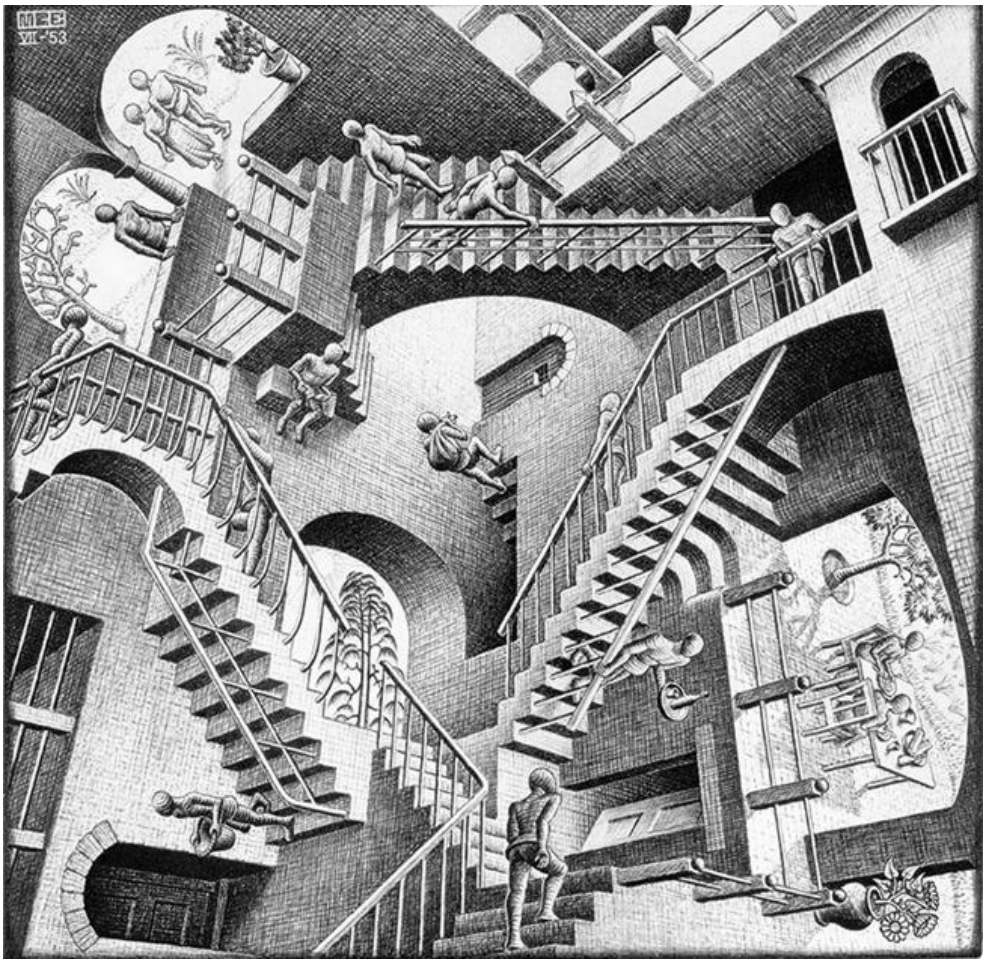
Binnenhuisvervuiling

in de huisartspraktijk



Lise Mispelters

Manama Huisartsgeneeskunde

Academiejaar 2018-2019

K.U. Leuven

Promotor: dr. Gijs Van Pottelbergh

Abstract

Rationale: Gezondheidseffecten van binnenhuisvervuiling vormen een belangrijk nieuw onderzoeksveld. De huisarts kan als eerstelijnscontact in de gezondheidszorg een cruciale rol spelen zowel bij het diagnostiek van mogelijke oorzaken in het binnenhuismilieu, als bij communiceren van gepaste adviezen naar patiënten toe.

Methodiek: Er werd een literatuuronderzoek uitgevoerd om een inventaris op te maken van gekende vervuilers met effecten op gezondheid in het binnenhuismilieu. Daarnaast werd een kleine retrospectieve studie uitgevoerd bij 7 gezinnen van in totaal 24 personen die tussen 2010 en 2018 via onze praktijk een onderzoek naar binnenhuisvervuiling door RCIB lieten uitvoeren.

Resultaten: Uit het literatuuronderzoek dat ik uitvoerde blijkt binnenhuisvervuiling een enorm breed en complex kennisterrein is. Door het beperkt aantal deelnemers konden er geen conclusies getrokken worden uit het retrospectief onderzoek. Klachten van onderste en bovenste luchtwegen, oog- en huidproblemen waren de meest frequent gerapporteerde klachten bij de geïncludeerde patiënten. 29% van de bevraagde populatie vertoonde helemaal geen klachten. Aan alle gezinnen werd, na onderzoek door RCIB, geadviseerd oorzaak van schimmel- of vochtproblemen op te sporen en saneringsmaatregelen toe te passen. In 5 op 7 huishoudens leken bijkomende allergietesten aangewezen. Adequate verluchting en verwarming was een aandachtspunt bij het merendeel van de onderzochte gezinnen.

Conclusie: De huisarts kan een bepalende rol spelen bij het detecteren van binnenhuisverontreiniging. Omdat dit een breed maar belangrijk domein is, moet kennis bij huisartsen rond gezondheidseffecten van binnenhuisvervuiling vergroot worden, en vertaald naar de praktijk met ondersteuning van gespecialiseerde teams. Ten slotte kunnen zowel individuele aanpassingen als politiek beleid op basis van wetenschappelijke evidentie een invloed hebben op het verbeteren van de kwaliteit van het binnenhuismilieu.

Trefwoorden: binnenhuisvervuiling, binnenhuismilieu, luchtkwaliteit, luchtvervuiling, huisartsgeneeskunde

Alfabetische lijst van gebruikte afkortingen

BTEX: benzeen, tolueen, ethylbenzeen, xyleen

CDC: Centers for Disease Control and Prevention

CO: koolstofmonoxide

DALY: Disability Adjusted Life Year

FARES: Fonds des Affections Respiratoires

HEPA: high efficiency particulate air

NO_2: stikstofdioxide

O3: ozon

SO: zwavelmonoxide

SO2: zwaveldioxide

PM: particulate matter, fijn stof

PN: particle number concentration

Ppm: parts per million

RCIB: Regionale Cel voor Interventie bij Binnenhuisvervuiling

SBS: sick building syndrome

WIV: Wetenschappelijk Instituut voor Volksgezondheid

WHO: World Health Organisation

Inhoudstafel

1. Inleiding en doel van het onderzoek p. 6
2. Inventaris van binnenhuisvervuiling op basis van literatuuronderzoek p. 8

2.1. Biologisch p. 8

2.1.1. Allergenen p. 8
2.1.2. Endotoxines p. 8
2.1.3. Vocht en schimmels p. 8
2.1.4. Legionella p. 9

2.2. Chemisch p. 9

2.2.1. Vluchtige organische stoffen p. 9

2.2.1.1. Formaldehyde p. 10
2.2.1.2. Benzeen p. 10

2.2.2. Verbrandingsproducten p. 11

2.2.2.1. Tabaksrook p. 11
2.2.2.2. CO_2 p. 11
2.2.2.3. CO p. 11
2.2.2.4. NO_2 p. 12
2.2.2.5. O_3 p. 12
2.2.2.6. SO_2 p. 12

2.2.3. Carcinogenen p. 13

3.2.3.1. Radon p. 13
3.2.3.2. Asbest p. 13
3.2.3.3. Arseen p. 13

2.2.4. Andere p. 14

2.2.4.1. Lood p. 14
2.2.4.2. Fijn stof p. 14

2.3. Astma en binnenhuisvervuiling p. 15

2.4. Sick Building syndroom p. 17

3. De regionale cel voor interventie bij binnenhuisvervuiling p. 17

4. Casussen uit de eigen praktijk p. 18

4.1. Casus 1 p. 18
4.2. Casus 2 p. 19
4.3. Casus 3 p. 20
4.4. Casus 4 p. 20
4.5. Casus 5 p. 21
4.6. Casus 6 p. 21
4.7. Casus 7 p. 22
4.8. Algemene adviezen p. 22
4.9. Grafische voorstelling en bespreking van gegevens p. 24

5. Praktische adviezen voor huisarts, patiënten en beleidsmakers p. 27

5.1. De rol van de huisarts p. 27
5.2. Adviezen voor patiënten p. 29
5.3. Adviezen voor beleidsmakers p. 30

6. Conclusie p. 32
7. Dankwoord p. 34
8. Referenties p. 35
9. Appendix p. 39

1. Inleiding en doel van het onderzoek

De voorbije decennia is de tijd die mensen binnen doorbrengen significant toegenomen. (Dales et al, 2008). In westerse landen brengen volwassenen ongeveer 90%, en kwetsbare populaties (zoals kinderen, zieken, ouderen) zelfs tot 100 % van de tijd binnen door (Vardoulakis et al, 2015). WHO definieert luchtvervuiling als verontreiniging van binnen- of buitenomgeving door een chemische, fysische of biologische stof die de natuurlijke karakteristieken van de atmosfeer verstoort. Wereldwijd is er een snelle verstedelijkingsgolf met toegenomen vervuiling van de atmosferische lucht tot gevolg (WHO). Verschillende epidemiologische studies bevestigen de connectie tussen luchtvervuiling en nadelige effecten op gezondheid. De laatste jaren is er door de opwarming van de aarde en klimaatverandering veel media-aandacht voor de gevolgen van vervuiling van de atmosferische lucht (Farmer et al, 2014). Sterfte door luchtvervuiling, zowel binnen- al buitenshuis, is volgens WHO meer dan dubbel zo hoog is als initieel gedacht. Van de zeven miljoen sterftegevallen die worden toegeschreven aan luchtverontreiniging, zouden er meer dan 60 % ten gevolge van binnenhuisvervuiling zijn. WHO schat tevens dat binnenhuisluchtvervuiling verantwoordelijk is voor 2.7% verlies in DALY's wereldwijd (Hashim et al, 2014).

De leefomgeving van patiënten maakt deel uit van de sociale determinanten van gezondheid. Marc et al (2018) onderscheiden drie primaire variabelen die de kwaliteit van de binnenhuislucht mee bepalen: enerzijds menselijke activiteiten (zoals koken, roken, schoonmaken …), vervolgens intrinsieke eigenschappen van het gebouw of interieur (constructiematerialen, meubels…) en tot slot de kwaliteit van de omgevingslucht buiten. De duur van blootstelling, de combinatie van stoffen en producten, die zowel cumulatieve als synergistische effecten kunnen veroorzaken en de weg van opname (via inslikken, inhalatie, huidcontact…) spelen allen een rol bij het uiteindelijke effect op gezondheid (RCIB). De veelheid aan variabelen en mogelijke effecten op de gezondheid maakt het bestuderen van mogelijke verbanden tussen binnenhuisluchtvervuiling en gezondheidseffecten een ontzettend complexe aangelegenheid.

De huisarts kan echter als eerstelijnscontact in de gezondheidszorg een cruciale rol spelen bij de eerste vaststelling van symptomen, het denken aan en opsporen van mogelijke oorzaken in het binnenhuismilieu en bij het communiceren van gepaste adviezen naar patiënten toe.

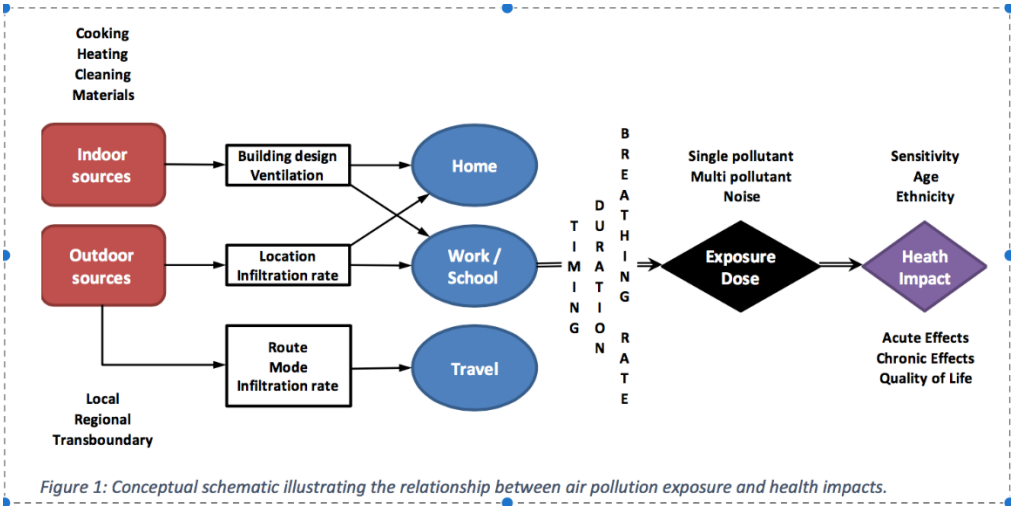


Figure 1: Conceptual schematic illustrating the relationship between air pollution exposure and health impacts.

Via bestaande literatuur over binnenhuisvervuiling wilde ik eerst en vooral een inventaris opmaken van mogelijke vervuilers, hun bronnen en hun gezondheidseffecten die relevant kunnen zijn voor de huisarts. Het overzicht van verschillende 'vervuilers' en gezondheidsproblemen die ik zal bespreken is natuurlijk noch een exhaustieve, noch een definitieve lijst.

Ten tweede wilde ik aan de hand van patiëntendossiers uit onze praktijk, van personen die reeds een huisbezoek door RCIB lieten uitvoeren, zicht krijgen op de meest gerapporteerde gezondheidsklachten, de meest voorkomende vaststellingen bij deze patiënten thuis en de adviezen wat betreft interventies die door RCIB werden gegeven.

Ik stelde als derde doel huisartsen enkele handvaten te geven om hen toe te laten gezondheidsklachten die mogelijk in verband staan met binnenhuisvervuiling te evalueren en te kijken wanneer verder onderzoek aangewezen is. In de tweede plaats wou ik ook algemene richtlijnen naar patiënten toe geven, om hen te helpen bij het bewaren van een gezond binnenhuismilieu. Ten slotte bespreek ik ook enkele adviezen op beleidsniveau die volksgezondheid ten goede kunnen komen.

