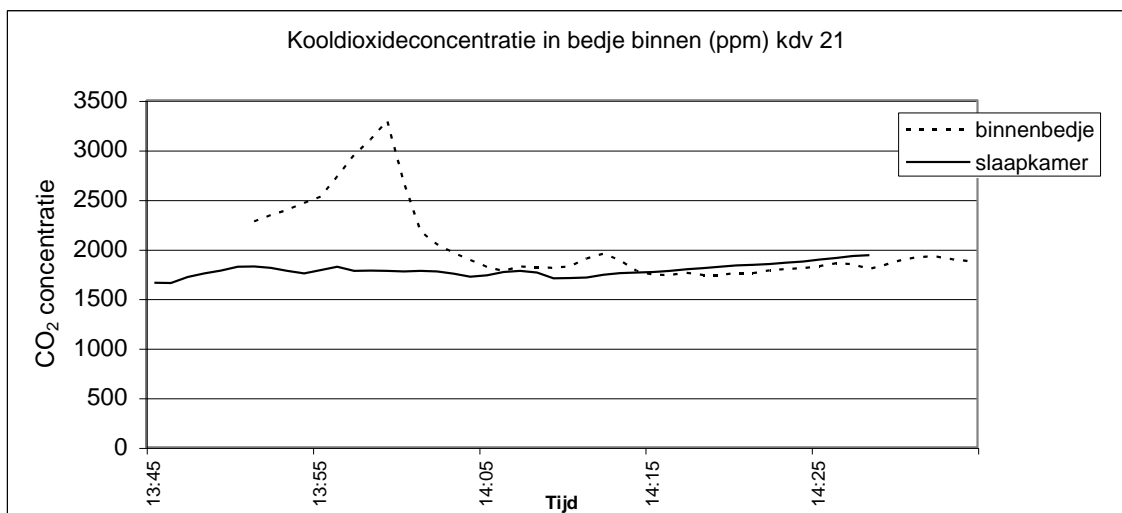
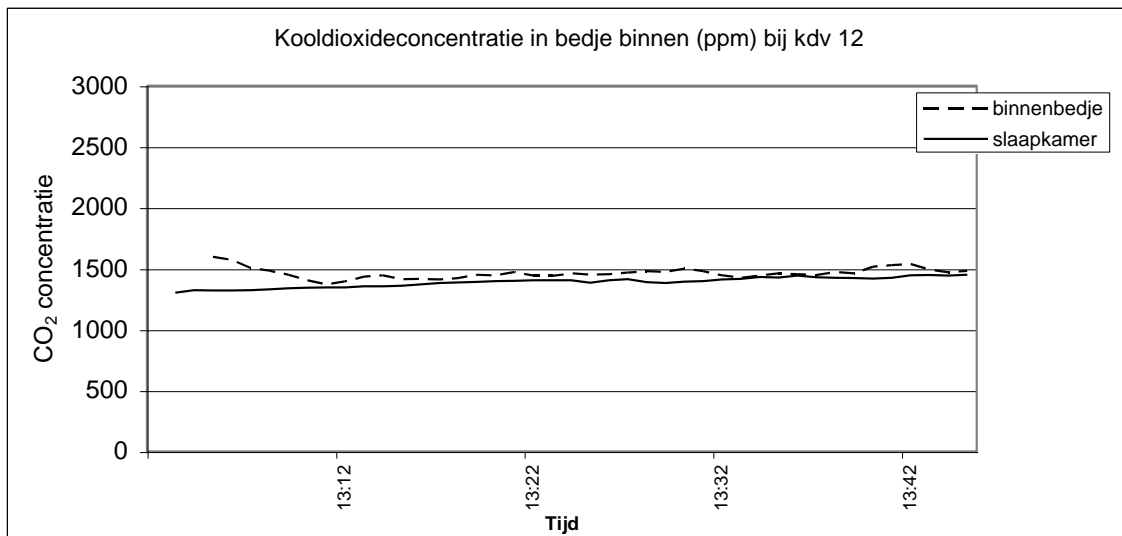
3.2.4 ΔCO₂-concentratie (slaapkamers - buiten)

De ΔCO₂-concentratie is berekend als het verschil tussen de maximum CO₂-concentratie in een slaapvertrek en de maximum CO₂-concentratie buiten (tabel 5). De maximum CO₂-concentratie in de slaapkamer is gemiddeld 514 ppm hoger dan die in de buitenlucht.

Bij twee kinderdagverblijven (nr. 8 en 44) waren er onvoldoende ventilatievoorzieningen terwijl er relatief veel (6 of 7) kinderen waren in een kleine ruimte (3-6 m²). Twee andere slaapruimtes hadden alleen luchtverversing via de toegangsdeur (nr. 9 en 21) of alleen een klein rooster (nr. 29). Twee slaapkamers hadden mechanische ventilatie die blijkbaar onvoldoende was (nr. 12 en 44).

De ΔCO₂-concentratie loopt bij 9 van de 19 kinderdagverblijven op tot boven de toetswaarde van 400 ppm.

Ter illustratie toont figuur 1 twee voorbeelden waarin de CO₂-curves in het bedje en in het slaapvertrek deels samenvallen. In beide slaapkamers is de CO₂-concentratie hoger dan de toetswaarde van 800 ppm. Ook de CO₂-concentratie in het bed is daardoor hoog. In één geval (nr. 21) ligt de baby een tijdje dicht bij het meetpunt, waardoor de meetwaarden gedurende korte tijd hoger zijn dan 3000 ppm.



Figuur 1. Voorbeelden van CO₂-meetresultaten in babybedjes binnen en de betreffende slaapkamer

3.2.5 Maximum CO₂-concentratie in babybedjes binnen

In tabel 6 staan de meetresultaten van de maximum CO₂-concentraties in babybedjes in slaapkamers. Voor deze tabel waren gegevens beschikbaar van 20 kinderdagverblijven; daardoor verschillen de uitkomsten enigszins (gemiddelde 892 versus 894 ppm) van die in tabel 5. De maximum CO₂-concentratie per binnenbedje ligt tussen 733 en 3293 ppm. Het gemiddelde van de maxima is 1557 ppm.

Er zijn geen toetswaarden of bruikbare referentiewaarden voor CO₂-concentraties binnen de ademzone van een baby in een babybedje.

3.2.6 CO₂-verschilscore maxima binnenbedjes – slaapkamers

In tabel 6 staat ook is de maximum CO₂-concentratie in de slaapkamer waar het bedje staat en het verschil daarvan met de maximum CO₂-concentratie in een babybedje : de CO₂-verschilscore binnen.

De maximum CO₂-concentratie in binnenbedjes was 72 tot 2420 ppm hoger dan die in de slaapvertrekken, met een gemiddelde CO₂-verschilscore van 665 ppm. Het verschil kan ontstaan door kortdurende situaties waarbij de CO₂-concentratie even hoog oploopt. Bij vijf kinderdagverblijven was de CO₂-verschilscore binnen meer dan 1000 ppm. Bij deze metingen lag de baby tijdens de meting steeds dicht tegen het meetpunt aan.

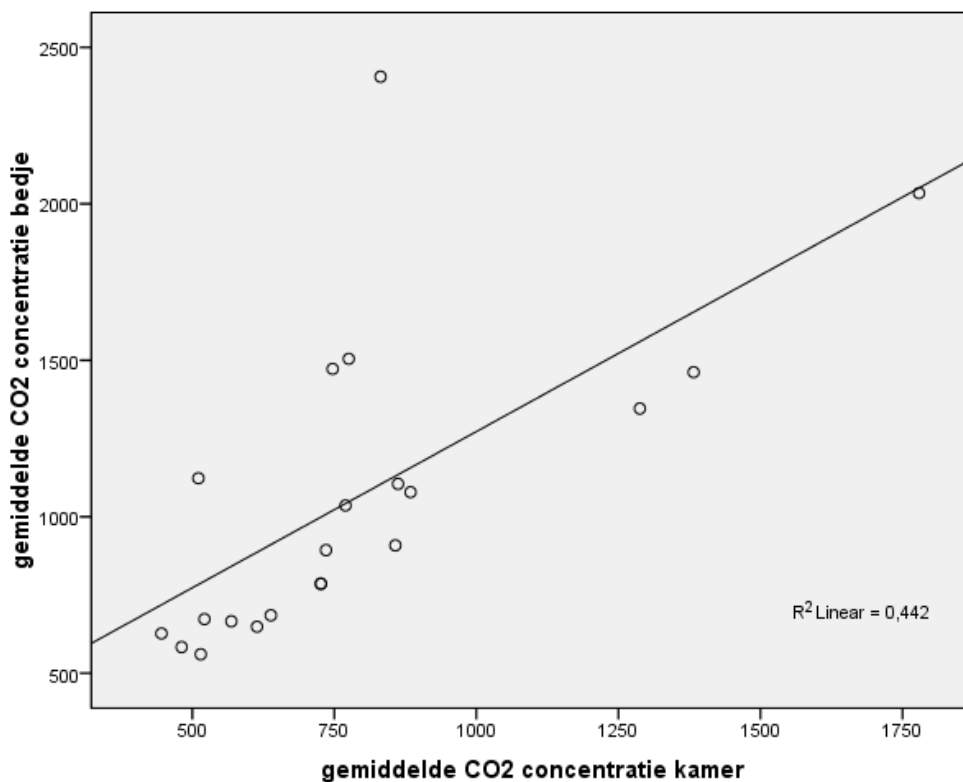
Tabel 6 Gemeten CO₂-concentraties (in ppm) per kinderdagverblijf (n=20): maximum in slaapruimte, maximum in bedje, verschil binnenbedje – slaapruimte, en verschil binnenbedje – buiten (de buitenmeting van kinderdagverblijf 19 ontbreekt)

Kinderdag-verblijf (nummer)	maximum CO ₂ -concentratie slaapruimte	maximum CO ₂ -concentratie binnenbedje	verschil binnenbedje - slaapruimte	verschil binnenbedje – buiten
8	1376	1448	72	1055
9	801	1289	488	913
11	778	906	128	487
12	1450	1595	145	1223
15	805	3225	2420	2856
19	576	828	252	-
21	1938	3293	1355	2931
22	622	1037	415	669
23	920	1556	636	1174
26	752	1429	677	987
28	690	927	237	534
29	1111	2622	1511	2269
30	686	743	57	390
31	880	1204	324	830
32	546	2816	2270	2417
34	483	912	429	552
36	596	733	137	322
39	844	2217	1373	2217
42	656	794	138	452
44	1334	1566	232	1206
gemiddeld	892	1557	665	1205

3.2.7 Relatie gemiddelde CO₂-concentratie binnenbedjes en slaapkamer

Naast de maximumconcentraties zijn ook de gemiddelden per kinderdagverblijf berekend. Deze waarden zeggen minder over de overschrijding van normen en meer over de gangbare situatie. De waarden in de binnenbedjes zijn in een scatterplot uitgezet tegen de waarden in de betreffende slaapruimte (figuur 2).

Inclusief de uitschieter (kinderdagverblijf nr. 21) is er een statistisch significante correlatie tussen de gemiddelde CO₂-concentratie in de slaapkamer en die in een bedje (Pearsons correlatiecoëfficiënt 0,665; p<0,01, R² = 0,442).



Figuur 2 Gemiddelde CO₂-concentratie in binnenbedjes uitgezet tegen de tegelijkertijd gemeten gemiddelde CO₂-concentratie in de betreffende slaapkamer (in ppm).

3.2.8 Verschil CO₂-concentratie (tussen binnenbedjes en buiten)

Bij een hoge CO₂-concentratie in een slaapvertrek is te verwachten dat de concentratie in de daar aanwezige bedjes ook hoog is. Het kan zijn dat beide concentraties worden beïnvloed door de CO₂-concentratie van de buitenlucht. Daarom is ook gekeken naar het verschil tussen de maximum CO₂-concentratie per binnenbedje en de maximum CO₂-concentratie in de buitenlucht bij het betreffende kinderdagverblijf.

De maximum CO₂-concentratie per binnenbedje is gemiddeld 1205 ppm hoger dan de maximum CO₂-concentratie buiten in dezelfde meetsessie (tabel 6). Deze verschillen zijn veel groter dan de variatie in de buiten gemeten CO₂-concentraties (zie paragraaf 3.2.2). Deze kleine variatie buiten kan nauwelijks bijdragen aan de grote verschillen binnen.

3.2.9 Maximum CO₂-concentratie buitenbedjes

In tabel 7 staan de meetresultaten van de maximum CO₂-concentraties per buitenbedje.

De maxima per buitenbedje liggen tussen 359 en 6523 ppm. Het gemiddelde van deze maximum concentraties is 1114 ppm. Er is één uitschieter (nr. 42). Zonder deze uitschieter is het gemiddelde van de maximum concentraties 879 ppm. Dit is ongeveer de helft van het gemiddelde van de maximum CO₂-concentraties in binnenbedjes.

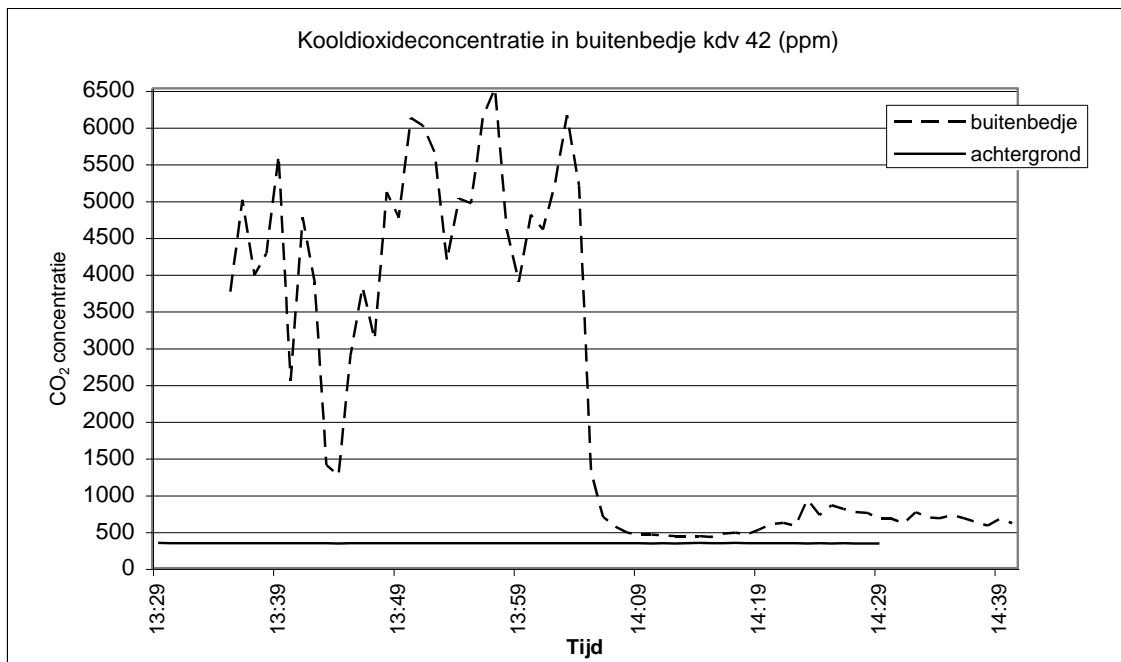
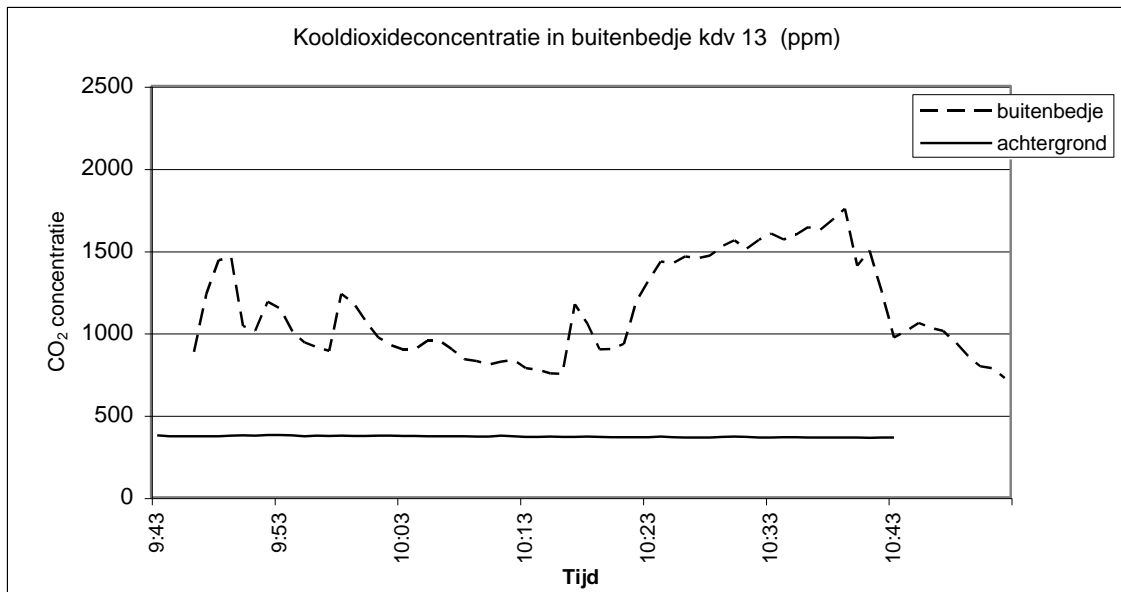
Tabel 7 Gemeten CO₂-concentraties (in ppm) per kinderdagverblijf (n=24): maximum buiten, maximum in bedje, en verschil buitenbedje – buiten

KDV (nummer)	maximum CO ₂ concentratie buiten	maximum CO ₂ -concentratie buitenbedje	verschil buitenbedje – buiten
6	385	1845	1460
8	393	558	165
9	376	937	561
11	419	1398	979
12	372	1041	669
13	378	1755	1377
15	369	448	79
21	362	359	-3
22	368	836	468
23	382	417	35
24	413	1394	981
26	442	1375	933
28	393	669	276
29	353	500	147
30	353	669	316
31	374	570	196
32	399	2338	1939
33	350	560	210
34	360	407	47
36	411	564	153
38	350	447	97
42	342	6523	6181
43	448	637	189
44	360	482	122
gemiddeld	381	1114	732
gemiddeld zonder uitschieter (nummer 42)		879	495

Bij buitenbedje nummer 13 was een fleece-deken over de voorkant gehangen. Daar werd een maximum van 1755 ppm CO₂ en een verschilscore van 1377 ppm CO₂ gemeten, hoewel de baby wel op 10-15 cm afstand van de meter lag (zie bovenste curve in figuur 3).

De uitschieter in nummer 42 met een verschil CO₂-concentratie van 6181 ppm, betrof een buitenbedje waarin een zeer onrustige baby lag die met zijn gezicht tegen de meter aan ging liggen, na een half uur draaide hij zich om en zakte de gemeten concentratie direct (zie onderste curve in figuur 3).

In bijlage 2, figuur b1 zijn als voorbeeld nog een paar curves weergegeven van het beloop van de CO₂-concentraties in buitenbedjes.



