



Het uitvoeren van binnenmilieumetingen in kinderdagverblijven

Studie uitgevoerd in opdracht van: departement Zorg
Referentie: 2024/EI/R/3310
November 2024



Vision on technology
for a better world

vito.be

Het uitvoeren van binnenmilieumetingen in kinderdagverblijven

VITO

Boeretang 200

2400 MOL

Belgium

BTW No: BE0244.195.916

vito@vito.be – www.vito.be

IBAN BE34 3751 1173 5490 BBRUBEBB

Gert Otten

Project Manager

014 33 53 51 / Gert.Otten@vito.be

Marianne Stranger

Projectverantwoordelijke

014 33 69 52 / Marianne.Stranger@vito.be

Dit rapport is de weerslag van een onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek op basis van de stand van de kennis van wetenschap en techniek beschikbaar bij VITO op het moment van het onderzoek. Alle intellectuele eigendomsrechten, waaronder het auteursrecht, op dit rapport berusten bij de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek ("VITO"), Boeretang 200, BE-2400 Mol, RPR Turnhout BTW BE 0244.195.916. Dit rapport kan zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van VITO niet geheel of gedeeltelijk worden gereproduceerd of worden gebruikt voor het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin. Tenzij uitdrukkelijk anders bepaald is de informatie zoals verstrekt in dit rapport van vertrouwelijk aard en kan dit rapport, of delen ervan, niet worden verspreid aan derden. In het geval dat reproductie of verspreiding wel is toegestaan, vb. door de vermelding "algemene verspreiding", is bronvermelding verplicht.

AUTEURS EN MEDEWERKERS

Jef Daems
Françoise Geyskens
Borislav Lazarov
Sarah Lima Paralovo
Marianne Stranger
Lot Verbeke

SAMENVATTING

Eén van de meest kwetsbare populaties in Vlaanderen zijn jonge kinderen. Kinderen zijn gevoeliger dan volwassenen voor milieuverontreiniging omdat ze in verhouding meer lucht inademen dan volwassenen en hun afweersysteem nog volop in ontwikkeling is. Het blootstellingspatroon van baby's en peuters kan bovendien sterk afwijken van dat van grotere kinderen en volwassenen als gevolg van verhoogde inname van stofdeeltjes tijdens speelactiviteiten (zoals bijvoorbeeld bij kruipende kinderen). Echter, op dit moment is er weinig kennis over de luchtkwaliteit in opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen. Ook in de internationale literatuur is er weinig wetenschappelijke onderbouwde informatie, specifiek over de binnenluchtkwaliteit bij kinderopvang.

In deze studie werd de luchtkwaliteit in 17 opvanglocaties (OVL) voor baby's en peuters in Vlaanderen in kaart gebracht. Gebouwkaracterisering, evaluatie van de ventilatiestrategie en -infrastructuur en metingen van de binnenluchtkwaliteit vormden dit exploratief onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit in de kinderopvang.

Deze meetcampagne vond plaats tijdens het verwarmingsseizoen 2023-2024. Er werd gemeten gedurende een periode van 5 dagen; van maandag tot en met vrijdag. In elke OVL werd simultaan koolstofdioxide (CO₂), temperatuur (T), relatieve vochtigheid (RV), koolstofmonoxide (CO), vluchtige organische stoffen (VOS), aldehyden, fijn stof (PM_x) gemeten, en werden depositiestof en bio-aerosolen gekarakteriseerd in de leefruimte. Vervolgens werd in elke OVL terzelfdertijd CO₂, CO, T, RV, PM_x en bio-aerosolen bepaald in een slaapruijnte en werd op een representatieve buitenlocatie CO₂, T, RV en PM_x gemeten.

De **selectie van de 17 OVL** gebeurde uit deelnemers van een online bevraging van 413 OVL in Vlaanderen, op basis van een vooraf bepaald selectieprotocol. Dit protocol had hoofdzakelijk tot doel om de karakteristieken van de grotere groep OVL uit de online bevraging te respecteren in deze kleinere sub-groep voor de meetcampagne. **Karakteristieken** (gebouw- en ventilatiekarakteristieken, informatie over productgebruik en bewonersgedrag) van de 17 OVL werden, naast de online bevraging, ook verzameld via een telefonische bevraging en een plaatsbezoek (walk-through). Overlap tussen online, telefonische en walk-through-informatie toonde soms afwijkende antwoorden, afhankelijk van de achtergrondinformatie die meegegeven wordt aan de verantwoordelijken voor de kinderopvang tijdens de bevraging. Voor meer informatie wordt verwezen naar het VITO-rapport *Settinganalyse kinderopvanglocaties Vlaanderen*, in opdracht van Departement Zorg, december 2024.

Met betrekking tot **ventilatie** was het duidelijk dat verschillende respondenten moeite hadden om te oordelen of het gebouw al dan niet over mechanische ventilatie beschikt. Bij het plaatsbezoek bleek dat niet 7, maar wel 4 OVL uitgerust zijn met een mechanisch ventilatiesysteem.

Slecht één OVL voldeed op elk moment tijdens aanwezigheid van de kinderen zowel in slaap- als leefruimte aan de richtwaarde van 900 ppm CO₂, dit OVL was uitgerust met een ventilatiesysteem type D. Hoewel niet alle mechanisch geventileerde OVL gekenmerkt werden door **CO₂-concentraties** die steeds lager zijn dan 900 ppm of significant lagere CO₂-concentraties hebben, bleek de CO₂ er gemiddeld (uitgemiddeld over de openingstijden gedurende 5 dagen) toch lager dan in niet-mechanisch geventileerde OVL. Omdat ramen meestal gesloten worden tijdens de dutjes van de baby's en peuters (verluchting meestal voor- en na de dutjes), bleken de CO₂-piekconcentraties in de slaapruijntes doorgaans hoger dan deze in de leefruimtes. Toch was de gemiddelde CO₂-concentratie tijdens de openingsuren in de leefruimtes meestal hoger dan in de slaapruijntes; de ruimtes zijn dan ook bezet gedurende een langere periode. De meest ontoereikende ventilatie werd opgemerkt in een leefruimte zonder opengaande ramen.

Hoewel niet significant, werd een daling van de CO₂-concentratie opgemerkt bij een toenemend (indicatief) vloeroppervlak per kind; het grootste verschil werd waargenomen tussen de categorie

leefruimtes met een vloeroppervlak van '3 m²/kind of minder' en deze met een vloeroppervlak 'tussen 3 en 6 m²/kind'.

In de leefruimtes, voldoen 6 OVL 75% van de tijd in aanwezigheid van de kinderen aan de CO₂-richtwaarde van 900 ppm in normale omstandigheden, bij verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen. In 2 andere OVL wordt 75% van de tijd voldaan aan 1200 ppm, de bovengrens voor een aanvaardbare binnenluchtkwaliteit. In de andere 9 OVL wordt 75% van de openingstijd niet voldaan aan de bovengrens van 1200 ppm. Alle piekconcentraties in de leefruimte overschrijden de bovengrens van 1200 ppm dagelijks.

De **binnentemperaturen** in de leefruimtes voldeden in 13 OVL aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, en bevonden zich tijdens de openingsuren tussen de 20 – 24°C. In 2 OVL bleek de binnentemperatuur in slaap- en/of leefruimte gemiddeld 25 à 26°C. En in 3 andere OVL was de temperatuur lager dan 20°C, met een laagst gemiddelde temperatuur van 13,3°C tijdens de openingsuren van de opvang.

De gemiddelde **relatieve vochtigheid (RV)** in de leef- en slaapruijtes voldeed aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, en bevond zich tussen 40 en 60% tijdens de openingsuren. De hoogste RV werd gemeten in de slaapruijtte met de hoogste CO₂-concentratie; een consequentie van ondermaatse ventilatie. In de dataset kan ook opgemerkt worden dat bij mechanische ventilatie type D, de opwarming van de toekomstende lucht zorgt voor een lagere luchtvochtigheid.

Het Vlaams Binnenmilieubesluit adviseert een **koolstofmonoxide (CO)** interventiewaarde van 8 mg/m³, over 24 uur. Hoewel fluctuerende CO-concentraties opgemeten werden in de OVL, bleek dat in geen enkele OVL de CO-interventiewaarde overschreden werd.

Uit de **buitenmetingen van vluchtige organische stoffen** bleek dat omgevingsbenzeen de interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit (0,4 µg/m³) in 13 van de 17 locaties overschreed; de gemiddelde buitenconcentratie bedroeg er 0,73 µg/m³, met een 75^{ste} percentiel van 1,2 µg/m³. Het Vlaams binnenmilieubesluit stelt in dat geval dat de interventiewaarde verhoogd wordt tot de buitenconcentratie. **MTBE** (methyl tertiary-butyl ether), additief aan brandstof om de verbrandingsefficiëntie te verhogen, was buiten laag geconcentreerd (steeds < 0,1 µg/m³). Bevroagde verkeersindicatoren zoals '**afstand tot de weg**' blijken in deze dataset geen meetbare invloed te hebben op de buitenconcentraties benzeen of TVOS. Indeling van de locaties volgens [Ruimterapport Vlaanderen](#) in 'landelijk' of 'verstedelijkt' gebied levert echter, hoewel niet significant, voor **TVOS** (totale hoeveelheid vluchtige organische stoffen) wel een hogere gemiddelde en maximale buitenconcentratie op voor verstedelijkt gebied dan voor landelijk gebied. In twee OVL werden overschrijdingen van de interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit vastgesteld. Departement Zorg volgt deze verder op. Omwille van de brede waaier aan producten met geurende vluchtige organische stoffen, zoals **limoneen en pineen**, verschillende gebruiksscenario's en verschillende ventilatie-efficiëntie, kon in deze dataset met beperkte omvang geen verband vastgesteld worden tussen het aantal luchtverfrissers in een OVL en de gemeten luchtconcentraties. Toch werd in 3 OVL bijzonder hoge limoneen-concentratie (hoger dan 150 µg/m³) vastgesteld. De hoogst gemeten concentratie in deze dataset bedroeg 245 µg/m³. Deze molecule kan in aanwezigheid van ozon secundaire chemische reacties ondergaan; het beperken van geurende producten en voldoende ventileren kan de concentratie ervan doen dalen. De formaldehyde-concentraties in de OVL waren lager dan interventie- en richtwaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit (100 µg/m³). Ook deze voor acetaldehyde werd op geen enkele locatie overschreden (RW160 µg/m³, IW 480 µg/m³).

In dit onderzoek bereikte de **PM_{2.5}**-concentratie hoge geïsoleerde pieken in verschillende OVL, maar slechts in twee OVL overschreed het gemiddelde de Vlaamse richtlijn voor binnenlucht van 10 µg/m³ tijdens de openingsuren. Hoewel PM₁, PM_{2.5} en PM₁₀ allemaal belangrijk zijn voor de gezondheid van de mens, is enkel PM_{2.5} opgenomen in het Vlaams Binnenmilieubesluit.

De simultane PM_x-metingen binnen en buiten gaven aan dat de meest relevante bronnen van de kleinere fracties fijnstof binnenshuis (**PM₁ en in mindere mate PM_{2.5}**) zich buiten bevinden. In 1 OVL gaven de data aan dat er binnen een significante bron van fijnstof aanwezig was; informatie uit bevragingen en plaatsbezoek gaf gebruik van spray-luchtverfrissers en een verdamper/bevochtiger aan. De concentratie grotere deeltjes (**PM₁₀**) was binnen steeds hoger dan buiten, wat duidt op duidelijke binnenbronnen. In OVL waar de PM₁₀-concentraties aanzienlijk verhoogd waren, bleken te beschikken over tapijten en/of een vloerverwarmingssystemen.

In bijna alle OVL (met uitzondering van één) werd minstens één pathogeen in elke binnenluchtstaal gedetecteerd. Algemeen bleek uit deze data dat gemiddeld meer pathogenen gedetecteerd worden in ruimtes met CO₂-pieken hoger dan 2000 ppm, dan in ruimtes met CO₂-pieken beduidend lager dan 2000 ppm. Bij pieken duidelijk lager dan 2000 ppm werden gemiddeld 1,67 pathogenen, variërend tussen 0 en 5 verschillende pathogenen per staal, gedetecteerd. Bij pieken hoger dan 2000 ppm CO₂ varieert dit aantal tussen 0 en 8 pathogenen, met een gemiddelde van 2,02 pathogenen per luchtstaal. Vijf pathogenen kwamen frequent voor in de luchtstalen; in dalende frequentie van voorkomen: haemophilus influenzae, streptococcus pneumoniae, rhinovirus, SARS-CoV-2 en bocavirus.

In **depositiestof** werd uit een lijst van 74 SVOS-verbindingen, waaronder persistente organische verontreinigende stoffen (POP's), weekmakers en vlamvertragers, er 66 componenten aangetroffen in ten minste één stofstaal uit deze studie. Dit is een aanzienlijk hoger aantal dan wat eerder gerapporteerd werd door Covaci et al. (2023) in andere Vlaamse binnenruimtes (via non-targeted screening). Weekmakers waren veruit het meest voorkomende type SVOS in de OVL. **Alternatieve weekmakers**, die worden gebruikt om de schadelijke traditionele ftalaten te vervangen, werden in aanzienlijk hoge concentraties aangetroffen. Toch werden ook alle traditionele ftalaten, behalve één, aangetroffen in alle stofmonsters. Verschillende door de EU verboden weekmakers werden in hoge concentraties aangetroffen in alle stofmonsters. **Vlamvertragers** waren ook zeer aanwezig in het depositiestof, hoewel in lagere concentraties vergeleken met de weekmakers. Organofosfaatvlamvertragers (PFR's) waren overvloediger aanwezig dan hun gehalogeneerde tegenhangers, waarvan er verschillende verboden of beperkt waren vanwege hun persistentie, bioaccumulatie en toxiciteit. De afgelopen jaren zijn er echter ook zorgen geuit over de risico's van blootstelling aan PFR's. Hoewel alle onderzochte PCB's en de helft van de beoogde **pesticiden** (OCP's) werden aangetroffen in de stofstalen van de OVL, bleek hun detectiefrequentie en concentratie aanzienlijk lager dan deze van de weekmakers en vlamvertragers. Dit in lijn met de verwachtingen, aangezien de het gebruik ervan al meer dan 20 jaar beperkt wordt; deze componenten maakten immers deel uit van de oorspronkelijke lijst van het Verdrag van Stockholm stonden. De groep OCP's was de minst voorkomende van alle bestudeerde SVOS in dit onderzoek, maar **DDT** werd aangetroffen in de helft van de stofmonsters en in hogere concentraties dan alle andere POP's.

In dit beperkt onderzoek naar depositiestof lijken de belangrijkste factoren die het SVOS-stofgehalte in de 17 OVL beïnvloeden (1) de **aanwezigheid van tapijten** (voor weekmakers) en (2) de **ouderdom van het gebouw** (voor POP's en vlamvertragers). Andere factoren die mogelijk van invloed zijn op de hoeveelheid weekmakerstof zijn bijvoorbeeld de aanwezigheid van nieuwe matrassen (<6 maanden oud) en de overheersing van kunststof meubilair.

INHOUDSTAFEL

Auteurs en medewerkers	I
Samenvatting.....	II
Inhoudstafel	V
Lijst van figuren.....	VII
Lijst van tabellen	VIII
Lijst van afkortingen	IX
1 Inleiding.....	1
2 Doel van de opdracht	2
3 Situering	2
4 Strategie voor selectie meetlocaties.....	4
4.1 Online enquête setting analyse van opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen	4
4.2 Telefonische enquête setting analyse van opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen.....	5
4.3 Selectie van kinderopvang voor deelname aan de meetcampagne.....	5
5 Het meetplan	6
5.1 Meetmethoden en -technieken.....	6
5.1.1 Vluchtige Organische Stoffen (VOS)	6
5.1.2 Aldehyden	6
5.1.3 Fijn stof (PM ₁ , PM _{2.5} en PM ₁₀)	7
5.1.4 CO ₂ , Temperatuur en relatieve vochtigheid	8
5.1.5 Koolstofmonoxide	8
5.1.6 Tocht	9
5.1.7 Pathogenen in lucht.....	9
5.1.8 Depositiestof	10
5.1.9 Vragenlijst en walk-through.....	10
5.2 De meetcampagne	10
5.2.1 Periode	10
5.2.2 Meetplaatsen en installatie van meetapparatuur.....	12
5.2.3 Praktische organisatie van het veldwerk	12
6 Meetresultaten.....	13
6.1 Beschrijving van de 17 meetlocaties	13
6.1.1 Ligging van de 17 bestudeerde OVL	13
6.1.2 De gebouwkenmerken	16
6.1.3 De binnenmilieukarakteristieken van de opvanglocaties	24
6.1.4 Gedrag van de gebouwgebruiker.....	26

6.2	Koolstofdioxide	31
6.2.1	CO ₂ in OVL tijdens de openingsuren	31
6.2.2	Beïnvloedende factoren van CO ₂ in OVL.....	36
6.3	Fysische parameters in de OVL.....	38
6.3.1	Temperatuur in leef- en slaapruiimte tijdens de OVL-openingsuren	39
6.3.2	Relatieve vochtigheid in leef- en slaapruiimte tijdens de OVL-openingsuren	40
6.4	Koolstofmonoxide	42
6.4.1	Koolstofmonoxide (CO) in de 17 OVL	42
6.4.2	CO in OVL ten opzichte van Vlaams Binnenmilieubesluit en andere adviezen	43
6.5	Vluchtige Organische Stoffen in de OVL	45
6.5.1	VOS in de buitenomgeving	46
6.5.2	VOS in de 17 OVL	47
6.6	Aldehyden	53
6.7	Fijn stof: PM ₁ , PM _{2.5} , PM ₁₀	55
6.7.1	Gezondheidseffecten van PM _x -blootstelling	55
6.7.2	PM _x -concentraties in de OVL's	55
6.9	Bioaerosol pathogenen	62
6.9.1	Detectiefrequenties van pathogenen in de verschillende monsters	62
6.9.2	Detectiefrequenties van de verschillende pathogenen.....	65
6.9.3	Detectiefrequenties van pathogenen in functie van ventilatie-efficiëntie.....	66
6.10	SVOS in depositiestof.....	68
6.10.1	Doel en situering van deze metingen	68
6.10.2	Detectiefrequentie van POP's	71
6.10.3	Detectiefrequentie van weekmakers	72
6.10.4	Detectiefrequentie van vlamvertragers.....	73
6.10.5	Detectiefrequenties en concentraties van SVOS per OVL	75
7	Algemene conclusie en aanbevelingen	82
7.1	Conclusie.....	82
7.2	Aanbevelingen	85
7.2.1	Aanbevelingen op gebied van ventilatie	85
7.2.2	Aanbevelingen op gebied van screening van de binnenluchtkwaliteit	86
7.2.3	Aanbevelingen op gebied van inrichting en productgebruik	86
	Literatuurlijst	87
	Bijlage A: Bevraging Opganglocaties	89
	Bijlage B: Gezondheidskundige interpretatie	93

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1. Verspreiding van de formele opvangplaatsen in Vlaanderen ten opzichte van het aantal kinderen.....	3
Figuur 2. Schematische voorstelling van de tragsgewijze aanpak voor de setting analyse kinderopvang.	4
Figuur 3. Het principe van chemisorptie toegepast bij de staalname van aldehyden.	7
Figuur 4. De Coriolis μ , gebruikt voor het bemonsteren van virusdeeltjes in lucht.	9
Figuur 5. Illustratie van de installatie van meettoestellen in OVL (foto's OVL 16).....	12
Figuur 6. Spreiding van de 17 OVL in Vlaanderen.....	13
Figuur 7. Afstand tot de weg, volgens online bevraging en bij walk-through.	14
Figuur 8. Respondenten online bevraging en bereidwilligheid voor deelname aan BiMi-metingen. .	17
Figuur 9. Bezettingsgraad van elke OVL.	20
Figuur 10 De vloerbedekking in OVL 9.	24
Figuur 11 Visualisatie van CO ₂ -concentratieniveaus tijdens de openingsuren	33
Figuur 12 CO ₂ -concentratie in OVL 3 zonder mechanische ventilatie.....	34
Figuur 1314. CO ₂ -concentratie in OVL 5, zonder mechanische ventilatie.	35
Figuur 15. CO ₂ -concentratie in OVL 14, met mechanische ventilatie type D.	35
Figuur 16. CO ₂ -concentratie in OVL 16, zonder mechanische ventilatie.....	36
Figuur 17 A en B. CO ₂ -concentratie in functie van vloeroppervlak met kind in de leefruimtes van de OVL.....	38
Figuur 18 CO monitoring versus 24h-voortschrijdend gemiddelde.....	44
Figuur 19 CO- en CO ₂ -metingen in OVL 7.	45
Figuur 20 Nagaan effect van omgeving i.f.v. Ruimterapport Vlaanderen	46
Tabel 29 21 Overzicht van gezondheidkundige advieswaarden voor aldehyden	53
Figuur 22. Boxplot-distributie van de PM-gegevens gemeten in elk van de 17 OVL tijdens openingsuren.....	58
Figuur 23. Gemiddelde I/O-ratio's voor de drie PM-groottebereiken in de 17 OVL.....	59
Figuur 24. PM ₁₀ -concentraties in OVL 10 en OVL 14 tijdens de openingsuren van hun respectievelijke bemonsteringsweken.....	60
Figuur 25. Detectiefrequenties a) per gerichte stof en b) per OVL.	70
Figuur 26. Verdeling van de totale SVOS-concentraties in de verschillende chemische groepen over de 18 stofmonsters.	75
Figuur 27. Verdeling van de totale vlamvertragers-concentraties in de verschillende chemische subgroepen over de 18 stofmonsters.....	76
Figuur 28. Verdeling van de totale POP's-concentraties in de verschillende chemische subgroepen over de 18 stofmonsters.....	77

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1. Overzicht selectiecriteria voor telefonische enquête en BiMi-metingen.	5
Tabel 2. Lijst van SVOS waarop de analyse van de 18 stofmonsters is gericht.	11
Tabel 3. Overzicht van de metingenplaatsen en metingen in de OVL.	12
Tabel 4. Overzicht provincie en grootte van de 17 OVL.	13
Tabel 5. De nabijheid van een tankstation.	15
Tabel 6. Beschrijving van de omgeving.	15
Tabel 7. Indeling van de omgeving volgens ruimtelijke ordening.	16
Tabel 8. Overzicht van interesse in deelname aan BiMi-onderzoek.	17
Tabel 9. Overzicht gebouwkarakteristieken van de 17 OVL.	19
Tabel 10. Bevraagde maximale bezetting, aantal leefgroepen en de bezettingsgraad, per OVL.	20
Tabel 11. Aantal opengaande ramen en deuren in elke bestudeerde leefruimte.	21
Tabel 12. Bevraging van de gebouwventilatie van de OVL, online, telefonisch en tijdens een walk-through.	23
Tabel 13. Overzicht vloerbekleding in de 17 OVL.	24
Tabel 14. Overzicht gebruikte materialen in het binnenmilieu.	25
Tabel 15. Overzicht van kookactiviteiten in de opvang.	26
Tabel 16. Gebruik van luchtverfrissers in de OVL.	27
Tabel 17. Overzicht van poetsgewoontes in de 17 OVL, in de leef- en slaapruidtes.	27
Tabel 18. Gebruik van technologieën voor een gezond binnenmilieu.	29
Tabel 19. Antwoord op de vraag 'Wanneer wordt er extra verlucht?'.	30
Tabel 20. Overzicht van CO ₂ in de leef- en slaapruidtes van de 17 OVL, tijdens de openingsuren.	32
Tabel 21. CO ₂ in de leef- en slaapruidte, met en zonder mechanische ventilatie.	37
Tabel 22. Temperaturen gemeten in de 17 OVL.	39
Tabel 23. Relatieve vochtigheid gemeten in de 17 OVL.	41
Tabel 24. Koolstofmonoxide in de 17 OVL, in de leef- en slaapruidte [mg/m ³].	42
Tabel 25. Overzicht voortschrijdend gemiddelde CO-concentraties in de 17 OVL.	43
Tabel 26. Overzicht van gezondheidskundige advieswaarden voor VOS.	45
Tabel 27. Geurmoleculen in de binnenlucht van de leefruimtes.	49
Tabel 28. Overzicht van de vluchtige organische stoffen (VOS), gemeten in de 17 OVL.	51
Tabel 29. Overzicht van gezondheidskundige advieswaarden voor aldehyden.	53
Tabel 30. Overzicht van aldehyden in de 17 OVL.	54
Tabel 31. Samenvatting van PM _x -metingen gedurende de openingsuren in elke OVL.	57
Tabel 32. Resultaten verkregen na qPCR-analyse van de luchtmonsters verzameld met de Coriolis µ in de 17 OVL.	63
Tabel 33. Detectiefrequenties van de verschillende pathogenen in de 39 luchtstalen.	64
Tabel 34. Aantal verschillende pathogenen in functie van CO ₂ in de leef- en slaapruidtes.	67
Tabel 35. Beschrijvend overzicht van POP's gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.	71
Tabel 36. Beschrijvend overzicht van de weekmakers gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.	72
Tabel 37. Beschrijvend overzicht van de vlamvertragers gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.	74

LIJST VAN AFKORTINGEN

AP	Alternatieve weekmaker
BDE	Broomdifenylether
CO	Koolstofmonoxide
CO ₂	Koolstofdioxide
CP	Gechloreerde paraffine
Ct(-waard)	Cyclustrempel waarde
DDT	Dichloordifenyldichloorethaan
GC	Gaschromatografie
GC-ECNI/MS	Gaschromatografie gekoppeld aan electron capture negative ion mass spectrometrie
HBCD	Hexabroomcyclododecaan
HFR	Gehalogeneerde vlamvertrager
LC	Vloeistofchromatografie
LC-MS/MS	Vloeistofchromatografie, gekoppeld aan massaspectrometrie
LC-QTOF	Vloeistofchromatografie, gekoppeld aan quadrupool time-of-flight massaspectrometrie
LOQ	Kwantificeringslimiet
LP	Traditionele ftalaten
MTBE	methyl tertiar-butyl ether
OCP	Organochloor-pesticide
OPC	Optische deeltjessensor
OVL	Opvanglocatie(s)
PCB	Polychloorbifenylen
PFR	Organofosfor vlamvertrager
PM	Fijnstof deeltje
POP	Persistente organische verontreinigende stof
RV	Relatieve Vochtigheid
SVOS	Semi-vluchtige organische stof(fen)
T	Temperatuur
TVOS	Totale hoeveelheid vluchtige organische stoffen
VOS	Vluchtige organische stoffen
WHO	Wereldgezondheidsorganisatie

1 INLEIDING

Eén van de meest kwetsbare populaties in Vlaanderen zijn jonge kinderen. Kinderen zijn gevoeliger dan volwassenen voor milieuverontreiniging omdat ze in verhouding meer lucht inademen dan volwassenen en hun afweersysteem nog volop in ontwikkeling is. Het blootstellingspatroon van baby's en peuters kan bovendien sterk afwijken van dat van grotere kinderen en volwassenen als gevolg van verhoogde inname van stofdeeltjes tijdens speelactiviteiten (zoals bijvoorbeeld bij kruipende kinderen).

Echter, op dit moment is er weinig kennis over de luchtkwaliteit in opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen. Ook in de internationale literatuur is er weinig wetenschappelijke onderbouwde informatie, specifiek over de binnenluchtkwaliteit bij kinderopvang.

In deze studie werd de luchtkwaliteit in de kinderopvanglocaties in Vlaanderen in kaart gebracht. Gebouwkaracterisering, evaluatie van de ventilatiestrategie en -infrastructuur, en metingen van de binnenluchtkwaliteit vormden dit exploratief onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit in de kinderopvang.

De resultaten van deze luchtmetingen kunnen zowel beleidsmakers als organisatoren van kinderopvang in Vlaanderen informeren en sensibiliseren over het belang van bronbeperking, verluchting en ventilatie. Door aandacht te hebben voor een gezond binnenmilieu en de omgeving bij het bouwen en inrichten van kinderopvang alsook bij de dagelijkse werking in de kinderopvang kan het welzijn en de gezondheid van de jonge kinderen en de medewerkers van de kinderopvanglocatie bevorderd worden.

2 DOEL VAN DE OPDRACHT

Het doel van deze studie was de binnenluchtkwaliteit van opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen (hierna afgekort als OVL) in kaart brengen via metingen. Zodoende werd gezorgd voor een nulmeting, waarbij concentratieniveaus van relevante chemische agentia in een representatieve groep van Vlaamse opvanglocaties bepaald werd. Hierbij werd rekening gehouden met het type kinderopvang (groepsopvang, samenwerkende ouders en gezinsopvang), gebouwkenmerken/typologie (ligging, voormalige functie gebouw, type bebouwing, bouwjaar, etc.) en ventilatiesysteem. In totaal werden 17 Vlaamse opvanglocaties voor baby's en peuters geselecteerd voor deelname aan dit binnenmilieuonderzoek.

De agentia die binnen gemeten werden, naast viruspartikels in de lucht, zijn vluchtige organische stoffen (VOS), aldehyden, CO₂, PM₁₀/PM_{2.5}/PM₁, CO, temperatuur, relatieve vochtigheid en tocht. Op basis van recente wetenschappelijke literatuur werd ook aandacht geschonken aan (nieuwe) pollutanten aanwezig in depositiestof.

3 SITUERING

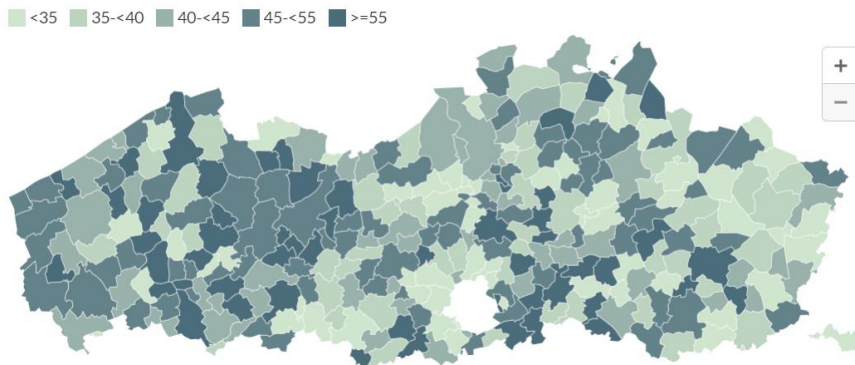
Het beperken van de blootstelling van jonge kinderen is een belangrijk onderdeel van een preventieve gezondheidszorg. Dit begint uiteraard thuis, in de leefomgeving van het kind, waar ouders zelf verantwoordelijk zijn voor het binnenmilieu waaraan kinderen blootgesteld worden.

Eens kinderen naar een opvanglocatie voor baby's en peuters (OVL) gaan, doorgaans vanaf de leeftijd van 3 maanden maar ook vroeger, worden de kinderen tot 12u per dag blootgesteld aan een binnenomgeving waarop ouders niet of nauwelijks een invloed hebben. Niet alleen de buitenomgeving van het OVL, maar ook het gebouw, de inrichting, ventilatie en onderhoud ervan, en het productgebruik binnen, bepalen voor een aanzienlijk aandeel de blootstelling van deze jonge kinderen.

Voor de 195.000 baby's en peuters (0-3 jaar) in Vlaanderen waren er in 2021 bijna 90.000 formele opvangplaatsen beschikbaar; bijna 75% hiervan georganiseerd in een groepsopvang of van samenwerkende onthaalouders, de rest in het kader van kleinschalige gezinsopvang. De hoeveelheid beschikbare kinderopvangplaatsen varieert sterk in Vlaanderen, en dit niet altijd in evenredigheid met het aantal baby's en peuters op zoek naar opvang in de gemeente of stad in kwestie. Hierdoor zijn er regio's waar ouders weinig of geen keuze hebben bij de selectie van een kinderopvang; de keuze van een opvanglocatie wordt dan ook voornamelijk bepaald door de beschikbaarheid van een opvangplaats (zie Figuur 1).

Formele opvangplaatsen ten opzichte van aantal kinderen

Gemeenten van Vlaams Gewest, 2021, aantal per 100 kinderen van 0 tot 3 jaar



Bron: Agentschap Opgroeien, bewerking Statistiek Vlaanderen

Figuur 1. Verspreiding van de formele opvangplaatsen in Vlaanderen ten opzichte van het aantal kinderen.

De garantie op een kwaliteitsvolle kinderopvang, op vlak van pedagogie, verzorging en voeding, maar ook op gebied van binnenmilieu, is dus een noodzaak.

In dit projectvoorstel wilden we daarom een meetplan voorstellen dat ertoe zal leiden een representatief beeld van het binnenmilieu in Vlaamse opvanglocaties voor baby's en peuters te verkrijgen, waarbij we:

- de belangrijkste gebouwtypologieën voor kinderopvang in Vlaanderen beschouwen: zowel gebouwen ontworpen als kinderopvang als gebouwen die herbestemd werden (woningen, winkels,) en gebouwen met meerdere bestemmingen (bv. de opvang wordt georganiseerd in een appartement of in een deel van een woning); gebouwen met verschillende ventilatietypes, incl. gebouwen zonder mechanische ventilatie; gebouwen in stedelijke en landelijke omgevingen, gebouwen nabij potentiële buitenbronnen (tankstations, drukke wegen, veeteelt of fruitteelt) die het binnenmilieu potentieel beïnvloeden.
- rekening houden met de verschillende 'formules' van kinderopvang, gaande van grootschalige groepsopvang tot kleinschalige gezinsopvang.
- rekening houden met de verschillende organisatiestructuren voor kinderopvang: Wie is verantwoordelijk? Is er een hiërarchische structuur die de opvanglocatie beheert of coördineert? Is er een verantwoordelijke technische installaties?
- rekening houden met producten en materialen gebruikt voor inrichting en decoratie van de opvanglocatie, zoals recente renovaties, nieuwe meubels of nieuw speelgoed
- in kaart brengen wat de attitude en kennis is van de verantwoordelijken van de deelnemende opvanglocaties op gebied van ventilatie en verluchting, luchtverfrissers, en poetsen en poetsgedrag, en welke (andere) preventieve maatregelen voor een gezond binnenmilieu gerespecteerd worden.

Onze ervaring leert ons verder dat, net als in woningen, slaapvertrekken vaak minder efficiënt geventileerd of verlucht worden. Ramen en rolluiken worden typisch gesloten tijdens de slaaptijd om geluidshinder afkomstig van de buitenomgeving te beperken en de

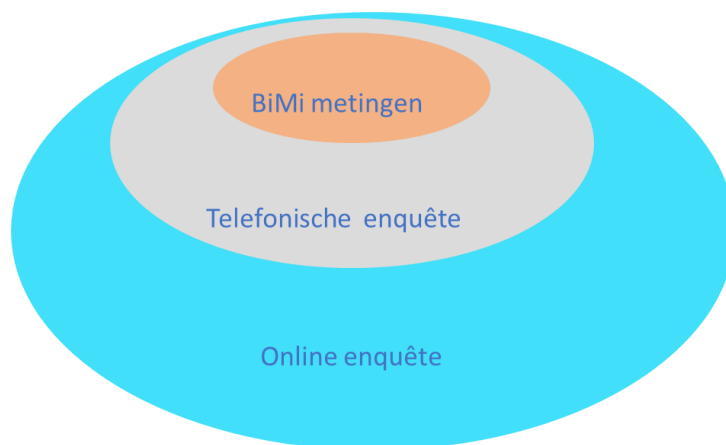
ruimte te verduisteren. Onvoldoende ventilatie of verluchting werkt een opstapeling van polluenten maar ook luchtvochtigheid en virussen in de lucht in de hand, waardoor de kans op schimmelvorming en virustransmissie verhoogt. Daarom werd in elke opvangplaats ook CO₂, temperatuur (T), relatieve vochtigheid (RV) en pathogenen in lucht in één slaapruijnte bepaald.

4 STRATEGIE VOOR SELECTIE MEETLOCATIES

Er werd een 3-traps benadering gebruikt om een representatieve groep opvanglocaties te selecteren voor de binnenmilieu-metingen (BiMi-metingen). Deze benadering maakte deel uit van de deeltaak 'Setting analyse Kinderopvang', als onderdeel van de activiteiten binnen de Partnerorganisatie Milieugezondheidszorg, thema Binnenmilieu. Bij elke trap werd enerzijds de groep respondenten verkleind en werd anderzijds meer diepgang verkregen in de verzamelde informatie.

Omdat bepaalde thema's in elke trap van de setting analyse aan bod kwamen, bood deze trapsgewijze aanpak ook de mogelijkheid om de (voor)kennis van de doelgroep in kaart te brengen, en meer gedetailleerd te toetsen in elke nieuwe trap.

Volgende drie trappen werden uitgevoerd: (1) een online enquête, (2) een telefonische enquête, en (3) een plaatsbezoek in het kader van BiMi-metingen (zie Figuur 2).



Figuur 2. Schematische voorstelling van de trapsgewijze aanpak voor de setting analyse kinderopvang.

4.1 Online enquête setting analyse van opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen

Voor meer gedetailleerde informatie over de online setting analyse van het binnenmilieu (BiMi) verwijzen de auteurs naar VITO rapportnummer 2024/EI/R/3200: Rapport setting analyse Kinderdagverblijven, Deel I: Online survey 2023. De setting-analyse telde 413 respondenten. De auteurs gaan ervan uit dat deze respondenten een representatieve vertegenwoordiging zijn van kinderopvangmogelijkheden binnen het Vlaamse aanbod. De selectie van een kleinere subgroep uit de 413 respondenten voor de telefonische bevraging, zal daarom telkens proportioneel dezelfde groepskenmerken hebben dan de grotere groep van 413 respondenten.

4.2 Telefonische enquête setting analyse van opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen

In deze trap van de karakterisering van kinderopvang in Vlaanderen, werd een groep van 30 opvanglocaties geselecteerd, op basis van een aantal vooraf gedefinieerde selectiecriteria. De criteria opgebouwd als een set van basiscriteria (prioritair) en een set van losstaande criteria (als doorslaggevend argument bij finale keuze tussen 2 OVL) worden getoond in Tabel 1.

Tabel 1. Overzicht selectiecriteria voor telefonische enquête en BiMi-metingen.

CRITERIUM	BESCHRIJVING	%-AANDEEL IN ONLINE SURVEY
Basisselectiecriteria		
Criterium 1	Is de OVL bereid tot deelname aan een BiMi-onderzoek?	Ja: 40% Nee: 60%
Criterium 2	Grootte van de opvang:	13% Groepsopvang (> 50 kinderen) 23% Groepsopvang (25 <= 50 kinderen) 29% Groepsopvang (< 25 kinderen) 35% Gezinsopvang (< 9 kinderen)
Criterium 3	Heeft de OVL VIPA-subsidie genoten?	10% voor nieuwbouw 3% voor renovatie 1% voor nieuwbouw en renovatie 87% neen
Criterium 4	Het gebouwtwerp:	36% gebouwd met als doel OVL te worden 64% had vroeger een andere bestemming (11% winkelruimte, 46% onderdeel v/e woning, 3% veranda, 1% garage (werkplaats), 3% garage (woning), 31% andere, 2% weet ik niet.
Criterium 5	Beschikt de OVL over mechanische ventilatie?	35% ja 58% neen 6% weet niet
Losstaande criteria, voorkeur meegenomen, omwille van een mogelijke impact op het binnenmilieu		
Criterium A	Is er een tankstation < 50 meter van de OVL?	16% ja 83% neen
Criterium B	Mogen ouders de leefruimte van de OVL met schoenen betreden?	48% ja 13% ja, met schoenhoesjes 38% neen
Criterium C	Hoe zou u de wijk van de OVL beschrijven?	33% residentieel 25% stedelijk 2% industrieel 31% landelijk 4% andere

4.3 Selectie van kinderopvang voor deelname aan de meetcampagne

Uit deze 30 OVL waarbij een telefonische enquête werd afgenomen, werden de 17 OVL voor de binnenmilieu-meetcampagne geselecteerd. Deze selectie gebeurde opnieuw in proportie

met het oorspronkelijk voorkomen van verschillende criteria, zoals opgesomd in Tabel 1, in de grotere online enquête van 413 OVL. De realiteit leerde echter dat het niet helemaal mogelijk was om elk criterium te respecteren. Zo bleek het bijvoorbeeld niet evident om bij 'criterium 2: grootte van de opvang' de grootteverdeling uit de survey te respecteren: vooral gezinsopvang bleek moeilijk te overtuigen voor een binnenmilieu-onderzoek. Vaak is bij deze opvang de OVL georganiseerd in de leefruimte van een woning, en bleken de uitbaters minder geneigd binnenmilieu-metingen toe te laten in de private woning.

Naast alle criteria opgesomd in Tabel 1 werd bij de selectie van OVL ook aandacht gegeven aan een representatieve spreiding in Vlaanderen.