2. Inventaris op basis van literatuuronderzoek

2.1. Biologisch

2.1.1. Allergenen

De meest courant voorkomende allergenen in het binnenmilieu zijn afkomstig van huisstofmijt, fungi en (huis)dieren (vooral vachtdieren, maar ook sommige vogels, kakkerlakken…). Blootstelling aan allergenen kan symptomen veroorzaken bij gesensitiseerde personen, maar het is niet duidelijk welk effect allergenen hebben bij niet-gesensitiseerde personen (Dales et al, 2008). Blootstelling aan huisstofmijtallergenen speelt een fundamentele rol bij sensitisatie en ontwikkeling van atopie (Carazo Fernández et al, 2013). In een stedelijke setting zijn muisallergenen relevanter dan kakkerlakallergenen bij de morbiditeit door astma (Sheehan et al, 2015). Pollen in de binnenhuislucht zijn meestal afkomstig van buiten, en concentraties zijn meestal laag, maar deze kunnen bij gebrekkige ventilatie oplopen. Er zouden interacties kunnen optreden tussen andere binnenhuisvervuilers en pollen, die zo allergieën in de hand kunnen werken (Carazo Fernández et al, 2013).

2.1.2. Endotoxines

Endotoxines zijn componenten van het buitenste membraan van gramnegatieve bacteriën (Dales et al, 2008). Deze endotoxines kunnen een individuele immunologische respons kunnen uitlokken afhankelijk van duur van blootstelling, leeftijd van het individu en genetische predispositie. Endotoxineniveaus zijn typisch hoger in lente en zomer en dalen in de wintermaanden (Carazo Fernández et al, 2013). Endotoxineblootstelling wordt geassocieerd met astma, maar in een vroege fase van het leven zou het daarentegen een beschermend effect hebben (Dales et al, 2008). Chronische blootstelling kan koorts, hoofdpijn, keelirritatie, hoest, wheezing en thoracale beklemming veroorzaken (Carazo Fernández et al, 2013).

2.1.3. Vocht en schimmels

Vocht- en schimmelproblemen in gebouwen komen frequent voor, met schattingen die liggen tussen 18 en 50 %. Veel studies hebben in verschillende geografische regio's hebben consistente associaties teruggevonden tussen vocht en schimmel en respiratoire effecten bij zowel kinderen als volwassenen. Bij duidelijke schimmel- en vochtproblemen is er een positieve correlatie met voorkomen van allergieën en respiratoire klachten (astma-opstoten en -exacerbaties, dyspnoe, wheezing, hoest…). Er wordt echter geen causaal verband aangetoond voor blootstelling aan specifieke microbiële soorten, noch kunnen dosisafhankelijke relaties bij hogere blootstelling bevestigd worden (Mendell et al, 2011).

Als aanwezigheid van Penicillinum en Aspergillus gedetecteerd wordt, de meest voorkomende fungi binnenshuis, wordt dit beschouwd als een goede merker voor de totale blootstelling aan schimmels (Patelarou et al, 2015). Fungi hebben via verschillende mechanismen een effect op de gezondheid: immunologisch of allergisch, via infectieuze weg en door irriterende effecten van VOS (mycotoxines) die tijdens schimmelgroei en -ontwikkeling geproduceerd worden. Blootstelling aan fungi zou cytotoxische en immunosuppressieve inflammatoire responsen in het lichaam kunnen genereren (Carazo Fernández et al, 2013).

In 2004 vond het Institute of Medicine's Committee on Damp Indoor Spaces and Health evidentie voor een duidelijke associatie tussen 'vochtige' gebouwen en persistente respiratoire symptomen (zoals hoest, wheezing, astma) bij personen met een voorafgaande allergische sensitisatie aan fungi. Een gebouw wordt 'vochtig' genoemd wanneer er ofwel zichtbare waterschade, zichtbare schimmels óf geuren van microbiële groei aanwezig zijn (Chew et al, 2016). Vochtigheid op zich kan geassocieerd zijn met aanwezigheid van meer schimmel, maar ook met hogere concentraties van huisstofmijt of endotoxines, of minder ventilatie (Dales et al, 2008). Kanchongkittiphon en Mendell (2015) voerden een grote review uit en vonden voldoende evidentie om te besluiten dat zowel vocht als zogenaamde 'vochtgerelateerde' factoren, zoals verhoogde huisstofmijt- en fungi-allergenen, de oorzaak van opstoten van astma kan vormen bij kinderen. Bij volwassenen werd enkel een associatief verband gevonden.

2.1.4. Legionella

In 1976 werden de eerste gevallen van 'Legionella', een ernstige vorm van longontsteking, vastgesteld, met als oorzaak de defecte klimaatregelinstallatie van een hotel. Vooral personen met lagere weerstand lopen het risico besmet te raken eens in contact met de Legionella-bacterie. De bacterie kan in laag aantal aanwezig zijn in water, maar de hoeveelheid kan exponentieel toenemen bij stilstaand water aan een voldoende hoge temperatuur. De voorkeurslocaties van de bacterie, die ook een biofilm kan vormen, zijn daarom niet verwonderlijk luchtbevochtigingssystemen, waterontharding ssystemen, boilers, douches, warmwatersproeiers, hogedrukreinigers, wervelbaden… Besmetting treedt op via inademing van nevels of aerosol die de bacterie bevat. Voorkomen van Legionella kan door leidingen aan te leggen in koele ruimten, geen warmtebronnen in ruimten met waterleidingen te plaatsen, en voldoende circulatie te voorzien van water in warme ruimten (Hoet, 2018).

2.2. Chemisch

2.2.1. Vluchtige organische stoffen

VOS kunnen gedefinieerd worden als 'koolstofbevattende bestanddelen die deelnemen aan atmosferische fotochemische reacties' (Dales et al, 2008). Dit wil zeggen dat ze als dampen kunnen vrijkomen van verschillende gebruiksproducten. Onder de VOS vallen onder andere BTEX, aldehyden, terpenen, organische zuren, gechlorineerde hydrocarbons, gehalogeniseerde organische bestanddelen… (Smielowska et al, 2017)

Ze worden voornamelijk teruggevonden in nieuwbouwwoningen, na recente verbouwingen of bij aanwezigheid van nieuwe meubelen (RCIB). Belangrijke bronnen van VOS zijn onder andere sigarettenrook, kleren die uit de droogkuis komen, luchtverfrissers, benzinedampen, bouwmaterialen (bv. gipsplaten, vernis, verf, lijm, poetsproducten, biociden…). Concentraties liggen hoger binnen dan buiten, nemen toe in de winter in vergelijking met 's zomers, en kunnen mits goede ventilatie of airconditioning verminderd worden (Dales et al, 2008).

VOS kunnen rechtstreekse irritatie van de mucosa geven, inflammatie en obstructie t.h.v. luchtwegen, en veroorzaken oxidatieve stress. Ze kunnen ook sensitisatiemechanismen bevorderen door een synergistisch effect met allergenen (Carazo Fernández et al, 2013). Ook klachten als hoofdpijn en duizeligheid kunnen optreden ten gevolge van blootstelling aan VOS. Van sommige

VOS, zoals benzeen en formaldehyde, werd bewezen dat ze carcinogeen zijn. Bij een gebrek aan ventilatie, bv. in energiezuinige woningen, kunnen VOS binnenshuis opstapelen (Vardoulakis et al, 2015).

Ondanks uitgebreid onderzoek zijn er geen maximaal aanvaardbare concentraties afgebakend voor de meeste schadelijke chemische stoffen in binnenhuislucht, terwijl dit voor de atmosferische lucht vaak wel het geval is. Dit komt vooral door een gebrek aan betrouwbare analyses van binnenhuisconcentraties, door de diversiteit aan chemische bestanddelen en door grote variabiliteit in concentraties aan deze stoffen (Marc et al, 2018). Er is ook een gebrek aan goede universele protocollen voor het nemen van stalen (Vardoulakis et al, 2015).

2.2.1.1. Formaldehyde

Formaldehyde is een veelvoorkomende molecule en wordt voornamelijk teruggevonden in bouwmaterialen zoals spaanplaat, houtvezelplaat, geperst hout, muur- en vloerbekleding, tabaksrook, cosmetica en huishoudproducten, isolatiemateriaal, bepaalde soorten van lijmen, verven, vernis en harsen (Nielsen et al, 2017; RCIB) De formaldehyde concentratie binnenshuis is omgekeerd evenredig met het niveau van verluchting (Dales et al, 2008).

Mogelijke klachten veroorzaakt door formaldehyde omvatten oog- en huidirritatie, irritatie van mucosa en luchtwegen, niezen. Bij blootstelling op lange termijn is er een verhoogd risico op astma met hoesten en dyspnoe (Hoet, 2018). De Blay (2002) schrijft dat astmatische patiënten die blootgesteld worden aan hogere concentraties van formaldehyde in de omgeving ernstiger astmaklachten ontwikkelen. Verhoogde formaldehydeconcentraties kunnen tevens vermoeidheid, migraine, misselijkheid en duizeligheid geven (RCIB). Formaldehyde is opgenomen in de lijst van humane carcinogenen (Carazo Fernández et al, 2013).

Maatregelen om de blootstelling aan formaldehyde te beperken zijn vanzelfsprekend een beperkt gebruik van voornoemde producten die formaldehyde bevatten. Daarnaast kan men regelmatig verluchten of oppervlakten bedekken met een waterdicht vernis, wat het vrijkomen van formaldehyde tegengaat. Roken in huis wordt absoluut afgeraden. Temperatuur en luchtvochtigheid worden best stabiel, zonder hoge of lage extremen, gehouden. (RCIB)

Er zijn geen duidelijke richtlijnen rond concentratienormen omdat blootstelling aan formaldehyde vaak in pieken gebeurt en er geen duidelijke concentratie-afhankelijk effect zou zijn van blootstelling aan formaldehyde (Nielsen et al, 2013).

2.2.1.2. Benzeen

Benzeen is afkomstig van bepaalde onderhoudsproducten, verven, harsen, luchtverfrissers en pesticiden, of als bijproduct van verbrandingsprocessen. Ook bepaalde bouwmaterialen en meubelmaterialen kunnen benzeen bevatten. Het grootste deel van de bevolking wordt blootgesteld aan benzeen via dampen van gemotoriseerde voertuigen, tankstations en tabaksrook.

Benzeen is, evenals formaldehyde, geclassificeerd als carcinogeen dat hematologische maligniteiten kan veroorzaken. Benzeen kan acute en chronische effecten hebben op het centraal zenuwstelsel en het reproductief stelsel, het immuunsysteem en het ademhalingsstelsel (Falzone et al, 2016). Voor

benzeen is er een Europese norm voor de maximale concentraties binnenshuis die vastgelegd is op 5µg/m^3. (RCIB)

2.2.2. Verbrandingsproducten

Kwaliteit van de binnenhuislucht wordt onmiskenbaar voor een groot deel bepaald door de kwaliteit van de omgevende buitenlucht. Majeure vervuilers (O_3, CO, NO_2, SO_2, lood en PM) zijn voornamelijk bijproducten van verkeersuitstoot, industriële processen, energiecentrales en zogenaamde 'zwarte rook'(Farmer et al, 2014). Blootstelling aan uitstoot van deze gassen wordt gelinkt aan een hoger risico op astma bij kinderen en verhoogd risico op longkanker (Dales et al, 2008).

2.2.2.1. Tabaksrook

Er zijn drie manieren of 'niveaus' waarop personen aan tabaksrook of bijproducten van roken blootgesteld kunnen worden. De persoon die zelf rookt, en schadelijke stoffen rechtstreeks inhaleert, komt in contact met zogenaamde 'first hand smoke'. Onder 'second hand smoking' daarentegen wordt verstaan het passief meeroken door personen in de omgeving van (een) roker(s). Het gaat dan om de uitgeademde rook en andere stoffen die vrijkomen in de omgeving bij het roken, die opnieuw geïnhaleerd worden. Wetenschappelijke literatuur heeft reeds uitgebreid aangetoond dat zowel actief als passief roken nefaste effecten heeft op gezondheid, er is een duidelijk causaal verband met cardiovasculaire en respiratoire aandoeningen, longkanker en verstoorde ontwikkeling bij kinderen (Barnoya et al, 2012). Tabak veroorzaakt wereldwijd jaarlijks 6 miljoen overlijdens, waarvan 600000 gevallen ten gevolge van louter passief roken (Bertollini et al, 2016).

Wereldwijd worden 33% van de niet-rokende mannen, 35% van de niet -rokende vrouwen en 40% van de kinderen regelmatig blootgesteld aan 'second hand smoke' (Fischer et al, 2016). Passief roken geeft een 20 tot 30 % verhoogde kans op longkanker, en 25 tot 30% verhoogd risico op een ischemische hartaandoening. Bij kinderen is er een verhoogde kans op hoesten en wheezing, en opname in ziekenhuis voor respiratoire aandoeningen en plotse dood. Bij kinderen wordt eveneens een tragere longontwikkeling gezien (Dales et al, 2008).

Van 'third hand smoking' is sprake wanneer er contact is met overblijvende schadelijke stoffen die achterblijven op oppervlakten nadat de eigenlijke rook verdwenen is. Er is meer en meer evidentie voor dat deze residu's via de huid kunnen opgenomen worden en ook dit een invloed heeft op gezondheid (Jacob et al, 2017).

Sinds de invoering van het rookverbod in publieke ruimten, is er overtuigende evidentie voor een positief effect op de algemene gezondheid (Barnoya et al, 2012).

2.2.2.2. CO_2

Koolstofdioxide is een kleur- en geurloos gas dat natuurlijk voorkomt in de atmosferische lucht als product van cellulaire ademhaling, maar ook een bijproduct is van verbranding van fossiele brandstoffen. CO_2 wordt beschouwd als een goede indicator voor luchtverdichting en dus een gebrek aan ventilatie binnenshuis. Normale concentraties liggen rond 380 ppm, en in lage concentraties is het onschuldig, maar in stedelijke omgevingen is er vaak een verhoogde CO_2-concentratie rond 500 ppm. Experimentele studies hebben aangetoond dat korte blootstellingen aan concentraties boven 1000 ppm cognitieve processen zoals besluitvaardigheid en probleemoplossend vermogen

aantasten. Kinderen vertonen bij deze concentraties ook respiratoire symptomen, maar andere stoffen binnenshuis kunnen hiervoor medeverantwoordelijk zijn. Ook aan lagere concentraties (500-1000 ppm) kunnen reeds fysiologische veranderingen gemeten worden, zoals een verhoogde bloeddruk en hartritme. Respiratoire acidose (met symptomen van hoofdpijn, verwardheid, angst en stupor) treedt pas op aan concentraties boven 10000 ppm, en bij extreem concentraties kan dyspnoe en bewustzijnsverlies intreden. (Azuma et al, 2018)

Hoewel CO_2 aan lage concentraties dus relatief ongevaarlijk is, is er evidentie voor concentratie-afhankelijke gezondheidseffecten. In een context van stijgende atmosferische CO_2 door menselijke activiteit, is het dus belangrijk antropogene bronnen te beperken.