Figuur 3 Voorbeelden van CO₂-metingen in 2 buitenbedjes en er buiten (in ppm)

3.2.10 CO₂-verschilscore maxima buitenbedje - buiten

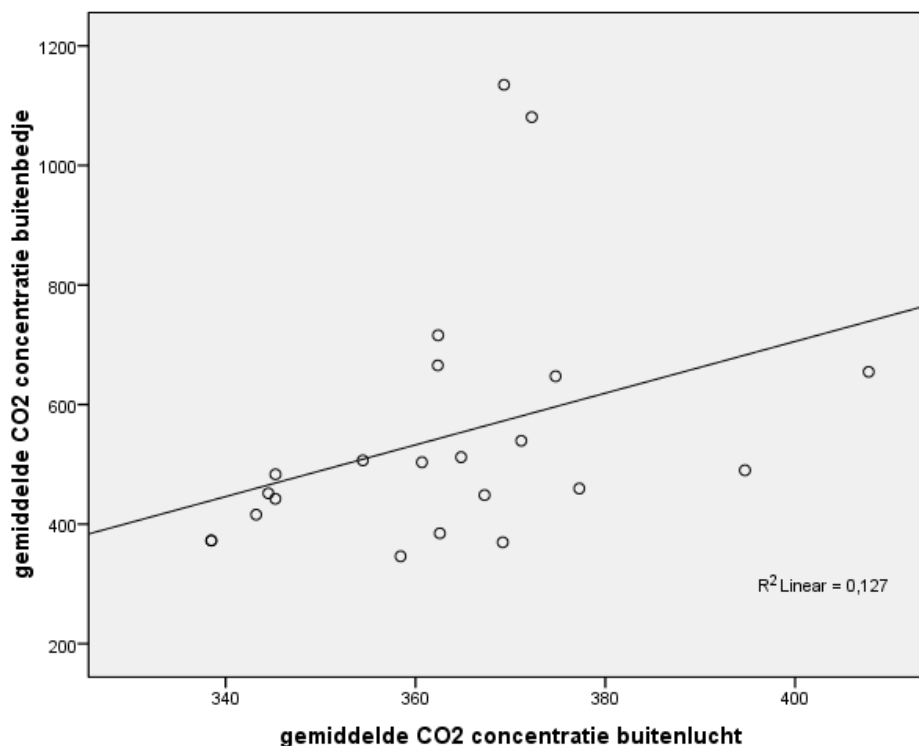
In tabel 7 staat tevens de CO₂-verschilscore: het verschil tussen de maximum CO₂-concentratie per buitenbedje en de maximum CO₂-concentratie in de buitenlucht bij dat buitenbedje. Gemiddeld over alle meetsessies was deze verschilscore 732 ppm. Dat is iets hoger dan de gemiddelde verschilscore binnen (665 ppm, zie tabel 6), maar wel redelijk vergelijkbaar.

In één buitenbedje was het maximale CO₂-gehalte 6181 ppm hoger dan in de buitenlucht gedurende dezelfde meetsessie. Als de uitschieter van 6181 ppm buiten beschouwing wordt gelaten, is de gemiddelde verschilscore buiten maar 495 ppm. Dit is lager dan de verschilscore binnen.

De op één na hoogste in een buitenbedje gemeten CO₂-concentratie bedraagt 2338 ppm. Ook hier was een baby die met zijn gezicht dicht tegen de meter aan gaan liggen. Op basis van deze resultaten lijkt er weinig verschil te bestaan tussen de luchtverversing als eigenschap van bedjes binnen en buiten.

3.2.11 Relatie gemiddelde CO₂-concentratie buitenbedjes en buitenlucht

Net als bij de binnenbedjes is ook bij buitenbedjes naast de maximum CO₂-concentratie ook de gemiddelde CO₂-concentratie berekend. Er geen statistisch significante correlatie tussen de gemiddelde CO₂-concentratie in een buitenbedje en buiten, ook als de uitschieters van de gemiddelde CO₂-concentratie in buitenbedjes van de kinderdagverblijven 32 en 42 buiten beschouwing worden gelaten (Pearsons correlatiecoëfficiënt is 0,36; $p > 0,05$; zie figuur 4).



Figuur 4 Gemiddelde CO₂-gehalte in buitenbedjes (zonder uitschieters) uitgezet tegen de tegelijkertijd gemeten gemiddelde CO₂-concentratie in buitenlucht ter plekke (in ppm)

3.2.12 Temperatuur en CO₂-concentratie

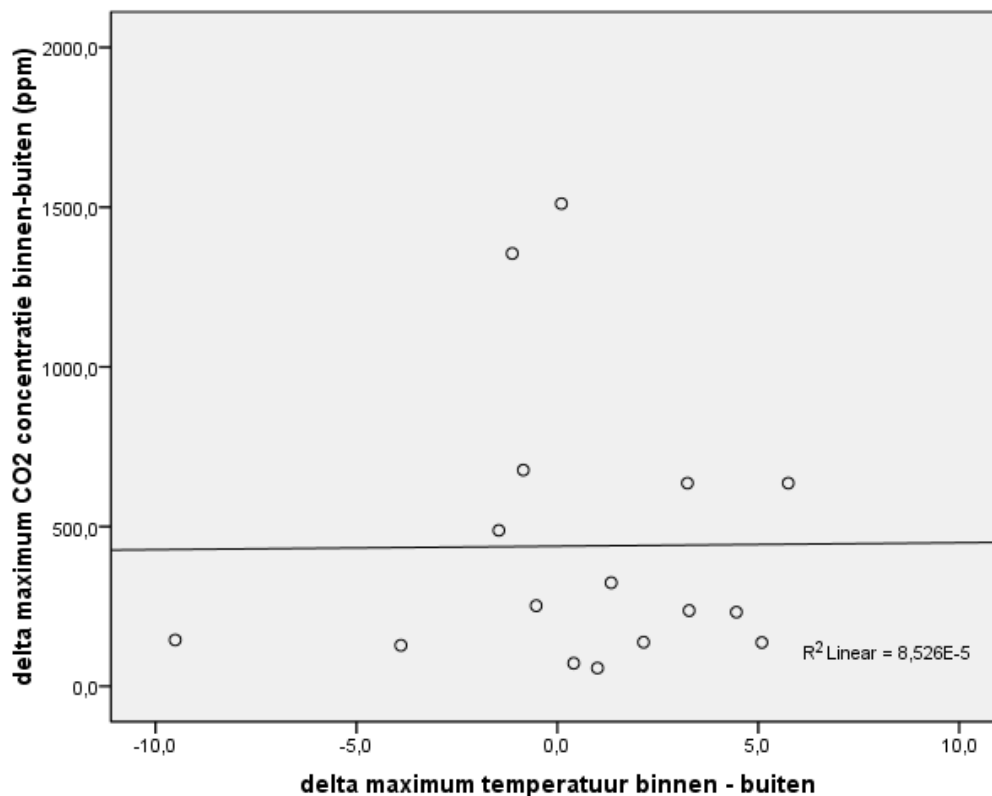
In de nabijheid van alle binnen- en buitenbedjes is ook de luchttemperatuur gemeten. In de slaapkamers was de temperatuur gemiddeld 20°C. De maximale temperaturen van de slaapkamers lagen tussen 15 tot 35°C, met een gemiddelde van 21°C. Daarmee bleven de maximale temperaturen in de meeste slaapkamers onder de richtlijn van 25°C. In vier slaapvertrekken kwam de temperatuur boven de 25°C.

In tabel 8 zijn de meetresultaten voor de temperatuur samengevat. In bijlage 2, tabel b4, staan de basale temperatuurmeetgegevens.

Tabel 8. Maximum CO₂-concentratie en gemiddelde van alle gemiddelde, maximum en minimum temperaturen.

	n	CO ₂ -concentratie		Temperatuur in °C		
		max	gem	max	min	
binnen	21	894	20	21	20	
buiten	23	381	22	24	21	

Een van de onderzoeksvragen was of de binnenluchttemperatuur samenhangt met de CO₂-concentratie in de slaapkamer binnen doordat ventilatie invloed heeft op zowel verschilscores van CO₂ als die van temperatuur. Er blijkt geen correlatie te zijn tussen het verschil in temperatuur binnen en buiten en het verschil in CO₂-concentratie binnen en buiten (zie figuur 5).



Figuur 5 Hoogste CO₂-concentratie in de slaapkamer minus de hoogste CO₂-concentratie in de buitenlucht (in ppm), uitgezet tegen de verschil maximum temperatuur binnen – buiten (in °C)

3.2.13 Luchtsnelheid en CO₂-concentratie

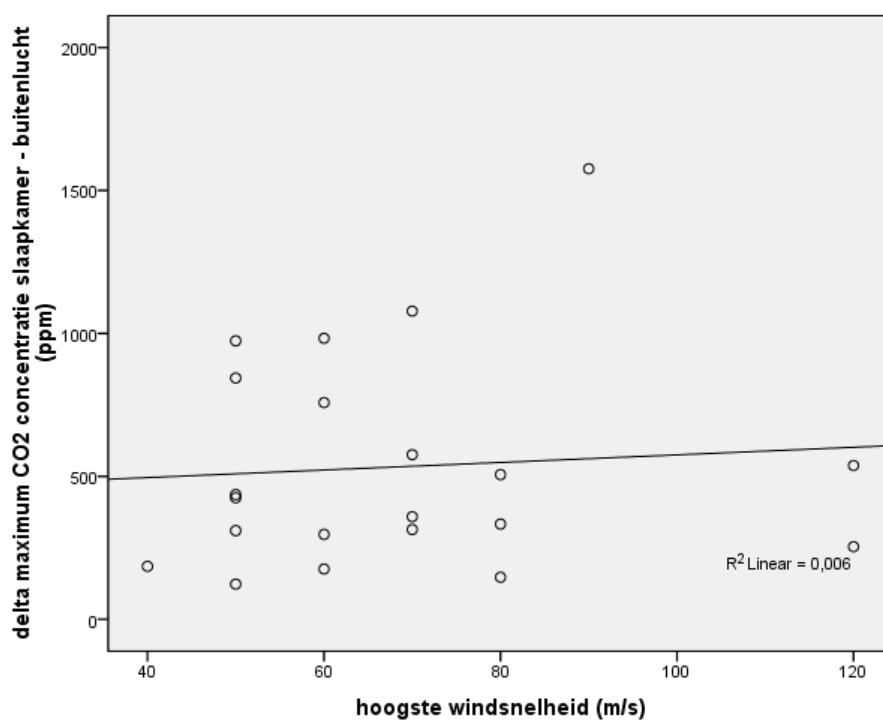
Een andere onderzoeksvraag met betrekking tot CO₂ was of luchtbeweging buiten een invloed heeft op de ventilatie in een buitenbedje of in de slaapkamer. Data over windsnelheid op de meetdagen zijn ontleend aan het regionale meetstation Eelde van het KNMI.

De ΔCO₂-concentraties (slaapkamers – buitenlucht) vertonen geen statisch significante correlatie met de windsnelheid (zie figuur 6; R² is 0,006; Pearsons correlatiecoëfficiënt 0,39; p > 0,05).

Twee CO₂-concentraties in een buitenbedje, gemeten bij een regionale windsnelheid van 12 m/s, de hoogste in Eelde tijdens de meetsessies, geven een groot verschil in meetwaarden: bij het ene bedje is de ΔCO₂-concentratie 35 ppm, bij de ander 468. Bij het laatste buitenbedje was echter een katoenen doek gedeeltelijk vastgemaakt over de opening aan de voorkant.

Het aantal metingen is relatief klein en er zijn veel factoren zoals windstuwing bij hoge gebouwen of beschutting van muren, schuttingen of bomen, die de lokale luchtsnelheid kunnen beïnvloeden.

De lokale luchtsnelheid zal daarom sterk kunnen afwijken van de windsnelheid op het meetstation in Eelde. Windsnelheden gedurende de meetperiode staan in tabel b3 in bijlage 2.



Figuur 6. Hoogste CO₂-concentratie in de slaapkamer minus hoogste CO₂-concentratie in de buitenlucht (in ppm), uitgezet tegen de windsnelheid gemeten op het KNMI-station te Eelde (in m/s)

3.3 Fijn stof

In paragraaf 1.1 en 1.4 is uiteengezet waarom fijn stof is gemeten, in 2.2.3 staat hoe dit is gedaan en in 2.3.4 is vermeld waarop de toetswaarden berusten.

3.3.1 PM10-concentratie gravimetrisch

In acht kinderdagverblijven is gedurende 48 uur PM10 verzameld op een filter met een pomp met een klokschakelaar. Per onderzochte groepsruimte levert dit een waarde voor de concentratie gemiddeld over 48 uur. Per groepsruimte ligt de 48-uursgemiddelde PM10-concentratie tussen 11,2 en 37,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Gemiddeld over alle onderzochte groepsruimten is de concentratie 26,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. De resultaten van de metingen per kinderdagverblijf staan in tabel b5 in bijlage 2.

Tijdens de metingen op 32 meetdagen in augustus en september was de gemiddelde PM10-concentratie buiten, gemeten op het Groningse straatstation van het landelijke meetnet 18,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (data Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit: <http://www.lml.rivm.nl>). Het straatstation staat naast een drukke weg aan de rand van de binnenstad.

De gezondheidkundige advieswaarde voor 24-uurgemiddelde blootstelling aan PM10 is 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Daar blijven de gemeten resultaten van kinderdagverblijven onder, maar het is onbekend of beneden de advieswaarde gezondheidsrisico's bestaan.

De in kinderdagverblijven gevonden concentratie was bijna 2 keer zo hoog als in woningen. In het onderzoek van Hall et al. (2009) in Groningen is, gemeten in 10 woningen, een 48-uursgemiddelde PM10-concentratie gevonden van gemiddeld 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

In schoollokalen zijn hogere concentraties gevonden dan de hier in kinderdagverblijven gerapporteerde concentratie. In 24-uurs metingen in twee scholen in Amsterdam zijn met dezelfde gravimetrische methode gemiddeld per lokaal (n = 11) PM10-concentraties gevonden die liggen tussen 44 en 73 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Janssen et al., 1999). Gemiddeld over de lestijd liggen de concentraties tussen 78 en 174 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.3.2 Fijn stof fracties (0,3-10 μm)

Het aantal deeltjes fijn stof is geteld en geregistreerd gedurende een half uur, zoals beschreven in paragraaf 2.2.3. Hieruit is het aantal deeltjes per liter berekend voor vijf verschillende fracties: 0,3-0,5 μm ; 0,5-1 μm ; 1-2,5 μm ; 2,5-5 μm en 5-10 μm .

In 42 kinderdagverblijven zijn dergelijke metingen gedaan, waarbij op 31 locaties ook in een tweede groepsruimte. Verschillende ruimten binnen één kinderdagverblijf hadden, op een paar na, meestal vergelijkbare resultaten voor de kortdurende metingen. De meetresultaten van verschillende ruimtes per kinderdagverblijf zijn daarom samengevoegd.

In tabel 9 staat een overzicht van het gemiddelde, maximum en minimum, gemiddeld over alle resultaten van de half-uursmetingen. De volledige meetresultaten per groepsruimte en kinderdagverblijf staan in tabel b6 van bijlage 2.

Naast de kortdurende metingen zijn in acht groepsruimten ook de deeltjes geteld en geregistreerd gedurende een periode van 48 uur. In tabel 9 staan de totalen van alle gemiddelden van deze 48-uursmetingen. De overige meetresultaten per kinderdagverblijf zijn weergegeven in tabel b7 in bijlage 2.

In tabel 10 zijn ter vergelijking ook de resultaten weergegeven van 48-uursmetingen in woningen, ontleend aan Hall et al. (2009).

Tabel 8. Fijn stof: aantal deeltjes per liter lucht in groepsruimten gemeten in 30 minuten (n = 42)

	fractie van fijn stof				
	0,3-0,5 µm	0,5-1 µm	1-2,5 µm	2,5-5 µm	5-10 µm
Gemiddelde van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	32.041	2.954	1.386	540	61
Laagste van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	4.743	535	168	80	6
Hoogste van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	123.447	12.268	3.375	1.848	239

Tabel 9. Fijn stof: aantal deeltjes per liter lucht in groepsruimten gemeten in 48 uur (n = 7)

	fractie van fijn stof				
	0,3-0,5 µm	0,5-1 µm	1-2,5 µm	2,5-5 µm	5-10 µm
Gemiddelde van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	20.114	1.922	384	232	14
Laagste van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	4.348	605	135	80	6
Hoogste van de per kinderdagverblijf gemiddelde waarden	36.865	2.972	584	364	26

Tabel 11. Fijn stof: aantal deeltjes per liter lucht in woonkamers gemeten in 48 uur (n = 10)

(bron: Hall et al., 2009)

	fractie van fijn stof				
	0,3-0,5 µm	0,5-1 µm	1-2,5 µm	2,5-5 µm	5-10 µm
Gemiddelde van de per woning gemiddelde waarden	44.600	4.597	585	105	5,2
Laagste van de per woning gemiddelde waarden	9.148	1.086	97	25	1,1
Hoogste van de per woning gemiddelde waarden	98.364	11.125	1.410	283	17,2

Een vergelijking van de resultaten van half-uursmetingen (tabel 8) en 48-uursmetingen (tabel 9) in kinderdagverblijven toont de volgende verschillen.

- De gemiddelden zijn voor de kortdurende metingen (30 minuten) anderhalf tot 4 keer zo hoog als de 48-uursmetingen, afhankelijk van de fractie.
- De hoogste van de per kinderdagverblijf gemiddelde concentraties zijn bij de kortdurende metingen ook 4 tot bijna 6 keer zo hoog.
- Voor de laagste van de gemiddelde concentraties lopen de resultaten van de 48-uursmetingen redelijk gelijk op met die van de kortdurende metingen.

Dit verschil in resultaten tussen de kortdurende en langdurende metingen is wel verklaarbaar. Kortdurende metingen zijn gevoeliger voor toevallige extreme situaties. Bovendien is bij de kortdurende metingen alleen overdag gemeten, terwijl er kinderen aanwezig waren. Dit ging gepaard met veel activiteit en dus meer resuspensie van de grotere fracties van fijn stof. Bij de langdurige metingen is ook gemeten tijdens perioden dat er niemand aanwezig is.

Bij vergelijking van de 48-uursmetingen in kinderdagverblijven (tabel 9) en in woningen (tabel 10) valt het volgende op.

- De hoogste concentraties bereiken in woningen veel hogere niveaus dan in kinderdagverblijven, met name voor de kleine fracties, tot 2,5 µm. Voor twee grootste fractie (2,5-5 en 5-10 µm) is de gevonden concentraties lager in woningen dan in kinderdagverblijven.
- Ook de gemiddelde concentraties zijn in woningen hoger, ruim het tweevoudige van die in kinderdagverblijven; alleen voor de twee grootste fracties (2,5-5 en 5-10 µm) hebben woningen lagere gemiddelde concentraties.
- In woningen zijn ook de laagste concentraties hoger dan in kinderdagverblijven voor de twee kleinste fracties, kleiner dan 0,3-0,5 en 0,5-1 µm; de drie grotere fracties hadden juist lagere niveaus dan kinderdagverblijven.

Dit verschil in resultaten tussen woningen en kinderdagverblijven is deels te verklaren.

Het onderzoek naar fijn stof in woningen in Groningen (Hall et al., 2009) gaf soms een duidelijk dagpatroon te zien, met name bij de grootste deeltjes (5-10 µm). Deze fractie wordt blijkbaar het meest beïnvloed door menselijke activiteiten. In kinderdagverblijven was tijdens de metingen veel activiteit. Dit kan verklaren dat voor de grootste deeltjes de hoogste concentraties in kinderdagverblijven hoger zijn dan in woningen.

De verschillen tussen woningen en kinderdagverblijven zijn het grootst voor de kleinste fracties. Deze fracties kunnen afkomstig zijn van verkeer, voedselbereiding of andere verbrandingsprocessen. In kinderdagverblijven werden minder hoge concentraties voor de kleinere fracties gevonden. Dit zou het gevolg kunnen zijn van het ontbreken van pieken van het spitsuur en van het koken van maaltijden. Bij het woningenonderzoek was voor de kleinste deeltjes (0,3-0,5µm) echter geen dagpatroon te zien. In enkele kinderdagverblijven lijken de kleinste fracties net als de grotere fracties wel een dagpatroon te vertonen. Bij één kinderdagverblijf volgen de kleine fracties het ritme van het dagelijks gebruik, met een verhoging tijdens openingsuren van het kinderdagverblijf. Bij het andere kinderdagverblijf ontstonden juist 's nachts hogere concentraties voor de kleine fracties. Een verklaring hiervoor is niet gevonden. Ter illustratie zijn twee grafieken weergegeven van fijn stof metingen in verschillende kinderdagverblijven (zie figuur b2 in bijlage 2).

