

Groot onderzoek naar comfort en gezondheid onder lagere schoolkinderen

Bluyssen, P.M.

Publication date

2019

Document Version

Final published version

Published in

TVVL Magazine

Citation (APA)

Bluyssen, P. M. (2019). Groot onderzoek naar comfort en gezondheid onder lagere schoolkinderen. *TVVL Magazine*, 48(4), 18-23.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable). Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights. We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Green Open Access added to TU Delft Institutional Repository

'You share, we take care!' - Taverne project

<https://www.openaccess.nl/en/you-share-we-take-care>

Otherwise as indicated in the copyright section: the publisher is the copyright holder of this work and the author uses the Dutch legislation to make this work public.

Groot onderzoek naar comfort en gezondheid onder lagere schoolkinderen

De kwaliteit van het binnenmilieu in klaslokalen is belangrijk voor het welzijn van onze schoolkinderen. In dit artikel wordt een onderzoek beschreven naar comfort en gezondheid in 54 klaslokalen van 21 scholen in Nederland. Voor dit onderzoek zijn 1145 kinderen gevraagd vragenlijsten in te vullen. Elke leraar werd gevraagd een vragenlijst over binnemilieuverbeterende acties en verzoeken van kinderen hiervoor in te vullen. De uitkomst laat zien dat 87% last had van lawaai, 63% van geur, 42% van zonlicht wanneer die scheen, 35% vond de temperatuur in het klaslokaal niet fijn (te koud of te warm) en 34% had last van temperatuurwisselingen. De belangrijkste ziekten die werden gerapporteerd waren allergieën (26%), rinitis (17%), hooikoorts (16%) en eczeem (16%). Gezondheid en comfort van kinderen op niet-traditionele scholen was beter dan op de onderzochte traditionele scholen (een niet-traditionele school is een school waar de manier van lesgeven verschilt van de traditionele manier, volgens een andere onderwijsfilosofie). Van de traditionele groep werden kinderen verdeeld in zes clusters gebaseerd op comfortpercepties en belangrijkheid van omgevingsfactoren. Daarnaast liet de studie zien dat verbeteracties van de leraren geen effect hadden op het comfort van de kinderen, hetgeen betekent dat de leraren niet in staat waren om aan de wensen van elk kind te voldoen.

Het is algemeen bekend dat de binnenmilieu-kwaliteit van een klaslokaal (slechte ventilatie, lawaai, onvoldoende verwarming of verlichting) de gezondheid, het comfort en de presentatie van kinderen kan beïnvloeden. Een recent uitgevoerde literatuurstudie [1] op dit gebied toonde aan dat de focus van de meeste studies in scholen op het vinden van relaties met binnenluchtparameters lag, zoals ventilatie, bepaalde emissies van binnen- en buitenbronnen en activiteiten. Onderzoek naar de akoestiek, licht en thermische aspecten, is beperkt uitgevoerd in vergelijking

tot aspecten die met luchtkwaliteit te maken hebben. Ondanks deze beperking, blijkt uit de recent geïntroduceerde 'frisse' scholen richtlijn [2], dat er voldoende kennis is vergaard om een lijst met factoren op te stellen die een effect hebben laten zien. Toch blijven problemen bestaan, zelfs wanneer aan de beschikbare richtlijnen wordt voldaan. Dit zou ten eerste kunnen liggen aan het feit dat de meeste richtlijnen gebaseerd zijn op criteria die oorspronkelijk voor volwassenen zijn opgesteld, ten tweede omdat criteria voor een gemiddeld persoon zijn bepaald, en ten derde omdat deze richtlijnen zich richten op enkelvoudige factoren, en mogelijke interacties dus niet worden meegenomen.

Om meer inzicht te krijgen in de huidige en potentiële bijdragen van omgevingsfactoren en hun samenspel op gezondheid, comfort en prestatie van schoolkinderen, is in het voorjaar van 2017 een onderzoek uitgevoerd in 54 klaslokalen van 21 lagere scholen. Een holistische analyse van klaslokalen, middels gebouwgerelateerde eigenschappen (patronen), en gezondheid en comfort van het schoolkind, middels individuele indicatoren (profielen), stond hierbij centraal [3].