Het is ook belangrijk om op te merken dat de antwoorden bij de online bevraging gegeven werden door de verantwoordelijke van de opvanglocatie die de bevraging ontving (dus niet telkens bij een persoon met exact dezelfde functies en verantwoordelijkheden binnen een OVL). Het bleek echter onmogelijk om onjuiste interpretaties van vragen, of foutieve antwoorden omwille van te weinig achtergrondkennis over bepaalde materie, op te vangen. Meer detailvragen tijdens de telefonische bevraging en het plaatsbezoek leerde bijvoorbeeld dat 7 OVL "criterium 5" over de aanwezigheid van mechanische ventilatie, foutief beantwoord hadden bij de online bevraging.

5 HET MEETPLAN

5.1 Meetmethoden en -technieken

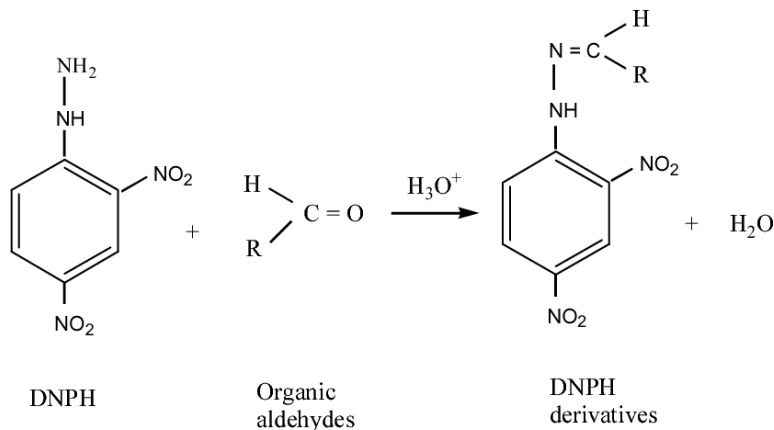
In dit hoofdstuk worden alle toegepaste luchtbemonsteringsmethoden en analysetechnieken beschreven.

5.1.1 Vluchtige Organische Stoffen (VOS)

Vluchtige organische stoffen werden bemonsterd gedurende 5 dagen d.m.v. passieve dosimeters type Radiello® met actief kool als adsorbens (Radiello® code 130), waarbij gemiddelde concentraties worden bekomen. Na de bemonstering worden de dosimeters in het laboratorium verzameld voor analyse en gedesorbeerd met koolstofdissulfide (CS₂). Resulterende extracten worden geïnjecteerd in een gaschromatograaf uitgerust met een apolaire kolom en massaspectrometer (MS). De MS-detectie voorziet tegelijkertijd full scan en selected ion monitoring (SIM) opname en laat zo ondubbelzinnige identificatie van de aanwezige verontreiniging toe. Identificatie van de organische stoffen gebeurt op basis van retentietijden enerzijds en op karakteristieke interferentievrije m/e-ionen anderzijds. Kwantificering gebeurt met 2-fluortolueen als interne standaard, door vergelijking van de geïntegreerde piekoppervlakten van de meest karakteristieke ionen voor de te bepalen stof en de interne standaard.

5.1.2 Aldehyden

Aldehyden werden bemonsterd d.m.v. passieve dosimeters type Umex (SKC UMEx 100), die gedurende 5 dagen blootgesteld werden aan omgevingslucht. De werking van deze sampler is gebaseerd op chemisorptie, waarbij aldehyden met dinitrofenylhydrazine (DNPH) reageren (zie Figuur 3). Na de bemonstering worden de aldehyden als DNPH-derivaat geëxtraheerd met acetonitrile en geanalyseerd via vloeistofchromatografie met fotodiode array detector. Gemiddelde luchtconcentraties worden berekend rekening houdend met de blootstellingstijd van de samplers.



Figuur 3. Het principe van chemisorptie toegepast bij de staalname van aldehyden.

5.1.3 Fijn stof (PM₁, PM_{2.5} en PM₁₀)

Door middel van de GRIMM 1.108 Dust Monitor werden de PM₁-, PM_{2.5}-, en PM₁₀-fracties van fijn stof op alle binnen- en buitenlocaties gemeten.

Het optische meettoestel beschikt over een geheugenkaart waarop de gemeten concentraties en de grootte van de gemeten deeltjes elke minuut worden weggeschreven. Grimm toestellen worden in een weersbestendige behuizing geplaatst, uitgerust met een droger (voor buitenmetingen), om de impact van luchtvochtigheid bij vergelijken binnen- en buitenmetingen te minimaliseren. De weerbestendige behuizing bij de binnenmetingen had ook tot doel om eventuele geluidshinder t.g.v. het toestel te minimaliseren.

Betrokken meettoestellen worden voor aanvang van de metingen gekalibreerd t.o.v. de gravimetrische referentiemethode voor PM_{2.5} en PM₁₀ zoals beschreven in de norm EN 12341 (d.m.v. een Leckel sampler); bij de referentiemethode wordt fijn stof (gedurende 24 uur) verzameld op filters waarvan de massatoename handmatig wordt bepaald door weging. Correctiefactoren worden toegepast om de meetresultaten van de verschillende Grimm toestellen vergelijkbaar te maken.

Daarnaast werden de PM₁-, PM_{2.5}- en PM₁₀-concentraties gemeten met een Sensorbox, uitgerust met een optische deeltjestellersensor (OPC) met de volgende specificaties:

- Meettechniek: optisch,
- Deeltjesgroottebereik: 0,35 - 40 µm,
- Maximale deeltjesaantal: 10 000 deeltjes per seconde,
- Deeltjescategorisatie: 24 individuele grootteklassen.

Elke minuut worden de PM₁-, PM_{2.5}- en PM₁₀-concentraties geregistreerd in het interne geheugen van het toestel. Alle OPC-sensoren in de sensorboxen zijn gekalibreerd onder gecontroleerde omstandigheden bij zes PM-concentratieniveaus tussen 0 - 10 µg/m³ (PM₁), 0 - 40 µg/m³ (PM_{2.5}) en 0 - 160 µg/m³ (PM₁₀). De verschillende PM_x-concentratieniveaus werden gecreëerd door dolomietdeeltjes nauwkeurig te doseren in deeltjesvrije lucht. De uiteindelijke PM_x-concentratie in de kamer werd gemeten met behulp van een gekalibreerde optische deeltjesmonitor (Grimm 11-DM).

5.1.4 CO₂, Temperatuur en relatieve vochtigheid

CO₂, temperatuur en relatieve vochtigheid worden gemeten door middel van Humlog 20 dataloggers (E+E Elektronik) en op maat gemaakte Sensorboxen. Een Sensorbox bevat meerdere sensoren om stoffen zoals koolstofdioxide in de binnenlucht te meten.

Beide toesteltypes bevatten dezelfde sensoren voor het meten van CO₂, temperatuur en relatieve vochtigheid, met de volgende specificaties:

CO₂ - Meettechniek: Niet-dispersieve infrarood (NDIR) sensor met dubbele golflengte, - Bereik: 0 tot 5000 ppm, - Meetnauwkeurigheid: ± 50 ppm (bij 0 tot 1200 ppm) of $\pm 5\%$ (bij 1200 tot 5000 ppm)
Temperatuur - Meettechniek: NTC-sensor (Negative Temperature Coefficient), - Bereik: -20 tot 50 °C, - Meetnauwkeurigheid: ± 0.3 °C (bij 0 tot 40°C), ± 0.5 °C buiten dit bereik;
Relatieve Vochtigheid - Meettechniek: Capacitieve relatieve vochtigheidssensor, - Bereik: 10 tot 95 % RV, - Meetnauwkeurigheid: $\pm 2\%$ bij 20°C.

De CO₂ meetresultaten worden niet gecorrigeerd voor temperatuur of atmosferische druk. Elke minuut worden CO₂-concentratie, temperatuur en relatieve vochtigheid opgeslagen in het interne geheugen van het toestel. Alle CO₂-sensoren van de Humlog 20 en de Sensorbox zijn gekalibreerd onder gecontroleerde omstandigheden bij zes CO₂-concentratieniveaus tussen 400 en 5000 ppm.

5.1.5 Koolstofmonoxide

Sensorboxen werden eveneens gebruikt voor het uitvoeren van koolstofmonoxidemetingen (CO).

De elektrochemische CO-sensor beschikt over volgende specificaties:

- Meettechniek: elektrochemisch,
- Bereik: 0 tot 1 000 ppm,
- Meetnauwkeurigheid: < 35 ppb (0 tot 500 ppm).

Elke minuut wordt de CO-concentratie geregistreerd in het intern geheugen van de toestel. Alle CO-sensoren zijn gekalibreerd onder gecontroleerde omstandigheden bij zes CO-concentratieniveaus tussen 0 en 10 ppm.

5.1.6 Tocht

Om de tocht te meten werd een thermische anemometer Testo 405i (Testo NV) gebruikt. Dit toestel maakt gebruik van een hittedraad-methode om zeer lage luchtsnelheden te meten. De hittedraad sensor van de toestel beschikt over volgende specificaties:

- Meettechniek: hittedraad,
- Bereik: 0 tot 30 m/s,
- Resolutie: 0,01 m/s,
- Meetnauwkeurigheid:
 - $\pm (0,1 \text{ m/s} + 5 \%)$ van de gemeten waarde voor luchtsnelheden tussen 0 en 2 m/s;
 - $\pm (0,3 \text{ m/s} + 5 \%)$ van de gemeten waarde voor luchtsnelheden tussen 2 en 15 m/s).

Alle thermische anemometer Testo 405i toestellen worden in de fabriek gekalibreerd en geleverd met een ISO-kalibratiecertificaat.

5.1.7 Pathogenen in lucht

Virus- en bacteriëndeeltjes in lucht werden bemonsterd door middel van een Coriolis μ , vervaardigd door Bertin Technologies (St-Berthely, France). Het toestel (zie Figuur 4) collecteert aerosolen met aerodynamische diameters tussen 0,5 en 20 μm door een cyclonische impinger in een vloeistof naar keuze, aan een hoog luchtdebiet (tot 300 L/min) (Bertin, 2012); voor deeltjes met een diameter van $\approx 5 \mu\text{m}$ is de collectie-efficiëntie van het toestel het hoogste. Net deze fractie bestaat vooral uit uitgeademde aerosolen die het meest aangereikt is met virale pathogenen.



Figuur 4. De Coriolis μ , gebruikt voor het bemonsteren van virusdeeltjes in lucht.

Tijdens de belading met omgevingslucht gedurende 30 min wordt eventueel actief virus in het luchtstaal geïnactiveerd door de samenstelling van het medium waarin bemonsterd wordt. Na belading worden de biologische stalen naar Jessaziekenhuis (Hasselt, Belgium) gestuurd voor qPCR analyse. Bij deze analyse wordt het staal onderzocht op de aanwezigheid van 26 pathogene virussen en bacteriën. De bemonsterings- en analysetechnieken die in de OVL werden toegepast, volgden het protocol dat eerder door VITO werd ontwikkeld en in detail werd beschreven in Paralovo et al. (2024).

5.1.8 Depositiestof

Voorafgaand aan de staalname werden alle onderdelen van de stofzuiger die in contact komen met het verzamelde stof ontsmet met een desinfecterend nat doekje. Eenmaal gedesinfecteerd en droog, werd een filterzakje aan het uiteinde van de stofzuigerbuis geplaatst. Vervolgens wordt het te stofzuigen vloeroppervlak afgebakend. In elke OVL werd één mengstaal verzameld in de leefruimte en slaapkamer. Elk mengstaal kwam overeen met 12 m², dus

- 3x een vierkant van 4 m² (2m x 2m) bij alle vloertypes
- of een equivalent vierkant van 1 m² indien de vloer bekleed is (tapijt)

Na monsternamen werd het filterzakje gesloten, verpakt en bewaard bij kamertemperatuur op een donkere plaats. Na verzamelen van alle stofstalen, werd elk staal gezeefd door Universiteit Antwerpen (UA), zodat alle grotere stukken zoals bv. haren uit de stalen verwijderd werden.

In totaal werden 18 stofmonsters verzameld in de leefruimtes van 17 OVL (OVL 8 werd twee keer bemonsterd). Elk stofmonster werd in het laboratorium geanalyseerd om de aanwezigheid van specifieke SVOS-verbindingen, geclassificeerd als persistente organische verontreinigende stoffen (POP's), weekmakers en vlamvertragers, gericht te kwantificeren. 74 verschillende verbindingen opgedeeld in 8 klassen werden gekwantificeerd in deze analyses. De volledige lijst met target moleculen per klasse is opgenomen in Tabel 2. De monsters werden geanalyseerd met GC-ECNI/MS (voor kwantificering van POP's en HFR's), LC-MS/MS (voor kwantificering van weekmakers, HBCD en PFR's), LC-QTOF (voor kwantificering van gechloteerde paraffines) en GC-EI/MS (voor kwantificering van DEHP en DEHT). De analytische methode die op de stofmonsters werd toegepast, werd gepubliceerd door Christia et al. (2019).

5.1.9 Vragenlijst en walk-through

In elke OVL werd een vragenlijst deels afgenomen bij de aanwezige verantwoordelijke van elke OVL, en deels ingevuld na walk-through door een medewerker van VITO. Aanvullend werd het nodige beeldmateriaal verzameld om de verzamelde informatie te onderbouwen.

Een overzicht van de vragenlijst wordt getoond in Bijlage A.

5.2 De meetcampagne

5.2.1 Periode

De meetcampagne in opvanglocaties voor baby's en peuters werd georganiseerd tijdens het verwarmingsseizoen, omdat ervaring ons leert dat mensen in die periode doorgaans minder verluchten of ventileren via openen van ramen of deuren. Dit om zo weinig mogelijk warmte te verliezen. Onvoldoende ventilatie en verluchting zorgt er vervolgens voor dat pollutanten afkomstig van de binnenomgeving zich binnen opstapelen, incl. pathogene virusdeeltjes, waardoor deze in concentratie toe kunnen nemen.

De meetcampagne in OVL ging van start op 27/11/2023 en liep tot 22/03/2024. In elke OVL werd gemeten gedurende een periode van 5 dagen, van maandag tot en met vrijdag. Per week werden maximaal 2 OVL bezocht.

Tabel 2. Lijst van SVOS waarop de analyse van de 18 stofmonsters is gericht.

Klasse	Afkorting	Volledige naam	Klasse	Afkorting	Volledige naam
Persistente organische verontreinigende stoffen (POP's)	Polychloorbifenyleen (PCB's)	CB 101	Traditionele ftalaten (LP's)	DEP	Diëthylftalaat
		CB 99		DMP	Dimethylftalaat
		CB 105		DnBP	Di-N-butylftalaat
		CB 118		BBzP	Benzylbutylftalaat
		CB 153		DPP	Difenyftalaat
		CB 138		DEHP	Bis(2-ethylhexyl)ftalaat
		CB 156	Alternatieve weekmakers (AP's)	ATBC	Acetyltributylcitraat
		CB 170		ATEC	Acetyltriethylcitraat
		CB 180		CDPHP	Cresyldifenyfosfaat
		CB 183		DBS	Dibutylsebaat
		CB 187		DIBA	Di-iso-butyladipaat
		CB 194		BTHC	Butyryltriethylcitraat
	Organochloor-pesticiden (OCP's)	OxC		THTM	Tri-n-hexyltrimellitaat
		TN		TOTM	Tris(2-ethylhexyl)trimellitaat
		CN		DEHA	Diethylhexyladipaat
		pp-DDE		DEHT	Bis(2-ethylhexyl)tereftalaat
		pp-DDT		DIDP	Di-isodecylftalaat
		HCB		DINCH	1,2-cyclohexaandicarbon-zuurdiisononylester
		a-HCH		DINP	Di-isononylftalaat
		b-HCH	Gechlorreerde paraffinen (CP's)	ΣSCCPs	Korteketenvormige CP's
		g-HCH		ΣMCCPs	Middellangeketenvormige CP's
				ΣLCCPs	Langeketenvormige CP's
Vlamvertragers	Gehalogeneerde vlamvertragers (HFR's)	BDE 28	Weekmakers		
		BDE 47			
		BDE 100			
		BDE 99			
		BDE 154			
		BDE 153			
		BDE 183			
		BDE 209			
		syn-DP			
		anti-DP			
		DBDPE			
	Organofosfor vlamvertragers (PFR's)	TiBP			
		TnBP			
		TEP			
		TEHP			
		TBOEP			
		EHDPPH			
		TBuPhP			
		TPhP			
		TpTP			
		TCEP			
		TCIPP			
		TDCIPP			
		TDBPP			
		V6			
		BDP			
		iDPP			
		RDP			
	Hexabroom-cyclododecaan (HBCD)	α-HBCD			
		β-HBCD			
		γ-HBCD			

5.2.2 Meetplaatsen en installatie van meetapparatuur

In elke OVL werd de luchtkwaliteit gemeten in de leefruimte, de slaapruijnte en op een representatieve buitenlocatie, doorgaans de tuin. Op elk van de locaties werden de volgende parameters gemeten, zoals getoond in Tabel 3.

Met betrekking tot de bioaerosol-monstername, werden twee stalen verzameld per OVL (telkens in één leefruimte en één slaapkamer). In 3 OVL (OVL 5, OVL 6 en OVL 7) werd aanvullend ook een duplicaatstaal genomen, om de representativiteit van de meetmethode te toetsen. Ook werd in OVL 8 op twee verschillende momenten bemonsterd.

Tabel 3. Overzicht van de metingenplaatsen en metingen in de OVL.

Leefruimte	Slaapruijnte	Buitensite	Duurtijd meting, resolutie
CO ₂	CO ₂	CO ₂	5 dagen, 1-minuut
Temperatuur	Temperatuur	Temperatuur	5 dagen, 1-minuut
Relatieve vochtigheid	Relatieve vochtigheid	Relatieve vochtigheid	5 dagen, 1-minuut
CO	CO		5 dagen, 1-minuut
Tocht	Tocht		3 meetpunten, moment
VOS		VOS	5 dagen, gemiddelde
Aldehyden			5 dagen, gemiddelde
PM ₁ /PM _{2.5} /PM ₁₀		PM ₁ /PM _{2.5} /PM ₁₀	5 dagen, 1-minuut
Bioaerosolen	Bioaerosolen		30 minuten, gemiddelde
Depositiestof	Depositiestof		n.v.t.



Figuur 5. Illustratie van de installatie van meettoestellen in OVL (foto's OVL 16)

5.2.3 Praktische organisatie van het veldwerk

VITO was verantwoordelijk voor de selectie en rekrutering van 17 geschikte OVL, de praktische organisatie van het veldwerk, het voorzien van het nodige bemonsteringsmateriaal en handleidingen, en de organisatie van een opleiding voor de veldwerkers van het Departement Zorg. VITO zorgde ook voor praktische assistentie op afstand en ter plaatste wanneer dit nodig bleek. Veldwerkers van het Departement Zorg

waren verantwoordelijk voor de installatie en het ophalen van de meettoestellen en voor het rapporteren van bemonsteringsgegevens. Dit, met uitzondering van de vragenlijst, de walk-through, het verzamelen van depositiestof en het nemen een bioaerosol luchtstaal, wat uitgevoerd werd door een medewerker van VITO.

6 MEETRESULTATEN

De meetresultaten worden in dit hoofdstuk gerapporteerd en geïnterpreteerd in het licht van de gebouw- en omgevingskarakteristieken van de 17 meetlocaties. Alle data worden beschouwd in het licht van eerdere meetresultaten uit Vlaamse binnenmilieus en het Vlaams Binnenmilieubesluit. Het Vlaams Binnenmilieubesluit adviseert richt- en interventiewaarden voor een gezond en kwaliteitsvol binnenmilieu. Terwijl de richtwaarden eerder adviserend zijn, zijn vereist een overschrijding van een interventiewaarde een aangepaste remediëring.

6.1 Beschrijving van de 17 meetlocaties

6.1.1 Ligging van de 17 bestudeerde OVL

6.1.1.1 Verspreiding in Vlaanderen

Bij de selectie van OVL werd een spreiding over Vlaanderen gerespecteerd. Figuur 6 toont deze spreiding. Tabel 4 toont een overzicht van de provincie waarin elke OVL gelegen is, met informatie over de grootte van de opvanglocatie.



Figuur 6. Spreiding van de 17 OVL in Vlaanderen.

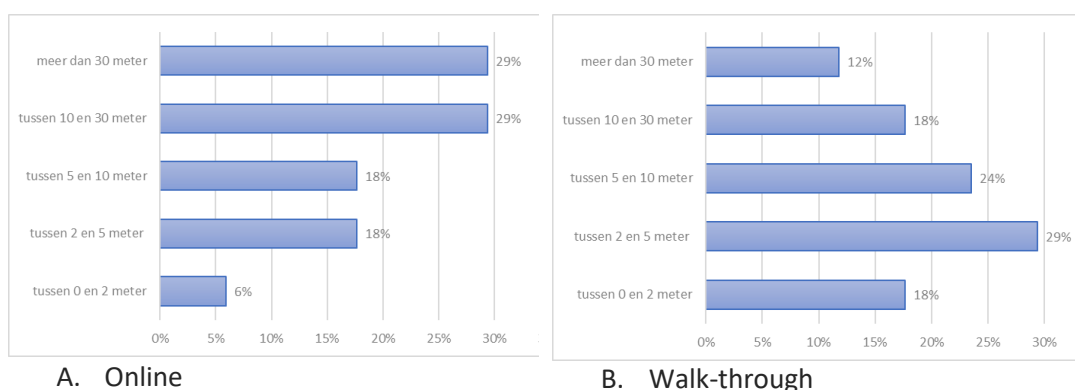
Tabel 4. Overzicht provincie en grootte van de 17 OVL.

OVL CODE	PROVINCIE	GROOTTE VAN DE OPVANG
OVL 1	Limburg	Groepsopvang (< 25 knd)
OVL 2	Oost-Vlaanderen	Groepsopvang (25 <= 50 knd)
OVL 3	West-Vlaanderen	Groepsopvang (< 25 knd)
OVL 4	West-Vlaanderen	Groepsopvang (< 25 knd)

OVL 5	West-Vlaanderen	Groepsopvang (< 25 knd)
OVL 6	Antwerpen	Gezinsopvang (< 9 knd)
OVL 7	Antwerpen	Groepsopvang (< 25 knd)
OVL 8	Vlaams-Brabant	Groepsopvang (> 50 knd)
OVL 9	Vlaams-Brabant	Gezinsopvang (< 9 knd)
OVL 10	Vlaams-Brabant	Groepsopvang (25 <> 50 knd)
OVL 11	Vlaams-Brabant	Groepsopvang (> 50 knd)
OVL 12	Oost-Vlaanderen	Gezinsopvang (< 9 knd)
OVL 13	Antwerpen	Gezinsopvang (< 9 knd)
OVL 14	Vlaams-Brabant	Groepsopvang (25 <> 50 knd)
OVL 15	Limburg	Groepsopvang (25 <> 50 knd)
OVL 16	Antwerpen	Groepsopvang (< 25 knd)
OVL 17	Oost-Vlaanderen	Groepsopvang (< 25 knd)

6.1.1.2 De gebouwomgeving

Uit de setting analyse (uitgevoerd in het kader van de Partnerorganisatie Milieugezondheidszorg) blijkt dat de respondenten (werkzaam in de opvanglocatie) de ligging van de opvanglocatie ten opzichte van verkeer doorgaans positiever inschatten dan deze eigenlijk is. Figuur 7 toont de vergelijking van de inschatting 'afstand tot de weg', online gerapporteerd door de respondenten, en ingeschat door VITO tijdens de walk-through. Bij verdere analyse wordt daarom de informatie verkregen uit de walk-through verkozen boven de input van de online bevraging.



Figuur 7. Afstand tot de weg, volgens online bevraging en bij walk-through.

Een aantal parameters werd echter enkel bevraagd in de online bevraging, zoals de nabijheid van een groene zone: hierop antwoorden 13 OVL de aanwezigheid van een groene zone op minder dan 50m.

Voor 6 van de 17 OVL werd bij de online bevraging een tankstation of < 50m van de opvang genoteerd. De walk-through leverde echter een ander beeld op; dit wordt getoond in Tabel 5. Na controle door middel van Google Maps, wordt bij de verdere analyse de informatie van de walk-through meegenomen bij de verdere analyse.

Tabel 5. De nabijheid van een tankstation.

Opvanglocatie	Tankstation <50m Online bevraging	Tankstation <50m Walk-through
OVL 1		X
OVL 2	X	X
OVL 3	X	X
OVL 4		
OVL 5		
OVL 6		
OVL 7	X	X
OVL 8	X	X
OVL 9		X
OVL 10		
OVL 11		
OVL 12		
OVL 13	X	X
OVL 14		X
OVL 15		
OVL 16	X	X
OVL 17		

6.1.1.3 Omschrijving van de wijk

Tabel 6 toont het overzicht van de beschrijving van de omgeving of wijk van elke opvanglocatie, (1) afkomstig uit de online bevraging, (2) uit de telefonische bevraging, en (3) uit de walk-through. Net als bij de eerdere vragen over de omgeving van de OVL, is ook hier een discrepantie tussen de antwoorden zichtbaar. Voor een meer gedetailleerde analyse hiervan wordt verwezen naar de ‘Setting analyse Opvanglocaties Vlaanderen’, die einde 2024 gerapporteerd wordt.

Tabel 6. Beschrijving van de omgeving.

Opvanglocatie	Online bevraging	Telefonische bevraging	Walk-through
OVL 1	landelijk	landelijk	stedelijk (stadscentrum)
OVL 2	landelijk	woonwijk	stedelijk (stadscentrum)
OVL 3	stedelijk	woonwijk, net buiten bebouwde kom	stedelijk (stadscentrum)
OVL 4	stedelijk	stedelijk (stadscentrum)	residentieel (in een woonwijk)
OVL 5	woonwijk	woonwijk, centrum	residentieel (in een woonwijk)
OVL 6	woonwijk	woonwijk	residentieel (in een woonwijk)
OVL 7	industrieel	nabij ringweg, industrie achtertuin	stedelijk (stadscentrum)
OVL 8	stedelijk	industrieel (kantoorgebouwen)	industrieel
OVL 9	woonwijk	rustige straat	landelijk en industrieel
OVL 10	landelijk	landelijk, nabij autosnelweg	landelijk
OVL 11	woonwijk	(sociale) woonwijk	residentieel (in een woonwijk)
OVL 12	landelijk	landelijk	landelijk
OVL 13	woonwijk	woonwijk, net buiten ringweg	residentieel (in een woonwijk)
OVL 14	landelijk	landelijk	residentieel (in een woonwijk)
Vervolg Tabel 6			

Opvanglocatie	Online bevraging	Telefonische bevraging	Walk-through
OVL 15	woonwijk	stedelijk (stadscentrum)	stedelijk (stadscentrum)
OVL 16	andere	woonwijk	residentieel (in een woonwijk)
OVL 17	andere	Landelijk, nabij drukke weg	landelijk

Voor de huidige analyse van de meetcampagne geven we deze resultaten weer, met als doel te verantwoorden waarom bij de verdere analyse van de data hoofdzakelijk de input van de walk-through in rekening gebracht zal worden.

Tabel toont een overzicht van de omgeving van elke OVL volgens classificeringssystemen van ruimtelijke ordening. Hierbij wordt ook de VRIND-classificatie toegevoegd voor de vergelijkbaarheid met eerdere BiMi-studies, wetende dat deze classificering echter verouderd is en op Vlaams niveau eerder de NIS of Ruimterapport Vlaanderen gebruikt dient te worden.

Tabel 7. Indeling van de omgeving volgens ruimtelijke ordening.

Opvanglocatie	(VRIND)	NIS	Ruimterapport Vlaanderen
OVL 1	Overgangsgebied	Overgangsgebied	Landelijk
OVL 2	Platteland	Platteland	Landelijk
OVL 3	Centrumsteden	Centrumsteden	Verstedelijkt
OVL 4	Structuurondersteunende steden	Kleinere steden	Verstedelijkt
OVL 5	Kleinstedelijk provinciaal gebied	Kleinere steden	Landelijk
OVL 6	Overgangsgebied	Overgangsgebied	Landelijk
OVL 7	Structuurondersteunende steden	Kleinere steden	Verstedelijkt
OVL 8	Stedelijk gebied rond Brussel	Stedelijke rand	Verstedelijkt
OVL 9	Stedelijk gebied rond Brussel	Stedelijke rand	Verstedelijkt
OVL 10	Centrumsteden	Centrumsteden	Verstedelijkt
OVL 11	Structuurondersteunende steden	Kleinere steden	Landelijk
OVL 12	Kleinstedelijk provinciaal gebied	Kleinere steden	Landelijk
OVL 13	Regionaal stedelijke rand	Stedelijke rand	Verstedelijkt
OVL 14	Platteland	Platteland	Landelijk
OVL 15	Structuurondersteunende steden	Kleinere steden	Verstedelijkt
OVL 16	Grootsteden	Grootsteden	Verstedelijkt
OVL 17	Kleinstedelijk provinciaal gebied	Kleinere steden	Landelijk

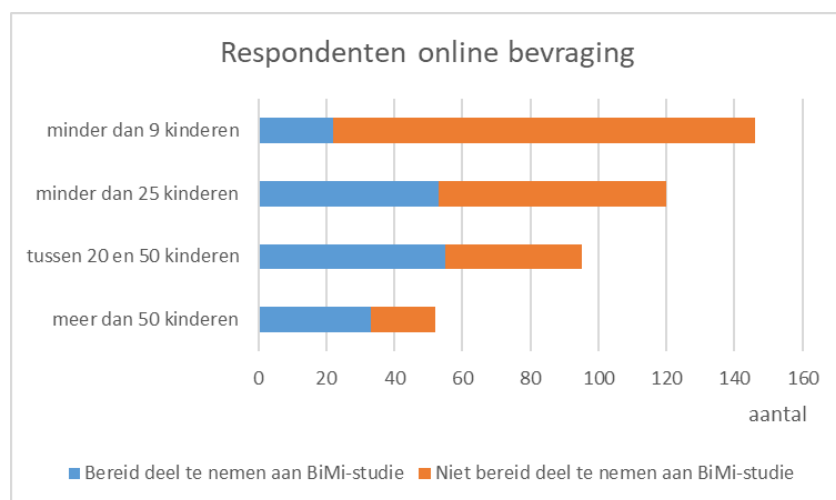
6.1.2 De gebouwkenmerken

6.1.2.1 Grootte van de opvanglocaties

De grootste groep respondenten bij de online bevraging was de gezinsopvang, voor opvang in groepen <9 kinderen (35% ofwel 146 van de 413 respondenten). Deze groep was echter ook de groep die het minst bereid bleek voor deelname aan de binnenmilieu-

meetcampagne; slechts 5% (of 22 opvanglocaties) gaven een positief antwoord op de vraag of ze zouden deelnemen aan een meetcampagne naar de kwaliteit van het binnenmilieu (BiMi), gevisualiseerd in Figuur 8 en Tabel 8.

Uit deze 22 gezinsopvang-OVL dienden er, bij proportioneel respecteren van het aantal deelnemers uit de online bevraging, 6 geselecteerd te worden voor de meetcampagne. Daarbij moest tevens ook, zoals vooropgesteld en in afspraak met de opdrachtgever, rekening gehouden worden met de beoogde selectiecriteria en de geografische spreiding van de OVL over Vlaanderen. Uiteindelijk bleken er slechts 4 gezinsopvang-OVL bereid te zijn voor deelname aan de meetcampagne. Maar omdat in de daaropvolgende categorie 'groepsopvang minder dan 25 kinderen', twee OVL een maximumcapaciteit van 10 kinderen hadden, werd deze categorie met kleinste groepsgroottes alsnog gerespecteerd (doch niet als 'gezinsopvang').



Figuur 8. Respondenten online bevraging en bereidwilligheid voor deelname aan BiMi-metingen.

Tabel 8. Overzicht van interesse in deelname aan BiMi-onderzoek.

Bereidwilligheid voor deelname aan BiMi-metingen:		Ja	Neen	Ja + Neen
Type opvang:				
Groepsopvang	meer dan 50 kinderen	33 (8%)	19 (5%)	52 (13%)
Groepsopvang	tussen 20 en 50 kinderen	55 (13%)	40 (10%)	95 (23%)
Groepsopvang	minder dan 25 kinderen	53 (13%)	67 (16%)	120 (16%)
Gezinsopvang	minder dan 9 kinderen	22 (5%)	124 (30%)	146 (35%)

6.1.2.2 VIPA-subsidie

In de online bevraging (juli 2023) bleek 14% (56 van de 413 OVL) VIPA-subsidie te hebben gekregen voor de constructie en/of verbouwing van de kinderopvang; het grootste aandeel hiervan (10%) was voor nieuwbouw.

Bij de rekrutering van OVL werd ernaar gestreefd om dit aandeel te respecteren in de 17 OVL voor de meetcampagne. Dit resulteerde in de selectie van 2 OVL met VIPA-subsidie voor nieuwbouw: OVL 11 en OVL 14.

6.1.2.3 Het gebouwontwerp

6.1.2.4 Ontworpen voor kinderopvang

Uit de online bevraging bleek dat bij 150 respondenten (of 36%) de opvang georganiseerd wordt in een gebouw dat ontworpen werd met als doel opvanglocatie voor baby's en peuters te worden.

Volgens dezelfde ratio werden 10 van deze 150 OVL geselecteerd voor de telefonische bevraging (10 op 30 respondenten voor de telefonische enquête, of 33% a rato van de online enquête).

Nadien werd de binnenmilieu-meetcampagne uitgerold in 6 van deze 10 OVL.

De walk-through leerde echter dat slechts 3 van deze 6 OVL effectief ontworpen werden als kinderopvang. De 3 anderen bleken alsnog georganiseerd in een onderdeel van een woning of garage in een woning.

Van de 17 OVL die deelnamen aan de meetcampagne, waren er dus 3 OVL gebouwd en ontworpen als opvanglocatie voor baby's en peuters, d.w.z. 18%, namelijk OVL 10, OVL 11 en OVL 14.

De andere 14 OVL waren georganiseerd in gebouwen met een herbestemming, een overzicht wordt getoond in Tabel 9. In totaal werden 8 OVL georganiseerd in een gebouw dat voorheen een woning was. Meestal wordt de opvang in een woning (deels) georganiseerd in een bijgebouwde veranda of in een gerenoveerde of heringerichte garage aan of in een woning. Daarnaast werden 4 OVL georganiseerd in een voormalig commercieel pand, zoals een winkel of een restaurant. Aanvullend werd ook een opvanglocatie in historisch gebouw en één georganiseerd in een kantoorruimte meegenomen.

Tabel 9. Overzicht gebouwkenmerken van de 17 OVL.

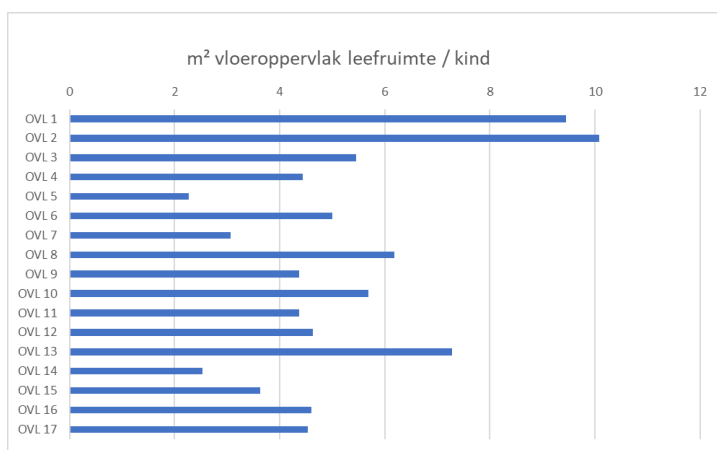
CODE	BOUWJAAR	GEBOUWD ALS OPVANG?	EERDERE BESTEMMING	RENOVATIE?	WELKE RENOVATIE?
OVL 1	2006 - 2016	Neen	Restaurant	2013	In 1998 verbouwd tot restaurant, sinds 2014 opvanglocatie
OVL 2	Voor 1960	Neen	Historisch gebouw	2017	Beperkte renovatiewerken (cf. elektriciteit en lood, conform voorwaarden Opgroeien)
OVL 3	2006 - 2016	Neen	Onderdeel van woning	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 4	1960 - 2006	Neen	Woning	2023	buitenisolatie (cf. nieuwe crepi) in 2017; isolatie dak en dakterras in 2023
OVL 5	1960 - 2006	Neen	Woning	n.v.t.	vroegere gezinswoning opgefrist, elektriciteit vervangen, ramen en deuren niet
OVL 6	2006 - 2016	Neen	Woning	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 7	1960 - 2006	Neen	(1) Winkel, (2) KDV en (3) Kapperszaak	n.v.t.	15 jaar geleden een andere OVL (met uitgebreide renovatie), niet recent gerenoveerd.
OVL 8	2006 - 2016	Neen	Kantoorruimte	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 9	Ongekend	Neen	Woning	2022	Garage werd leefruimte, slaapkamer werd slaapruijnte. Renovatie woning en slaapkamer 2020/2021, renovatie leefruimte 2022
OVL 10	na 2016	Ja	n.v.t.	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 11	2006 - 2016	Ja	n.v.t.	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 12	Ongekend	Neen	Veranda aan woning		totaalrenovatie, > 25 jaar geleden
OVL 13	1960 - 2006	Neen	Woning	2010 - 2012	totaalrenovatie
OVL 14	2006 - 2016	Ja	n.v.t.	n.v.t.	geen renovatiewerken
OVL 15	1960 - 2006	Neen	Oudere deel was woning, nieuwere deel buurtwinkel	2004 - 2005	renovatie oudste woning in 2004 - 2005, nieuwere woning werd niet gerenoveerd
OVL 16	1960 - 2006	Neen	Woning	2006	renovatie benedenverdieping in 2000; renovatie bovenverdieping in 2006
OVL 17	1960 - 2006	Neen	Winkel	2016	de ventilator in slaapkamer zonder raam 8 jaar geleden geplaatst

6.1.2.5 Bezetting van het gebouw

Om een beeld te scheppen van de bezetting van een OVL, werd enerzijds de grootte van het vloeroppervlak van de leefruimte opgemeten. Vervolgens werd de ratio van de maximale bezetting per OVL en het aantal leefgroepen bepaald, op basis van data verkregen uit de bevraging. Met deze input werd het vloeroppervlak per kind berekend, wetende dat dienst Opgroeien minstens 3 m²/kind vooropstelt. Een overzicht wordt getoond in Figuur 9 en in Tabel 10.

Het dient benadrukt te worden dat, voor opvanglocaties met meerdere leefgroepen, in de realiteit niet alle leefgroepen even groot zijn. De hier bepaalde ratio is dus slechts een benadering van de realiteit. Verder is het ook zo dat er bij deze ratio uitgegaan wordt van een constante maximale bezetting. Het cijfer wordt alsnog berekend om de bezetting te kunnen beschouwen bij de interpretatie van binnenmilieuparameters zoals CO₂ en fijn stof.

In de hier beschouwde OVL varieert het vloeroppervlak per kind tussen 2.3 m²/kind en meer dan 10 m²/kind, met een gemiddelde van 5,5 ± 2,1 m²/kind. Omwille van variabele tijdstippen voor slapen, tussen leeftijden maar ook tussen de kinderen onderling, doorheen de dag, werd deze parameter niet berekend voor de slaapruijnte.



Figuur 9. Bezettingsgraad van elke OVL.

Tabel 10. Bevroagde maximale bezetting, aantal leefgroepen en de bezettingsgraad, per OVL.

	Max. bezetting OVL	Aantal leefgroepen	Gemiddeld vloeroppervlak leefruimte / kind
OVL 1	18	1	9,4 m ² /kind
OVL 2	25	2	10,1 m ² /kind
OVL 3	22	2	5,5 m ² /kind
OVL 4	10	1	4,4 m ² /kind
OVL 5	18	1	2,3 m ² /kind
OVL 6	8	2	5,0 m ² /kind
OVL 7	16	1	3,1 m ² /kind
OVL 8	54	3	6,2 m ² /kind
OVL 9	8	1	4,4 m ² /kind
OVL 10	38	4	5,7 m ² /kind

OVL 11	107	9	4,4 m ² /kind
OVL 12	8	1	4,6 m ² /kind
OVL 13	8	1	7,3 m ² /kind
OVL 14	48	3	2,5 m ² /kind
OVL 15	38	2	3,6 m ² /kind
OVL 16	9	1	4,6 m ² /kind
OVL 17	18	1	4,5 m ² /kind

6.1.2.6 Ventilatie en verluchting van de opvanglocaties

6.1.2.6.1 Mechanische ventilatie

Tabel 12 toont een overzicht van de verzamelde informatie over de gebouwventilatie, zowel via de online bevraging, de telefonische bevraging als de walk-through. 8 van de 17 OVL rapporteerden bij de online bevraging te beschikken over een ventilatiesysteem, maar slechts 4 na de telefonische bevraging. Bij de telefonische bevraging kregen de respondenten meer informatie over mechanische ventilatie en hoe je dit herkent. Na de walk-through werd vastgesteld dat 5 OVL uitgerust zijn met een ventilatiesysteem, waarvan 4 mechanisch geventileerd worden en er één over een systeem A beschikt. Deze laatste beschikt over ventilatieroosters, maar niet in elke ruimte.

