



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

Literatuuroverzicht binnenmilieu, juni tot en met december 2011

RIVM briefrapport 630789009/2012
D.A. Houweling et al.



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

Literatuuroverzicht binnenmilieu, juni tot en met december 2011

RIVM Briefrapport 630789009/2012
D.A. Houweling et al.

Colofon

© RIVM 2012

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

Houweling, D.A.
Koudijs, E.A.
Fischer, P.H.
Schram-Bijkerk, H.E.
Oomen, A.G.
Bogers, R.P.

Contact:
Rik Bogers
Centrum Milieu, Gezondheid & Omgevingskwaliteit
Rik.Bogers@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM), in het kader van het Kennis- en InformatiePunt Milieu en Gezondheid (M/630789).

Rapport in het kort

Literatuuroverzicht binnenmilieu, juni tot en met december 2011

Dit briefrapport geeft een overzicht van artikelen over binnenmilieu en gezondheid die van juni tot en met december 2011 in de internationale wetenschappelijke literatuur zijn verschenen. Het doel van dit briefrapport is beleidsmedewerkers op het gebied van binnenmilieu en gezondheid bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) en andere professionals te informeren over voor hun mogelijk interessante publicaties uit de wetenschappelijke literatuur.

Trefwoorden:
binnenmilieu

Abstract

Literature overview indoor environment, June - December 2011

This report presents an overview of the articles about indoor environment and health that appeared in the international scientific literature from June to December 2011. With this report we inform policy makers and other professionals on indoor environment and health, about publications in the scientific literature they might consider relevant.

Keywords:

indoor environment

Inhoud

| | |
|----------|--------------------------------------------------------|
| 1 | Inleiding—6 |
| 1.1 | Leeswijzer—6 |
| 2 | Werkwijze—7 |
| 3 | Literatuuroverzicht—8 |
| 3.1 | Woningen: ventilatie, vocht en schimmels—8 |
| 3.2 | Scholen en kantoren: ventilatie, vocht en schimmels—12 |
| 3.3 | Kinderdagverblijven, baby's—16 |
| 3.4 | Hitte—17 |
| 3.5 | Stoffen in het binnenmilieu—18 |
| 3.6 | Huisinspecties, methode—21 |
| 3.7 | Luchtzuivering—22 |
| 3.8 | Astma—23 |
| | Bijlage 1: Zoekstrategie—24 |

1 Inleiding

Binnenmilieu is één van de focusonderwerpen van het Kennis- en InformatiePunt Milieu en Gezondheid (KIP) van het RIVM. Binnen het deelproject binnenmilieu is het volgen van wetenschappelijke kennis op het gebied van binnenmilieu en gezondheid een kerntaak. In het kader daarvan houden wij de wetenschappelijke literatuur op het gebied van binnenmilieu en gezondheid bij. In dit briefrapport informeren wij beleidsmedewerkers op het gebied van binnenmilieu en gezondheid bij het Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM) en andere professionals over voor hun mogelijk relevante publicaties uit de wetenschappelijke literatuur.

1.1 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de werkwijze. In hoofdstuk 3 worden de relevante artikelen kort samengevat en geven wij aan wat de relevantie is voor beleid. De artikelen zijn gegroepeerd onder de volgende koppen:

1. Woningen: ventilatie, vocht en schimmels
2. Scholen en kantoren: ventilatie, vocht en schimmels
3. Kinderdagverblijven, baby's
4. Hitte
5. Stoffen in het binnenmilieu
6. Huisinspecties, methode
7. Luchtzuivering
8. Astma

In bijlage 1 wordt de zoekstrategie uitgebreid beschreven.

2 Werkwijze

Een informatiespecialist van de RIVM-bibliotheek heeft de wetenschappelijke literatuurdatabases Medline en Scopus doorzocht op artikelen over binnenmilieu en gezondheid die van juni tot en met december 2011 zijn verschenen. Het zoekprofiel dat hiervoor is gebruikt staat in bijlage 1. De zoekactie leverde 127 artikelen op. Enkele hiervan waren 'online first', wat betekent dat ze al wel op internet te vinden waren tussen juni en december 2011, maar pas in 2012 in druk verschenen. Deze artikelen zijn opgenomen in dit overzicht.

Wetenschappelijk medewerkers van KIP bepaalden welke artikelen werkelijk relevant waren. Artikelen die over binnenmilieu en gezondheid gingen werden geselecteerd, evenals artikelen over ventilatie op scholen en in kindercentra. Daarnaast zijn artikelen geselecteerd die aansloten bij ad hoc vragen van de opdrachtgever, zoals over de relatie tussen planten in een verblijfsruimte en het binnenmilieu. Na deze eerste scan bleven 84 artikelen over, waarvan elf artikelen niet beschikbaar bleken. De resterende 73 artikelen zijn verdeeld onder zes wetenschappelijk medewerkers. Bij nadere bestudering vielen toen nog 30 artikelen af, omdat deze studies beschreven die niet van toepassing zijn op de Nederlandse situatie. Uiteindelijk werd van 43 artikelen een korte samenvatting gemaakt met een beschrijving van de relevantie van het artikel voor beleid. Deze samenvattingen staan in hoofdstuk 3 van dit briefrapport.

3 Literatuuroverzicht

3.1 Woningen: ventilatie, vocht en schimmels

Enhancing ventilation in homes of children with asthma: cost-effectiveness study alongside randomised controlled trial. Edwards RT, Neal RD, Linck P, Bruce N, Mullock L, Nelhans N, et al. *Br J Gen Pract.* 2011 Nov; 61(592):e733-41.

Edwards et al. onderzochten of het aanbrengen van verbeteringen in de woningventilatie het aantal beroepen op medische zorg onder kinderen met astma kosteneffectief zou verlagen. Hiertoe werden bij een groep van 88 kinderen verbeteringen in de woningventilatie en/of verwarming aangebracht en bij een groep van 89 kinderen werd de ventilatie pas na het experiment verbeterd. Gedurende een periode van 1 jaar zijn huisartsconsulten, medicijngebruik, etc. geregistreerd en uiteindelijk zijn de kosten en baten van de woningaanpassing vergeleken.

De interventie heeft bij 17% van de kinderen met ernstig astma tot een verlichting in het klachtenpatroon geleid, maar het beroep op medische kosten was niet veranderd. Toch concluderen de auteurs dat de woningmodificatie een kosteneffectieve maatregel blijkt te zijn.

→ **Relevantie voor beleid:** Een potentieel relevant artikel dat echter door een economisch deskundige op zijn merites beoordeeld dient te worden.

Cognitive function of 6-year old children exposed to mold-contaminated homes in early postnatal period. Prospective birth cohort study in Poland. Jedrychowski W, Maugeri U, Perera F, Stigter L, Jankowski J, Butscher M, et al. *Physiol. Behav.* 2011; 104(5): 989-95.

Jedrychowski et al. bepaalden de cognitieve prestatie bij 277 zesjarigen van een geboortecohort waarvan al voor de geboorte informatie over leefstijlfactoren, opleiding, woningkenmerken, etc. waren verzameld. Zij onderzochten of het IQ van kinderen die waren opgegroeid in woningen met schimmelplekken verschilde van dat van kinderen die in schimmelvrije woningen waren opgegroeid. Hierbij hielden zij rekening met allerlei potentiële verstorende variabelen zoals het opleidingsniveau van de moeder, het rookgedrag, het aantal broertjes en zusjes, etc.

Na correctie voor deze factoren bleken kinderen uit woningen met schimmeligroei een lager IQ te hebben dan de andere kinderen. Deze studie past in een recente ontwikkeling waarbij gekeken wordt in hoeverre milieufactoren gerelateerd zijn aan cognitieve prestaties. Niet alleen determinanten als geluid spelen hierbij een rol maar ook buiten- en binnenluchtfactoren. Opvallend is het aantal 'positieve' studies die suggereren dat ook chemische factoren het cognitieve vermogen kunnen beïnvloeden. Het is jammer dat in deze studie geen objectieve blootstellingmetingen zijn verricht, een designaspect dat de waarde van de studie zeker zou hebben vergroot.

→ **Relevantie voor beleid:** Vanuit beleidsoptiek blijft het zinvol om deze onderzoeksontwikkelingen te volgen en daar waar nodig te overwegen om een eigen dataverzameling te starten.