De methoden evenals de resultaten van het veldonderzoek zijn uitgebreid weergegeven en besproken in drie Engelstalige artikelen [4-6]. In dit artikel wordt een korte samenvatting van het onderzoek gepresenteerd en worden de resultaten a.h.v. een aantal onderzoeksvragen besproken.

Het onderzoek

In het voorjaar van 2017 zijn 54 klaslokalen van 21 lagere scholen in Nederland bezocht voor een onderzoek naar gezondheid en comfort van schoolkinderen van groepen 6 en 7 (en soms ook groep 5 en/of 8) in relatie tot hun verblijf in de klaslokalen. De werving van de scholen was op vrijwillige basis. In de periode van november 2016 tot maart 2017 zijn meer dan 400 scholen uit verschillende regio's direct benaderd of via schoolverenigingen. Dit resulteerde uiteindelijk in 25 scholen die mee wilde doen, waarvan er vier net voordat het onderzoek begon afhaakte. Op 17 scholen (40 klaslokalen) van de 21 scholen (54 klaslokalen)

		Allen	Traditioneel	Niet-traditioneel
Algemene gebouw eigenschappen				
Gebouwlocatie	- Dorp/stad in landelijk gebied - Voorstedelijk, woongebied - Stedelijk, stadscentrum	16 28 10	14 25 6	2 3 4
Aantal kinderen in klaslokaal		24.3	23.9	26.0
Vloeroppervlak per kind	- Minder dan 2,3 m ² - Tenminste 2,3 m ²	30 24	23 22	7 2
Gebouwinstallaties				
Ventilatie principe	- Alleen natuurlijke ventilatie - Mechanische afvoer - Balansventilatie (mechanisch)	26 10 18	25 6 14	1 4 4
Regeling mechanische ventilatie (N= 28/20/8)	- Automatisch - CO ₂ gestuurd	16 12	10 10	6 2
Ventilatioerooster in/bij ramen		20	18	2
Vloerverwarming		12	10	2
Luchtverwarming		19	15	4
Radiatoren onder ramen		42	35	7
Koeling van klaslokaal		15	11	4
Te openen ramen		54	45	9
Soort beglazing	- Enkelvoudig - Dubbel & drievoudig	6 48	4 41	2 7
Verlichting				
Zonwering	- Extern - Intern - Beiden	26 11 13	19 11 11	7 0 2
Zonwering stoort gebruik van ramen of verminderd ventilatie		29	24	5
Contrast van raamkozijnen	- Lichte kozijnen & wand - Donkere kozijnen & lichte wand	36 18	8 1	8 1
Afwerking, bekleding				
Plafond: geluidsabsorberende panelen		48	41	7
Wandoppervlak	- Verf - Behang - Steen	43 8 3	35 7 3	8 1 0
Vloerbedekking	- Kunststof (linoleum, vinyl,...) - Laminaat	52 2	43 2	9 0
Kleur vloerbedekking	- Rood, oranje, bruin, herfst, grond - Grijs - (Licht) geel, zand - Donkerblauw - Groen	24 5 6 6 13	17 5 6 6 11	7 0 0 0 2
Kleur wanden	- Wit, licht geel, off-wit - Wit met kleurrijke delen - Wit en grijs; grijs	35 12 7	28 10 7	7 2 0
Kleur plafond wit		54	45	9
Verontreinigende binnenbronnen				
Meubilair materialen: MDF meubels minder dan 1 jaar oud		3	3	0
Gordijnen		6	4	2
Potplanten		24	19	5
Vochtproblemen				
Geen zichtbare schimmelgroei		54	45	9
Condensatie aan binnenkant ramen		4	4	0
Schoonmaak				
Wanneer worden de vloeren schoongemaakt?	- Vroeg in de ochtend of voor school - In de middag of na school	2 52	0 45	2 7
Ramen zijn niet open tijdens schoonmaak		39	32	7
Stofzuigen	- Tenminste eens per week - Minder dan eens per week	26 28	21 24	5 4