6.1.2.6.2 Verluchting

De andere 12 OVL worden verlucht en geventileerd via openen van ramen en/of deuren. Tabel 11 toont een overzicht van het aantal opengaande ramen in elke leefruimte. OVL 5 beschikt niet over opengaande ramen, enkel 2 deuren kunnen geopend worden.

Tabel 11. Aantal opengaande ramen en deuren in elke bestudeerde leefruimte.

	Aantal ramen	Aantal schuiframen	Aantal deuren (voor verluchting)
OVL 1		2	
OVL 2	8		
OVL 3	2	1	
OVL 4	2	1	
OVL 5			2
OVL 6	3		
OVL 7	1		
OVL 8	3		
OVL 9		1	
OVL 10	3		
OVL 11	3		
OVL 12	1		1
OVL 13	4		
OVL 14		1	1
OVL 15	1		1
OVL 16		2	
OVL 17	1		

In de slaapruimtes wordt doorgaans verlucht voor en na de dutjes van de kinderen, maar tijdens het slapen worden de ramen gesloten. Geluidshinder van de buiten omgeving wordt als voornaamste reden opgegeven.

Tabel 12. Bevraging van de gebouwventilatie van de OVL, online, telefonisch en tijdens een walk-through.

	ONLINE BEVRAGING			TELEFONISCHE BEVRAGING			WALK-THROUGH				FINAAL
	Ventilatie-systeem?	Ventilatie-roosters in leefruimte?	Ventilatie-roosters in slaapruimte?	Mechanische ventilatie?	Ventilatie-roosters in leefruimte?	Ventilatie-roosters in slaapruimte?	Mechanische ventilatie?	Ventilatie-roosters in leefruimte?	Ventilatie-roosters in slaapruimte?	Airco	Ventilatie-systeem?
OVL 1	Systeem D	Neen	Ja	Neen	Neen	Neen ¹	Neen	Neen	Neen	Ja	Neen
OVL 2	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 3	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 4	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 5	Systeem D	Neen	Neen	Neen ²	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 6	Weet niet	Ja	Ja	Neen	Neen	Neen	Neen	Ja	Neen	Neen	Systeem A
OVL 7	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 8	Systeem D	Neen	Neen	Systeem D	Neen	Neen	Systeem D	Neen	Neen	Ja	Systeem D
OVL 9	Ja	Ja ³	Ja	Neen	Neen	Ja	Neen	Neen	Ja	Neen	Neen
OVL 10	Systeem D	Neen	Neen	Systeem D	Neen	Neen	Systeem D	Neen	Neen	Neen	Systeem D
OVL 11	Systeem A	Ja	Ja	Systeem C	Ja	Ja	Systeem C	Ja	Ja	Neen	Systeem C
OVL 12	Systeem D	Neen	Ja	Neen	Neen	Neen ⁴	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 13	Neen	Neen	Ja ⁵	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 14	Systeem C	Neen	Ja	Systeem C	Ja	Ja	Systeem D	Neen	Neen	Neen	Systeem D
OVL 15	Neen	Ja	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 16	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen
OVL 17	Systeem C	Ja	Ja	Neen	Neen	Neen ⁶	Neen	Neen	Neen	Neen	Neen

6.1.3 De binnenmilieukarakteristieken van de opvanglocaties

6.1.3.1 Vloerbedekking in de 17 OVL

Tabel 13 toont een overzicht van de vloerbedekking in de leefruimtes. Deze informatie is afkomstig van de online bevraging en de walk-through.

Keramische tegels, laminaat en vinyl/linoleum of PVC-vloeren kwamen het meest voor. In OVL 2 was de ganze vloer bedekt met een (ietwat verouderde) parketvloer, die jaarlijks behandeld werd. In OVL 9 was de laminaatvloer bijna volledig bedekt met nauw aan elkaar sluitende, kleinere tapijten (zie Figuur 10).



Figuur 10 De vloerbedekking in OVL 9.

Tabel 13. Overzicht vloerbedekking in de 17 OVL.

	keramische tegels	laminaat	vinyl/linoleum/PVC	parket	(speel)tapijt
OVL 1	X				
OVL 2				X	
OVL 3		X			
OVL 4			X		
OVL 5		X	X		
OVL 6		X			
OVL 7	X				
OVL 8			X		
OVL 9		X			X
OVL 10		X			
OVL 11			X		
OVL 12	X				
OVL 13	X	X			
OVL 14	X				
OVL 15	X	X			X
OVL 16	X				
OVL 17	X				

6.1.3.2 Materiaal meubels en speelgoed in de 17 OVL

Tabel 11 toont een overzicht van de materialen waaruit meubels, speelgoed en matrassen vervaardigd zijn.

Tabel 14. Overzicht gebruikte materialen in het binnenmilieu.

	Speelgoed			materiaal	Meubels materiaal	Bedjes	
	tweedehands	nieuw aangekocht > 5 jaar oud	nieuw aangekocht < 5 jaar oud			type	ouderdom matras
OVL 1	x			kunststof en hout	kunststof en hout	babybed en babystapelbed	> 3 jaar
OVL 2	x		x	vooral hout	vooral hout	babybed	> 3 jaar
OVL 3			x	kunststof en hout	hout	babybed	1 à 2 jaar
OVL 4	x		x	vooral kunststof	kunststof en hout	babybed en peuterbed	1 à 2 jaar
OVL 5		x	x	kunststof en hout	kunststof en hout	babybed, babystapelbed en veldbed	1 à 2 jaar
OVL 6	x	x	x	kunststof en hout	kunststof en hout	babybed	> 3 jaar
OVL 7			x	hout	hout	babybed en babystapelbed	> 3 jaar
OVL 8			x	kunststof en hout	hout	babybed, babystapelbed en veldbed	> 3 jaar
OVL 9	x		x	kunststof en hout	vooral kunststof	babybed en babystapelbed	< 6 maanden
OVL 10	x	x	x	kunststof en hout	hout	babybed, babystapelbed en veldbed	> 3 jaar
OVL 11		x	x	kunststof en hout	hout	babybed	> 3 jaar
OVL 12	x	x	x	vooral kunststof	kunststof en hout	babybed	> 3 jaar
OVL 13	x			kunststof en hout	kunststof en hout	babybed	> 3 jaar
OVL 14	x	x		kunststof en hout	vooral hout	babybed en veldbed	> 3 jaar
OVL 15	x		x	kunststof en hout	kunststof en hout	babybed	> 3 jaar
OVL 16		x	x	kunststof en hout	hout	babybed en veldbed	> 3 jaar
OVL 17	x	x		vooral kunststof	vooral hout	babybed en babystapelbed	> 3 jaar

65% van de opvanglocaties gebruikt tweedehands speelgoed, maar 76% van de OVL gebruikt ook nieuw aangekocht speelgoed, minder dan 5 jaar oud. Bijna de helft van de OVL gebruikt hoofdzakelijk houten meubels, maar de meeste OVL gebruiken zowel houten als kunststof meubels. In OVL 9 worden nieuwe matrasjes, < 6 maanden oud gebruikt.

6.1.3.3 Kookactiviteiten in de opvang

In 6 OVL wordt er gekookt in de leefruimte en elk van deze 6 OVL gebruikt een dampkap tijdens de kookactiviteiten. De geluidshinder wordt vermeld als reden om de dampkap soms niet te gebruiken.

Tabel 15. Overzicht van kookactiviteiten in de opvang.

	Keuken in leefruimte?	Kookactiviteiten?*	Dampkap gebruikt?	Waarom niet?
OVL 1	neen	ja	neen	Was voorlopig industriële keuken (restaurant), maar wordt aangepast.
OVL 2	ja	neen	ja	
OVL 3	ja	ja	ja	
OVL 4	ja	neen	ja	
OVL 5	neen	ja	ja	
OVL 6	ja	ja	ja	
OVL 7	ja	ja	ja	Geluidshinder
OVL 8	neen	neen	neen	
OVL 9	ja	ja	neen	
OVL 10	neen	ja	ja	
OVL 11	neen	neen	ja	
OVL 12	neen	ja	ja	
OVL 13	ja	ja	ja	
OVL 14	neen	ja	ja	
OVL 15	neen	neen	neen	
OVL 16	ja	ja	ja	
OVL 17	ja	ja	ja	

* behalve opwarmen

6.1.3.4 Aanwezigheid van huisdieren

In 5 OVL zijn huisdieren. In OVL 1, OVL 2, OVL 13 en OVL 17 zijn er huisdieren in de buurt. In OVL 1, OVL 13 en OVL 16 mag de hond/kat de opvanglocatie af ten toe betreden.

6.1.3.5 Zichtbare schimmel of vochtschade

In geen enkel OVL werd een zichtbare schimmel of vochtschade waargenomen in de leef- of slaapruiimte.

6.1.4 Gedrag van de gebouwgebruiker

6.1.4.1 Productgebruik in de 17 OVL

In bijna de helft van de OVL worden luchtverfrissers gebruikt. Tabel 16 toont een overzicht van de producten die er gebruik worden, en de ruimtes waarin deze gebruikt worden. Deze

informatie werd verkregen uit de telefonische bevraging en de walk-through. Er kan besloten worden dat, als er luchtverfrissers gebruikt worden, dit voornamelijk bij de verschooning van de kinderen gebeurt.

Tabel 16. Gebruik van luchtverfrissers in de OVL.

	<i>Welke luchtverfrissers worden gebruikt?</i>	<i>In welke ruimte?</i>
OVL 1	sprayproducten	verschoningsruimte (leefruimte)
OVL 4	etherische oliën en sprayproducten	verschoningsruimte (leefruimte)
OVL 6	luchtverfrissers (sprays, gels, huisparfum, geurstokjes, ...)	ontvangstruimte of hal wegens onaangename geur)
OVL 7	etherische oliën	verschoningsruimte
OVL 8	luchtverfrissers (sprays, gels, huisparfum, geurstokjes, ...)	in toilet personeel
OVL 10	etherische oliën	katoenen doekjes met water en etherische oliën
OVL 14	etherische oliën	verschoningsruimte
OVL 16	etherische oliën	leefruimte (met water op verwarming)

6.1.4.2 Poetsgewoontes in de 17 OVL

Tabel 17 toont een overzicht van de poetsgewoontes in de OVL. Op basis van dit overzicht kan opgemerkt worden dat er zowel droog als nat geïetst wordt. Het grootste deel van de leefruimtes wordt dagelijks geïetst. Meestal is dit in de namiddag, terwijl de kinderen aanwezig zijn. Maar ook 's avonds, nadat de kinderen naar huis zijn, wordt regelmatig geïetst.

Tabel 17. Overzicht van poetsgewoontes in de 17 OVL, in de leef- en slaapruimtes.

Leefruimte											
	droog poetsen (stofzuigen)						nat poetsen				
	<i>ochtend</i>	<i>VM</i>	<i>NM</i>	<i>avond</i>	<i>weekend</i>		<i>ochtend</i>	<i>VM</i>	<i>NM</i>	<i>avond</i>	<i>weekend</i>
OVL 1			1	1			1				
OVL 2					1				5		
OVL 3				5						5	
OVL 4									1	1	
OVL 5			5						5		
OVL 6			5	5	1				5		1
OVL 7				5					4	5	
OVL 8			5	5						5	
OVL 9				5						5	
OVL 10			5	5					1		
OVL 11									5		
OVL 12	1			1			1			1	
OVL 13		1			1			1			
OVL 14										5	
OVL 15			5						5		
OVL 16							5				
OVL 17		5	5	5						5	

Tabel 17-bis

Slaapruimte											
	droog poetsen (stofzuigen)						nat poetsen				
	<i>ochtend</i>	<i>VM</i>	<i>NM</i>	<i>avond</i>	<i>weekend</i>		<i>ochtend</i>	<i>VM</i>	<i>NM</i>	<i>avond</i>	<i>weekend</i>
OVL 1			1	1			1				
OVL 2											
OVL 3				1						1	
OVL 4										1	
OVL 5				1						1	
OVL 6				5	1					3	
OVL 7				5						5	
OVL 8				5						5	
OVL 9				5						5	
OVL 10				5						1	
OVL 11										2	
OVL 12	1			1			1			1	
OVL 13				1							
OVL 14										2	
OVL 15					1						1
OVL 16									1		
OVL 17			5	5						5	

Op basis van deze informatie kan opgemerkt worden dat de slaapruimtes minder frequent geпоetst worden dan de leefruimtes. Omwille van het gebruik van de slaapruimte, die duidelijk verschillend is van deze van de leefruimte, kan inderdaad verwacht worden dat het poestscenario van beide ruimtes verschillend is.

6.1.4.3 Gebruik van technologieën voor een gezond binnenmilieu

Tabel 18 toont een overzicht van technologieën die door de medewerkers van OVL gebruikt worden om een gezond binnenklimaat te ondersteunen; de tabel toont het gebruik van zowel luchtzuiveraars als CO₂-meters. Zowel OVL 4 als OVL 14 rapporteerden over een luchtzuiveraar te beschikken. Hoe, waar of wanneer deze gebruikt wordt, is niet bevraagd.

In 11 OVL beschikten over een CO₂-meter en 10 ervan beschouwden deze meter als een geschikte hulp om de ventilatie van een ruimte op te volgen. Voor één OVL was de CO₂-meter eerder een last dan een hulp.

Tabel 18. Gebruik van technologieën voor een gezond binnenmilieu.

	Luchtzuiveraar?	CO ₂ -meter?	Hulp?
OVL 1	neen	neen	
OVL 2	neen	ja	ja
OVL 3	neen	neen	
OVL 4	ja	neen	
OVL 5	neen	ja	ja
OVL 6	neen	neen	
OVL 7	neen	ja	neen
OVL 8	neen	ja	ja
OVL 9	neen	ja	ja
OVL 10	neen	ja	ja
OVL 11	neen	ja	ja
OVL 12	neen	ja	(ja)
OVL 13	neen	ja	ja
OVL 14	ja	ja	ja
OVL 15	neen	neen	
OVL 16	neen	ja	ja
OVL 17	neen	neen	

6.1.4.4 Wordt gedrag aangepast bij meerdere zieke kinderen?

Aan een medewerker van elk OVL werd gevraagd in welke omstandigheden typisch sneller een raam opengezet wordt of de ventilatie eventueel in een hogere stand geschakeld wordt. Opmerkelijk is dat slechts 9 van de 17 OVL extra verluchten bij veel zieken. Tijdens de telefonische enquête viel ook op hoe, ook bij respiratoire infecties, nog steeds eerder initiatief genomen wordt om frequenter handen te wassen dan de luchtverversing in de gemeenschappelijke ruimte te verbeteren.

Extra verluchting gebeurt vooral bij geurhinder (13/17 OVL) en bij mooi weer (14/17 OVL). Slechts 4 OVL zetten een extra raam open wanneer de CO₂-meter een rood signaal geeft en in één OVL werd gemeld dat er extra verlucht wordt na de installatie van nieuwe meubels.

Tabel 19. Antwoord op de vraag 'Wanneer wordt er extra verlucht?'.

	bij veel zieken, bv. verkoudheden, griep, RSV, ...	bij geurhinder (bv. luiers)	bij mooi weer	bij rood signaal CO ₂ -meter	bij nieuwe meubels
OVL 1			X		
OVL 2	X	X	X		
OVL 3		X	X		
OVL 4	X	X	X		
OVL 5	X	X	X		
OVL 6	X	X	X		X
OVL 7		X			
OVL 8	X	X	X	X	
OVL 9	X	X	X	X	
OVL 10		X	X	X	
OVL 11		X	X		
OVL 12	X		X		
OVL 13			X	X	
OVL 14	X	X	X		
OVL 15		X			
OVL 16			X		
OVL 17	X	X			

6.2 Koolstofdioxide

Een efficiënte ventilatie en verluchting van elke binnenruimte is essentieel voor een gezonde binnenlucht; een goede schatting van de doeltreffendheid ervan in een bezette ruimte, is de meting van CO₂ van de ruimte.

Verontreinigende stoffen, uitgestoten door bv. materialen of activiteiten binnen (zoals poetsen, gebruik luchtverfrissers of andere geurende producten), stapelen zich bij onvoldoende luchtverversing op in de binnenruimte. Aanwezig worden zo blootgesteld aan hogere luchtconcentraties van verontreinigende stoffen.

Erg belangrijk zijn ook aerosolen of luchtdeeltjes beladen met virussen en bacteriën. Virussen en bacteriën zijn, net als CO₂, immers een bestanddeel van uitgedemde lucht. Ook deze deeltjes stapelen zich op in de binnenlucht bij onvoldoende ventilatie. Zo stijgt bij een hogere CO₂-concentratie de kans dat iemand de lucht, uitgedemd door een ander persoon, opnieuw inademt. Indien die andere persoon besmet is, is er in dergelijke ondermaats geventileerde ruimtes een grotere kans om besmet te worden. Terwijl men bij 900 ppm slechts 1,3% uitgedemde lucht van een ander inademt, wordt dit bij 1200 ppm CO₂ al 2,1%. Voor virussen die luchtgedragen zijn, zoals bv. SARS-CoV-2, griep, RSV of mazelen, kan deze luchtgedragen-transmissie de prioritaire besmettingsroute zijn. Bij erg besmettelijke virussen, zoals SARS-CoV-2 of mazelen, stijgt het reproductiegetal (hoeveel mensen in een ruimte besmet worden wanneer één persoon besmet is) van een virus dan ook lineair met het aantal aanwezigen vanaf een CO₂-gehalte hoger dan 1000 ppm. Anderzijds kan eenvoudig significante gezondheidswinst geboekt worden voor virussen zoals rhinovirus, RSV of griep, bij CO₂-concentraties lager dan 900 ppm. Dan blijft het reproductiegetal van het virus zo beperkt tot 1 of kleiner.

6.2.1 CO₂ in OVL tijdens de openingsuren

Een overzicht van alle CO₂-metingen in de OVL wordt getoond in Tabel 20. Hierbij wordt enkel het CO₂-gehalte van de perioden in aanwezigheid van de kinderen beschouwd. Daarom werden voor elke OVL de openingsuren gerespecteerd bij het berekenen van Tabel 20.

De opdeling in kleurcodes (in Tabel 20) sluit aan bij de adviezen van het departement Zorg, waarbij gewerkt wordt met 2 maxima: een CO₂-concentratie van 1200 ppm is de bovengrens voor een aanvaardbare luchtkwaliteit. Een CO₂-concentratie van 900 ppm is een richtwaarde in normale omstandigheden en de bovengrens bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen. We spreken over een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen vanaf dat de epidemiologische situatie het dreigingsniveau 'oranje' bereikt. Op dat moment is er een toenemende druk op het gezondheidszorgsysteem waardoor ingrijpen nodig is om het fenomeen in te dammen. De richtwaarde van 900 ppm wordt ook aanbevolen in het Vlaams Binnenmilieubesluit (500 ppm boven de buitenconcentratie CO₂) voor publieke en private binnenomgevingen.

Verder is een opvanglocatie ook werkomgeving, waardoor voor het personeel volgens de Codex Welzijn op het Werk voldaan dient te worden aan een luchtdebiet van 40 m³/persoon.h of 900 ppm CO₂. Een grens van 1200 ppm is mogelijk, indien initiatieven om de uitstoot van materialen (zoals het gebruik van emissiearme materialen) in het gebouw aangetoond kan worden in de risicoanalyse van de werkomgeving.

De aanvullende kleurcode-opdelingen 'tussen 1200 en 2000 ppm' en 'meer dan 2000 ppm' werden door de auteurs toegevoegd om aan te duiden in welke mate de bovengrens van 1200 ppm overschreden wordt.

Tabel 20. Overzicht van CO₂ in de leef- en slaapruimtes van de 17 OVL, tijdens de openingsuren.

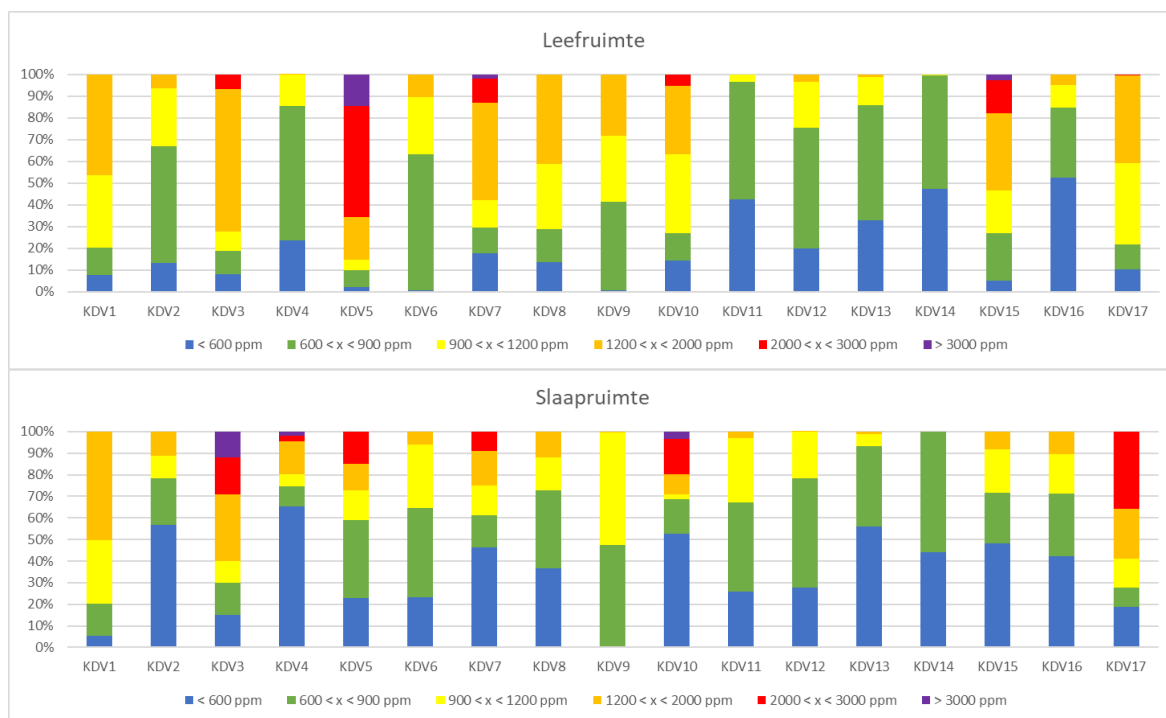
	Leefruimte [ppm]					Slaapruimte [ppm]				
	Gemiddelde	STDEV	min	max	p75	Gemiddelde	STDEV	min	max	p75
OVL 1	1125	269	479	1614	1339	1155	275	496	1580	1374
OVL 2	841	240	485	1673	994	718	309	465	1711	857
OVL 3	1431	468	503	2587	1788	1619	956	473	4344	2167
OVL 4	717	155	459	1220	791	810	563	455	3183	922
OVL 5	2167	764	476	3448	2701	1077	606	461	2591	1334
OVL 6	889	189	581	1435	1009	820	234	451	1360	998
OVL 7	1346	663	453	3603	1756	951	637	425	2887	1199
OVL 8	1123	408	453	1928	1453	801	353	425	1994	975
OVL 9	1030	268	510	1750	1231	918	113	548	1210	997
OVL 10	1128	436	433	2505	1373	1060	842	442	3280	1566
OVL 11	654	135	435	971	759	776	233	423	1300	1006
OVL 12	786	208	483	1397	889	738	205	455	1241	827
OVL 13	705	173	461	1557	819	623	161	454	1294	649
OVL 14	604	89	417	1032	667	596	99	428	838	669
OVL 15	1398	675	512	4096	1748	741	276	435	1481	947
OVL 16	678	231	437	1538	799	778	288	460	1918	946
OVL 17	1157	362	445	2034	1307	1467	704	460	2653	2141

Legende

Ventilatie van de OVL	
	Mechanische ventilatie
CO ₂ -concentratie	
	< 900 ppm
	900 ppm < xx < 1200 ppm
	1200 ppm < xx < 2000 ppm
	> 2000 ppm

Deze concentraties zijn doorgaans hoog in vergelijking met andere bestudeerde binnenomgevingen, zoals scholen, waarin meerdere kinderen in één ruimte aanwezig zijn. Zo bedraagt de CO₂-concentratie die in het verleden gemeten werd in klaslokalen (BiBa-studie 2010, in opdracht van departement Omgeving en Departement Zorg, en Clean Air Low Energy 2012 in opdracht van departement Zorg en VEKA) gemiddeld 748 ppm CO₂ tijdens de lesuren, met als hoogste gemiddelde concentratie 2683 ppm. Slechts 4 van de leefruimtes in de bezochte OVL hebben een gemiddelde CO₂-concentratie tijdens de openingsuren die gelijk of lager is dan het gemiddelde in de klaslokalen.

De verdeling van de CO₂-concentraties volgens concentratieniveaus wordt getoond in Figuur 11, voor elke bestudeerde ruimte. Ook hier kan opgemerkt worden hoe enkel in OVL 14, zowel in slaap- als leefruimte de CO₂-concentratie steeds lager blijft dan de 900 ppm (richtwaarde in normale omstandigheden en de bovengrens bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen) tijdens de openingsuren. Slechts in 4 ruimtes (leef- of slaapruimtes, van 4 verschillende OVL) is de CO₂-concentratie op elk moment lager dan de bovengrens van 1200 ppm.



Figuur 11 Visualisatie van CO₂-concentratieniveaus tijdens de openingsuren

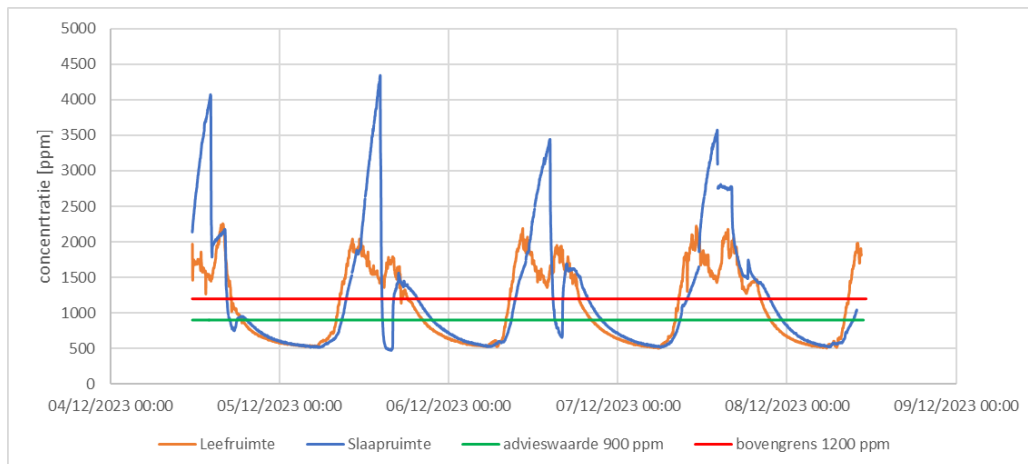
6.2.1.1 In de slaapruimte

In twee opvanglocaties (OVL 3 en OVL 17) was de gemiddelde CO₂-concentratie in de slaapruimte tijdens de openingsuren hoger dan 1200 ppm. In 5 OVL bleef de CO₂-concentratie gemiddeld lager dan 1200 ppm. In de andere 10 opvanglocaties bleef de concentratie in de slaapruimte gemiddeld om en bij 900 ppm.

Het is belangrijk op te merken dat de slaapruimtes doorgaans enkel gebruikt worden tijdens de dutjes en dat zowel de tijdstippen als het aantal slapende kinderen variëren gedurende de dag: een 'gemiddelde concentratie tijdens de bezetting' van een slaapruimte berekenen is dus een complex gegeven. Tabel 20 toont dat in zowel OVL 3 als OVL 17 de CO₂-concentratie 75% van de tijd hoger was dan 2000 ppm in de slaapruimte; in OVL 1, OVL 5 en OVL 10 blijkt dat de concentratie 75% van de tijd hoger was dan 1200 ppm (OVL 10 beschikt over een mechanisch ventilatiesysteem type D).

In de slaapruimtes, voldoen in totaal 4 OVL 75% van de tijd in aanwezigheid van de kinderen aan de CO₂-richtwaarde van 900 ppm, als bovengrens voor een aanvaardbare binnenlucht. In 8 OVL wordt 75% van de tijd voldaan aan 1200 ppm, de bovengrens voor een aanvaardbare binnenluchtkwaliteit uit het 'Kwaliteitshandboek Ventilatie in Kinderopvanglocaties' (departement Zorg, 2024). Alle piekconcentraties in de slaapruimtes overschreden de bovengrens van 1200 ppm quasi dagelijks, met uitzondering van één OVL.

Het is vooral zichtbaar in deze gemeten maximale concentraties, dat 2000 ppm in 6 op 17 OVL overschreden wordt. De hoogste CO₂-concentratie bedroeg 4344 ppm en werd gemeten in OVL 3. Figuur 12 toont de tijdsevolutie van CO₂ in OVL 3, waarbij duidelijk zichtbaar is hoe tijdens de dutjes in de slaapruimte telkens bijzonder hoge CO₂-pieken bereikt worden en ook in de leefruimte de richtwaarde van 900 ppm uit het Vlaams Binnenmilieubesluit dagelijks overschreden wordt.



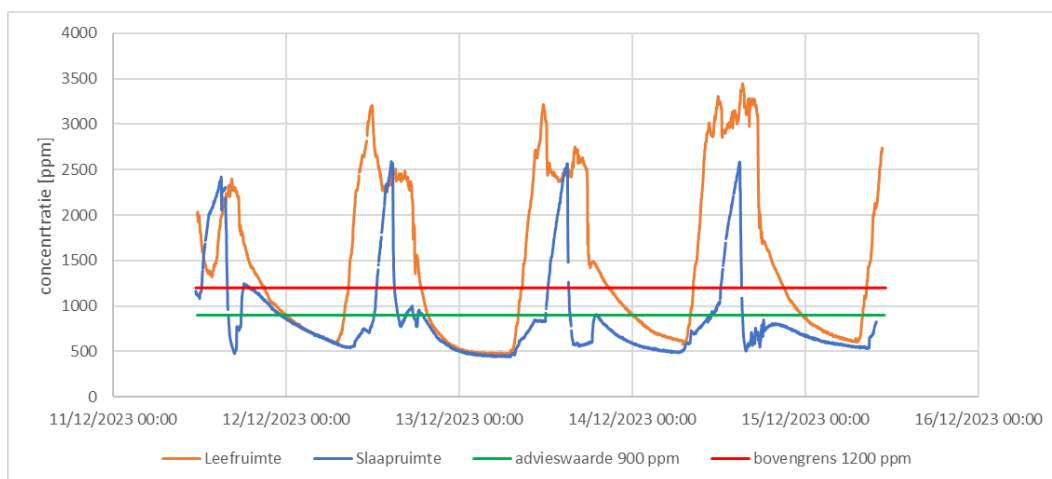
Figuur 12 CO₂-concentratie in OVL 3 zonder mechanische ventilatie.

In alle andere opvanglocaties, met uitzondering van OVL 14, was de maximaal gemeten CO₂-concentratie in de slaapruimte hoger dan 1200 ppm. De enige opvanglocatie die in de slaapruimte constant aan de advieswaarde van 900 ppm CO₂ voldeed was OVL 14, die beschikt over een mechanisch ventilatiesysteem type D.

6.2.1.2 In de leefruimte

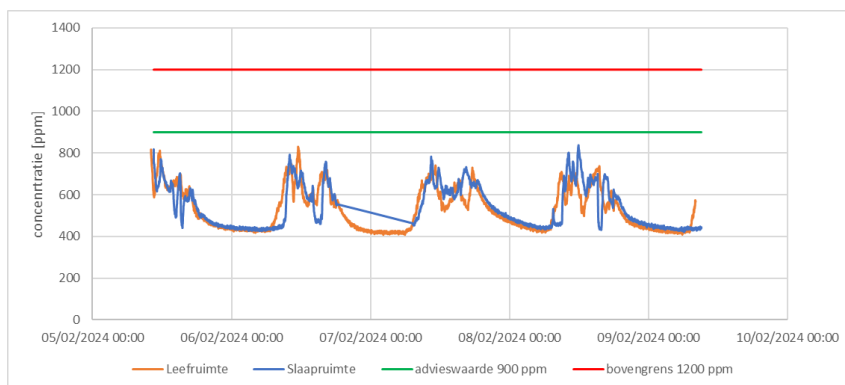
Hoewel de maximale concentraties en de P75-waarden in de leefruimtes doorgaans ietwat lager waren dan in de slaapruimtes, blijken de gemiddelde concentraties er hoger. Dit is eerder te verwachten: de bezetting van een leefruimte duurt doorgaans langer dan in een slaapruimte, terwijl de ruimtes minder snel afgesloten worden (door gesloten ramen en/of deuren vanwege geluidshinder) – de concentraties bereiken dus minder hoge pieken, maar blijven langere tijd op een verhoogd niveau.

De minst doeltreffende ventilatie werd waargenomen in OVL 5: de CO₂-concentratie was er gemiddeld 2167 ± 764 ppm, met een P75-waarde van 2700 ppm en een maximale concentratie van 3448 ppm. OVL 5 beschikt niet over mechanische ventilatie. De leefruimte heeft geen opengaande (schuif)ramen. Er zijn wel twee deuren, maar het gebruik ervan is niet bevraagd. Opvallend is ook het vloeroppervlak dat er berekend werd per kind, wat het kleinste was van de 17 OVL ($2,3 \text{ m}^2/\text{kind}$). De tijdsevolutie van CO₂ in de leef- en slaapruimte van OVL 5 wordt getoond in Figuur 13. Ook in de slaapruimte worden hoge CO₂-concentraties bereikt; dat de pieken hoger zijn en langer duren in de leefruimte is omdat de leefruimte voor een langere tijd bezet blijft. Dat er voor en na de slaaptijd goed verlucht wordt is duidelijk zichtbaar in de steile daling van elke CO₂-piek in de slaapruimte.



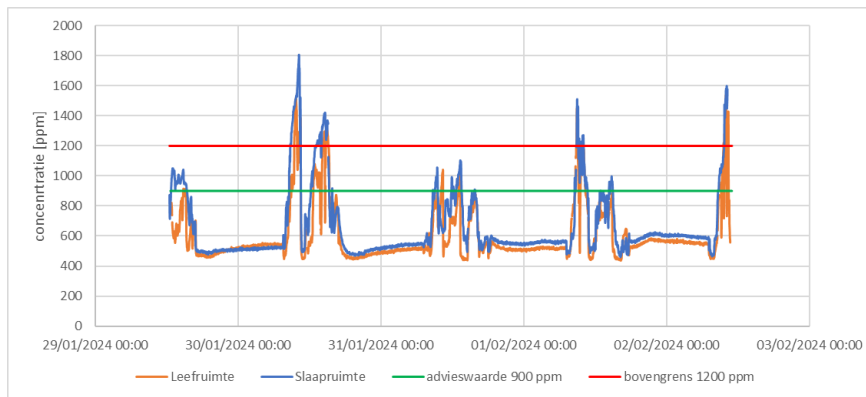
Figuur 1314. CO₂-concentratie in OVL 5, zonder mechanische ventilatie.

OVL 14 bleek ook voor de leefruimte de meest doeltreffende ventilatie te hebben. De 900 ppm richtwaarde voor normale omstandigheden en bovengrens bij verhoogd risico op besmetting, werd er niet overschreden, met de piekconcentratie na (deze bedroeg 1032 ppm en is waarschijnlijk te wijten aan een kortstondige nabijheid van een persoon bij het meettoestel, mogelijk bij installatie). Figuur 15 toont de tijdsevolutie van CO₂ in OVL 14, in zowel de leef- als slaapruimte. De nachten zijn er duidelijk in te onderscheiden van de dagen, en de aanwezigheid van de kinderen is er goed in op te merken. De mechanische ventilatie zorgt er echter voor dat de concentraties niet of nauwelijks 800 ppm overschrijden tijdens de openingsuren van de OVL. Na de openingsuren zorgt de mechanische ventilatie ervoor dat de CO₂-concentraties tot een minimum dalen tijdens de avonden en nachten.



Figuur 15. CO₂-concentratie in OVL 14, met mechanische ventilatie type D.

Ook zonder mechanische ventilatie kan een doorgaans doeltreffende luchtverversing verkregen worden. In OVL 16 wordt op een aantal dagen een eerder doeltreffende ventilatie verkregen, terwijl op bv. 30/01/2024 de concentraties in leef- en slaapruimte zich tussen 1200-2000 ppm bevinden. De tijdsevolutie illustreert hoe een kortstondige doorgedreven verluchting de CO₂-concentratie regelmatig terugbrengt naar de achtergrondconcentratie.



Figuur 16. CO₂-concentratie in OVL 16, zonder mechanische ventilatie.

In de leefruimtes, voldoen in totaal 6 OVL 75% van de tijd in aanwezigheid van de kinderen aan de CO₂-richtwaarde van 900 ppm, als bovengrens voor een aanvaardbare binnenlucht bij verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen. In 2 andere OVL wordt 75% van de tijd voldaan aan 1200 ppm, de bovengrens voor een aanvaardbare binnenlucht kwaliteit uit het 'Kwaliteitshandboek Ventilatie in Kinderopvanglocaties' (departement Zorg, 2024). In de andere 9 OVL wordt 75% van de openingstijd niet voldaan aan de bovengrens van 1200 ppm. Alle piekconcentraties in de leefruimte overschreden de bovengrens van 1200 ppm dagelijks.

6.2.2 Beïnvloedende factoren van CO₂ in OVL

6.2.2.1 De impact van het ventilatiesysteem

Van de mechanisch geventileerde opvanglocaties (OVL 8, OVL 10, OVL 11 en OVL 14), blijkt de ventilatie in OVL 14 het meest efficiënt in zowel leef- als slaapruimte. In OVL 11 wordt in de slaapruimte een piekconcentratie van 1300 ppm bereikt, maar blijven verder de concentraties in leef- en slaapruimtes steeds voldoen aan 900 ppm (de richtwaarde in normale omstandigheden en de bovengrens bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen). En in OVL 10 en OVL 8 bedragen de gemiddelde concentraties in leef- en slaapruimte om en bij 1100 ppm, terwijl de P75-waarden de bovengrens van 1200 ppm overschrijden in beide ruimtes.

Hoewel de mechanisch geventileerde ruimtes dus niet allemaal gekenmerkt worden door een CO₂-concentratie die steeds lager zijn dan 1200 ppm, wordt in de mechanisch geventileerde OVL toch gemiddeld minder CO₂ gemeten (bv. in de leefruimte wordt met mechanische ventilatie gemiddeld 880 ± 249 ppm gemeten, terwijl het gemiddelde zonder mechanische ventilatie 1115 ± 432 ppm bedraagt). Dit wordt getoond in Tabel 21.

De maximale CO₂ concentratie in de slaapruimtes is telkens hoger dan in de leefruimte, ongeacht de aanwezigheid van mechanische ventilatie. Toch worden bij mechanische ventilatie ook in de slaapruimte pieken tot 3280 ppm CO₂ gemeten, terwijl dit zonder mechanische ventilatie 4344 ppm bedraagt.

Zowel de gemiddelde concentraties als de gemiddelde P75 in de leefruimtes, zijn telkens hoger dan de corresponderende waarden in de slaapruimtes. Met mechanische ventilatie wordt gemiddeld 880 ± 249 ppm CO₂ gemeten in de leefruimtes, terwijl zonder mechanische ventilatie 1115 ± 432 ppm gemeten wordt.

Merk op dat het OVL voorzien van een ventilatiesysteem A (OVL 6) buiten beschouwing gelaten werd in deze analyse, omdat deze niet thuishoort in de categorie 'mechanische ventilatie'. Er is geen actieve sturing van de ventilatie. Het hoort ook niet in de categorie

‘geen mechanische ventilatie’ want er is wel een ‘ventilatiesysteem’, wat doorgaans meer inhoudt dan de ventilatie waar geen specifieke aandacht voor luchtverversing is in het gebouwontwerp. De gemiddelde en P75 CO₂-concentraties in OVL 6, zijn lager dan 900 ppm, de richtwaarde en bovengrens bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen (met een lichte overschrijding tot 1000 ppm voor P75); de piekconcentraties bevinden zich tussen 1200 en 2000 ppm; ze overschrijden dus de bovengrens voor normale omstandigheden.

Tabel 21. CO₂ in de leef- en slaapruijnte, met en zonder mechanische ventilatie.