2.2.2.3. CO

CO is een kleur- en geurloos gas dat vrijkomt bij onvolledige verbranding van koolstofverbindingen. De helft van alle woningen wereldwijd en tot 90% in rurale gebieden gebruiken biomassa als voornaamste energiebron (Carazo Fernández et al, 2013). Bij afwezigheid van CO-bronnen binnenshuis is de concentratie normaal gezien laag (Vardoulakis et al, 2015). Er worden hogere concentraties van CO aangetroffen in woningen waar de garage direct aangesloten is aan het woongedeelte. Ook de aanwezigheid van een gasoven, verbrandingsketel of open haard, en sigarettenrook doet de concentratie toenemen (Dales et al, 2008).

Bij hogere concentraties kan door preferentiële binding van CO aan hemoglobine het zuurstoftransport in het lichaam verhinderd worden (Carazo Fernández et al, 2013). Dit kan snel leiden tot CO-vergiftiging met de dood tot gevolg. Men moet klinisch bedacht zijn op verhoogde CO-concentraties bij acute symptomen van hoofdpijn duizeligheid, misselijkheid, kortademigheid of bewustzijnsverlies, vooral in aanwezigheid van bovenstaande risicofactoren. Chronische CO-blootstelling kan subklinische verschijnselen zoals chronische vermoeidheid, duizeligheid, vertigo, paresthesieën, polycythemie…geven (Rose et al, 2017).

Belangrijke preventiemaatregelen bestaan uit adequate luchtverversing en een correct onderhoud van gebouw en toestellen. (RCIB)

2.2.2.4. NO_2

NO_2 komt voornamelijk vrij bij verbranding van fossiele brandstoffen. Binnenshuis is het afkomstig van gas- of olieketels, of kachels. Het kan eveneens door luchtverplaatsingen van bronnen afkomstig van buiten naar binnen gaan. (Dales et al, 2008)

Het is een toxisch gas dat belangrijke inflammatie van de luchtwegen kan veroorzaken. (WHO) Zowel Katchongkittiphon en Mendell (2015) en Matsui (2014) beschrijven hoe NO_2 na kortdurende maar hoge blootstelling astmasymptomen kan verergeren. Aan lagere concentratie is er geen duidelijkheid of het al dan niet luchtwegproblemen veroorzaakt. (Dales et al, 2008)

2.2.2.5. O_3

Ozon wordt gevormd door de fotochemische reactie van zonlicht met stikstofoxiden en VOS afkomstig van transport- en industrie-uitstoot en oplosmiddelen (WHO). De belangrijkste bron van ozon binnenshuis is via infiltratie van buitenlucht. Andere bronnen kunnen printers,

fotokopieerapparaten en elektronische toestellen zijn. Bij hittegolven worden hogere ozonconcentraties geobserveerd op plaatsen die windafwaarts van meer vervuilde streken liggen (Vardoulakis et al, 2015). Ozon neemt deel aan reacties met verschillende organische bestanddelen, met vorming van secundaire vervuilers, die schadelijker kunnen zijn dan de primaire vervuilers (Mariusz et al, 2018). Het kan onder andere in reactie treden met linalool, limoneen en formaldehyde en zo ultrafijne partikels vormen (Peder Wolkoff et al, 2017).

Indien ozon in excessieve mate aanwezig is in de buitenlucht kan het ademhalingsproblemen veroorzaken, astmasymptomen uitlokken, longfunctie reduceren en longaandoeningen veroorzaken (WHO). Blootstelling aan ozon kan eveneens sensitisatie aan allergenen in de lucht doen toenemen bij voorbeschikte personen (Vardoulakis et al, 2015).

2.2.2.6. SO_2

Zwaveldioxide is een kleurloos gas met een sterke geur, geproduceerd bij het verbranden van fossiele brandstoffen (bv. voor verwarming, motorvoertuigen).

SO_2 kan een effect hebben op het respiratoir systeem (hoesten, verergering van astma en chronische bronchitis en respiratoire infecties) en oogirritatie veroorzaken. Er zijn meer ziekenhuisopnames wegens hartziekten en mortaliteit neemt toe op dagen met hogere SO_2-metingen. (WHO)

2.2.3. Carcinogenen

De laatste decennia is er in hoge-inkomenslanden een daling in nieuwe kankerdiagnoses die toe te schrijven zijn aan carcinogenen in de omgeving. In lage-inkomenslanden is er echter een stijgende trend door de toename van industrialisering. (Hashim et al 1996)

2.2.3.1. Radon

Radon wordt vrijgesteld bij de natuurlijke afbraak uranium in de bodem en kan dan binnendringen via de fundering van huizen (Dales et al, 2008). Radonblootstelling gebeurt vooral via inademing met op die manier bestraling van longweefsel. Radon vormt de belangrijkste bron van blootstelling aan straling en is een gekend humaan carcinogeen. Er is geen veilig niveau vastgesteld, maar algemeen advies luidt dat concentraties hoger dan 100 Bq/m3 problematisch zijn. Het agentschap voor nucleaire controle waarschuwde in 2014 dat verschillende bouwmaterialen (baksteen, cement, natuursteen en gipsplaten met fosfor) allen langzaam radon kunnen vrijzetten. Vooral lage energiewoningen, die bijna hermetisch afgesloten zijn, vormen een risico (Hoet, 2018).

Radon verhoogt significant het risico op longkanker, in een lineaire dosisafhankelijke relatie, en vormt daarmee de 2^{e} grootste oorzaak van longkanker, na tabaksrook (Schmid et al, 2010).

De ontwikkeling van longkanker kent een typische latentietijd van 5 tot 25 jaar na de verhoogde blootstelling (Dales et al, 2008). Ventilatie is de meest efficiënte manier om radon uit de lucht binnenshuis te verwijderen (Vardoulakis et al, 2015).

2.2.3.2. Asbest

Asbest wordt vooral teruggevonden in bouwmaterialen (o.a. tegels, isolatiemateriaal…) (Dales et al, 2008). Hoewel WHO het gebruik van asbest afraadt, kan het in oude gebouwen nog aanwezig zijn, en kan het bij afbraak, degradatie of renovatie van gebouwen alsnog vrijkomen. Arbeiders die deelnemen aan deze werken lopen het hoogste risico (Carazo Fernández et al, 2013).

Het is namelijk alleen carcinogeen in poeder- of schilfervorm (Stelljes, 2013) en blootstelling geeft een verhoogd risico op longkanker, mesothelioom en longfibrose. (Dales et al, 2008)

Asbest is sinds 1973 erkend als humaan carcinogeen. Sindsdien werd 55 landen het gebruik van asbest in al zijn vormen geband, maar in andere landen ontbreekt vaak adequate wetgeving. Dit leidt tot regionale verschillen wat betreft voorkomen van mesothelioom (Hashim et al, 2014).

2.2.3.3. Arseen

Arseen wordt als natuurlijk element teruggevonden in rotsformaties, maar ook in artificiële bronnen zoals pesticiden (Stelljes). Blootstelling kan gebeuren via waterconsumptie (bv. in Bangladesh natuurlijk hoge concentraties) maar ook via voeding (vooral rijst, fruit, groenten, vlees en vis). Professionele blootstelling gebeurt voornamelijk via gebruik van pesticiden, bij mijnbouw en industriële processen.

Symptomen van arseenintoxicatie kunnen onder andere zijn: een metaalsmaak in de mond, huidpigmentatieveranderingen, palmaire en plantaire hyperkeratose, gastro-intestinale symptomen, anemie en portaalhypertensie. Carcinogenese gerelateerd aan arseen heeft een latentieperiode van 30 tot 50 jaar (Hashim et al, 2014) en kan dan long- en huidkanker geven (Stelljes).

2.2.4. Andere

2.2.4.1. Lood

Lood komt als natuurlijk element voor in water, lucht, bodem en als spoorelement in het menselijk lichaam. Lood is sinds de oudheid gekend als humaan neurotoxine wanneer het in hogere concentraties wordt opgenomen via inhalatie, ingestie of transdermaal. Het komt voor in verschillende producten zoals (auto)batterijen, plastic, oude loodverven, speelgoed, make-up…(Olympio et al, 2009) Ook industrie in de buurt en metalen recipiënten kunnen loodvervuiling geven (RCIB). Leidingwater kan hogere loodconcentraties bevatten door natuurlijke afzettingen of door waterdistributiesystemen.

Momenteel wordt door CDC aangenomen dat de veilige concentratie in het veneuze bloed op maximaal 10 µg/dl ligt, wat een verlaging met factor 6 betekent sinds de jaren ’60 (Olympio et al, 2009). De laatste jaren is loodblootstelling drastisch gedaald in de meeste ontwikkelde landen, maar recent onderzoek toont aan dat effecten op neurologische en gedragsontwikkeling reeds kunnen optreden bij concentraties lager dan 50 µg/dl (Etchevers et al, 2015). Lood kan in verhoogde concentraties lever, bloed en testikels aantasten, encefalopathie en nefropathie veroorzaken, en heeft onder andere effecten op aandachts- en geheugenfuncties, IQ en sociaal gedrag. Kinderen zijn gevoeliger dan volwassenen om schadelijke gezondheidseffecten te ondervinden. WHO pleit dan ook voor blijvend onderzoek naar mogelijke ‘stille’ bronnen van loodvervuiling (Olympio et al, 2009) (cfr. bijlage 2).

RCIB raadt aan oude verflagen af te dekken en niet zelf te verwijderen, handen en lichaam van kinderen goed te wassen, vloeren schoon te maken, loden buizen te vervangen en waterkraan 's ochtends even te laten lopen voor gebruik.

2.2.4.2. Fijn stof

Fijne stofdeeltjes oftewel 'particulate matter' (PM_{10} en $PM_{2.5}$), zijn een complex chemisch mengsel van vaste en vloeibare partikels van organische en anorganische origine (sulfaten, nitraten, ammonium, anorganische ionen, metalen…) en zijn een veelgebruikte indicator voor de algemene luchtverontreiniging. (Hashim et al, 2014).

PM binnenshuis zijn voornamelijk afkomstig van PM in de atmosferische lucht buiten (o.a. transport, bouw en industrie), maar ook van verbrandingsprocessen binnen (houtverbranding, koken, tabaksrook). PM kunnen ook van biologische aard zijn, namelijk stofpartikels die zich afzetten of secundaire partikels door chemische reacties die binnenshuis plaatsvinden. Filtratie en ventilatie kunnen de concentratie aan stofdeeltjes doen dalen (Vardoulakis et al, 2015).

PM_{10} (deeltjes met diameter van 10 micron of minder) kunnen reeds diep doordringen in longweefsel, maar vooral de $PM_{2.5}$ (deeltjes met diameter van 2.5 micron of minder) hebben een schadelijk effect op de gezondheid. Zij kunnen de longbarrière doorbreken en zo in de bloedcirculatie terechtkomen. Chronische blootstelling aan $PM_{2.5}$ verhoogt het risico op cardiovasculaire aandoeningen en respiratoire ziekten en longkanker. (WHO) Vooral de metaalcomponenten in PM worden verondersteld inflammatoire processen te genereren die mutaties en veranderde genexpressie tot gevolg kunnen hebben, en dus een verhoogd risico op kankerontwikkeling geven (Hashim et al, 2014).

De laatste tijd is er ook toegenomen aandacht voor ultrafijne partikels, die worden gedefinieerd als deeltjes met een diameter kleiner dan 0.1 µm, en die ook geassocieerd worden met nefaste effecten voor de gezondheid (Caplin et al, 2019).

2.3. Astma en binnenhuisvervuiling

Dit thema verdient afzonderlijk aandacht te krijgen, gezien het een uitgebreid onderzoeksveld vormt en er uitgebreide evidentie bestaat voor het belang van omgevingsfactoren zoals luchtverontreiniging bij ontstaan en behandeling van de ziekte.

Astma is een van de meest voorkomende ziekten bij jonge kinderen met een stijgende prevalentie en belangrijke morbiditeit (Patelarou et al, 2015). Een web van factoren zoals therapietrouw, intrinsieke factoren en omgeving kan aan de basis liggen voor een slechte astmacontrole (Sheehan et al, 2015). Verschillende studies tonen aan dat binnenhuisallergenen en binnenhuisvervuiling in het algemeen een belangrijke risicofactor vormen voor zowel pathogenese als de totale morbiditeit van astma (Matsui et al, 2016; Kanchongkittiphon et al, 2015; Sheehan et al, 2016). In de zogenaamde 'Inner City Asthma Study' door Morgan et al (2004), werd bewezen hoe omgevingscontrole een kosteneffectieve en haalbare interventie is om op in te zetten bij de controle van astmasymptomen.

Tijdelijke pieken in vervuiling van buitenlucht worden geassocieerd met verhoogde astmamorbiditeit en gedaalde astmacontrole in binnensteden. Deze externe vervuilers dringen door in de binnenhuislucht, en blijven daar dan vaak hangen in hogere concentratie dan buiten, met ook hogere concentraties in stedelijke woningen dan op het platteland (Sheehan et al, 2015). Tegelijkertijd wordt ook duidelijk dat de concentraties aan andere vervuilers binnenshuis groter zijn in steden en ook onafhankelijk geassocieerd met astmasymptomen bij kinderen (Matsui, 2014).

Armoede is een gekende kritische factor voor de vatbaarheid voor astma gerelateerd aan vervuiling (Caplin et al, 2019). Northridge (2010) kon een verband aantonen tussen het voorkomen van astma bij kinderen en het wonen in een sociale woning, vermoedelijk wegens de slechtere staat waarin deze woningen verkeerden, met onder andere meer vochtlekken en aanwezigheid van ongedierte. Ook energiezuinige woningen die minder spontane ventilatie toelaten kunnen oorzaak zijn van verhoogde astmasymptomen (Sheehan et al, 2015).