Can we trust cross-sectional studies when studying the risk of moisture-related problems indoor for asthma in children? Larsson M, Hagerhed-Engman L, Moniruzzaman S, Janson S, Sundell J, Bornehag CG *Int. J. Environ. Health Res.* 2011;21(4):237-47.

Ongeveer 5.000 kinderen met een leeftijd van 1–5 jaar en ca. 5 jaar later zijn met behulp van vragenlijsten ondervraagd. Daardoor kon naast de astmaprevalentie ook de astma-incidentie bepaald worden. Beide maten zijn vervolgens gerelateerd aan vochtindices van de woning.

Wanneer de gegevens zowel cross-sectioneel (astmaprevalentie) als longitudinaal (astma-incidentie) geanalyseerd werden, bleken vier van de vijf cross-sectionele verbanden in de longitudinale analyse te zijn verdwenen. De auteurs wijten dit aan responder bias, waarbij er een neiging is om eerder (subjectief) een aandoening met een mogelijke oorzaak in verband te brengen (bv. door op beide vragen in de vragenlijst positief te antwoorden), dan wanneer de aandoening zich nog moet ontwikkelen. Daarom wordt aan resultaten uit longitudinaal onderzoek ook meer waarde gehecht dan aan resultaten uit dwarsdoorsnede-onderzoeken.

De studie impliceert dat er bij dwarsdoorsnede-onderzoek naar de relatie respiratoire aandoeningen en vochtproblemen in woningen, sprake kan zijn van bias bij de onderzoeksresultaten. Bij de interpretatie van studies dient met dit aspect zeker rekening te worden gehouden.

→ **Relevantie voor beleid:** Bij de interpretatie van dwarsdoorsnede-studies (in dit geval naar de relatie tussen vochtproblemen en astma) moet je rekening houden met de mogelijkheid van bias. Overigens bleef het verband tussen astma en één indicator van vochtproblemen (schimmelgeur) ook in de longitudinale analyse bestaan.

Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;9:CD007897.

Sauni et al. onderzochten in welke mate respiratoire klachten en medicijngebruik afnamen na herstelwerkzaamheden bij vochtschade. Daartoe werd een literatuurreview gedaan waarbij acht studies waaraan in totaal 6.539 respondenten hebben deelgenomen, geanalyseerd zijn. Het betrof zowel herstelwerkzaamheden in woningen, in scholen en in een kantoorgebouw.

Er zijn aanwijzingen dat met name herstelwerkzaamheden in woningen leiden tot een afname in luchtwegklachten en medicijngebruik. Ook bij schoolkinderen en onderwijzend personeel leek dat het geval na herstelwerkzaamheden in scholen, echter onder kantoorpersoneel kon geen verandering worden waargenomen. De auteurs houden een behoorlijke slag om de arm wanneer het gaat om de 'hardheid' van hun bevindingen en pleiten voor aanvullend onderzoek. Zij wijzen hiermee met name op het hanteren van meer objectieve effectmaten en een sterker onderzoeksdesign.

→ **Relevantie voor beleid:** Onduidelijk.

Ventilation in European dwellings: A review. C. Dimitroulopoulou, *Building and environment* 2012; 47; 109-125.

Het artikel geeft een overzicht van de standaarden en regelgeving op het gebied van ventilatie in verschillende Europese landen. Ook geeft het een overzicht van metingen van ventilatie-rates in Europese woningen en vergelijkt deze met de standaarden. Het artikel geeft daarnaast aan waarom ventilatie in woningen zo belangrijk is en welke relatie er is met gezondheidseffecten.

Conclusies:

- Ventilatie is belangrijk voor een gezonde woning;
 - Ventilatie is zeer belangrijk bij het beheersen van de binnenluchtkwaliteit en is erg afhankelijk van het gedrag van bewoners;
 - Er zijn weinig 'conclusive studies' over het effect van ventilatie in woningen en gezondheidseffecten bij kwetsbare groepen (ouderen en kinderen);
 - Een ventilatievoud van 0,5 per uur wordt in veel landen gebruikt als standaard en als niveau waarbij effecten kunnen optreden. Gebaseerd op gezondheidscriteria zou het echter niet als minimaal ventilatieniveau moeten worden gebruikt. In het Europese HealthVent-project worden richtlijnen ontwikkeld die zowel gezondheids- als energieaspecten meenemen;
 - In Scandinavische studies bleek dat bij ventilatievouden boven de 0,5/uur er geen associatie was tussen ventilatievoud en astma of allergie bij kinderen. Bij lagere ventilatievouden werden allergische symptomen gerapporteerd, zoals rhinitis en 'bronchial obstruction'. Er was geen associatie tussen ventilatie en door een arts gediagnosticeerde astma.
 - Sommige typen gebouwen (bijvoorbeeld nieuwe appartementen) kunnen leiden tot minder ventilatie en zijn geassocieerd met 'wheezing' in jonge kinderen.
 - In Nederland zijn er ventilatievouden gerapporteerd groter dan 0,5/uur
 - In mechanisch geventileerde woningen in Nederland, Portugal en Zweden waren de ventilatievouden hoger dan in natuurlijk geventileerde woningen.
 - In energiezuinige huizen zoals het Duitse PassivHaus is het belangrijk dat de bewoners geleerd wordt hoe ze het ventilatiesysteem goed kunnen gebruiken.
 - Bewoners spelen een cruciale rol bij het niveau van ventilatie in hun huis. Zij hebben soms meer kennis nodig om goed te ventileren.
- **Relevantie voor beleid:** Onderschrijft het nut om aandacht te hebben voor ventilatie en binnenmilieu van woningen en het gedrag van bewoners daarbij.

Buildings energy sustainability and health research via interdisciplinarity and harmony. Todorovic MS, Kim JT *Energy Build.*

Todorovic bepleit om in indexen van duurzaamheid ('sustainability index') ook wooncomfort en gezondheid van bewoners mee te nemen. De auteur geeft een overzicht van criteria die nu gangbaar zijn bij het beoordelen van duurzaamheid. Daarnaast pleit hij voor uitbreiding van de criteria naar andere domeinen (o.a. de mens, economie) om tot echt duurzame oplossingen te komen.

- **Relevantie voor beleid:** Betoog om gezondheid en wooncomfort te betrekken bij duurzaam bouwen.

Indoor environment and children's health: Recent developments in chemical, biological, physical and social aspects. Le Cann P, Bonvallot N, Glorennec P, Deguen S, Goeury C, Le Bot B *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2011; 215(1): 1-18.

Deze review beschrijft recente inzichten over de relatie tussen binnenmilieu en de gezondheid van kinderen. Hiervoor zijn artikelen gebruikt die zijn gepubliceerd tussen 2006 en 2010. Zowel chemische, biologische als fysische agentia worden besproken, evenals materialen en activiteiten binnenshuis. Er wordt ook aandacht besteed aan nieuwe bronnen en agentia en aan interacties tussen agentia en sociale aspecten.

- **Relevantie voor beleid:** Het artikel biedt een goed overzicht van recente literatuur, waarin ook aandacht is voor sociaaleconomische gezondheidsverschillen en binnenmilieu. De laatste jaren zijn steeds meer publicaties verschenen over semi-vluchtige organische stoffen (SVOC), zoals pesticiden en ftalaten. Deze zijn mogelijk geassocieerd met neurotoxische, reprotoxische of respiratoire effecten en zijn dus voor kinderen van bijzonder belang.

Indoor and outdoor sources and infiltration processes of PM1 and black carbon in an urban environment. Viana M, Díez S, Reche C *Atmos. Environ.* 2011; 45(35):6359-67.

Viana et al. beschrijven de bijdrage van zeer fijne deeltjes in de buitenlucht aan de concentraties in de binnenlucht van Zuid-Europese woningen. Gemiddeld bestaat ca. 70 à 75% van de fijne zwarte koolstofdeeltjes en PM10 fracties uit deeltjes uit de buitenlucht. Dit geldt ook bij gesloten ramen en deuren hetgeen aangeeft dat deeltjes met deze kleine omvang gemakkelijk via natuurlijke 'kieren en gaten' in de bouwconstructie kunnen penetreren.

Alhoewel het onderzoek in het mediterrane klimaat plaats vond, zijn soortgelijke resultaten ook uit studies in andere gedeelten van Europa bekend.