Tabel 1: Een aantal eigenschappen van de onderzochten klaslokalen voor alle, traditionele en niet-traditionele scholen.

die meededen, werd er lesgegeven volgens een traditioneel onderwijssysteem (traditionele scholen). De overige 5 scholen (9 klaslokalen) volgden een niet-traditioneel onderwijssysteem (volgens de filosofie of theorie van Jena, Montessori of Dalton). 11 scholen (26 klaslokalen) lagen in het westen van Nederland, 7 in het noorden (18 klaslokalen), 2 in het zuiden (8 klaslokalen) en 1 in het oosten (2 klaslokalen). Van de onderzochten klaslokalen, lagen er 16 in landelijke gebied en 38 in stedelijke gebied, waarvan 10 in een stadscentrum. Het bouwjaar van de scholen (het jaar dat het gebouw als school in gebruik werd genomen) varieerden van 1927 tot 2015.

Voordat de scholen werden bezocht, kregen de ouders een brief met informatie over het onderzoek en een toestemmingsformulier, waarvan de ondertekende formulieren op de dag van het bezoek werden verzameld. Het onderzoek van de scholen bestond uit:

- Een vragenlijst voor de kinderen: voorzien van speciale tekeningen om het aantrekkelijk en interessant te maken, met algemene vragen, vragen over gezondheid (ziekten en symptomen), vragen over hoe de condities in het klaslokaal worden ervaren en hoe belangrijk deze zijn voor hen, vragen over voorkeuren t.a.v. ICDs (individueel regelbare devices), en een paar vragen over het huis waar ze in wonen. 1145 ingevulde vragenlijsten werden verzameld. Het invullen duurde zo'n 30 minuten.
- Een vragenlijst voor de leraar met vragen over hoe vaak ze een bepaalde activiteit uitvoerde om de thermische, visuele, lucht en akoestische kwaliteit te verbeteren en/of gevraagd werden door de kinderen om deze actie uit

te voeren. De acties bestonden uit: openen/dichtdoen ramen, aan/uitzetten verwarming/ventilatie/koeling, omhoog/omlaag doen van zonwering, en aan/uitdoen verlichting. 54 vragenlijsten werden verzameld. Het invullen duurde ongeveer 10 minuten.

- Een inspectie van het gebouw en de omgeving en een inspectie van de klaslokalen met behulp van checklisten (zie Tabel 1).
- Monitoring van een aantal omgevingsparameters in de klaslokalen (temperatuur, relatieve vochtigheid en kooldioxide), terwijl de kinderen de vragenlijst aan het invullen waren.

De gemiddelde leeftijd van de kinderen die een vragenlijst hebben ingevuld was 10 jaar. Ongeveer de helft van de kinderen fietst naar school en meer dan 1/3 loopt. Dit duurt gemiddeld 7 minuten. Ongeveer 20% draagt lenzen of een bril, 1/3 heeft iemand thuis die rookt, en 52% heeft een hond, een kat, of een knaagdier als huisdier. De verdeling van meisjes en jongens was gelijk. Echter, op niet-traditionele scholen lag deze verdeling anders: 42% jongens en 58% meisjes. Op het moment van invullen van de vragenlijst voelde 87% zich goed. De meest gerapporteerde ziekten waren allergieën (26%), rinitis (17%), hooikoorts (16%) en eczeem (16%). Voor kinderen van niet-traditionele scholen lagen die waarden lager, respectievelijk 28%, 12%, 13% en 13%.

Verschild gezondheid en/of comfort tussen kinderen op traditionele en niet-traditionele scholen?

Ja, een belangrijke bevinding van het onderzoek is dat kinderen van niet-traditionele scholen gemiddeld gezien minder symptomen (Figuur 1a) en klachten (Figuur 1b) hadden dan kinderen van traditionele scholen. Deze verschillen kunnen te maken hebben met de achtergrond van kinderen, maar ook het verschil in de manier waarop wordt lesgegeven, de tijd die de kinderen doorbrengen in een bepaald klaslokaal, en de organisatie van groepen en kinderen.