Bij kinderen die gesensitiseerd zijn en blootgesteld worden aan allergenen (zoals dierenvachten, ongedierte, huisstofmijt) is er klinisch een slechtere astmacontrole. Bronverwijdering van allergenen in huis vormt dus een belangrijke deel bij behandeling van astma (Matsui et al, 2016). Meer dan 80 % van de schoolgaande kinderen is gesensitiseerd aan ten minste één binnenhuisallergeen (Sheehan et al, 2016).

Studies hebben aangetoond dat meer dan 50% van kinderen in stedelijke omgevingen blootgesteld worden aan tabaksrook in de omgeving. Tabaksrookblootstelling of passief roken leidt tot verhoogde astmasymptomen en slechtere respons op inhalatiecorticoïden (Sheehan et al, 2015). Dit is onafhankelijk van al dan niet aanwezige allergische sensitisatie (Matsui et al, 2016). Het wordt ook gerelateerd aan verhoogde frequentie van nachtelijke symptomen. In Schotland kon aangetoond worden dat na het verbod op roken in publieke ruimtes het hospitalisaties in kader van astma bij kinderen significant daalde (Sheehan et al, 2015).

Zowel blootstelling aan schimmels, zichtbare schimmelvlekken en schimmelgeuren in huis worden geassocieerd, zowel met het ontstaan van astma als met astma-exacerbaties bij kinderen, met voldoende evidentie voor een causale relatie. Bij volwassenen kan deze causale relatie echter niet bevestigd worden (Caillaud et al, 2018). Studies kunnen geen significante associatie aantonen tussen kwantitatieve bepalingen van bepaalde soorten schimmels en voorkomen van astma. Er is toenemende evidentie dat microbiële diversiteit belangrijker is dan de concentratie van één van de componenten. De zogenaamde 'hygiëne-hypothese' (*deze hypothese stelt dat door de betere hygiëne en de eliminatie van kinderziekten het menselijk afweersysteem niet leert normaal te reageren op onschuldige prikkels, nvdr*) legt uit waarom er een veel lagere prevalentie van allergieën geconstateerd wordt bij kinderen die op traditionele boerderijen leven en er zelfs een inverse correlatie tussen blootstelling aan schimmels en astma-ontwikkeling bestaat (Caillaud et al, 2018).

Patelarou et al (2015) voerden een review uit om bestaande epidemiologische evidentie te onderzoeken wat betreft de relatie tussen kwantitatieve schattingen van binnenhuisvervuiling en respiratoire morbiditeit bij kinderen. Ze vonden voldoende evidentie voor een associatie tussen endotoxineblootstelling en astma-ontwikkeling. Voor de meest voorkomende fungi (Penicillinum, Aspergillus) was er een suggestieve correlatie. Andere specifieke vervuilers (zoals NO_2 en PM) werden volgens hetzelfde onderzoek niet erkend als aparte significante risicofactoren voor astmaontwikkeling. Een verlaging van concentratie van beide zou echter wel een verbetering van

astmasymptomen kunnen bewerkstelligen. Er werd echter geen evidentie gevonden voor een verband tussen blootstelling aan huisdierallergenen en respiratoire effecten op kinderleeftijd.

2.4. Sick building syndroom

Het SBS wordt gedefinieerd als 'een syndroom van niet-specifieke malaise, waarvan het ontstaan wordt toegeschreven aan moderne kantoorgebouwen', of nog: 'een verzameling van uiteenlopende symptomen die personeel in verschillende mate en ernst kan ervaren terwijl zij aan het werk zijn in bepaalde gebouwen' (Crawford et al, 1996).

Gelijkaardige symptomen kunnen ook gerapporteerd worden in andere omgevingen zoals ziekenhuizen, scholen, rusthuizen of woningen. SBS omvat uiteenlopende klachten zoals irritatie ter hoogte van ogen, neus, keel, huid, en algemene symptomen zoals vermoeidheid, hoofdpijn en lethargie. Deze symptomen (behalve de huidsymptomen) verdwijnen typisch binnen enkele uren na het verlaten van het desbetreffende gebouw (Burge et al, 2004).

Onderzoek naar de mogelijke oorzaken van SBS toont aan dat er geen objectieve klinische of biologische afwijkingen kunnen vastgesteld worden in de desbetreffende gebouwen. Symptomen worden door patiënten zelf vaak toegeschreven aan 'droge' lucht, 'gebrek aan verse lucht', 'geen temperatuurcontrole', 'fluorescerend licht'. Ook voor deze parameters konden bij onderzoek echter geen afwijkingen gevonden worden in de betreffende gebouwen. Uit onderzoek blijkt dat populatie die dergelijke klachten beschrijft voornamelijk vrouwelijke patiënten betreft, met een lage plaats in de hiërarchie, die computerwerk verrichten, en blootgesteld worden aan stof of tabaksrook. Ze bevinden zich vaak in moeilijke en stresserende werkomstandigheden, die niet noodzakelijk oorzaak maar wel vaak triggers zijn van de ervaren gezondheidsklachten. Karakteristieke eigenschappen van gebouwen, zoals een hogere temperatuur dan normaal, weinig ventilatie of aanwezigheid van airconditioningssystemen, automatische controle van licht en temperatuur (dus minder persoonlijke controle hierover), gebrekkig onderhoud of onvoldoende schoonmaak, waterschade en schimmel kunnen allen het voorkomen van SBS verhogen (Hoet, 2018).

Als besluit kan gesteld worden dat symptomen van personen die symptomen beschrijven die binnen SBS gekaderd kunnen worden, deze zeker serieus genomen moeten worden. Er is echter geen reden om uitgebreide metingen van toxische stoffen in de omgevingslucht of uitgebreid labo-onderzoek bij deze personen te verrichten. Bij anamnese kan gevraagd worden naar andere personen in omgeving die zelfde klachten beschrijven en zelfde (deel van het) gebouw gebruiken. Andere factoren die kunnen bijdragen aan klachtenpresentatie moeten steeds geïdentificeerd worden. (Hoet, 2018)

3. De regionale cel voor interventie bij binnenhuisvervuiling

In februari 2000 startte Leefmilieu Brussel samen met het WIV en FARES een regionale cel voor interventie bij binnenhuisvervuiling voor inwoners van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. Deze cel heeft als doel vervuiling in woningen op te sporen die mogelijk aan de bron liggen van bepaalde gezondheidsproblemen, als aanvulling op de medische diagnose. Een arts die vermoedt dat een gezondheidsprobleem verband houdt met vervuiling in de woning van de patiënt, kan een interventie van de 'Groene Ambulance' aanvragen. Een team van analisten en een sociaal verpleegster komen aan huis, nemen chemische en biologische monsters en vullen een uitgebreide vragenlijst in over de levenswijze en omgeving van de bewoner(s).

Deze individuele vragenlijst omvat enerzijds een bevraging van persoonsgegevens onder andere dagelijkse activiteiten en beroep, eventueel risicoberoep, usus, medische klachten en systeemanamnese, medische voorgeschiedenis, evolutie van symptomen in tijd en ruimte, reeds ingestelde behandeling(en), allergieën, gegevens van inwonende familieleden. Ook woonomstandigheden worden nagegaan: om wat voor woning het gaat, het bouwjaar en gebruikte bouwmaterialen, uitgevoerde renovaties, de buurt waarin het gebouw gevestigd is, of er een garage of parking nabij is, aanwezigheid van (huis)dieren of plagen, welke huishoudproducten luchtverfrissers en geuren gebruikt worden, het type verwarmingssysteem, welke verluchtings- of ventilatiesystemen aanwezig zijn, aanwezige kamerplanten, maar ook een inventaris van het soort meubels, gordijnen, pluche, matras, vloerbekleding, wandbekleding, eventuele waterschade…

Het standaard technisch onderzoek dat wordt uitgevoerd bestaat uit een chemisch luik met kwantitatieve bepalingen van bepaalde schadelijke stoffen (o.a. VOS, formaldehyde, pesticiden…), meting van fysische parameters zoals temperatuur en vochtigheid en microbiologische metingen (schimmels en allergenen).

Op basis van de resultaten van de analyse die hierop volgt, en bijkomende commentaren van de verwijzende arts, formuleert RCIB enkele adviezen voor de bewoner. Als de woonsituatie zorgwekkend is, kan de sociaal verpleegster ook de hulp inroepen van andere bevoegde instanties (bv. OCMW, gemeentediensten, Gewestelijke Wooninspectiedienst…) om bijkomende maatregelen te treffen (RCIB).

4. Casussen uit de eigen praktijk

In totaal werden 7 casussen weerhouden die in de periode tussen 2010 en 2018 via onze praktijk (Geneeskunde voor het Volk in Schaarbeek) de Groene Ambulance thuis over de vloer kregen. Deze zeven huishoudens bestaan uit 24 personen, waarvan er 17 symptomen vertonen. De selectie van casussen werd bekomen door de lijst van de patiënten na te gaan waarbij (ex-)collega's of ikzelf zich konden herinneren dat er een onderzoek door RCIB werd uitgevoerd, en waarbij het volledige rapport terug te vinden was in het patiëntendossier.

4.1. Casus 1

Klinisch:

Het gaat om een familie van 4 personen, waarvan 3 gezinsleden klachten vertonen.

Vader, 36 jaar, meldt, sinds de leeftijd van 18 jaar ademhalingsmoeilijkheden en thoracale beklemming, tranende ogen, hoest, niezen, afwisselend neusobstructie en neusloop, droge huid, chronische gastritis, vermoeidheid, en frequent wakker worden tijdens slaap. Hij is gekend met astma en recidiverende bronchitis. Er is geen gekende allergie. Hij rookt 20 sigaretten per dag, vooral in de woonkamer. Symptomen zijn persistent doorheen het jaar en de seizoenen. Ze verbeteren tijdens verblijf in Turkije.

Moeder, 35 jaar, rookt gemiddeld 15 sigaretten per dag, vooral in de woonkamer. Ze klaagt van vermoeidheid, zwakte, verlies van eetlust en gewichtsverlies.

Dochter van 11 jaar heeft sinds kinderleeftijd last van hoest, die volgens de ouders toenam sinds de verhuis naar hun huidige woning. Ze heeft jeuk over het hele lichaam, en heeft last van hoofdpijn en vermoeidheid.

Dochter van 8 jaar heeft geen klachten.

Woonomstandigheden:

Het appartement ligt op de 5^{e} verdieping, met de treinsporen vlakbij. Er zijn grote werken bezig in een nabijgelegen school. In de zomer zijn er veel insecten. Er is centrale gasverwarming. De keuken is één jaar geleden opnieuw geverfd na een kleine brand.

Er is een vochtige plek te zien van minder dan 30 cm^2, en een schimmelvlek tussen 30 cm^2 en 3 m^2 op dezelfde muur. In badkamer en slaapkamers zijn er schimmels op oppervlakten minder dan 30 cm^2, maar geen zichtbare vochtplekken. Er is een niet-significante hoeveelheid huisstofmijt.

Vaststellingen:

Op chemisch niveau scoort de woning wat betreft de globale vervuiling ''goed'', de index voor benzeen ''slecht'', voor formaldehyde ''zeer slecht''. Formaldehyde niveaus zijn in alle vertrekken gestegen.

4.2. Casus 2

Klinisch:

In dit gezin van 3 personen vertonen alle gezinsleden symptomen.

Patiënte van 7 jaar heeft respiratoire klachten, regelmatig dermatologische en oftalmologische irritatie. Ze heef ook last van vermoeidheid. Er werd reeds een allergie voor stof vastgesteld.

Sinds 2 jaar woont de familie in hun huidige woning, waarna de symptomen begonnen zijn. Symptomen verergeren 's nachts, in vochtige omstandigheden. Tijdens verblijf van 3 weken in Marokko verdwenen symptomen.

Vader heeft last van eczeem en niezen sinds verhuis, moeder vermeldt niezen als klacht.

Moeder, die op moment van het onderzoek zwanger is, moet ook vaak niezen wanneer ze thuis is.

Woonomstandigheden:

Het gezin woont op een gelijkvloers appartement in een appartementsblok met vier verdiepingen. Er is houten raamwerk met enkele beglazing. Er zijn kakkerlakken aanwezig in het gebouw. Er is zichtbare waterschade in de keuken. De ramen openen moeilijk en er zijn geen draaiklepramen. Kledij, zakken en schoenen vertonen schimmelvlekken. Er heerst een forse schimmelgeur in de slaapkamer van de ouders, moeder slaapt om deze reden in de woonkamer.

Vaststellingen:

Er worden zichtbare schimmelvlekken gezien in alle kamers (<0.3 m^2 salon en kamers kinderen, >3m^2 in keuken, badkamer en slaapkamer van de ouders).

Er wordt een ‘matige’ chemische verontreiniging vastgesteld, maar de metingen liggen nog onder de vastgelegde normen. De voornaamste stof teruggevonden bij luchtanalyses was limoneen (zit in talrijke detergenten, huishoudproducten, luchtverfrissers), waarvoor geen duidelijke grenswaarde is vastgelegd. Het zou wel een irriterende werking kunnen hebben. Mycologisch wordt besmetting met verschillende schimmels vastgesteld. Er is een zwakke aanwezigheid van huisstofmijtallergenen in de matrassen.

4.3. Casus 3

Klinisch:

In dit gezin van 5 (beide ouders, 2 kinderen en grootmoeder) vertonen drie personen klachten.

Patiënte, een vrouw van 46 jaar, vertoont sinds een zestal jaar vlekken op het voorhoofd, en klaagt van jeuk ter hoogte van ogen en neus, en een regelmatig verstopte neus. Klachten verergeren in de badkamer, zijn persistent gedurende het hele jaar, en verbeteren tijdens verblijf buitenshuis.

Haar partner, een man van 39 jaar, vermeldt een verstopte neus te hebben sinds jaren.

Zoon van 7 jaar is allergisch aan huisstofmijt.

Woonomstandigheden:

Het gezin woont sinds 10 jaar in dit huis. Er wordt regelmatig schoongemaakt met Dettol, en er is gebruik van essentiële oliën in living en kamers. Er heerst een sterke citroengeur in het huis. Verwarming gebeurt correct via mazoutketel. De was hangt te drogen in de woonkamer. Er is een oud waterlek geweest via het dak, dat nu gerepareerd is.