3.4 Vlamvertragers in vloerstof

In paragraaf 1.1 en 1.4 is uiteengezet waarom vlamvertragers in vloerstof zijn gemeten, in 2.2.4 staat hoe dit is gedaan en in 2.3.5 is vermeld waarop de toetswaarden berusten.

3.4.1 Vlamvertragers in groepsruimten

In 17 groepsruimten is een vloerstofmonster genomen. De hoeveelheid verzameld stof per doekje varieerde tussen de 60 en 330 mg. Vanwege deze grote variatie zijn er 3 verschillende detectiegrenzen voor de vlamvertragers van het type polygebromeerde difenylethers (PBDE's) in de stofmonsters (zie tabel 11). Op de blanco's is ook een laag gehalte van een vlamvertrager aangetroffen, deze zijn in de berekening afgetrokken.

Tabel 11. Detectiegrenswaarden van PBDE's bij verschillende gewichten van stofmonster in nanogram per gram vloerstof

	Groep 1	Groep 2	Groep 3
gewicht stofmonster	< 100 mg	100-249 mg	> 250 mg
n	8 + 2 blanco	6	3
detectiegrens	5 ng/g stof	2,5 ng/g stof	1 ng/g stof

Vloerstof is geanalyseerd op 12 verschillende PBDE's. De meetresultaten van de PBDE-concentraties in huisstof per kinderdagverblijf zijn weergegeven in bijlage 2, tabel b8. De meetresultaten zijn samengevat in tabel 12. Omdat de uitkomsten nogal uiteenlopen is naast het gemiddelde ook de mediane waarde berekend.

Tabel 12. Concentraties van vlamvertragers (PBDE's) in vloerstof (in ng/g) in 17 groepsruimten

	n	Gemiddelde	SD	Minimum	Mediaan	Maximum
BDE-17	17	2,4	1,4	0,5	2,5	6,7
BDE-28	17	1,7	0,8	0,5	1,3	2,5
BDE-47	17	19,5	23,1	1,3	12,2	85,2
BDE-66	17	8,0	11,1	0,5	2,5	45,0
BDE-85	17	1,8	0,8	0,5	2,0	2,5
BDE-99	17	6,7	7,3	1,3	2,5	24,3
BDE-100	17	1,7	0,8	0,5	1,3	2,5
BDE-138	17	1,7	0,8	0,5	1,3	2,5
BDE-153	17	2,7	3,0	0,5	2,5	13,7
BDE-154	17	1,7	0,8	0,5	1,3	2,5
BDE-183	17	8,1	16,8	0,5	2,5	69,8
BDE-209	17	527,5	1689,0	10,4	69,4	7055,0

De uitkomsten in tabel 12 geven een enigszins vertekend beeld doordat van veel vlamvertragers de concentraties lager waren dan de detectiegrens. Tabel 13 geeft de uitkomsten met weglaten van de concentraties lager dan de detectiegrens.

Tabel 13. Concentraties van vlamvertragers (PBDE's) in vloerstof (ng/g) in groepsruimten met concentratie boven de detectielimiet

	n*	Gemiddelde	SD	Minimum	Mediaan	Maximum
BDE-17	5	2,4	1,4	0,5	2,5	6,7
BDE-28	0	-	-	-		-
BDE-47	14	19,5	23,1	1,3	12,3	85,2
BDE-66	8	8,0	11,1	0,5	2,5	45,0
BDE-85	1	1,8	0,8	0,5	2,0	2,5
BDE-99	10	6,7	7,3	1,3	2,5	24,3
BDE-100	0	-	-	-	1,3	2,5
BDE-138	0	-	-	-		-
BDE-153	3	2,7	3,0	0,5	2,5	13,7
BDE-154	0	-	-	-		-
BDE-183	6	8,1	16,8	0,5	2,5	69,8
BDE-209	17	546	1689	29,1	88,1	7074

*aantal kinderdagverblijven waarin de vlamvertrager is aangetroffen boven de detectiegrens

Drie vlamvertragers, BDE-47, BDE-99 en BDE-209, zijn het meest frequent aangetroffen. BDE-209 was aanwezig in alle monsters, inclusief de blanco's. BDE-47 en BDE-99 hadden een concentratie boven de detectiegrens in respectievelijk 14 en 10 van de 17 kinderdagverblijven. Vier PBDE's hadden in alle kinderdagverblijven een concentratie onder de detectiegrens: BDE-28, BDE-100, BDE-138 en BDE-154.

Het aantal meetbare vlamvertragers per kinderdagverblijf varieerde aanzienlijk. In één kinderdagverblijf kwamen zeven verschillende PBDE's boven de detectiegrens; in twee kinderdagverblijven waren er zes verschillende; twee kinderdagverblijven hadden twee typen PBDE's en twee kinderdagverblijven hadden één type PBDE in het monster.

De mediane concentratie over alle kinderdagverblijven lag per PBDE tussen 1,3 en 88 ng/g (nanogram per gram) vloerstof (zie tabel 13). Een nanogram is een miljardste gram.

Er was in een kinderdagverblijf een uitschieter voor BDE-209, namelijk een concentratie van 7074 ng/g. Voor deze uitschieter is geen verklaring. Wel is bekend dat BDE 209 over het algemeen in hogere concentraties voorkomt in vloerstof dan andere PBDE's zoals BDE-47, BDE-99 en BDE-100. In het kinderdagverblijf met de hoge concentratie BDE-209 waren geen andere PBDE's aanwezig in meetbare concentraties.

3.4.2 Resultaten vergeleken met woningen

In een eerder onderzoek van Hall et al. (2009) zijn bij 10 woningen in de winter vloerstofmonsters geanalyseerd op PBDE's. Uitkomsten van dit woningonderzoek zijn in tabel 14 vergeleken met die van kinderdagverblijven voor de twee meest frequent aangetroffen vlamvertragers: BDE-209 en BDE-47. Verder zijn ter vergelijking gegevens vermeld van BDE-209 in woningen in een aantal Europese landen (Zeilmaker et al, 2009).

De bevindingen in kinderdagverblijven en woningen voor deze twee typen vlamvertragers zijn in grote lijnen vergelijkbaar. De mediane waarde van BDE-47 in kinderdagverblijven was 12,2 ng/g (gemiddeld 19,5 ng/g); in woningen 7,7 ng/g (gemiddeld 13 ng/g). De mediane concentratie van BDE-209 in kinderdagverblijven was 88 ng/g (gemiddeld 546 ng/g), in woningen 308 ng/g (gemiddeld 819 ng/g). Beide hadden ook een uitschieterende waarden van 7074 ng/g en 4551 ng/g in kinderdagverblijven en woningen respectievelijk.

Tabel 14: PBDE-concentraties in huisstof (ng/g) in groepsruimten van kinderdagverblijven en woonkamers* en stofmonsters in Europese huishoudens**

Vlamvertrager		Aantal met BDE/totaal	Gemiddelde	SD	Minimum	Mediaan	Maximum
BDE-47	kinderdagv.	14/17	19,5	23,1	1,25	12,2	85,2
	woningen*	7/10	13	14	2,5	7,7	47
	Europa**	76	33	67	4,2 [#]	16	249 ^{##}
BDE-209	kinderdagv.	17/17	546	1689	29	88	7074
	woningen*	10/10	819	1351	110	308	4551
	Europa**	68	3554	7953	80 [#]	500	31415 ^{##}

* Bron: Hall, 2009

** Bron: Zeilmaker et al. 2009;

5 percentiel,

99 percentiel van gevonden concentraties in huisstof in Europa

BDE-99 is in 10 van de 17 monsters in kinderdagverblijven aangetroffen en slechts in 1 van de 10 monsters in woningen. BDE-17 is in 5 van de 17 monsters aangetroffen; BDE-66 in 8 van de 17 monsters in kinderdagverblijven, maar in geen van de 10 woningen. Ook BDE-183 is frequenter aangetroffen bij kinderdagverblijven (in 6 van de 17 monsters) dan in woningen (2 van de 10 monsters). BDE-100 is in één woning, maar niet in kinderdagverblijven aangetroffen. Er komen dus meer concentraties van vlamvertragers boven de detectielimiet in kinderdagverblijven voor dan in woningen.

3.4.3 Concentraties vlamvertragers vergeleken met advieswaarden

Er zijn nog geen advieswaarden voor PBDE's beschikbaar, behalve voor BDE-99. Voor BDE-99 is er een voorlopige bovengrens voor de toelaatbare dagelijkse inname (TDI), namelijk 0,26 ng per kg lichaamsgewicht per dag (de Winter-Sorkina et al., 2006). BDE-99 werd frequent aangetroffen in kinderdagverblijven, namelijk in 10 van de 17 monsters. De mediane concentratie was 2,5 ng/g met een maximum van 24,3 ng/g stof. In woningen was de mediane concentratie hetzelfde en het maximum iets hoger: 34,6 ng/g stof.

Om de mogelijke inname van vlamvertragers via vloerstof te kunnen vergelijken met de voorlopige TDI is een aantal aannames gedaan. Voor de inname van huisstof wordt 50 mg huisstof per dag gehanteerd voor volwassen en 100 mg per dag voor kinderen (Oomen et al., 2008). Deze innames berusten op een zeer onzekere schatting, waarbij gekozen is voor een relatief hoge inname. Als gemiddeld lichaamsgewicht wordt 70 kg voor volwassen en 15 kg voor kinderen aangenomen (Otte et al., 2001). Er wordt uitgegaan van levenslange blootstelling, die berekend wordt als 7 kinderjaren en 63 volwassen jaren.

Wanneer de inname van BDE-99 via huisstof met gebruik van deze aannames wordt berekend, blijkt dat de voorlopige TDI niet wordt overschreden, ook niet bij de hoogste van de in de kinderdagverblijven gemeten waarde.

3.5 Geluid

In paragraaf 1.1 en 1.4 is uiteengezet waarom geluid is gemeten, in 2.2.5 staat hoe dit is gedaan en in 2.3.6 is vermeld waarop de toetswaarden berusten.

3.5.1 Omstandigheden geluidmeting

In één of twee groepsruimten per kinderdagverblijf zijn metingen uitgevoerd van het geluid in een groepsruimte terwijl daar kinderen bezig zijn. In vier kinderdagverblijven kon geen geluidmeting worden gedaan omdat de kinderen buiten waren op het moment van het onderzoek. Bij twee metingen gingen data verloren door een opslagstoring van de geluidmeter.

In totaal zijn bij 37 kinderdagverblijven in 64 groepsruimten geluidgegevens verzameld. Tijdens de geluidmetingen waren gemiddeld tussen de 7 en 13 kinderen aanwezig. Meestal zaten de kinderen aan een tafel iets te eten of te drinken, of ze waren vrij aan het spelen in de ruimte.

3.5.2 Geluidniveau in groepsruimten

Waar binnen een kinderdagverblijf geluidmetingen zijn gedaan in twee groepsruimten, bleken de uitkomsten nogal uiteen te lopen. De resultaten zijn per kinderdagverblijf gemiddeld. Alle meetresultaten per kinderdagverblijf staan in tabel b9 in bijlage 2.

Tabel 16 geeft een overzicht van de maximum, minimum en gemiddelde niveaus. Het gemiddelde geluidniveau van alle kinderdagverblijven was gemiddeld 64,3 dB(A).

Tabel 16. Geluid gemeten gedurende 30 minuten in groepsruimten van kinderdagverblijven (n = 37) tijdens normaal gebruik (in dB(A))

	van alle onderzochte kinderdagverblijven			
	laagste	hoogste	gemiddelde	SD
maximum per kinderdagverblijf	72,0	92,0	81,6	4,5
gemiddelde niveau per kinderdagverblijf	55,1	72,3	64,3	3,9
minimum per kinderdagverblijf	39,1	58,1	48,7	5,1

Het kinderdagverblijf met de laagste maximum waarde van 72,0 dB(A) had ook de laagste minimum waarde van 39,1 dB(A). Het gemiddelde niveau in dit kinderdagverblijf (nummer 30) was 55,4 dB(A), dus net iets meer dan het kinderdagverblijf met het laagste gemiddelde (nummer 1) met 55,1 dB(A). Dit waren de stilste groepsruimtes.

Het kinderdagverblijf met de hoogste maximum waarde met 92,0 dB(A) had vooral een hoge topwaarde. Dit kinderdagverblijf (nummer 34) had een gemiddeld niveau van 62,5 dB(A), dus iets lager dan het *overall*-gemiddelde van alle onderzochte locaties.

Het kinderdagverblijf met de hoogste minimum waarde van 58,1 dB(A) had van alle locaties ook het hoogste gemiddelde niveau, namelijk 72,3 dB(A). Dit was dus het lawaaiigste kinderdagverblijf.

Deze gegevens lijken erop te wijzen dat minimum of maximum waarde van een meting van 30 minuten van het geluidniveau geen betere karakteristiek geven dan de gemiddelde waarde per kinderdagverblijf.

3.5.3 Waarden boven 45 dB(A)

Er waren geen groepsruimten waarin het geluidniveau tijdens de meting afnam tot minder dan 39 dB(A). Het laagste geluidniveau was bij 27 van de 37 kinderdagverblijven (73%) meer dan 45

dB(A). Het was daar tijdens het halve uur van de meting dus nooit stil genoeg om kleine kinderen alle aangeboden informatie te laten ontvangen. Dat wil zeggen dat bij driekwart van alle kinderdagverblijven de groepsleiding altijd met zekere stemverheffing moesten spreken als ze alle kinderen wilden bereiken.

3.5.4 Waarden boven 55 dB(A)

Het laagste geluidniveau was in 5 van de 37 kinderdagverblijven meer dan 55 dB(A). Dat betekent dat het gedurende de gehele meetperiode van een half uur rumoerig was; het geluidniveau was storend voor communicatie op groepsniveau en belastend voor de stem van de groepsleiding.

3.5.5 Waarden boven 65 dB(A)

Er was geen kinderdagverblijf met een laagste geluidniveau van meer dan 60 dB(A), al kwam een kinderdagverblijf er dichtbij met een laagste waarde van 58 dB(A).

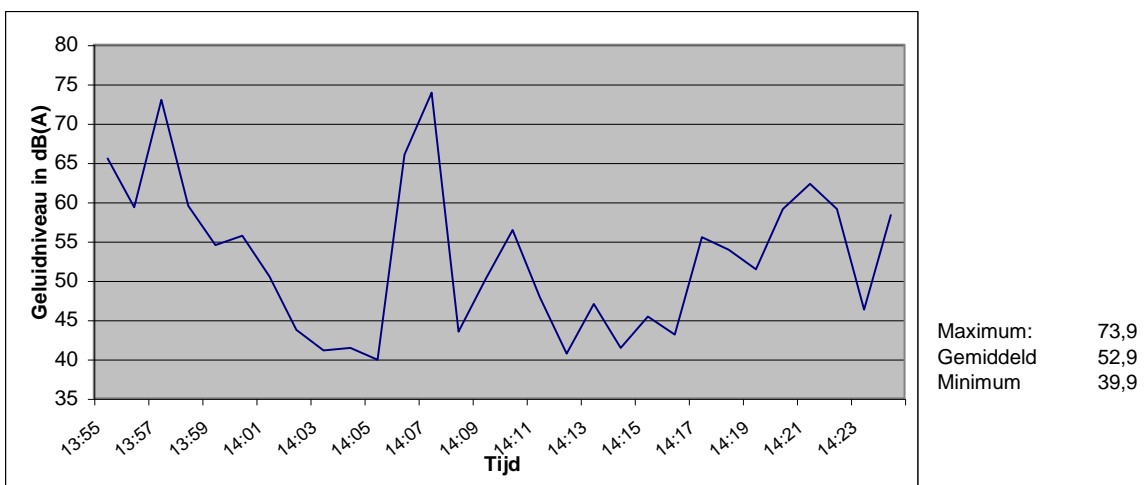
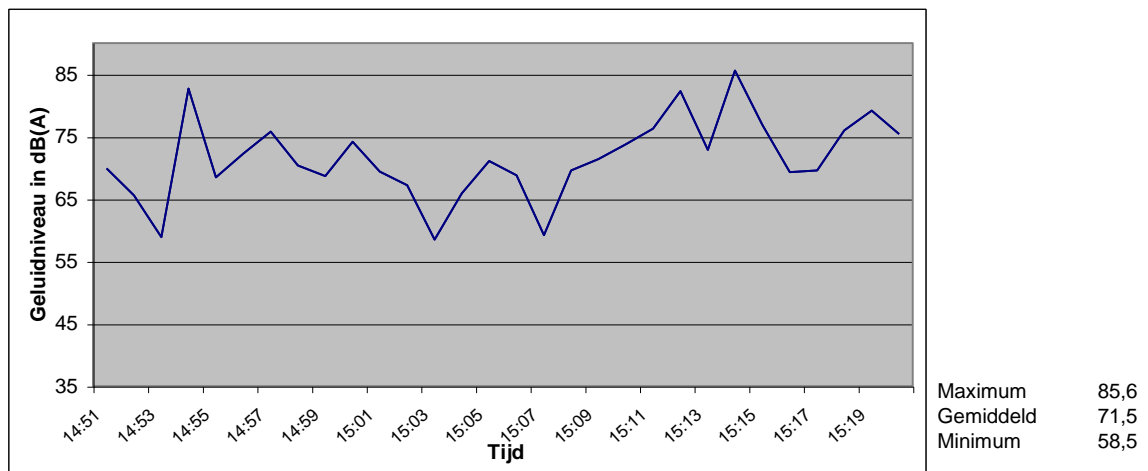
Het gemiddeld geluidniveau was bij 45% (17 van de 37) van de kinderdagverblijven meer dan 65 dB(A). Dit kan mogelijk bijdragen aan stress van de groepsleiding.

3.5.6 Waarden boven 70 dB(A)

Waarden van meer dan 70 dB(A) werden vaak gemeten, maar niet langdurig. Bij alle kinderdagverblijven kwam het hoogste niveau boven de 70 dB(A) uit. Bij 9 van de 74 groepsruimten (12%) schommelden de geluidniveaus rond de 70 dB(A) en meer. Dit kan mogelijk een negatief effect op het gehoor hebben, vooral bij jonge kinderen.

In bijna twee derde van de kinderdagverblijven (25 van de 37) was het maximum geluidniveau meer dan 80 dB(A). Een geluidbelasting van 80 dB(A) komt vaak, maar dan slechts kortdurend voor. Bij twee kinderdagverblijven was het maximum meer dan 90 dB(A).

De geluidbelasting is in de meeste groepsruimten het grootste deel van de tijd tussen 60 en 80 dB(A) in (zoals curve 1 in figuur 7).



Figuur 7: Twee voorbeelden van curves van geluidmetingen in een kinderdagverblijf

4 Discussie

4.1 CO₂-concentraties

De ventilatie in kinderdagverblijven schiet vaak tekort, ook in slaapkamers (zie paragraaf 1.1). De laatste jaren legt een groeiend aantal kinderdagverblijven baby's te slapen in buitenbedjes met het idee dat kinderen dan meer frisse lucht en/of rust krijgen. Of er werkelijk meer luchtverversing in buitenbedjes is dan in binnenbedjes, is echter nooit onderzocht. Om te onderzoeken of er een systematisch verschil in luchtverversing bestaat, is de CO₂-concentratie gemeten in de ademzone (*breathing zone*) van slapende baby's, omdat daarmee de mate van luchtverversing voor het kind het best benaderd wordt (zie 1.4). Er is weinig onderzoek gedaan naar de CO₂-concentratie in de ademzone van kinderen in verschillende soorten bedden.