Gezondheid (symptomen)

De meest voorkomende klaslokaal gerelateerde symptomen waren hoofdpijn (17%), niezen (15%) en jeukende ogen (14%) (zie figuur 1). Voor niet-traditionele scholen waren dat hoofdpijn (14%), niezen (12%) en verstopte neus (11%). Voor elk kind werd de persoonlijke

symptoom index bepaald door te tellen hoeveel van de negen symptomen zij aangaven te hebben (PSI-9): droge ogen, jeukende of waterige ogen, verstopte neus, loopneus, niezen, droge keel, moeilijk ademen, droge geïrriteerde of jeukende huid, en hoofdpijn. De gemiddelde PSI-9 voor alle schoolkinderen was 3,97, voor kinderen van de niet-traditionele scholen 3,69, en voor kinderen van de traditionele scholen 4,02. Het verschil bleek statistisch significant!

Comfort(klachten)

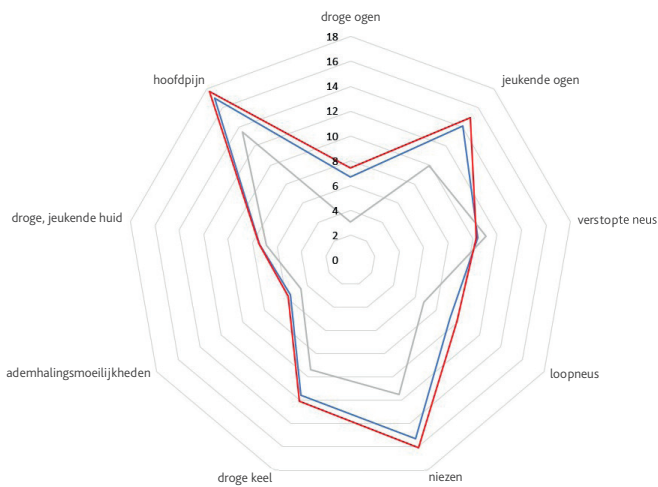
Ten aanzien van comfortklachten laat figuur 2 zien dat 16% van de kinderen het klaslokaal niet fijn vond. 16% vond de opstelling van de tafels niet goed. 87% had last van lawaai (vooral veroorzaakt door pratende kinderen), 63% (had last van geurtjes (vooral veroorzaakt door kinderen "scheetjes"), 42% van inkomend zonlicht (als de zon scheen), 37% van rotzooi op de vloer, 35% (vond de temperatuur in het klaslokaal niet fijn (te koud of te warm) en 34% hadden last van temperatuurwisselingen. Ook voor comfort werd een persoonlijke index voor elk kind bepaald door te tellen hoeveel van de 7 klachten zij aangaven te hebben (PCI-7): thermisch discomfort, temperatuurwisselingen, wind/tocht, geurtjes, lawaai, zonlicht en kunstlicht. De gemiddelde PCI-7 voor alle schoolkinderen, voor kinderen van traditionele scholen en voor kinderen van niet-traditionele scholen was respectievelijk 2,76, 2,87 en 2,24. Verschillen in PCI-7 maar ook verschillen in afzonderlijke klachten tussen traditionele en niet-traditionele scholen waren allen significant.

Kunnen klaslokaaleigenschappen ons iets vertellen over gezondheid- en comfortproblemen?

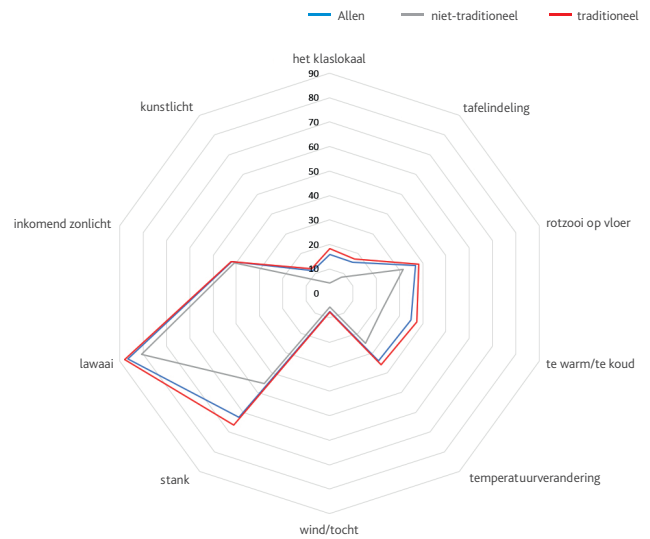
Ja, het lijkt erop dat klaslokaaleigenschappen ons inderdaad iets kunnen vertellen over mogelijke gezondheid- en comfortproblemen.