- **Relevantie voor beleid:** Er moet rekening mee gehouden worden dat ook in het binnenmilieu blootstelling aan zeer kleine deeltjes kan optreden.

Indoor air pollution from gas cooking and infant neurodevelopment.

Vrijheid M, Martinez D, Aguilera I, Bustamante M, Ballester F, Estarlich M, et al. *Epidemiology.* 2012; 23(1): 23-32.

Vrijheid et al. heeft onderzocht of het voorkomen van gaskooktoestellen in de woning van invloed was op de cognitie bij kinderen van ongeveer 1 jaar oud. De invloed van deeltjesvormige buitenluchtverontreiniging op cognitie staat de laatste jaren sterk in de belangstelling. Omdat ook bij gasverbranding deeltjes vrijkomen, is de invloed van gaskooktoestellen op cognitie onderzocht. Bij 1.800 baby's tussen 11 en 22 maanden oud zijn cognitietesten afgenomen en de uitkomsten van deze testen zijn gerelateerd aan het wel of niet voorkomen van gaskooktoestellen in de woning. Het bleek dat baby's van moeders die woonden in huizen met gasapparatuur iets slechter scoorden op de cognitietesten dan baby's van moeders die in woningen zonder gasapparatuur woonden. Dezelfde groep onderzoekers heeft eerder een soortgelijke bevinding voor vierjarigen beschreven en deze bevinding lijkt er eens te meer op te wijzen dat, behalve luchtwegen en bloedvaten, ook de hersenen een orgaan zijn waar luchtverontreiniging nadelige invloed op kan hebben.

- **Relevantie voor beleid:** Belangrijk om deze onderzoeksontwikkelingen te volgen. Voor beleidsmaatregelen is de onderbouwing van het wetenschappelijke bewijs nog te beperkt.

Enhancing ventilation in homes of children with asthma: pragmatic randomised controlled trial. Woodfine L, Neal RD, Bruce N, Edwards RT, Linck P, Mullock L, et al. *Br J Gen Pract.* 2011 Nov; 61(592): e724-32.

Woodfine et al. rapporteren over een in principe interessant experiment waarbij maatwerk voor woningverbeteringen is gerelateerd aan verbeteringen in de gezondheidstoestand van astmatische kinderen. Helaas is de methodologische beschrijving erg onduidelijk en kan onvoldoende worden aangegeven in welke mate de subjectieve waarnemingen bij de proefpersonen over het wel of niet aanwezig zijn van maatregelen van invloed zijn op de onderzoeksresultaten. Dit maakt het onderzoek helaas minder geschikt om aan te refereren.

- **Relevantie voor beleid:** Geen.

Comfort Conditioning & Indoor Air Quality. Newell T, Newell B. *ASHRAE J.* 2011;53(5): 78-88.

In dit artikel worden allerlei parameters beschreven op het gebied van energieverbruik en binnenmilieukwaliteit in het Equinox-huis. In dit huis in Las Vegas zijn allerlei systemen aangebracht om het energieverbruik op nul te houden en tegelijk het binnenmilieu comfortabel te laten zijn. Zelfs in een strenge winter blijkt het huis comfortabel te zijn, met een energieverbruik vergelijkbaar met dat van twee haardrogers. Ook de binnenmilieukwaliteit is goed.

→ **Relevantie voor beleid:** Inspirerend artikel laat zien dat het mogelijk is om energieneutraal te bouwen met behoud van binnenmilieukwaliteit en comfort.

Contribution of solid fuel, gas combustion, or tobacco smoke to indoor air pollutant concentrations in Irish and Scottish homes. Semple S, Garden C, Coggins M, Galea KS, Whelan P, Cowie H, et al. *Indoor Air.* 2011; doi: 10.1111/j.1600-0668.2011.00755.x. NB is online first.

In deze studie is in honderd huizen in Ierland en Schotland naar vervuilende stoffen gemeten tijdens de winter en het voorjaar van 2009-2010. De fijn stof (PM_{2,5}) concentraties waren het hoogst in huizen waar werd gerookt (99 µg/m³; WHO-advieswaarde is 25 µg/m³; mediaan 16 sigaretten per 24 uur). Lagere waarden werden gevonden in huizen waar kolen (7 µg/m³) of hout (6 µg/m³) werd verbrand en in huizen met gas (7 µg/m³). In huizen waar turf werd verbrand was het PM_{2,5} niveau 11 µg/m³. Endotoxines in lucht, CO-, CO₂- en NO₂-niveaus lagen in het algemeen onder de richtlijnniveaus.

→ **Relevantie voor beleid:** Er is niet zoveel bekend over de luchtkwaliteit in Europese huizen waar fossiele brandstoffen worden gestookt. Nu blijkt dat in Ierland en Schotland de niveaus van luchtvervuilende stoffen in huizen waar fossiele brandstoffen worden gestookt onder de richtlijnen van de WHO blijven. In huizen waar sigaretten worden gerookt is de luchtkwaliteit veel slechter.

Energy efficient indoor VOC air cleaning with activated carbon fiber (ACF) filters. Sidheswaran MA, Destailats H, Sullivan DP, Cohn S, Fisk WJ. *Build. Environ.* 2012;47(1):357-67.

Deze studie beschrijft het effect van geactiveerd koolstof (activated carbon fiber, ACF) in heating, ventilation and airconditioning systemen (HVAC-systemen). De resultaten laten zien dat een HVAC-systeem met een ACF filter concentraties vluchtige organische stoffen (VOS) kan verminderen, zelfs als de ventilatievoud met 50% is verminderd. Hierdoor kan een aanzienlijke energiebesparing worden bereikt. Aanvullend onderzoek is nodig om het effect van oxidanten zoals ozon, levensduur van het systeem en kosten te bepalen.

→ **Relevantie voor beleid:** Interessante technische ontwikkeling in ventilatiesystemen.

3.2 Scholen en kantoren: ventilatie, vocht en schimmels

Respiratory symptoms, perceived air quality and physiological signs in elementary school pupils in relation to displacement and mixing ventilation system: An intervention study. Norbäck D, Wieslander G, Zhang X, Zhao Z. *Indoor Air.* 2011;21(5):427-37.

Een kleine goed opgezette interventiestudie. In Upsala (Zweden) werden metingen gedaan in drie klassen (lokalen en leerlingen). Twee lokalen dienden als controle groep. In het derde lokaal werd een nieuw ventilatiesysteem aangebracht. De meeste schoollokalen in Zweden zijn uitgerust met een "mixing" ventilatie systeem, vergelijkbaar met mechanische ventilatie. In het interventielokaal was een "displacement ventilation" systeem (verdringingsventilatie) systeem aangebracht (aanvoer van lucht op vloerniveau en afvoer via het plafond). In dit lokaal was tevens vloerverwarming aangebracht. Uit de studie blijkt dat het displacement systeem bijdraagt aan een toename van thermisch comfort en een daling van de CO₂-concentraties van 867 naar 657 ppm. Er werd een vragenlijst afgenomen en de leerlingen zijn onderzocht op oog- en neusirritaties.

→ **Relevantie voor beleid:** Zweden heeft andere eisen aan ventilatie door een ander klimaat dan in Nederland. In Nederland liggen de CO₂-concentraties veelal hoger dan de concentraties die in dit onderzoek gemeten zijn. Bovendien hebben in Nederland veel scholen nog natuurlijke ventilatie.

Ventilation rates in schools and pupils' performance. Bakó-Biró Z, Clements-Croome DJ, Kochhar N, Awbi HB, Williams MJ *Build. Environ.* 2012;48(1):215-23.

Interventiestudie uitgevoerd op acht basisscholen; per school in twee lokalen waar de binnenluchtkwaliteit normaal gesproken zeer slecht is (CO₂ boven 5.000 ppm). De interventie bestond uit het plaatsen van een draagbaar mechanisch ventilatiesysteem. Ruim 200 leerlingen voerden voor en na de interventie computertests uit. Significante verschillen werden gevonden voor reactiesnelheid, aandacht/alerteheid en visueel geheugen.

→ **Relevantie voor beleid:** Een signaal dat verbetering van binnenmilieu leidt tot betere prestaties (weliswaar bij zeer hoge CO₂-concentraties die in Nederland weinig voorkomen).