	Gemiddeld	hoogste max	gemiddelde P75
CO₂ in de leefruimte [ppm]			
Zonder mechanische ventilatie	1115 ± 432	4096	1347 ± 572
Met mechanische ventilatie	880 ± 249	2505	1052 ± 353
CO₂ in de slaapruijnte [ppm]			
Zonder mechanische ventilatie	966 ± 312	4344	1197 ± 493
Met mechanische ventilatie	811 ± 165	3280	1043 ± 325

6.2.2.2 De impact van de bezettingsgraad

De ventilatiekarakteristieken, maar ook de bezettingsgraad van een ruimte, bepalen de CO₂-concentratie van een ruimte. In een opvanglocatie wordt deze parameter doorgaans uitgedrukt in vloeroppervlak per kind. Er werd een indicatieve waarde van deze ratio berekend in Tabel 16. De parameter varieert tussen 2,3 m²/kind en 10,1 m²/kind voor deze OVL.

Het agentschap Opgroeien stelt een ondergrens van 3 m²/kind voor, voor de organisatie van een opvanglocatie. Daarom werden de volgende categorieën ingevoerd:

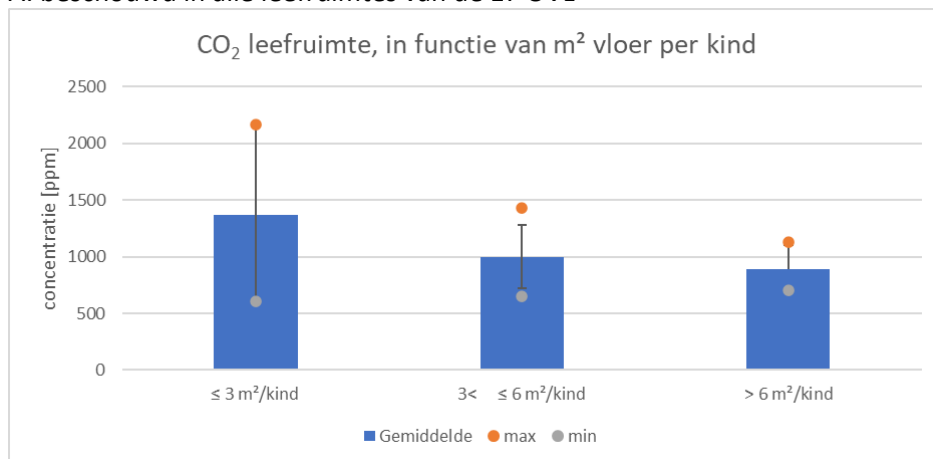
- (1) OVL met < 3 m²/kind: 3 opvanglocaties,
- (2) OVL met 3 tot 6 m²/kind: 11 opvanglocaties,
- (3) OVL meer dan 6 m²/kind: 3 opvanglocaties.

Figuur 17 toont de gemiddelde CO₂-concentratie per categorie met standaardafwijking, alsook de laagste en hoogste CO₂-concentratie per categorie, en dit zowel voor alle 17 OVL als voor de 13 OVL zonder ventilatiesysteem.

Hoewel het verschil niet significant is, is een duidelijke daling van de CO₂-concentratie op te merken bij een toenemend vloeroppervlak per kind; waarbij het grootste verschil waargenomen wordt tussen de categorie met een vloeroppervlak van 3 m²/kind of minder en deze met een vloeroppervlak 'tussen 3 en 6 m²/kind.

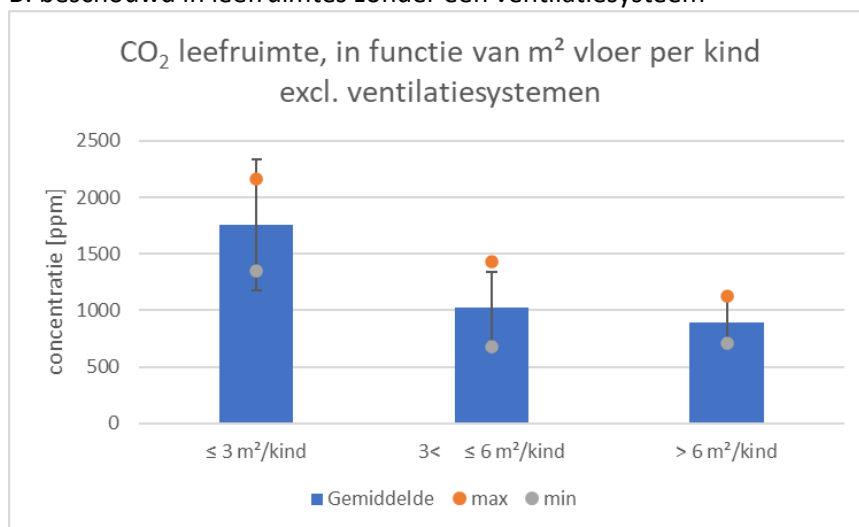
Omwille van de eerder waargenomen lagere CO₂-concentraties bij mechanische ventilatie, worden in Figuur 17 B dezelfde categorieën vloeroppervlak per kind beschouwd zonder de mechanisch geventileerde OVL in rekening te brengen. Hoofdzakelijk het verschil tussen de categorie '<3m²/kind' en de categorie 'tussen 3 en 6 m²/kind' wordt daarbij groter: de CO₂-concentratie van de categorie met minder dan 3 m²/kind is dan gemiddeld 720 ppm hoger dan deze van de daaropvolgende categorie.

A: beschouwd in alle leefruimtes van de 17 OVL



[ppm]	Gemiddeld	Min	Max
≤ 3 m ² /kind	1372 ± 782	604	2167
3 < ≤ 6 m ² /kind	999 ± 276	654	1431
> 6 m ² /kind	890 ± 214	705	1125

B: beschouwd in leefruimtes zonder een ventilatiesysteem



[ppm]	Gemiddeld	Min	Max
≤ 3 m ² /kind	1756 ± 580	1346	2167
3 < ≤ 6 m ² /kind	1028 ± 315	678	1431
> 6 m ² /kind	890 ± 214	705	1125

Figuur 17 A en B. CO₂-concentratie in functie van vloeroppervlak met kind in de leefruimtes van de OVL.

6.3 Fysische parameters in de OVL

Zowel bijzonder hoge, als bijzonder lage binnentemperaturen worden afgeraden. Hoewel beide als oncomfortabel ervaren worden door aanwezig, hebben zowel te hoge als te lage

temperaturen nog andere effecten op het binnenmilieu. Net als een te hoge of te lage relatieve vochtigheid.

Bij te lage binnentemperaturen in combinatie met onvoldoende ventilatie, kan vocht, binnen geproduceerd door bv. koken, het drogen van de was, of transpiratie, zich binnen opstapelen en een verhoogd risico op vocht en schimmelschade in de ruimte verhogen. Omdat een groot gedeelte van de opvanglocaties in Vlaanderen deel uitmaakt van een privéwoning, en in vele opvanglocaties warme maaltijden bereid worden, is het relevant de minimale binnentemperaturen te respecteren. Anderzijds veroorzaakt een te lage relatieve vochtigheid (< 30%) uitdroging van de luchtwegen, waardoor de kans op virustransmissie onder aanwezigheid toeneemt.

Te hoge binnentemperaturen veroorzaken een hogere uitstoot van chemicaliën uit materialen, en algemene malaise bij aanwezigheid. In het bijzonder voor baby's kunnen te hoge binnentemperaturen ook de kans op wiegendood verhogen ([Wiegendood | UZA](#)). Tot de leeftijd van acht weken wordt een slaapkamertemperatuur van 20°C aangeraden, al zijn baby's op deze leeftijd doorgaans niet in de kinderopvang. In de [Leidraad Omgevingsfactoren voor kinderopvang](#) wordt door het Departement Zorg een ideale slaapkamertemperatuur van 18°C aanbevolen.

6.3.1 Temperatuur in leef- en slaapruijnte tijdens de OVL-openingsuren

Een overzicht van de temperaturen, gemeten in de 17 OVL, wordt getoond in Tabel 22. De kleurencode duidt aan of de temperatuur (T) in de opvanglocatie voldoet aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, zie legende onderaan de tabel. De temperaturen in de slaapruijnte zijn typisch lager dan deze in de leefruimtes. In 14 van de 17 OVL voldoet de gemiddelde temperatuur in de opvanglocatie, tijdens de openingsuren, aan het advies van het Vlaams Binnenmilieubesluit, namelijk dat de temperatuur binnen zich tijdens de koude jaarhelft tussen 20 en 24°C bevindt.

Twee van de 4 OVL die niet voldoen aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, hebben een gemiddelde temperatuur van ongeveer 19°C (OVL 12 en OVL 16) dus kunnen ook als aanvaardbaar beschouwd worden.

De bijzonder lage temperaturen gemeten in OVL 9, met een gemiddelde temperatuur in de leefruimte van $13,3 \pm 2,8^\circ\text{C}$, die 75% van de tijd lager is dan 15°C , is opvallend. In de slaapruijnte van OVL 9 worden wel temperaturen gemeten die voldoen aan het Vlaams Binnenmilieubesluit ($18,8^\circ\text{C}$).

Anderzijds werden bij de metingen in OVL 14 zeer hoge binnentemperaturen gemeten, met een gemiddelde van $24,9 \pm 0,7^\circ\text{C}$ in de leefruimte, die 75% van de tijd lager is dan $25,3^\circ\text{C}$. Ook in de slaapruijnte van deze opvanglocatie worden hogere temperaturen gemeten dan in de andere opvanglocaties (75% van de tijd lager dan $22,8^\circ\text{C}$). In OVL-8 worden in de slaapruijnte ook bijzonder hoge temperaturen gemeten, met een gemiddelde van $26,1 \pm 2,4^\circ\text{C}$, een 75^{ste} percentiel van $26,9^\circ\text{C}$ en een hoogste temperatuur van $33,3^\circ\text{C}$ en de laagst gemeten temperatuur is er $20,7^\circ\text{C}$.

Tabel 22. Temperaturen gemeten in de 17 OVL.

	Leefruimte [°C]					Slaapruijnte [°C]			
	Gemiddelde	min	max	p75		Gemiddelde	min	max	p75
OVL 1	20,9 ± 0,7	17,1	21,7	21,3		17,5 ± 0,4	16,5	18,3	17,7
OVL 2	21,6 ± 0,9	11,7	23,3	22,1		15,6 ± 1,2	13,6	17,5	16,7

OVL 3	21,2 ± 1,1	16,0	23,0	22,1		19,1 ± 0,5	16,8	19,9	19,4
OVL 4	21,4 ± 0,8	15,3	22,7	22,0		15,4 ± 0,6	13,6	16,7	15,7
OVL 5	20,2 ± 0,8	17,2	22,4	20,3		19,1 ± 0,4	16,5	20,1	19,4
OVL 6	21,6 ± 0,9	12,6	22,7	22,2		20,9 ± 0,5	16,6	21,4	21,2
OVL 7	19,4 ± 0,9	12,9	20,4	20,1		18,0 ± 1,1	14,3	19,5	18,8
OVL 8	23,1 ± 1,1	15,6	25,3	23,8		26,1 ± 2,4	11,9	33,3	26,9
OVL 9	13,3 ± 2,8	2,9	18,9	15,0		18,8 ± 1,1	7,6	20,6	19,3
OVL 10	20,6 ± 1,1	15,3	22,3	21,4		20,0 ± 2,4	13,3	24,0	22,2
OVL 11	21,9 ± 0,8	16,7	23,7	22,4		21,3 ± 1,1	13,0	23,4	21,8
OVL 12	18,6 ± 1,2	14,4	20,5	19,5		19,4 ± 2,6	14,7	27,6	20,2
OVL 13	20,0 ± 0,8	16,1	21,6	20,6		18,0 ± 2,0	10,9	21,2	19,3
OVL 14	24,9 ± 0,7	20,5	26,4	25,3		22,1 ± 1,0	17,3	23,9	22,8
OVL 15	20,8 ± 0,8	15,4	21,9	21,2		16,6 ± 0,8	14,9	18,5	17,0
OVL 16	19,0 ± 1,4	14,1	21,2	20,2		21,0 ± 1,6	18,6	29,4	21,3
OVL 17	20,9 ± 0,8	17,5	22,4	21,4		18,0 ± 2,9	6,6	22,7	19,6

Legende

Temperatuur	
	< 20°C
	20°C ≤ XX < 24°C
	≥ 24°C

6.3.2 Relatieve vochtigheid in leef- en slaapruijnte tijdens de OVL-openingsuren

Tabel 23 toont een overzicht van de gemeten relatieve vochtigheid in de 17 OVL, zowel in de leef- als slaapruijntes. De kleurencode duidt aan of de relatieve vochtigheid (RV) in de opvanglocatie voldoet aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, zie legende onderaan de tabel.

De relatieve vochtigheid overschrijdt in de slaapruijntes de bovengrens van 60% vaker dan in de leefruimtes; in de leefruimte overschrijdt de maximale RV de grens van 60% in 12 OVL, en in de slaapruijnte wordt de bovengrens door de maximale RV overschreden in 15 OVL. Toch voldoen gemiddeld de meeste OVL aan het advies uit het Vlaams Binnenmilieubesluit.

Tabel 23. Relatieve vochtigheid gemeten in de 17 OVL.

	Leefruimte [%]					Slaapruimte [%]			
	Gemiddelde	min	max	p75		Gemiddelde	min	max	p75
OVL 1	46,6 ± 3,3	33,7	57,8	48,9		53,0 ± 3,2	42,4	58,7	55,4
OVL 2	40,1 ± 3,1	33,0	48,3	41,9		51,8 ± 5,3	40,9	65,2	54,5
OVL 3	51,1 ± 3,6	39,1	68,1	53,0		55,7 ± 4,2	46,2	66,0	58,4
OVL 4	50,3 ± 3,8	39,5	66,7	52,4		65,7 ± 4,6	57,1	75,0	69,1
OVL 5	64,1 ± 4,9	52,2	73,9	67,9		57,1 ± 3,9	48,8	64,2	60,5
OVL 6	49,0 ± 3,9	42,6	68,1	52,9		50,0 ± 3,5	44,6	59,2	53,0
OVL 7	54,7 ± 4,7	42,2	65,9	58,3		53,9 ± 3,6	45,6	62,9	56,2
OVL 8	41,9 ± 5,2	31,2	73,0	45,6		32,9 ± 4,7	22,4	80,7	34,4
OVL 9	53,0 ± 5,9	26,1	82,6	56,5		44,1 ± 4,0	33,8	88,6	45,1
OVL 10	34,4 ± 5,3	20,9	48,2	38,0		32,6 ± 6,6	22,1	47,6	37,2
OVL 11	27,8 ± 2,9	22,2	45,0	29,7		32,8 ± 4,0	27,0	59,1	35,1
OVL 12	58,0 ± 4,3	46,3	77,4	61,7		55,8 ± 5,9	36,7	73,5	60,2
OVL 13	48,0 ± 3,8	37,4	59,2	50,8		51,4 ± 3,7	41,6	63,0	53,5
OVL 14	36,3 ± 3,3	30,9	58,0	38,6		42,8 ± 3,8	35,4	59,2	45,6
OVL 15	55,6 ± 6,6	42,1	92,3	59,2		60,6 ± 2,9	51,0	66,9	62,7
OVL 16	49,9 ± 3,7	37,4	59,7	52,0		45,4 ± 5,1	30,1	61,2	47,9
OVL 17	52,7 ± 4,1	41,4	71,4	55,2		59,0 ± 5,6	38,7	76,5	63,3

Legende

Temperatuur	
	< 40%
	40% ≤ XX < 60%
	≥ 60%

De laagste gemiddelde relatieve vochtigheid wordt vastgesteld in 3 van de 4 mechanisch geventileerde opvanglocaties. Omwille van het opwarmen van toekomstige buitenlucht in het gebouw, wordt vaker vastgesteld dat de relatieve vochtigheid in gebouwen met ventilatiesysteem type D lager dan gemiddeld is. Echter, OVL 11 beschikt over een ventilatiesysteem type C, waarbij toekomstige buitenlucht niet opgewarmd wordt en dit effect niet plaatsvindt. Hoewel de corresponderende buitenmetingen een gemiddelde RV van 86% aanduiden, worden toch de weersomstandigheden aangeduid als oorzaak van de zeer lage RV in OVL 11. Met een gemiddelde buitentemperatuur van $-1,4 \pm 2,3$ °C wordt droge buitenlucht verwacht (mogelijk duidt de sensor dit niet aan omwille van de locatie waar deze geïnstalleerd stond). Omdat bij een lage relatieve vochtigheid binnen de luchtwegen uitdrogen, zijn aanwezige doorgaans gevoeliger voor infecties. Daarom wordt een relatieve vochtigheid lager dan 30% liefst vermeden.

De hoogste relatieve vochtigheid werd gemeten in de leefruimte van OVL 5: $64,1 \pm 4,9$ %. Deze hogere relatieve vochtigheid is gevolg van de ondermaatse ventilatie in de leefruimte. De leefruimte van OVL 5 had de hoogste gemiddelde CO₂-concentratie van de dataset, namelijk een gemiddelde CO₂-concentratie van 2167 ± 764 ppm, met een P75-waarde van 2700 ppm en een maximale concentratie van 3448 ppm.

6.4 Koolstofmonoxide

Koolstofmonoxide (CO) in het binnenmilieu wordt veroorzaakt door slecht functionerende verbrandingstoestellen, zoals een hout- of gaskachel, een openhaard, of verwarmingstoestellen met een waakvlam (zoals een warmwaterboiler). CO veroorzaakt acute gezondheidseffecten: de molecule hecht zich op hemoglobine in het bloed, in plaats van zuurstof. Fatale dosis kan in enkele minuten bereikt worden. Symptomen zoals hoofdpijn, vermoeidheid, misselijkheid, draaierigheid, en verwarring zijn veel voorkomende symptomen.

In het Vlaams Binnenmilieubesluit werd in 2019 een interventiewaarde van 8 mg/m³ voorgesteld, voor een blootstelling van 24-h. De Wereldgezondheidsorganisatie stelde in 2010 in haar Indoor Guideline Values een richtwaarde van 100 mg/m³ voor een blootstelling van 15 minuten, van 35 mg/m³ voor een blootstelling van 1 uur, van 10 mg/m³ voor een blootstelling van 8 uur, en 7 mg/m³ voor een blootstelling van 24h. Meer recent stelde de Wereldgezondheidsorganisatie een richtwaarde van 4 mg/m³ voor, bij blootstellingen van 24h, in alle omgevingen (zowel in buitenomgeving als in binnenomgeving).

6.4.1 Koolstofmonoxide (CO) in de 17 OVL

Tabel 24 toont een overzicht van koolstofmonoxide in de 17 OVL.

Tabel 24. Koolstofmonoxide in de 17 OVL, in de leef- en slaapruijnte [mg/m³].

	Leefruimte						Slaapruijnte				
	Gem.	stdev	min	max	p75		Gem.	stdev	min	max	p75
OVL 1	0,9	0,4	0,1	4,3	1,2		0,9	0,5	0,1	3,9	1,3
OVL 2	0,7	0,6	0,2	5,4	0,8		0,2	0,3	0,0	5,8	0,3
OVL 3	0,9	0,7	0,1	13,7	1,1		0,9	0,4	0,1	4,7	1,2
OVL 4	0,8	1,0	0,0	6,3	1,0		0,2	0,3	0,0	5,1	0,2
OVL 5	0,9	0,6	0,1	6,8	1,1		0,5	0,6	0,0	6,3	0,4
OVL 6	0,6	0,9	0,1	13,7	0,6		0,2	0,3	0,0	3,1	0,3
OVL 7	2,2	1,5	0,1	5,3	3,6		0,7	0,8	0,0	3,2	1,1
OVL 8	0,5	0,4	0,0	3,5	0,7		0,3	0,3	0,0	3,0	0,5
OVL 9	0,9	0,6	0,1	4,3	1,0		0,7	0,4	0,4	4,1	0,7
OVL 10	0,4	0,4	0,0	5,4	0,6		0,3	0,4	0,0	3,6	0,5
OVL 11	0,8	0,6	0,1	5,7	1,0		0,8	0,7	0,2	6,2	1,0
OVL 12	0,2	0,3	0,0	3,4	0,3		0,3	0,4	0,0	3,3	0,3
OVL 13	0,6	0,7	0,0	4,7	0,7		0,2	0,3	0,0	2,7	0,2
OVL 14	0,3	0,8	0,0	6,8	0,3		0,3	0,5	0,0	3,3	0,3
OVL 15	1,4	1,3	0,0	7,6	1,7		0,4	0,4	0,0	3,7	0,6
OVL 16	0,2	0,4	0,0	3,8	0,3		0,7	0,5	0,0	3,1	1,0
OVL 17	0,9	0,6	0,0	4,2	1,3		0,7	0,5	0,0	3,1	1,0

In de overgrote meerderheid van de opvanglocaties zijn de gemiddelde concentratie en P75 kleiner of gelijk aan 1 mg/m³. Enkel in OVL 7 wordt een gemiddelde CO-concentratie van 2,2 mg/m³ gedetecteerd, en in OVL 15 is de gemiddelde concentratie 1,4 mg/m³. Informatie over eventuele verbrandingsgassen in de OVL werd niet verzameld.

6.4.2 CO in OVL ten opzichte van Vlaams Binnenmilieubesluit en andere adviezen

Om te evalueren wat deze ietwat hogere gemiddelde CO-concentraties in OVL 7 en OVL 15 betekenen voor de gezondheid van aanwezigen, wordt de gemeten CO getoetst aan het Vlaams Binnenmilieubesluit.

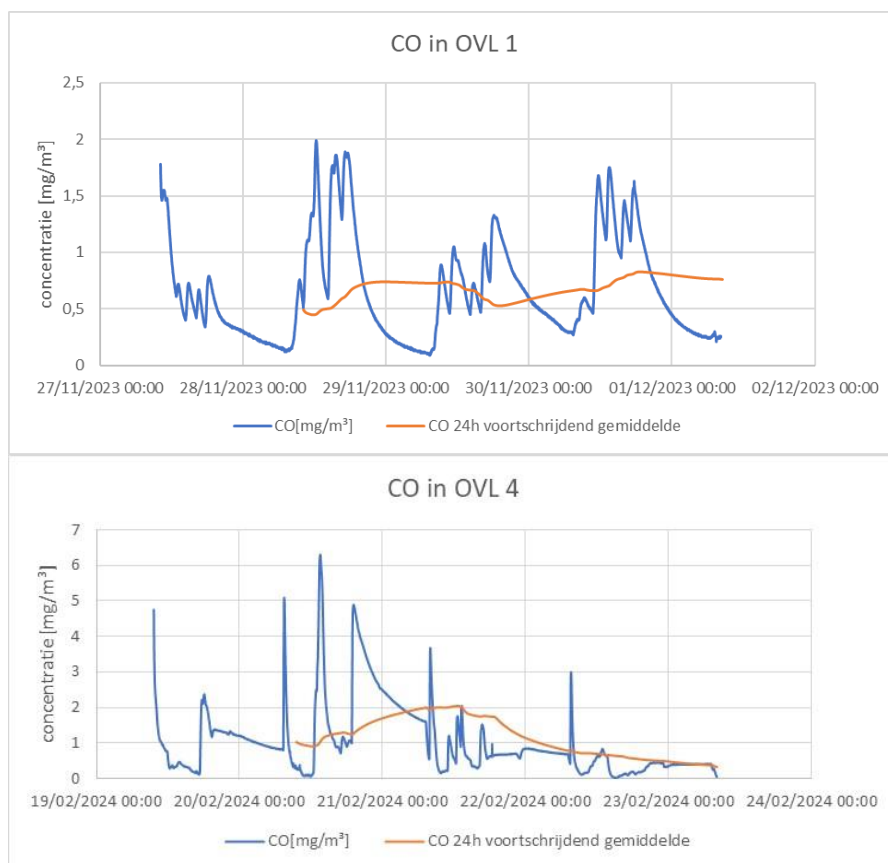
Uit de metingen blijkt CO in het binnenmilieu beperkt te fluctueren. De P75 waarde (uit Tabel 24) bevestigt dat deze fluctuatie doorgaans beperkt is.

Het Vlaams Binnenmilieubesluit adviseert als interventiewaarde een 24h-gemiddelde CO-concentratie van 8 mg/m³. Daarom werd voor elke meting in de opvanglocaties het voortschrijdend 24h-gemiddelde berekend; een overzicht van de gemiddelde en maximale 24h-gemiddelde concentratie voor elke leef- en slaapruijnte, wordt getoond in Tabel 25. Op basis van deze tabel is het duidelijk dat in geen enkele OVL de CO-interventiewaarde van 8 mg/m³ overschreden wordt.

Tabel 25. Overzicht voortschrijdend gemiddelde CO-concentraties in de 17 OVL.

	Leefruimte			Slaapruijnte	
	Gemiddelde	max		Gemiddelde	max
OVL 1	0,6	0,7		0,7	0,8
OVL 2	0,6	0,9		0,2	0,2
OVL 3	0,0	0,0		0,7	0,8
OVL 4	1,2	2,0		0,1	0,2
OVL 5	0,6	0,9		0,3	0,7
OVL 6	0,7	0,7		0,4	0,6
OVL 7	1,4	1,7		0,5	0,8
OVL 8	0,4	0,5		0,3	0,5
OVL 9	0,7	0,9		0,7	0,9
OVL 10	0,3	0,5		0,2	0,5
OVL 11	0,7	0,9		0,7	0,8
OVL 12	0,1	0,3		0,1	0,4
OVL 13	0,4	0,9		0,2	0,4
OVL 14	0,2	0,5		0,2	0,5
OVL 15	0,8	1,4		0,3	0,4
OVL 16	0,1	0,4		0,1	0,4
OVL 17	0,5	0,8		0,4	0,5

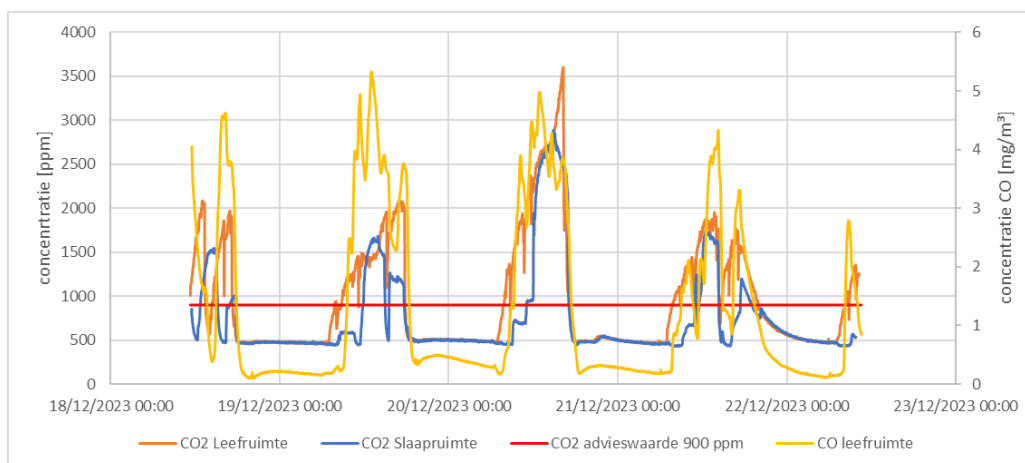
Het verschil tussen de continue monitoring en het voortschrijdend 24h-gemiddelde, wordt in Figuur 18 geïllustreerd voor enkele opvanglocaties.



Figuur 18 CO monitoring versus 24h-voortschrijdend gemiddelde.

De CO-interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit werd op geen enkel moment, in geen enkel OVL overschreden. Daarnaast werden ook de korte-termijn richtwaarden van de Wereldgezondheidsorganisatie uitgerekend (voortschrijdend gemiddelde op 15 minuten, op 1 uur en op 8 uur), maar ook daarbij werd op geen enkel moment, in geen enkel OVL een richtwaarde overschreden.

Hoewel gekend is dat de respons van de sensor ook beïnvloed kan worden door het gebruik van ontsmettingsmiddel, zal voor opvanglocaties waar frequente en grotere fluctuaties (van de CO-concentratie waargenomen worden, toch geadviseerd de verwarming en eventuele warmwaterboiler preventief te laten nakijken. In het bijzonder bij ondermaatse ventilatie van leef- en slaapruijnte, kan een duidelijke correlatie vastgesteld worden tussen de CO-concentraties en de CO₂-concentraties in een ruimte. Dit wordt getoond in Figuur 19.



Figuur 19 CO- en CO₂-metingen in OVL 7.

6.5 Vluchtige Organische Stoffen in de OVL

De gezondheidseffecten van vluchtige organische stoffen zijn verschillend van component tot component, en afhankelijk van zowel concentratie als blootstellingsduur. In deze studie wordt de gezondheidkundige interpretatie uitgevoerd aan de hand van de richt- en interventiewaarden uit het Vlaams Binnenmilieubesluit voor die componenten die erin opgenomen zijn. Een richtwaarde (RW) wordt daarbij gedefinieerd als het kwaliteitsniveau van een binnenmilieu dat zo veel mogelijk moet worden bereikt of gehandhaafd; dit komt dan overeen met het blootstellingsniveau dat geen nadelige gezondheidseffecten veroorzaakt. Bij het bereiken of overschrijden van een interventiewaarde (IW) daarentegen is actie vereist, omdat dat blootstellingsniveau een gezondheidsrisico kan inhouden.

Voor de VOS-componenten die momenteel geen deel uitmaken van het Vlaams Binnenmilieubesluit, worden gezondheidkundige advieswaarden (GAW) gehanteerd. De betekenis ervan is vergelijkbaar met deze van de richtwaarden uit het Vlaams Binnenmilieubesluit.

Tabel 26 Overzicht van gezondheidkundige advieswaarden voor VOS

Component	Gezondheidkundig advies	
	Vlaams Binnenmilieubesluit	Gezondheidkundige Advieswaarde
MTBE		2530 µg/m ³
Benzeen	IW: 0,4 µg/m ³ *	
Trichloorethyleen	RW: 0,2 µg/m ³ ; IW: 2,5 µg/m ³	
Tolueen	RW: 5 mg/m ³ ; IW: 14 mg/m ³	
Tetrachloroethyleen	RW: 4 µg/m ³ ; IW: 38 µg/m ³	
Ethylbenzeen		260 µg/m ³
Styreen	RW: 260 µg/m ³ ; IW: 2500 µg/m ³	
1,2,4-Trimethylbenzeen		60 µg/m ³
1,4-Dichloorbenzeen		60 µg/m ³
VOS (totaal)	RW: 300 µg/m ³ ; IW: 1000 µg/m ³	
Hexaan		700 µg/m ³
Heptaan		400 µg/m ³
Cyclohexaan		6000 µg/m ³
n-Butylacetaat		400 µg/m ³

alfa-Pineen		2500 µg/m ³
3-Careen		1500 µg/m ³
d10-Limoneen		1000 µg/m ³

Waarbij	
RW	Richtwaarde
IW	Interventiewaarde
*	Van toepassing indien de concentratie buitenlucht $\leq 0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$; in elk ander geval geldt de buitenconcentratie als interventiewaarde

Tabel 28 toont een overzicht van alle VOS metingen in de 17 OVL en de corresponderende buitenlocaties. Algemeen kan opgemerkt worden dat de TVOS-concentraties buiten doorgaans laag zijn, met een gemiddelde van $24,9 \pm 12,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ook de bestanddelen van TVOS zijn eerder laag in de buitenomgevingen. Binnen in de OVL werden duidelijk hogere concentraties TVOS aangetroffen, met een gemiddelde van $143 \pm 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in de 17 leefruimtes.

6.5.1 VOS in de buitenomgeving

De buitenbenzeenconcentratie overschrijdt de interventiewaarde van het Vlaams Binnenmilieubesluit ($0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in 13 van de 17 locaties: daar is de buitenconcentratie gemiddeld $0,73 \pm 0,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, met een 75^{ste} percentiel, van $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Het Vlaams binnenmilieubesluit stelt dat de interventiewaarde van $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verhoogd wordt tot de buitenconcentratie, indien de buitenconcentratie hoger is dan $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

MTBE (methyl tertiary-butyl ether), additief aan brandstof om de verbrandingsefficiëntie te verhogen, is buiten laag geconcentreerd: op elke buitenlocatie was de concentratie lager dan de detectielimiet van $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Afstand tot de weg heeft in deze dataset geen invloed op de buitenconcentraties benzeen of TVOS. Enerzijds is het moeilijk om een effect waar te nemen in deze dataset met een beperkte omvang (17 OVL in Vlaanderen). Anderzijds werden de buitenstalen verzameld 'nabij' de OVL, waar een mogelijkheid was om het materiaal te installeren: op een balkon of terras, aan voor- of achtertuin van een OVL. Opdelen van de buitenconcentraties benzeen en TVOS in de verschillende categorieën die de afstand tot de meest nabij gelegen drukke weg beschrijven (zie Tabel 6) levert dan ook geen indicatie voor een toenemende benzeen of TVOS-concentratie in de omgeving van de OVL.

De opdeling van de verschillende OVL volgens het **ruimterapport Vlaanderen**, in landelijk of verstedelijkt gebied (zie Tabel 7), levert zowel voor omgevingsbenzeen en -TVOS verschillende gemiddelde concentraties voor elke categorie. Merk op dat deze twee parameters geselecteerd werden omwille van de potentiële relatie met de buitenomgeving. Het verschil is meer uitgesproken voor TVOS (nl. gemiddeld $18 \pm 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor TVOS in landelijke omgeving en $26 \pm 6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in verstedelijkte omgeving) dan voor benzeen, ook omwille van de lage omgevingsconcentraties benzeen, en de meetonzekerheid. In de binnenomgeving is eveneens een effect te zien, hoewel enkel voor TVOS: zowel gemiddelde als maximale concentratie TVOS zijn het hoogste in de verstedelijkte omgevingen.

Figuur 20 Nagaan effect van omgeving i.f.v. Ruimterapport Vlaanderen

			Gemiddelde ± stdev. [µg/m³]	Max [µg/m³]
Benzeen	Binnen	Landelijk	1,0 ± 0,9	3,2
		Verstedelijk	0,8 ± 0,3	1,2
	Buiten	Landelijk	0,6 ± 0,2	0,83
		Verstedelijk	0,7 ± 0,3	1,20
TVOS	Binnen	Landelijk	127 ± 65	256
		Verstedelijk	164 ± 87	318
	Buiten	Landelijk	18 ± 11	44
		Verstedelijk	26 ± 6	36,0

6.5.2 VOS in de 17 OVL

6.5.2.1 Impact van verkeer of brandstof op het binnenmilieu

De impact van emissies van brandstof of verkeer op de binnenluchtkwaliteit uit zich doorgaans in MTBE, BTEX (benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen-isomeren) en eventueel TVOS.

De binnenconcentraties **MTBE** in deze dataset zijn doorgaans laag; in 14 OVL was de concentratie binnen lager dan de detectielimiet van $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In 3 OVL werd wel MTBE boven de detectielimiet vastgesteld. Dit is in OVL 2 ($2,15 \mu\text{g}/\text{m}^3$), OVL 9 ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en OVL 12 ($7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). In geen enkele van deze locaties werd buiten MTBE aangetroffen. De indoor/outdoor ratios (I/O) voor MTBE in deze OVL bedragen respectievelijk 21,5 - 5,1 en 70. Omdat een indoor/outdoor ratio hoger dan één duidt op een bron binnenshuis, kan ervan uitgegaan worden dat er zich zeer nabij deze 3 binnenmilieus een bron van brandstof of emissies van verkeer bevond. Hoewel deze concentraties laag zijn ten opzichte van de GAW (Gezondheidskundige Advieswaarde), die $2530 \mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt voor MTBE, is het relevant vast te stellen dat er zich in deze 3 binnenomgevingen die bestemd zijn voor baby's en peuters een nabije bron van benzine bevond, die niet afkomstig is van de buitenomgeving. Een nabije garage kan bijvoorbeeld de oorzaak zijn van deze (sporen) van benzine-brandstof in de binnenlucht.

De concentraties gemeten in OVL 12 in het bijzonder, zijn hoog ten opzichte van eerdere metingen in ruimtes waarin kinderen opgevangen worden. Zo zijn de gemiddelde hoogst gemeten MTBE-concentratie in 117 Vlaamse klaslokalen respectievelijk $0,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (BiBa, Binnenlucht in Basisscholen, in opdracht van departement Omgeving en departement Zorg, 2009 en Clean Air Low Energy, in opdracht van departement Omgeving en VEKA, 2012).

Voor **benzeen** schommelen de binnenconcentraties tussen $0,4$ en $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, met een gemiddelde van $0,86 \pm 0,66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hoewel deze gemiddelde binnenconcentratie de interventiewaarde van het Vlaams Binnenmilieubesluit overschrijdt, duiden de I/O ratio's voor benzeen aan dat in 15 OVL benzeen binnen afkomstig is van de buitenomgeving. In dat geval wordt de interventiewaarde van het Vlaams Binnenmilieubesluit verhoogd tot de buitenconcentratie. Zo wordt in OVL 8 bijvoorbeeld een benzeenconcentratie van $1,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ binnen gemeten, welke volledig afkomstig is van de buitenomgeving, waar eveneens $1,17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten werd tijdens de campagne.

OVL 2 en OVL 12 zijn enige opvanglocaties waar de I/O ratio's voor benzeen hoger zijn dan één (nl. 3,9 voor OVL 2 en 2,7 voor OVL 12), wat (naast MTBE) ook voor benzeen duidt op de

aanwezigheid van een binnenbron van brandstof of verkeersemisies. In OVL 9 is de I/O ratio voor benzeen kleiner dan één, en is er dus geen reden om te veronderstellen dat er zich een bron van benzeen in deze leefruimte bevindt (ondanks de eerder besproken verhoogde I/O ratio voor MTBE). In OVL 2 en OVL 12 wordt de benzeeninterventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit overschreden. Departement Zorg volgt dit verder op. Departement Zorg werkte een gezondheidskundige interpretatie uit, waarin rekening gehouden wordt met de maximale duurtijd van de aanwezigheid van de baby's en peuters in de opvang (maximaal 30 maanden of 2,5 jaar), voor de bepaling van het kanker en niet-kankerrisico ten gevolge van blootstelling aan de gemeten concentratieniveaus benzeen. Dit wordt getoond in Bijlage B: Gezondheidskundige interpretatie. Het Departement Zorg volgt dit verder op.

6.5.2.2 Impact van solventen op het binnenmilieu

Terwijl in OVL 2 voornamelijk de BTEX-componenten en andere brandstof-gerelateerde componenten (**styreen, hexaan, heptaan, cyclohexaan**) in hogere concentraties voorkomen dan in de andere opvanglocaties, zijn in OVL 12 naast deze componenten ook **tetrachloorethyleen** en **trichloorethyleen** hoger dan gemiddeld.

Hoewel voor styreen, hexaan, heptaan, cyclohexaan geen enkele GAW overschreden werd (en de concentratieniveaus dus geen directe gezondheidsimpact veroorzaken), is het toch relevant op te merken dat deze componenten voorkomen in hogere concentraties dan in de andere OVL en een indicatie zijn voor sporen van brandstof in de lucht in de omgeving van die opvanglocaties.

Voor trichloorethyleen bedraagt de concentratie in OVL 12 $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, in alle andere OVL $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$; voor tetrachloorethyleen wordt in OVL 12 $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten, terwijl de concentratie in de andere OVL $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Beide componenten zijn opgenomen in het Vlaams Binnenmilieubesluit:

- Voor trichloorethyleen werd een richtwaarde (RW) van $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en een interventiewaarde (IW) van $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastgelegd in het Vlaams Binnenmilieubesluit. De concentratie in OVL 12 ($4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) is dus hoger dan de interventiewaarde. Trichloorethyleen wordt voornamelijk gebruikt als solvent in consumentenproducten, zoals lijmen, en verfverwijderaars. Departement Zorg werkte een gezondheidskundige interpretatie uit, waarin rekening gehouden wordt met de maximale duurtijd van de aanwezigheid van de baby's en peuters in de opvang (maximaal 30 maanden of 2,5 jaar), voor de bepaling van niet-kanker effecten en kankerrisico ten gevolge van blootstelling aan de gemeten concentratieniveaus. Dit wordt getoond in Bijlage B: Gezondheidskundige interpretatie.
- Hoewel de richt- en interventiewaarde (RW en IW) voor tetrachloorethyleen uit het Vlaams Binnenmilieubesluit (RW $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, IW $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$) niet overschreden worden is (en er gezondheidskundig bijgevolg geen risico's ten gevolge van blootstelling aan deze concentratieniveaus verbonden zijn) is de aanwezigheid van tetrachlooretheen verrassend, in het bijzonder voor een kinderopvang. Tetrachloorethyleen is doorgaans afkomstig van droogkuis, maar ook consumentenproducten, zoals lijmen en verfverwijderaars, kunnen deze component bevatten.

Het Departement Zorg volgt dit verder op.