Het onderzoek had een oriënterend karakter. Er was vooraf geen hypothese betreffende het te verwachten verschil tussen buitenbedjes en binnenbedjes. Wel was te verwachten dat de CO₂-concentratie buiten lager zou zijn dan die in de slaapkamer en dat dit een belangrijke invloed zou hebben op de concentratie in de bedjes. Daarom zijn de concentraties buiten en in de slaapkamers tegelijkertijd gemeten met die in de bedjes.

De CO₂-concentraties in de buitenlucht waren gemiddeld 380 ppm, hetgeen niet afwijkt van de verwachting.

4.1.1 CO₂-concentraties in slaapkamers

In het onderzoek, dat in de zomerperiode plaatsvond, kwam in de helft van de metingen (9 van de 19) de maximum CO₂-concentratie in de slaapkamer boven 800 ppm. De gemiddelde CO₂-concentratie in slaapkamers was 876 ppm, dus boven de toetswaarde van 800 ppm. De hoogste piekwaarde was 1938 ppm. Dit trad op met drie baby's in een kleine slaapruijme zonder roosters of ramen. De resultaten bevestigen eerder onderzoek dat ventilatie van slaapkamers in kinderdagverblijven vaak onvoldoende is.

In recent onderzoek in de winterperiode heeft Versteeg in 94% van de slaapruijmen een CO₂-concentratie gemeten die opliep tot meer dan 800 ppm (Versteeg, 2009). Hij vond dat de CO₂-concentratie in slaapkamers van kinderdagverblijven in 43% van de gebruikstijd boven 800 ppm kwam. In zijn onderzoek was de gemiddelde CO₂-concentratie in slaapkamers in de zomer 1314 ppm met een piekwaarde van 3629 ppm. Als de belangrijkste oorzaken hiervan noemt hij een hoge bezettingsgraad van per ruimte in verhouding tot een te geringe ventilatie door te weinig aanwezigheid of gebruik van ventilatie-voorzieningen.

Dat Versteeg in de winter hogere waarden constateert dan in het onderhavige onderzoek in de zomer, kan een gevolg zijn van het verschil in meetseizoen. De in het onderhavige onderzoek gevonden CO₂-concentraties lijken niet bijzonder hoog.

4.1.2 CO₂-concentraties in babybedjes binnen

Het is onbekend welke CO₂-concentratie in de inademingslucht nadelig kan zijn voor de gezondheid van de baby. Cross et al. (1953) beschreven een proef met CO₂ tijdens de slaap van pasgeborenen. Hun ademhalingsfrequentie nam toe bij een gehalte van 5000 ppm. Dit kan een extra belasting vormen. De auteurs geven terloops aan dat een CO₂-concentratie van 50.000 ppm meteen leidt tot rusteloosheid en huilen. Dergelijke zeer hoge CO₂-concentraties zouden kunnen leiden tot acidose (verzuring) van de baby of kunnen gepaard gaan met zuurstofgebrek (Kemp 1993; Sakai et al., 2008). Bij een CO₂-concentratie van 40.000 ppm is te verwachten dat het zuurstofgehalte daalt van 21 naar 16% (Sakai et al., 2009b). Een omgekeerde relatie tussen CO₂- en O₂-concentraties is logisch omdat O₂ wordt verbruikt bij de vorming van CO₂.

Mogelijk stimuleert een matig verhoogde CO₂-concentratie de ademhaling en verlaagt dit de kans op wiegendood (Mosko et al. 1997). Er zijn echter auteurs die een verband vermoeden tussen wiegendood en een gebrek aan luchtverversing in de wieg (Ferng and Lee, 2002; Skadberg et al., 2008). Een aantal risicofactoren voor wiegendood verhoogt het CO₂-gehalte van de inademiningslucht. Dit geldt onder andere voor buikligging (Djupesland et al, 2000).

Een hoge concentratie van verontreinigingen door een geringe luchtverversing, kan samengaan met hoge CO₂-concentratie in de ademzone. Wiegendood kan in theorie ook het gevolg zijn van het ontstaan van hoge concentraties van verontreinigingen, zoals bacteriële toxinen, afkomstig van het matras of andere delen van het bed (Sherburn en Jenkins 2005, Jenkins en Sherburn 2008). Dit is misschien een verklaring voor de mogelijk verhoogde kans op wiegendood in kinderdagverblijven (de Jonge et al., 2008, Moon et al., 2000). Wiegendood was geen aanleiding voor het huidige onderzoek.

Er zijn geen toetswaarden voor de CO₂-concentratie in de ademzone. In het onderhavige onderzoek zijn geen CO₂-concentraties gevonden die zo hoog zijn dat ze met wiegendood in verband kunnen worden gebracht. Het gemiddelde in de bedjes in slaapkamers was ruim 890 ppm. De maximum CO₂-concentratie per binnenbedje ligt tussen 733 en 3293 ppm. Het gemiddelde van deze maxima is 1557 ppm. Piekwaarden zijn te herleiden tot momenten waarop een baby dicht tegen een CO₂-meter aan ging liggen.

4.1.3 CO₂-concentraties in babybedjes buiten

De hoogste CO₂-concentraties per buitenbedje waren gemiddeld 1114 ppm. Dat is minder dan het gemiddelde van de hoogste CO₂-concentratie per binnenbedje (1557 ppm).

In een buitenbedje bevat de lucht gemiddeld 732 ppm meer CO₂ dan zijn omgeving; in een binnenbedje bevat de lucht 665 ppm CO₂ meer dan de slaapkamer. Deze resultaten suggereren dat luchtverversing in beide situaties redelijk vergelijkbaar is. Als de CO₂-concentraties binnen en buiten overeenkomen, zal de CO₂-concentraties in babybedjes binnen en buiten gemiddeld ook overeenkomen. De luchtverversing voor bedjes binnen is dus niet slechter dan voor buitenbedjes. Alleen de omstandigheden bij binnenbedjes zijn minder goed omdat slaapkamers vaak slecht geventileerd zijn. Hoewel in enkele buitenbedjes de CO₂-concentratie in de ademzone hoog opliep, gebeurde dat bij meer dan de helft van de metingen niet. Bij 13 van de 24 buitenmetingen schommelde de gemiddelde CO₂-concentratie in het buitenbedje rond 600 ppm. Zolang er veel kinderdagverblijven onvoldoende ventilatiemogelijkheden hebben in slaapkamers, heeft een baby meer kans op frisse lucht in een buitenbedje dan binnen.

Wel is de wijze van gebruik van een buitenbedje van belang. Voor ventilatie van bedjes gelden geen specifieke voorschriften. Er zijn geen specifieke richtlijnen voor babybedjes binnen of buiten. Een babybedje hoeft niet voorzien te zijn van een CE-markering en valt dus onder de Richtlijn Algemene Productveiligheid. Het Eisenpakket Kinderbedden en boxen (EP 149) en de Warenwetbesluit kinderbedden en boxen geven beiden geen details over de openheid van zijkanten.

Er bestaat wel een niet-wettelijk verplichtende norm voor wiegjes: de NEN-EN 1130-1:1996. Daarin staat o.a. dat een veilige wieg moet voldoen aan de volgende voorwaarden: minimaal 30 cm diep, 45 cm breed en 80 cm lang, en met een zijkant met een open structuur zoals een open geweven stof of spijlen waartussen de afstand 4,5 tot 6,5 cm bedraagt.

Het standaardmodel buitenbedje (type zoals Lutjepotje) voldoet niet aan deze eisen voor een wieg (en hoeft vermoedelijk daaraan niet te voldoen). Het heeft één open zijkant, met gaas om insecten te weren. Het belang van de open voorkant is wel gebleken in het onderhavige onderzoek: voor een goede ventilatie van het buitenbedje mag de opening aan de voorkant niet afgedekt worden met een doek of deken. Uit een casus in dit onderzoek bleek dat de CO₂-concentratie direct zakte zodra een afgedekte opening werd vrijgemaakt. Het standaardmodel buitenbedje lijkt met één open zijkant in voldoende luchtverversing te voorzien.

De bovenkant van veel buitenbedjes is een klep die open kan, met daaronder ook gaas om insecten te weren. Het lijkt waarschijnlijk dat een open klep leidt tot meer luchtverversing in de ademzone. De mogelijkheid om de bovenklep open te zetten, werd ten tijde van het onderhavige onderzoek weinig gebruikt. Er is dan ook niet vastgesteld hoeveel invloed de stand van de klep heeft op de luchtverversing.

Er zijn nog andere factoren die een rol kunnen spelen bij de ventilatie van buitenbedjes, zoals beschutting tegen wind en blootstelling aan de zon. Hiervoor geeft het verhuurbedrijf wel een richtlijn aan kinderdagverblijven. Deze factoren kunnen ook van invloed zijn op het comfort van een baby in een buitenbedje. Met name bescherming tegen oververhitting in het buitenbedje lijkt van belang, bijvoorbeeld door het creëren van de mogelijkheid tot verdraaiing of verplaatsing van het bedje. Bijna de helft van de kinderdagverblijven heeft alleen vaste plaatsen voor de buitenbedjes. Bij de meeste kinderdagverblijven zijn er wel bomen die schaduw geven; soms kan een zonnenscherm geplaatst worden bij te veel zon. Op warme dagen zal openzetten van de klep nuttig zijn voor afvoer van warme lucht, maar van deze mogelijkheid werd gedurende het onderzoek weinig gebruikt gemaakt.

Het zou interessant zijn om ook 's winters CO₂-concentratie metingen te doen in een buitenbedje. Wanneer de baby's dieper onder het dek liggen, kan de luchtverversing in de ademzone verminderen en mogelijk geringer zijn dan in een bedje in een slaapkamer.

4.1.4 CO₂-concentratie, temperatuur en luchtsnelheid

Een onderzoeksvraag was ook of de temperatuur van de buitenlucht in de zomer samenhangt met de CO₂-concentratie binnen. Dit onderzoek geeft geen aanwijzingen dat de temperatuur buiten doorgaans veel invloed had op de CO₂-concentratie binnen of in de buitenbabybedjes. Ook het verschil tussen de temperatuur binnen en buiten heeft geen duidelijk verband met de CO₂-concentratie in slaapkamers. De verklaring is mogelijk dat het temperatuurverschil tussen binnen en buiten klein was. Bovendien was het soms binnen warmer dan buiten en soms andersom.

In buitenbedjes is de temperatuur niet gemeten, maar eenmaal is de CO₂-meting stop gezet omdat het kind duidelijk te warm werd en uit het buitenbedje gehaald moest worden. Het is logisch dat het heet kan worden in het buitenbedje bij zonnig weer of hoge temperaturen. Bij dergelijke omstandigheden kan de luchtverversing tekortschieten om de warmte af te voeren als er alleen aan de zijkant een opening is. Het is aan te raden buitenbedjes te voorzien van een thermometer.

Een andere vraag met betrekking tot de CO₂-concentratie is of de windsnelheid invloed heeft op de CO₂-concentratie in de slaapkamers of in de buitenbedjes. Er was in dit onderzoek geen duidelijke correlatie tussen de windsnelheid in de regio en de ventilatie in een buitenbedje of in de slaapkamer. De luchtsnelheid ontleend aan het meetpunt in Eelde, dus op een afstand van meer dan 10 kilometer. Mogelijk is met informatie over windsnelheden ter plaatse bij het kinderdagverblijf wel een correlatie te vinden.

4.1.5 Resultaten in vergelijking met ander onderzoek

Per type ventilatie zijn dit onderzoek in Groningen andere resultaten gevonden dan in het landelijke onderzoek van Versteeg (2009). In Groningen is een hogere CO₂-concentratie gevonden in de mechanisch geventileerde kinderdagverblijven dan bij centra met geheel natuurlijke ventilatie (resultaten niet getoond). In de zomer vond Versteeg weinig verschil tussen natuurlijk en mechanisch geventileerde slaapkamers. In het stookseizoen vond hij in kinderdagverblijven met natuurlijke ventilatie vaker een hoge CO₂-concentratie. Hij vond in 100% van de slaapruidten met natuurlijke ventilatie in de winter een maximum CO₂-concentratie hoger dan 800 ppm, tegen 90%

van de slaapkamers met geheel mechanische ventilatie (Versteeg 2009). Mogelijk bestaat in zijn onderzoek door zelfselectie een overrepresentatie van kinderdagverblijven met goede mechanische ventilatie.

Versteeg gaat uit van de aanname dat ongeveer een derde van alle kinderdagverblijven geheel mechanische ventilatie heeft, en ongeveer 40% alleen natuurlijke ventilatie. Weinig studies geven inzicht in welk type ventilatie aanwezig is op kinderdagverblijven (Van Ass en Van de Stouwe, 2009). Na een literatuuronderzoek nemen Van Ass en Van der Stouwe aan dat het onderzoek van Habets en Dusseldorp (2005) het beste een representatief beeld geeft. Die vonden de volgende verdeling: 40% van de kinderdagverblijven had natuurlijke ventilatie, 43% mechanische afzuiging en 19% balansventilatie. In het Groninger onderzoek had slechts 7% geheel mechanische ventilatie, 30% mechanische toe- of afvoer en 63% alleen natuurlijke ventilatie.

4.2 Fijn stof

4.2.1 PM10-concentratie

Het onderzoek was gericht op de vraag hoeveel PM10 de lucht bevat in groepsruimten van kinderdagverblijven tijdens activiteiten van kinderen en hoe zich dat verhoudt tot de concentratie in woningen. Gravimetrisch bepaald bevat de lucht in groepsruimten van kinderdagverblijven gemiddeld $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10. Tijdens de metingen was de PM10-concentratie op het Groninger straatstation van het landelijke meetnet $18,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De aanwezige personen en hun activiteiten hebben dus een belangrijke bijdrage geleverd.

De binnen gemeten concentratie is vergelijkbaar met de gemiddelde PM10-concentraties van 25 tot $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ die vaak in de buitenlucht in (rand)stedelijk gebied worden gemeten (Velders et al., 2008).

De concentratie in groepsruimten is hoger dan in woningen, waar in overeenkomstige metingen de gemiddelde PM10-concentratie $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was (Hall et al., 2009). In scholen zijn echter 2 tot 3 maal hogere concentraties fijn stof aangetroffen dan in de onderzochte kinderdagverblijven (Janssen et al., 1999). Het is niet verrassend dat in kinderdagverblijven de PM10-concentratie hoger is dan in woningen, en dat in scholen de PM10-concentratie hoger is dan in kinderdagverblijven. PM10 in de binnenlucht lijkt het meest beïnvloed te worden door menselijke activiteiten. In kinderdagverblijven en scholen is overdag veel meer activiteit dan in de gemiddelde woning. In scholen verblijven tijdens de les bovendien veel meer personen per lokaal dan in kinderdagverblijven.

PM10 in binnenlucht is deels afkomstig van opwerveling (resuspensie) van vloerstof, deels van stofdeeltjes uit kleding en haren van aanwezigen, deels van buitenlucht die naar binnen is gekomen en deels van andere bronnen.

Fijn stof in de binnenlucht vormt voor kinderen een groter risico dan voor volwassenen, alleen al doordat blootstelling van kinderen groter is. Per kg lichaamsgewicht hebben kleine kinderen een groter ademminuutvolume dan grotere kinderen of volwassenen. Beamer et al. (2002) vonden in een onderzoek in kinderdagverblijven in Californië dat kinderen meer aan fijn stof (PM10) worden blootgesteld doordat de concentratie dicht bij de vloer hoger is. Het is echter niet mogelijk vanuit de mate van blootstelling af te leiden hoe groot het gezondheidsrisico is omdat PM10 in kindercentra en scholen een andere samenstelling heeft dan de buiten gemeten PM10 (zie paragraaf 1.4).

4.2.1 Fijn stof fracties (0,3-10 µm)

Naast de PM10-concentratie is ook het aantal deeltjes per liter lucht geteld in groepsruimten, door metingen van een half uur en over een periode van 48 uur. De 48-uursmetingen zijn net zo uitgevoerd als in het 60-woningenonderzoek (Hall et al., 2009) zodat een vergelijking mogelijk is tussen kinderdagverblijven en woningen.

Van de fracties tussen 5 en 10 µm zijn de gemiddelde aantalsconcentraties in kinderdagverblijven hoger dan die van woningen. Dit is verklaarbaar omdat er tijdens de metingen in kinderdagverblijven veel activiteit gaande was. Dan zijn voor de grotere fracties hogere concentraties te verwachten.

Wat in kinderdagverblijven ook een rol kan spelen is dat in bijna alle groepsruimten veel losse spullen gebruikt worden, zoals kussens, knuffels en speeltjes. Ook zijn er vaak knutselwerkjes, open kasten en bakjes. Hoewel er dagelijks wordt schoongemaakt lag er soms zichtbaar stof op de vloer. Liggend (zichtbaar) stof lijkt echter geen invloed te hebben op de fijnstofmetingen: in dit onderzoek werden in kinderdagverblijven waar het heel schoon leek soms hogere aantalsconcentraties fijn stof gevonden dan daar waar niets te zien was, en omgekeerd. Enkele kinderdagverblijven hebben extra aandacht voor de hygiëne binnen en gebruiken slofjes voor alle bezoekers van het kinderdagverblijf, terwijl de leidsters binnen altijd hun eigen sloffen of dragen of schoenen die ze slechts binnen gebruiken. Er was geen evident verschil in fijnstofconcentraties bij kinderdagverblijven met en zonder deze maatregel.

Voor de kleinere fracties, van 0,3 tot 5 µm, zijn de verschillen tussen kinderdagverblijven en woningen het grootst. De kinderdagverblijven hebben een lager gemiddelde aantalsconcentratie. De concentratie van deze kleinere deeltjes wordt vooral beïnvloed door verbrandingsprocessen, die in kinderdagverblijven minder te verwachten zijn omdat er weinig gekookt en niet gerookt wordt. Het is mogelijk dat de invloed van verkeer rondom kinderdagverblijven ook een rol speelt. Of er minder verkeer is rondom kinderdagverblijven, is niet onderzocht.

4.3 Vlamvertragers in vloerstof

Het onderzoek was gericht op de vraag hoeveel PBDE's het vloerstof bevat in groepsruimten van kinderdagverblijven en hoe zich dat verhoudt tot de concentratie in woningen. Bij het interpreteren van de meetresultaten van deze vlamvertragers bestaat een aantal onzekerheden.

De bemonsteringsmethode heeft invloed op de hoeveelheid stof en de hoeveelheid te onderzoeken verbinding die aangetroffen wordt. De veegmethode verzamelt voornamelijk los stof op oppervlakken. Dit losliggende stof is vooral relevant voor de *actuele* blootstelling.

Er was veel variatie tussen de hoeveelheden stof op verschillende oppervlakken in verschillende kinderdagverblijven. Ook is te verwachten dat de variatie in de hoeveelheid stof in de tijd groot is. De hoeveelheid stof die bemonsterd wordt is mede bepalend voor de hoeveelheid te onderzoeken verbinding die aangetroffen wordt. Het aantal monsters met een concentratie boven de detectiegrens van de analysemethode is dus afhankelijk van de bemonsteringsmethode.

4.3.1 Gehalte vlamvertragers in vloerstof in groepsruimten

De drie vlamvertragers die in het onderhavige onderzoek het meest frequent in vloerstof zijn aangetroffen, zijn BDE-47, BDE-99 en BDE-209. De gemiddelde concentratie van BDE-47 was 19,5 ng/g en die van BDE-99 was 6,7 ng/g. BDE-209 had een hogere gemiddelde concentratie van 546 ng/g. Twee andere vlamvertragers die tamelijk vaak in de kinderdagverblijven zijn aangetroffen, BDE-66 en BDE-183, hadden een gemiddelde concentratie van 8,0 respectievelijk 8,1 ng/g.