Quantitative relationships between occupant satisfaction and satisfaction aspects of indoor environmental quality and building design. Frontczak M, Schiavon S, Goins J, Arens E, Zhang H, Wargocki P *Indoor Air.*

Frontczak et al. hebben tien jaar lang een websurvey uitgevoerd onder kantoorpersoneel naar gebouwkenmerken en ervaren binnenmilieu. De tevredenheid van werknemers neemt toe wanneer men beschikt over voldoende werkruimte, een werkplek in de buurt van een raam en er geen geluidhinder is. Daarnaast scoorde het hebben van een eigen kamer hoog. Conclusie van de studie is dat ontwerpers van kantoren hier meer rekening mee dienen te houden, omdat tevredenheid over ervaren binnenmilieu op de werkplek leidt tot betere arbeidsproductiviteit.

→ **Relevantie voor beleid:** Geen.

Moulds in floor dust - a particular problem in mechanically ventilated rooms? A study of adolescent schoolboys under the 'Danish moulds in buildings program'. Meyer HW, Suadicani P, Nielsen PA, Sigsgaard T, Gyntelberg F *Scand. J. Work Environ. Health.* 2011;37(4):332-40.

In een gestratificeerd cross-sectioneel onderzoek is onderzocht of de relatie tussen schimmel en gezondheidseffecten wordt beïnvloed door het type ventilatiesysteem. De studie is uitgevoerd op 15 scholen onder 503 schooljongens tussen de 13 en 17 jaar.

Het bleek dat de gezondheidseffecten door schimmel erger zijn als er een mechanisch ventilatiesysteem is (vergeleken met natuurlijke ventilatie en 'exhaust only'). De verklaring die de auteurs hiervoor geven is dat door de mechanische ventilatie de luchtstroom hoger is en dat het stof daardoor langer in de ademzone blijft. De blootstelling aan schimmels wordt daardoor hoger en de kans op gezondheidseffecten dus ook.

→ **Relevantie voor beleid:** In Nederland kan het ook zo zijn dat door mechanische ventilatie de luchtstroom hoger is en dat daardoor stof langer in de ademzone blijft. De blootstelling aan schimmels wordt dan hoger en de kans op gezondheidseffecten dus ook.

Absenteeism, performance and occupant satisfaction with the indoor environment of green Toronto schools. Issa MH, Rankin JH, Attalla M, Christian AJ *Indoor Built Environ.et al., Indoor Built Environ 2011; 20; 5; 511-523.*

Onderzoek onder tien conventionele scholen, twintig energiezuinig gerenoveerde scholen en drie groene scholen. 103 leraren hebben vragenlijsten ingevuld. Onderzocht zijn: absentie van leerlingen, leraren en staf, leerprestatie van de 3^e- en 6^e- graads leerlingen, tevredenheid van de leraren met de binnenluchtkwaliteit, licht, thermisch comfort en akoestiek.

De leraren van de groene scholen waren significant meer tevreden over licht, thermisch comfort, binnenluchtkwaliteit, verwarming, ventilatie en air conditioning. Zij waren minder tevreden over de akoestische kwaliteit. Op de groene scholen was 2 tot 7,5% minder absentie van leerlingen, leraren en staf in vergelijking met conventionele scholen. De leerprestatie op groene scholen was 8 tot 19% beter. Zowel het effect op absentie als op leerprestatie was echter niet significant. De auteurs denken dat het misschien komt omdat het onderzoek in een te kleine groep is uitgevoerd. In het algemeen lagen de resultaten voor energie-retrofitted scholen tussen die van groene en conventionele scholen in.

Het beschreven onderzoek is onderdeel van een grotere studie die wordt uitgevoerd door de University of New Brunswick Construction Engineering and Management Group, in samenwerking met de Toronto District School Board. Het doel van deze grote studie is om 'the whole life costs' van scholen in Toronto te analyseren, een objectieve analyse van de kosten en mogelijke voordelen van groene gebouwen.

→ **Relevantie voor beleid:** Het is nuttig om het onderzoek in Toronto naar de kosten en baten van groene gebouwen te blijven volgen.

Total viable molds and fungal DNA in classrooms and association with respiratory health and pulmonary function of European schoolchildren. Simoni M, Cai GH, Norback D, Annesi-Maesano I, Lavaud F, Sigsgaard T, et al. *Pediatr. Allergy Immunol. 2011; 22(8): 843-52.*

Onderzoek naar schimmel in scholen en gezondheidseffecten bij schoolkinderen in Italië, Denemarken, Zweden, Noorwegen en Frankrijk. Er zijn 21 scholen (46 klassen) en 654 kinderen van tien jaar oud onderzocht. Bij 244 kinderen is de longfunctie gemeten en alle kinderen hebben een vragenlijst over gezondheidsklachten ingevuld. De blootstelling aan schimmel werd gemeten als 'total viable mold (VM)' en 'total/specific fungal DNA'. In alle klaslokalen werd VM en Total fungal DNA gemeten.

De niveaus VM en schimmel DNA waren significant hoger in gebouwen met een schimmel-/vochtprobleem. Hoe hoger de ventilatie-rate hoe minder VM, maar op schimmel DNA had het geen effect. Kinderen die werden blootgesteld aan VM niveaus ≥ 300 cfu/m³ hadden een hoger risico op een droge hoest 's nachts, rhinitis en persistente hoest dan kinderen die aan lagere niveaus werden blootgesteld. Hoe meer DNA van de schimmels *Aspergillus/**Penicillium*, hoe meer

'wheeze'. Hoe meer DNA van de schimmel *Aspergillus versicolor*, hoe meer 'wheeze', rhinitis en hoest en hoe kleiner de FVC (= parameter voor longfunctie). Hoe meer DNA van de schimmel *Streptomyces* werd gevonden, hoe lager FEV1 en FVC (parameters voor longfunctie).

→ **Relevantie voor beleid:** Ventilatie is belangrijk om de blootstelling aan schimmels te verminderen. Wellicht is de samenstelling van de schimmels (welke soort schimmel er groeit) belangrijk voor het gezondheidseffect dat op kan treden.

The role of physical environment on student health and education in green schools. Okcu S, Ryherd E, Bayer C *Rev Environ Health.* 2011;26(3): 169-79.

Het artikel geeft een systematische evaluatie van de mogelijke impact van groene scholen op de gezondheid van studenten in de VS. Het richt zich op auditieve, visuele en mentale (depressie) gezondheid.

→ **Relevantie voor beleid:** Niet zo groot. Gaat over de situatie in de VS.

The School Inner-City Asthma Study: Design, Methods, and Lessons Learned. Phipatanakul W, Bailey A, Hoffman EB, Sheenan WJ, Lane JP, Baxi S, et al. *J Asthma* 2011;48: 1007-1014.

Dit artikel beschrijft de studieopzet en meetprotocollen van een longitudinaal onderzoek onder 500 basisschoolleerlingen met astma uit verschillende klaslokalen van 30 scholen in Boston. Het doel van het onderzoek is te bepalen of verhoogde niveaus allergenen en schimmels in scholen en klaslokalen het risico op astmamorbiditeit vergroten. Morbiditeit wordt hier gedefinieerd als het aantal gemiste schooldagen, bezoeken aan een arts, aantal dagen met piepende ademhaling en ziekenhuisopnames. De kinderen worden een jaar gevolgd. Zowel thuis als op school wordt het binnenmilieu onderzocht op allergenen en schimmels. Op school worden ook nog concentraties NO, NO₂ en ozon gemeten.

→ **Relevantie voor beleid:** Scholen kunnen een belangrijk doel zijn voor interventies gericht op preventie van symptomen bij kinderen met astma. Er is nog weinig goed onderzoek beschikbaar naar de invloed van het binnenmilieu op scholen en het optreden van astmasymptomen. De resultaten van het onderzoek zullen naar verwachting de komende jaren gepubliceerd worden.

Characterizing ultrafine particles and other air pollutants at five schools in South Texas. Zhang Q, Zhu Y *Indoor Air.* 2012;22:33-42.

In vijf scholen in Texas met vijf verschillende ventilatiesystemen is in verschillende ruimtes de luchtkwaliteit gemeten. Ook de buitenluchtkwaliteit is gemeten met als maat de ratio binnenlucht/buitenlucht (I/O).