Vaststellingen:

Er zijn vochtplekken zichtbaar (tussen 30 cm^2 en $3m^2$), maar er worden geen zichtbare schimmels gedetecteerd. Ook de chemische metingen zijn excellent. Bij mycologische metingen zijn er onaanvaardbare niveaus van Aspergillus Fumigatus.

4.4. Casus 4

Klinisch:

Het betreft een koppel van 2 personen waarvan beide klachten vertonen.

De patiënt, een man van 81 jaar, lijdt sinds een elftal jaar aan respiratoire klachten, duizeligheid, vermoeidheid, nasale obstructie en neusbloedingen. Hij heeft in die periode verschillende lage luchtweginfecties doorgemaakt.

Zijn partner vertoont eveneens ademhalingsklachten, hoest, neusobstructie, droogte van huid en hoofdpijn. Zij heeft ook hypertensie, diabetes en astma. In het kader van slaapapnoe gebruikt zij ‘s nachts een CPAP. Ze is allergisch aan dierenhaar en pollen.

Woonomstandigheden:

Het koppel woont op het gelijkvloers van een appartementsgebouw met 5 woningen. Er is geurhinder in de slaapkamer afkomstig van schimmels. Er is gasverwarming in de living. In de winter wordt extra verwarmd door middel van losse elektrische verwarmingstoestellen.

Vaststellingen:

Er werd zowel vocht- als schimmelcontaminatie geconstateerd over de gehele woning.

4.5. Casus 5

Klinisch:

In deze familie van 4 personen vertonen allen klachten.

De zoon (16j) met astmacrisissen sinds de leeftijd van 5-6 jaar, met voornamelijk ademhalingsmoeilijkheden en thoracale beklemming Daarnaast heeft hij vaak last van neusloop, jeuk, roodheid ter hoogte van ogen, vermoeidheid. Symptomen worden erger ’s avonds en in de winter, en in de kinderkamer. Ze worden beter in buitenlucht en tijdens verblijf in Marokko. Hij is gekend met astma en allergisch aan huisstofmijt en dierenvacht. Hij slaapt vaak in de woonkamer omdat hij er zich beter voelt.

Broer van 10 jaar heeft eczeem gehad, maar dit is momenteel beter.

Vader heeft allergische huidproblemen gehad, en de moeder (met gekende diabetes) heeft inspanningsdyspnoe en ’s nachts vaak gevoel van beklemming.

Woonomstandigheden:

Gezin woont op de derde en vierde etage van een gebouw van vier verdiepingen. Er is veel verkeer in de omliggende straten. Er is een muizenplaag geweest in het gebouw maar dit is met het plaatsen van vallen verholpen. Er is een nieuw verwarmingstoestel geïnstalleerd sinds 3 weken die temperatuurregeling in woning toelaat. De draaiklepramen van de badkamer zijn moeilijk te openen en te sluiten omdat het houten raamwerk uitgezet is.

Vaststellingen:

Er wordt een verhoogde luchtvochtigheid en alom aanwezige zichtbare schimmels vastgesteld. Zowel in woonkamer, badkamer, keuken als slaapkamer van ouders zijn er schimmelvlekken tussen 30 cm^2 en 3m^2. In de kinderkamers meten de oppervlakten van schimmelvlekken meer dan 3 m^2.

4.6. Casus 6

Klinisch:

Patiënte, 54 jaar, is alleenstaande en werkt als huishoudhulp. Ze is niet-rookster.

Zij klaagt op moment van het onderzoek sinds anderhalf jaar van hoofdpijnklachten, duizeligheid, vermoeidheid, ademhalingsklachten (vooral hoest, dyspnoe en druk op de borst. Ze vertoont ook rhinitisklachten en jeuk. Klachten zijn erger in haar woning maar verbeteren buitenshuis en wanneer de ramen openstaan. Klachten nemen progressief toe met de tijd.

Ze is gekend met diabetes en astma waarvoor zij onder behandeling is. Ze is allergisch aan pollen, dieren en stof. Mevrouw is regelmatig werkongeschikt door ziekte.

Woonomstandigheden:

Mevrouw woont in een sociaal appartement op de 3^{e} verdieping zonder lift. Zij woont hier op moment van het onderzoek al 7 jaar. De woning wordt moeilijk verwarmd. Er is een gasfornuis aanwezig in de living, maar deze werd afgesloten wegens problemen met het onderhoud. In de badkamer en slaapkamer is er geen verwarming. Patiënte slaapt regelmatig in haar sofa.

Vaststellingen:

Er is een zichtbare vochtplek aanwezig op oppervlakte tussen 30cm^2 en 3m^2 onder raam. Schimmels op oppervlakte minder dan 30 cm^2 ook onder het raam. Er zijn schimmels in de badkamer over een oppervlakte van minder dan 30 cm^2.

Op chemisch niveau is er geen significante verontreiniging door VOS en de formaldehydeniveaus worden geclassificeerd als 'matig'.

4.7. Casus 7

Klinisch:

Deze casus betreft een gezin van 5 personen waarvan er 2 klachten vertonen.

Patiënte lijdt sinds tweetal jaar aan astma en eczeem. Symptomen bestaan uit jeuk en droge huid en huiderupties ter hoogte van de huidplooien. Ze is tevens vermoeid en heeft ademhalingsklachten, hoest, neusloop en neusobstructie. Ze is allergisch aan boompollen en stof. Oftalmologisch heeft ze vaak last van rode ogen en jeuk. De symptomen verbeteren in de zomer en tijdens verblijf in het buitenland.

Vader van patiënte (48j) is werkloos. Zijn gezondheidstoestand is achteruit gegaan sinds viertal jaar. Hij heeft voornamelijk last van huiderupties over hele lichaam en ademhalingsmoeilijkheden.

Moeder (49j) en twee zussen van patiënte vertonen geen specifieke symptomen.

Woonomstandigheden:

Appartement ligt op de zesde verdieping, en de familie is op moment van het onderzoek 6 jaar ingetrokken. De laatste renovatie gebeurde 20 jaar voor het onderzoek. Er is veel verkeer in de omgeving.

Er is een centrale gasverwarming. De slaapkamers zijn moeilijk te verwarmen. In de slaapkamer van de ouders is er belangrijke schimmelgeur, geluidsoverlast van de straatkant en geurhinder door uitlaatgassen. De badkamer beschikt over een ventilatiesysteem maar dit werkt niet, en vocht- en schimmelvlekken verschenen kort na verhuis. In de slaapkamers zijn eveneens schimmelvlekken zichtbaar.

Vaststellingen:

Vocht- en schimmelproblemen zijn aanwezig in de woonkamer(tussen 30 cm^2 en $3m^2$), en er zijn zichtbare schimmels over oppervlakten <30cm^2, in slaapkamers en inkomhal. In de badkamer zijn schimmels verspreid over oppervlakte van > $3m^2$. Het CO_2-niveau was op dag van onderzoek licht gestegen in alle kamers (>1000 ppm). De binnenhuislucht kende een forse contaminatie met schimmels.

4.8. Algemene adviezen

De adviezen die door RCIB gegeven werden en weerhouden uit de verschillende casusrapporten werden in onderstaande tekst gegroepeerd, om al te veel herhaling te vermijden.

Voor adequate **verluchting** is ogenschijnlijk banaal maar belangrijk dat ramen kunnen openen. Algemeen wordt geadviseerd twee keer per dag minimaal 15 minuten te verluchten, 's ochtends en 's avonds, en na elke verontreinigende activiteit (koken, douche of bad nemen, na een nacht slapen, nadat veel personen zich in één ruimte bevonden). Een goede luchtstroom wordt gecreëerd door op verschillende verdiepingen ramen te openen, of aan twee tegenoverliggende kanten van het gebouw. Gecondenseerd water wordt best weggeveegd van ramen. Na het nemen van bad of douche en na schoonmaken moet de vloer gedroogd worden.

Roken binnenshuis is absoluut af te raden. Sterk irriterende producten als Dettol en **luchtverfrisser** (bevat vaak limoneen) moeten beperkt of vermeden worden.

Bij **vocht- en schimmelproblemen** moet de primaire oorzaak opgespoord worden. Met name onvoldoende verluchting is of inadequate verwarming kan hierbij een rol spelen. Ook de levensstijl van de bewoner(s) heeft een belangrijke impact. Was moet ofwel in droogmachine, buiten of in goed verluchte en verwarmde ruimte gedroogd worden. Verwarmen gebeurt best zodanig dat er geen al te grote temperatuurschommelingen zijn binnen. Ook de luchtvochtigheidsgraad wordt best tussen 40 à 60 % gehouden, indien nodig kan men hiervoor meetapparatuur aanschaffen. Kledij of voorwerpen die aangetast zijn door schimmel moet men met gespecialiseerde producten schoonmaken of weggooien. Meubels staan best op enkele centimeters afstand van de muren. Ze worden bij aantasting door schimmel best schoongemaakt met biocide en bedekt met vernis.

Om schimmelcontaminatie te verwijderen wordt volgend specifiek advies gegeven, afhankelijk van het niveau van verontreiniging. Men spreekt van 'niveau 1' oftewel zwakke besmetting wanneer er een zichtbare oppervlakte van minder dan $0.3m^2$ aangedaan is. De gehele oppervlak wordt dan ingewreven met een detergentoplossing die men laat opdrogen, en nadien met een vochtige spons afneemt. Met moet zich tijdens de schoonmaak met P3-masker, handschoenen en veiligheidsbril beschermen. Indien de schimmel zich op behangpapier bevindt, wordt het besmet deel afgenomen en in een gesloten plastiek zak gestoken. Als het een muur betreft wordt deze opnieuw afgedekt met verf of vernis, om achterblijvende sporen en filamenten te fixeren. Bij 'niveau 2' of middelmatige besmetting is er een zichtbare oppervlakte tussen 0.3 m^2 en 3 m^2. Hier wordt de woning of het gebouw, voor de werken starten, eerst geëvacueerd om verdere besmetting te vermijden. Alle openingen worden afgesloten met plaktape. Gezien schimmels diep in materialen kunnen binnendringen worden alle poreuze materialen (zoals behangpapier, gipsplaten, lambrisering) verwijderd. Afval wordt in hermetisch afgesloten zakken gestoken en weggedaan. Er gebeurt een grondige schoonmaak van de hele kamer, volgens de procedure zoals hierboven beschreven voor 'niveau 1'. Gladde oppervlakten kunnen met detergent schoongemaakt worden. Als persoonlijke

beschermingsmaatregelen worden P3-masker, veiligheidsbril en wegwerpbeschermingskledij en schoenbescherming gebruikt. Voor ingebruikname van de locatie moet er een uitvoerige inspectie gebeuren met biologische tests voor fungi. Bij een zichtbare besmetting van meer dan $3m^2$ (niveau 3) moeten de locatie volledig ontruimd worden, of worden zaken die moeilijk te ontsmetten zijn (zoals bed, zetels, stoffen…) met hermetisch plastiek afgedekt. Openingen en kieren worden afgedekt met tape. Aan de ingang wordt een sas voorzien met plastiek folie. De zone wordt via een industrieel reinigingssysteem onder negatieve druk geplaatst om besmetting te voorkomen. Oppervlakten worden gereinigd zoals bij niveau 2. Afval en beveiligingskledij worden in hermetisch afgesloten zak gestoken, en nadien in een tweede zak alvorens te evacueren. Persoonlijke bescherming wordt voorzien zoals bij niveau 2. Er wordt eveneens een mycologische controle uitgevoerd voor ingebruikname van de locatie. Bij niveau 2 en 3 verschillende opeenvolgende schoonmaakbeurten met tussenpauze van enkele dagen

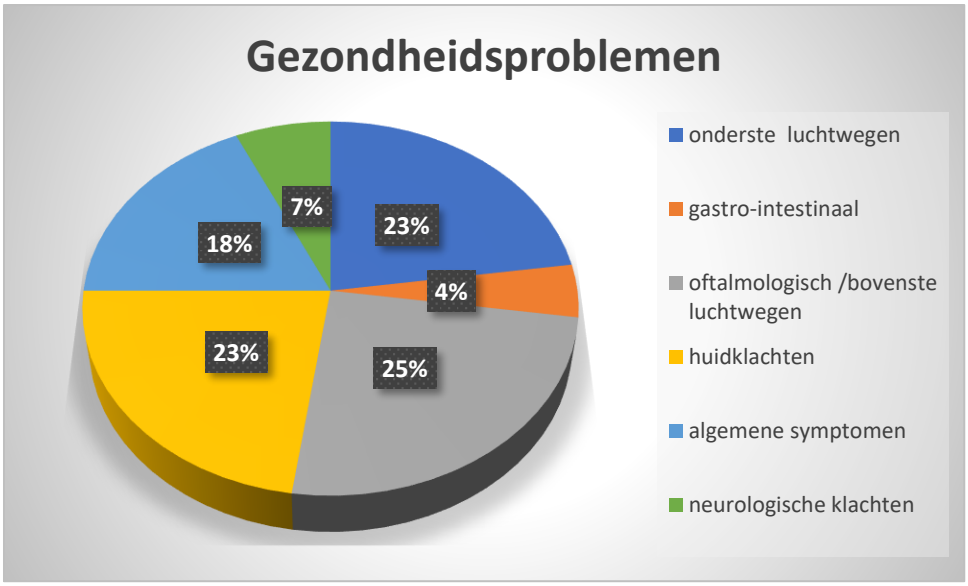
Om **stof en huisstofmijt** onder controle te houden wordt best dagelijks gestofzuigd met open ramen. Oppervlakten worden schoongemaakt met natte doek. Gebruik van stoffen bekledingen in interieur moet beperkt worden, of bekledingen, gordijnen en dergelijke moeten regelmatig gewassen worden op 60 graden. Ook andere 'stofvangers' zoals potpourri, snuisterijen, prullaria worden best vermeden, en spullen moeten in afgesloten kasten bewaard worden.

Allergietesten (IgE-bepaling) specifiek voor schimmels en huisstofmijt worden aangeraden indien klachten wijzen op mogelijke allergie. Om ongedierte (met name kakkerlakken, muizen) tegen te gaan moet stockage van voeding en karton vermeden worden, laat men best geen voedingsresten staan 's nachts en wordt er regelmatig schoongemaakt. Gaten langs waar ongedierte het huis kan betreden worden gedicht.