4.3.2 Vergelijking resultaten groepsruimten en woningen

In kinderdagverblijven waren zeven verschillende PBDE's detecteerbaar, in woningen 5 PBDE's. Net als bij woningen was er in één kinderdagverblijf een zeer hoge concentratie BDE-209 (7074 ng/g) aanwezig, zonder dat daarvoor een verklaring is.

Kinderdagverblijven en woningen hebben in grote lijnen vergelijkbare resultaten voor twee typen vlamvertragers BDE-47 en BDE-209, al was de concentratie in kinderdagverblijven hoger. BDE-99 kwam veel frequenter boven de detectiegrens voor in kinderdagverblijven (10 van de 17) dan in woningen (1 van de 10). Wel was de gevonden maximum concentratie in kinderdagverblijven lager (24,3 ng/g stof) dan die in woningen (34,6 ng/g stof). Het is onduidelijk waarom deze vlamvertrager frequenter voorkomt in kinderdagverblijven dan in woningen. Gezien de kleine steekproef kan het verschil toeval zijn, maar de stof kan ook afkomstig zijn van een bron die in veel kinderdagverblijven voorkomt.

4.3.3 Betekenis voor de gezondheid

Kennis van de gezondheidsrisico's van de PBDE's is nog beperkt. Helaas zijn er voor de meeste PBDE's nog geen advieswaarden, alleen voor BDE-99 is een voorlopige toelaatbare dagelijkse inname (TDI) geformuleerd. Die waarde werd in dit onderzoek niet overschreden in een berekening gebaseerd op gangbare aannames voor ingestie van vloerstof. Daarbij is geen rekening gehouden met blootstelling aan dit vloerstof via huidcontact en inhalatie. Ook is geen rekening gehouden met de elders optredende PBDE-blootstelling van de kinderen door ingestie, huidcontact, inhalatie en voeding.

Voor sommige PBDE's is voedsel de belangrijkste bron. Monitoring geeft aan dat blootstelling aan BDE-99 via voeding na een periode van stijging de laatste jaren is gestabiliseerd (de Winter-Sorkina et al, 2006). Blootstelling aan vlamvertragers via vloerstof is met name groot voor BDE-99, in mindere mate voor BDE-47 en BDE-100. Als BDE-99 veel in vloerstof voorkomt, lopen vooral kleine kinderen (0-2 jarigen) een verhoogd risico aangezien zij relatief veel met vloerstof in contact komen (de Winter-Sorkina et al., 2006; Zeilmaker et al., 2009). De blootstelling aan BDE-99 is in belangrijke mate te wijten aan vloerstof, met name voor kinderen. Van de toelaatbare inname van BDE-99 is 57% afkomstig van het stof dat kinderen binnen krijgen (Oomen et al., 2008).

De blootstelling aan BDE-209 via vloerstof blijkt minstens zo groot of zelfs nog groter dan blootstelling via voedsel (Zeilmaker et al., 2009; Oomen et al., 2008). In de blootstelling aan PBDE's neemt BDE 209 belangrijke plaats in. Daarom is een toxicologische beoordeling gewenst. Ook andere PBDE's kunnen een gezondheidsrisico vormen, maar dit is onbekend wegens het ontbreken van gegevens over de toxiciteit ervan.

Het verminderen van blootstelling aan vlamvertragers via huisstof is mogelijk door het elimineren van bronnen of door het intensiveren van de schoonmaak. Het is echter onbekend welke bronnen de belangrijkste bijdrage leveren en in welke mate schoonmaken het risico vermindert.

Naschrift

In 2011 heeft het Contam-panel van de European Food and Safety Authority een rapport gepubliceerd over PBDE's.

In de *abstract* staat o.a. het volgende. *The CONTAM Panel concluded that for BDE-47, -153 and -209 current dietary exposure in the EU does not raise a health concern. For BDE-99 there is a potential health concern with respect to current dietary exposure.*

In de *summary* staat o.a.: *PBDEs in house dust and cars, particularly BDE-209, can be an important additional source of exposure for young children, and is estimated to be in the range of 0.5-80 ng/kg b.w. The CONTAM Panel noted that exposure from dust is far below the BMDL10 for BDE-209 of 1.7 mg/kg b.w. per day, and therefore of no health concern.*

[BMDL10 = 10%-ondergrens van het betrouwbaarheidsinterval van de *benchmark dose*;
b.w. = *body weight*]

Bron: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Scientific Opinion on Polybrominated Diphenyl Ethers (PBDEs) in Food. EFSA Journal 2011;9(5):2156

4.4 Geluid

De geluidmetingen in kinderdagverblijven duurden 30 minuten. Steeds waren er tussen de 7 en 12 kinderen aanwezig en de groepsleiding. Meestal speelden de kinderen in groepjes, soms aan tafel, soms vrij in de groepsruimte. De situaties waarin is gemeten, zijn representatief voor de dagelijkse praktijk in een kinderdagverblijf.

4.4.1 Geluidniveau in groepsruimten tijdens activiteiten

Tijdens het onderzoek bleek dat sommige leidsters het geluidniveau en de akoestiek als hinderlijk ervaren. Vragen hierover maakten geen deel uit van het onderzoek, maar soms werden spontaan opmerkingen gemaakt over hinder van het geluidniveau en de akoestiek. Deze klachten zijn niet geuit in kinderdagverblijven met de hoogste maximum waarden in de geluidmetingen. Subjectieve factoren spelen een belangrijke rol bij hinder. De gemelde hinder stemt overeen met bevindingen in ander onderzoek, bijvoorbeeld dat van Versteeg (2009).

Het gemiddelde geluidniveau voor alle kinderdagverblijven was 64,3 dB(A). Dat is een geluidniveau waarbij inspanning nodig is om verstaanbaar te zijn, waardoor stemproblemen kunnen optreden en overdracht van informatie worden bemoeilijkt (zie paragraaf 2.3.6). Dergelijke niveaus kunnen bij basisschoolkinderen ook ongunstig zijn voor het welbevinden: meer hoofdpijn, vermoeidheid en stress (Wålinder et al., 2007). Het onderzoek van Wålinder is nog niet elders gerepliceerd.

In een Deens rapport over effecten van geluid op kinderen wordt een aantal studies geciteerd met veel voorkomende geluidniveaus op verschillende locaties; in kinderdagverblijven is dit gemiddeld tussen de 75-81 dB(A) (Bistrup, 2001). Ook McAllister et al (2009) rapporteren een gemiddeld geluidniveau (L_{eq}) van 81,5 tot 83,6 dB(A) in 3 kinderdagverblijven, gemeten vlak bij de oren van kinderen. Dit is veel hoger dan de 64.3 dB(A) die in Groningen is gemeten. Een verklaring daarvoor is niet beschikbaar. Maar in het onderzoek in Groningen zijn in veel kinderdagverblijven gemiddelde waarden gemeten van meer 70 dB(A), hetgeen mogelijk invloed kan hebben op het gehoor (zie paragraaf 2.3.6).

4.4.2 Geluidniveau en communicatie

Een tweegesprek in een rustige omgeving heeft een geluidniveau van 35-45 dB(A). Een groepsgesprek en het toespreken van een groep leveren 45-60 dB(A). Bij een continu niveau van meer dan 45 dB(A) wordt communicatie bemoeilijkt. Bij dergelijke geluidniveaus missen jonge kinderen vaak een groter deel van de aangeboden informatie. Dit is niet bevorderlijk voor hun cognitieve en emotionele ontwikkeling. Dit geldt in sterkere mate voor kinderen met gehoor- of

taalproblemen. Om voor hen goed verstaanbaar te zijn moet met nog meer stemverheffing worden gesproken.

Bij 73% van de kinderdagverblijven was tijdens de metingen het geluidniveau nooit lager dan 45 dB(A). Het merendeel van de tijd is het geluidniveau zelfs tussen de 60 en de 80 dB(A), met een gemiddelde van ruim 64 dB(A). Voor verstaanbaarheid is een signaal-ruis verhouding nodig van tenminste 10 dB(A); dit betekent dat de luisteraar het spraakgeluid ten minste 10 dB(A) luider moet ontvangen dan de andere aanwezige geluiden samen. Voor *goede* verstaanbaarheid is 15 dB(A) verschil gewenst en voor jonge kinderen is zelfs dat niet genoeg (Bradley en Sato, 2008). Kinderen met een taalachterstand of een gehoorverlies hebben behoefte aan een extra contrast van 2-5 dB(A). Dit betekent dat een signaal-ruisverhouding van ten minste 20 dB(A) wenselijk is. Een ongunstige signaal-ruisverhouding kan belemmerend werken op de ontwikkeling van jonge kinderen. Het is onbekend in hoeverre dit een rol speelt in kinderdagverblijven.

4.4.3 Geluidniveau en gehoor

Jonge kinderen kunnen gevoeliger zijn dan volwassenen voor gehoorschade door een hoog geluidniveau. Volgens de WHO (2000) en US EPA (Environmental Protection Agency) (1974) zou de blootstelling aan geluid gemiddeld over 24 uur onder de 70 decibel moeten blijven om te voorkomen dat meetbaar gehoorverlies optreedt. Bij kinderen zou de drempel voor het optreden van gehoorschade nog lager kunnen zijn dan 70 dB(A) (Bistrup 2001). In 12% van de kinderdagverblijven lag het geluidniveau langdurig rond of boven de 70 dB(A). Een dergelijke situatie kan dus mogelijk een ongunstig effect hebben op het gehoor van kinderen. Omdat kinderen maar een beperkt deel van de tijd in een kinderdagverblijf zijn, heeft het geluidniveau van hun verblijf elders mogelijk meer invloed. Bovendien is in het kinderdagverblijf maar een half uur gemeten tijdens activiteiten. De rest van de tijd kan het in de groepsruimten stiller zijn, evenals in de slaapkamers. Maar er kan de rest van de tijd ook meer lawaai zijn, met name in de groepsruimten. Het lijkt dus mogelijk dat het geluidniveau in sommige kinderdagverblijven een negatieve invloed heeft op het gehoor. Het is onbekend in hoeverre dit werkelijk optreedt in kinderdagverblijven.

Voor jonge kinderen is een langdurige blootstelling aan een geluidniveau boven de 70 dB(A) af te raden. Naast het verminderen van het aantal geluidbronnen en/of het dempen van de bronsterkte, valt het te overwegen om maatregelen te treffen voor het verbeteren van de akoestiek. De nagalmtijd is te verkorten door meer geluiddempend materiaal aan te brengen.

5 Conclusies en aanbevelingen

Het verschil tussen de CO₂-concentratie in de buitenlucht en speciale babybedjes die buiten staan is ongeveer hetzelfde als het verschil tussen slaapkamers en babybedjes daarbinnen. De CO₂-concentratie in babybedjes die buiten staan is echter duidelijk lager dan die in de babybedjes in slaapkamers. De CO₂-concentraties in bedjes bereiken in dit onderzoek geen niveaus die op zich schadelijk zijn, maar ze vormen een indicatie dat de luchtverversing tekort schiet. Dit komt vooral doordat de slaapkamers slechte ventilatievoorzieningen hebben en/of doordat deze voorzieningen onvoldoende worden gebruikt. Het is wenselijk te zorgen voor een betere ventilatie van de meeste slaapkamers van kinderdagverblijven.

In de buitenbedjes schiet de luchtverversing tekort als de voorkant (deels) wordt afgedekt.

De CO₂-concentratie in de slaapkamers hangt niet duidelijk samen met de temperatuur van de lucht daarbinnen of met de windsnelheid gemeten op een regionaal KNMI-weerstation. In buitenbedjes die in de zon staan, kan de temperatuur te hoog oplopen. Het is wenselijk met een thermometer in buitenbedjes de luchttemperatuur te bewaken.

In groepsruimten is tijdens activiteiten de hoeveelheid PM10 in de lucht bijna twee keer zo hoog als in woningen. Dit ligt in de lijn der verwachting aangezien PM10 beïnvloed wordt door menselijke activiteit en er in kinderdagverblijven relatief veel activiteit van kinderen is. Het gezondheidsrisico hiervan is onbekend, maar het is raadzaam tijdens activiteiten intensief te ventileren.

Het gehalte vlamvertragers in vloerstof in groepsruimten is vergelijkbaar met dat in woningen. Ook werden dezelfde typen vlamvertragers aangetroffen. Het gezondheidsrisico hiervan is onbekend, maar in het algemeen is aannemelijk dat verontreinigingen in vloerstof zich minder ophopen naar mate de reiniging beter is.

Het geluidniveau in groepsruimten tijdens activiteiten is lager dan in ander onderzoek. Toch kan het geluidniveau in groepsruimten een aantal ongewenste effecten hebben. Het kan belemmerend zijn voor overdracht van informatie, vooral voor kinderen met een gehoorprobleem of taalachterstand. Dit kan ongunstig zijn voor hun ontwikkeling. Het geluidniveau kan leiden tot stemproblemen van groepsleidsters en het kan bijdragen aan stress. Ook ligt het geluidniveau in sommige groepsruimten op een niveau dat mogelijk een negatief effect kan hebben op het gehoor. Het is wenselijk de bronsterkte van geluiden te verminderen en de akoestiek te verbeteren met meer geluiddempend materiaal.

6 Dankwoord

Wij zijn veel dank verschuldigd aan Lisbeth Hall die vanuit het RIVM een zeer waardevolle inbreng heeft geleverd.

Saskia Rengers heeft een belangrijk deel van het veldonderzoek uitgevoerd. Graag willen we haar bedanken voor haar enthousiaste inzet.

Gea Meijer heeft het onderzoek op diverse wijzen ondersteund, waarvoor onze dank.

Mayke van Ass van de Hulpverleningsdienst Gelderland Midden en van Tiny Habets van GGD Rotterdam- Rijnmond hebben op het conceptrapport commentaar geleverd waarvan we dankbaar gebruik hebben gemaakt.

7 Referenties

- AAP (American Academy of Pediatrics). *Pediatric Environmental Health*. AAP, 1999.
- Beamer P, Castano A, Leckie JO. Vertical profile particulate matter measurements in a California daycare. *Proceedings Indoor Air 2002*;12:103-108.
- Berglund B, Lindvall T, (eds). *Community noise*; document prepared for the WHO. Stockholm, Center of Sensory Research, 1995.
- Bistrup ML. *Health Effects of noise on children and perception of risk of noise*. National Institute of Public Health. Denmark, 2001.
- Bitter C. Functionele effecten, hinder en stressverschijnselen door geluid. In: *Handboek Milieubeheer deel 3. Lawaai-beheersing*. Deventer, Kluwer, 1987.
- Bradley JS, Sato H. The intelligibility of speech in elementary school classrooms. *J. Acoustic Soc Am*. 2008 Apr; 123 (4): 2078-86.
- CEN. *CEN-EN 1540 workplace atmospheres—terminology*. Brussels, Belgium: Comité Européen de Normalisation; 1998.
- Corbyn JA. Sudden infant death due to carbon dioxide and other pollutant accumulation at the face of a sleeping baby. *Med Hypotheses* 1993; 41:483-94.
- Cross KW, Hooper JMD and Oppé TE. The effect of inhalation of carbon dioxide in air of the respiration of the full-term and premature infant. *J. Physiol*. 1953 122, 264-273.
- Djupesland PG, Børresen BA. Computational simulation of accumulation of expired air in the infant cot. *Acta Otolaryngol Suppl*. 2000;543:183-5.
- Duijm F, Meijer G. Luchtkwaliteit in scholen. *GGD Nieuws nr 4, mei 1999, blz 19-22*.
- Dusseldorp A en van Bruggen M. *Gezondheidskundige advieswaarden binnenmilieu, een update*. 2007. RIVM-rapport: 609021043.
- EEA-WHO. *Children's health and environment: a review of evidence; joint report of European Environmental Agency and WHO regional office for Europe, no 29*. Copenhagen, EEA and Rome, WHO; 2002).
- EPA document: *Information on Levels of Environmental Noise Requisite to Protect Public Health and Welfare with an Adequate Margin of Safety*. EPA, 1974.
- Gezondheidsraad. *Advies inzake het binnenhuisklimaat, in het bijzonder ventilatieminimum, in Nederlandse woningen*. Den Haag, Gezondheidsraad, 1984.
- Gezondheidsraad. *Binnenmilieu in scholen*. Den Haag, Gezondheidsraad, 2010.
- Haans L, Boerstra A.C. *Onderzoek naar luchtkwaliteit en het thermisch binnenmilieu in Rotterdamse kinderdagverblijven*. Rotterdam, Boerstra Binnenmilieu Advies (BBA), 2004.

Haans L. De kwaliteit van binnenmilieu in kinderdagverblijven; afstudeerscriptie. Maastricht, Universiteit van Maastricht, 2002.

Habets T, Dusseldorp A. Onderzoek naar het klimaat in slaapruidten van kinderdagverblijven. Rotterdam, GGD Rotterdam en omstreken - Cluster Milieu en Hygiëne, 2005.

Hale TM, Valea FA, Stelling JR, Roman GA. A new method and apparatus that prevents the rebreathing of expired carbon dioxide of sleeping neonates and infants. *Am J Perinatol* 1995;12:164-7.

Hall GL, Reimann B, Wildhaber JH, Frey U. Tidal exhaled nitric oxide in healthy, unselected newborn infants with prenatal tobacco exposure. *J Appl Physiol* 2002;92:59-66.

Hall EF, Dusseldorp A, Aries MBC, Knoll B. Verbindingen in lucht en huisstof van woningen. Bilthoven, RIVM rapport 609021087/2009.

Jamison DG, Kranje G, Yu K, Hodgetts WE. Speech intelligibility of young school-aged children in the presence of real-life classroom noise. *Journal of American Academy of Audiology*. 2004 Jul-Aug;15(7):508-17.

Janssen NAH, Hoek G, Brunekreef B, Harssema H. Mass concentration and elemental composition of PM10 in classrooms. *Occup Environ Med* 1999;56:482-287.

Jenkins RO, Sherburn RE. Used cot mattresses as potential reservoirs of bacterial infection: nutrient availability within polyurethane foam. *J Appl Microbiol* 2008;104:526-33.

Jonge de GA, Brand R, Ruys JH, Semmekrot BA. Meer wiegendood tijdens kinderopvang dan in dezelfde uren thuis: 10-jaarscijfers. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde* 2008;152:1377-81.

Kemp JS, Thach BT. A sleep position-dependent mechanism for infant death on sheepskins. *Am J Dis Child*. 1993;147:642-6.

Malcolm G, Cohen G, Henderson-Smart D. Carbon dioxide concentrations in the environment of sleeping infants. *J Paediatr Child Health*. 1994 Feb; 30 (1):45-9.

McAllister AM, Granqvist S, Sjölander P, Sundberg J. Child voice and noise: a pilot study of noise in day cares and the effects on 10 children's voice quality according to perceptual evaluation. *J Voice* 2009;23:587-93.

Meijer A, Hasselaar E, Snepvanger CAM. Literatuur studie scholen en kindercentra. Binnenmilieu, gezondheid en leerprestaties. Delft, TU Delft, 2007.

Meijer G. Binnenmilieu van kinderdagverblijven; afstudeerscriptie. Groningen, GGD Groningen, 1999.

Moon RY, Patel KM, Shafer SJ. Sudden infant death syndrome in child care settings. *Pediatrics* 2000;106:295-3000.

Mosko S, Richard C, Mc Kenna J, Drummond S, Mukai D. Maternal proximity and infant CO₂ environment during bed sharing and possible implications for SIDS research. *Am J Phys Anthropol* 1997;103:315-28.