Om te onderzoeken of bepaalde gebouw/klaslokaal eigenschappen als surrogaat voor oorzaken van problemen geassocieerd kunnen worden met gezondheidsymptomen en comfortklachten van de kinderen, werd multivariate analyse toegepast tussen die eigenschappen (zie Tabel 1) en PCI-7/PSI-9. Omdat significante verschillen werden aangetoond voor PCI-7 en PSI-9 tussen traditionele en niet-traditionele scholen, werd de volledige analyse alleen uitgevoerd voor de 949 kinderen en 45 klaslokalen van de 17 traditionele scholen (Tabel 2).

A



B



Figuur 1: Percentage kinderen **a.** die in de afgelopen 3 maanden elke dag en soms op school last hebben van symptomen die verminderen wanneer thuis (weg van school). **b.** met klachten over klaslokaalcondities.

PSI-model

Uit het PSI-model blijkt dat een kind op een school in de voorsteden minder symptomen had dan een kind op een school in landelijke gebied. Ook laat het model zien dat een kind in een klaslokaal met radiatoren onder het raam, meer symptomen aangaf dan in een klaslokaal met vloerverwarming of met luchtverwarming. Beiden bevindingen duiden op de aanwezigheid van luchtverontreiniging, veroorzaakt door onvoldoende schoonmaak en/of onderhoud. De aanwezigheid van zonwering die ventilatie/openen van ramen stoort,

verhoogde ook het aantal gerapporteerde symptomen, hetgeen kan wijzen op onvoldoende ventilatie wanneer nodig.

PCI-model

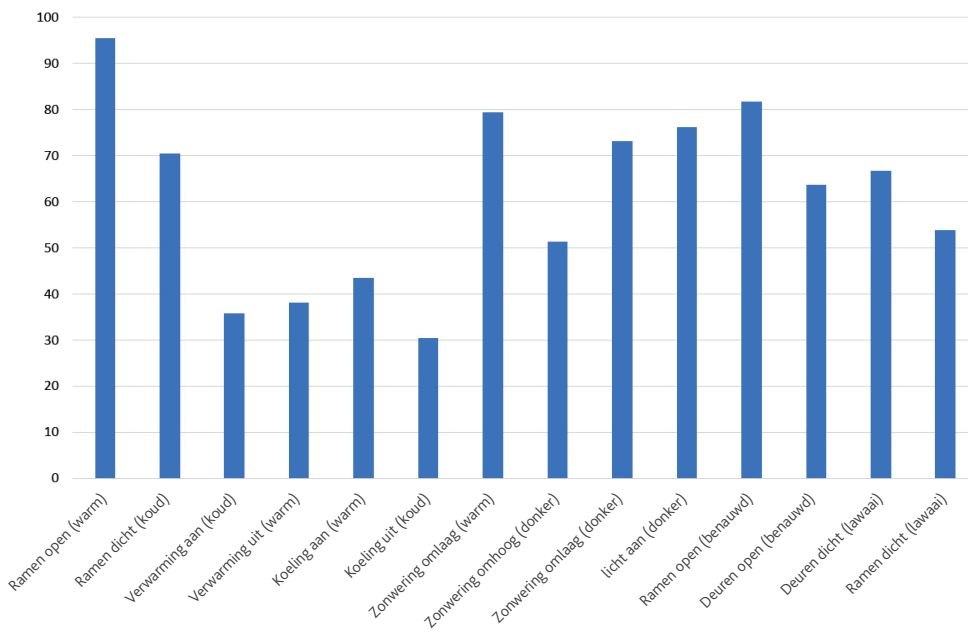
Het PCI-model laat zien dat een kind in een klaslokaal met alleen een mechanische afvoer (geen mechanische toevoer), meer klachten had dan in een klaslokaal met alleen natuurlijke ventilatie. Ook geeft het model aan dat een klaslokaal met een donkergekleurd raamkozijn meer klachten geeft dan wanneer het kozijn lichtgekleurd is. Ook laminaat vloerbedekking gaf meer klachten dan vinyl/linoleum vloerbedekking. En stofzuigen minder dan eens per week verhoogde de PCI in vergelijking met stofzuigen meer dan eens per week.