Wat betreft **beddengoed** zijn oorkussen en dekbed in synthetisch materiaal te verkiezen boven deze met pluimen of dons en oorkussenhoes. Oorkussenhoes, hoeslakens en dekens moeten om de 2 weken op 60° gewassen worden gedurende minimaal 1 uur, het oorkussen en dekbed minstens om de 4 maand op 60° graden. Matras moet dagelijks gelucht worden en hoes wordt best eenmaal per week afgenomen en verlucht met de ramen open. Matras moet gestofzuigd worden bij elke wissel van lakens. Indien matrassen sterk gecontamineerd zijn met huisstofmijt en schimmel moeten deze vervangen worden en de slaapkamers waarin ze zich bevinden gesaneerd worden (cfr. supra). Bij huisstofmijtallergie kunnen een stofzuiger met antimijtfilter (HEPA) en antihuisstofmijtmatrassenhoes nuttig zijn. (RCIB)

4.9. Grafische voorstelling en bespreking van gegevens

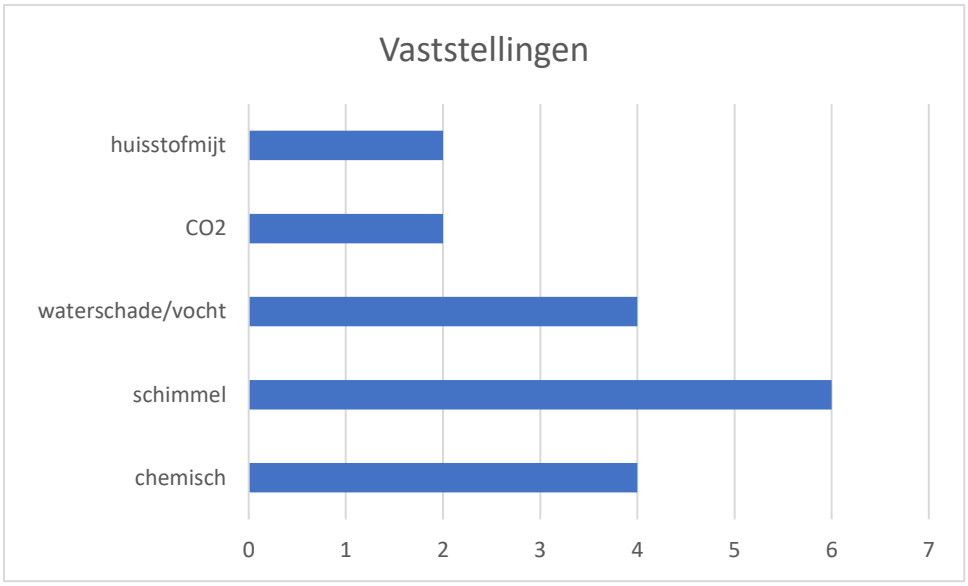
Gezien het beperkte aantal geïncludeerde patiënten is het onmogelijk enige conclusies af te leiden uit de gevonden gegevens. Wel is het interessant te zien welke gezondheidsproblemen deze patiënten het meest rapporteerden, welke vaststellingen er door RCIB werden gedaan, en de meest voorkomende adviezen die hen werden gegeven wat betreft verbetering van de kwaliteit van het binnenhuismilieu.



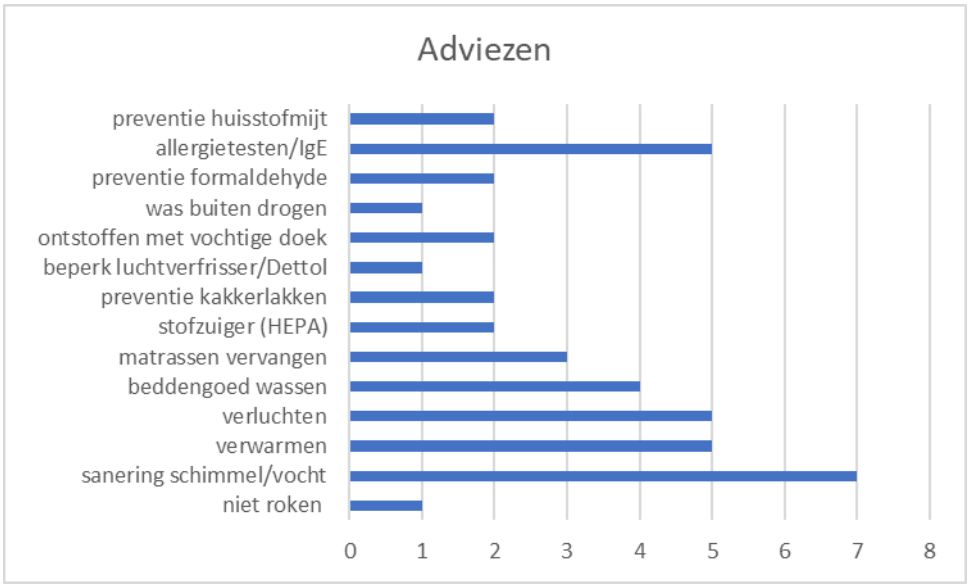
Gerapporteerde klachten werden onderverdeeld in zes categorieën om verwerking te vergemakkelijken:

-onderste luchtwegen (o.a. hoest, astma, recidiverende infecties)
-gastro-intestinaal (o.a. misselijkheid, braken, atypische abdominale pijn)
-oftalmologisch (o.a. conjunctivitis, irritatie t.h.v. ogen) en bovenste luchtwegen (rhinitis, faryngitis, laryngitis)
-huid (o.a. eczeem, atopische dermatitis)
-algemeen (o.a. vermoeidheid, asthenie, hoofdpijn)
-neurologisch (o.a. duizeligheid, paresthesieën, geheugen-, gemoedsstoornissen)

Wat betreft gezondheidsproblemen maken problemen van onderste en bovenste luchtwegen, oftalmologische en huidklachten samen zo'n 71% van de gerapporteerde klachten uit. Neurologische en gastro-intestinale klachten zijn minder vertegenwoordigd. Algemene symptomen zoals vermoeidheid en hoofdpijn vormen 18% van de gerapporteerde klachten. Van de ondervraagde huishoudens waren er echter ook 7 patiënten, of 29% van de onderzochte populatie, die helemaal geen klachten vertoonden.



Bij de vaststellingen door RCIB, die in tegenstelling tot de gezondheidsklachten per huishouden en niet per persoon werden bekeken, werden in alle huishoudens, op één na, schimmels teruggevonden. Bij het gezin waar dit niet werd teruggevonden werden echter wel vochtproblemen geconstateerd. In mijn onderzoek vond ik dus vocht- en schimmelproblemen in 100% van de bezochte woningen, wat meer is dan de schattingen van 18 tot 50% van de gebouwen zoals volgens Mendell et al (2011). Vochtproblemen staan samen met chemische verontreiniging samen op een gedeelde tweede plaats. Een verhoogd VOS lag meestal aan de basis voor de gevonden chemische verontreiniging . CO_2 werd als chemische verontreiniger apart beschouwd omdat het een indicator kan zijn voor algemene luchtverdichting binnenshuis en dus een gebrek aan ventilatie.



De gegeven adviezen door RCIB werden eveneens per huishouden gegroepeerd. Alle gezinnen werd geadviseerd om oorzaak van schimmel en/of vocht op te sporen en aan te pakken en er werden, afhankelijk van het niveau van verontreiniging, saneringsmaatregelen voorgesteld. Daarnaast is opvallend dat in 5 op 7 huishoudens bijkomende allergietesten aangewezen leken. Adequate verluchting en verwarming is een aandachtspunt bij het merendeel (namelijk 5 op 7) van de

onderzochte gezinnen. Het advies om niet binnen te roken werd logischerwijs enkel gegeven bij rokers die deze gewoonte hadden.

5. Praktische adviezen voor huisarts, patiënten, beleidsmakers

5.1. De rol van de huisarts

Wanneer een huisarts geconfronteerd wordt met klachten die mogelijk verband houden met binnenhuisverontreiniging waarvoor wetenschappelijke evidentie bestaat, is de eerste stap natuurlijk hieraan denken of er de aandacht van de patiënt hierop vestigen, zeker als deze hier zelf niet bedacht op is. Indien er een vermoeden is, moet eerst en vooral nagegaan worden of het gaat om chronische of recidiverende klachten, waarbij er een chronologisch verband bestaat tussen de blootstelling in een bepaalde omgeving en het optreden van de klachten (RCIB).

Er kan echter geen duidelijke tijdsperiode afgebakend worden waarbinnen symptomen normaal optreden na intrekken in een 'verontreinigde' woning. Verder bevragen en onderzoek is natuurlijk enkel nuttig als de patiënt niet van plan is binnenkort verhuizen, en er voldoende mogelijkheid bestaat om zelf interventies te doen in de omgeving, of om druk op de huiseigenaar uit te oefenen. (Chew et al, 2016)

Een eerste korte anamnese kan de huisarts op weg helpen om hier enige klaarheid in te scheppen (RCIB).

-Wanneer zijn de eerste klachten opgetreden?
-Is er een tijdsverband met het (recente)verhuis of verbouwing?
-Verbeteren de symptomen als de omgeving verandert (bv. op vakantie)?
-In welke omstandigheden verergeren de klachten?
-Zijn er andere bewoners van het gebouw of huisgenoten die gelijkaardige klachten vertonen?

Dit kan dan aangevuld worden met het bevragen van specifieke elementen: de aanwezigheid van huisdieren (vogels of vachtdieren), of er gerookt wordt in huis, of er zichtbare vocht- of schimmelproblemen zijn of een schimmelgeur in de woning hangt, het type verwarmingsinstallatie of aanwezigheid van een kachel, gebruik van geurproducten of verstuivingen binnenshuis, hobby's van patiënt of huisgenoten, aanwezigheid van tapijten, gordijnen of zachte bekledingen. (Dales et al, 2008)

Bij een anamnese zoals voorgesteld door Chew et al (2016) (bijlage 3 en 4) zijn de eerste vijf vragen bedoeld als triage om een mogelijk vochtprobleem op te sporen en het tweede deel bestaat uit een meer gedetailleerde vragenlijst over woonomstandigheden die geassocieerd zijn met vocht- en schimmelproblemen. Het doel is om artsen te helpen bij inschatten van risico op blootstelling van patiënten te verminderen.

Volgende vijf triagevragen kunnen als eerste gesteld worden (Chew et al, 2016).

-Zijn er gekende vochtproblemen geweest de voorbije 12 maanden? (zoals lekken, hevige regen, overstroming…)
-Is er een schimmelgeur opgemerkt de laatste 12 maanden?
-Is er zichtbare schimmelgroei groter of gelijk aan de oppervlakte van een A4-blad?
-Is er condensatie te zien op ramen in huis?
-Zijn er kledingstukken, meubels of andere bezittingen bewaard geweest in een gebouw met een vochtprobleem?

Een positief antwoord op alle van volgende vijf vragen volstaat om een thuisinspectie te rechtvaardigen, of bij één positief antwoord om het tweede deel van de vragenlijst voor te leggen aan de patiënt. Als op het tweede deel van de vragenlijst een meerderheid van de antwoorden wijst op een verhoogd risico (bijlage 4), is een huisbezoek om bronnen op te sporen eveneens aangewezen. (Chew et al, 2016)

Het tweede deel van de vragenlijst omvat volgende vragen (Chew et al, 2016).

Karakteristieken van het gebouw:
-Is er een kelder aanwezig onder het gebouw?
-Zijn er slaapkamers in kelder?
-Welke primaire en secundaire verwarmingssystemen worden gebruikt?
-Is er een koelingssysteem en welk?
-Is er een verluchtingssysteem in de badkamer, wordt dit gebruikt en werkt dit adequaat?
-Is er keukenverluchting of dampkap aanwezig?
-Is er verluchting voor de kledingdroger naar buiten?
Stofreservoirs:
-Is er tapijten vloerbekleding in badkamer of keuken?
-Welke vloerbedekking is er in de slaapkamer?
Vochtigheid:
-Is er een luchtbevochtiger of luchtdroger in huis?

Huisinspectie wordt volgens Dales et al (2008) in ieder geval geadviseerd indien er bij bevraging een duidelijk waterlek of schimmelgroei aanwezig is. Kachels hebben een regelmatige inspectie en onderhoudsbeurt door een technicus nodig, om defecten tijdig op te sporen. Nog volgens Dales et al

(2018) moet bij (vermoeden van) blootstelling aan radon of asbest moet een gespecialiseerde firma ingeschakeld worden.

5.2. Adviezen voor patiënten

Hoewel de meeste van volgende basisregels algemeen gekend lijken te zijn, bewijzen ze nog altijd hun nut en kunnen ze een wezenlijk verschil maken om de kwaliteit van binnenlucht te verbeteren. In eerste instantie kunnen gewoonten die bewoners zelf in de hand hebben onder de loep genomen worden.

Roken in huis is absoluut af te raden. *Chemische producten* (pesticiden, oplosmiddelen…) moeten met de nodige voorzichtigheid gebruikt worden, of bij voorkeur vervangen door minder gevaarlijke alternatieven. Gebruiksvoorschriften moeten gevolgd worden, en na gebruik wordt de kamer waarin u die producten gebruikt best verlucht. Recipiënten dienen hermetisch afgesloten te worden (Leefmilieu Brussel, 2019). Meubels uit hardhout zijn te verkiezen boven geperst of gelaagd hout, vezelplaat en dergelijke, die meer VOS kunnen bevatten. (Dales et al, 2008)

De woning moet dagelijks *verlucht* worden, ofwel via natuurlijke verluchting (kan via ingebouwd systeem in het raamwerk, of door de ramen regelmatig open te zetten (drie keer per dag), ofwel via een mechanisch verluchtingssysteem (Leefmilieu Brussel, 2019). Een goede ventilatie speelt namelijk een sleutelrol bij het bewaren van een gezond binnenmilieu, zowel op vlak van chemische en microbiële vervuiling, en vocht- en schimmelproblemen (Vardoulakis et al, 2015). Levasseur et al (2017) maken een onderscheid tussen passieve natuurlijke ventilatie (door wind en openingen of kieren in gebouwen) , die constant plaatsheeft, en de vrijwillige ventilatie door openzetten van vensters. Dit kan concentraties van vervuilers afkomstig van buiten soms echter verhogen (zoals fijn stof, ozon, pollen…) Het best is dus om vooral ‘ s nachts te ventileren, wanneer vervuilende stoffen in buitenlucht lager in concentratie zijn. Mechanische ventilatiesystemen kunnen geoptimaliseerd worden (Levasseur et al, 2017).