NEN-norm. Meubelen - Wiegen voor huiselijk gebruik - deel 1: Veiligheidseisen, documentnummer: NEN-EN 1130-1:1996. Delft, NEN, 1996.

NEN. Ventilatie van schoolgebouwen; NEN 1089. Delft, NEN, 1986

Oomen AG, Janssen JCM, Dusseldorp A, Noorlanders CW. Exposure to chemicals via house dust. RIVM rapport 609021064/2008. Bilthoven, RIVM, 2008.

Otte PF, Lijzen JPA, Otte JG, Swartjes FA, Versluijs CW. Evaluation and revision of the CSOIL parameter set.; RIVM report 711701021. Bilthoven, National Institute for Public Health and the environment, 2001.

Overveld van, M, De Gids WF. Bouwbesluit 2003 toegespitst op kinderopvang. Eindhoven, Waarborgfonds Kinderopvang, 2002.

Passchier-Vermeer W. Noise and health of children; TNO report PG/VGZ/2000.042. Delft, TNO Prevention and Health, 2000.

Peeters E (redactie). Handboek Binnenmilieu. Utrecht, GGD Nederland, 2007.

Picard M, Bradley JS. Revisiting speech interference in classrooms. *Audiology* 2001 Sep-Oct;40(5):221-44.

Sakai J, Kanetake J, Takahashi S, Kanawaku Y, Funayama M. Gas dispersal potential of bedding as a cause for sudden infant death. *Forensic Science International* 2008;180:93-7.

Sakai J, Takahashi S, Funayama M. 2009a Gas dispersal potential of infant bedding of sudden death cases (I): CO₂ accumulation around the face of infant mannequin model.

Sakai J, Takahashi S, Funayama M. 2009b Gas dispersal potential of infant bedding of sudden death cases (II): mathematical simulation of O₂ deprivation around the face of infant mannequin model. *Leg Med (Tokyo)* 2009;11: S06-7.

Sala E, Laine A, Simberg S, Pentti J, Suonpää J. The prevalence of voice disorders among day care center teachers compared with nurses: a questionnaire and clinical study. *J Voice* 2001;15:413-23.

Sherburn RE, Jenkins RO. Aerial release of bacteria from cot mattress materials and the sudden infant death syndrome. *J Appl Microbiol* 2005;98:293-8.

Skadberg BT, Oterhals Å, Finborud K, Markestad T. CO₂ rebreathing: a possible contributory factor to some cases of sudden infant death? *Acta Paed* 2008;84:988-95.

Södersten M, Granqvist S, Hammarberg B, Szabo A. Vocal behavior and vocal loading factors for preschool teachers at work studied with binaural DAT recordings. *J Voice* 2002;16:356-71.

Tappin D, Brooke H, Ecob R, Gibson A. Used infant mattresses and sudden infant death syndrome in Scotland: case-control study. *Br Med J* 2002;325:1007-9.

TNO Instituut voor Zintuigfysiologie. Verstaan van spraak en lawaaidoofheid. Den Haag, Ministerie SZW, DGA, 1990.

TNO. Relatie EPC-niveau en gezondheidsrisico's als onderdeel van het kwaliteitsniveau van gebouwen. Delft, TNO, 2003.

Van Ass M, Van der Stouwe N. Vooronderzoek 'Frisse lucht in kinderdagverblijven'. Hulpverlening Gelderland Midden, 2009.

Velders et al. Concentratiekaarten voor grootschalige luchtverontreiniging in Nederland; rapportage 2008, MNP-publicatienummer 500088002. Bilthoven, Milieu- en Natuurplanbureau, 2008.

Versteeg H. Onderzoek binnenmilieu kindercentra. Nieuwegein, Lichtveld Buis en Partners BV., 2009.

VROM. Kinderopvang; specifieke en uniforme eisen verankerd in het Bouwbesluit; informatieblad april, 2005. Den Haag, VROM, 2005.

Weerdt DHJ van de, Wensveen P. Onderzoek naar binnenluchtkwaliteit van kinderdagverblijven. GGD regio IJssel Vecht, Zwolle, 2001

WHO. Guidelines for community noise; fact sheet no 258. Geneva, World Health Organisation, 2000.

WHO. Exposure of children to air pollution (particulate matter) in outdoor air; Fact sheet 3.3; 2007. Copenhagen, WHO, 2009).

Winter-Sorkina de R, Bakker MI, Wolterink G, Zeijlmaker MJ. Brominated flame retardants: occurrence, dietary intake and risk assessment. RIVM rapport 320100002/2006.

Zeijlmaker MJ, Bokkers BGH, Noorlander CW, Biesebeek JD, Jekel AA, Schothorst RC. Polybromated diphenyl ethers: occurrence in Dutch duplicate diets and comparison with exposure from European house dust. RIVM report 320100003. Bilthoven, RIVM, 2009.

Zhang JJ, Liou PJ. Human exposure assessment in air pollution systems. Sci World J 2002;23(2):497-513.

8 Bijlage 1. Vragenlijsten

Vragenlijst

Onderzoek binnenmilieu kinderdagverblijven zomer 2009

Naam KDV:	ID nr KDV:
Straat en huisnr:	
Postcode en woonplaats:	
Telefoonnummer:	
Naam van geïnterviewde leidster:	
Functie van geïnterviewde leidster:	
Datum:	
Initialen interviewer:	

Locatie

In wat voor gebouw is het kinderdagverblijf (KDV) gehuisvest?

- speciaal gebouwd voor KDV
- school
- aangepast bedrijfsgebouw
- woonhuis
- anders, nl

1. Leeftijd van het gebouw (bij benadering)/ of bouwjaar (indien bekend)

2. Grootte v/h kinderdagverblijf

- groot (> 3 groepsruimten)
- middel (2-3 groepsruimten)
- klein 1

Omstandigheden groepsruimte waar gemeten wordt:

3. Wat is er aanwezig in de groepsruimte (aanvinken, meerdere antwoorden mogelijk):
- open kasten

- ◇ losse kussens
 - ◇ losse spulletjes/speelgoed op kasten en vensterbanken
 - ◇ knutselwerkjes aan de muur
 - ◇ zichtbaar stof op de vloer
 - ◇ gordijnen
 - ◇ anders.....
1. Wat is de overheersende bekleding van de zitmeubels in de meetruimte
- ◇ textiel
 - ◇ kunststof
 - ◇ anders -----
2. Welk type vloerbedekking heeft de groepsruimte (op meer dan de helft van de oppervlakte)?
- ◇ tapijt
 - ◇ vloerzeil (vinyl of linoleum)
 - ◇ hout of laminaat
 - ◇ anders, namelijk.....
 - ◇ indien vloerstofmonster op afwijkende vloerbedekking, wat voor type?
3. Welke ventilatiemogelijkheden heeft **de groepsruimte** op meer dan 1.80 meter boven de vloer (meerdere antwoorden mogelijk) groepsruimte 1 groepsruimte 2
- | | |
|---|----------------|
| ◇ roosters | [] 1 en [] 2 |
| ◇ klepramen (openen naar buiten) | [] 1 en [] 2 |
| ◇ draai/kiep-ramen (openen naar binnen) | [] 1 en [] 2 |
| ◇ schuiframen | [] 1 en [] 2 |
| ◇ mechanische ventilatie | |
| o ventielen/roosters met lucht naar binnen geblazen | [] 1 en [] 2 |
| o ventielen/roosters met lucht naar buiten gezogen | [] 1 en [] 2 |
| ◇ ventilatiekoker/kanaal zonder mechanische afzuiging | [] 1 en [] 2 |
| ◇ anders, namelijk:..... | [] 1 en [] 2 |
4. Hoe wordt er nu geventileerd in **de groepsruimte** (meerdere antwoorden mogelijk) (*een kier is tot 8 cm = ongeveer een handbreed*)
- | | | | |
|----------------------------|----------------|-------|----------------|
| | groepsruimte 1 | | groepsruimte 2 |
| ◇ roosters open | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ ramen Open /op kier | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ buitendeur Open/ op kier | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ mechanische ventilatie | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ ventilatiekoker/kanaal | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ luchten met ramen/deuren | [] 1 | | en [] 2 |
| ◇ anders, namelijk:..... | | | |
5. Hoe vaak worden de volgende werkzaamheden gedaan in de groepsruimte
- | | | | | |
|----------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| vegen | <input type="checkbox"/> < 1x/week | <input type="checkbox"/> 1-2x/week | <input type="checkbox"/> 3-4x/week | <input type="checkbox"/> dagelijks |
| dweilen/wissen | <input type="checkbox"/> < 1x/week | <input type="checkbox"/> 1-2x/week | <input type="checkbox"/> 3-4/week | <input type="checkbox"/> dagelijks |
| stofzuigen | <input type="checkbox"/> < 1x/week | <input type="checkbox"/> 1-2x/week | <input type="checkbox"/> 3-4x/week | <input type="checkbox"/> dagelijks |
| stof afnemen | <input type="checkbox"/> < 1x/week | <input type="checkbox"/> 1-2x/week | <input type="checkbox"/> 3-4x/week | <input type="checkbox"/> dagelijks |
6. Indien aanwezig, waar zit de schakelaar om ventilatie te regelen?
- ◇ in de groepsruimte
 - ◇ ergens centraal
 - ◇ anders, namelijk:
7. Indien aanwezig, op welke stand staat die schakelaar dan nu?
- ◇ stand 1 (laag)
 - ◇ stand 2 (midden)
 - ◇ stand 3 (hoog)
 - ◇ anders, namelijk:

Omstandigheden slaapruijnte waar gemeten wordt

Wat is er aanwezig in slaapkamer (meerder antwoorden mogelijk):

- ◇ alleen bedden
- ◇ open kasten
- ◇ losse spulletjes
- ◇ gordijnen
- ◇ anders, namelijk.....

8. Welk type vloerbedekking is er in de slaapruijnte waarin gemeten wordt (op meer dan de helft van de vloer):

- ◇ tapijt
- ◇ vloerzeil (vinyl of linoleum)
- ◇ hout of laminaat
- ◇ anders

9. Schoonmaakfrequentie in de slaapruijnte

- | | | | | | | | | |
|----------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| vegen | <input type="checkbox"/> | < 1x/week | <input type="checkbox"/> | 1-2x/week | <input type="checkbox"/> | 3-4x/week | <input type="checkbox"/> | dagelijks |
| dweilen/wissen | <input type="checkbox"/> | < 1x/week | <input type="checkbox"/> | 1-2x/week | <input type="checkbox"/> | 3-4x/week | <input type="checkbox"/> | dagelijks |
| stofzuigen | <input type="checkbox"/> | < 1x/week | <input type="checkbox"/> | 1-2x/week | <input type="checkbox"/> | 3-4x/week | <input type="checkbox"/> | dagelijks |
| stof afnemen | <input type="checkbox"/> | < 1x/week | <input type="checkbox"/> | 1-2x/week | <input type="checkbox"/> | 3-4x/week | <input type="checkbox"/> | dagelijks |

10. Welke ventilatievoorzieningen heeft **de slaapruijnte** op meer dan 1.80 meter boven de vloer (meerdere antwoorden mogelijk)

- ◇ roosters
- ◇ klepramen (openen naar buiten)
- ◇ draai/kiiep-ramen (openen naar binnen)
- ◇ schuiframen
- ◇ mechanische ventilatie] ventielen/roosters waardoor lucht binnen wordt geblazen
-] ventielen/roosters waardoor lucht naar buiten wordt gezogen
- ◇ ventilatiekoker/kanaal zonder mechanische afzuiging
- ◇ anders, namelijk

11. Ventileert u **overdag** in **de slaapruijnte**

- ◇ ja
- ◇ nee

12. Zo ja: op welke wijze meestal, als er geen kinderen slapen: (meerdere antwoorden mogelijk)

- ◇ roosters
- ◇ ramen Open of op een kier
- ◇ buitendeur op een kier
- ◇ mechanische ventilatie
- ◇ ventilatiekoker/kanaal
- ◇ anders, namelijk.....

13. Als er kinderen slapen, hoe wordt er dan meestal geventileerd? (meerdere antwoorden mogelijk)

- ◇ roosters
- ◇ ramen open of op een kier
- ◇ buitendeur op een kier
- ◇ mechanische ventilatie
- ◇ ventilatiekoker/kanaal
- ◇ luchten met ramen/deuren
- ◇ anders, namelijk.....

Omstandigheden buitenbedjes (lutjepotjes) (indien aanwezig)

14. Aantal aanwezige buitenbedjes

15. Type buitenbedje dat aanwezig is:

- ◇ standaard van bedrijf Lutjepotje

- ◇ anders ...
16. Frequentie gebruik buitenbedje
- ◇ altijd
 - ◇ alleen in de zomer
 - ◇ soms/ onregelmatig
 - ◇ anders.....
17. Wanneer staat de bovenklep open (meerdere antwoorden mogelijk)?
- ◇ alleen als er geen kind in slaapt
 - ◇ altijd; ook als er geen kind in slaapt
 - ◇ bij mooi zomer weer als er een kind in slaapt
 - ◇ bij mooi lente/herfstweer als er een kind in slaapt
 - ◇ bij mooi winterweer als er een kind in slaapt
 - ◇ altijd als er een kind in slaapt
 - ◇ nooit
 - ◇ soms, als
 - ◇ meestal, tenzij
18. Plaatsing van de buitenbedjes
- ◇ vaste plaatsen
 - ◇ mobiel
19. Is er mogelijkheid rondom het buitenbedje tot het reguleren van (meerdere antwoorden mogelijk)
- ◇ zon/schaduw
 - ◇ wind
 - ◇ lawaai
20. Wordt er gebruik gemaakt van eventuele mogelijkheden tot regulering van de ventilatie in het buitenbedje door:
- ◇ extra opening te creëren
 - ◇ draaiing op de wind
 - ◇ andere plaatsing van het lutjepotje
 - ◇ anders.....
21. Wordt het buitenbedje waarin onze meting plaatsvindt volgens een bepaalde richtlijn gebruikt?
- ◇ ja, toelichting
 - ◇ nee, toelichting.....
22. Is het buitenbedje waarin de meting plaatsvindt afgelopen jaar nog onderhouden?
- ◇ ja datum.....
 - ◇ nee
 - ◇ weet niet
23. Is het buitenbedje opgenomen in de risico-inventarisatie? [] ja [] nee

Logboek / Gegevens meetinstrumenten

Naam kinderdagverblijf

Adres

Datum bezoek

Datum ophalen (indien van toepassing)

	Nummer instrument/ testnr	begintijd	eindtijd	hoogte
Q-trak buiten	<input type="checkbox"/> 2804 test <input type="checkbox"/> 2823 test			
Q-trak binnen	<input type="checkbox"/> 2804 test <input type="checkbox"/> 2823 test			
Ventilight buitenbedje	<input type="checkbox"/> 1A <input type="checkbox"/> 6F			
Ventilight bedje binnen	<input type="checkbox"/> 1A <input type="checkbox"/> 6F			
Geluidmeting 1	-			
Geluidmeting 2	-			
Vloerstofmonster	doekje nr	lokatie aangegeven []		
Lighthouse meting # 1	LH1			
Lighthouse meting # 2	LH1			
Lighthouse 2 dagen	LH2			
Harvard Impactor	nr 1	Uren:	Uren:	
HI Filter	filternr:	flowbeging	floweind	

Ruimte voor opmerkingen:

.....

Situatieschets groepsruimte 1

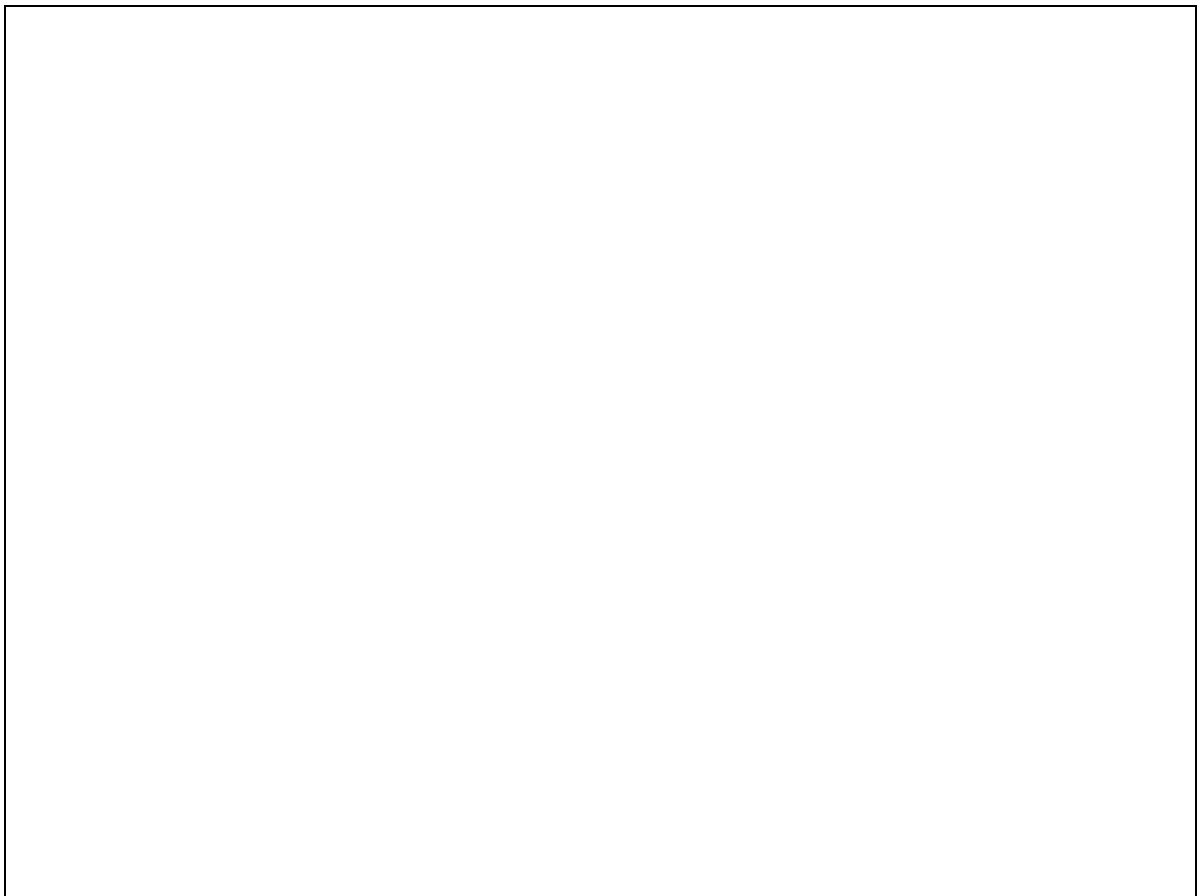
KDV / ID nr:

24. Aantal kinderen aanwezig tijdens de geluidmeting.....
25. Leeftijdsgroep aanwezige kinderen:
26. Belangrijkste activiteit tijdens geluidmeting.....
27. (vraag tijdens geluidmeting) Is dit het gebruikelijke geluidsniveau
- ◇ ja
 - ◇ nee, want kinderen zijn buiten
 - ◇ nee, andere toelichting.....

Geef in de plattegrond aan:

- A. de locatie van geluidmeting en met **XXX** positie spelende kinderen
- B. plaats korte meting Lighthouse,
- C. plaats stofmonster
- D. evt Harvard/Lighthouse ;

Verdere bijzonderheden (grote meubels, ramen, en deuren).