Klaslokaaleigenschappen		β (CI95%)	P
		PSI-9	
Locatie	Woongebied in voorsteden (vs. dorp/stadje landelijk gebied)	-0,12 (-0,82; -0,17)	0,003
	Stadscentrum/stedelijk gebied (vs. landelijk gebied)	-0,07 (-0,97; 0,03)	0,064
Verwarming	Radiatoren onder ramen (vs. vloerverwarming)	0,12 (0,06; 1,15)	0,029
	Luchtverwarming (vs. niet aanwezig)	0,13 (0,12; 1,06)	0,014
Zonwering	Nee (vs. ja, en stoort ventilatie niet)	0,00 (-0,49; 0,46)	0,948
	Ja, en stoort ventilatie (vs. ja, en stoort ventilatie niet)	0,07 (0,00; 0,60)	0,053
		PCI-7	
Ventilatie type	Mechanische afvoer (vs. alleen natuurlijk)	0,08 (0,05; 0,61)	0,021
	Balansventilatie (vs. alleen natuurlijk)	-0,05 (-0,36; 0,06)	0,167
Verlichting type LED en spaarlamp (vs. fluorescent)		-0,05 (-0,84; 0,12)	0,140
Kleur van raamkozijnen: donker (vs. licht)		0,10 (0,10; 0,49)	0,003
Vloerbedekking: laminaat (vs. vinyl/linoleum)		0,08 (0,05; 1,02)	0,031
Stofzuigen: minder dan eens per week (vs. tenminste eens per week)		0,09 (0,06; 0,43)	0,009

Tabel 2: Model van klaslokaaleigenschappen (45 klaslokalen) en PSI-9/PCI-7 (949 kinderen). Vetgedrukte P-waarde betekent een significante correlatie op 5% niveau. β = inschatting van de lineaire regressiecoëfficiënt, en CI 95% is het 95% betrouwbaarheidsinterval.

Leiden acties die leraren uitvoeren om de binnenmilieukwaliteit te verbeteren tot minder klachten?

Nee, de acties die leraren uitvoeren om de binnenmilieukwaliteit in een klaslokaal te verbeteren (Figuur 2), leiden niet tot minder klachten van de kinderen. Om te testen of de kinderen zich beter voelen als gevolg van een door de leraar uitgevoerde actie nadat kinderen daarom vroegen, is gekeken naar relaties tussen klachten van kinderen, verzoeken van kinderen, en acties die leraren uitvoerden. De relatie tussen klachten van kinderen



Figuur 2: Percentage van leraren van de traditionele scholen die tenminste eens per dag acties uitvoeren. De redenen voor de acties zijn tussen haakjes weergegeven.

en hun verzoeken bleek statistisch significant, net als de relatie tussen de verzoeken van kinderen en de acties van de leraren. Dus de meeste kinderen uitten hun wensen wanneer ze comfortklachten hadden, en de meeste leraren reageerden hierop door bepaalde acties uit te voeren.

Echter, uit de vergelijking tussen de klachten met de aantallen keren dat de leraar acties uitvoerden om het binnenmilieu te verbeteren, blijkt dat die acties nauwelijks effect hadden op hoe de kinderen zich voelden. Dus ondanks dat de kinderen hulp vroegen om iets te doen aan hun klacht(en) en de leraren daarop reageerden, konden met hun acties niet aan de wensen t.a.v. binnenmilieukwaliteit van alle kinderen worden voldaan. Dit kan liggen aan het feit dat niet alle kinderen dezelfde wensen hebben; het is simpelweg onmogelijk voor een leraar om elk individu tevreden te stellen. Maar, een actie kan voor een kind e.e.a. verbeteren, maar diezelfde actie kan het voor een ander kind onacceptabel maken.