Om warmteverlies te beperken is het best om vooraf de verwarming af te zetten en de ramen gedurende 5 à 10 minuten helemaal open te zetten. Wanneer men deze gedurende langere tijd op een kier zet, koelen de muren en vloeren sterker af en is er meer energie nodig om de kamer nadien weer op te warmen. In de zomer, wanneer er minder verschil bestaat tussen buiten- en binnentemperatuur, kunnen de ramen gedurende een half uur open blijven (Leefmilieu Brussel).

Installaties waaruit vocht kan lekken moeten hersteld of vervangen worden en wanneer er veel vocht of stoom geproduceerd wordt moet de ruimte verlucht worden. (bv. de dampkap aanzetten tijdens het koken, verluchten na een bad, douche of gebruik van de droogkast…) (Leefmilieu Brussel).

Om blootstelling aan *allergenen* te beperken stellen Dales et al (2008) voor om vogels en vachtdieren enkel in minder bewoonde delen van het huis te laten of buiten te houden. Huisdieren moeten regelmatig gewassen worden. Stoffen bekledingen zoals (wand)tapijten of gordijnen en stoffen zetels worden afgeraden. Indien mogelijk wordt stofzuigen met een HEPA-filter aanbevolen. De concentraties allergenen kunnenop deze manier duidelijk verminderd worden, maar het effect hiervan op de gezondheid is niet duidelijk. Huisstofmijt wordt onder controle gehouden door regelmatige schoonmaak. Beddenlakens moeten gewassen worden op hoge temperatuur. Luchtvochtigheid wordt best lager dan 50% gehouden (Kanchongkittiphon et al, 2014). Vloeren

worden best regelmatig schoongemaakt met water, vuile vaat en voedingswaren laat men best niet staan (Leefmilieu Brussel, 2019).

Wat betreft *verbrandingsproducten* geldt de gouden regel om verbrandingsprocessen (onder de vorm van sigaretten, kaarsen, wierook, lekkende houtkachels, open haarden, verbrandingsketel) zo veel mogelijk te vermijden Verder weg wonen van drukke verkeersassen is gunstig voor de kwaliteit van de binnenhuislucht. Het plaatsen van brandalarmen en CO-detectoren is op sommige plaatsen reeds verplicht, maar is steeds nuttig. Motoren van auto's laat men best niet draaien in garages, vooral als deze verbonden zijn met de woning. (Dales et al, 2008)

Verwarmingstoestellen (verwarmingsketel, kachel, waterverwarmer…) moeten regelmatig onderworpen worden aan een technische controle (Leefmilieu Brussel, 2019).

Bewoners en eigenaars van vastgoed kunnen vrijwillig kiezen voor energie-efficiëntie en duurzaamheid, en op die manier hun uitstoot en ecologische voetafdruk verminderen. Er zijn reeds verschillende labels die zich specialiseren in ecologisch constructie- en renovatiemateriaal. In het algemeen wordt best regelmatige inspectie en onderhoud van gebouwen door een professional aangevraagd (Levasseur et al, 2017).

Sommige bronnen van vervuiling die bepalend zijn voor omgevingslucht (zoals naburige snelwegen, industrie, mijnen) zijn niet te controleren door individuele maatregelen. Patiënten met astma of allergieën kunnen ook reeds reageren op vrij lage concentraties aan vervuilende stoffen. In dit geval kan het gebruik van een luchtreiniger een bijkomende maatregel zijn om de luchtkwaliteit te verbeteren. Deze zijn verkrijgbaar op de markt zowel in afzonderlijke en draagbare vorm, als geïntegreerd in een centraal ventilatiesysteem. HEPA-filters zijn efficiënt maar duur in onderhoud (Levasseur et al, 2017). HEPA-zuiveringsinstallaties kunnen onder andere de concentratie aan PM binnenshuis doen dalen (Sheehan et al, 2015). De nieuwe elektronische filters zijn veelbelovend, maar moeten goed onderhouden worden. Wat betreft de draagbare varianten, is er veel verschil in efficiëntie en welk soort stoffen precies gefilterd worden (bv partikels zoals stof, schimmelsporen, mijten) of gassen (formaldehyde, ozon, NOx en SO2) of beide (Levasseur et al, 2017).

5.3. Adviezen voor beleidsmakers

Voor het algemeen verbeteren van de luchtkwaliteit geniet een holistische benadering de voorkeur en is het aangewezen verschillende determinanten tegelijk in acht te nemen, in plaats van elke 'vervuiler' afzonderlijk. Dit betekent concreet dat niet alleen alle variabelen die de luchtkwaliteit binnenshuis beïnvloeden, maar ook huidige en toekomstige condities van de atmosferische lucht in rekening gebracht moeten worden. Klimatologische veranderingen in het bijzonder, leidend tot meer extreme weercondities, veranderende temperaturen en luchtvochtigheidsniveaus, zullen een enorme impact hebben op de maatregelen die genomen moeten worden om de luchtkwaliteit binnenshuis te vrijwaren (Levasseur et al, 2017).

Onder andere in Frankrijk, China, Denemarken, Japan, Canada werd aangetoond dat wetgeving een belangrijke rol kan spelen bij de kwaliteit van de lucht binnenshuis. In Frankrijk bijvoorbeeld worden alle bouwmaterialen en decoratieve producten verplicht gelabeld met informatie over de emissie van VOS voor consumenten (Levasseur et al, 2017).

Gebouwen nemen nog altijd een belangrijk deel van de energieconsumptie en uitstoot van broeikasgassen voor hun rekening in hoge-inkomenslanden. Beleidsmaatregelen om deze te verminderen kunnen dus een sleutelrol spelen om klimaatneutraliteit te bereiken (Vardoulakis et al, 2015).

Airconditioning is één van de belangrijkste uitdagingen voor bouwspecialisten in de context van klimaatverandering. Hoewel het nog altijd de meest effectieve maatregel is om morbiditeit en mortaliteit te verminderen in kwetsbare groepen bij extreme temperatuurpieken of hittegolven, kan onaangepast gebruik van airconditioning bijdragen aan verminderde fysiologische aanpassing aan hitte. Weinig actieve personen die het grootste deel van de tijd in frisse binnenhuislucht doorbrengen verliezen zo hun 'innerlijke thermostaat', met andere woorden de capaciteit om hun temperatuur aan warmere omgevingstemperaturen aan te passen. Bovendien leidt airconditioning in stedelijke zones tot het 'hitte-eiland'-fenomeen (verhoging van de lokale stedelijke temperatuur ten gevolge van menselijke activiteiten), verhoogt het elektriciteitsverbruik, en draagt airconditioning aan de uitstoot van broeikasgassen. (Levasseur et al, 2017)

Het optimaliseren van bestaande ventilatiesystemen en luchtvochtigheidsregelaars is nodig om nadelige effecten van klimaatverandering tegen te gaan. Wanneer er tijdelijke veel vervuiling is van de atmosferische lucht door bosbranden of toename van smog, kan onderbreking of inkorting van de mechanische ventilatie de mate van blootstelling aan vervuilende stoffen verminderen. In de toekomst zouden intelligente systemen die verschillende variabelen (zoals gebruik van het gebouw, temperatuur, relatieve vochtigheid, CO_2-concentratie…) tegelijk opmeten en ventilatiesystemen zich hieraan aanpassen, maar hierbij moet steeds naar kostenefficiëntie gekeken worden. (Levasseur et al, 2017)

Sinds de jaren '70 worden woningen uit economische en ecologische overwegingen zo energie-efficiënt mogelijk gemaakt (Smielowska et al, 2017). Dit biedt een antwoord aan hittegolven en periodes van intense koude maar heeft als groot nadeel de natuurlijke ventilatie van gebouwen teniet te doen, met een opstapeling van schadelijke stoffen binnen tot gevolg. (Levasseur et al, 2017)

Zowel populatie- als cohortstudies hebben aangetoond dat fijn stof binnenshuis een belangrijke oorzaak vormt van morbiditeit en mortaliteit. De relatie tussen concentraties fijn stof binnen en buiten wordt onder andere beïnvloed door penetratie van partikels door gebouwen, afzetting van partikels binnenshuis, en luchtuitwisseling tussen binnen en buiten. Deze bevindingen suggereren dat aanpassingen van gebouwen, zodanig dat blootstelling aan fijn stof vermindert, een belangrijke maatregel kan zijn op niveau van volksgezondheid (Wenjing et al 2015).

Omdat volledige eliminatie van schadelijke stoffen bij de bron onmogelijk is, zijn er complementaire ventilatiemaatregelen nodig. In Canada bijvoorbeeld zijn sinds 2012 in nieuwe gebouwen gecentraliseerde mechanische ventilatiesystemen verplicht. (Levasseur et al, 2017)

Een andere hoogtechnologische oplossing bestaat uit een membraan die onder de funderingsplaat of op keldervloer aangebracht wordt, en zo de introductie van schadelijke stoffen naar binnen limiteert en de evacuatie van lucht naar buiten bevordert (Levasseur et al, 2017).

Gezien de duidelijke directe correlatie met kwaliteit van buitenlucht moeten stedenbouwkundige plannen als doel hebben de algemene luchtvervuiling zo veel mogelijk tegen te gaan. Dit kan onder

andere door een goed openbaar mobiliteitsnetwerk, opvang en gebruik van regenwater, en een verplichte index aan groenbeplanting. Er kan nagedacht worden over nieuwe regulering bijvoorbeeld op vlak van renovaties en promoten van maatregelen die een gunstig effect kunnen hebben op luchtkwaliteit. (Levasseur et al, 2017).

Ontwerp, constructie en renovatie van gebouwen die kwetsbare en gevoelige groepen huist (ziekenhuizen, kinderdagverblijven, zorgcentra, scholen…) moeten alle mogelijke maatregelen nemen die een kwaliteitsvolle lucht kan waarborgen. Vertegenwoordigers van volksgezondheid moeten pleiten voor de te nemen maatregelen bij stakeholders. (Levasseur et al, 2017)

Er bestaat uitgebreide wetenschappelijke evidentie rond gezondheidsrisico's van tabaksgebruik en preventieve strategieën die ingezet kunnen worden om de consumptie ervan te verminderen. Volledig bannen van verkoop en gebruik van tabak wordt bij onderzoek door 34.9 % van de volwassen bevolking in Europa ondersteund. Desondanks is er een sterke lobby van de tabaksindustrie die deze maatregelen tegenwerkt. Er is dus een sterk politiek standpunt nodig, dat ingaat tegen de belangen van de tabaksindustrie. Medische professionals spelen een belangrijke rol om deze politiek te steunen (Bertollini et al, 2016).

Lucattini et al (2018) beschrijven hoe informatie naar consumenten toe over de concentratie van bepaalde chemicaliën in producten vaak nog tekortschiet. Marc et al (2018) willen het bewustzijn en de kennis omtrent het thema bij het publiek vergroten en programma's implementeren met periodieke monitoring van specifieke vervuilers om luchtkwaliteit te verbeteren. Nationale en regionale instellingen kunnen op basis hiervan gepaste acties en wetenschappelijk onderbouwde aanpassingen doen in wetgeving en beleid, bijvoorbeeld d.m.v. nationale richtlijnen.

6. Conclusie

Uit het literatuuronderzoek dat ik uitvoerde blijkt binnenhuisvervuiling een enorm breed complex terrein is, waarbij multipele aspecten (individuele eigenschappen en gewoonten, woningkarakteristieken, vervuiling van buitenlucht…) een rol kunnen spelen. De huisarts heeft, als vertrouwenspersoon van patiënten of bij eventuele huisbezoeken, een goede inkijk in dagelijkse woon- en leefomstandigheden van patiënten. Hij kan daarom bij uitstek een cruciale rol spelen bij detecteren van problemen in het binnenhuismilieu, en bij bewustmaking en adviseren van patiënten hierrond.

Eerst en vooral kan bewustzijn en kennis bij huisartsen rond gezondheidseffecten van binnenhuisvervuiling vergroot worden, bijvoorbeeld via bijscholingen of folders. Deze kennis naar de praktijk vertaald worden door huisartsen in staat te stellen problemen wat betreft het binnenmilieu anamnestisch op het spoor te komen. Er kunnen specifieke screeningsinstrumenten of vragenlijsten ontwikkeld worden om te kijken bij welke klachten men moet denken aan binnenhuisvervuiling en wanneer thuisonderzoek door een gespecialiseerde organisatie gerechtvaardigd is. Mijn literatuuronderzoek en bespreking onder de hoofding 'De rol van de huisarts' vormen hier een eerste aanzet toe. Samenwerking met organisaties die een gespecialiseerd technisch onderzoek kunnen uitvoeren bij mensen thuis is noodzakelijk om de huisarts bij zijn diagnose en beleid te ondersteunen.

Deze initiatieven, bijvoorbeeld in andere regio's dan Brussel, moeten dus door overheden gesteund worden in hun werking.

Hoewel er veel persoonlijke factoren zijn die binnenhuismilieu beïnvloeden, en waar mensen dus zelf vat op hebben, zijn er ook genoeg voorbeelden waarbij aanpassingen in wetgeving een gunstig effect bewezen (denk aan verbod op roken in publieke ruimten, verbod op asbestgebruik, normen voor loodconcentraties in drinkwater…). Dit suggereert dat een beleid gebaseerd op wetenschappelijke evidentie het binnenhuismilieu en dus volksgezondheid in belangrijke mate kan beïnvloeden. Artsen kunnen, vanuit hun maatschappelijke functie, beleidmakers sensibiliseren voor het belang van sociale determinanten van gezondheid, waarvan leefomstandigheden deel uitmaken.

7. Dankwoord

Ik wens Sandrine Bladt van RCIB te bedanken, die de tijd nam voor een interview in het beginstadium van mijn thesisonderzoek, en mijn onderwerp richting gaf.

Ook dank aan prof. dr. Peter Hoet (afdeling toxicologie en pneumologie, KULeuven) die mij zijn lesmateriaal en andere nuttige bronnen toestuurde.

Ik dank mijn promotor, dr. Gijs Van Pottelbergh, voor het geduldig meedenken en bijsturen om dit project tot een goed einde te brengen.