Afmetingen groepsruimte globaal (lxbxh):

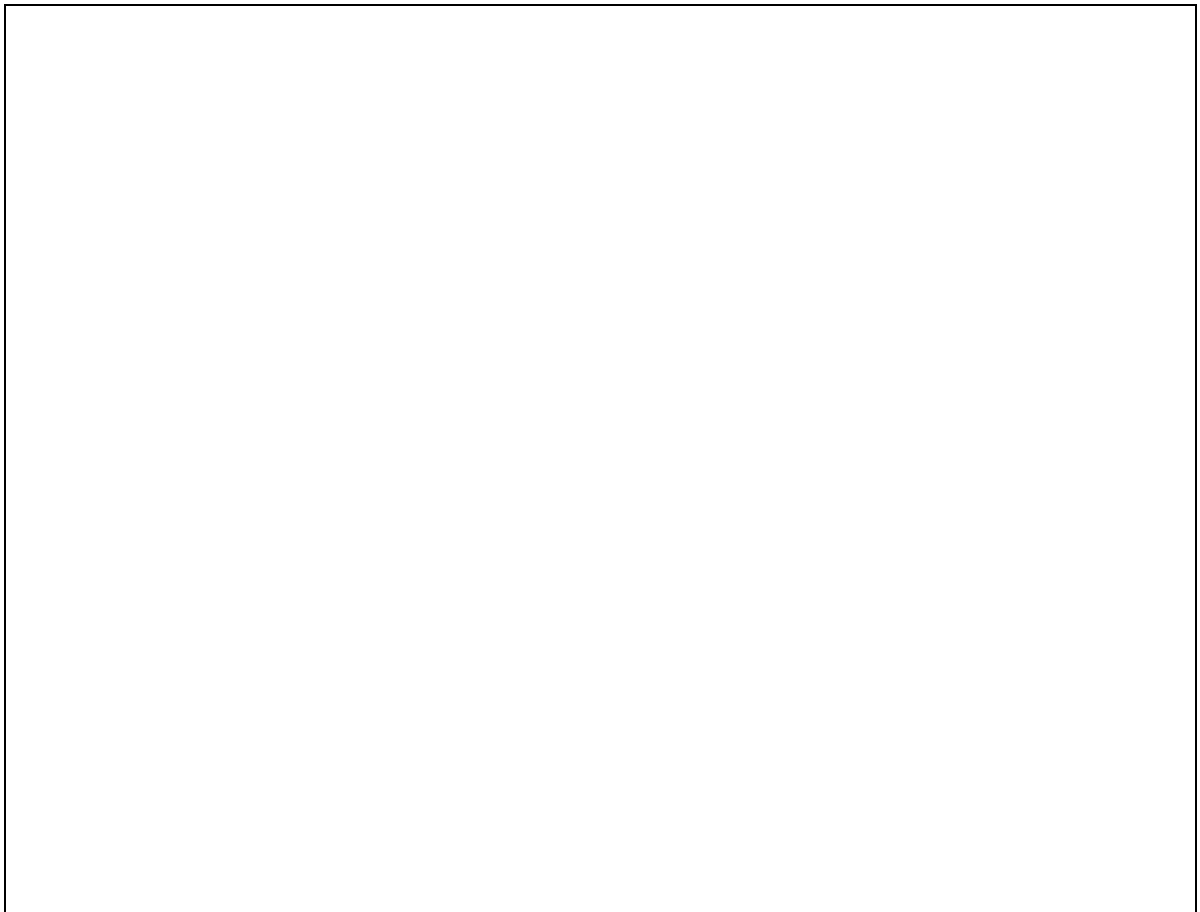
Situatieschets groepsruimte 2

KDV nr:

- 28. Aantal kinderen aanwezig tijdens de geluid meting.....
- 29. Leeftijdsgroep aanwezige kinderen:
- 30. Belangrijkste activiteit tijdens geluidmeting
- 31. Is dit het gebruikelijk geluidsniveau
 - ja
 - nee, want kinderen zijn buiten
 - nee, andere toelichting

Geef in de plattegrond aan:

- E. de locatie van geluidmeting en met **XXX** positie spelende kinderen
- F. plaats korte meting Lighthouse,
- G. stofmonster
- H. evt Harvard/Lighthouse ;



Afmetingen groepsruimte (lxbxh):

Situatieschets slaapkamer

KDV nr:

- 32. Aantal bedden in slaapruijnte waar gemeten wordt:.....
- 33. Aantal aanwezige (slapende)kinderen tijdens meting.....
- 34. Hoe wordt er **nu** geventileerd tijdens de meting
 - ◇ via roosters
 - ◇ ramen open of op een kier
 - ◇ buitendeur op een kier
 - ◇ mechanische ventilatie
 - ◇ Anders, namelijk

Geef in de plattegrond aan:

- A. de locatie aan van bedje met Ventilight, **afstand tot hoofdje!**
- B. locatie van de Q-trak meting;

Verdere bijzonderheden: locatie aangrenzende bedjes, ramen, roosters, en deuren.



Afmetingen slaapkamer (lxbxh):

Situatieschets buiten

KDV nr:

Geef aan waar de buitenbedjes staan:

- A. buitenbedje met Ventilicht,
- B. locatie Q-trak meting

Weeromstandigheden tijdens meting:

zon / bewolkt / regen
 veel wind / weinig wind / geen wind /
windrichting:temperatuur:

Positie buitenbedje tijdens meting: in de zon of / in de schaduw/
 beschut of / in de wind
 bovenkant open of dicht

Geef ventilatieopeningen aan bij het buitenbedje waar de meting plaatsvond (indien afwijkend van standaard) en eventuele bijzonderheden:

9 Bijlage 2. Meetresultaten per kinderdagverblijf

Tabel b1. Kenmerken van onderzochte kinderdagverblijven

		Aantal	Percentage
Huisvesting KDV	speciaal gebouwd voor KDV	11	25,0
	oud schoolgebouw	15	34,1
	aangepast bedrijfsgebouw	13	29,5
	vroeger woonhuis	1	2,3
	anders (kerk /zwembad)	4	11
Meest voorkomende bekleding meubels	textiel	4	9,1
	kunstof/leer	6	13,6
	hout	33	75,0
Vloerbedekking groepsruimte	zeil	37	84,1
	hout/laminaat	2	4,5
	anders	5	11,3
Aanwezigheid factoren van invloed op stof	open kasten	43	97,7
	losse kussens	39	88,6
	losse spullen	42	95,5
	knutselwerkjes	39	88,6
	zichtbaar stof op de vloer	21	47,7
	gordijnen	19	43,2
Ventilatievoorzieningen groepruimte 1	rooster	20	45,5
	klepraam	24	54,5
	kiepraam	17	38,6
	schuifraam	2	4,5
	mechanische blaasventilatie	5	11,4
	mechanische aanzuigventilatie	13	29,5
Ventilatievoorzieningen groepruimte 2	rooster	13	29,5
	klepraam	16	36,4
	kiepraam	15	34,1
	schuifraam	2	4,5
	mechanische blaasventilatie	3	6,8
	mechanische aanzuigventilatie	12	27,3
Stand ventilatievoorzieningen groep 1	roosters open	16	36,4
	ramen open	30	68,2
	deuren open	14	31,8
	mechanisch	14	31,8
	luchten	4	9,1
Stand ventilatievoorzieningen groep 2	roosters open	12	27,3
	ramen open	24	54,5

	deuren open	10	22,7
	mechanisch	13	29,5
	luchten	2	4,5
	luchtkoker	2	4,5
ventilatievoorzieningen slaapkamer	rooster	8	18,2
	klepraam	11	25,0
	kiepraam	10	22,7
	blaassysteem mechanisch	7	15,9
	mechanisch zuigsysteem	6	13,6
	luchten		
	luchtkoker	1	2,3
Wordt slaapkamer geventileerd als er kinderen slapen	ja	32	72,7
	nee	12	27,3
Aanwezigheid ventilatievoorzieningen slaapkamer	roosters	6	13,6
	ramen	21	47,7
	deuren	1	2,3
	mechanisch	12	27,3
Stand ventilatievoorzieningen slaapkamer	roosters open	6	13,6
	ramen open	18	40,9
	deuren open	1	2,3
	mechanisch	11	25,0
	luchten		

Tabel b2. Overzicht CO₂-concentraties (in ppm) in slaapkamers, binnenbedjes, buitenlucht en buitenbedjes per kinderdagverblijf

	Locatie	gem	max	sd	P98	n
8	<i>kamer</i>	1288	1376	61	1373	61
	<i>bedje</i>	1346	1448	51	1436	59
	buiten	367	393	4	371	51
	buitenbedje	449	558	35	548	48
9	<i>kamer</i>	770	801	19	799	48
	<i>bedje</i>	1036	1289	86	1238	47
	buiten	371	376	1	373	61
	buitenbedje	539	937	112	901	59
10	<i>kamer</i>	726	778	30	777	38
	<i>bedje</i>	786	906	60	900	32
	buiten	408	419	5	417	44
	buitenbedje	655	1398	279	1387	40
11	<i>kamer</i>	726	778	30	777	38
	<i>bedje</i>	786	906	60	900	32
	buiten	408	419	5	417	44
	buitenbedje	655	1398	279	1387	40
12	<i>kamer</i>	1382	1450	54	1448	44
	<i>bedje</i>	1462	1595	45	1577	41
	buiten	362	372	8	372	23
	buitenbedje	666	1041	150	968	23
13	buiten	369	378	4	378	61
	buitenbedje	1135	1755	296	1672	67
15	<i>kamer</i>	775	805	16	802	58
	<i>bedje</i>	1505	3225	527	2993	63
	buiten	363	369	2	368	58
	buitenbedje	385	448	16	425	65
19	<i>kamer</i>	521	576	25	565	46
	<i>bedje</i>	673	828	39	781	48
21	<i>kamer</i>	1779	1938	82	1929	45
	<i>bedje</i>	2034	3293	394	3131	44
	buiten	358	362	1	361	23
	buitenbedje	346	359	11	359	23
22	<i>kamer</i>	481	622	37	572	61
	<i>bedje</i>	583	1037	95	835	56
	buiten	362	368	3	368	47
	buitenbedje	716	836	98	821	39
23	<i>kamer</i>	862	920	40	919	44
	<i>bedje</i>	1105	1556	136	1473	44
	buiten	369	382	6	380	36
	buitenbedje	370	417	22	409	38
24	<i>bedje</i>	809	1021	82	982	50
	buiten	377	413	6	388	61
	buitenbedje	460	1394	175	964	65
26	<i>kamer</i>	735	752	8	751	20
	<i>bedje</i>	893	1429	181	1350	14

	buiten	375	442	12	402	38
	buitenbedje	647	1375	215	1317	36
28	kamer	638	690	32	688	61
	bedje	685	927	73	885	62
	buiten	365	393	8	384	56
	buitenbedje	512	669	52	647	55
29	kamer	831	1111	118	1083	58
	bedje	2406	2622	175	2597	65
	buiten	345	353	10	353	26
	buitenbedje	452	500	22	493	22
30	kamer	614	686	40	685	47
	bedje	649	743	51	734	45
	buiten	345	353	7	353	40
	buitenbedje	483	669	43	618	39
31	kamer	857	880	10	878	61
	bedje	909	1204	58	1115	49
	buiten	354	374	4	369	61
	buitenbedje	507	570	28	569	70
32	kamer	511	546	19	541	39
	bedje	1123	2816	536	2596	34
	buiten	372	399	11	395	28
	buitenbedje	1081	2338	393	2149	27
33	buiten	338	360	15	406	35
	buitenbedje	373	407	34	549	60
34	kamer	446	483	18	478	47
	bedje	627	912	71	838	53
	buiten	338	360	6	358	29
	buitenbedje	373	407	15	406	35
36	kamer	569	596	16	594	34
	bedje	666	733	33	732	41
	buiten	395	411	6	410	35
	buitenbedje	490	564	22	533	36
38	buiten	343	350	3	349	38
	buitenbedje	416	447	47	438	40
39	kamer	747	844	27	805	42
	bedje	1472	2217	183	2004	41
42	kamer	515	656	47	651	60
	bedje	560	794	77	765	69
	buiten	339	342	1	342	61
	buitenbedje	2393	6523	2140	6152	66
43	buiten	361	448	22	441	32
	buitenbedje	503	637	62	617	31
44	kamer	884	1334	241	1305	57
	bedje	1078	1566	342	1545	57
	buiten	345	360	3	349	55
	buitenbedje	442	482	17	481	52

**Tabel b3. Maximum CO₂-concentraties en verschillen per kinderdagverblijf, en windsnelheid (Eelde):
maxima in slaapkamer, binnenbedjes, buitenlucht en buitenbedjes;
verschillen slaapkamer – buiten, buiten-buitenbedje, slaapkamer – binnenbedje, binnenbedje -buitenlucht.**

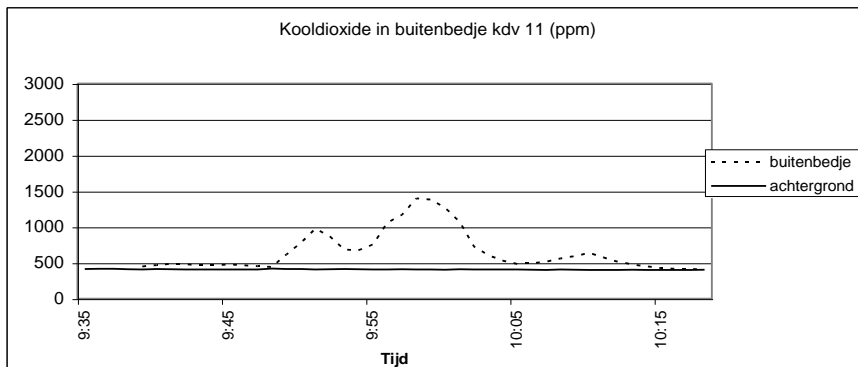
	max CO ₂ - concentratie slaapkamer	max CO ₂ - concentratie binnenbed	max CO ₂ - concentratie buitenb.	max CO ₂ - concentratie buitenbed	delta CO ₂ - concentratie	delta CO ₂ - waarde buiten	delta CO ₂ - waarde binnen	delta CO ₂ - waarde binnen - buiten	hoogste windsnelheid	laagste windsnelheid
6	561		385	1845	176	1460			60	10
8	1376	1448	393	558	983	165	72	1055	60	10
9	801	1289	376	937	425	561	488	913	50	10
11	778	906	419	1398	359	979	128	487	70	20
12	1450	1595	372	1041	1078	669	145	1223	70	20
13			378	1755		1377			60	10
15	805	3225	369	448	436	79	2420	2856	50	10
19	576	828		815	576		252		70	20
21	1938	3293	362	359	1576	-3	1355	2931	90	20
22	622	1037	368	836	254	468	415	669	120	30
23	920	1556	382	417	538	35	636	1174	120	30
24		1021	413	1394		981		608	60	10
26	752	1429	442	1375	310	933	677	987	50	10
28	690	927	393	669	297	276	237	534	60	20
29	1111	2622	353	500	758	147	1511	2269	60	20
30	686	743	353	669	333	316	57	390	80	30
31	880	1204	374	570	506	196	324	830	80	30
32	546	2816	399	2338	147	1939	2270	2417	80	30
33			350	560		210			80	30
34	483	912	360	407	123	47	429	552	50	10
36	596	733	411	564	185	153	137	322	40	0
38			350	447		97			90	30
39	844	2217			844		1373	2217	50	20
42	656	794	342	6523	314	6181	138	452	70	20
43			448	637		189			50	10
44	1334	1566	360	482	974	122	232	1206	50	10
totaal	876	1531	381	1102	533	732	665	1205		

N.B. De hier gepresenteerde gemiddelde maximum concentraties kunnen iets verschillen van de in de tekst gepresenteerde data in tabel 5,6 en 7 omdat de datasets soms iets verschillen (zie tabel 4 voor verschillende aantallen metingen die met elkaar konden worden vergeleken).

Tabel b4. Verschil in maximale CO₂-concentraties tussen slaapkamer en binnenbedje, en tussen buitenbedje en buitenlucht, en tevens de temperatuur binnen en buiten, per kinderdagverblijf.

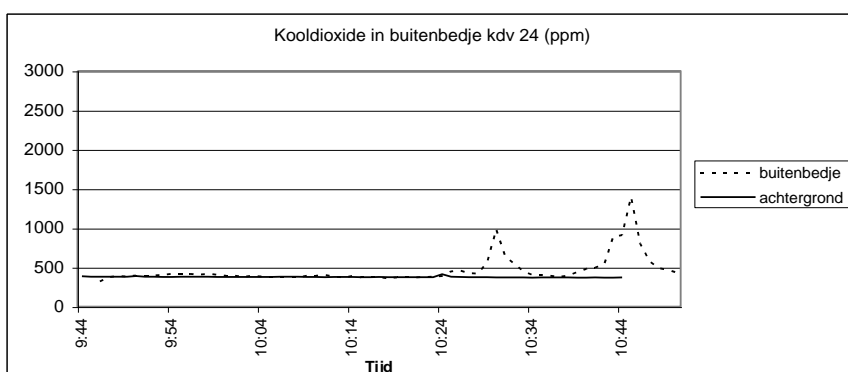
KDV nr		verschil max [CO ₂]	Temperatuur in C ^o		
			gem	max	min
6	binnen	-	21,5	22,4	21,1
	buiten	1460	25,0	28,8	20,9
8	binnen	72	21,8	22,9	21,6
	buiten	165	21,4	22,3	21,1
9	binnen	488	20,6	22,3	20,3
	buiten	561	22,0	23,3	20,5
11	binnen	128	23,3	25,4	23,0
	buiten	979	27,2	28,3	26,3
12	binnen	145	23,5	27,7	22,6
	buiten	669	33,0	34,8	30,9
13	buiten	1377	20,2	21,3	19,5
15	binnen	2420	23,5	23,7	23,5
	buiten	79	64,7	65,8	63,7
19	binnen	252	21,0	21,7	20,9
21	binnen	1355	21,5	22,4	21,3
	buiten	-3	22,7	23,2	22,2
22	binnen	636	20,3	20,4	20,2
	buiten	35	17,1	17,3	16,3
23	binnen	636	21,2	21,9	21,1
	buiten	35	15,5	19,6	14,2
24	buiten	981	17,3	18,2	16,6
26	binnen	677	19,9	20,4	19,7
	buiten	933	20,7	21,1	20,3
28	binnen	237	21,4	21,7	21,3
	buiten	276	18,2	20,0	17,3
29	binnen	1511	20,9	21,4	20,7
	buiten	147	20,8	24,8	19,3
30	binnen	57	19,2	19,3	19,1
	buiten	316	18,2	23,3	16,8
31	binnen	324	19,4	19,9	19,3
	buiten	196	18,1	18,6	17,6
32	binnen	2270	18,4	19,4	18,1
	buiten	1939	16,4	18,0	16,1
33	buiten	210	18,7	19,1	18,4
34	buiten	429	18,7	19,1	18,4
36	binnen	137	19,0	19,1	18,9
	buiten	153	13,9	15,1	13,2
38	buiten	97	22,0	24,9	20,4
39	binnen	1373	17,1	18,8	16,8
42	binnen	138	20,7	20,8	20,6
	buiten	6181	18,6	19,0	18,2
43	binnen	189	14,9	16,4	14,7
44	binnen	232	20,9	21,0	20,6
	buiten	122	16,4	17,5	15,8

Figuur b1. Voorbeelden van het beloop van CO₂-gehalten in buitenbedjes gedurende een half uur tot een uur