Kunnen we schoolkinderen op basis van hun voorkeuren en wensen t.a.v. binnenmilieukwaliteit clusteren?

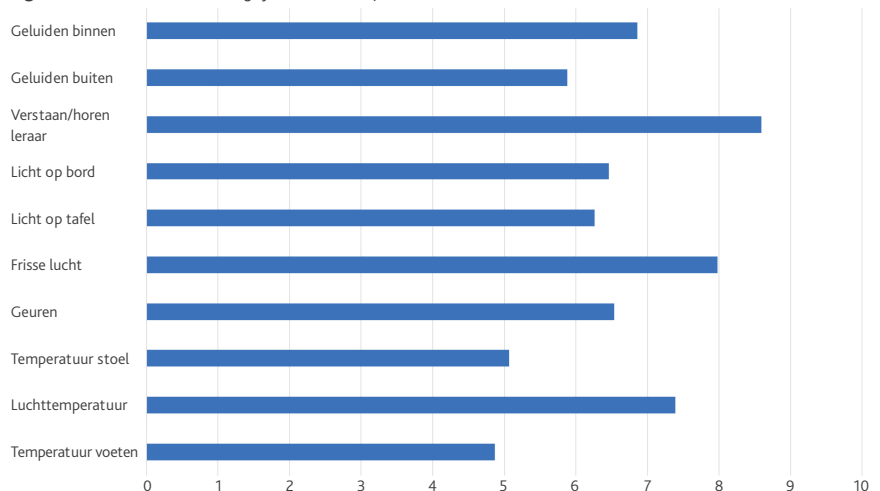
Met behulp van een twee-stappen cluster analyse methode is het inderdaad gelukt

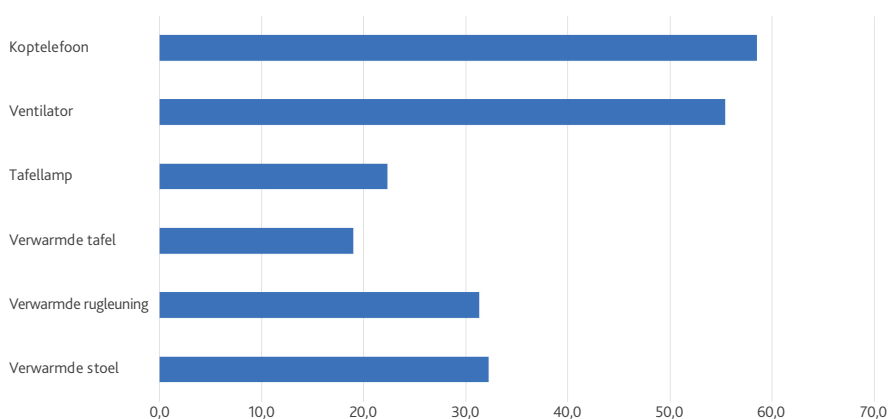
om de schoolkinderen van de traditionele scholen, op basis van een index voor binnenmilieufactoren die zij belangrijk vinden (Figuur 3a) en hun voorkeuren voor ICD's om het binnenmilieu te verbeteren (Figuur 3b), in zes clusters te verdelen (Tabel 3). De index werd bepaald aan de hand van scores die kinderen gaven op een schaal van 0 tot 10 (10: heel belangrijk, 0: helemaal niet belangrijk) aan 10 binnenmilieufactoren die invloed kunnen hebben op de prestatie.

Wat zijn de bevindingen t.a.v. akoestiek, lucht, thermische en lichtkwaliteit?