De concentraties in de binnenlucht varieerden het meest door bronnen in het binnenmilieu. Verwarming, voedingsgerelateerde bezigheden, schoonmaken en verven bleken de grootste bijdrage te leveren aan de concentratie deeltjes in de binnenlucht. De concentratie van deeltjes was binnen zelfs hoger dan buiten, met I/O ratio's van 1,8 tot 30,0. Als er geen bron binnenshuis was, was het ventilatiesysteem de belangrijkste factor die de deeltjesconcentratie binnen beïnvloedde. De AC/ventilator die op het raam was gemonteerd en het 'split system' hadden hogere I/O ratio's dan de andere ventilatiesystemen. Het oude 'single duct systeem' liet de laagste I/O ratio voor deeltjes en de laagste 'air exchange rate' (AER) zien, omdat er maar een klein volume buitenlucht in dit systeem komt. In dit systeem kwamen wel zeer hoge concentraties CO₂ voor. Het nieuwe 'single duct systeem' brengt meer frisse lucht binnen dan het oude 'duct systeem'. Het verlaagde de concentraties CO₂, maar verhoogde de deeltjesconcentratie

binnen. Om de luchtkwaliteit zowel voor deeltjes als voor CO₂ te verbeteren zou je de hoeveelheid frisse lucht die binnenkomt en de efficiëntie van de filters moeten vergroten. Deeltjes met een diameter kleiner dan 60 nm blijven meer op een filter achter dan grotere deeltjes.

→ **Relevantie voor beleid:** Bruikbaar als je ventilatiesystemen met elkaar wilt vergelijken.

3.3 Kinderdagverblijven, baby's

Assessment of indoor environment in Paris child day care centers. Roda C, Barral S, Ravelomanantsoa H, Dusséaux M, Tribout M, Le Moullec Y, et al. *Environ. Res.* 2011; 111(8): 1010-7.

Roda et al. rapporteren over concentraties schimmels, endotoxinen, huisstofmijtallergenen, aldehydes, VOS, NO₂ en CO₂ in 28 kinderdagverblijven in Parijs. Er is een week gemeten in het warme seizoen en een week in het koude seizoen, ook zijn concentraties in binnenlucht vergeleken met concentraties in woningen. Alleen de concentraties endotoxinen en NO₂ waren in kinderdagverblijven hoger dan concentraties in woningen, wat de onderzoekers toeschrijven aan respectievelijk een hoge bezettingsgraad van baby's en daaraan gerelateerde activiteiten, zoals luiers verwisselen en nabijheid van wegen.

In de helft van de kinderdagverblijven overschreed de CO₂-concentratie de 1.000 ppm, wat duidt op onvoldoende ventilatie.

→ **Relevantie voor beleid:** Volgens de auteurs is dit het eerste onderzoek dat gegevens presenteert over zowel chemische als biologische agentia in Franse kinderdagverblijven. De situatie lijkt goed te zijn, voor de meeste agentia beter dan thuis. De ventilatie is in veel gevallen echter onvoldoende. Resultaten kunnen bruikbaar zijn voor de Nederlandse situatie vanwege de vergelijkbaarheid van het klimaat in Parijs en Nederland.

Formaldehyde exposure and lower respiratory infections in infants: Findings from the paris cohort study. Roda C, Kousignian I, Guihenneuc-Jouyaux C, Dassonville C, Nicolis I, Just J, et al. *Environ. Health Perspect.* 2011; 119(11): 1653-8.

Onderzoek van Roda et al. met het PARIS geboortecohort, beschrijft voor het eerst de relatie tussen formaldehydeconcentraties in binnenlucht en het risico op lage luchtweginfecties in baby's (< 1 jaar). In 196 woningen van kinderen is de formaldehyde concentratie gemeten. Op basis hiervan is voor 2.940 kinderen de blootstelling aan formaldehyde voorspeld. De ouders vulden vragenlijsten over de gezondheid van hun kinderen in, als de kinderen 1, 3, 6, 9, 12 maanden en 7 jaar oud waren. Een gezondheidsonderzoek werd uitgevoerd als de kinderen 18 maanden en 7 jaar oud waren. De resultaten van het eerste levensjaar worden in dit artikel beschreven. Een toename van 12,4 µg/m³ formaldehyde verhoogde de kans op lage luchtweginfecties met of zonder piepen met respectievelijk 32% en 41%.

→ **Relevantie voor beleid:** Luchtweginfecties in de babytijd kunnen mogelijk gevolgen hebben voor de longfunctie op latere leeftijd. Dit onderzoek geeft aanwijzingen dat het zaak is om blootstelling van baby's aan formaldehyde zoveel mogelijk te voorkomen. De auteurs noemen als mogelijkheden een vermindering van het gebruik van materialen waaruit formaldehyde verdampst en een betere ventilatie.

Assessment of indoor air pollution in homes with infants. Pickett AR, Bell ML. *Int. J. Environ. Res. Public Health.* 2011;8(12):4502-20.

De doelstelling van Pickett en Bell was om de wetenschappelijke literatuur over binnenlucht uit te breiden, voornamelijk op het gebied van blootstelling van baby's en de identificatie van bronnen van verontreiniging. Het gaat hier om een kleine studie in het noordoosten van de Verenigde Staten waarin metingen in tien woningen zijn gedaan naar CO, CO₂, PM_{0,5} en TVOS. Voor de laatste drie werden overschrijdingen van de richtlijnen vastgesteld. Er waren grote verschillen tussen woningen, maar ook binnen woningen op verschillende dagen. Een vragenlijstonderzoek bij 53 ouders wees erop dat het recent renoveren van de babykamer een belangrijke bron van luchtverontreiniging was.

→ **Relevantie voor beleid:** Volgens de auteurs zijn er weinig gegevens beschikbaar over binnenlucht in woningen waar baby's verblijven. De resultaten laten zien dat binnenlucht in babykamers verbeterd kan worden en dat overschrijdingen van gezondheidskundige advieswaarden mogelijk een gevolg zijn van het opknappen van de babykamer kort voor de geboorte.

3.4 Hitte

Housing, heat stress and health in a changing climate: promoting the adaptive capacity of vulnerable households, a suggested way forward.

Maller CJ, Strengers Y. *Health Promot Internation.* 2011 Dec;26(4):492-8.

De Australische auteurs pleiten voor onderzoek naar sociale en contextuele determinanten voor aanpassing van kwetsbare groepen aan hitte wegens klimaatverandering. Hitte kan veel doden veroorzaken, maar desondanks staat het onderzoek naar mogelijkheden om die sterfte (of kwetsbaarheid voor hitte) tegen te gaan in de kinderschoenen. De auteurs vinden dat het epidemiologisch onderzoek dat tot nu toe is gedaan naar de relatie tussen hitte en sterfte zou moeten worden uitgebreid met studies die 'systeendenken' toepassen (vergelijk met advies Gezondheidsraad uit 2009 'Mondiale milieu-invloed op Gezondheid'). In nieuw onderzoek zouden factoren als koeling, kennis en gedrag van mensen aan bod moeten komen. Eigenlijk zou onderzoek uitgevoerd moeten worden naar de relatie tussen binnenmilieu en gezondheid binnen het kader van aanpassing aan klimaatverandering.

→ **Relevantie voor beleid:** Er wordt gepleit voor onderzoek naar de relatie tussen binnenmilieu en gezondheid binnen het kader van aanpassing aan klimaatverandering.

Home energy-efficiency retrofits. Stephens B, Carter EM, Gall ET, Earnest CM, Walsh EA, Hun DE, et al. *Environ. Health Perspect.* 2011;119(7):A283-A4. *N.B. dit is een reactie op een eerder verschenen artikel van Manuel, EHP.*

Stephens et al. schrijven dat overheden nu allerlei programma's implementeren om huizen 'weerbestendig' te maken ('home weatherization'), dat wil zeggen energiezuinig maken. Dit biedt kansen om ook gezondheid en gedrag (bv. ventileren) onder de aandacht te brengen. Bij huisbezoeken zouden al deze factoren met bewoners besproken kunnen worden. Daarnaast betoogt hij dat onderzoek nodig is naar de invloed van retro-fitting op het brede scala van stoffen in het binnenmilieu (o.a. ook stoffen die oorspronkelijk uit buitenlucht komen) en gezondheidseffecten.