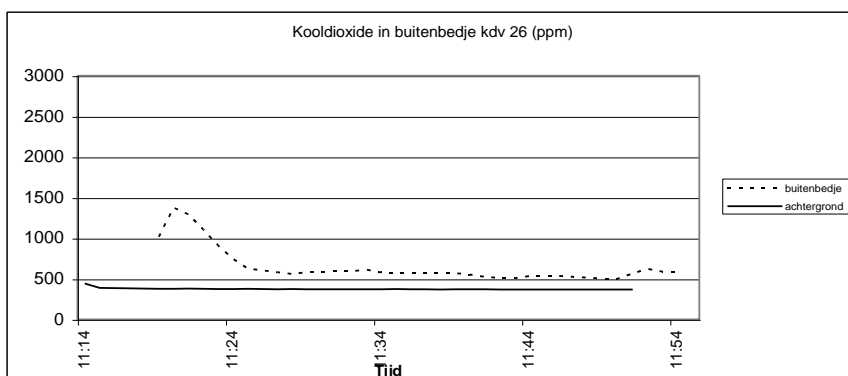
Kooldioxideconcentraties (ppm) in buitenbedje

gem	655
max	1398
min	405
sd	279
P98	1387
P2	414
n	40
%>1200	8
%>800	20



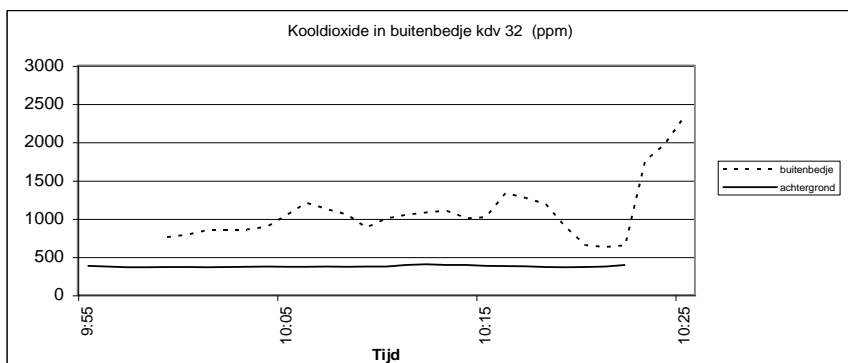
Kooldioxideconcentraties (ppm) in buitenbedje

gem	460
max	1394
min	319
sd	175
P98	964
P2	364
n	65
%>1200	2
%>800	8



Kooldioxideconcentraties (ppm) in buitenbedje

gem	647
max	1.375
min	501
sd	215
P98	1.317
P2	501
n	36
%>1200	6
%>800	14



Kooldioxideconcentraties (ppm) in buitenbedje

gem	1081
max	2338
min	626
sd	393
P98	2149
P2	636
n	27
%>1200	22
%>800	81

Tabel b5. Gemiddelde concentratie PM10 (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$) in groepsruimte, gedurende 48 uur gravimetrisch gemeten met Harvard Impactor

KDV nummer	PM10 -concentratie in $\mu\text{g}/\text{m}^3$
2	11,24
7	36,49
13	19,73
18	23,52
24	27,48
30	33,31
38	26,27
41	37,41
gemiddelde	26,93

Tabel b6. Fijn stof, kleine fracties (in aantallen deeltjes per liter lucht), gedurende 30 minuten geteld met Lighthouse particle counter

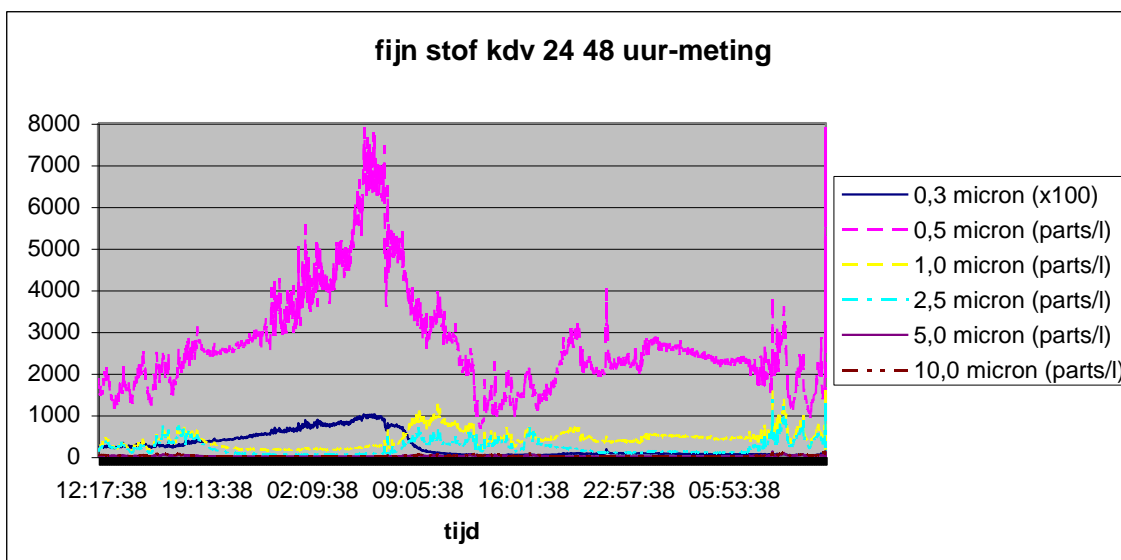
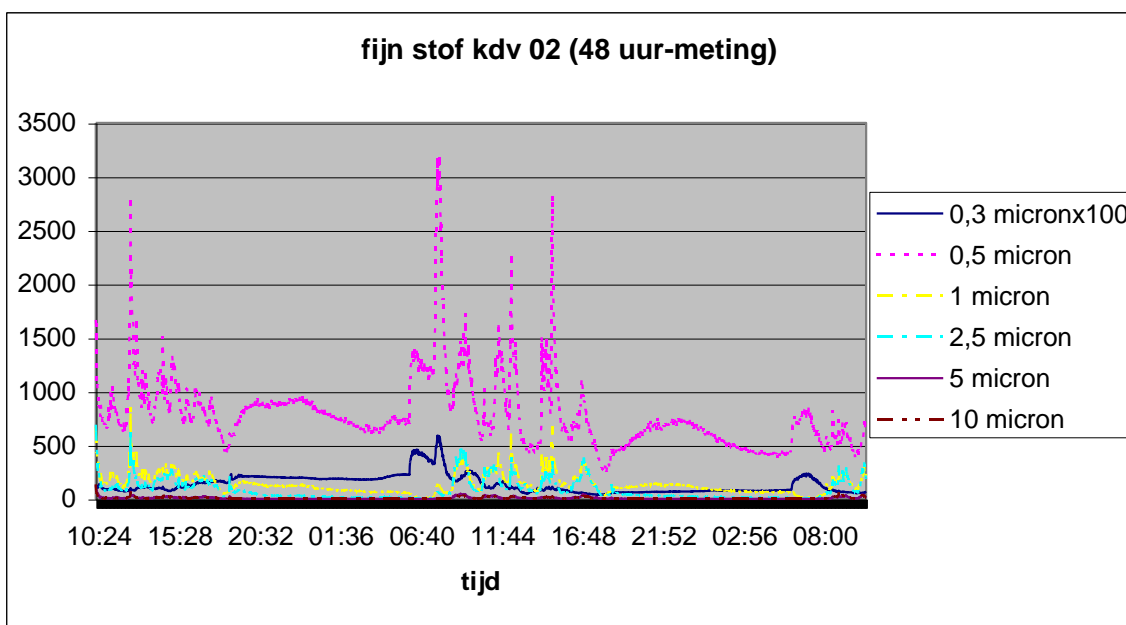
KDV nr	0,3-0,5 micron			0,5-1,0 micron			1,0-2,5 micron			2,5-5 micron			5,0-10,0 micron		
	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD
1	60453	64156	2694	2129	2346	108	510	568	19	190	225	13	22	33	4
2	16753	23070	2004	886	1066	87	445	589	67	124	190	26	10	26	5
3	9301	10044	377	727	896	51	477	641	55	192	307	36	18	34	6
3b	9437	10460	276	672	825	71	378	534	68	131	222	42	10	24	5
4	47428	52591	3473	2910	3490	367	431	551	37	174	251	33	23	38	6
5	27623	41126	3459	1173	1559	131	686	1035	86	379	562	64	58	117	15
5b	17488	21197	1647	672	877	81	459	606	62	331	425	44	64	93	13
6	5410	7426	710	535	643	42	405	501	39	165	222	19	16	26	4
6b	4743	5756	645	724	828	57	551	641	49	245	303	29	24	39	6
7	123447	139018	7497	12268	14141	1029	2013	2565	212	539	828	95	42	113	19
8	51414	54248	1552	3386	3582	90	1310	1588	71	753	941	57	114	158	16
8b	52261	55998	1265	3030	3813	137	798	1550	122	309	850	99	38	137	21
9a	22070	24267	1316	2127	2370	109	1434	1670	107	615	807	75	66	94	12
9	16597	18364	839	1669	1957	142	970	1291	147	317	503	75	24	60	12
10	19804	20624	342	1793	2338	160	1054	1604	119	451	716	68	55	93	14
10b	19840	20507	383	3695	3863	84	2987	3272	103	1848	2149	100	239	311	23
11	48392	50519	1231	2143	2275	51	458	588	53	203	335	57	29	52	12
12	50943	53651	1291	2038	2404	91	441	575	36	181	269	29	21	53	8
12b	45657	47235	930	1908	2018	49	574	651	29	311	363	26	35	55	5
13	16184	17280	583	909	985	33	349	389	19	80	103	8	6	14	2
14	71436	75647	1778	4422	5338	419	1868	2625	255	840	1389	198	102	200	34
14b	62928	65810	1470	4480	4746	137	1923	2091	70	879	1095	64	95	154	17
15	56526	65504	3396	4489	5970	367	2155	3637	283	1034	1847	157	111	256	26
15b	106433	116983	6849	7771	8548	435	1612	2137	152	509	870	116	42	92	18
16	49684	52596	1377	3410	3712	133	937	1105	80	278	415	57	32	68	12
16b	59971	63023	1880	3815	4054	102	945	1282	76	269	594	62	26	77	10
17	39177	43229	1481	3120	3452	182	1312	1679	195	504	727	119	54	99	22
17b	36628	45153	3515	2970	3394	148	1424	2152	253	673	1362	196	78	162	26
18	21555	24119	1234	2183	2348	77	1343	1546	115	484	685	83	57	126	25
19	20392	21505	739	1943	2072	55	1058	1152	41	324	376	22	29	44	5
19b	19141	22729	1751	1868	2073	100	911	993	48	222	271	24	12	22	4
20	32430	55499	6001	3526	5118	588	1806	2644	404	780	1271	223	134	338	59
20b	25189	25922	377	2610	2860	140	1306	1711	174	535	932	171	68	177	40
21	26756	31054	1228	3663	6579	920	1930	3783	572	765	1583	248	95	186	27
21b	27179	32913	1181	3959	7718	728	2156	3890	358	823	1446	158	96	246	33
22	21747	25494	1778	4696	4948	145	188	3232	2999	1223	1725	157	145	188	19
22b	16263	18049	742	2414	2864	327	1732	2195	299	666	910	158	73	119	22
23	14358	20747	2224	5147	7547	809	3118	4886	551	983	1470	160	134	291	40
23b	9281	11100	978	3032	3807	465	1904	2436	339	732	1027	168	93	171	35
24	34420	41149	2417	2297	2569	140	1457	1963	178	684	1016	127	89	148	26
25	36628	50965	5433	2771	3609	301	1094	1414	108	271	386	40	19	46	8
25b	35019	41423	1993	3241	4308	330	1494	2064	145	466	639	58	44	90	11
26	117626	131159	7664	8004	8945	584	1223	1391	106	284	342	34	26	47	8
26b	98456	108251	4640	6435	7197	388	957	1033	50	208	256	16	16	25	4
27a	55249	58862	1351	3294	3700	213	1114	1512	177	438	634	110	49	95	20

27b	46424	48696	1123	3511	4010	168	1521	1850	121	556	745	75	45	85	14
28	9937	10527	283	3837	4115	121	2552	3057	125	747	893	62	66	107	16
28b	9831	10339	211	4052	4286	106	2611	2931	107	832	1170	78	56	131	15
29	6998	7785	259	2737	2968	86	1661	1887	107	422	659	51	40	120	15
29b	6264	6690	257	2447	2603	63	1521	1752	57	381	581	46	20	53	10
30	15058	15742	224	3757	4210	135	2682	3044	135	1085	1307	93	108	204	26
31	18911	20230	432	2489	3103	240	2055	2540	313	1065	1402	208	137	203	32
31 b	17615	18402	307	1882	2043	80	1178	1323	87	522	665	77	55	96	16
32	20823	21786	489	2723	2969	106	2397	2906	213	1426	1853	184	201	277	46
32b	19621	20467	430	1914	2050	50	876	944	32	295	354	25	28	49	6
33	36387	38247	676	2496	2714	77	843	1064	77	310	471	46	46	89	11
34a	7178	9522	809	2247	2461	98	1453	1582	59	482	579	43	55	78	8
35	26359	38410	4340	1941	2507	162	928	1088	87	342	540	103	45	91	22
36	24646	28286	1479	2689	3053	174	1654	1971	150	545	747	86	55	102	19
36b	12578	15572	1358	2483	2832	172	1744	2121	189	670	1067	119	69	199	28
37	5805	6717	506	1547	1652	43	1173	1329	64	447	591	74	47	78	14
37b	8457	39429	6777	1590	2899	272	1150	2077	181	464	1442	178	51	255	39
38	34239	41766	4472	3246	3656	221	1836	2125	121	617	772	44	58	95	10
39	38410	50306	3151	5372	20134	3181	3375	12501	1978	921	2187	369	89	290	61
39b	30191	33038	1472	2625	2923	158	1509	1799	139	408	551	63	24	42	8
40	34004	38783	1915	2326	2499	73	1331	1449	59	380	475	27	23	38	6
40b	21501	26518	2086	2145	2262	51	1355	1469	49	435	518	31	51	49	5
42	30850	37569	3930	3148	4036	448	2047	2951	403	675	1279	179	81	209	30
42b	22921	24219	662	2536	3534	380	1487	1944	220	531	803	114	59	100	19
43	18637	20301	724	2572	3239	183	1922	2784	237	733	1367	198	95	215	39
43b	21125	22819	1084	2813	2953	76	1791	2060	77	591	734	56	56	100	13
44	20374	36238	2742	1998	3260	513	1595	3337	607	654	1627	318	79	204	50
44b	14110	16418	1500	1595	2132	292	1211	1707	248	489	709	103	52	98	14
totaal:															
	0,3-0,5 micron			0,5-1,0 micron			1,0-2,5 micron			2,5-5 micron			5,0-10,0 micron		
	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD	gem	max	SD
gem	32041	36866	1914	2954	3710	259	1386	1966	216	540	821	95	61	119	18
max	123447	139018	7664	12268	20134	3181	3375	12501	2999	1848	2187	369	239	338	61
min	4743	5756	211	535	643	33	188	389	19	80	103	8	6	14	2
SD	25116	27405	1818	1812	2903	405	698	1567	413	319	496	73	43	80	13

Tabel b7. Fijn stof, kleine fracties (in aantallen deeltjes per liter lucht), gedurende 48 uur geteld met Lighthouse particle counter

kdv nr	0,3- 0,5 micron				0,5- 1,0 micron				1,0-2,5 micron				2,5-5 micron				5,0-10 micron			
	gem	max	min	SD	gem	max	min	SD	gem	max	min	SD	gem	max	min	SD	gem	max	min	SD
2	13690	59093	3776	8610	782	3210	243	339	135	870	6	90	80	691	0	89	6	129	0	10
7	32132	97696	11393	15583	2972	11975	1719	1152	584	1934	283	292	360	2576	72	365	24	249	0	35
13	36865	88016	13285	17722	2451	8486	945	1518	371	1481	92	253	171	1276	29	146	8	95	0	
18	12967	32277	7764	3434	2029	6022	915	995	524	2095	91	410	319	1717	19	333	18	120	0	23
24	26202	101131	2285	27955	2699	7909	667	1229	413	1594	104	206	211	1371	31	164	10	124	0	13
38	14591	32366	9851	4685	1916	7591	915	882	486	3106	96	405	364	5545	17	466	26	887	0	53
41	4348	17046	878	2842	605	1599	136	307	177	512	19	123	116	641	4	108	6	66	0	7
gem	20114	61089	7033	11547	1922	6685	792	917	384	1656	99	254	232	1974	25	239	14	239	0	23
max	26202	101131	9851	27955	2699	7909	915	1229	486	3106	104	405	364	5545	31	466	26	887	0	53
min	4348	17046	878	2842	605	1599	136	307	177	512	19	123	116	641	4	108	6	66	0	7

Figuur b2. Voorbeelden van het beloop van aantalsconcentraties van diverse fracties van fijn stof.



Tabel b8. Concentratie polygebromeerde difenylethers (PBDE's) in vloerstof (in ng BDE per g vloerstof)

KDV-nummer	PBDE-concentratie in ng per g vloerstof											
	BDE-17	BDE-28	BDE-47	BDE-66	BDE-85	BDE-99	BDE-100	BDE-138	BDE-153	BDE-154	BDE-183	BDE-209
2	<5	<5	16,1	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	57,3
3	<1	<1	2,8	<1	<1	4,8	<1	<1	2,8	<1	13,5	77,2
4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	79,1
5	6,7	<5	85,2	10,9	<5	18,7	<5	<5	13,7	<5	69,8	390,0
6	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	68,9
7	<5	<5	14,8	<5	<5	24,3	<5	<5	<5	<5	<5	23,3
8	<2,5	<2,5	4,1	<2,5	<2,5	2,6	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	11,9
9	<2,5	<2,5	12,2	4,1	<2,5	12,0	<2,5	<2,5	4,8	<2,5	20,9	82,3
10	2,6	<1	14,2	45,0	2,0	8,0	<1	<1	<1	<1	<1	240,3
11	<5	<5	10,6	5,5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	62,0
12	1,2	<1	9,5	8,3	<1	2,5	<1	<1	<1	<1	1,2	19,1
13	<5	<5	31,9	18,8	<5	18,9	<5	<5	<5	<5	<5	583,3
15	3,7	<2,5	44,8	17,7	<2,5	2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	10,4
16	<5	<5	6,8	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	10,7	69,4
17	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	7055,0
18	<5	<5	15,2	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	37,3
20	4,1	<2,5	57,9	9,6	<2,5	3,8	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	100,4

Tabel b9. Geluidniveau (SPL) in groepsruimten gedurende 30 minuten gemeten met Extech EX-407780, stand *fast*

KDV nr	Maximum	Gemiddelde	Minimum
1	74,3	55,1	45,1
2	83,9	68,9	56,2
3	91,5	63,2	47,7
4	76,7	67,0	56,5
5	80,3	69,5	53,4
6	79,9	64,4	43,5
7	89,2	72,3	58,1
8	77,7	62,7	49,1
9	82,0	66,1	51,0
10	83,1	65,1	51,4
14	83,4	67,0	56,0
15	75,5	60,3	41,4
16	82,1	67,1	53,7
17	80,4	68,9	51,5
18	88,6	65,6	50,3
19	83,4	67,4	52,3
20	88,4	68,0	54,4
21	82,8	61,6	43,8
22	77,4	64,3	47,8
23	79,8	62,2	49,2
24	82,5	59,4	41,3
28	80,9	62,0	42,3
29	78,9	65,9	52,3
30	72,0	55,4	39,1
31	76,8	57,4	40,3
32	81,5	65,4	48,3
33	81,2	63,7	47,4
34	92,0	62,5	44,0
35	80,0	65,9	40,0
36	83,4	62,6	52,1
37	80,9	64,9	49,1
38	77,7	62,1	48,7
40	81,2	65,0	48,1
41	89,0	71,1	55,9
42	81,0	59,8	43,4
43	80,7	68,0	52,4
44	78,1	60,4	46,0
Totaal:	81,6	64,3	48,7