6.5.2.3 De impact van het gebruik van luchtverfrissers op VOS

Limoneen, pineen en careen zijn moleculen die aangenaam geuren. Net zoals in eerdere binnenmilieustudies, is limoneen – met gekende citrusgeur – de meest abundante en hoogst geconcentreerde molecule van alle gekwantificeerde VOS. De geurmoleculen hebben verschillende bronnen in een gebouw, zoals schoonmaakproducten, luchtverfrissers, (huis)parfums, wasmiddel, enz. Van deze consumentenproducten zijn luchtverfrissers het type producten dat gekenmerkt wordt door een constante emissie over een langere tijd.

Het gebruik van luchtverfrissers werd bevraagd bij de deelnemende OVL (zie paragraaf 6.1.4.1). In 8 OVL werden luchtverfrissers gebruikt, meestal bij de luierswissels. Tabel 27 toont de gemiddelde, standaardafwijking en maximale concentratie van geurmoleculen (n-Butylacetaat, alfa-Pineen, 3-Careen, d10-Limoneen, en de som van al deze) in enerzijds de groep OVL waarin luchtverfrissers gebruikt worden en anderzijds in de groep OVL die geen luchtverfrissers gebruiken.

Tabel 27 Geurmoleculen in de binnenlucht van de leefruimtes

	Gemiddelde $\pm$ stdev (max) [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
	n-Butylacetaat	alfa-Pineen	3-Careen	d10-Limoneen	Som
Luchtverfrissers	1,2 $\pm$ 1,1 (3,0)	5,5 $\pm$ 9,9 (29,7)	1,6 $\pm$ 2,2 (7,0)	41,1 $\pm$ 65,6 (191)	49,4 $\pm$ 61,7 (248)
Geen luchtverfrissers	1,1 $\pm$ 0,7 (2,6)	1,8 $\pm$ 1,6 (4,6)	0,8 $\pm$ 0,8 (2,5)	58,0 $\pm$ 85,0 (245)	61,7 $\pm$ 36,1 (113)

Met uitzondering van alfa-pineen en 3-careen, die doorgaans overal in lagere concentraties voorkomen, worden geen duidelijk verschillen tussen ruimtes met en zonder luchtverfrissers waargenomen. Ook voor n-butylacetaat wordt zelfs een omgekeerd effect waargenomen. De reden waarom geen verband waargenomen wordt in deze dataset is enerzijds de grootte van de populatie, maar anderzijds kan verwacht worden dat het gebruiksscenario tussen de verschillende opvanglocaties zeer verschillend is. Verder heeft limoneen een hele brede waaier aan binnenbronnen, gaande van luchtverfrissers, poetsmiddelen, parfums, wasmiddel, etherische oliën enz. maar ook luiers, vochtige doekjes en vuilzakken voor sanitair afval worden vaak geparfumeerd door de fabrikant. In sommige opvanglocaties lopen de concentraties relatief hoog op, zoals in OVL 15 (245 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), OVL 7 (191 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), of OVL 3 (157 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hoewel deze duidelijk lager zijn dan de GAW voor limoneen, die 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedraagt, zijn de concentraties in deze 3 OVL hoog in vergelijking met het gemiddelde in Vlaamse binnenmilieus. Bijvoorbeeld, in een set van 330 klaslokalen en woningen in Vlaanderen werd gemiddeld 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ gemeten, waarvan hoogste concentratie 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ bedroeg en de derde hoogste 259 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Limoneen is een molecule die secundaire reacties ondergaat in aanwezigheid van ozon. Dit impliceert de vorming van secundaire organische aerosolen, formaldehyde en andere oxidatieproducten, die andere gezondheidseffecten kunnen veroorzaken. Het is dus waardevol om verhoogde limoneenconcentraties in het binnenmilieu te vermijden.

Het dient opgemerkt te worden dat ook poetsen, de poetsfrequentie en de hoeveelheid poetsmiddel dat gebruikt wordt, een impact kan hebben op de concentraties van deze geurmoleculen in het binnenmilieu. Het type poetsproduct en de gebruikte hoeveelheid vallen echter buiten de scope van dit onderzoek, al is het wel zo dat het aandeel van luchtverfrissers in de hoeveelheid geurmoleculen in een binnenmilieu doorgaans groter is dan dit t.g.v. een 'normaal' poetsgedrag. Vooral wanneer bij poetsen de aanbevolen hoeveelheden gerespecteerd worden en regelmatig verlucht wordt – dit omwille van het feit dat luchtverfrissers doorgaans een continue emissie hebben, terwijl de uitstoot t.g.v.

poetsen zich voornamelijk beperkt tot het poetsscenario en nadien een dalende trend vertoont.

Tabel 28 Overzicht van de vluchtige organische stoffen (VOS), gemeten in de 17 OVL.

Gemiddelde concentraties (µg/m³) per locatie en per component																				
Locatie	MTBE	Benzeen	Trichlooretheleen	Tolueen	Tetrachloroetheleen	Ethylbenzeen	m-, p-Xyleen	Styreen	o-Xyleen	1,2,4-Trimethylbenzeen	1,4-Dichloorbenzeen	VOS (totaal)		Hexaan	Heptaan	Cyclohexaan	n-Butylacetaat	alfa-Pineen	3-Careen	d10-Limoneen
OVL 1-in	< 0,1	0,79	< 0,1	11	< 0,1	0,74	3,1	< 0,1	1,55	0,64	< 0,1	126		< 0,1	0,43	< 0,1	1,23	1,36	0,80	8,5
OVL 1-out	< 0,1	0,74	< 0,1	6,1	< 0,1	< 0,1	0,72	< 0,1	0,293	< 0,1	< 0,1	11,7		< 0,1	0,26	< 0,1	0,28	< 0,1	< 0,1	< 0,1
OVL 2-in	2,15	3,2	< 0,1	52	< 0,1	6,5	23,0	0,25	8,2	6,8	< 0,1	256		7,8	3,9	1,94	1,45	0,75	0,44	41
OVL 2-out	< 0,1	0,83	< 0,1	6,7	< 0,1	< 0,1	0,61	< 0,1	0,31	0,31	< 0,1	16,0		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
OVL 3-in	< 0,1	0,89	< 0,1	35	< 0,1	< 0,1	0,86	0,63	0,54	0,67	< 0,1	229		0,75	0,45	< 0,1	2,61	4,6	0,81	157
OVL 3-out	< 0,1	0,83	< 0,1	16	< 0,1	< 0,1	0,55	< 0,1	0,34	0,31	< 0,1	21,6		< 0,1	0,26	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
OVL 4-in	< 0,1	0,45	< 0,1	8,6	< 0,1	0,21	0,54	< 0,1	0,47	1,20	< 0,1	318		< 0,1	0,38	< 0,1	0,67	29,7	7	76
OVL 4-out	< 0,1	0,35	< 0,1	6,2	< 0,1	< 0,1	0,36	< 0,1	0,38	0,73	< 0,1	23,5		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,59
OVL 5-in	< 0,1	0,67	< 0,1	31	< 0,1	0,29	0,59	< 0,1	0,58	1,07	< 0,1	130		< 0,1	0,280	< 0,1	1,34	3,5	2,52	13,3
OVL 5-out	< 0,1	0,49	< 0,1	27	< 0,1	< 0,1	0,51	< 0,1	0,59	1,03	< 0,1	44		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,39	1,58
OVL 6-in	< 0,1	0,48	< 0,1	25	< 0,1	0,3	0,64	< 0,1	0,51	4,2	< 0,1	151		< 0,1	0,33	< 0,1	2,60	5,5	1,92	34
OVL 6-out	< 0,1	0,41	< 0,1	13	< 0,1	< 0,1	0,35	< 0,1	0,285	0,44	< 0,1	19,1		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,46
OVL 7-in	< 0,1	0,48	< 0,1	29	< 0,1	< 0,1	0,55	< 0,1	0,56	0,84	< 0,1	212		< 0,1	< 0,1	< 0,1	3	3,2	0,98	191
OVL 7-out	< 0,1	0,46	< 0,1	20	< 0,1	< 0,1	0,41	< 0,1	0,49	0,75	< 0,1	34		< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,66
OVL 8-in	< 0,1	1,17	< 0,1	46	0,98	0,43	0,95	< 0,1	0,75	1,08	< 0,1	119		< 0,1	0,54	< 0,1	0,68	0,92	0,48	3,7
OVL 8-out	< 0,1	1,17	< 0,1	14	1,27	0,31	0,75	< 0,1	0,5	0,78	< 0,1	28,0		< 0,1	0,34	< 0,1	0,34	< 0,1	< 0,1	0,52
OVL 8-in -bis	< 0,1	0,68	< 0,1	2,8	< 0,1	0,220	0,63	< 0,1	0,35	0,64	< 0,1	14,8		< 0,1	0,29	< 0,1	0,23	< 0,1	< 0,1	0,40
OVL 8-out - bis	< 0,1	0,79	< 0,1	4,3	< 0,1	0,3	0,79	< 0,1	0,48	1,18	< 0,1	63		< 0,1	0,53	< 0,1	0,59	0,91	0,42	1,55

Meetresultaten

OVL 9-in	0,51	1,15	< 0,1	54	< 0,1	0,47	1,02	< 0,1	0,92	1,31	< 0,1	147
OVL 9-out	< 0,1	1,2	< 0,1	25	< 0,1	0,37	0,92	< 0,1	0,64	0,81	< 0,1	36
OVL 10-in	< 0,1	0,82	< 0,1	29	< 0,1	0,34	0,84	< 0,1	0,63	0,74	< 0,1	82
OVL 10-out	< 0,1	0,92	< 0,1	10	< 0,1	0,29	0,75	< 0,1	0,46	0,55	< 0,1	20,8
OVL 11-in	< 0,1	0,75	< 0,1	14	< 0,1	0,27	0,67	< 0,1	0,43	0,61	< 0,1	105
OVL 11-out	< 0,1	0,78	< 0,1	8,4	< 0,1	< 0,1	0,63	< 0,1	0,38	0,55	< 0,1	14,1
OVL 12-in	7	1,03	4,3	27	1,54	1,52	4,9	< 0,1	2,05	6,4	< 0,1	149
OVL 12-out	< 0,1	0,38	< 0,1	10	< 0,1	< 0,1	0,31	< 0,1	0,298	0,59	< 0,1	17
OVL 13-in	< 0,1	0,60	< 0,1	16	< 0,1	0,26	0,61	< 0,1	0,49	1,03	< 0,1	90
OVL 13-out	< 0,1	0,59	< 0,1	10	< 0,1	< 0,1	0,52	< 0,1	0,39	0,92	< 0,1	26
OVL 14-in	< 0,1	0,43	< 0,1	9,5	< 0,1	< 0,1	0,37	< 0,1	0,259	0,46	< 0,1	45
OVL 14-out	< 0,1	0,48	< 0,1	5,0	< 0,1	< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	0,37	< 0,1	8,7
OVL 15-in	< 0,1	0,36	< 0,1	13	< 0,1	< 0,1	0,50	< 0,1	0,45	0,79	< 0,1	221
OVL 15-out	< 0,1	0,33	< 0,1	6,9	< 0,1	< 0,1	0,34	< 0,1	0,31	0,60	< 0,1	16,7
OVL 16-in	< 0,1	0,89	< 0,1	11	< 0,1	1,42	1,51	< 0,1	0,68	1,09	< 0,1	54
OVL 16-out	< 0,1	0,49	< 0,1	9,1	< 0,1	0,24	0,61	< 0,1	0,46	0,91	< 0,1	23,7
OVL 17-in	< 0,1	0,38	< 0,1	10	< 0,1	< 0,1	0,35	< 0,1	0,38	0,79	< 0,1	57
OVL 17-out	< 0,1	0,38	< 0,1	4,9	< 0,1	< 0,1	0,27	< 0,1	0,262	0,54	< 0,1	15,5

< 0,1	0,54	< 0,1	0,92	2,47	1,87	34
< 0,1	0,39	< 0,1	0,40	< 0,1	< 0,1	0,4
< 0,1	0,55	< 0,1	0,41	1,04	0,45	9,0
< 0,1	0,27	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,62
< 0,1	0,30	< 0,1	0,34	0,43	< 0,1	10,4
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
1,38	1,51	1,65	1,58	< 0,1	< 0,1	< 0,1
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
0,78	0,82	< 0,1	1,14	0,84	0,59	13,4
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,5
< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,39	0,55	0,39	2,12
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
< 0,1	0,37	0,89	0,42	2,64	0,52	245
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,59
0,81	0,42	< 0,1	0,35	1,55	0,75	4,6
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,57
< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,32	0,96	0,34	7,7
< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,59

6.6 Aldehyden

De gezondheidseffecten van aldehyden zijn verschillend van component tot component, en afhankelijk zowel concentratie als blootstellingsduur. In deze studie wordt de gezondheidskundige interpretatie van aldehyden-blootstelling uitgevoerd aan de hand van de richt- en interventiewaarden uit het Vlaams Binnenmilieubesluit. Formaldehyde kan de ademhalingsgezondheid beïnvloeden, maar is ook een carcinogene stof, net als acetaldehyde. Tabel 29 geeft een overzicht.

Tabel 29 21 Overzicht van de richt- en interventiewaarden voor aldehyden

Component	Vlaams Binnenmilieubesluit
formaldehyde	IW: 100 µg/m ³
acetaldehyde	RW: 160 µg/m ³ ; IW: 480 µg/m ³
Totaal andere aldehyden (C4-C11 aldehyden)	RW: 650 µg/m ³ ; IW: 1600 µg/m ³

Tabel 30 toont een overzicht van alle aldehydemetingen in de leefruimtes. De gemiddelde formaldehydeconcentratie bedraagt $16,4 \pm 7,7$ µg/m³, met een hoogst gemeten concentratie van 35 µg/m³ in OVL 5. De concentraties van de aldehyden zijn dus doorgaans niet verhoogd ten opzichte van meetresultaten in andere binnenmilieus zoals woningen en woonzorgcentra. Zo werd in een set van 27 klaslokalen (in het kader van de Clean Air Low Energy studie, in opdracht van het departement Omgeving en VEKA, 2012) eveneens gemiddeld 16,8 µg/m³ formaldehyde gemeten.

In OVL 5 worden de hoogste formaldehyde en totaal aldehyde-concentraties waargenomen. Deze leefruimte kwam eerder aan bod omwille van de ondermaatse ventilatie en de beperkte mogelijkheden om de leefruimte te verluchten. Deze beperkte luchtverversing zorgt ervoor dat aldehyden, afkomstig van binnenmaterialen, zich ophopen.

De interventiewaarde voor formaldehyde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit (100 µg/m³) werd op geen enkele locatie overschreden. Ook deze voor acetaldehyde werd op geen enkele locatie overschreden (RW160 µg/m³, IW 480 µg/m³).

Tabel 30 Overzicht van aldehyden in de 17 OVL

Gemiddelde concentraties ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) per locatie en per component				
Locatie	Formaldehyde	Acetaldehyde	Andere aldehyden (totaal)	Totaal aldehyde
OVL 1	17,7	5,1	6,9	29,7
OVL 2	17,7	4,6	8,0	30
OVL 3	23,8	8,8	15,7	48
OVL 4	20,9	14,6	14,1	50
OVL 5	35,0	5,9	17,8	59
OVL 6	29,7	14,4	22,7	67
OVL 7	10,8	6,4	5,8	23,1
OVL 8	12,5	7,9	13,3	34
OVL 9	16,7	8,8	10,9	36
OVL 10	8,6	3,3	6,7	18,5
OVL 11	10,8	5,2	6,0	22,0
OVL 12	15,1	4,9	11,7	32
OVL 13	16,8	7,1	32	56
OVL 14	13,9	2,8	9,0	25,8
OVL 15	13,8	3,7	1,80	19,3
OVL 16	14,6	3,8	6,9	25,3
OVL 17	16,5	5,3	12,6	34
Gemiddelde	16,4	6,4	11,2	34
mediaan	15,8	5,3	10,0	31
SD	7,7	3,5	7,6	16,3
Minimum	0,33	2,39	0,38	3,1
Maximum	35	14,6	32	67
P25 (Q1)	12,8	4,0	6,8	23,7
P75 (Q3)	17,7	7,7	13,9	45

6.7 Fijn stof: PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀

In elke OVL werden drie verschillende groottefracties fijn stof (PM₁, PM_{2.5} en PM₁₀) gedurende één werkweek gemonitord, zowel in de leefruimte als buiten, met een resolutie van 1 minuut. *Tabel 31* toont de beschrijvende analyse van de PM_x-gegevens. Meetgegevens die buiten de openingsuren zijn gemeten, werden uitgesloten van de berekeningen.

6.7.1 Gezondheidseffecten van PM_x-blootstelling

Er zijn tegenwoordig uitgebreide wetenschappelijke gegevens die blootstelling aan zwevende fijnstof (PM) koppelen aan een groot aantal gezondheidsproblemen, met name gerelateerd aan het ademhalings- en cardiovasculaire systeem (EPA, 2024). De gezondheid van de luchtwegen van kinderen is bijzonder kwetsbaar voor PM (WHO, 2005). Veel studies hebben melding gemaakt van de korte termijnrelatie tussen blootstelling aan PM en longontsteking, een van de belangrijkste doodsoorzaken bij kinderen wereldwijd (Li et al., 2018; Nhung et al., 2017; Walker et al., 2013). Bovendien is langdurige blootstelling aan PM_{2.5} in verband gebracht met een verminderde longfunctie bij kinderen (Guo et al. 2019).

Hoewel alle drie de PM-groottefracties belangrijk zijn voor de gezondheid van de mens, is de PM_{2.5} fractie mogelijk het meest relevant voor dit onderzoek, aangezien het de enige fractie is die wordt gereguleerd door het Vlaams Binnenmilieubesluit, dat een richtwaarde van 10 µg/m³ vaststelt. Vergeleken met PM_{2.5} en PM₁₀, zorgen de kleinere afmetingen van PM₁ er echter voor dat het dieper doordringt in de longen, wat mogelijk meer schade aan de luchtwegen veroorzaakt (Wang et al., 2021). Toxicologisch bewijs suggereert dat PM₁ gevaarlijker is dan PM_{2.5} wat betreft cytotoxische effecten en ontstekingen (Jalava et al. 2015), hoewel epidemiologisch bewijs in verschillende studies toe soortgelijke negatieve gezondheidsassociaties aangeeft voor PM₁ en PM_{2.5} met cardiovasculaire uitkomsten, beroerte en respiratoire eindpunten (Hu et al. 2018; Yang et al., 2020). De Wereldgezondheidsorganisatie stelt op basis van nieuwe inzichten in verband met blootstelling en gezondheidseffecten een richtwaarde voor de jaarlijkse blootstelling aan PM_{2.5} van 5 µg/m³ voor, terwijl een 24-uursgemiddelde van 15 µg/m³ niet meer dan 3-4 dagen per jaar overschreden mag worden. Ook deze richtwaarden wordt getoetst aan de metingen uitgevoerd in de huidige studie.

6.7.2 PM_x-concentraties in de OVL's

Het dient opgemerkt te worden dat de gemiddelde PM_{2.5}-concentratie binnen tijdens de openingsuren telkens lager was dan de corresponderende buitenconcentratie, uitgezonderd in 3 OVL.

Tabel 31 toont aan dat, hoewel de PM_{2.5}-concentratie binnen aanzienlijk hoge pieken bereikte in verschillende OVL, de gemiddelde PM_{2.5}-concentratie tijdens de openingsuren van de opvang slechts in twee OVL (OVL 3 en OVL 4) de huidige richtwaarde van het Vlaams Binnenmilieubesluit (10 µg/m³) overschreed. Daarnaast overschreed in drie andere OVL (OVL 6, OVL 10 en OVL 15) de P75 de 10 µg/m³ richtwaarde.

Aan de richtwaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, jaarlijkse blootstelling lager dan 5 µg/m³) werd echter slechts in 4 OVL voldaan tijdens de openingsuren van de opvang; in alle andere OVL was de gemiddelde PM_{2.5}-concentratie tijdens de openingsuren hoger dan 5 µg/m³. De WHO-richtwaarde voor 24-uursblootstelling, die niet meer dan 3-4 keer per jaar overschreden mag worden, wordt in geen enkele OVL overschreden.

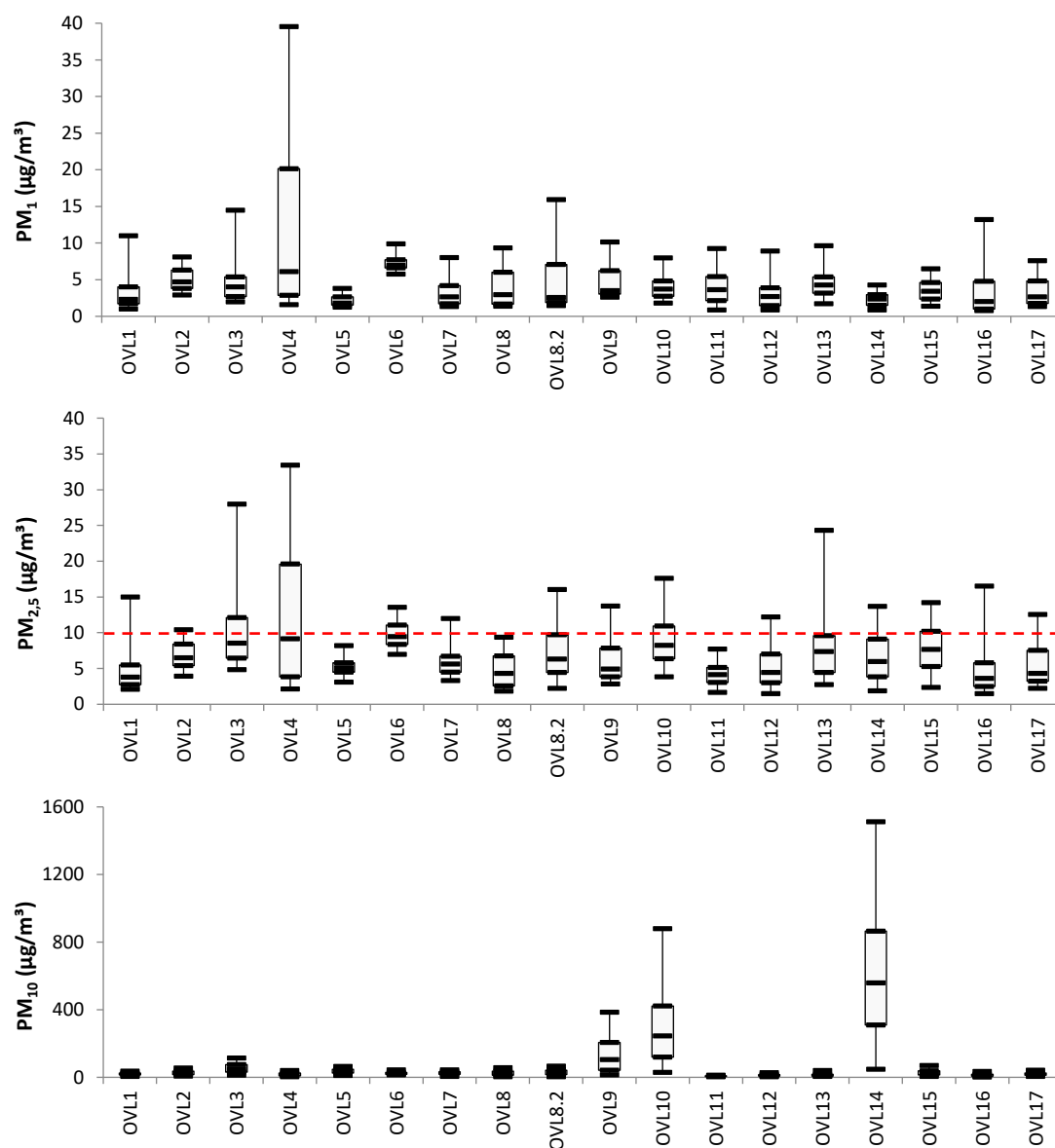
Deze richtwaarden houden rekening met een jaarlijkse (WHO) en levenslange (Vlaams BiMi-besluit) blootstelling. Dit zijn beide langere blootstellingstijden dan de hier gerapporteerde concentraties, die telkens de gemiddelde luchtconcentratie tijdens de openingsuren van de opvang, gedurende één week van 5 werkdagen weergeven. PM_{2.5} en PM₁₀ fluctueren over de tijd omdat de luchtconcentratie ook functie is van resuspensie, dus de beweging van aanwezigen in een kamer. 's Nachts zijn de concentraties doorgaans aanzienlijk lager. Uitgemiddeld over 24 uur is de concentratie in een OVL dus lager dan tijdens de openingsuren. Hier worden echter enkel de gemiddelde concentraties tijdens de openingsuren gerapporteerd, omdat de kinderen hieraan blootgesteld worden.

Bij vergelijking van de gemiddelde PM_x-concentraties in Tabel 31, blijkt dat meer dan de helft van de PM_{2.5} gemeten in de OVL een diameter < 1 µm had, d.w.z. bestond uit PM₁. Het gemiddelde aandeel van de gemeten PM_{2.5} dat ook onder de PM₁-categorie viel, varieerde van 35% (in OVL 14) tot 99% (in OVL 4). Aan de andere kant had een relatief klein deel van PM₁₀ een diameter < 2,5 µm, d.w.z. PM₁₀ in deze OVL bestond uit doorgaans vooral uit deeltjes met een aerodynamische diameter groter dan 2.5 µm – dit is de deeltjesfractie die het meest gevoelig is aan resuspensie. Het gemiddelde aandeel van de gemeten PM₁₀ dat ook onder de PM_{2.5}-categorie viel, varieerde van 1% (in OVL 14) tot 70% (in OVL 4). Dit geeft aan dat de overgrote meerderheid van de deeltjes die in OVL 4 worden aangetroffen fijner zijn (grootteorde PM₁), terwijl de meeste deeltjes die in OVL 14 worden aangetroffen groffer zijn (grootteorde PM₁₀).

Tabel 31. Samenvatting van PM_x-metingen gedurende de openingsuren in elke OVL.

		OVL 1	OVL 2	OVL 3	OVL 4	OVL 5	OVL 6	OVL 7	OVL 8	OVL 8.2	OVL 9	OVL 10	OVL 11	OVL 12	OVL 13	OVL 14	OVL 15	OVL 16	OVL 17	Algemeen	
PM ₁ (µg/m ³)	Leefruimte	Gemid.	4,0	5,1	5,3	12,5	2,2	7,3	3,5	4,2	5,0	4,7	4,1	4,0	3,3	5,1	2,4	3,6	5,0	3,6	4,7
		Min	0,7	2,0	0,0	0,6	1,1	5,5	1,0	1,2	0,4	2,3	1,4	0,3	0,5	1,1	0,3	1,0	0,7	0,8	1,2
		Max	58,1	9,9	42,5	55,1	4,7	11,6	11,1	18,0	27,7	17,4	14,9	11,5	33,6	51,8	7,6	15,6	351,6	24,1	42,6
		P75	4,0	6,3	5,4	20,2	2,7	7,7	4,2	6,0	7,1	6,2	4,8	5,4	3,9	5,4	3,0	4,6	4,8	4,8	5,9
		Std dev.	6,3	1,6	4,6	12,6	0,8	1,2	2,2	3,1	4,9	2,6	2,0	2,4	3,4	5,1	1,1	1,8	12,3	2,8	3,9
	Buiten	Gemid.	-	5,3	8,5	3,2	3,9	5,7	5,8	13,8	10,7	13,7	10,1	6,3	4,8	6,6	6,8	1,4	5,1	5,6	6,9
		Min	-	3,6	1,0	0,2	0,8	0,5	1,0	5,4	1,7	4,9	0,8	0,5	0,4	0,9	0,5	0,2	1,1	1,8	1,5
		Max	-	8,3	42,3	11,0	17,4	13,7	15,9	38,7	30,7	33,1	29,0	17,9	49,0	30,4	135,9	4,9	51,8	14,8	32,0
		P75	-	6,0	11,1	4,8	4,8	8,9	8,9	16,6	18,3	16,0	14,0	8,8	6,4	9,3	6,3	1,9	5,4	6,5	9,1
		Std dev.	-	1,0	4,1	2,0	2,5	4,1	4,1	7,0	8,5	7,4	6,3	3,7	3,4	3,7	11,6	0,8	5,1	2,9	4,6
I/O	-	1,0	0,6	0,6	0,6	1,3	0,6	0,3	0,5	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,3	2,5	1,0	0,6	0,9		
PM _{2,5} (µg/m ³)	Leefruimte	Gemid.	7,8	7,0	12,8	12,6	5,2	9,8	6,1	4,9	7,4	6,3	9,1	4,2	5,8	8,8	6,7	7,8	7,4	6,3	7,6
		Min	0,8	3,2	2,5	0,5	2,1	6,1	2,6	1,3	0,8	2,3	2,3	0,4	0,7	1,6	0,0	1,6	1,0	0,9	1,7
		Max	164,6	13,7	1507,4	44,1	20,8	15,8	17,5	15,8	23,6	20,8	26,7	10,0	57,0	56,6	22,0	21,4	1099,2	71,7	178,3
		P75	5,5	8,5	12,1	19,6	5,8	11,1	6,7	6,8	9,7	7,9	10,9	5,1	7,0	9,6	9,1	10,2	5,8	7,6	8,8
		Std dev.	18,3	2,1	35,0	10,2	1,4	2,0	2,4	2,6	4,2	3,5	4,1	1,8	5,6	7,0	3,7	3,6	27,0	6,5	8,0
	Buiten	Gemid.	-	4,5	11,1	5,1	5,7	7,5	8,3	15,4	12,5	15,9	12,4	7,1	7,9	9,9	9,8	2,3	8,8	6,9	8,9
		Min	-	2,8	2,0	0,3	1,8	1,0	2,0	6,0	2,1	5,5	1,3	0,7	0,6	1,6	0,7	0,2	1,6	2,4	1,9
		Max	-	7,2	48,8	14,0	21,2	16,2	14,8	43,5	37,2	38,6	35,0	19,1	69,9	35,9	159,4	11,5	56,6	18,6	38,1
		P75	-	5,0	14,4	7,1	6,3	10,3	10,1	20,9	19,8	21,3	16,3	9,7	11,7	11,7	10,1	3,1	9,6	8,2	11,5
		Std dev.	-	0,8	5,3	2,9	2,8	4,1	2,7	7,8	9,6	8,7	7,0	3,8	5,6	3,7	12,4	1,2	7,0	3,7	5,2
I/O	-	1,5	1,1	1,1	0,9	1,3	0,7	0,3	0,6	0,4	0,7	0,6	0,7	0,9	0,7	3,4	0,8	0,9	1,1		
PM ₁₀ (µg/m ³)	Leefruimte	Gemid.	26,9	27,0	85,7	18,0	36,7	24,6	24,8	25,5	31,0	140,5	318,0	7,4	13,2	15,5	637,1	30,0	17,8	21,6	83,5
		Min	0,8	3,6	3,2	0,5	2,5	11,8	2,9	1,6	1,1	8,3	9,6	0,4	0,8	1,9	0,0	2,1	1,1	1,3	3,0
		Max	417,6	99,0	12183,7	66,7	348,7	53,3	88,9	163,9	447,3	963,5	1765,6	58,6	220,1	121,7	5093,1	223,4	3983,7	561,1	1492,2
		P75	24,4	36,3	74,7	25,9	47,0	29,5	32,0	35,9	42,7	205,2	422,1	9,5	16,4	17,2	865,3	39,0	18,5	24,8	109,3
		Std dev.	43,8	14,7	435,6	11,7	17,2	9,2	11,6	17,1	20,6	122,8	273,6	3,3	11,5	13,4	463,6	20,7	91,1	20,0	91,8
	Buiten	Gemid.	-	7,5	15,7	7,6	8,4	10,0	19,4	20,3	18,6	21,3	15,4	8,3	11,7	16,0	16,8	4,6	15,5	9,0	13,3
		Min	-	4,3	2,7	0,3	2,3	1,5	4,6	8,0	3,0	6,4	1,4	0,7	0,9	2,8	0,9	0,2	1,9	2,3	2,6
		Max	-	12,4	51,4	26,0	27,9	23,3	56,1	51,6	122,8	143,5	117,3	23,2	561,3	61,7	155,6	45,7	121,7	26,2	95,7
		P75	-	8,5	18,7	10,6	9,8	14,3	24,2	28,7	26,6	30,0	18,3	11,0	16,0	19,8	20,6	6,2	17,2	10,9	17,1
		Std dev.	-	1,5	7,6	4,3	3,4	5,0	9,1	8,9	12,6	12,6	8,1	4,1	15,9	5,5	13,4	3,5	13,4	5,2	7,9
I/O	-	3,6	5,6	5,6	4,3	2,5	1,3	1,3	1,7	6,6	20,6	0,9	1,1	1,0	38,0	6,5	1,2	2,4	5,9		

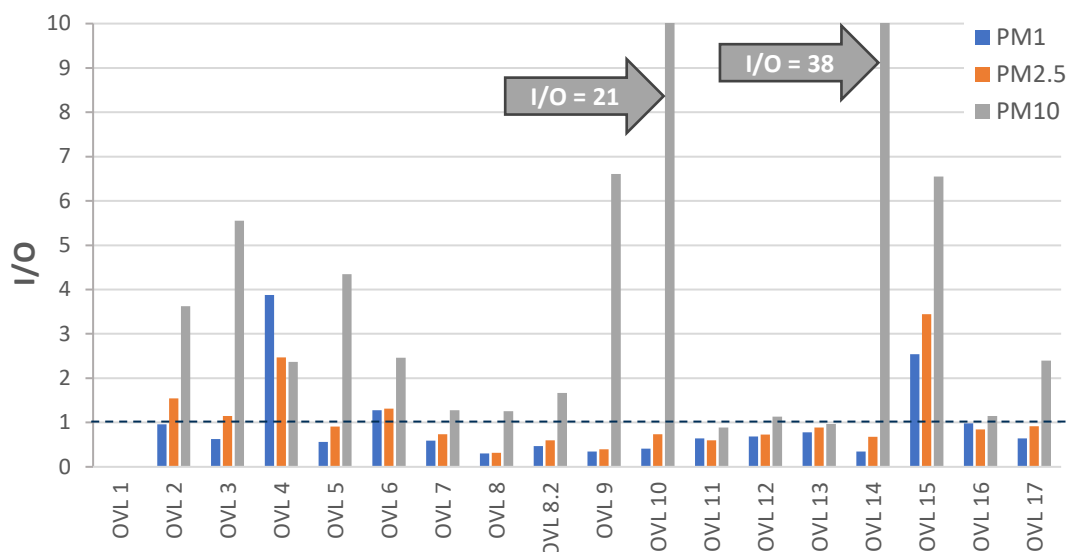
Figuur 22 toont een boxplot-verdeling van de PM_x -gegevens die in de 17 OVL werden gemeten tijdens openingsuren. In de boxplot wordt de mediaan aangeduid. De grootte van de box wordt bepaald door de P25/75 waarden van de data en de whiskers duiden de P95/P5-waarde aan (en niet minimale en maximale concentraties).



Figuur 22. Boxplot-distributie van de PM -gegevens gemeten in elk van de 17 OVL tijdens openingsuren.

Zoals weergegeven in Figuur 22, waren de concentraties $PM_{2.5}$ voor het grootste deel relatief vergelijkbaar in alle OVL, waarbij OVL 4 enigszins hogere P75- en P95-waarden bereikte dan de andere opvanglocaties. Voor PM_1 was deze trend sterker, waarbij OVL 4 aanzienlijk hogere concentraties bereikte dan de andere OVL. Aan de andere kant was PM_{10} duidelijk veel hoger in drie OVL vergeleken met de rest (OVL 9, OVL 10 en OVL 14), waarbij OVL 14 de hoogste waarden bereikte; deze hogere concentraties wijzen op meer grof stof in suspensie in deze opvang. Dit grof stof kan irritatie van de bovenste luchtwegen veroorzaken. Bovendien blijkt OVL 4 de locatie met de hoogste indoor/outdoor-ratio (I/O) voor PM_1 , terwijl voor OVL 14 de hoogste I/O voor PM_{10} berekend werd (wat ook de hoogste I/O van

allemaal was, rekening houdend met alle PM-fracties in alle OVL), zoals weergegeven in Figuur 23.



Figuur 23. Gemiddelde I/O-ratio's voor de drie PM-groottebereiken in de 17 OVL.

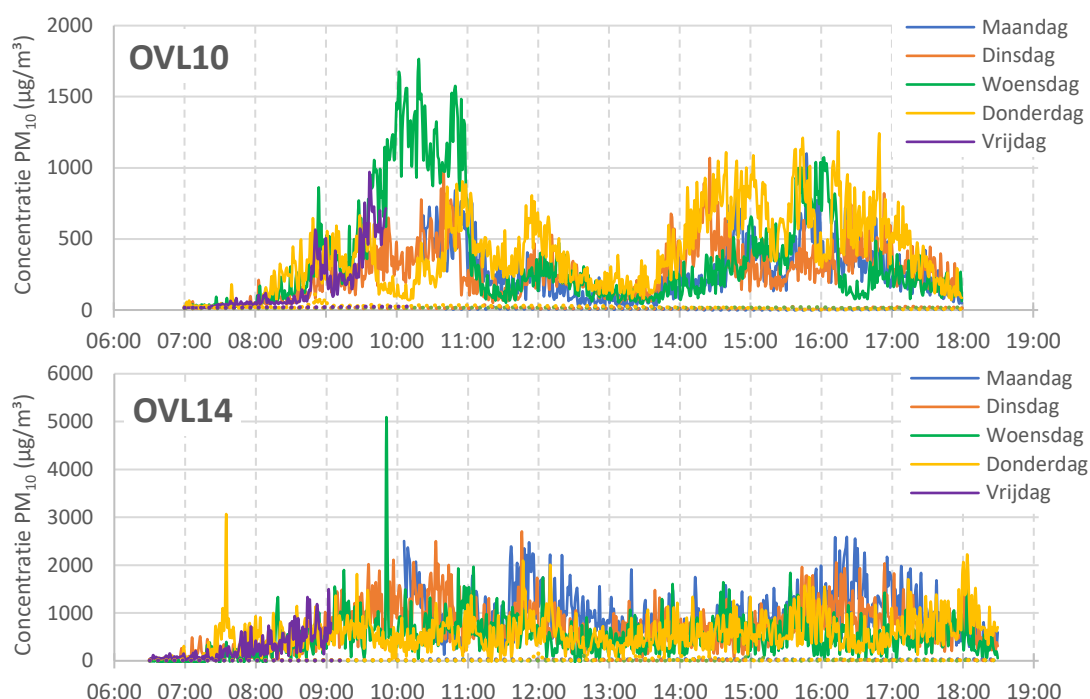
I/O-verhoudingen voor de kleinere deeltjes (PM₁ en PM_{2.5}) waren lager dan 1 voor de meeste OVL, wat aangeeft dat PM-concentraties in deze binnenmilieus voornamelijk afkomstig waren uit de buitenomgeving. De opvallende uitzonderingen waren OVL 4 en OVL 15, die hoge I/O's hadden voor alle 3 PM-grootteordes. OVL 15 had echter over het algemeen lage absolute concentraties (en de laagste buitenconcentraties van alle faciliteiten voor alle drie grootteordes, wat op zichzelf de I/O omhoogdrijft, zelfs als de binnenconcentraties laag zijn), terwijl OVL 4 de hoogste PM₁- en PM_{2.5}-absolute concentraties van alle opvanglocaties had, zoals eerder vermeld. OVL 4 heeft geen mechanische ventilatie en meldde frequent gebruik van een luchtverfrisserspray (meestal bij het verschonen van luiers) en van een verdampers in de winter om de lucht te "zuiveren" (vooral als kinderen verkouden zijn).

Zoals in de meeste binnenomgevingen met beweging door aanwezigen, zorgt resuspensie voor PM₁₀ I/O ratio's hoger dan 1 in de meeste OVL. In 10 van hen waren de I/O's hoger dan 2, wat betekent dat de gemiddelde PM₁₀-concentratie binnenshuis minstens twee keer zo hoog was als de gemiddelde concentratie buitenshuis. Naast OVL 15, die een hoge gemiddelde I/O had vanwege de bijzonder lage concentraties buitenshuis, hadden drie OVL aanzienlijk hogere gemiddelde PM₁₀-concentraties en I/O's dan de andere locaties: OVL 9, OVL 10 en OVL 14.

Typische bronnen van PM₁₀ binnenshuis zijn meestal gekoppeld aan de activiteiten van de aanwezigen, zoals beweging, gebruik van gestoffeerd materiaal en activiteiten gerelateerd aan schoonmaken, zoals stofzuigen (vanwege de resuspensie van neergeslagen stof). OVL 9 was de enige opvanglocatie waarvan de vloeren bedekt waren met tapijten (voor het thermisch comfort van de kinderen). Tapijten zijn gekend als vergaarbekken van stof en erop wandelen, lopen of springen zorgt voor resuspensie van dat stof. OVL 9 was ook de opvanglocatie waar de grootste hoeveelheid depositiestof werd verzameld (zie verder in Sectie 7.8). Aangezien stof dat zich in tapijten verzamelt, zelfs door te lopen gemakkelijk en aanzienlijk in de lucht kan worden geresuspendeerd, en met aanzienlijk hogere resuspensiesnelheden voor PM₁₀ dan voor de andere grootte bereiken, zoals aangetoond

door Benabed en Boulbair (2022), is dit de meest waarschijnlijke verklaring voor de hogere PM_{10} -concentraties in OVL 9.