→ **Relevantie voor beleid:** Vanuit de publieke gezondheidshoek dient aansluiting te worden gezocht bij initiatieven vanuit milieuhoek, namelijk op het gebied van energiebesparing in woningen om gelijktijdig gezondheid en gezond gedrag te bevorderen.

Climate change and health: Indoor heat exposure in vulnerable populations. White-Newsome JL, Sánchez BN, Jolliet O, Zhang Z, Parker EA, Timothy Dvonch J, et al. *Environ. Res.*

Dit artikel beschrijft een studie in dertig huizen in Detroit naar blootstelling van ouderen aan hitte binnenshuis. De gemiddelde maximumtemperatuur was 35°C, wat 14°C hoger was dan de buitentemperatuur. De binnentemperatuur was voor ongeveer 40% te voorspellen door modellen met als variabelen de buitentemperatuur, UV-straling en luchtvochtigheid.

→ **Relevantie voor beleid:** Deze studie in de VS geeft aan dat het binnenshuis aanzienlijk warmer kan zijn dan buitenshuis, wat misschien meegenomen kan worden bij de alarmering voor hitteperiodes (bv. in kader van hitteplan). In Nederland loopt nu een soortgelijk onderzoek, resultaten worden in 2013 verwacht.

(<http://www.academischewerkplaatsmmk.nl/projecten/hitte-eiland>)

Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. Ormandy D, Ezratty V. *Energy Policy.*

Deze review beschrijft op welke gronden de WHO haar richtlijnen rond thermisch comfort heeft gebaseerd. Men betoogt dat naast temperatuurmetingen ook het eigen oordeel van mensen over hun thermisch comfort een goede indicator is. In de LARES-studie van de WHO was dit namelijk geassocieerd met ervaren gezondheid in het algemeen. Ormandy schrijft dat de WHO-visie op thermisch comfort meegenomen zou moeten worden in strategieën rond energiebesparing, brandstoftekorten en klimaatadaptatie. Dit zou gezondheidswinst opleveren voor individuen en economische winst voor de maatschappij. Dat laatste wordt geïllustreerd met enkele kostenbatenstudies in het buitenland.

→ **Relevantie voor beleid:** Betoog om thermisch comfort te betrekken bij plannen rond energiebesparing, brandstoftekorten en klimaatadaptatie.

3.5

Stoffen in het binnenmilieu

Geographical variation and the determinants of domestic endotoxin levels in mattress dust in Europe. Chen CM, Thiering E, Doekes G, Zock JP, Bakolis I, Norbäck D, et al. *Indoor Air.*

Chen et al. beschrijven ruimtelijke variatie van endotoxines in matrasstof in Europese woningen. Het onderzoek vond plaats bij 974 deelnemers van 22 centra van de European Community Respiratory Health Survey (ECRHS). Variatie tussen Europese centra was groot; de laagste niveaus in Reykjavik en de hoogste in Turijn. Belangrijkste factoren van hoge niveaus waren hoge buitenluchttemperatuur, aanwezigheid kat en/of hond, bewonersdichtheid en zichtbare vochtplekken in de slaapkamer. De auteurs wijzen er op dat voor de interpretatie van studieresultaten over de associatie tussen het voorkomen van endotoxines in de binnenlucht en respiratoire aandoeningen bij bewoners, de regionale variatie in endotoxineniveaus niet uit het oog mag worden verloren. Helaas geven de auteurs niet nader aan wat zij hiermee bedoelen.

→ **Relevantie voor beleid:** In deze survey zit geen Nederlands centrum. Duidelijk is dat er een geografische variatie in endotoxines is. Hiermee moeten wij rekening houden als wij Nederlandse onderzoeken willen vergelijken met die van andere landen.

Identifying an indoor air exposure limit for formaldehyde considering both irritation and cancer hazards. *Golden R Crit. Rev. Toxicol.* 2011; 41(8):672-721.

Een review van de wetenschappelijke gronden om een (nieuwe) norm voor blootstelling aan formaldehyde af te leiden. De auteur vindt de bewijslast dat formaldehyde kanker veroorzaakt zwak (in tegenstelling tot wat IARC stelt). Hij betoogt dat de bestaande richtlijn van 100 ppb, die al bestond in verband met het voorkomen van geurhinder en irritatie, ook beschermt tegen het eventuele risico op kanker.

- **Relevantie voor beleid:** Volgens de auteur hoeven grenswaarden, die zijn afgeleid op basis van risico's op geurhinder en irritatie, niet te worden herzien. Dit hoewel formaldehyde als carcinogeen is aangemerkt door IARC.

"Novel" brominated flame retardants in Belgian and UK indoor dust: implications for human exposure. *Ali N, Harrad S, Goosey E, Neels H, Covaci A Chemosphere.* 2011 May; 83(10): 1360-5.

Door beperkingen op het toepassen van bekende brandvertragers (PBDE's en HBCD's), wordt mogelijk gebruik gemaakt van alternatieven. Recent zijn een aantal nieuwe gebromeerde brandvertragers gevonden in het binnen- en buitenmilieu. In de publicatie van Ali et al. zijn huisstofmonsters van Belgische huizen en kinderdagverblijven en Engelse scholen onderzocht op de aanwezigheid van een aantal nieuwe gebromeerde brandvertragers. De concentraties van deze stoffen zaten in de nanogram- tot microgram-range. Het betrof de volgende stoffen: decabroomdifenylethaan, 1,2-bis(2,4,6-tribroomfenoxy)ethaan, tetrabroombisfenol A-bis(2,3-dibroompropylether), 2-ethylhexyl-2,3,4,5-tetrabroombenzoesaat en bis(2-ethylhexyl)-3,4,5,6-tetrabroomftalate. De inname voor volwassenen en kinderen is geschat op basis van aannames over huisstofinname. De auteurs roepen op om mogelijke gezondheidseffecten van deze stoffen te evalueren.

- **Relevantie voor beleid:** Een aantal nieuwe gebromeerde brandvertragers is gevonden in huisstof in België en Groot-Brittannië. Mogelijk is dit ook in Nederland het geval. Dit zijn waarschijnlijk alternatieven voor bekende brandvertragers die niet meer mogen worden toegepast. De auteurs pleiten voor evaluatie van mogelijke gezondheidseffecten.

Per- and polyfluorinated compounds (PFCs) in house dust and indoor air in Catalonia, Spain: Implications for human exposure. *Ericson Jogsten I, Nadal M, van Bavel B, Lindström G, Domingo JL Environ. Int.* 2012; 39(1): 172-80.

Ericson Jogsten et al. hebben 27 per- en polygefluoreerde stoffen (PFS) benoemd in huisstof en de binnenlucht van huizen in Catalonië (Spanje). De gevonden concentraties waren vergelijkbaar met resultaten uit andere landen. Ionogeen PFS domineerde in huisstof, terwijl in binnenlucht 8:2 fluorotelomeer alcohol (FTOH) het meest aanwezig was. De geschatte blootstelling aan deze stoffen via huisstof en binnenlucht is volgens de auteurs klein ten opzichte van blootstelling via inname van voedsel en water.

- **Relevantie voor beleid:** De blootstelling aan een aantal per- en polygefluoreerde stoffen via huisstof is beperkt ten opzichte van blootstelling via voedsel en water.

Lead speciation in house dust from Canadian urban homes using EXAFS, micro-XRF, and micro-XRD. MacLean LC, Beauchemin S, Rasmussen PE *Environ Sci Technol.* 2011 Jul 1; 45(13):5491-7.

De spectroscopische techniek XAFS is gebruikt om de vorm van lood in huisstof van vier Canadese woningen te bepalen. Dit geeft inzicht in de oorsprong van het lood, bijvoorbeeld afkomstig van verf, soldeer of bodem. De resultaten van de huisstofmonsters kunnen niet direct naar de Nederlandse situatie worden geëxtrapolerd, omdat in Canada nog lang - tot 2005 - loodhoudende verf is gebruikt. De studie geeft daarnaast inzicht in welke loodvormen mogelijk minder goed kunnen worden geabsorbeerd door de mens. Algemene conclusies hierover zijn niet mogelijk, omdat deeltjesgrootte en veranderingen in loodvorm in de tijd de absorptie kunnen beïnvloeden.