Ten eerste, wanneer men kinderen vraagt naar hun klaslokaal, klagen ze het meest over de akoestische omgeving. Uit observaties van de klaslokalen kan worden geconcludeerd dat het tijd is voor akoestische maatregelen. Of dit het gebruik van een koptelefoon/oorbeschermers en/of andere maatregelen betekent, moet nader worden onderzocht. De meeste klaslokalen zijn voorzien van akoestische

Figuur 3a: Index voor hoe belangrijk binnenmilieufactoren.





Figuur 3b: Voorkeur voor zes ICDs aangegeven door de kinderen de kinderen van de traditionele scholen.

plafondtegels, maar dat is niet voldoende om de akoestische omgeving te creëren die kinderen nodig hebben om goed te functioneren.

Ten tweede kan worden opgemaakt uit de analyse van de symptomen en klachten over luchtkwaliteit van de kinderen en de klaslokaaleigenschappen, dat meer aandacht moet worden besteed aan (lokale) bronbeheersing (verwijderen van geurtjes) en het schoonmaken van oppervlakken (met name vloeren) en installatieonderdelen (zoals radiatoren).

Ten derde, de thermische condities lijken sterk gerelateerd te zijn aan binnen (lucht) en buiten (licht) condities. De verwarming en koeling van het klaslokaal is een samenspel tussen inkomend zonlicht, aanwezige verwarming, koeling en airconditioning systemen, zonwering (wel of niet verstoren van ventilatie), te openen ramen, en acties van kinderen en leraren (openen deuren, ramen, zonwering, etc.). Met zoveel mensen in een ruimte, is het altijd moeilijk om iedereen tevreden te stellen. Behalve richtlijnen voor kinderen, is er ook behoefte aan onderzoek naar slimme geïntegreerde lokale beheersmaatregelen. Tot slot verlichting, natuurlijk (in combinatie met zonwering en regelingen die openen van ramen en andere

manieren van ventileren mogelijk maken) of kunstlicht (ledverlichting en het gebruik van dynamische verlichting), maar ook het gebruik van kleuren op wanden en kozijnen, lijken belangrijke onderwerpen in relatie tot gezondheid en comfort van onze kinderen in klaslokalen, die nog maar weinig aandacht hebben gekregen.

Dankbetuiging

Het onderzoek in de scholen is mede mogelijk gemaakt door de financiële steun van Forbo International BV en het TU Delft fellowship van Philomena Bluysen. Ik wil voor hun bijdrage aan het onderzoek bedanken: Stanley Kurvers, Marco Ortiz, Marjolein Overtoom en Dadi Zhang.



Prof.dr.ir. Philomena M. Bluysen,
Leerstoel Binnenmilieu, Faculteit Bouwkunde,
Technische Universiteit Delft

Cluster	Meest last van	Belangrijk
Geluid	Lawaai	Lawaai-overlast binnen en buiten
Alles	Alles	Alles
Geur en geluid	Lawaai en geur	Verstaan leraar en frisse lucht
Thermisch en tocht	Tocht en temperatuur	Tocht en temperatuur
Verlichting	Kunst- en zonlicht	Verlichting op tafel en (smart)board
Niets	Nauwelijks iets	Niets

Referenties

1. Bluysen, P.M (2018) 'Customization' sleutel naar gezond binnenklimaat op scholen, TVVL magazine no.1, pp.18-22.
2. RVO.nl Programma van Eisen Frisse scholen, Rijksdienst voor ondernemend Nederland 2015 (downloaded from www.frisse-scholen.nl at December 10, 2015).
3. Bluysen, P.M. (2013) Het begrijpen van het binnenmilieu: meer dan de som der delen, TVVL magazine, 42 (9): 46-50.
4. Bluysen, P.M., D. Zhang, S. Kurvers, M. Overtoom, M. Ortiz-Sanchez (2018) Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings, Building and Environment, 138: 106-123.
5. Zhang, D., Ortiz, M., Bluysen, P.M. (2019) Clustering of Dutch school children based on their preferences and needs of the IEQ in classrooms, Building and Environment 147: 258-266.
6. Zhang, D. and Bluysen, P.M. (2019) Actions of primary school teachers to improve the indoor environmental quality of classrooms in the Netherlands, Intelligent Buildings International, DOI: 10.1080/17508975.2019.1617100.