In OVL 10 en OVL 14 zijn de belangrijkste PM_{10} -bronnen echter minder duidelijk, hoewel deze de I/O ratio van OVL 9 overschrijden. Beide faciliteiten hebben een mechanisch ventilatiesysteem D en gebruiken geen luchtverfrissers (OVL 14 meldt dat er slechts af en toe luchtverfrissers in de badkamers worden gebruikt). Kookactiviteiten, een andere mogelijke bron van PM_x binnenshuis, vinden plaats in aparte keukens met afzuigkappen. Beide faciliteiten meldden de vloer elke dag schoon te maken (tijdens de bemonsteringsweek: 2x/dag in OVL 10 en 1x/dag maar ook met nat in OVL 14). In tegenstelling tot OVL 9 werden bij OVL 10 en OVL 14 slechts gemiddelde tot lage hoeveelheden stof van de vloer verzamelt. Figuur 24 toont de concentraties PM_{10} die in OVL 10 en OVL 14 zijn gemeten tijdens de bezette uren van hun respectievelijke bemonsteringsweken.



Figuur 24. PM_{10} -concentraties in OVL 10 en OVL 14 tijdens de openingsuren van hun respectievelijke bemonsteringsweken.

Figuur 24 toont dat de PM_{10} -concentratie in beide OVL niet veel bijzonder hoge pieken vertoonde, noch een duidelijk patroon vertoonde rond specifieke tijden van de dag, behalve een opvallende daling tijdens het dutje van de kinderen in OVL 10 (van ongeveer 12u tot ongeveer 14u). Dit zou kunnen duiden op het feit dat de bron van PM_{10} binnenshuis grotendeels constant/consistent is tijdens de bezette uren. Een mogelijke verklaring zou het type verwarming in deze OVL kunnen zijn: vloerverwarming. OVL 10 en OVL 14 zijn de enige OVL die vloerverwarming in de hele faciliteit rapporteerden. Door de temperatuur van de lucht nabij het vloeroppervlak te verhogen, kan vloerverwarming opwaartse luchtbeweging in de kamers veroorzaken en zo stofdeeltjes optillen die eerder op de vloer zijn afgezet. Hoewel PM_{10} mogelijk niet door het verwarmingssysteem zelf wordt gegenereerd, is het daarom mogelijk dat vloerverwarming bijdraagt aan hogere PM -concentraties binnenshuis door de resuspensie te verhogen (Ghasemi et al., 2020). De daling van de PM_{10} -concentratie tijdens het dutje in OVL 10 zou kunnen betekenen dat de vloerverwarming uitstaat (of lager

staat) terwijl de kinderen in de slaapkamers zijn. Die informatie was echter niet beschikbaar uit de vragenlijsten.

Een laatste interessante observatie is dat de OVL met de hoogste concentraties $PM_{1/2,5}$ en PM_{10} , respectievelijk OVL 4 en OVL 14, toevallig de enige twee OVL waren die het gebruik van luchtzuiveraars rapporteerden. Dit is geen bewijs dat de luchtzuiveraars op de een of andere manier hebben bijgedragen aan een toename van PM_x . Het weerspiegelt echter eerdere bevindingen van een Pilootstudie die VITO uitvoerde (2022/Health/R/2786; uitgevoerd in opdracht van Kabinet Crevits) waarin de invloed van luchtzuivering op BiMi-parameters in scholen, ouderenzorg en opvanglocaties voor baby's en peuters onderzocht werd. In die studie was luchtzuivering enkel in staat om concentraties PM_x te verminderen in een klein aantal van de bestudeerde ruimtes. De reden hiervoor was dat de doeltreffendheid van luchtzuivering sterk afhankelijk is van de optimale configuratie, het gebruik en de plaatsing van de luchtreinigers in de ruimte, wat vaak moeilijk te bereiken is in real-life omstandigheden. Verder bleek ook dat de luchtzuivering hoofdzakelijk een effect had op de kleinste deeltjesfracties en PM_{10} dus het minst beïnvloed werd door luchtzuivering. Samenvattend wijst dit erop dat, ongeacht de binnenbronnen van PM_x in een bepaalde ruimte (bv. in OVL 4 waarschijnlijk het gebruik van sprays en in OVL 14 waarschijnlijk het resuspensie van neergeslagen stof door vloerverwarming), het succesvol verwijderen ervan door luchtzuivering (vooral van PM_{10}) niet eenvoudig is en zorgvuldige planning vereist.

6.9 Bioaerosol pathogenen

De resultaten van de bioaerosolmonsters staan in Tabel 32. In totaal werden 39 bioaerosolmonsters verzameld, en elk monster werd gescreend op de aanwezigheid van 26 individuele pathogenen. Elke cel in Tabel 32 is gekleurd volgens de Ct-waarde van het monster voor elke beoogde ziekteverwekker:

- Oranje cellen geven positieve luchtstalen aan ($Ct < 38$ voor Rhinovirus, $Ct < 34,5$ voor SARS-CoV-2 en $Ct < 45$ voor alle andere pathogenen).
- Gele cellen geven grenswaarde-stalen aan ($Ct > 38$ voor Rhinovirus en $Ct > 34,5$ voor SARS-CoV-2). Alleen voor Rhinovirus en SARS-CoV-2 werden de Ct-waarden gevalideerd om onderscheid te maken tussen positieve en grenswaardemonsters.
- Alle andere pathogenen worden alleen gecategoriseerd als positief of negatief.

Algemeen geldt: hoe hoger de Ct-waarde, hoe lager de hoeveelheid genetisch materiaal in het monster, dus hoe hoger de meetonzekerheid op het resultaat.

6.9.1 Detectiefrequenties van pathogenen in de verschillende monsters

Van de 39 bioaerosolmonsters waren er 7 (18%) volledig vrij van alle bestudeerde pathogenen; geen van de luchtstalen bevatte sporen van meer dan 8 pathogenen (van de 26 beoogde) tegelijk. Een belangrijke observatie die voortvloeit uit de resultaten die in Tabel 32 worden weergegeven, is dat monsters die in duplicaten zijn genomen, niet exact overeenkwamen in pathogenengehalte. Bijvoorbeeld, in OVL 5 bevatte slechts een van de duplicaten die in de leefruimte werden verzameld sporen van adenovirus, enterovirus, bocavirus en rhinovirus, terwijl het andere duplicaat geen sporen van deze vier pathogenen bevatte.

Dit is mogelijk een weerspiegeling van de heterogene verspreiding van bioaerosolen afkomstig van menselijke uitademing. Tijdens de leefruimte-bemonstering in OVL 5 stonden de peuters heel dicht bij de samplers. Dit betekent dat het grootste deel van de bioaerosolen die in die monsters werden verzameld, waarschijnlijk verband hielden met (zeer) kortaafstand-emissies, die worden gedomineerd door grotere deeltjes die doorgaans een hogere pathogene lading bevatten en snel bezinken (d.w.z. niet in de lucht blijven hangen en zich dus niet door de ruimte verspreiden). Met andere woorden, de pathogenen die in elk van die monsters werden verzameld, weerspiegelden waarschijnlijk de individuele emissies van de specifieke peuters die dichtbij ademden, in plaats van een mengsel van door de hele groep kinderen uitgeademde pathogenen. Dit zou ook kunnen verklaren waarom het monster dat op diezelfde dag in de slaapkamer werd verzameld, een gemiddeld aantal pathogenen bevatte. Aangezien de sampler verder weg was geplaatst van alle (slapende) kinderen, waren de gevangen pathogenen hoogstwaarschijnlijk gekoppeld aan emissies met een ver(der) bereik, gedomineerd door kleinere deeltjes die langer in de lucht blijven en zich dus gelijkmatiger door de ruimte kunnen verspreiden. Dit alles suggereert dat er extra voorzichtigheid nodig is bij het toepassen van de aanname van 'perfecte' of homogene luchtmenging (gebruikelijk bij het omgaan met luchtverontreinigende stoffen binnenshuis) op bioaerosolen van menselijke emissies, aangezien dit niet altijd een realistische aanname hoeft te zijn.

Tabel 32. Resultaten verkregen na qPCR-analyse van de luchtmonsters verzameld met de Coriolis μ in de 17 OVL.

VO	Ruimte	Adenovirus	Coronavirus 229E	Corona-virus NL63	Coronavirus OC 43	Coronavirus HKU1	Enterovirus	Bocavirus	Human meta-pneumovirus	Influenza A virus	Influenza B virus	Parainfluenza virus 1	Parainfluenza virus 2	Parainfluenza virus 3	Parainfluenza virus 4	Rhinovirus*	RSV A	RSV B	Bordetella pertussis	Bordetella parapertussis	Bordetella holmesii	Chlamydia pneumoniae	Legionella pneumophila	Mycoplasma pneumoniae	Streptococcus pneumoniae	Haemophilus influenzae	SARS-CoV-2*	
1	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37,2 Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37,7 Neg	- -	Neg Neg	
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 35,2 Ct 35,8	Ct 37,0 Ct 38,4	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 35,8 Ct 35,2	- -	Ct 35 Neg	
3	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg -	Neg -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 40,2 Ct 40,4	Ct 40,1 Ct 37,4	Ct 38 Ct 38
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg -	Neg -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 41,9 Neg	Neg Neg	
5	L-2 S	Ct 40,8 Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	- - -	Ct 38,6 Neg Ct 38,5	Ct 41,0 Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Ct 40,0 Neg Ct 41,1	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	- - -	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Ct 39,0 Ct 39,3 Ct 39,8	Ct 36,2 Ct 37,4 Ct 38,2	Neg Neg Neg	
		L L-2 S	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	- - -	Neg Neg Neg	Neg Neg Ct 41,5	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Ct 38,5	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	- -	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Ct 41,6 Ct 41,6	Ct 38,7 Ct 40,7 Ct 37,0	Neg Neg Neg	
7	L-2 S	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Ct 39,3 Neg	- - -	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Ct 41,2 Ct 38,5 Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	- - -	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Neg Neg Neg	Ct 39,2 Ct 38,9 Ct 35,7	Neg Neg Ct 38	
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Ct 41,0 Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 40,0 Neg	
8.2	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 36,7 Ct 38,1	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37,6 Ct 40,0	Ct 37,0 Ct 36,2
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	
10	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37 Neg
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Ct 41,7	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 38,8 Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Ct 41,0	Neg Ct 40,0	
12	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 40,7 Neg	Ct 36,1 Ct 38,3	Neg Neg
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37 Ct 38
14	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 40,9 Ct 41,7	Neg Ct 37	
		L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Ct 41,3 Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 40,1 Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 39,4 Neg	Neg Neg	
16	L S	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	
		L S	Neg Ct 40,5	Neg Neg	Neg Neg	- Ct 37,5	- -	Neg Neg	Neg Ct 36,4	Neg Ct 38,8	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 37,0 Ct 33,9	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	- -	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Neg Neg	Ct 39,7 Ct 35,7	Neg Ct 37,5	Neg Ct 33,6

* Gele cellen geven grenswaarde monsters aan (Ct > 38 voor Rhinovirus en Ct > 34,5 voor SARS-CoV-2). Alleen voor Rhinovirus en SARS-CoV-2 werden de Ct-waarden gevalideerd om onderscheid te maken tussen positieve en grenswaarde monsters. Oranje cellen geven positieve monsters aan (Ct < 38 voor Rhinovirus, Ct < 34,5 voor SARS-CoV-2 en Ct < 45 voor alle andere pathogenen).

Tabel 33 bevat een samenvatting van de detectiefrequenties van de verschillende pathogenen in de 39 luchtstalen.

Tabel 33. Detectiefrequenties van de verschillende pathogenen in de 39 luchtstalen.

Locatie:	Staal:	Procentueel aantal pathogenen	Pathogen:	Hoeveelheid non-negatieve stalen:
OVL 1	Leefr.	8%	Adenovirus	5%
	Slaapk.	0%	Coronavirus 229E	0%
OVL 2	Leefr.	16%	Coronavirus NL63	0%
	Slaapk.	16%	Coronavirus OC 43	5%
OVL 3	Leefr.	13%	Coronavirus HKU1	0%
	Slaapk.	13%	Enterovirus	5%
OVL 4	Leefr.	4%	Bocavirus	21%
	Slaapk.	0%	Humaan metapneumovirus	3%
OVL 5	Leefr.	25%	Influenza A virus	0%
	Leefr. (2)	8%	Influenza B virus	0%
	Slaapk.	17%	Parainfluenzavirus 1	0%
OVL 6	Leefr.	4%	Parainfluenzavirus 2	0%
	Leefr. (2)	8%	Parainfluenzavirus 3	5%
	Slaapk.	17%	Parainfluenzavirus 4	0%
OVL 7	Leefr.	8%	Rhinovirus	36%
	Leefr. (2)	13%	RSV A	5%
	Slaapk.	8%	RSV B	0%
OVL 8	Leefr.	4%	Bordetella pertussis	0%
	Slaapk.	4%	Bordetella parapertussis	0%
OVL 8.2	Leefr.	17%	Bordetella holmesii	0%
	Slaapk.	21%	Chlamydia pneumoniae	0%
OVL 9	Leefr.	0%	Legionella pneumophila	0%
	Slaapk.	0%	Mycoplasma pneumoniae	0%
OVL 10	Leefr.	4%	Streptococcus pneumoniae	41%
	Slaapk.	0%	Haemophilus influenzae	69%
OVL 11	Leefr.	4%	SARS-CoV-2	28%
	Slaapk.	13%		
OVL 12	Leefr.	8%		
	Slaapk.	4%		
OVL 13	Leefr.	4%		
	Slaapk.	8%		
OVL 14	Leefr.	4%		
	Slaapk.	13%		
OVL 15	Leefr.	17%		
	Slaapk.	0%		
OVL 16	Leefr.	0%		
	Slaapk.	4%		
OVL 17	Leefr.	8%		
	Slaapk.	33%		

Volgens Tabel 33, bevatten 14 van de 39 monsters genetisch materiaal van meer dan 10% van de bestudeerde pathogenen en 3 daarvan bevatten meer dan 20% van de beoogde pathogenen. Het luchtstaal dat de meeste pathogenen bevatte (33%, ofwel 8 van de 24 beoogde pathogenen) werd verzameld in de slaapkamer van OVL 17.

Echter, het monster dat op dezelfde dag in de leefruimte van OVL 17 werd verzameld, bevatte slechts sporen van 2 pathogenen. OVL 17 is een private kinderopvang met een maximale capaciteit van 18 kinderen. Op de dag van de bemonstering waren er 12 peuters en 1 baby aanwezig, en geen van hen vertoonde zichtbare symptomen van luchtweginfecties op tijdstip van de metingen. Deze OVL had twee aparte slaapkamers: één voor peuters en één voor baby's. De babyslaapkamer was een nieuwere toevoeging aan het gebouw en de

enige kamer die mechanisch werd geventileerd. De rest van het gebouw werd op natuurlijke wijze geventileerd, vaak met extra luchttoevoer door open ramen (3 te openen ramen in de leefruimte/eetruimte en één in de peuterslaapkamer). Het verschil in gedetecteerde pathogenen tussen de twee monsters zou een weerspiegeling kunnen zijn van het grotere binnenvolume van de leefruimte/eetruimte (respectievelijk ca. 120 m³ en 80 m³, beide onderdeel van een open-ruimteontwerp) vergeleken met de peuterslaapkamer (ca. 70 m³) en mogelijk een slechtere ventilatie in de slaapkamer (het raam was tijdens de bemonstering gesloten vanwege het koude weer. De, en de CO₂-gemiddelde > 1200ppm ondersteunt dit argument), d.w.z. geïnfecteerde bioaerosolen zouden zich kunnen "accumuleren" in de kleinere en minder geventileerde ruimte van de slaapkamer en daarom daar gemakkelijker door de sampler kunnen worden opgevangen.

De twee andere monsters die sporen van meer dan 20% van de beoogde pathogenen bevatten, werden verzameld in de leefruimte van OVL 5 en in de slaapkamer van OVL 8, tijdens de tweede bemonsteringsperiode (OVL 8.2). Als we het probleem van de heterogene verspreiding van aerosolen buiten beschouwing laten, is de hoge pathogenenbelasting in de leefruimte van OVL 5 niet verrassend, aangezien het de leefruimte was met de minst effectieve ventilatie van alle OVL (CO₂-gemiddelde > 2000ppm). Bovendien was het ook de OVL met het kleinste vloeroppervlak per kind (2,3 m²/kind), wat ook de verspreiding van luchtwegpathogenen binnen de groep vergemakkelijkt.

Wat betreft OVL 8 is het interessant om de resultaten van de twee verschillende bezoeken te vergelijken. Bij het tweede bezoek (OVL 8.2) bevatten beide verzamelde monsters een relatief hoog aantal pathogenen (vooral in de slaapkamer, zoals eerder vermeld). Beide monsters die tijdens het eerste bezoek werden verzameld (OVL 8 in Tabel 33) bevatten sporen van slechts één pathogeen. Het verschil lag waarschijnlijk in de "bronsterkte" van het pathogeen, wat in dit geval kan worden geïnterpreteerd als de uitademingssnelheid van het pathogeen door de bewoners. Met andere woorden, dit verschil weerspiegelt waarschijnlijk de aanwezigheid van pathogenen in de luchtwegen van de kinderen, symptomatisch of niet, tijdens de verschillende bemonsteringsperiodes.

Anders dan in OVL 17, hadden beide monsters die in OVL 8.2 werden genomen een vergelijkbare pathogeneninhoud. Beide monsters bevatten sporen van parainfluenzavirus 3, rhinovirus, *Haemophilus influenzae* en SARS-CoV-2 bij vergelijkbare Ct-waarden. Het enige verschil is dat het luchtstaal van de slaapruijnte ook *streptococcus pneumoniae* bevatte, wat negatief was in het luchtstaal van de leefruimte. In OVL 8 werd het luchtstaal van de slaapkamer daadwerkelijk opnieuw in de leefruimte genomen (tijdens het dutje), omdat de meeste kinderen ook in de leefruimte sliepen (slechts enkele kinderen slapen in een aparte slaapkamer in die OVL, vanwege de kleine afmetingen). In dit geval zijn er twee mogelijke verklaringen: ofwel was *Streptococcus pneumoniae* een vals-negatief in het tweede monster, ofwel was de concentratie te laag tijdens het eerste monster, en bereikte alleen een detecteerbaar niveau tijdens het tweede monster. De zeer hoge Ct-waarde (> 41, wat duidt op een zeer lage concentratie) zou in lijn zijn met beide verklaringen.

6.9.2 Detectiefrequenties van de verschillende pathogenen

Als we kijken naar de detectiefrequenties van de individuele pathogenen in Tabel 33, zien we dat 15 van de 26 gedetecteerde pathogenen in geen enkel monster werden gedetecteerd. Van de andere 11 gedetecteerde pathogenen waren er 5 aanwezig in meer

dan 20% van de verzamelde monsters: bocavirus, rhinovirus, *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* en SARS-CoV-2.

De meest voorkomende ziekteverwekker was *Haemophilus influenzae*, die werd gedetecteerd in bijna 70% van de monsters waarin het werd getarget. *H. influenzae* is het bekendste lid van het geslacht gramnegatieve *Haemophilus* spp. bacteriën, met name serotype b (Hib). Het is de belangrijkste oorzaak van invasieve bacteriële ziekten bij kinderen vóór de introductie van het eerste goedgekeurde Hib-conjugaatvaccin in 1987 (CDC, 1988). Andere *H. influenzae*-serotypen en niet-gekapselde, d.w.z. "niet-typeerbare" *H. influenzae* (NTHi), die niet door het Hib-vaccin worden aangepakt, worden erkend als belangrijke oorzaken van voornamelijk mucosale acute en chronische infecties (Van Eldere et al., 2014). NTHi wordt ook vaak aangetroffen in de bovenste luchtwegen van gezonde individuen, maar kan otitis media, conjunctivitis, sinusitis en lagere luchtweginfecties bij kinderen veroorzaken, verergeringen van chronische obstructieve longziekte (COPD) en cystische fibrose bij volwassenen, en sepsis bij pasgeborenen en immuungecompromitteerde volwassenen (Price et al., 2015).

De op een na meest aanwezige pathogeen in de 39 monsters was *Streptococcus pneumoniae* (aanwezig in meer dan 40% van de monsters). Dit is een belangrijke bacteriële veroorzaker van een breed scala aan infecties, waaronder otitis media, door de gemeenschap verworven pneumonie, sepsis en meningitis. Tot wel 27–65% van de kinderen en <10% van de volwassenen zijn dragers van *S. pneumoniae* (Weiser et al., 2018). Zowel *H. influenzae* als *S. pneumoniae* zijn opgenomen in de WHO-lijst van bacteriële prioriteitspathogenen (WHO, 2024), sinds de eerste versie die in 2017 werd gepubliceerd, toen de lijst nog slechts 12 pathogenen bevatte. Deze lijst is opgesteld om investeringen in onderzoek te sturen en vormt de basis voor activiteiten met betrekking tot surveillance en controle van antibacteriële resistentie. Deze twee bacteriën vallen in de categorie met middelhoge prioriteit, wat aangeeft dat er een dringende noodzaak is om hun impact op de volksgezondheid aan te pakken, met name in kwetsbare populaties in omgevingen met beperkte middelen (WHO, 2024).

6.9.3 Detectiefrequenties van pathogenen in functie van ventilatie-efficiëntie

Het verband tussen ventilatie-efficiëntie en de CO₂-concentratie in een ruimte, voornamelijk bij aanwezigheid van meerdere personen in eenzelfde ruimte, is sinds de Covid-19 pandemie alom gekend. Ook het verband tussen verhoogde CO₂-concentratie in een ruimte en verhoogd risico op luchtgedragen virustransmissie is eveneens goed gekend en onderbouwd door een groot aantal wetenschappelijke studies.

Metingen van het effect van verbeterde ventilatie op de beperking van virustransmissie worden doorgaans uitgevoerd d.m.v. interventiestudies. Daarbij worden bioaerosolen in een ruimte met dezelfde populatie voor en na een interventie gemeten, bijvoorbeeld na verbetering van de ventilatie in een ruimte. Het meetopzet van deze campagne laat dergelijke interventiestudie niet toe.

Het verband tussen bioaerosolen en ventilatie-efficiëntie wordt daarom nagegaan door het verband te beschouwen tussen het aantal pathogenen in elk luchtstaal in functie van de hoogst gemeten CO₂-concentraties in die ruimte tijdens de openingsuren.

Analyse van de CO₂-concentraties in de leef- en slaapruidtes (gerapporteerd in paragraaf xxx) leerde dat in slechts in één OVL (zowel in leef- als slaapruidte) de CO₂-concentratie steeds lager was dan 900 ppm. Verder was in 4 andere ruimtes (slaap- of leefruimtes van 4

andere OVL) de CO₂-concentratie steeds lager dan 1200 ppm. Omdat deze groep slechts 18% van de 34 ruimtes betreft, werd niet 1200 ppm maar wel 2000 ppm CO₂ gehanteerd als grens voor de indeling van de leef- en slaapr ruimtes in twee groepen:

- een groep waar de CO₂-concentratie steeds lager dan 2000 ppm was (19 leef- of slaapr ruimtes),
- een groep waar CO₂-concentraties gelijk of hoger dan 2000 ppm bereikt werden (14 leef- en slaapr ruimtes).

Tabel 34 Aantal verschillende pathogenen in functie van CO₂ in de leef- en slaapr ruimtes

	CO ₂ steeds < 2000 ppm			CO ₂ steeds ≥ 2000 ppm	
	Gemiddelde ± stdev.	Maximum		Gemiddelde ± stdev.	Maximum
Aantal ≠ pathogenen					
in slaapr ruimtes	1,4 ± 1,8	4		3,0 ± 2,8	8
in leefruimtes	1,8 ± 1,5	5		2,4 ± 1,0	4
Totaal	1,7 ± 1,5	5		2,7 ± 2,0	8

Tabel 34 toont het gemiddelde en maximaal aantal verschillende pathogenen in de luchtstalen van de leef- en slaapr ruimtes in functie van CO₂ in diezelfde ruimte. Zowel in de slaap- als leefruimtes blijkt de variatie van het aantal verschillende pathogenen toe te nemen wanneer in de ruimte CO₂-concentraties hoger dan 2000 ppm gemeten worden. Zo worden in OVL gemiddeld 1,7 verschillende pathogenen gemeten in de leef- en slaapr ruimtes, met maximaal 5 verschillende pathogenen in een luchtstaal, wanneer de concentraties steeds lager dan 2000 ppm blijven. Wanneer de CO₂-concentraties echter niveaus gelijk of hoger dan 2000 ppm bereiken, worden gemiddeld 2,7 verschillende pathogenen geïdentificeerd, met een maximum van 8 pathogenen in één luchtstaal.

Deze analyse onderlijnt het belang van voldoende ventilatie, zowel in slaap- als leefruimtes van OVL; niet alleen als preventie voor SARS-CoV-2, maar ook voor alle andere geïdentificeerde pathogenen in lucht.

Op basis hiervan kan gesteld dat ontoereikende ventilatie in opvanglocaties een duidelijke impact heeft op de aanwezigheid van pathogenen in lucht; niet alleen op de concentratie, maar ook op de variëteit van pathogenen. Meer pathogenen in lucht, is intrinsiek verbonden aan een verhoging van de kans op infectietransmissie.

De impact van een verbetering van de ventilatie-efficiëntie zal dan ook op verschillende domeinen een positief effect hebben, zoals:

- beperken van recidiverende infecties (de lange-termijneffecten op bijvoorbeeld astma zijn voorlopig nog onduidelijk)
- beperken van antibioticagebruik, en dus bijdragen aan het beperken van antibiotica-resistentie
- beperken van economische ziekte-impact
- beperken van de impact op ouders (absenteïsme ouders),
- beperken van de kans op ernstige infecties, dubbele infecties en zelfs hospitaelopnames.
- beperken van de kans op wiegedood (Coleman-Phox et al. 2008)

6.10 SVOS in depositiestof

6.10.1 Doel en situering van deze metingen

Depositiestof of binnenstof is een belangrijke blootstellingsroute voor organische verontreinigingen, met name voor peuters vanwege frequent hand-mondcontact (ingestie). Het inschatten van de risico's van blootstelling via binnenstof hangt voornamelijk af van de mate van verontreiniging in het stof. Momenteel is de beschikbare kennis over verschillende belangrijke verontreinigingen nog steeds onderbelicht of zelfs volledig onbekend. In deze context omvatte deze studie de identificatie en kwantificering van semi-vluchtige organische verontreinigingen (SVOC's) die van belang zijn voor de menselijke gezondheid, met name voor baby's, in binnenstof dat op de vloer van de leefruimtes wordt afgezet, waar de kinderen het grootste deel van hun tijd in de OVL's doorbrengen.

De gezondheidsimpact van de hier gerapporteerde resultaten is momenteel nog niet te kwantificeren; dit omdat zowel de assessment-, de toxicologische- als epidemiologische studies wereldwijd nog volop lopen. Aangezien de identificatie, en ook de kwantificatie van semi-vluchtige organische verbindingen in depositiestof hand in hand gaan met de ontwikkeling en optimalisatie van de nieuwste analytische meettoestellen, die tot op de laagste concentratieniveaus kunnen kwantificeren en ook de minder vluchtige organische bestanddelen van stof identificeerbaar en kwantificeerbaar maken, is het domein ook relatief nieuw. Feit dat er nog geen referentiemeetmethoden voor deze analyses bestaan, maakt de vergelijkbaarheid tussen de verschillende studies ook complex.

De blootstelling aan SVOCs is een combinatie van ingestie (hand-mondcontact), inhalatie en dermaal contact. Het aandeel van de verschillende blootstellingsroutes in de bepaling van de blootstelling van een persoon, hangt onder andere af van de leeftijd van deze persoon; zo is geweten dat, op basis van humane biomonitoring, kruipende kinderen doorgaans een hogere blootstelling aan depositiestof (en alle bestanddelen ervan) hebben dan oudere kinderen of volwassenen. Anderzijds zijn productgebruik en poetsgedrag ook factoren die de SVOS in depositiestof mee beïnvloeden.

Ondanks het feit dat de gezondheidsimpact van deze meetresultaten momenteel niet te kwantificeren is, en het complex is om op basis van deze metingen één of enkele concrete oorzaken of bronnen aan te duiden, zijn deze metingen waardevol. De metingen geven ons immers een beeld van hoe depositiestof samengesteld is, welke de relatieve aandelen van de verschillende SVOS in depositiestof zijn, en aan welke variëteit de kinderen blootgesteld kunnen worden gedurende de tijd dat ze aanwezig zijn in een opvanglocatie.

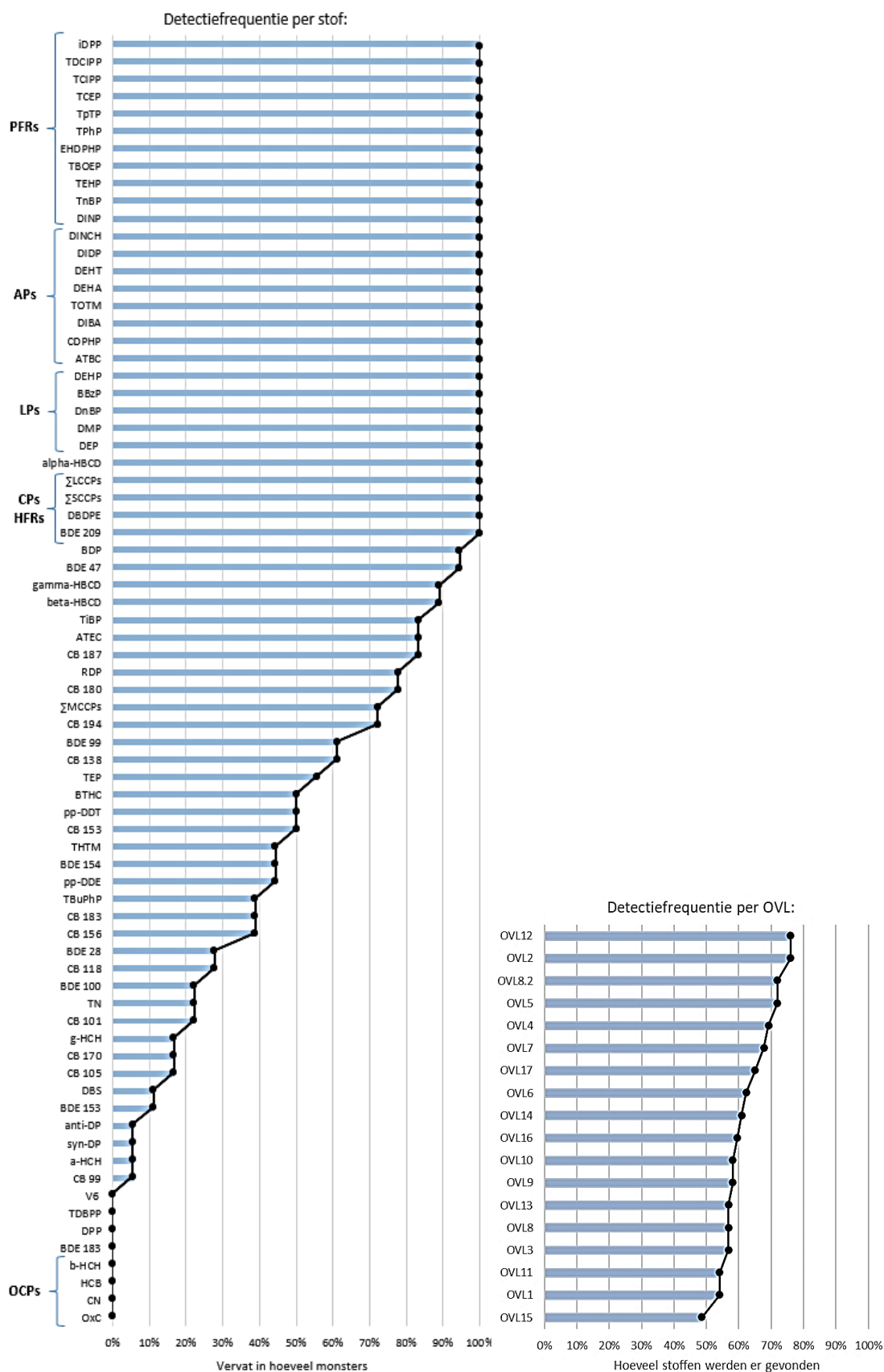
In totaal werden 66 van de 74 beoogde SVOS-verbindingen aangetroffen in ten minste één stofmonster (boven hun respectievelijke LOQ's). In een eerder VITO-project dat werd uitgevoerd in opdracht van het Dept. Omgeving (Projectnummer OMG/VPO/2021/005), werd depositiestof verzameld in 40 verschillende binnenruimtes in Vlaanderen (woningen, sporthallen, auditoria en kantoren). In die studie werden 55 SVOS-verbindingen aangetroffen in minstens één van de 46 verzamelde stofmonsters (Belova et al., 2024). Deze 46 monsters werden echter geanalyseerd via niet-gerichte semi-kwantitatieve screening. Van de 55 gedetecteerde verbindingen werden er slechts 34 geïdentificeerd met een hoog betrouwbaarheidsniveau (d.w.z. van hetzelfde betrouwbaarheidsniveau van de analyses die werden uitgevoerd op de stofstalen van de 17 OVL). Hoewel de resultaten van beide studies niet direct vergelijkbaar zijn vanwege de verschillende gebruikte analytische technieken (targeted versus non-targeted screening), lijken ze te suggereren dat opvanglocaties voor kinderen gemiddeld grotere variëteit aan SVOS vertonen dan de andere (eerder

bestudeerde) Vlaamse binnenruimtes. De resultaten van Project OMG/VPO/2021/005 worden volledig beschreven en besproken in het eindrapport van (verantwoordelijke uitgever) Covaci et al. (2023), en een samengevatte versie is gepubliceerd als artikel door Belova et al. (2024).

Tabel 35, 29 en Tabel 37 beschrijven de gedetecteerde SVOS in de 17 OVL, opgedeeld in chemische groepen: algemene POP's (Persistente Organische Polluenten), weekmakers en vlamvertragers. Voor elke molecule worden de detectiefrequentie (DF), gemiddelde, standaardafwijking, mediaan, 75e percentiel en maximale concentratie weergegeven, met aanduiding van het monster waarin de maximale concentratie werd gedetecteerd.

De detectiefrequentie van elke verbinding wordt gevisualiseerd in Figuur 25a. Enerzijds blijkt hieruit dat bijna 40% van de target-componenten (29 van 74 verbindingen) gedetecteerd werd in elk stofmonster; het zijn allemaal weekmakers of vlamvertragers. De gedetecteerde vlamvertragers zijn hoofdzakelijk PFR's (gefosforeerde vlamvertragers); slechts 2 van de 11 target HFR's (gehalogeneerde vlamvertrager) kwam voor in elk staal.

Anderzijds wordt 11% van de target componenten (8 van de 74) niet gedetecteerd in deze dataset, d.w.z. dat ze niet of in concentraties lager dan hun respectievelijke LOQ voorkomen in de stalen. De helft van deze stoffen zijn pesticiden (OCP's) (zij behoren tot de categorie van de POP's).



Figuur 25. Detectiefrequenties a) per gerichte stof en b) per OVL.

6.10.2 Detectiefrequentie van POP's

Persistente organische verontreinigende stoffen (POP's) zijn een diverse groep van organische verbindingen met verschillende hydrofobe eigenschappen, die zeer persistent zijn tegen afbraak via chemische, biologische en fotolytische processen (Alves et al., 2014). Deze groep verbindingen heeft een verhoogde neiging om zich op te hopen in het milieu en in de lipidelagen van het menselijk lichaam. Blootstelling aan deze chemicaliën is in verband gebracht met de ontwikkeling van hart- en vaatziekten, kanker, obesitas en hormoonverstoring, naast andere gezondheidsrisico's (Carpenter, 2011).

De gezondheids- en milieurisico's van POP's zijn meerdere jaren internationaal erkend door wetenschappers. Maatregelen om hun productie te beperken werden vastgelegd in het verdrag van Stockholm (2001) over POP's.

Verschillende verouderde POP's worden echter nog steeds frequent aangetroffen in depositiestof in gebouwen (Corsolini et al., 2021). Het gaat hier vaak om pesticiden of insecticiden, andere worden gebruikt in oplosmiddelen, farmaceutische producten en industriële chemicaliën. In dit rapport worden alleen PCB's (polygechloreerde bifenylverbindingen) en OCP's (organo-gechloreerde pesticiden) formeel gecategoriseerd als POP's, maar sommige weekmakers zoals SCCP's (korte keten gechloreerde paraffines) en vlamvertragers zoals HBCD (hexabromodocetaan) en BDE's (decabromodiphenyl ether) vallen ook onder de POP-categorisering en zijn opgenomen in de bijgewerkte lijst van het Verdrag van Stockholm.

Tabel 35. Beschrijvend overzicht van POP's gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.

	POP's	DF (%)	Gemid.	Std. dev.	Mediaan	P75	Max.	Waar max.?
PCB's (ng/g)	CB 101	22%	2,9	8,8	0,3	0,6	38,4	OVL 2
	CB 99	6%	0,3	0,3	0,3	0,3	1,6	OVL 5
	CB 105	17%	0,5	0,7	0,3	0,3	3,2	OVL 2
	CB 118	28%	1,4	3,9	0,3	0,5	17,4	OVL 2
	CB 153	50%	6,9	23,5	0,3	1,0	102,9	OVL 2
	CB 138	61%	7,4	26,8	0,4	1,0	117,6	OVL 2
	CB 156	39%	0,6	2,3	0,0	0,1	10,3	OVL 2
	CB 170	17%	2,3	8,3	0,0	0,0	36,3	OVL 2
	CB 180	78%	4,5	15,3	0,3	0,5	66,9	OVL 2
	CB 183	39%	1,0	3,3	0,1	0,2	14,3	OVL 2
	CB 187	83%	2,0	6,0	0,2	0,4	26,0	OVL 2
	CB 194	72%	0,3	0,9	0,1	0,1	4,0	OVL 2
	Totaal PCB's	-	35,0	108,4	1,7	4,5	437,3	OVL 2
OCP's (ng/g)	OxC	0%	-	-	-	-	-	-
	TN	22%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	OVL 2
	CN	0%	-	-	-	-	-	-
	pp-DDE	44%	3,1	3,9	0,5	4,9	13,4	OVL 12
	pp-DDT	50%	9,7	21,2	1,2	5,8	89,2	OVL 2
	HCB	0%	-	-	-	-	-	-
	a-HCH	6%	0,2	0,6	0,1	0,1	2,7	OVL 2
	b-HCH	0%	-	-	-	-	-	-
	g-HCH	17%	1,0	2,4	0,1	0,1	8,6	OVL 2
	Totaal OCP's	-	20,1	30,2	7,6	22,5	111,0	OVL 2

Alle 12 beoogde PCB's werden in ten minste één van de 17 OVL aangetroffen boven de detectiegrens, met detectiefrequenties variërend van 6% (CB 99, aanwezig in slechts één monster) tot 83% (CB 187). De OCP's (organo-gechloreerde pesticiden) waren daarentegen de groep waarvan het minste componenten aangetroffen werd in de stofstalen (OxC, CN, HCB en b-HCB waren <LOQ in alle 18 stofmonsters). De 5 OCP's die in ten minste één monster

boven de detectielimiet aangetroffen werden, hadden detectiefrequenties variërend van 6% (aHCH, aanwezig in slechts één monster) tot 50%. De meest aanwezige OCP in deze set stofstalen (en de OCP met de hoogste concentraties) was DDT, het eerste moderne synthetische insecticide dat in de jaren 40 ontwikkeld werd. DDT werd door IARC geclassificeerd als waarschijnlijk kankerverwekkend voor de mens en is door de WHO is verboden voor alle toepassingen, behalve voor malariabestrijding (EPA, 2024).

In de eerder uitgevoerde studie door VITO en UA werden vergelijkbare aantallen/types PCB's en OCP's vastgesteld, maar de detectiefrequentie van DDT was toen veel lager (< 10%) dan in het huidige onderzoek (Covaci et al., 2023).

Tabel 35 toont dat, met uitzondering van 2 POP's, alle maximale concentraties gedetecteerd werden in OVL 2.

6.10.3 Detectiefrequentie van weekmakers

De groep verbindingen met de hoogste detectiefrequenties in de OVL-stofmonster, was de groep weekmakers of ftalaten, zoals weergegeven in Tabel 36. Ftalaten zijn een reeks chemicaliën die voornamelijk wordt gebruikt als weekmakers in polyvinylchloride (PVC) voor verzachtende effecten. De afgelopen decennia werden de schadelijke effecten van ftalaten, met name van de legacy of traditionele ftalaten (LP's), op het ontwikkelings- en voortplantingssysteem, en ook hun potentieel om het endocriene systeem te verstoren uitvoerig onderzocht.