→ **Relevantie voor beleid:** De zogenaamde XAFS-methode kan gebruikt worden om inzicht in de oorsprong van lood in huisstof te krijgen. De resultaten van Canadees huisstof zijn niet direct extrapolbaar naar Nederland, omdat in Canada nog tot 2005 loodhoudende verf is gebruikt.

Oral bioaccessibility of trace metals in household dust: a review. Turner A *Environ Geochem Health.* 2011 Aug; 33(4): 331-41.

In dit overzichtsartikel is gekeken naar de bioaccessibility van metalen uit huisstof. Bioaccessibility is een maat voor het vrijkomen van metalen uit huisstof (of een andere matrix) in het maagdarmkanaal of een long op basis van een in vitro bepaling (een bepaling zonder gebruik te maken van proefdieren). Men neemt aan dat de bioaccessible fractie een betere maat voor risicobeoordeling is, omdat het deel van het metaal dat aan huisstof blijft zitten niet zal worden opgenomen door het lichaam. Waargenomen is dat de bioaccessibility van een metaal sterk varieert. Dit kan deels worden verklaard door het heterogene karakter van huisstof en de vorm van het metaal. Een ander deel van de variatie ligt in de nauwkeurigheid waarmee bioaccessibility kan worden bepaald. Een structureel onderzoek naar de effecten van variabelen in dergelijke bioaccessibility modellen wordt daarom aanbevolen.

→ **Relevantie voor beleid:** Bij een risicobeoordeling voor metalen is het belangrijk aandacht te hebben voor de bioaccessibility van metalen in huisstof.

Assessing allergenic fungi in house dust by floor wipe sampling and quantitative PCR. Yamamoto N, Shendell DG, Peccia J *Indoor Air.*

Deze publicatie beschrijft een nieuwe methode om schimmels in huisstof te kwantificeren. Hierbij wordt een oppervlak met een speciaal doekje afgenomen en vervolgens de hoeveelheid schimmels in het doekje gekwantificeerd door 'real-time PCR'. Sommige schimmels kunnen allergische reacties veroorzaken of astma-aanvallen verergeren. De bepaling van schimmels in huisstof was tot een paar jaar geleden onbetrouwbaar. Door het gebruik van PCR kan het aantal schimmels en verschillende vormen van schimmels kwantitatief worden bepaald. In de huidige publicatie is dit gekoppeld aan een standaard monsternamen- en -behandeling. Mediane en maximale schimmelconcentraties in huisstof van huizen in Californië waren respectievelijk 110 en 2.500 cellen/cm². Grote verschillen in schimmelconcentraties tussen seizoenen zijn waargenomen.

→ **Relevantie voor beleid:** Er is een methode ontwikkeld om kwantitatief de hoeveelheid schimmels in huisstof te bepalen. Dergelijke analyses waren tot voor kort niet nauwkeurig.

Organophosphate and phthalate esters in indoor air: a comparison between multi-storey buildings with high and low prevalence of sick building symptoms. Bergh C, Magnus Aberg K, Svartengren M, Emenius G, Ostman C J *Environ Monit.* 2011 Jul; 13(7):2001-9.

Bergh et al. hebben in Zweden onderzocht of concentraties ftalaten en organofosfaten tussen appartementsgebouwen geassocieerd als hoog (n=23) of laag (n=22) (totaal 169 appartementen) in binnenlucht verschillen in het risico op Sick Building Syndrome (SBS).

Voor geen van de onderzochte verbindingen vonden zij significante verschillen. Hoewel de verschillen tussen gebouwen klein waren, waren er wel aanzienlijke verschillen tussen appartementen binnen eenzelfde gebouw. Geen van de verbindingen was gerelateerd aan SBS-gerelateerde gezondheidsklachten. Deze conclusie heeft echter weinig zeggingskracht, omdat gemiddelden per gebouw gebruikt zijn, terwijl het beter zou zijn geweest binnenluchtconcentraties per appartement te relateren aan klachten van individuele bewoners. De auteurs wijzen consumentenproducten, materialen uit het interieur en vloerbedekking van PVC aan als de voornaamste bronnen van de onderzochte verbindingen. Bouwmaterialen zijn waarschijnlijk van ondergeschikt belang gezien de vergelijkbaarheid in concentraties tussen gebouwen.

→ **Relevantie voor beleid:** Ftalaten en organofosfaten kunnen een negatief effect op de gezondheid hebben. Gezien de grote verschillen tussen appartementen in tegenstelling tot tussen gebouwen, dient onderzoek naar gezondheidsklachten in relatie tot concentraties van deze verbindingen in binnenlucht plaats te vinden op individueel niveau.

3.6 Huisinspecties, methode

Environmental home inspection services in Western Europe. Charpin D, Baden R, Bex V, Bladt S, Charpin-Kadouch C, Keimeul C, et al. *Environ. Health Prev. Med.* 2011; 16(2):73-9.

Het artikel van Charpin et al. gaat over huisinspecties door (overheids)instellingen in België, Luxemburg, Frankrijk en Portugal. In de meeste gevallen wordt een inspectie uitgevoerd op verzoek van de behandelend (huis)arts naar aanleiding van gezondheidsklachten, maar bewoners kunnen ook zelf een inspectie aanvragen. Tijdens de inspecties worden, afhankelijk van de uitvoerende instantie, metingen gedaan van huisstofmijt, schimmel, VOS/aldehyden, andere chemische verbindingen, bacteriën en fysische factoren, zoals radon, EMV en lawaai. Ook wordt een vragenlijst afgenomen. Na afloop wordt een rapport met adviezen voor verbeteringen verstuurd naar de bewoner en arts. De inspecties brengen vaak één of meer risicofactoren uit het binnenmilieu aan het licht. De effectiviteit van de inspecties voor wat betreft het optreden van gezondheidsklachten, is nog onvoldoende geëvalueerd. Een aanzienlijk deel van de bewoners geeft echter zelf aan dat hun gezondheid verbeterd was na inspectie. De auteurs bevelen aan een kosten-batenanalyse van de inspecties te doen en een vervolfbezoek aan huis te houden voor een objectieve beoordeling van de effectiviteit van een inspectie.

→ **Relevantie voor beleid:** In Nederland worden ook inspecties in huis gedaan door de GGD. Het onderzoek van Charpin is mogelijk nuttig om aandachtspunten hierbij te identificeren, zoals een evaluatie van de effectiviteit van huisbezoeken.

A rating scale for housing-based health hazards. Nriagu J, Smith P, Socier D *Sci Total Environ.* 2011 Nov 15; 409(24):5423-31.

Nriagu et al. beschrijven een checklist om gevaren voor de gezondheid in huis in kaart te brengen: de Housing-based Hazard Index (HHI). Deze bestaat uit acht subschalen. Binnenmilieu-gerelateerde subschalen betreffen vocht- en schimmelproblemen, huisdieren, ongedierte en ventilatie. De HHI is in 642 huishoudens in Michigan afgenomen. De score op de HHI en een aantal subschalen hangt significant samen met door bewoners gerapporteerde ziektesymptomen.

→ **Relevantie voor beleid:** Mogelijk interessant om gegevens te genereren die nodig zijn om de effectiviteit van interventies (bv. renovaties) te bepalen, evalueren en vergelijken. Het instrument moet wel eerst worden aangepast aan de lokale sociaal-culturele context.

3.7 Luchtzuivering

A randomized trial of air cleaners and a health coach to improve indoor air quality for inner-city children with asthma and secondhand smoke exposure (*Archives (2011) 165, 8, 741-748*). Butz Arch. *Pediatr. Adolesc. Med.* 2011; 165(9): 791.

De auteurs beschrijven het effect van het installeren van een luchtzuiveraar in de woning bij rokers. Zowel de PM_{2,5}- als de grof-stofniveaus zijn na installatie van de filterapparatuur respectievelijk verlaagd met ca. 18 en 9 µg/m³. Dit komt overeen met een reductie van zo'n 50%. De studie is uitgevoerd in ca. 100 woningen verdeeld over drie groepen, waarvan bij twee groepen (in totaal ca. 70 woningen) zuiveringsapparatuur is geïnstalleerd. Daarmee heeft deze studie voldoende zeggingskracht om een uitspraak te rechtvaardigen over de effectiviteit van de gebruikte apparatuur. Overigens blijkt de apparatuur niet in staat om de nicotinegehalteniveaus van de binnenlucht of de cotinineniveaus in urine te reduceren. Daarmee is het de vraag of deze middelen inderdaad effectief kunnen worden ingezet ter bescherming van de (astmatische) bewoner tegen de nadelige effecten van sigarettenrook. Stoppen met roken door de medebewoners blijft toch nog steeds het meest effectief.