Dank aan prof. dr. Rita Van Obberghen, mijn praktijkopleider, voor het nalezen, advies geven en motiveren.

Dank aan Jasper en Lotte, voor de IT-ondersteuning en het gezelschap tijdens de lange uren voor mijn computer.

8. Referenties en bronnen

Artikels:

Azuma K.; Kagi N.; Yanagi U.; Osawa H. Effects of low-level inhalation exposure to carbon dioxide in indoor environments: a short review on human health and psychomotor performance. Environment International 2018; 121: 51-56

Barnoya J.; Navas-Acien A. Protecting the world from Secondhand Tobacco Smoke Exposure: where do we stand and where do we go from here? Nicotine and tobacco research 2012; 15 (4): 789-804

Bertollini R.; Ribeiro S.; Mauer-Stender K.; Galea G. Tobacco control in Europe: a policy review. European Respiratory Review 2016; 25: 151-157

Burge P.S. Sick Building Syndrome, OCC Environ Med; 2004.61: 185-190

Caillaud D.; Leynaert B.; Keirsbulck M.; Nadif R. Indoor mould exposure, asthma and rhinitis: findings from systematic reviews and recent longitudinal studies. Eur Respir Rev 2018; 27: 170137

Caplin A.; Ghandehari M.; Lim C.; Glimcher P.; Thurston G. Advancing environmental exposure assessment science to benefit society. Nature Communications 2019; 10: 1236

Carazo Fernández L.; Fernández Alvarez R.; González-Barcala F.J.; Rodríguez Portal J.A. Indoor Air Contaminants and Their Impact on Respiratory Pathologies. Archivos de Bronchoneumologia. 2013; 49(1): 22-27

Chew G.L.; Horner W.E.; Kennedy K.; Grimes C.; Barnes C.S.; Phipatanakul W. Procedures to assist healthcare providers to determine when home assessments for potential mold exposures are warranted. J Allergy Clin Imunol Pract 2016; 4(3): 417-422

Crawford J.O.; Bolas SM. Sick building syndrome, work factors and occupational stress. Scand J Work Environ Health. 1996; 22 (4): 243-250

Dales R.; Liu L.; Wheeler A.J.; Gilbert N.L. Quality of indoor residential air and health. CMAJ. 2008 15; 179(2): 147-152

De Blay F. Exposition aux aldéhydes dans l'air: rôle dans l'asthme. 2002. Beschikbaar via: http://la.maison.empoisonnee.pagesperso-orange.fr/RF_DeBlay.pdf

Etchevers A.; Glorennec P.; Le Strat Y.; Lecoffre C.; Bretin P.; Le Tertre A. Screening for Elevated Blood Lead Levels in Children: Assessment of Criteria and a Proposal for New Ones in France. Int J Environ Res Public Health 2015; 12(12): 15366–15378.

Falzone L.; Marconi A.; Loreto C.; Franco S.; Spandidos D.A.; Libra M. Occupational exposure to carcinogens: Benzene, pesticides and fibers. Mol Med Rep. 2016; 14(5): 4467–4474.

Farmer S.A.; Nelin T.D.; Falvo M.J.; Wold L.E.. Ambient and household air pollution: complex triggers of disease. Am J Physiol Heart Circ Physiol 2014; 307: H467-H476

Fischer F.; Kraemer A. Health impact assessment for second-hand smoke exposure in Germany-quantifying estimates for ischaemic heart diseases, COPD and stroke. Int. J. Environ. Res. Public Health 2016; 13, 198

Hashim D.; Boffetta P. Occupational and environmental exposures and cancers in developing countries. 2014; 80: 393-411

Hodgson M. Indoor Environmental exposures and symptoms. Environmental Health Perspectives. 2002; 110 (4): 663-667

Jacob P.; Benowitz N.L.; Destaillats H.; Gundel L.; Hang B.; Martins-Green M. et al. Thirdhand smoke: new evidence, challenges, and future directions. Chem Res Toxicol. 2017; 30(1): 270-294

Kanchongkittiphon W.; Gaffin J.; Phipatanakul W.. The indoor environment and inner-city childhood asthma. Asian Pac J Allergy Immunol 2014; 32: 103-10

Kanchongkittiphon W.; Mendell M.; Gaffin J.M., Wang G.; Phipatanakul W. Indoor environmental exposures and exacerbation of asthma: an update to the 2000 review by the institute of medicine. Environmental Health Perspectives. 2015; 123

Levasseur M.-E.; Poulin P.; Campagna C.; Leclerc J.-M. Integrated management of residential indoor quality: a call for stakeholders in a changing climate. Int J Environ Res Public Health. 2017; 14(12): 1455.

Lucattini L.; Poma G.; Covaci A.; de Boer J.; Lamoree M.H.; Leonards P.E.G. A review of semi-volatile organic compounds (SVOCS) in the indoor environment: occurence in consumer products, indoor air and dust. Chemosphere 2018; 201: 466-482

Marc M.; Smielowska M.; Namiesnik J.; Zabiegala B. Indoor air Quality of everyday use spaces dedicated to specific purposes-a review. Environ Sci Poll Res. 2018; 25: 2065-2082

Matsui E.C. Environmental exposure and asthma morbidity in children living in urban neighborhoods. Allergy. 2014; 69(5): 553-558

Matsui E.C.; Abramson S.L.; Sandel M.T.. Indoor Environmental Control Practices and Asthma Management. Pediatrics 2016; 138(5): e 20162589

Mendell M.J.; Mirer A.G.; Cheung K.; Tong M.; Douwes J. Respiratory and allergic health effects of dampness, mold and dampness-related agents: A review of the epidemiologic evidence. Environmental Health Perspectives. 2011; 119: 748-756

Morgan W.J.; Crain E.F.; Gruchalla R.S., O'Connor G.T., Kattan M., Evans R. et al. Results of a home-based environmental intervention among urban children with asthma. N Engl J Med. 2004; 351: 1068-1080

Nielsen G.D.; Larsen S.T.; Wolkoff P. Re-evaluation of the WHO (2010) formaldehyde indoor air quality guideline for cancer risk assessment. Arch Toxicol. 2017; 91(1): 35–61

Nielsen G.D.; Larsen S.T.; Wolkoff.P. Recent trend in risk assessment of formaldehyde exposures from indoor air. Arch Toxicol. 2013; 87: 73-98.

Northridge J.; Ramirez O.F.; Stingone J.A., Claudio L.. The role of housing type and housing quality in urban children with asthma. Journal of urban Health. 2010: 87(2): 211-223

Olympio K.P.; Gonçalves C.; Günther W.M.; Bechara E.J.. Neurotoxicity and aggressiveness triggered by low-level lead in children: a review. Rev Panam Salud Publica. 2009;26(3): 266-75.

Patelarou E.; Tzanakis N.; Kelly F.J.. Exposure to indoor pollutants and wheeze and asthma development during early childhood. Int J Environ. 2015; 3993-4017

Rose J.J.; Wang L; Xu Q; McTiernan C.F.; Shiva S.; Tejero J.; Gladwin M.T. Carbon monoxide poisoning: pathogenesis, management and future directions of therapy. Am J Respir Crit Care Med 2017; 195: 596–606

Schmid K.; Kuwert T.; Drexler H. Radon in Indoor Spaces. An Underestimated Risk Factor for Lung Cancer in Environmental Medicine. Dtsch Arztebl Int. 2010; 107(11): 181-6

Sheehan W.; Phipatakanul W. Indoor allergen exposure and asthma outcomes. Curr Opin Pediatr. 2016; 28 (6): 772-777

Sheehan W.; Phipatanakul W. Difficult to control asthma: epidemiology and its link with environmental factors. Curr Opin Allergy Clin Immunol. 2015. 15(5): 397-401

Smielowska M.; Marc M.; Zabiegala B. Indoor air quality in public utility environments-a review. Environ Sci Pollut Res Int. 2017; 24: 11166-11176

Vardoulakis S.; Dimitroulopoulou C.; Thornes J.; Lai K.-M.; Taylor J.; Myers I. et al. Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. Environment International 2015. 85: 299-313

Wenjing J.; Zhao B. Estimating Mortality Derived from Indoor Exposure to Particles of Outdoor Origin, PLOS ONE, 2015, DOI: 10.1371/journal.pone.0124238

Win-Shwe T.-T.; Fujimaki H.; Arashidani K.; Kunugita N. Indoor Volatile Organic Compounds and Chemical Sensitivity Reactions. Clin Dev Immunol 2013; 623812

Wolkoff P.; Nielsen G.D. Effects by inhalation of abundant fragrances in indoor air-An overview. Environment International. 2017: 96-107

Boeken:

Stelljes, M.E. Toxicology for non-toxicologists. California: Government Institutes; 2013. 218p.

Internet:

https://huisvesting.brussels/wie-doet-wat/de-brusselse-huisvestingscode

www.irceline.be

https://leefmilieu.brussels

https://leefmilieu.brussels/themas/gezondheid-veiligheid/binnenverontreiniging/rcib-de-groene-ambulance

www.WHO.int

http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/en/

https://www.vlaanderen.be/bouwen-wonen-en-energie/water/leidingen-en-afvoer/loden-waterleidingen

Lesmateriaal:

Hoet, Peter. Cursusmateriaal Toxicologie, KULeuven 2018

9. Appendix

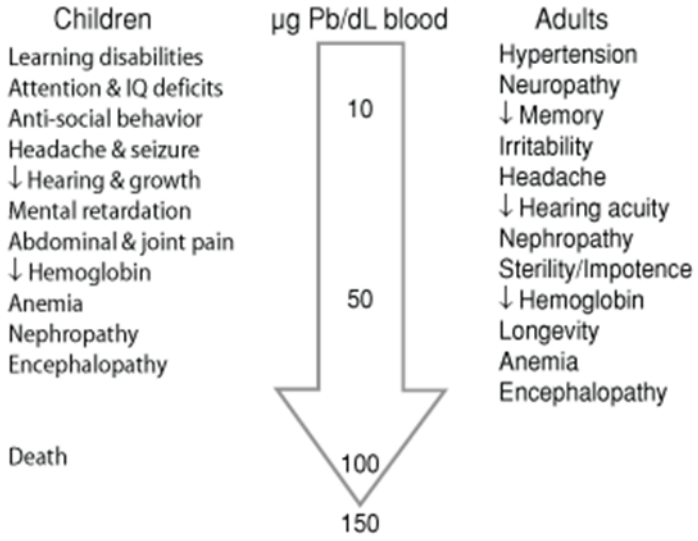
Contaminants and Their Most Common Sources.

Situation	Source of Emission	Contaminant
Outdoors	Industrial production	SO_2, NO_2, NO, ozone, particles, CO and VOC
	Motor vehicles	CO, NO_2, NO, lead
	Ground	Radon
Indoors	*Building materials*	
	Stone, cement	Radon
	Wood products	Formaldehyde, VOC
	Insulation	Formaldehyde, fiberglass
	Fire-proofing	Asbestos
	Paint	VOC, lead
	Installations and furnishings	
	Heating system, oven/stove	CO, CO_2, NO_2, NO, VOC, particles
	Photocopier	Ozone
	Ventilation system	Microorganisms
	Occupants	
	Metabolic activity	CO_2, water vapor
	Biological activity	Microorganisms
	Human activity	
	Smoking	CO, Particles…
	Room deodorizers	Fluorocarbons, scents
	Cleaning products	VOC, scents
	Leisure/artistic activities	VOC, scents

CO, carbon monoxide; CO_2, carbon dioxide; VOC, volatile organic compounds; NO, nitrogen monoxide; NO_2, nitrogen dioxide.

Bijlage 1 (Carazo Fernández et al, 2013)

FIGURE 1. Effects of lead poisoning on human health[a]



[a] Adapted from Gurer and Ercal (49).

Bijlage 2 (Olympio et al, 2009)

Tool to Determine if a Home Assessment is Warranted for Mold and Dampness (Part A)				
1	**During the past 12 months, have there been water problems or dampness in your home from broken pipes, leaks, heavy rain, or floods?**	❑ Yes	❑ No	❑ Don't know
2	**In the last 12 months, how often have you noticed any moldy/musty smells inside your home?**	❑ Daily ❑ Weekly ❑ Monthly ❑ A few times a year ❑ Never		
3	**In the last 12 months, was there fungal growth covering an area greater than or equal to the size of an 8" x 11" piece of paper in your home?**	❑ Yes	❑ No	❑ Don't know
4	**In the past 12 months, have you noticed condensation on windows in your home?**	❑ Yes	❑ No	❑ Don't know
5	**Have any of your furnishings, clothes, possessions been in a building that had water damage?**	❑ Yes	❑ No	❑ Don't know

Bijlage 3 (Chew et al, 2016)

Tool to Determine if a Home Assessment is Warranted for Mold and Dampness (Part B)

Building Characteristics					
Buliding	**Is there a crawlspace under the building?**	❑ Yes		❑ No	❑ Don't know
	Are any of the bedrooms in the basement	❑ Yes		❑ No	
Heating , Ventilation and Cooling	**During the winter, what is the primary way your home is heated?**	❑ Fireplace /wood-burning stove	❑ Forced hot air (vents)	❑ Baseboard heater	❑ n/a ❑ Other
		❑ Space heater	❑ Radiators		
	During the winter, what is the secondary way your home is heated?	❑ Fireplace /wood-burning stove		❑ No other heating	❑ n/a ❑ Other
		❑ Space heater			
	How do you cool your home?	❑ Evaporative cooler			❑ n/a ❑ Other
	In the bathroom where you shower or bathe, does the exhaust fan work?	❑ No	❑ Don't know	❑ Yes	
	If yes, how frequently do you use it when showering or bathing?	❑ Never	❑ Sometimes	❑ All the time	
	Does your kitchen vent exhaust outdoors?	❑ No	❑ Don't know	❑ Yes	
	Does your clothes dryer exhaust outdoors?	❑ No	❑ Don't know	❑ Yes	❑ n/a
Dust reservoirs					
Do you have wall-to-wall carpeting in your kitchen or bathrooms?		❑ Yes		❑ No	
What kind of floor covering is in the bedroom?		❑ Wall-to-wall carpeting	❑ Some carpeting	❑ All smooth floor	
Dampness					
Do you use a dehumidifier?		❑ Yes		❑ No	
Do you use a humidifier (or add moisture to air because it is dry in your home)?			❑ Yes	❑ No	

Bijlage 4 (Chew et al, 2016)