Tabel 36. Beschrijvend overzicht van de weekmakers gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.

	Weekmakers	DF (%)	Gemid.	Std. dev.	Mediaan	P75	Max.	Waar max.?
LPs (ng/g)	DEP	100%	4658	9628	1383	3444	42153	OVL 5
	DMP	100%	99,8	114,6	61,0	107,5	418,0	OVL 8.2
	DnBP	100%	29878	34292	16466	36536	117235	OVL 2
	BBzP	100%	2088	1732	1612	3358	7546	OVL 12
	DPP	0%	-	-	-	-	-	-
	DEHP	100%	78228	56045	60939	92335	257798	OVL 9
	Totaal LPs	-	114952	80675	90845	143797	312518	OVL 9
APs (ng/g)	ATBC	100%	25756,1	23473,7	17247,8	39221,8	92474,6	OVL 5
	ATEC	83%	5,9	5,9	4,0	9,5	22,0	OVL 11
	CDPHP	100%	1046,7	2540,5	418,3	807,4	11430,8	OVL 1
	DBS	11%	31,1	70,6	10,0	10,0	312,9	OVL 7
	DIBA	100%	360,5	712,5	22,4	228,4	2426,1	OVL 12
	BTHC	50%	50,2	195,1	0,9	4,0	854,3	OVL 7
	THTM	44%	8,8	13,4	1,0	10,4	49,6	OVL 8.2
	TOTM	100%	2684	3856	1057	2632	15158	OVL 8.2
	DEHA	100%	17058	13644	12201	22651	55762	OVL 4
	DEHT	100%	2580708	3654910	1332171	2636751	16356575	OVL 9
	DIDP	100%	36448	64452	16815	28136	293265	OVL 4
	DINCH	100%	345144	297679	296589	476762	1271617	OVL 17
	DINP	100%	212062	196265	114485	389750	720281	OVL 4
	Totaal APs	-	3221354	3677968	1944078	3434234	16809833	OVL 9
CPs (µg/g)	ΣSCCPs	100%	13,0	22,1	6,6	12,2	101,4	OVL 8.2
	ΣMCCPs	72%	44,9	91,5	7,8	53,5	394,7	OVL 17
	ΣLCCPs	100%	18,1	21,0	10,0	16,8	71,9	OVL 12
	Totaal CPs	-	76,0	101,7	35,1	119,7	436,4	OVL 17

Ondanks hun korte halfwaardetijden in weefsels, kan chronische blootstelling aan ftalaten de werking van meerdere organen negatief beïnvloeden, met schadelijke gevolgen op de lange termijn, vooral voor kinderen (Wang en Qian, 2021).

Vanwege deze schadelijke effecten bannen meerdere landen verschillende weekmakers. In Europa zijn sinds 2007 de ftalaten DEHP, D(n)BP, DiBP en BB(z)P verboden in alle PVC en geplastificeerde speelgoed- en kinderverzorgingsartikelen, terwijl DiNP, DiDP en DnOP verboden zijn voor producten die in de mond van kinderen kunnen worden gestopt (EU, 2005; EU 2018).

Vanwege het verbod op het gebruik van deze ftalaten nam het gebruik van alternatieve weekmakers (AP's) met minder toxiciteit en lekkage, zoals TOTM, DINCH, DEHT en ATBC, toe (Wang en Qian, 2021).

Zoals getoond in Tabel 36 werden DEHP, D(n)BP, BB(z)P, DINP en DIDP, ondanks het EU-verbod, aangetroffen in 100% van de stofmonsters van de OVL. Sterker nog, 5 van de 6 target componenten binnen deze groep kwam voor in stofstaal, terwijl de weekmaker DPP volledig afwezig was in de opvanglocaties.

In de AP-groep (de alternatieve weekmakers) werden 9 van de 13 targetverbindingen aangetroffen in alle stalen. De andere 4 beoogde AP's werden in ten minste 2 monsters aangetroffen.

Het voorkomen van zowel de verboden als de alternatieve weekmakers is aanzienlijk hoger dan wat eerder werd waargenomen in de studie van Vlaamse binnenruimtes (Covaci et al., 2023); daarbij werden slechts 3 LP's en 3 AP's gedetecteerd met vergelijkbare betrouwbaarheidsniveaus in die 46 monsters. Deze analyse van depositiestof uit opvanglocaties, geeft daarom aan dat de blootstelling in kinderopvanglocaties een belangrijke bijdrage kan leveren aan de accumulatie van SVOS bij baby's en peuters.

Van bijzonder belang is de hoge detectiefrequentie van DEHP in beide bemonsteringscampagnes (91,3% in eerdere studie in opdracht van dept. Omgeving en 100% in het huidige onderzoek in opvanglocaties voor baby's en peuters). DEHP was ook de LP die in het huidige onderzoek werd gemeten in de hoogste concentraties (gemiddeld 78 µg/g, hoger dan alle AP's, met uitzondering van 3). Deze verbinding is geclassificeerd als schadelijk voor de voortplanting en is, zoals eerder vermeld, al beperkt of verboden door de EU in consumentenproducten. Anders dan de POP's-groep, varieerden de verschillende weekmakers aanzienlijk met betrekking tot de locatie waar hun maximale concentraties werden gevonden.

6.10.4 Detectiefrequentie van vlamvertragers

De groep vlamvertragers had het grootste aantal verbindingen gedetecteerd in de stofmonsters van de OVL (28 afzonderlijke verbindingen kwam voor boven de detectiegrens in ten minste één stofstaal), zoals weergegeven in Tabel 37. Vlamvertragers bestaan uit een diverse groep verbindingen waarvan de chemische eigenschappen ze in staat stellen om ontvlambare (polymere) materialen te beschermen tegen ontsteking en snel ontwikkelende branden. Belangrijke subgroepen zijn de gehalogeneerde vlamvertragers (HFR's) en de organofosforvlamvertragers (PFR's).

Een van de meest efficiënte verbindingen voor het leveren van brandbeveiliging bestaat uit organobroomverbindingen, zoals HBCD en de (poly)gebromeerde difenylethers (d.w.z. de BDE-familie, gecategoriseerd onder de HFR-groep). Verschillende BDE's, evenals HBCD, zijn de afgelopen decennia verboden of zwaar beperkt vanwege hun persistente, bioaccumulerende en toxische eigenschappen, maar gebromeerde verbindingen vormen nog steeds ongeveer 25% van de wereldwijde markt voor vlamvertragers (ECHA, 2023). Na de uitfasering van verschillende belangrijke gebromeerde vlamvertragers, kwam de PFR-

groep naar voren als alternatieve optie. Mogelijke vervangers zijn echter niet altijd zonder risico. Volgens ECHA (2023) is er bijvoorbeeld een risico op kankerverwekkendheid voor kinderen vastgesteld door blootstelling aan TCEP, TC(IP)PP en TDC(IP)P in flexibele polyurethaanschuimen in kinderverzorgingsartikelen en gestoffeerd meubilair.

Tabel 37. Beschrijvend overzicht van de vlamvertragers gekwantificeerd in de 18 stofmonsters.

Vlamvertragers	DF (%)	Gemid.	Std. dev.	Mediaan	P75	Max.	Waar max.?
HFRs (ng/g)	BDE 28	28%	0,1	0,1	0,1	0,6	OVL 6
	BDE 47	94%	2,2	3,2	0,8	12,4	OVL 12
	BDE 100	22%	0,4	0,8	0,1	2,6	OVL 17
	BDE 99	61%	3,1	5,4	0,9	17,6	OVL 6
	BDE 154	44%	0,6	0,6	0,1	1,8	OVL 9
	BDE 153	11%	0,3	0,6	0,1	2,4	OVL 17
	BDE 183	0%	-	-	-	-	-
	BDE 209	100%	1468	2492	251	9535	OVL 7
	syn-DP	6%	3,4	3,7	2,5	18,7	OVL 12
	anti-DP	6%	5,9	14,0	2,5	63,6	OVL 12
	DBDPE	100%	262,7	267,9	121,2	966,7	OVL 4
	Totaal HFRs	-	1742	2502	628	9573	OVL 7
PFRs (ng/g)	TiBP	83%	28,0	42,7	15,0	190,8	OVL 1
	TnBP	100%	54,9	61,1	24,6	245,0	OVL 3
	TEP	56%	52,5	83,1	15,5	354,8	OVL 5
	TEHP	100%	184,0	210,9	110,7	980,7	OVL 7
	TBOEP	100%	14334	38809	363	132160	OVL 2
	EHDPPH	100%	12952	16833	2754	47542	OVL 8
	TBUPhP	39%	7,8	10,4	2,5	42,9	OVL 8
	TPhP	100%	3871	3794	2862	11766	OVL 8
	TpTP	100%	129,7	155,7	63,1	629,8	OVL 1
	TCEP	100%	101,5	107,7	78,2	409,4	OVL 9
	TCIPP	100%	3610	3605	2270	15632	OVL 5
	TDCIPP	100%	941,1	1702,2	270,8	5698,1	OVL 13
	TDBPP	0%	-	-	-	-	-
	V6	0%	-	-	-	-	-
	BDP	94%	18,8	18,3	12,2	76,2	OVL 8.2
	iDPP	100%	260,8	201,2	211,1	937,2	OVL 16
	RDP	78%	14,2	11,5	12,2	49,4	OVL 4
	Totaal PFRs	-	36555	39432	25085	139685	OVL 2
HBCD (ng/g)	α -HBCD	100%	119,9	116,9	89,6	451,9	OVL 7
	β -HBCD	89%	27,7	37,5	9,2	148,0	OVL 7
	γ -HBCD	89%	359,7	750,1	113,4	3259,2	OVL 7
	Totaal HBCD	-	507	884,0	188	3859	OVL 7

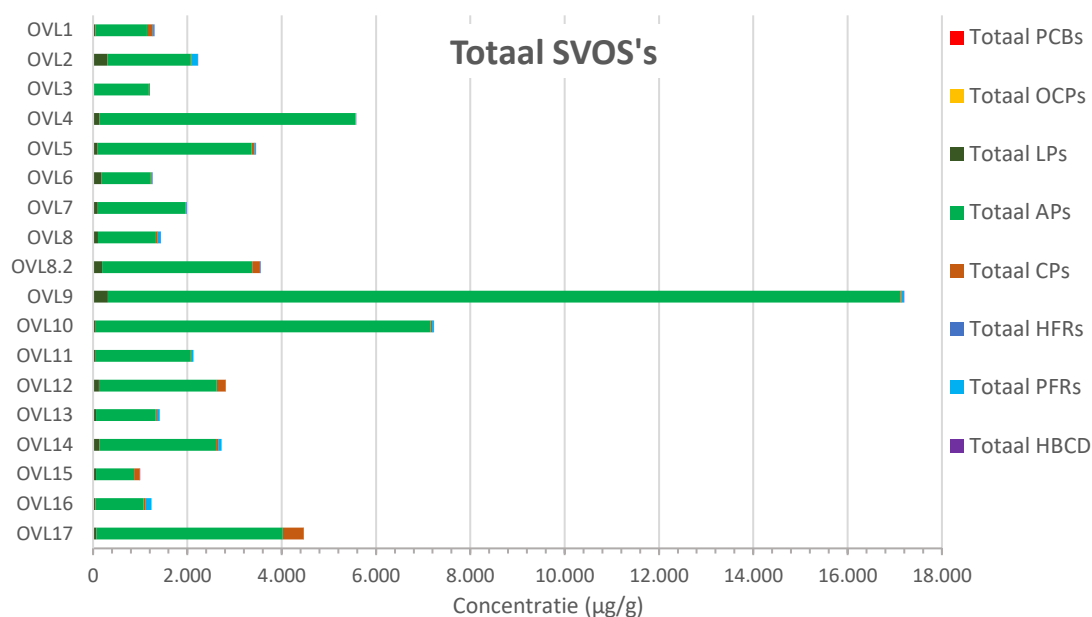
Uit Tabel 37 blijkt dat alle gehalogeneerde vlamvertragers, behalve één (BDE 183), in minstens één OVL gedetecteerd werd, en 2 van deze vlamvertragers aangetroffen werden in alle stofstalen (BDE 209 en DBDPE). Interessant is dat decabroomdifenylethaan (DBDPE) algemeen op de markt wordt gebracht als vervanging voor decabroomdifenylethaan (BDE 209) (ECHA, 2023), en toch had de laatste een mediane concentratie die meer dan twee keer zo hoog was als de eerste onder de stofmonsters.

Wat betreft de PFR-groep werden 15 van de 17 target-verbindingen gemeten in ten minste één OVL, 10 ervan kwamen voor in elk stofstaal (detectiefrequentie 100%). In de eerdere studie i.o.v. dept. Omgeving in 40 andere Vlaamse binnenruimtes (Covaci et al., 2023) werden iets minder HFR's (7 uit de BDE-familie) gedetecteerd, maar geen enkele met 100% DF. Het aantal PFR's was vergelijkbaar (toen werden 13 PFR's gedetecteerd, waarvan 5 met DF > 90%).

6.10.5 Detectiefrequenties en concentraties van SVOS per OVL

Figuur 25b toont de detectiefrequentie van de 74 targetverbindingen per OVL. Zoals te zien is in de grafiek, waren er geen grote verschillen in de DF's tussen de opvanglocaties. De laagste DF werd gemeten bij OVL 15, waar het kleinste aantal verbindingen (36) werd gedetecteerd, terwijl OVL 2 en OVL 12 het grootste aantal gedetecteerde verbindingen hadden (56).

Grotere verschillen tussen de OVL zijn te zien wanneer de concentraties van de respectievelijke verbindingen beschouwd worden. Figuur 26 toont de verdeling van de totale SVOS-concentraties per chemische groep van de 18 stofmonsters, verzameld in de 17 OVL (in één OVL werd 2x bemonsterd in een verschillende periode).



Figuur 26. Verdeling van de totale SVOS-concentraties in de verschillende chemische groepen over de 18 stofmonsters.

6.10.5.1 Concentraties van weekmakers per OVL

Alternatieve weekmakers kwamen duidelijk hoger geconcentreerd voor dan de andere targetcomponenten en -groepen. Dit kan worden geïnterpreteerd als een weerspiegeling van de moderne overmatige afhankelijkheid van plastic producten, in het bijzonder deze voor kinderen en/of voor eenmalig gebruik, maar ook van de inspanning om erkende schadelijke stoffen (LP's) te vervangen door alternatieve minder of niet-schadelijke weekmakers.

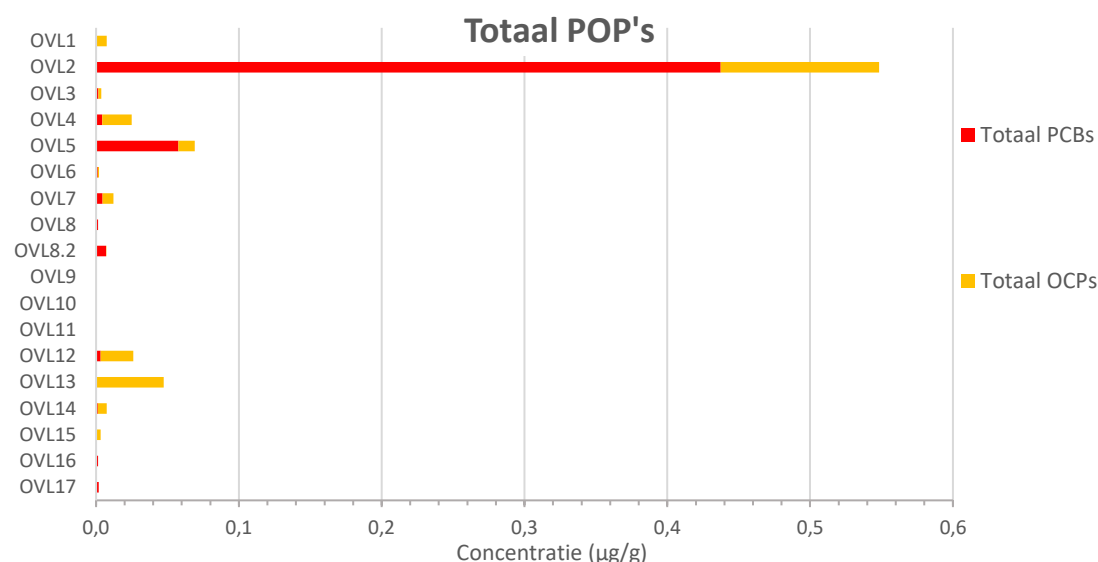
Een soortgelijk stofmonsteronderzoek werd uitgevoerd door Christia et al. (2019) in verschillende Europese binnenruimtes met als doel weekmakers te kwantificeren, waarbij dezelfde analytische methode werd gebruikt als in het huidige onderzoek. In dat onderzoek werden de hoogste gemiddelde concentraties totale weekmakers (samenvoeging van LP's en AP's) gemeten in Zweedse kantoren (gemiddeld 1800 µg/g), gevolgd door Zweedse opvanglocaties voor baby's en peuters (gemiddeld 1200 µg/g in de winter en 670 µg/g in de lente). Zoals getoond in Figuur 26, was de concentratie totale weekmakers hoger dan 2000 µg/g in meer dan de helft van de 18 individuele stofmonsters verzameld in de Vlaamse OVL, met een totaal gemiddelde van 3300 µg/g (zie Tabel 36). In de Zweedse ruimten was de bijdrage van AP's aan de totale hoeveelheid weekmakers slechts een beetje hoger dan die

van LP's voor alle binnenomgevingen (gemiddelde bijdrage 60% en 40% voor respectievelijk AP's en LP's).

In het huidige onderzoek had OVL 9 opvallend hogere AP-concentraties dan alle andere OVL. Dit is mogelijk gerelateerd aan het feit dat de vloer van de leefruimte in OVL 9 tijdens de bemonsteringsweek volledig bedekt was met tapijten, voor het thermische comfort van de kinderen. Geen van de andere OVL beschikte over tapijtvloeren. Naast het feit dat tapijten bekend staan als vergaarbekkens voor stof, zijn tapijten ook belangrijke emissiebronnen van schadelijke VOS en SVOS's, zoals weekmakers en vlamvertragers (Onyshko en Hewlett, 2018). Bovendien was OVL 9 de enige instelling die aangaf nieuwe matrassen (< 6 maanden oud) en “vooral kunststof meubels” te hebben. Beide vormen een belangrijke potentiële bron van weekmakers in het binnen depositiestof.

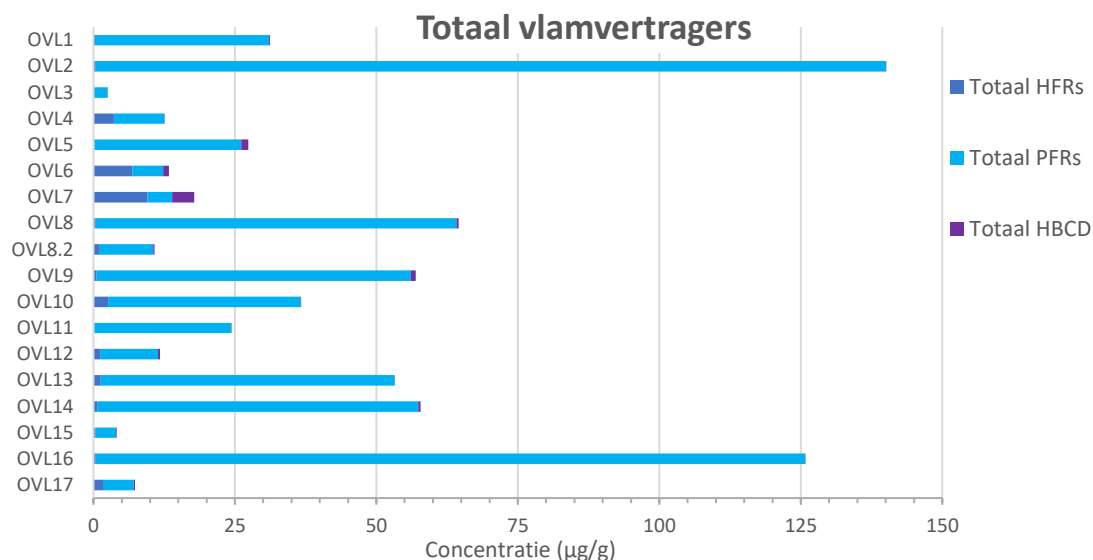
6.10.5.2 Concentraties van POP's en vlamvertragers per OVL

Om de verdeling van POP's en vlamvertragers in de verschillende stofmonsters te visualiseren, tonen Figuur 27 en Figuur 28 de gegevens uit Figuur 26 opnieuw, maar dan zonder gegevens over weekmakers.



Figuur 27. Verdeling van de totale vlamvertragers-concentraties in de verschillende chemische subgroepen over de 18 stofmonsters.

Bij afzonderlijke analyse van POP's en vlamvertragers is het mogelijk om te zien dat POP's over het algemeen in aanzienlijk lagere concentraties werden aangetroffen dan de andere verbindingsgroepen. Dit is hoogstwaarschijnlijk een gevolg van de beperkende maatregelen tegen POP's die in de laatste decennia na het Verdrag van Stockholm zijn ontstaan.



Figuur 28. Verdeling van de totale POP's-concentraties in de verschillende chemische subgroepen over de 18 stofmonsters.

Het stofstaal verzameld in OVL 2, bevatte relatief hoge concentraties van zowel PCB's als OCP's. Hoewel er op dit moment geen exacte verklaring kan worden gegeven voor de afwijkend hoge concentraties POP's in OVL 2, is het mogelijk dat dit verband houdt met de ouderdom van het gebouw. In de vorige bemonsteringscampagne in opdracht van Dept. Omgeving in 40 verschillende binnenruimtes (Covaci et al., 2023), bleek de gebouwoouderdom een van de twee factoren te zijn die de concentratie van POP's beïnvloedden (de andere factor was het aantal dagen zonder schoonmaak vóór de bemonstering). Een dergelijke negatieve correlatie tussen het bouwjaar en de concentraties van POP kan worden verklaard door het eerdergenoemde wereldwijde verbod op de productie en het gebruik van de meeste van deze chemicaliën na het Verdrag van Stockholm in 2001. Tot die tijd werden veel van deze chemicaliën op grote schaal gebruikt in commerciële producten, waaronder huishoudelijke apparaten zoals televisies en airconditioners, maar ook bouw- en decoratiematerialen zoals tapijten, isolatie, verf en meubilair vanaf de jaren 50. Dit omwille van hun thermische stabiliteit, niet-brandbaarheid en diëlektrisch vermogen.

De groep vlamvertragers vertoonde veel hogere concentraties dan POP's in het algemeen (verschil van 2 tot 3 ordes van grootte), maar nog steeds aanzienlijk lager dan de gemiddelde concentraties van de weekmakers (met minstens één grootteorde). Met uitzondering van OVL 6 en OVL 7, overheerste de groep PFR's de andere vlamvertragers. Dit komt waarschijnlijk omdat, volgens de regelgeving van verschillende landen, BDE's en HBCD nu ook in het Verdrag van Stockholm staan naast andere POP's, omdat ze persistent, bioaccumulerend en toxisch zijn en ook over lange afstanden getransporteerd worden. Sindsdien worden PFR's steeds vaker gebruikt om de verboden verbindingen te vervangen (Vorkamp et al., 2019).

OVL 2 vertoonde de hoogste totale concentraties vlamvertragers, gevolgd door OVL 16. Ondanks de vloerbedekking had het stof van OVL 9 slechts gemiddelde concentraties vlamvertragers. Er kan op dit moment geen specifieke reden worden aangewezen voor de hogere PFR-concentraties in OVL 2 en OVL 16.

6.10.5.3 Concentraties van SVOC's in stof en gezondheidsrichtwaarden

Bewijs in de beschikbare wetenschappelijke literatuur toont aan dat er een correlatie is tussen de concentratie van een verbinding in de depositiestof en de concentratie ervan in relevante menselijke weefsels of lichaamsvloeistoffen (of concentratie van een gerelateerde metabooliet) (Glorennec et al., 2021). Een uitgebreid overzicht van onderzoeken naar chemicaliën in binnenstof, uitgevoerd sinds 2005 in Europa, Noord-Amerika, Australië en Nieuw-Zeeland, toonde aan dat stofinname inderdaad een relevante bron van blootstelling kan zijn voor een verscheidenheid aan chemicaliën, met name voor gebromeerde vlamvertragers en bepaalde ftalaten (Larsson en Berglund, 2018).

Ondanks deze kennis zijn er momenteel echter geen gezondheidsrichtlijnen met betrekking tot chemicaliën in neergeslagen stof binnenshuis. Een paar onderzoeken schatten wel enkele SVOC-blootstellingen via stof en evalueren deze in relatie tot gezondheidsgebaseerde referentiewaarden (Larsson en Berglund, 2018; Covaci et al., 2023). Deze schattingen zijn echter sterk afhankelijk van verschillende factoren die aanzienlijk variëren tussen verschillende leeftijdsgroepen en blootstellingsscenario's; en die worden vaak willekeurig vastgesteld (Glorennec et al., 2021). Nog belangrijker is dat gezondheidsgebaseerde referentiewaarden ontbreken voor de meeste beoogde SVOC's vanwege onvoldoende toxicologische informatie. Er zijn nog steeds aanzienlijke kennishiaten over concentraties, relatieve bijdragen en risico's van veel chemicaliën die aanwezig zijn in binnenstof, met name voor opkomende verbindingen die nu verboden chemicaliën vervangen (Larsson en Berglund, 2018).

		LOQ	OVL 1	OVL 2	OVL 3	OVL 4	OVL 5	OVL 6	OVL 7	OVL 8	OVL 8.2	OVL 9	OVL 10	OVL 11	OVL 12	OVL 13	OVL 14	OVL 15	OVL 16	OVL 17
PCB's (ng/g)	CB 101	0,5	<LOQ	38,38	<LOQ	1,45	7,57	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,45	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 99	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,59	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 105	0,5	<LOQ	3,19	<LOQ	<LOQ	1,05	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,46	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 118	0,5	<LOQ	17,42	<LOQ	0,5	2,22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,79	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,53	<LOQ
	CB 153	0,4	<LOQ	102,92	0,62	0,94	13,91	<LOQ	1,37	0,56	1,66	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,42
	CB 138	0,4	<LOQ	117,59	0,51	0,39	8,56	0,92	1,05	0,22	1,54	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,71	0,62
	CB 156	0,05	<LOQ	10,28	0,04	0,14	0,46	0,05	0,08	<LOQ	0,14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 170	0,05	<LOQ	36,26	<LOQ	<LOQ	3,48	<LOQ	0,41	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 180	0,05	<LOQ	66,92	0,3	0,45	9,21	0,13	0,76	0,36	0,47	0,18	0,21	0,21	0,3	<LOQ	0,54	<LOQ	<LOQ	0,46
	CB 183	0,1	<LOQ	14,33	<LOQ	0,12	2,36	<LOQ	0,26	<LOQ	0,89	0,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CB 187	0,1	<LOQ	26,04	0,19	0,29	6,1	0,11	0,43	0,19	0,95	0,22	0,14	0,13	0,16	<LOQ	0,49	<LOQ	0,17	0,22
	CB 194	0,05	<LOQ	3,98	0,07	0,14	1,05	0,07	0,17	0,12	0,11	0,11	0,13	<LOQ	0,06	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,06	0,1
	Totaal PCB's	-	<LOQ	437,31	1,73	4,42	57,56	1,28	4,53	1,45	7,01	0,61	0,48	0,34	3,09	<LOQ	1,16	<LOQ	1,47	1,82
OCPs (ng/g)	OxC	0,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	TN	0,1	<LOQ	0,29	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,18	0,14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	CN	0,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	pp-DDE	1	4,64	10,26	<LOQ	5,69	<LOQ	<LOQ	3,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	13,4	9,19	1,82	3,16	<LOQ	<LOQ
	pp-DDT	1	2,89	89,15	1,97	14,93	4,59	<LOQ	4,63	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	9,49	38,06	4,39	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	HCB	0,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	a-HCH	0,2	<LOQ	2,67	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	b-HCH	0,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	g-HCH	0,2	<LOQ	8,59	<LOQ	<LOQ	7,02	0,82	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	Totaal OCPs	-	7,53	110,96	1,97	20,62	11,61	0,82	7,74	<LOQ	0,11	<LOQ	<LOQ	<LOQ	23,07	47,39	6,21	3,16	<LOQ	<LOQ
HFRs (ng/g)	BDE 28	0,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,19	<LOQ	0,59	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,11	<LOQ	0,28	<LOQ	0,13	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	BDE 47	0,1	0,51	3,71	<LOQ	1,09	1,01	5,94	0,8	0,8	0,69	0,81	1,29	0,41	12,36	0,42	0,36	0,68	0,35	7,45
	BDE 100	0,1	<LOQ	0,67	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,53	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,14	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,56
	BDE 99	0,1	0,9	3,07	<LOQ	1,22	<LOQ	17,55	1,2	<LOQ	0,85	1,06	1,49	<LOQ	13,86	0,58	<LOQ	<LOQ	<LOQ	13,38
	BDE 154	0,2	<LOQ	0,64	<LOQ	1,27	<LOQ	1,19	<LOQ	<LOQ	0,87	1,77	<LOQ	<LOQ	1,33	1,24	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,48
	BDE 153	0,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	1,86	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,42
	BDE 183	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	BDE 209	5	180	250	17	2649	53	6461	9535	71	252	300	2393	60	989	1179	54	214	209	1564
	syn-DP	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	18,7	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	anti-DP	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	63,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	DBDPE	20	110	118	72	967	124	380	36	308	850	260	198	115	91	104	638	101	152	104
	Totaal HFRs	-	291,4	376,8	89,7	3619,7	178,4	6867,7	9573,0	379,8	1103,5	563,2	2593,7	175,3	1194,2	1285,8	693,0	316,4	361,7	1694,7

CPs (µg/g)	ΣSCCPs	1,0	7,6	4,6	3,9	1,2	6,9	6,3	2,7	23,8	101,4	13,2	6,1	2,6	12,8	12,0	2,4	11,9	3,5	10,9
	ΣMCCPs	0,5	107,0	1,3	0,7	<LOQ	1,1	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,6	<LOQ	17,6	14,2	87,4	15,0	42,2	93,4	32,5	394,7
	ΣLCCPs	1,0	12,1	9,1	3,4	3,0	52,4	10,4	9,6	11,6	63,1	5,7	11,0	3,7	71,9	5,9	5,5	12,1	4,7	30,8
	Totaal CPs	-	126,7	15,0	8,0	4,2	60,3	16,7	12,3	35,5	165,1	19,0	34,7	20,5	172,1	32,9	50,1	117,4	40,7	436,4
HBCD (ng/g)	alpha-HBCD	5	36	15	22	19	293	116	452	133	105	277	61	46	91	16	242	102	43	88
	beta-HBCD	2	10	<LOQ	2	3	75	48	148	32	8	78	8	3	18	<LOQ	35	6	6	15
	gamma-HBCD	4	116	<LOQ	<LOQ	40	848	856	3259	185	127	481	17	4	227	15	145	7	32	111
	Totaal HBCD	-	162	15	25	63	1217	1020	3859	351	241	837	87	54	336	31	422	115	80	214
LPs (ng/g)	DEP	120	3284	3925	345	1582	42153	1439	1310	769	5912	2223	488	1512	1326	1321	14205	642	542	873
	DMP	10	34	150	61	142	32	78	39	70	418	63	96	37	397	14	48	32	24	61
	DnBP	100	4849	117235	2994	31426	9764	108350	8915	24267	73396	51867	4191	6361	17903	15028	28275	20074	5853	7048
	BBzP	50	1178	3420	409	3337	1584	203	3738	1074	2044	567	626	1924	7546	3639	2583	778	1293	1640
	DPP	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	DEHP	750	40491	175133	14543	91705	44657	62545	69497	79727	110124	257798	52555	46554	94224	41883	89080	38151	40107	59332
	Totaal LPs	-	49836	299863	18352	128192	98190	172615	83499	105907	191894	312518	57956	56388	121396	61885	134191	59677	47819	68954
APs (ng/g)	ATBC	50	6749	58810	32332	29174	92475	40868	4534	6585	14622	7259	19873	12153	27355	6482	54782	8380	2503	38673
	ATEC	1	1,7	9,3	1,1	3,9	<LOQ	1,4	1,2	4,1	7	15,9	<LOQ	22	4	3,1	12,1	<LOQ	7	10,2
	CDPHP	5	11431	217	36	378	752	43	82	771	109	459	917	605	97	645	927	73	1043	258
	DBS	20	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	87,2	312,9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
	DIBA	2	105	1861	18	1414	29	14	7	6	27	59	9	6	2426	10	258	18	5	219
	BTHC	1	<LOQ	3,0	2,8	<LOQ	1,2	3,8	854,3	<LOQ	20,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	2,5	<LOQ	6,7	<LOQ	4,6	<LOQ
	THTM	2	<LOQ	<LOQ	7,5	9,9	7,8	<LOQ	<LOQ	<LOQ	49,6	<LOQ	<LOQ	<LOQ	38,9	<LOQ	16,1	<LOQ	11,8	7,6
	TOTM	20	856	2630	340	3555	1065	392	1258	1909	15158	456	11119	572	1050	1002	2638	1018	973	2327
	DEHA	150	15814	18998	9292	55762	29865	3609	5377	20207	11163	21955	24740	10144	13240	10904	11017	1724	2068	41172
	DEHT	750	436416	528054	944544	4310452	2598370	868075	1293513	726610	2751892	16356575	6365529	1370829	2119822	758644	1640470	643407	580011	2159532
	DIDP	300	15277	23052	10002	293265	15344	75020	9958	5876	36981	5039	4187	18285	45146	14754	22804	14755	25187	21136
	DINCH	300	308519	753877	92482	14669	466736	23544	506840	425065	254608	387340	195008	118674	222969	305503	548063	29404	287674	1271617
	DINP	300	294618	381158	77880	720281	57510	42152	48789	39323	99709	30675	473750	485340	70343	159641	191447	111150	117820	415524
	Totaal APs	-	1089786	1768669	1166937	5428963	3262154	1053809	1871526	1226355	3184346	16809833	7095133	2016629	2502493	1257588	2472442	809928	1017307	3950475
PFRs (ng/g)	TiBP	5	191	11	<LOQ	22	11	<LOQ	13	<LOQ	31	17	16	19	14	14	17	12	77	33
	TnBP	5	100	146	245	42	16	18	22	7	119	30	16	13	23	13	26	10	79	62
	TEP	10	135	90	<LOQ	<LOQ	355	<LOQ	56	45	110	<LOQ	50	<LOQ	9	22	<LOQ	<LOQ	<LOQ	33
	TEHP	20	80	237	38	227	83	87	981	112	365	109	193	51	208	113	220	71	43	93
	TBOEP	20	1330	132160	1418	531	736	69	131	199	62	197	286	366	273	3327	811	361	115437	314
	EHDPPH	20	18138	3046	172	973	2462	717	333	47542	4704	43227	25365	11231	287	28025	45470	233	712	501
	TBuPhP	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	43	5	18	5	24	<LOQ	6	<LOQ	<LOQ	14	<LOQ
	TPhP	10	3955	193	50	354	5734	62	113	11766	778	9409	5696	7425	203	7793	8003	299	6069	1769
	TpTP	10	630	62	12	38	63	11	127	55	43	24	314	97	189	382	62	100	65	64

TCEP	5	114	55	10	79	146	9	77	360	102	409	27	13	57	121	42	92	34	81
TCIPP	50	5960	3052	249	686	15632	4053	1743	3251	2296	1714	1126	3984	8531	6296	1252	2243	1749	1165
TDCIPP	10	73	390	45	5693	378	159	616	224	317	154	649	869	214	5698	207	66	169	1019
TDBPP	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
V6	5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
BDP	5	7	15	7	45	43	8	12	13	76	9	18	7	32	6	10	<LOQ	12	17
iDPP	20	65	220	136	209	282	278	116	157	410	198	262	118	155	105	571	213	937	263
RDP	5	<LOQ	9	<LOQ	49	9	<LOQ	13	12	32	23	11	7	23	<LOQ	15	16	14	13
Totaal PFRs		30777	139685	2381	8949	25949	5471	4352	63786	9451	55537	34032	24222	10217	51921	56705	3716	125410	5426

7 ALGEMENE CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

7.1 Conclusie

In deze studie werd de luchtkwaliteit in 17 opvanglocaties voor baby's en peuters in Vlaanderen in kaart gebracht. Gebouwkaracterisering, evaluatie van de ventilatiestrategie en -infrastructuur en metingen van de binnenluchtkwaliteit vormden dit exploratief onderzoek naar de binnenmilieukwaliteit in de kinderopvang.

Deze meetcampagne vond plaats tijdens het verwarmingsseizoen 2023-2024. In 17 opvanglocaties (OVL) werd gemeten gedurende een periode van 5 dagen; van maandag tot en met vrijdag. In elke OVL werd simultaan koolstofdioxide (CO₂), temperatuur (T), relatieve vochtigheid (RV), koolstofmonoxide (CO), vluchtige organische stoffen (VOS), aldehyden, fijn stof (PM_x) opgevolgd, en werden depositiestof en bio-aerosolen gekarakteriseerd in de leefruimte. Vervolgens werd in elke OVL terzelfdertijd CO₂, CO, T, RV, PM_x en bio-aerosolen bepaald in een slaapruijnte en werd op een representatieve buitenlocatie CO₂, T, RV en PM_x opgevolgd.

De **selectie van de 17 OVL** gebeurde uit deelnemers van een online bevraging van 413 OVL in Vlaanderen, op basis van een vooraf bepaald selectieprotocol. Dit protocol had hoofdzakelijk tot doel om de karakteristieken van de grotere groep OVL uit de online bevraging te respecteren in deze kleinere sub-groep voor de meetcampagne. **Karakteristieken** (gebouw- en ventilatiekarakteristieken, informatie over productgebruik en bewonersgedrag) van de 17 OVL werden, naast de online bevraging, ook verzameld via een telefonische bevraging en een plaatsbezoek (walk-through). Overlap tussen online, telefonische en walk-through-informatie toonde soms afwijkende antwoorden, afhankelijk van de achtergrondinformatie die meegegeven wordt aan de verantwoordelijken voor de kinderopvang tijdens de bevraging. Voor meer informatie wordt verwezen naar het VITO-rapport *Settinganalyse kinderopvanglocaties Vlaanderen*, in opdracht van dept. Zorg, december 2024.

Met betrekking tot **ventilatie** was het duidelijk dat verschillende respondenten moeite hadden om te oordelen of het gebouw al dan niet over mechanische ventilatie beschikt. Bij het plaatsbezoek bleek dat niet 7, maar wel 4 OVL uitgerust zijn met een mechanisch ventilatiesysteem.

Hoewel niet alle mechanisch geventileerde OVL gekenmerkt werden door **CO₂-concentraties** die steeds lager zijn dan 900 ppm, bleek de CO₂ er gemiddeld toch lager dan in niet-mechanisch geventileerde OVL. In slechts één OVL werd zowel in de leef- als slaapruijnte de richtwaarde van 900 ppm CO₂ (richtwaarde in normale omstandigheden en de bovengrens bij een verhoogd risico op besmetting met ademhalingsvirussen) nooit overschreden; dit OVL is uitgerust met mechanische ventilatie type D. Toch werd ook in sommige OVL zonder mechanische ventilatie getoond dat regelmatig verluchten de CO₂-concentratie snel doet dalen en hoge piekconcentraties beperkt; in 4 andere ruimtes (slaap- en leefruimtes, van andere OVL) was de CO₂-concentratie steeds lager of gelijk aan 1200 ppm, de bovengrens onder normale omstandigheden. Omdat ramen meestal gesloten worden tijdens de dutjes van de baby's en peuters (verluchting meestal voor- en na de dutjes), bleken de maximale CO₂-concentraties in de slaapruijntes doorgaans hoger dan deze in de leefruimtes; de hoogst gemeten CO₂-concentratie bedroeg er 4344 ppm. Hoewel er in leefruimtes minder hoge piekconcentraties werden gemeten, bleek dat de CO₂-concentratie uitgemiddeld over de openingsuren er meestal hoger was dan in de slaapruijntes; deze ruimtes zijn dan ook bezet gedurende een langere periode. De meest ontoereikende ventilatie werd opgemerkt in een

leefruimte zonder opengaande ramen; de gemiddelde CO₂-concentratie bedroeg hier 2167 ± 764 ppm tijdens de openingsuren van de opvang, met een maximum van 3448 ppm.

Hoewel niet significant, kan een daling van de CO₂-concentratie opgemerkt worden bij een toenemend (indicatief) vloeroppervlak per kind; waarbij het grootste verschil waargenomen wordt tussen de categorie leefruimtes met een vloeroppervlak van '3 m²/kind of minder' en deze met een vloeroppervlak 'tussen 3 en 6 m²/kind'.

De **binnentemperaturen** in de leef- en slaapruides voldeden in 14 van de 17 OVL aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, en bevond zich tijdens de openingsuren tussen de 20 – 24°C. In twee OVL bleek de binnentemperatuur gemiddeld 25 à 26°C. In een OVL werden ook bijzonder lage temperaturen gemeten in de leefruimte, met een gemiddelde temperatuur van 13,3 ± 2,8°C, die 75% van de tijd lager was dan 15°C.

De gemiddelde **relatieve vochtigheid (RV)** in de leef- en slaapruides voldeed aan het Vlaams Binnenmilieubesluit, en bevond zich tussen 40 en 60% tijdens de openingsuren. De hoogste RV werd gemeten in de slaapruides met de hoogste CO₂-concentratie; een consequentie van ondermaatse ventilatie. In de dataset kan ook opgemerkt worden dat bij mechanische ventilatie type D, de opwarming van de toekomstige lucht zorgt voor een lagere luchtvochtigheid, lager dan de ondergrens van 30%.

Het Vlaams Binnenmilieubesluit adviseert **koolstofmonoxide (CO)** interventiewaarde van 8 mg/m³, over 24 uur. Hoewel fluctuerende CO-concentraties opgemeten werden in de OVL, bleek dat in geen enkele OVL de CO-interventiewaarde overschreden werd. Ook geen enkele Indoor Air Guideline Value van de Wereldgezondheidsorganisatie (die rekening houden met kortere uitmiddelings tijden) werden op geen enkel moment overschreden.

Uit de **buitenmetingen van vluchtige organische stoffen** bleek dat omgevings**benzeen** de interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit (0,4 µg/m³) in 13 van de 17 locaties overschreed; de gemiddelde buitenconcentratie bedroeg er 0,73 µg/m³, met een 75^{ste} percentiel van 1,2 µg/m³. Het Vlaams binnenmilieubesluit stelt in dat geval dat de interventiewaarde verhoogd wordt tot de buitenconcentratie. **MTBE** (methyl tertiary-butyl ether), additief aan brandstof om de verbrandingsefficiëntie te verhogen, was buiten laag geconcentreerd (steeds < 0,1 µg/m³). Bevroegde verkeersindicatoren zoals '**afstand tot de weg**' blijken in deze dataset geen meetbare invloed te hebben op de buiten (en binnen-) concentraties benzeen of TVOS. Ervaring leert dat zowel MTBE als benzeen binnen steeds gelijk of lager geconcentreerd zijn dan in de corresponderende buitenomgeving, omwille van het sterke verband met bronnen van brandstof (benzine) en verkeer meer algemeen. Indien in het binnenmilieu alsnog hogere benzeen en/of MTBE-concentraties dan buiten aangetroffen worden, dan wijst dit op een significante binnenbron van brandstoffen. In twee OVL werden overschrijdingen van de interventiewaarde (voor benzeen en trichlooretheen) uit het Vlaams Binnenmilieubesluit vastgesteld. Departement Zorg volgt deze verder op. Omwille van de brede waaier aan producten met geurende vluchtige organische stoffen, zoals **limoneen en pineen**, verschillende gebruiksscenario's en verschillende ventilatie-efficiëntie, kon in deze dataset met beperkte omvang geen verband vastgesteld worden tussen het aantal luchtverfrissers in een OVL en de gemeten luchtconcentraties. Toch werd in 3 OVL bijzonder hoge limoneen-concentratie (hoger dan 150 µg/m³) vastgesteld. De hoogst gemeten concentratie in deze dataset bedroeg 245 µg/m³ (ter vergelijking: in een set van 330 Vlaamse klaslokalen werd in eerder onderzoek gemiddeld 25 µg/m³ limoneen gemeten) Deze molecule kan in aanwezigheid van ozon secundaire chemische reacties ondergaan; het beperken van geurende producten en voldoende ventileren kan de concentratie ervan doen dalen. De formaldehyde-concentraties in de OVL waren lager dan

interventie- en richtwaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ook deze voor acetaldehyde werd op geen enkele locatie overschreden ($\text{RW}160 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $\text{IW} 480 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

In dit onderzoek bereikte de **PM_{2.5}**-concentratie hoge geïsoleerde pieken in verschillende OVL; in twee OVL overschreed het gemiddelde de Vlaamse richtlijn voor binnenlucht van $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tijdens de openingsuren. Aan de richtwaarde van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO, jaarlijkse blootstelling $< 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) werd echter slechts in 4 OVL voldaan tijdens de openingsuren van de opvang; in alle andere OVL was de gemiddelde PM_{2.5}-concentratie tijdens de openingsuren hoger dan $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De WHO-richtwaarde voor 24-uursblootstelling, die niet meer dan 3-4 keer per jaar overschreden mag worden, werd in geen enkele OVL overschreden.

De simultane PM_x-metingen binnen en buiten geven aan dat de meest relevante bronnen van de kleinere fracties fijnstof binnenshuis (**PM₁ en in mindere mate PM_{2.5}**) zich buiten bevinden. In 1 OVL gaven zowel de indoor/outdoor ratio's als de hoge concentraties van PM₁ en PM_{2.5} aan dat er binnenshuis een significante bron van fijnstof aanwezig was. Op basis van bevragingen en plaatsbezoek wordt verondersteld dat het gebruik van spray-luchtverfrissers en een verdamper/bevochtiger de oorzaak hiervan zijn (de limoneen-concentratie in deze OVL was verhoogd, doch niet de hoogste van de dataset).

De concentraties grotere deeltjes (**PM₁₀**) waren daarentegen binnen steeds hoger dan buiten, wat duidt op duidelijke binnenbronnen. Van de 17 OVL vertoonden er 3 aanzienlijk hogere PM₁₀-concentraties binnen. Op basis van informatie uit bevragingen en plaatsbezoek, blijkt dat deze verhoogde PM₁₀ concentraties waarschijnlijk gevolg zijn de aanwezigheid van tapijten en het gebruik van vloerverwarmingssystemen, hetwelk zorgt voor een groter aandeel aan resuspensie.

18% verzamelde luchtstalen voor **bioaerosolen** bleek volledig vrij van sporen van respiratoire pathogenen. In één OVL werd geen enkel pathogeen gedetecteerd, en in 4 OVL was minstens één van de verzamelde luchtstalen negatief. In alle andere OVL werd na 30 minuten luchtmonstering (zowel in de slaap- als leefruimte) minstens één pathogeen gedetecteerd; wat wijst op de bijna alomtegenwoordigheid van respiratoire ziekteverwekkers in de lucht van kinderopvanglocaties voor baby's en peuters. Daarnaast bevatten verschillende luchtstalen sporen van meerdere pathogenen. Vijf pathogenen kwamen frequent voor in de luchtstalen; in dalende frequentie van voorkomen: haemophilus influenzae, streptococcus pneumoniae, rhinovirus, SARS-CoV-2 en bocavirus. Het aantal verschillende respiratoire pathogenen bleek groter te zijn bij hogere CO₂-piekconcentraties in de leef- en slaapruidtes.

Hoewel momenteel nog geen gezondheidkundige advieswaarden bestaan voor blootstelling van jonge kinderen aan de verschillende componenten van **depositiestof**, is het waardevol deze data van OVL te beschouwen in het licht van eerdere recente onderzoeken in andere binnenmilieus in Vlaanderen. In depositiestof in de OVL werd uit een lijst van 74 SVOS-verbindingen, waaronder persistente organische verontreinigende stoffen (POP's), weekmakers en vlamvertragers, er 66 componenten aangetroffen in ten minste één stofstaal uit deze studie. Dit is een aanzienlijk hoger aantal dan wat eerder gerapporteerd werd door Covaci et al. (2023) in andere Vlaamse binnenruimtes (via non-targeted screening). Weekmakers waren veruit het meest voorkomende type SVOS in de OVL. **Alternatieve weekmakers**, die worden gebruikt om de schadelijke traditionele ftalaten te vervangen, werden in aanzienlijk hoge concentraties aangetroffen. Toch werden ook alle traditionele ftalaten, behalve één, aangetroffen in alle stofmonsters. Verschillende door de EU verboden weekmakers werden in hoge concentraties aangetroffen in alle stofmonsters. **Vlamvertragers** waren ook zeer aanwezig in het depositiestof, hoewel in lagere concentraties vergeleken met de weekmakers. Organofosfaatvlamvertragers (PFR's) waren

overvloediger aanwezig dan hun gehalogeneerde tegenhangers, waarvan er verschillende verboden of beperkt waren vanwege hun persistentie, bioaccumulatie en toxiciteit. De afgelopen jaren zijn er echter ook zorgen geuit over de risico's van blootstelling aan PFR's. Hoewel alle onderzochte PCB's en de helft van de beoogde **pesticiden** (OCP's) werden aangetroffen in de stofstalen van de OVL, bleek hun detectiefrequentie en concentratie aanzienlijk lager dan deze van de weekmakers en vlamvertragers. Dit in lijn met de verwachtingen, aangezien de het gebruik ervan al meer dan 20 jaar beperkt wordt; deze componenten maakten immers deel uit van de oorspronkelijke lijst van het Verdrag van Stockholm stonden. De groep OCP's was de minst voorkomende van alle bestudeerde SVOS in dit onderzoek, maar **DDT** werd aangetroffen in de helft van de stofmonsters en in hogere concentraties dan alle andere POP's.

In dit beperkt onderzoek naar depositiestof lijken de belangrijkste factoren die het SVOS-stofgehalte in de 17 OVL beïnvloeden (1) de **aanwezigheid van tapijten** (voor weekmakers) en (2) de **ouderdom van het gebouw** (voor POP's en vlamvertragers). Andere factoren die mogelijk van invloed zijn op de hoeveelheid weekmakerstof zijn bijvoorbeeld de aanwezigheid van nieuwe matrassen (<6 maanden oud) en de overheersing van kunststof meubilair.

7.2 Aanbevelingen

Op basis van dit beperkt exploratief onderzoek, kan een aantal aanbevelingen voor opvanglocaties van baby's en peuters in Vlaanderen geformuleerd worden op gebied van ventilatie, screening van de binnenluchtkwaliteit, inrichting en productgebruik.

7.2.1 Aanbevelingen op gebied van ventilatie

Slechts een kleine fractie van de beschikbare opvanglocaties in Vlaanderen is ontworpen met als doel kinderen op te vangen en beschikt over een mechanisch ventilatiesysteem, dat rekening houdt met de geplande bezettingsgraad en activiteiten in de ruimte. Het grootste deel van de opvang in Vlaanderen wordt georganiseerd in gebouwen met een herbestemming, bijvoorbeeld winkels of woningen, welke niet van meet af aan ontworpen werden voor kinderopvang. Eén van de bezochte opvanglocaties beschikte de leefruimte niet over opengaande ramen.

Hieruit volgt dat de ventilatie in opvanglocaties regelmatig ontoereikend is. Hoewel de mechanisch geventileerde OVL doorgaans lagere CO₂-concentraties hadden, voldeden ze niet allemaal aan de bovengrens van 1200 ppm (bovengrens voor normale omstandigheden). Dit heeft niet alleen een impact op het besmettingsrisico van de kinderen met betrekking tot een enkel virus, bijvoorbeeld Covid-19 (omwille van de hogere luchtconcentraties bij ondermaatse ventilatie). Ook het aantal verschillende respiratoire pathogenen in de binnenlucht neemt toe bij hogere CO₂-concentraties. De indirecte gevolgen hiervan zijn divers. Ze houden verband met recidiverende infecties, antibioticagebruik, economische ziekte-impact, absentieisme ouders, de verhoogde kans op ernstige infecties, dubbele infecties en hospitaalopnames en een verhoogde kans op wiegedood (Coleman-Phox et al. 2008)

Een concrete verbetering en opvolging van ventilatie-efficiëntie in opvanglocaties is daarom zeer waardevol. Verantwoordelijken sensibiliseren en motiveren om CO₂ zelf op te volgen en de nodige concrete adviezen verlenen over hoe ventilatie te verbeteren kan hierbij helpen. Voor de concrete uitwerking hiervan wordt verwezen naar het Analyseplan Opvanglocaties voor baby's en peuters, dat uitgevoerd wordt binnen de PO Milieugezondheidszorg.

7.2.2 Aanbevelingen op gebied van screening van de binnenluchtkwaliteit

De metingen van vluchtige organische stoffen (VOS) en aldehyden in deze kleine groep van 17 opvanglocaties voor baby's en peuters gaf aanleiding tot identificatie van 2 opvanglocaties met overschrijding van de interventiewaarde van carcinogene stoffen uit het Vlaams Binnenmilieubesluit. Beide cases worden verder opgevolgd door departement Zorg, waarbij gestreefd wordt naar een doeltreffende remediëring.

Meting van de binnenluchtkwaliteit in opvanglocaties in Vlaanderen kan waardevol zijn bij het waken over de blootstelling van deze gevoelige populatie aan chemicaliën, die doorgaans (tenzij bij zeer hoge concentraties boven de geurdrempel) enkel vastgesteld kan worden via binnenluchtmetingen met een voldoende hoge gevoeligheid. Eventueel verhoogde blootstellingen kunnen aan het licht gebracht worden via dergelijke screening, er kan doeltreffend geremedieerd worden en zodoende gezondheidswinst geboekt worden voor alle aanwezigen, waaronder baby's en peuters.

In sommige Europese landen, zoals in Frankrijk, zijn opvanglocaties verplicht om bepaalde chemicaliën in de binnenlucht te laten meten. In hoeverre dit kan bijdragen tot een preventief gezondheidsbeleid in Vlaanderen, wordt verder beschouwd in het Analyseplan Opvanglocaties voor baby's en peuters, dat uitgevoerd wordt binnen de PO Milieugezondheidszorg.

7.2.3 Aanbevelingen op gebied van inrichting en productgebruik

Op basis van deze data werd opgemerkt dat tapijten, hoewel niet meer toegestaan in onderwijsinstellingen, in kinderopvang soms nog als vloerbedekking gebruikt worden. Het rechtstreekse verband met verhoogde hoeveelheid fijn stof en ophoping van pollutanten in depositiestof kan ook in deze dataset opgemerkt worden. Verder is in deze dataset ook het effect van vloerverwarming op resuspensie van fijnstof zichtbaar. Het verwijderen van tapijten in opvanglocaties kan dus zorgen voor een daling van de blootstelling aan fijn stof in opvanglocaties.

In opvang voor baby's en peuters wordt een brede waaier aan geurende producten gebruikt, al dan niet bewust. Zo toonde onderzoek aan dat zelfs luiers de geurstof limoneen bevatten. Dezelfde geurstof is terug te vinden in vochtige doekjes, poetsmiddel, en luchtverfrissers. Luchtverfrissers worden frequent gebruikt bij het verschonen van de kinderen. De combinatie van al deze bronnen levert soms hoge luchtconcentraties aan o.a. limoneen op. Aangezien deze stof gevoelig is voor secundaire reacties in het binnenmilieu, waarbij o.a. formaldehyde en secundair organisch aerosol gevormd wordt, kan sensibilisering over bewuster omgaan met geurende producten en de rol die ventilatie kan spelen bij het verlagen van de blootstelling waardevol zijn.

LITERATUURLIJST

- Alves A., Erratico C., Lucattini L., Cuykx M., Ballesteros-Gómez A., Leonards P. E. G., Voorspoels S., Covaci, A. 2018. Mass spectrometric identification of in vitro-generated metabolites of two emerging organophosphate flame retardants: V6 and BDP. *Chemosphere* 212: 1047-1057.
- Coleman-Phox K., Odouli R., Li D.K., Use of a fan during sleep and the risk of sudden infant death syndrome. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2008 Oct;162(10):963-8.
- Belova L., Roggeman M., den Ouden F., Cleys P., Bamai Y. A., Yin S., Zhao L., Bombeke J., Peters J., Berghmans P., Gys C., van Nuijs A. L. N., Poma G., Covaci A. 2024. Identification, semi-quantification and risk assessment of contaminants of emerging concern in Flemish indoor dust through high-resolution mass spectrometry. *Environmental Pollution* 345: 123475.
- Benabed A., Boulbair A. 2022. PM10, PM2.5, PM1, and PM0.1 resuspension due to human walking. *Air Qual Atmos Health* 15(9):1547–1556.
- Carpenter D. O. 2011. Health effects of persistent organic pollutants: the challenge for the Pacific Basin and for the world. *Reviews on Environmental Health* 26(1): 61-69.
- CDC - US Centers for Disease Control and Prevention. 1988. Haemophilus influenzae Type b vaccine. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep.* 36:832.
- ECHA (European Chemicals Agency). 2023. Regulatory strategy for flame retardants. Available at: https://echa.europa.eu/documents/10162/2082415/flame_retardants_strategy_en.pdf/
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2024. Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM). Available at: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>
- EPA (U.S. Environmental Protection Agency). 2024. DDT - A Brief History and Status. Available at: <https://www.epa.gov/ingredients-used-pesticide-products/ddt-brief-history-and-status>
- EU (European Union). 2005. EUR-Lex EU Phthalates Directive 2005/84/EC. 14 December 2005. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32005L0084>
- EU. 2018. Commission Regulation (EU) 2018/2005 Official Journal of the European Union. 17 December 2018. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R2005&from=EN>
- Ghasemi M., Toghraie D., Abdollahi A. 2020. An experimental study on airborne particles dispersion in a residential room heated by radiator and floor heating systems. *Journal of Building Engineering* 32:101677.
- Glorennec P., Shendell D. G., Rasmussen P. E., Waeber R., Egeghy P., Azuma K., Pelfrène A., Le Bot B., Esteve W., Perouel G., Joly V. P., Noack Y., Delannoy M., Keirsbulck M., Mandin C. 2021. Toward setting public health guidelines for chemicals in indoor settled dust? *Indoor Air* 31(1): 112–115.
- Guo C., Hoek G., Chang L.Y., Bo Y., Lin C., Huang B. et al. 2019. Long-term exposure to ambient fine particulate matter (PM2.5) and lung function in children, adolescents, and young adults: A longitudinal cohort study. *Environ. Health Perspect.* 127: 127008.
- Hu K., Guo Y., Hu D., Du R., Yang X., Zhong J. et al. 2018. Mortality burden attributable to PM1 in Zhejiang province, China. *Environ. Int.* 121: 515–522.
- Jalava P.I., Wang Q., Kuusalo K., Ruusunen J., Hao L., Fang D. et al. 2015. Day and night variation in chemical composition and toxicological responses of size segregated urban air PM samples in a high air pollution situation. *Atmos. Environ.* 120: 427–437.

- Larsson K., Berglund M. 2018. Children's exposure to chemicals in indoor environments - a literature survey of chemicals in dust. Stockholm, rapport door Institutet för Miljömedicin.
- Li D., Wang J.B., Zhang Z.Y., et al. 2018. Effects of air pollution on hospital visits for pneumonia in children: a two-year analysis from China. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 25 (10): 10049–10057.
- Liu X. 2022. Editorial: Understanding semi-volatile organic compounds in indoor dust. *Indoor and Built Environment* 31(2): 291-298.
- Nhung N.T.T., Amini H., Schindler C., et al. 2017. Short-term association between ambient air pollution and pneumonia in children: a systematic review and meta-analysis of time-series and case-crossover studies. *Environ. Pollut.* 230: 1000–1008.
- Onyshko J., Hewlett R. 2018. Toxics in Carpets in the European Union. Report prepared by Anthesis Consulting Group, Oxford, UK, for Stichting Changing Markets, Utrecht, NE. Available at: https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/knowledge_-_toxics_in_carpets_eu_review_anthesis_final_study.pdf
- Price E.P., Sarovich D.S., Nosworthy E. et al. 2015. Haemophilus influenzae: using comparative genomics to accurately identify a highly recombinogenic human pathogen. *BMC Genomics* 16: 641.
- Van Eldere J., Slack M. P., Ladhani S., Cripps A.W. 2014. Non-typeable Haemophilus influenzae, an under-recognised pathogen. *Lancet Infect Dis.* 14:1281–1292.
- Walker C.L.F., Rudan I., Liu L. et al. 2013. Global burden of childhood pneumonia and diarrhoea. *Lancet.* 381 (9875): 1405–1416.
- Wang X., Xu Z., Su H., Ho H. C., Song Y. et al. 2021. Ambient particulate matter (PM₁, PM_{2.5}, PM₁₀) and childhood pneumonia: The smaller particle, the greater short-term impact? *Science of the Total Environment* 772: 145509
- Weiser J. N., Ferreira D. M., Paton, J. C. 2018. Streptococcus pneumoniae: transmission, colonization and invasion. *Nat Rev Microbiol* 16: 355–367.
- WHO (World Health Organization). 2005. Effects of Air Pollution on Children's Health and Development: A Review of the Evidence. WHO Regional Office for Europe & European Centre for Environment and Health, Copenhagen. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/107652>
- WHO (World Health Organization). 2024. Bacterial Priority Pathogens List, 2024: bacterial pathogens of public health importance to guide research, development and strategies to prevent and control antimicrobial resistance. Geneva: World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.
- Yang M., Guo Y.M., Bloom M.S., Dharmagee S.C., Morawska L., Heinrich J., Jalaludin B., Markevych I., Knibbs L.D., Lin S., Hung Lan S., Jalava P., Komppula M., Roponen M., Hirvonen M.R., Guan Q.H., Liang Z.M., Yu H.Y., Hu L.W., Yang B.Y., Zeng X.W., Dong G.H. 2020. Is PM₁ similar to PM_{2.5}? A new insight into the association of PM₁ and PM_{2.5} with children's lung function. *Environ Int.* 145:106092.

BIJLAGE A: BEVRAGING OPVANGLOCATIES

Bevraging KDV 2023-2024

Deze bevraging is anoniem. Antwoorden worden enkel en alleen gebruikt voor het onderzoek en worden strikt vertrouwelijk behandeld.

* Required

Vragen in te vullen door VITO

1. Welke is de code van dit KDV? *

2. VITO: Hoe zou jij de wijk beschrijven waarin de kinderopvang gelegen is? *

- ☐ Residentieel (in een woonwijk)
- ☐ Stedelijk (stadscentrum)
- ☐ Industrieel
- ☐ Landelijk
- ☐ Anders (bv. fruitteek, ...)

6. VITO: Wat is het gebouwtype van dit KDV of van het gebouw waarin dit KDV georganiseerd wordt? (meerdere antwoorden mogelijk) *

- ☐ Gesloten bebouwing
- ☐ Halfopen bebouwing
- ☐ Alleenstaande woning
- ☐ Appartement gelijkvloers
- ☐ Appartement - 1e verdieping
- ☐ Appartement 2e verdieping of hoger
- ☐ Kantoor/bedrijfsgebouw
- ☐ ander gebouw

7. VITO: Indien het gebouw niet gebouwd werd met als doel kinderdagverblijf te worden - welke functie had het gebouw voorheen (hoe ziet het eruit)? *

8. VITO: Zie je ventilatieroosters boven de ramen in de leefruimte en slaapruijnte? *

- ☐ Ja, de meeste daarvan zijn open
- ☐ Ja, de meeste daarvan zijn gesloten
- ☐ Ja, ze zijn gesloten
- ☐ Nee, niet in elke ruimte zijn ventilatieroosters
- ☐ Nee, er zijn nergens ventilatieroosters

9. VITO: Zie je monden voor luchtafvoer (in de muren/plafond) van ruimtes met ventilatieroosters boven de ramen? *

- ☐ Ja, in de leefruimte
- ☐ Ja, in de slaapruijnte
- ☐ nee, nergens

3. VITO: Welke is een goede beschrijving van de omgeving van het KDV - meerdere antwoorden mogelijk *

- ☐ Het KDV ligt in de buurt van druk verkeer (drukke straat of weg)
- ☐ Het KDV ligt in de buurt van een tankstation (minder dan 50 meter vogelvlucht)
- ☐ Het KDV ligt in de buurt van chemische industrie
- ☐ In de buurt van het KDV worden (momenteel) bouwwerkzaamheden uitgevoerd
- ☐ Het KDV ligt in een woonwijk
- ☐ Het KDV ligt in een landelijke omgeving
- ☐ Het KDV ligt in de stad
- ☐ geen van deze

4. Beschrijf beknopt hoe het kinderdagverblijf binnen is? (orde, netheid, ouderdom materialen, geur, frisse lucht, geluid, ...) *

5. VITO: Welke is de afstand van de voordeur tot de straat? *

- ☐ tussen 0 en 2 meter
- ☐ tussen 2 en 5 meter
- ☐ tussen 5 en 10 meter
- ☐ tussen 10 en 30 meter
- ☐ meer dan 30 meter

10. VITO: Zie je monden voor zowel lucht aan- als afvoer in de muren/plafond, daar waar geen ventilatieroosters boven de ramen zijn? *

- ☐ Ja, in de leefruimte
- ☐ Ja, in de slaapruijnte
- ☐ nee, nergens

11. VITO: Waar bevindt de luchttoevoer van de mechanische ventilatie zich (indien aanwezig)? *

- ☐ Aan de straatkant
- ☐ Aan de achterkant/zijkant van het gebouw
- ☐ Op het dak
- ☐ Weet ik niet
- ☐ Niet van toepassing

12. VITO: Welk type beglazing hebben de ramen? (meerdere antwoorden mogelijk) *

- ☐ Enkel glas
- ☐ Dubbel glas of meer

13. VITO: Hoe groot is de leefruimte waarin de metingen georganiseerd worden? (lengte x breedte x hoogte) *

14. VITO: Over hoeveel opengaande ramen beschikt de leefruimte waarin de metingen georganiseerd worden? *

15. VITO: Hoe groot is de slaapruijnte waarin de metingen georganiseerd worden? (lengte x breedte x hoogte) *

16. VITO: Over hoeveel opengaande ramen beschikt de slaapruijnte waarin de metingen georganiseerd worden? *

Bijlage A: Bevraging Opvanglocaties

17. VITO: Merk je ergens in dit KDV een zichtbare schimmel op bv. een muur, groter dan 1 A4-blad? (meerdere antwoorden mogelijk) *

- ☐ Slaapruijnte
- ☐ Leefruimte
- ☐ Hal
- ☐ Andere
- ☐ niet van toepassing

18. VITO: Zijn er luchtverfrissers aanwezig in dit KDV? *

- ☐ Luchtverfrissers (sprays, gels, huisparfum, geurstokjes, ...)
- ☐ Etherische oliën
- ☐ Andere
- ☐ Neen

19. VITO: Indien luchtverfrissers gebruikt worden, specificeer de ruimte en wat:

23. Hoe wordt de slaapruijnte (waar gemeten wordt) verwarmd? (evt. 's avonds bij onthaalouders) *

- ☐ Centrale verwarming met radiatoren
- ☐ Centrale verwarming met vloerverwarming
- ☐ Vrijstaande kachel(s) met hout
- ☐ Vrijstaande kachel met houtpellets
- ☐ Vrijstaande petroleumradiator (of olieradiator)
- ☐ Vrijstaande elektrische radiator
- ☐ Een open haard
- ☐ Andere
- ☐ De slaapruijnte wordt niet verwarmd

24. Is er in het KDV steeds een waakvlam brandende? (bv. van een warmwaterboiler) *

- ☐ Ja
- ☐ Neen

25. Wordt de leefruimte dagelijks (bij)verlucht via openen van ramen? *

- ☐ Vooral op warmere dagen
- ☐ Elke dag, ongeacht het weer
- ☐ Soms wel
- ☐ Nooit (omdat er bv. mechanische ventilatie type D is)

26. Hoe wordt de leefruimte daarbij verlucht? *

- ☐ Via ventilatieroosters
- ☐ Via 1 of meerdere ramen op kliepstand
- ☐ Via openen van 1 of meerdere ramen
- ☐ Via een schuifraam of (buiten)deur
- ☐ Niet van toepassing

Ventilatie, verluchting en product in dit KDV

20. Wat is de functie van de persoon binnen het KDV, die de antwoorden op deze vragen geeft? *

- ☐ Verantwoordelijke
- ☐ Kinderbegeleider
- ☐ Verantwoordelijke/kinderbegeleider
- ☐ Andere

21. Indien 'andere' geantwoord bij vraag 20, specificeer:

22. Hoe wordt de leefruimte (waar gemeten wordt) verwarmd? (evt. 's avonds bij onthaalouders) *

- ☐ Centrale verwarming met radiatoren
- ☐ Centrale verwarming met vloerverwarming
- ☐ Vrijstaande kachel(s) met hout
- ☐ Vrijstaande kachel met houtpellets
- ☐ Vrijstaande petroleumradiator (of olieradiator)
- ☐ Vrijstaande elektrische radiator
- ☐ Een open haard
- ☐ Andere

27. Indien de leefruimte verlucht wordt, wanneer gebeurt dit dan typisch? *

- ☐ 's ochtends
- ☐ terwijl de kinderen slapen
- ☐ 's namiddags
- ☐ 's avonds (als de kinderen naar huis zijn)
- ☐ 's nachts
- ☐ Niet van toepassing

28. Wordt de slaapruijnte dagelijks verlucht via openen van ramen? *

- ☐ Vooral op warmere dagen
- ☐ Elke dag, ongeacht het weer
- ☐ Soms wel
- ☐ Nooit (omdat er bv. mechanische ventilatie is)

29. Hoe wordt de slaapruijnte (bij)verlucht? *

- ☐ Via ventilatieroosters
- ☐ Via 1 of meerdere ramen op kliepstand
- ☐ Via openen van 1 of meerdere ramen
- ☐ Via een schuifraam of (buiten)deur
- ☐ Niet van toepassing

30. Indien de slaapruijnte verlucht wordt, wanneer gebeurt dit dan typisch? *

- ☐ voorfgaand aan het dutje
- ☐ terwijl de kinderen slapen
- ☐ na het dutje
- ☐ wanneer de kinderen naar huis zijn
- ☐ 's nachts
- ☐ Niet van toepassing

Bijlage A: Bevraging Opvanglocaties

31. Beschikt de slaapr ruimte over rolluiken (aan buitenkant ramen)? *

- ☐ Ja, maar de rolluiken zijn tijdens de dag steeds open
- ☐ Ja, de rolluiken worden gesloten tijdens de dagen
- ☐ Neen, er zijn geen rolluiken

32. Wordt er in of omheen het gebouw gerookt? *

- ☐ Ja, onder of nabij een luchtvoet (zoals een dampkap)
- ☐ Ja, maar niet in het gebouw
- ☐ Ja, maar niet in de ruimtes waar de kinderen opgevangen worden
- ☐ Ja, ik ervaar (regelmatig) geurhinder tgv buien die roken hoewel er in dit gebouw niet gerookt wordt
- ☐ Neen, nergens

33. Welke stelling komt best overeen met uw visie: *

- ☐ De mechanische ventilatie in dit KDV lijkt doeltreffend te werken, ik ondervind er geen hinder (rocht/geruid) van.
- ☐ De mechanische ventilatie in dit KDV lijkt doeltreffend te werken, maar veroorzaakt (regelmatig) geluidshinder of rocht.
- ☐ De mechanische ventilatie in dit KDV lijkt **niet** doeltreffend te werken, daarom verlucht ik ook via openen van ramen
- ☐ De mechanische ventilatie lijkt **niet** doeltreffend te werken, maar ik weet niet hoe dit op te lossen
- ☐ Niet van toepassing

34. Opmerking bij vraag 33:

35. Indien het KDV over mechanische ventilatie beschikt, hoe wordt deze gebruikt? *

- ☐ De werking is geprogrammeerd door de gebouwbeheerder/installateur, ik hoef zelf niets te doen
- ☐ Ik respecteer de instructies over mechanische ventilatie die ik ontvangen heb van de installateur of gebouwbeheerder
- ☐ Ik bedien het ventilatiesysteem zelf naar eigen goeddunk (eventueel met enkele kleine aanpassingen zoals aanpassen van de stand of installatie van een toeter)
- ☐ Ik ervaar hinder van de mechanische ventilatie en schakel deze lever (tijdelijk) uit
- ☐ Niet van toepassing

Tijdens de metingen

37. Op welke momenten wordt de leefruimte deze week gepoetst d.m.v. stofzuigen? *

- ☐ Maandag - ochtend (voor opening)
- ☐ Maandag - voormiddag
- ☐ Maandag - namiddag
- ☐ Maandag - avond (na sluiting)
- ☐ Dinsdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Dinsdag - voormiddag
- ☐ Dinsdag - namiddag
- ☐ Dinsdag - avond (na sluiting)
- ☐ Woensdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Woensdag - voormiddag
- ☐ Woensdag - namiddag
- ☐ Woensdag - avond (na sluiting)
- ☐ Donderdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Donderdag - voormiddag
- ☐ Donderdag - namiddag
- ☐ Donderdag - avond (na sluiting)
- ☐ Vrijdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Vrijdag - voormiddag
- ☐ Vrijdag - namiddag
- ☐ Vrijdag - avond (na sluiting)
- ☐ In het weekend
- ☐ Niet van toepassing

36. Zijn er momenten wanneer u typisch sneller een raam opent (of de ventilatie in een hoger stand gezet wordt) dan gebruikelijk? (meerdere antwoorden mogelijk) *

- ☐ Bij mooi, zonnig weer
- ☐ Wanneer de CO2 meter een 'rood' signaal geeft
- ☐ Wanneer de CO2 meter een 'oranje' signaal geeft
- ☐ Bij (tijdelijke) geurhinder (bv. muffe geur of pompen)
- ☐ Wanneer een nieuw meubelstuk een geur lijkt af te geven
- ☐ Wanneer er veel zaken zijn (bv. verkoudheden, griep, RSV, ...)
- ☐ Neen, ik hou me aan mijn vaste routine voor verluchten
- ☐ Tijdens het koken
- ☐ Anders:

38. Op welke momenten wordt de leefruimte deze week gepoetst met nat? *

- ☐ Maandag - ochtend (voor opening)
- ☐ Maandag - voormiddag
- ☐ Maandag - namiddag
- ☐ Maandag - avond (na sluiting)
- ☐ Dinsdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Dinsdag - voormiddag
- ☐ Dinsdag - namiddag
- ☐ Dinsdag - avond (na sluiting)
- ☐ Woensdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Woensdag - voormiddag
- ☐ Woensdag - namiddag
- ☐ Woensdag - avond (na sluiting)
- ☐ Donderdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Donderdag - voormiddag
- ☐ Donderdag - namiddag
- ☐ Donderdag - avond (na sluiting)
- ☐ Vrijdag - ochtend (voor opening)
- ☐ Vrijdag - voormiddag
- ☐ Vrijdag - namiddag
- ☐ Vrijdag - avond (na sluiting)
- ☐ In het weekend
- ☐ Niet van toepassing

Bijlage A: Bevraging Opvanglocaties

41. Wanneer wordt de slaapruijnte verwarmd tijdens een winterdag? (meerdere antwoorden mogelijk) *

- ☐ 's ochtends
- ☐ tijdens de dag
- ☐ 's avonds
- ☐ 's nachts
- ☐ niet of zo weinig mogelijk

42. Werd/wordt de leefruimte verlucht via geopende ramen tijdens een winterdag als deze? *

- ☐ Neen, want ik heb mechanische ventilatie
- ☐ Neen, want dan wordt het te kil of koud binnen
- ☐ Neen, want de ramen kunnen niet geopend worden
- ☐ Ja, dagelijks kortstondig
- ☐ Ja, dagelijks voor een lagere tijd (eventueel via een geopend klepraam)
- ☐ Ja, maar niet rechtstreeks in de kamer (wel via nabijgelegen kamer)

43. Wordt de slaapruijnte verlucht via geopende ramen tijdens een winterdag als deze? *

- ☐ Neen, want ik heb mechanische ventilatie
- ☐ Neen, want dan wordt het te kil of koud binnen
- ☐ Neen, want de ramen kunnen niet geopend worden
- ☐ Ja, dagelijks kortstondig, bv elke ochtend na het opstaan
- ☐ Ja, dagelijks voor een lagere tijd (eventueel via een geopend klepraam)

44. Wat komt het beste overeen met hoe u het binnenmilieu in dit KDV ervaart? *

- ☐ Het KDV is steeds voorzien van voldoende frisse, aangename lucht
- ☐ In het KDV hangt een muffe geur, die ik vooral ervaar als ik er binnenkom
- ☐ In het KDV ervaar ik (soms) geluidshinder van de omgeving (buren, straat, verkeer, ...)
- ☐ In het KDV ervaar ik (soms) geluidshinder van de mechanische ventilatie
- ☐ In het KDV is de lucht meestal droog (je krijgt er een droge neus of keel van)
- ☐ In het KDV ervaar ik vooral vochtige lucht
- ☐ Geen van deze

45. Aanvullende opmerking van Lot over dit KDV of de bevraging

This content is neither created nor endorsed by Microsoft. The data you submit will be sent to the form owner.



BIJLAGE B: GEZONDHEIDSKUNDIGE INTERPRETATIE

Gezondheidskundige interpretatie benzeenblootstelling in OVL 2

Volgende gezondheidskundige interpretatie werd uitgevoerd door het departement Zorg in verband met de overschrijding van de benzeen-interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit:

Voor de niet-kanker effecten gebruikt Departement Zorg een gezondheidskundige advieswaarde van $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor levenslange en continue blootstelling aan benzeen in het binnenmilieu. De gemiddelde binnenluchtconcentratie van benzeen in de leefruimte van de kinderopvang over 5 dagen bedraagt $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, wat onder de gezondheidskundige toetsingswaarde voor niet-kankereffecten van $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ligt. Echter, in dit geval gaat het niet om een levenslange en continue blootstelling, maar om een blootstelling van de kindjes die maximaal 30 maanden duurt.

Voor de kanker effecten gebruikt Departement Zorg een gezondheidskundige advieswaarde van $0,038 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor levenslange en continue blootstelling aan benzeen in het binnenmilieu, waarbij het extra risico op kanker 1 per miljoen is (= 1 extra geval van kanker bij langdurige blootstelling van 1 miljoen personen). Een extra risico kleiner dan of gelijk aan 1 op een miljoen wordt beschouwd als verwaarloosbaar, er is dan geen volksgezondheidskundig probleem. We spreken van een onaanvaardbaar risico als het extra risico groter is dan 1 op 10.000. Voor benzeen is het risico onaanvaardbaar als de meetwaarde hoger is dan $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde binnenluchtconcentratie voor benzeen die werd gemeten in de leefruimte van de kinderopvang over 5 dagen bedraagt $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter, voor de kindjes gaat het niet om een levenslange blootstelling, maar om een blootstelling die maximaal 30 maanden duurt.

Het extra risico kan worden beschouwd als niet verwaarloosbaar en ook niet onaanvaardbaar. Voor de medewerkers die een langere blootstelling vertonen, is er een hoger risico. Dit wil zeggen dat er gezocht moet worden naar methodes om de binnenluchtconcentratie van benzeen te verlagen om schadelijke effecten op lange termijn te vermijden.

Gezondheidskundige interpretatie benzeenblootstelling in OVL 12

Volgende gezondheidskundige interpretatie werd uitgevoerd door het departement Zorg in verband met de overschrijding van de trichlooretheen-interventiewaarde uit het Vlaams Binnenmilieubesluit:

Voor de niet-kanker effecten gebruikt Departement Zorg een gezondheidskundige advieswaarde van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor levenslange en continue blootstelling aan trichlooretheen in het binnenmilieu. De gemiddelde binnenluchtconcentratie voor trichlooretheen die werd gemeten in de leefruimte van de kinderopvang over 5 dagen bedraagt $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en ligt dus boven de gezondheidskundige toetsingswaarde voor niet-kankereffecten van $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter, in dit geval gaat het niet om een levenslange en continue blootstelling, maar om een blootstelling van de kindjes die maximaal 30 maanden duurt.

Voor de kanker effecten gebruikt Departement Zorg een gezondheidskundige advieswaarde van $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voor levenslange en continue blootstelling aan trichlooretheen in het

binnenmilieu, waarbij het extra risico op kanker 1 per miljoen is (= 1 extra geval van kanker bij langdurige blootstelling van 1 miljoen personen). Een extra risico kleiner dan of gelijk aan 1 op een miljoen wordt beschouwd als verwaarloosbaar, er is dan geen volksgezondheidskundig probleem. We spreken van een onaanvaardbaar risico als het extra risico groter is dan 1 op 10.000.

Voor trichlooretheen is het risico onaanvaardbaar als de meetwaarde hoger is dan $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De gemiddelde binnenluchtconcentratie voor trichlooretheen die werd gemeten in de leefruimte van de kinderopvang over 5 dagen bedraagt $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Echter, voor de kindjes gaat het niet om een levenslange blootstelling, maar om een blootstelling die maximaal 30 maanden duurt. Het extra risico kan worden beschouwd als verwaarloosbaar. Voor de medewerkers die een langere blootstelling vertonen, is er een hoger risico. Dit wil zeggen dat er gezocht moet worden naar methodes om de binnenluchtconcentratie van trichlooretheen te verlagen om schadelijke effecten op lange termijn te vermijden.

**vision on technology
for a better world**