→ **Relevantie voor beleid:** Luchtzuiveringsapparatuur kan het deeltjesniveau met ca. 50% in massa per volume-eenheid verminderen. Dit geldt echter niet voor blootstelling aan alle componenten in het sigarettenrookmengsel, waaronder bv. nicotine.

Purification of formaldehyde-polluted air by indoor plants of Araceae, Agavaceae and Liliaceae. Zhou J, Qin F, Su J, Liao JW, Xu HL *J. Food Agric. Environ.* 2011; 9(3-4): 1012-8.

30 plantensoorten zijn getest op hun vermogen om formaldehyde uit de lucht te verwijderen. Er bleken tien plantensoorten te zijn met een hoog vermogen om formaldehyde op te nemen en deze tien soorten raakten ook het minst beschadigd door de formaldehyde. Dit zijn: *Scindapsus aureus*, *Asparagus setaceus*, *S. trifasciata* cv. *Hahnii*, *C. comosum*, *A. commutatum* cv. *White Rajah*, *A. commutatum* cv. *Red Narrow*, *A. commutatum* cv. *Treubii*, *S. pictus* cv. *Argyraeus*, *G. gracilis* en *P. sodiroi* cv. *Wendimbe*.

→ **Relevantie voor beleid:** Je kunt sommige planten gebruiken om formaldehyde uit binnenlucht te verwijderen.

3.8 Astma

Life style and home environment are associated with racial disparities of asthma and allergy in Northeast Texas children. Sun Y, Sundell J *Sci Total Environ.* 2011 Sep 15; 409(20):4229-34.

Sun et al. onderzochten de prevalentieverschillen in astma tussen drie etnische populaties in Noord-Texas en de eventuele sociaaleconomische, blootstellings- en leefstijlfactoren die daarop van invloed zouden kunnen zijn. Vragenlijstinformatie over ongeveer 3.800 jonge kinderen werd daarvoor via de ouders verzameld onder Caucasische, Afro-Amerikaanse en Mexicaans-Amerikaanse populaties. In deze populatie speelden verschillen in sociaaleconomische status geen rol in het voorkomen van astmatische klachten; factoren gerelateerd aan leefstijl en blootstelling aan bekende binnenmilieufactoren daarentegen wel.

→ **Relevantie voor beleid:** Vanwege de relatief afwijkende populatie en woonsituatie is wellicht een 'vertaling' van de resultaten van deze studie naar de Nederlandse situatie niet gerechtvaardigd en daarom is deze studie minder geschikt voor beleidsontwikkeling.

Association between domestic mould and mould components, and asthma and allergy in children: a systematic review. Tischer C, Chen C-M, Heinrich J. *Eur Respir J.* 2011; 38:812-824.

Dit artikel beschrijft een goed uitgevoerde meta-analyse van 61 studies naar de relatie tussen astma en allergie in kinderen en zichtbare schimmel, schimmelsporen en in huisstof gemeten schimmelcomponenten ((1,3)- β -D-glucan en EPS (extracellulaire polysacchariden)). Nieuwe aspecten aan deze review zijn de kwantitatieve schattingen van de effectgroottes en het onderscheid tussen de verschillende maten voor blootstelling aan schimmels. Er zijn namelijk aanwijzingen dat de bovengenoemde schimmelcomponenten beschermend werken tegen luchtwegaandoeningen bij kinderen.

Blootstelling aan zichtbare schimmel was geassocieerd met een verhoogd risico op astma (OR 1.49; 95% CI 1.28-1.72), piepen (OR 1.68; 95% CI 1.48-1.90) en allergische rhinitis (OR 1.39; 95% CI 1.28-1.51). Blootstelling aan schimmelsporen was geassocieerd met een verhoogd risico op piepen en astma in jonge kinderen. Blootstelling aan schimmelcomponenten leek het risico op allergische luchtwegaandoeningen te verkleinen.

→ **Relevantie voor beleid:** Onderzoeksontwikkelingen op dit terrein in de gaten houden. Blootstelling aan bepaalde componenten van schimmels lijkt ook positieve gezondheidseffecten te hebben.

Bijlage 1: Zoekstrategie

Medline

- 1 (dwelling* or home or homes or hous* or domestic or building* or school* or daycare or day care or kindergarten* or creche* or childcare* or indoor* or inside or in-house).ti.
- 2 ((energy adj (sav* or measur* or efficienc* or conservation or perform-ance* or cost* or use*)) or sustainable housing or renovation* or insulation or insulated or remediat*).mp.
- 3 (mold or mould or allergen* or fung* or mite* or cockroach* or spores or volatile organic compounds or voc or benzene or formaldehyde or radon).mp. [mp=title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, protocol supplementary concept, rare disease supplementary concept, unique identifier]
- 4 (particulate matter or ambient particle* or (ultrafine adj3 partic*) or (air-borne adj3 partic*) or "pm2.5" or (pm adj "2.5") or pm10 or (pm adj "10") or "pm1.0" or (pm adj "1.0") or dust or environmental tobacco smoke or second-hand tobacco smoke or second hand tobacco smoke or secondhand tobacco smoke).mp. [mp=title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, protocol supplementary concept, rare disease supplementary concept, unique identifier]
- 5 (ventilat* or humid* or damp* or moist* or air condition* or (climate adj4 control*) or (air adj pollut*) or (air adj qualitat*)).mp. [mp=title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, protocol supplementary concept, rare disease supplementary concept, unique identifier]
- 6 2 or 3 or 4 or 5
- 7 (health* or daly or dalys or disability-adjusted life years or qaly or qalys or quality-adjusted life years or illness or sickness or disease* or symptoms or complaints or respiratory or cardiovascular or sick building or (living adj condi-tions) or allergy or allergic disease* or well-being or performance*).mp. [mp=title, abstract, original title, name of substance word, subject heading word, protocol supplementary concept, rare disease supplementary concept, unique identifier]
- 8 1 and 6 and 7
- 9 limit 8 to up=20111223-20120323

Scopus

((((TITLE(dwelling* OR home OR homes OR hous* OR domestic OR building* OR school* OR daycare OR day-care OR kindergarten* OR creche* OR indoor* OR inside OR in-house))) AND ((TITLE-ABS-KEY(mold OR mould OR allergen* OR fung* OR mite* OR cockroach* OR spores OR bioaerosol* OR volatile-organic-compounds OR voc OR benzene OR formaldehyde OR radon OR (indoor W/3 exposure*) OR indoor-environmental-quality OR indoor-air-quality OR indoor-air-pollution OR particulate-matter OR ambient-particle* OR (ultrafine W/3 partic*) OR (airborne W/3 partic*) OR "pm2.5" OR (pm-2.5) OR pm10 OR pm-10 OR pm-1.0 OR pm1.0 OR dust OR environmental-tobacco-smoke OR secondhand-tobacco-smoke OR second-hand-tobacco-smoke))) AND (TITLE-ABS-KEY(indoor*))))

OR

((((TITLE(dwelling* OR home OR homes OR hous* OR domestic OR building* OR school* OR daycare OR day-care OR kindergarten* OR creche* OR indoor* OR inside OR in-house))) AND ((TITLE((energy W/3 saving*) OR (energy W/3 measure*) OR (energy W/3 efficienc*) OR (energy W/3 conservation) OR (energy W/3 performance) OR (energy W/3 use) OR (energy W/3 cost*) OR thermal OR sustainable-hous* OR renovation* OR insulat* OR remediat* OR ventilat* OR humid* OR damp* OR moist* OR air-condition*))) **AND** (TITLE-ABS-KEY(indoor*)) **AND** (TITLE-ABS-KEY((climate W/4 control*) OR (air W/1 pollut*) OR (air W/2 qualit*) OR health OR illness OR sickness OR allergy OR allergic OR disease* OR symptoms OR complaints OR respiratory OR sick-building OR (living W/1 conditions))))))

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl