

Eendrachtsweg 42  
Postbus 774  
3000 AT Rotterdam  
tel 010 2447025  
fax 010 2447026  
bba@binnenmilieu.nl  
www.binnenmilieu.nl

BBA BINNENMILIEU  
Onderzoek naar  
de kwaliteit van ventilatiesystemen  
in nieuwbouw eengezinswoningen

Auteurs: ir. F. van Dijken  
ir. A.C. Boerstra  
Datum rapportage: 23 februari 2011  
Opdrachtgever: Ministerie van VROM  
(per 13 oktober 2010 Ministerie van Infrastructuur en Milieu)  
Projectnummer: 09-014

BBA BINNENMILIEU

Onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen

Rapportage: ir. F. van Dijken  
ir. A.C. Boerstra

Onderzoek: ir. T.C. Beuker  
ir. J.R. Balvers  
M.J.H. Verlinde  
ir. F. van Dijken  
ir. A.C. Boerstra

Periode onderzoek: december 2009 – juni 2010

Datum rapportage: 23 februari 2011

Opdrachtgever: Ministerie van VROM  
(per 13 oktober 2010 Ministerie van Infrastructuur en Milieu)

BBA-projectnummer: 09-014

## SAMENVATTING

### Aanleiding

De laatste jaren worden de meeste nieuwbouwwoningen in Nederland voorzien van een mechanisch ventilatiesysteem (balansventilatiesystemen en systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging). In de huidige praktijk leidt de realisatie van deze systemen vaak tot klachten bij bewoners.

In opdracht van het ministerie van VROM (thans het ministerie van Infrastructuur en Milieu) heeft BBA Binnenmilieu een onderzoek uitgevoerd naar het technisch functioneren van beide typen ventilatiesystemen in recent opgeleverde eengezinswoningen (periode juni 2006 – januari 2008).

### Onderzoeksvragen

De onderzoeksvragen waren:

Wat zijn de meest voorkomende tekortkomingen aan het ventilatiesysteem (t.a.v. ontwerp, uitvoering, onderhoud en gebruik) in nieuwbouwwoningen met balansventilatie?

Wat zijn de meest voorkomende tekortkomingen (t.a.v. ontwerp, uitvoering, onderhoud en gebruik) aan het ventilatiesysteem in nieuwbouwwoningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging?

Daarnaast heeft het RIVM een verkennende analyse uitgevoerd naar de relatie tussen bewonersklachten en kwaliteitskenmerken van ventilatiesystemen. Zie hiervoor de aparte rapportage 'Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten' van het RIVM (Jongeneel et al., 2011). In Bijlage 9 van dit rapport is hiervan de samenvatting gegeven.

### Aanpak van het onderzoek

In de periode december 2009 - juni 2010 zijn 150 woningen met balansventilatiesystemen en 149 woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging onderzocht. In de woningen zijn metingen verricht van prestaties van het ventilatiesysteem (ventilatie-debiet, installatiegeluidniveau) en zijn inspecties verricht van kenmerken van het ventilatiesysteem ten aanzien van de binnenmilieuaspecten ventilatiecapaciteit, luchtkwaliteit, thermisch comfort en installatiegeluid. Hierbij is gebruik gemaakt van een checklist, waarin de kenmerken van de onderzochte woningen en hun ventilatiesystemen en de resultaten van de metingen systematisch werden vastgelegd. Daarnaast is de bewoners een vragenlijst voorgelegd met vragen over onder andere het gebruik en onderhoud van het ventilatiesysteem.

De onderzochte kenmerken zijn beoordeeld overeenkomstig de wettelijke eisen uit het Bouwbesluit 2003 en vergeleken met de eisen en adviezen ten aanzien van woningventilatie in de publicatie GIW/ISSO 2008 'Ontwerp- en montageadviezen - Nieuwbouw, eengezinswoningen en appartementen 2008'. Uitgangspunt voor dit onderzoek is dat een ventilatiesysteem kwalitatief goed is als deze op alle punten voldoet aan de eisen en adviezen uit GIW/ISSO 2008 en niet alleen aan de wettelijke minimumeisen uit het Bouwbesluit. Dit staat los van het feit of de individuele woningen indertijd zijn gebouwd met de eisen en adviezen van GIW/ISSO (of andere privaatrechtelijke eisen) als uitgangspunt.

## Resultaten

De belangrijkste constatering ten aanzien van mechanische ventilatiesystemen in relatief nieuwe woningen zijn:

Gelet op de genoemde kwaliteitsstandaarden is er vaak sprake van te weinig luchtverversing in één of meer ruimten. Dit geldt zowel voor woningen met balansventilatie als voor woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging. In circa de helft van de woningen wordt dan op ruimteniveau niet het kwaliteitsniveau gerealiseerd dat overeenkomstig de nieuwbouwvoorschriften voor verblijfsruimten vereist is. Dit heeft enerzijds te maken met een te geringe capaciteit van het ventilatiesysteem in zijn geheel (afhankelijk van o.a. de opbouw van luchtkanalen en de capaciteit van de overstroomvoorzieningen en de gevelroosters), anderzijds met het niet goed inregelen van het ventilatiesysteem (instellen luchthoeveelheden op ruimteniveau).

Ventilatiesystemen maken vaak te veel herrie. Bij balansventilatiesystemen is dit meer het geval dan bij mechanische afzuiging. Vooral in de slaapkamers is het verschil tussen deze ventilatiesystemen groot. In een ruime meerderheid van de woningen met balansventilatie wordt niet voldaan aan de genoemde kwaliteitsstandaarden. Deze zijn in lijn met de Bouwbesluiten voor installatiegeluid zoals die naar verwachting vanaf 2012 voor nieuwbouw van toepassing zullen zijn. Dit heeft o.a. te maken met het ontbreken van (adequate) geluiddempers, de plaats waar de ventilatie-unit is gemonteerd en de opbouw van luchtkanalen.

Incidenteel heeft een woonkamer of slaapkamer geen te openen delen (bijv. een raam of deur) en ontbreekt dus de mogelijkheid om te spuien. In dit soort situaties wordt in principe niet voldaan aan de Bouwbesluiten ten aanzien van spuiventilatie.

In lang niet alle ventilatie-units voor balansventilatie is een zogenaamde bypass aanwezig op de warmteterugwinning. Een bypass is bij dit type ventilatiesysteem nodig om klachten over oververhitting in de zomer te beperken.

Veel ventilatiesystemen zijn niet schoon. Het gaat hierbij onder andere om vervuiling van onderdelen van de ventilatie-unit en luchttoevoerkanalen. In luchtkanalen gaat het in veel gevallen mede om vervuiling die tijdens de bouw is ontstaan, denk aan stukjes cement of spuitpleister. De hygiëne van het ventilatiesysteem heeft vooral impact op de luchtkwaliteit in woningen met balansventilatie.

Ventilatiesystemen zijn vaak niet correct ontworpen of geïnstalleerd. Het gaat dan bijvoorbeeld om het verloop van kanalen (voornamelijk onnodige bochten) of inblaasventielen op onlogische plaatsen. Ook wordt vaak onvoldoende rekening gehouden met de gebruiksvriendelijkheid van het ventilatiesysteem. Denk aan de plaats van bedieningsknoppen.

Ventilatiesystemen worden door de bewoners meestal niet goed gebruikt (mede doordat het ventilatiesysteem veel lawaai maakt in de hoogste standen). Wat mee speelt hierbij is dat veel bewoners niet voldoende zijn geïnformeerd over de werking van het ventilatiesysteem.

Er is sprake van onvoldoende onderhoud van ventilatiesystemen. Onderhoudscontracten ontbreken waardoor een jaarlijkse inspectie door een professionele partij achterwege blijft. Hierdoor gaan de prestaties van het ventilatiesysteem in de loop der tijd onnodig achteruit. Bij balansventilatiesystemen worden verder filters vaak niet voldoende frequent vervangen.

Met metingen is aangetoond dat in een aanzienlijk deel van de balansventilatiesystemen 'kortsluiting' plaatsvindt, waardoor een deel van de gebruikte lucht opnieuw de woning wordt ingeblazen.

Van de belangrijkste tekortkomingen is een verklaringsmodel opgesteld (zie Figuur 28 in het rapport). Hierin zijn de verwachte verbanden (expert judgement op basis van

wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen van de onderzoekers) tussen kenmerken van het ventilatiesysteem, prestaties en beleving door bewoners zijn weergegeven.

### Conclusies

Op basis van dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat mechanische ventilatiesystemen in recent gebouwde Nederlandse eengezinswoningen in de praktijk op veel essentiële punten tekortkomingen vertonen. Dit geldt zowel voor balansventilatiesystemen als voor systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging.

Uit de internationale literatuur blijkt dat de geconstateerde tekortkomingen in individuele woningen kunnen leiden tot bewonersklachten. Denk dan bijvoorbeeld aan luchtkwaliteit- en temperatuurklachten, geluidhinder en meer algemene gezondheidsklachten.

De tekortkomingen ontstaan tijdens alle fasen van het bouwproces. Veel tekortkomingen hebben te maken met ontwerpbeslissingen of ontstaan tijdens de bouw (uitvoeringsfase). Een deel van de tekortkomingen is gebruiks- en onderhoudsgerelateerd.

De geconstateerde tekortkomingen zouden gezien de huidige stand van kennis (denk aan de richtlijnen uit de publicatie GIW/ISSO 2008) en techniek niet hoeven te bestaan.

### Aanbevelingen

Om een verbetering van de situatie te realiseren is een mentaliteitsverandering nodig bij alle partijen die betrokken zijn bij het ontwerp en de realisatie van ventilatiesystemen in woningen. Ter verbetering van de situatie wordt onder andere aanbevolen om:

- de (wettelijke) eisen ten aanzien van de kwaliteit van ventilatiesystemen uit te breiden met eisen ten aanzien van installatiegeluidniveau in de woning (wordt opgenomen in de volgende versie van het bouwbesluit) en eisen ten aanzien van het voorkomen van oververhitting;
- het werken met (privaatrechtelijke) prestatie-eisen voor woningventilatie te stimuleren. ketengerichte aanpak te implementeren in de beroepspraktijk van professionele opdrachtgevers;
- kwaliteitsbewaking tijdens het ontwerpproces te verbeteren;
- kwaliteitsverschillen van ventilatie-units inzichtelijk te maken;
- toekomstige bewoners van nieuwbouwwoningen een keuzemogelijkheid te bieden t.a.v. woningventilatiesystemen;
- ontwerpers, en uitvoerenden in de woningbouw te professionaliseren t.a.v. woningventilatie;
- gebruiksvriendelijke en kwalitatief hoogwaardige ventilatiesystemen te ontwikkelen;
- opleveringscontroles voor woningventilatiesystemen te hanteren;
- meer aandacht te besteden aan hygiënisch installeren en opleveren;
- periodieke controle voor ventilatiesystemen in te voeren;
- de communicatie naar bewoners te verbeteren, bijvoorbeeld over de werking en het onderhoud van het ventilatiesysteem;
- nader onderzoek te doen, onder andere naar de kwaliteit van woningventilatiesystemen in **meergezinswoningen** met collectieve systemen en naar oorzaken van ‘kortsluiting’ (onbedoelde recirculatie) in balansventilatiesystemen.

Daarnaast zijn voor de belangrijkste tekortkomingen concrete ontwerprichtlijnen opgesteld, die installateurs of adviseurs die in de praktijk betrokken zijn bij de realisatie van ventilatiesystemen in woningen direct kunnen toepassen (zie Tabel 23 van het rapport).



## INHOUD

SAMENVATTING .....	3
INHOUD.....	7
<b>1 INLEIDING.....</b>	<b>9</b>
1.1 AANLEIDING .....	9
1.2 WONINGVENTILATIESYSTEMEN .....	10
1.3 DOEL VAN HET ONDERZOEK .....	13
<b>2 ONDERZOEKSAANPAK .....</b>	<b>15</b>
2.1 UITGANGSPUNTEN .....	15
2.2 SELECTIE VAN WONINGEN .....	16
2.3 DATAVERZAMELING .....	19
2.4 DATA-ANALYSE .....	23
<b>3 RESULTATEN.....</b>	<b>25</b>
3.1 VENTILATIECAPACITEIT .....	25
3.2 LUCHTKWALITEIT .....	33
3.3 THERMISCH COMFORT .....	43
3.4 INSTALLATIEGELUID.....	48
3.5 OVERALL KWALITEIT VENTILATIESYSTEEM .....	53
<b>4 CONCLUSIE.....</b>	<b>55</b>
<b>5 DISCUSSIE .....</b>	<b>59</b>
5.1 ONDERZOEKSPOPULATIE.....	59
5.2 VENTILATIECAPACITEIT .....	59
5.3 LUCHTKWALITEIT .....	61
5.4 THERMISCH COMFORT .....	63
5.5 INSTALLATIEGELUID.....	64
5.6 GEBRUIK .....	65
5.7 GEDEELDE VERANTWOORDELIJKHEID .....	67
5.8 HOE VERDER? .....	68
<b>6 AANBEVELINGEN.....</b>	<b>69</b>
6.1 PROCESMATIGE AANBEVELINGEN .....	69
6.2 ONTWERP- EN UITVOERINGSRICHTLIJNEN .....	74
<b>7 NAWOORD .....</b>	<b>79</b>
7.1 SAMENSTELLING KLANKBORDGROEP .....	79
7.2 OVERIGE BETROKKENEN BIJ HET ONDERZOEK .....	79
<b>8 REFERENTIES.....</b>	<b>81</b>
<b>BIJLAGEN.....</b>	<b>83</b>
BIJLAGE 1: BEWONERSBRIEF.....	85
BIJLAGE 2: CHECKLIST WONINGINSPECTIES .....	87
BIJLAGE 3: MEETMETHODEN WONINGINSPECTIES .....	97
BIJLAGE 4: REFERENTIEWAARDEN METINGEN.....	99
BIJLAGE 5: BEWONERSRAPPORTAGE .....	101
BIJLAGE 6: OVERZICHT RESULTATEN INSPECTIES .....	105
BIJLAGE 7: BIVARIATE ANALYSES T.B.V. KWALITEIT VENTILATIESYSTEMEN .....	111
BIJLAGE 8: SAMENVATTING PROCESANALYSE BBA.....	115
BIJLAGE 9: SAMENVATTING ONDERZOEK RIVM .....	117





# 1 INLEIDING

In dit hoofdstuk worden de probleemstelling en de onderzoeksvragen gepresenteerd.

## 1.1 Aanleiding

Veel nieuwbouwwoningen in Nederland worden de laatste jaren voorzien van een balansventilatiesysteem, waarbij lucht mechanisch wordt toe- en afgevoerd via een kanalenstelsel. In theorie hebben balansventilatiesystemen veel voordelen. Zo kan er bijvoorbeeld 's winters relatief tochtvrij geventileerd worden (zeker in vergelijking met systemen die met natuurlijke toevoer via de gevel werken), is de verse luchttoevoer altijd gegarandeerd (onafhankelijk van de weerssituatie buiten) en kan er energie bespaard worden door warmteterugwinning.

Echter, in de praktijk lijkt de toepassing van deze systemen geregeld te leiden tot klachten bij bewoners. Op basis van onderzoeken op beperkte schaal naar klachten met woningen met balansventilatie in onder andere Vathorst (gemeente Amersfoort) en Groningen weten we al het een en ander over problemen in deze woningen. De meest voorkomende problemen zijn onder andere (Meijer & Duijm, 2002; Duijm, 2006; Duijm et al., 2007):

- Tochtklachten;
- Geluidhinder;
- Warmteklachten;
- Onvoldoende ventilatiecapaciteit;
- Onjuist gebruik van het ventilatiesysteem;
- Vervuiling van het ventilatiesysteem.

In woningen met een ventilatiesysteem met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging blijken deze klachten minder vaak voor te komen (o.a. Meijer & Duijm, 2002).

Naar aanleiding van de problematiek die in Vathorst is geconstateerd rond balansventilatie en gezondheidsklachten heeft toenmalig minister Vogelaar op 3 april 2008 toegezegd aan de Tweede Kamer hier nader onderzoek naar te laten verrichten.

In 2008 is door het bureau RIGO Research en Advies BV een eerste onderzoek uitgevoerd. Dit onderzoek behelsde een enquête naar de gezondheidsklachten, gezondheidsbeleving, perceptie van comfort en ventilatiegedrag van bewoners van recent opgeleverde woningen. Uit dit onderzoek bleek dat de aanwezigheid van balansventilatie samenhangt met een grotere ontevredenheid met het ventilatiesysteem. Ook heeft deze groep beduidend vaker klachten over specifieke aspecten van het ventilatiesysteem, zoals installatiegeluid, tocht of bedienbaarheid. Echter, bewoners van woningen met een ventilatiesysteem met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging bleken ook niet vrij van klachten (Leidelmeijer et al., 2009).

Vervolgonderzoek moet daarom meer informatie opleveren over het technisch functioneren van beide typen ventilatiesystemen (balansventilatiesystemen en systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging) en inzicht geven in de relatie tussen bewonersklachten en het functioneren van de ventilatiesystemen.

Vervolgonderzoeken zijn uitgevoerd door BBA Binnenmilieu en het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Uitgangspunt voor beide onderzoeken waren de

respondenten van het RIGO-onderzoek. Het onderzoek is daarbij beperkt op ventilatiesystemen in recent gebouwde eengezinswoningen.

BBA Binnenmilieu heeft het technisch functioneren van de ventilatiesystemen onderzocht (verder te noemen 'het BBA-onderzoek'). Dit rapport beschrijft dit deel van het onderzoek.

Het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) heeft de bewonersklachten middels een aanvullende vragenlijst geïnventariseerd en een verkennende analyse uitgevoerd naar de relatie tussen bewonersklachten en kwaliteitskenmerken het ventilatiesysteem in de woningen. De uitkomsten hiervan zijn te vinden in de separate rapportage 'Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten' van het RIVM (Jongeneel et al., 2011), verder te noemen 'het RIVM-rapport'. In Bijlage 9 van dit rapport is hiervan de samenvatting gegeven.

## 1.2 Woningventilatiesystemen

Door te ventileren wordt 'verse' buitenlucht toegevoerd en 'gebruikte' lucht naar buiten afgevoerd.

Ventileren draagt bij aan een gezond binnenmilieu voor woninggebruikers. Bij onvoldoende ventilatie hopen zich in de woning vocht en hinderlijke of schadelijke stoffen op. Bewoners produceren deze stoffen deels zelf, door uitademing van vocht en afvalstoffen (zoals CO<sub>2</sub>) en bijvoorbeeld door roken, douchen en koken. Daarnaast komen ook stoffen vrij uit de woning zelf, bijvoorbeeld uit vloerbedekking of bouwmaterialen.

Wanneer 'gebruikte' lucht en vocht niet worden afgevoerd, kan een onaangenaam en ongezond binnenklimaat het gevolg zijn. Verontreinigde binnenlucht wordt ervaren als bedompt en kan soms geuroverlast geven. Hierdoor kunnen vermoeidheidsklachten, hoofdpijn en klachten over geïrriteerde luchtwegen en ogen ontstaan. Vooral voor personen met luchtwegaandoeningen is het van belang dat goed wordt geventileerd.

**Basisventilatie** vindt plaats via gevelroosters, ramen en/of luchttoe- en afvoerkanalen. Luchttoevoer en -afvoer kunnen zowel natuurlijk (door winddruk) als mechanisch (met behulp van een ventilator) plaatsvinden. Tot ver in de twintigste eeuw werd vooral natuurlijk geventileerd. Tegenwoordig worden vrijwel altijd mechanische systemen toegepast, waardoor ventilatie minder weersafhankelijk is.

Daarnaast kan luchtverversing (onbedoeld) plaatsvinden door **infiltratie**: luchtstromen via bijvoorbeeld naden en kieren in de gebouwconstructie. In moderne woningen is het aandeel van infiltratie door energiebesparende maatregelen beperkt.

Ongeacht de aard van het ventilatiesysteem zijn altijd ook te openen ramen nodig voor **spuiventilatie** ('luchten').

Op hoofdlijnen kunnen vier soorten ventilatiesystemen worden onderscheiden (NPR 1088):  
natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer (systeem A);  
mechanische toevoer en natuurlijke afvoer (systeem B);  
natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (systeem C);  
mechanische toe- en afvoer (ook wel balansventilatie genoemd), al dan niet met warmteterugwinning (WTW) (systeem D).

In dit onderzoek worden alleen de systemen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging (systeem C) en balansventilatie ofwel mechanische toe- en afvoer (systeem D) bekeken. De eerste 2 ventilatiesystemen (systemen A en B) komen in Nederland bij

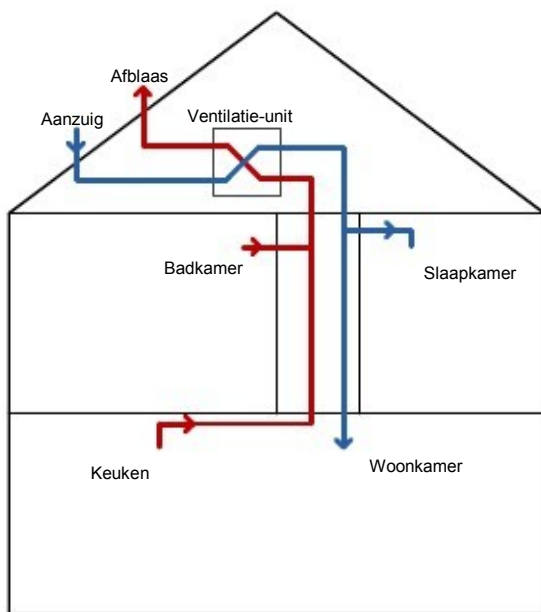
nieuwbouwwoningen nauwelijks nog voor. De onderzochte ventilatiesystemen worden hieronder verder beschreven.

### 1.2.1 Mechanische toe- en afvoer ofwel balansventilatie (systeem D)

Bij balansventilatie (Figuur 1) wordt continu ventilatielucht (mechanisch) ingeblazen en afgezogen via ventilatiekanalen. Lucht wordt meestal ingeblazen in de woonkamer en slaapkamers. Ruimten met een afzuigventiel zijn in ieder geval keuken, toilet en badruimte. Via **overstroomvoorzieningen** (meestal een spleet onder binnendeuren) kan lucht van ruimten waar lucht wordt toegevoerd naar ruimten waar lucht wordt afgezogen stromen. De meeste moderne ventilatiesystemen zijn voorzien van een **meerstandschakelaar** waarmee de bewoners het ventilatiesysteem zelf in een hogere of lagere stand kunnen zetten en hiermee de luchttoe- en afvoerhoeveelheid ofwel het **debiet** kunnen bepalen. Aangezogen buitenlucht gaat bij dit ventilatiesysteem door een **filter** in de ventilatie-unit voordat de lucht verder wordt verspreid. Dit filter beschermt de ventilatie-unit tegen vervuiling en reinigt de toevoerlucht (de mate waarin de lucht wordt gereinigd is afhankelijk van de kwaliteit van het filter).

Dit type ventilatiesysteem wordt meestal gecombineerd met warmteterugwinning (WTW). Hierbij wordt de warmte van de afgezogen lucht benut om de koude buitenlucht voor te verwarmen (de luchtstromen komen daarbij niet direct met elkaar in contact). Daardoor is in de winter minder energie nodig voor verwarming. In de zomer is warmteterugwinning uiteraard niet gewenst. Moderne ventilatiesystemen zijn daarom voorzien van een **bypass** waarmee de toevoerlucht bij warm weer 'om' het WTW-blok wordt geleid en zo ongewenste voorverwarming voorkomt.

In dit rapport wordt dit systeem verder **balansventilatie** genoemd.



Figuur 1: Principeschema van een ventilatiesysteem met mechanische toe- en afvoer (balansventilatie) (blauw is luchttoevoer, rood is luchtafvoer).

Het beschreven ventilatiesysteem wordt meestal uitgevoerd als een **centraal systeem**, waarbij de ventilatie-unit voor de hele woning op één kanalenstelsel is aangesloten. Er zijn ook ventilatie-units op de markt waarmee iedere verblijfsruimte in de woning apart kan

worden voorzien van een ventilatie-unit voor luchttoe- en afvoer, meestal zonder kanalenstelsel. Deze **decentrale systemen** vallen buiten dit onderzoek.

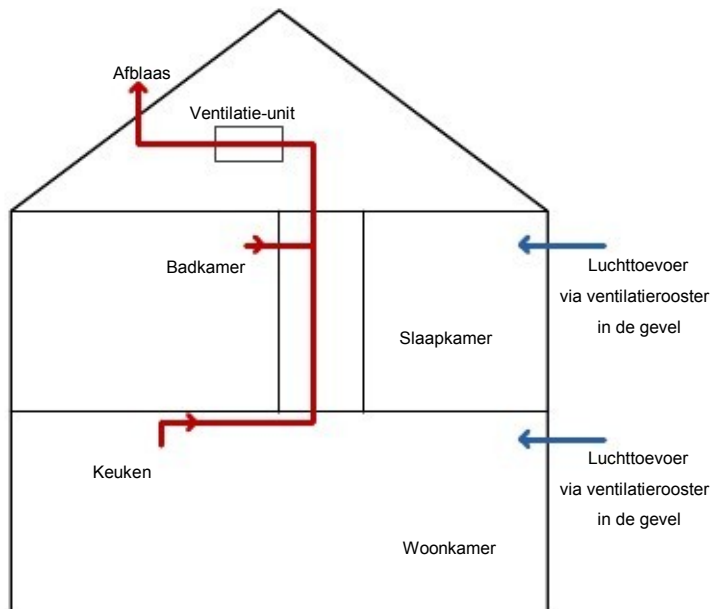
### 1.2.2 Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (systeem C)

Bij een systeem voor natuurlijke luchttoevoer en mechanische luchtafvoer (Figuur 2) wordt vervuilde lucht mechanisch afgezogen op een aantal punten in de woning (in ieder geval in keuken, toilet en badruimte). Daardoor ontstaat onderdruk, waardoor door openingen in de gevel (meestal gevelroosters) vanzelf verse lucht van buiten de woning binnenstroomt. Via **overstroomvoorzieningen** (meestal een spleet onder de deur) kan de toegevoerde lucht naar ruimten waar de lucht wordt afgezogen stromen.

De meeste moderne systemen zijn voorzien van een **meerstandenschakelaar**, waarmee de bewoners de afzuiging zelf in een hogere of lagere stand kunnen instellen en hiermee de luchttoe- en afvoerhoeveelheid ofwel het **debiet** kunnen bepalen.

Bij dit ventilatiesysteem komt toegevoerde lucht direct van buiten via gevelroosters de leefruimte binnen. Wanneer het buiten koud is en hard waait kan dit tot tocht leiden. Om het risico op tocht te beperken zijn **zelfregelende roosters** (winddrukgeregeld) beschikbaar, die zichzelf automatisch dichtknijpen wanneer er wind op de gevel staat.

In dit rapport wordt dit systeem verder **mechanische afzuiging** genoemd.



Figuur 2: Principeschema van een ventilatiesysteem met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer (blauw is luchttoevoer, rood is luchtafvoer).

### 1.3 Doel van het onderzoek

Het onderzoek van BBA heeft tot doel de volgende onderzoeksvragen te beantwoorden:

1. Wat zijn de meest voorkomende tekortkomingen aan het ventilatiesysteem (t.a.v. ontwerp, uitvoering, onderhoud en gebruik) in nieuwbouwwoningen met balansventilatie?
2. Wat zijn de meest voorkomende tekortkomingen aan het ventilatiesysteem (t.a.v. ontwerp, uitvoering, onderhoud en gebruik) in nieuwbouwwoningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging?

Daarnaast is de vraag gesteld wat de achterliggende (procesmatige) oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen zijn. Deze vraag is beantwoord in de aparte rapportage 'Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen' (van Dijken et al., 2011). In Bijlage 8 van dit rapport is hiervan de samenvatting gegeven.



## 2 ONDERZOEKSAANPAK

In dit hoofdstuk wordt de methode van onderzoek beschreven. In paragraaf 2.1 worden de uitgangspunten voor het onderzoek samengevat. De selectie van woningen, de wijze van dataverzameling en de data-analyse worden in de paragrafen 2.2 t/m 2.3 verder beschreven.

### 2.1 Uitgangspunten

In deze paragraaf worden de uitgangspunten voor de methode van onderzoek gegeven.

#### 2.1.1 Woningselectie

Dit onderzoek is voorafgegaan door een vragenlijstonderzoek uitgevoerd door RIGO (Leidelmeijer et al., 2009). Voor de selectie van woningen voor het BBA-onderzoek is op verzoek van het ministerie van VROM gebruik gemaakt van de database van het onderzoek van RIGO. De steekproef is genomen uit de groep RIGO-respondenten die heeft aangegeven mee te willen werken aan vervolgonderzoek ('Ja, ik wil meedoen') of die heeft aangegeven meer informatie over vervolgonderzoek te willen ontvangen ('Weet niet, eerst meer informatie').

#### 2.1.2 Dataverzameling

Uitgangpunt was het in kaart brengen van kwaliteitskenmerken van het ventilatiesysteem en metingen van prestaties van het ventilatiesysteem (bijv. ventilatiedebieten, geluidniveau) tijdens woninginspecties. Er is dus bewust gekozen geen blootstellingen aan bijv. chemische en microbiologische agentia te meten. Uit diverse studies (Mendell, 1993; Mendell, 2003) blijkt namelijk dat bepaalde kenmerken van gebouwen en installaties consistent samenhangen met gezondheidsklachten en klachten over het binnenmilieu onder gebruikers. Resultaten van blootstellingmetingen geven daarentegen niet altijd een causaal verband met de kwaliteit van ventilatiesystemen. Deze inzichten hebben er toe geleid dat bij onderzoeken naar gebouwgerelateerde klachten in bijvoorbeeld kantoren het werken met risicofactoren i.p.v. directe blootstellingen al jaren een gebruikelijke en geaccepteerde methode is (o.a. Bischof et al., 2003; Skyberg et al., 2003; Mendell et al., 2008). De gekozen benadering is tevens overeenkomstig met aanbevelingen uit de ISIAQ-guideline TFII-1998 'General principles for the investigation of IAQ complaints' (Light & Sundell, 1998).

De onderzochte kwaliteitskenmerken zijn overeenkomstig de wettelijke eisen uit het Bouwbesluit en de eisen en adviezen ten aanzien van woningventilatie uit de publicatie GIW/ISSO 2008 'Ontwerp- en montageadviezen - Nieuwbouw, eengezinswoningen en appartementen 2008' (zie kader). Waar van toepassing is bij de metingen en inspecties uitgegaan van de methoden uit de beoordelingsrichtlijn BRL 8010 'Beoordelen van ventilatievoorzieningen van woningen'.

#### 2.1.3 Data-analyse

De ventilatiesystemen zijn niet alleen getoetst aan het kwaliteitsniveau van de wettelijke eisen. Als de toetsingscriteria voor de gemeten prestaties en ontwerp- en uitvoeringskenmerken van het ventilatiesysteem zijn zowel de wettelijke eisen uit het Bouwbesluit 2003 als de eisen en adviezen ten aanzien van woningventilatie uit de publicatie GIW/ISSO 2008, waarin aanvullende (privaatrechtelijke) eisen en adviezen zijn opgenomen, gehanteerd (zie het kader op pagina 16).

#### Kader: Bouwbesluit en GIW/ISSO 2008 als toetsingscriterium

Binnen dit onderzoek is de aanname gedaan dat een ventilatiesysteem kwalitatief goed is als het voldoet aan de eisen en adviezen ten aanzien van woningventilatie uit de publicatie GIW/ISSO 2008 'Ontwerp- en montageadviezen - Nieuwbouw, eengezinswoningen en appartementen 2008' \*. De prestatie-eisen uit het Bouwbesluit 2003 zijn gericht op het borgen van een minimumniveau aan luchtverversing. Wanneer aan de eisen uit het Bouwbesluit wordt voldaan wordt nog niet per definitie voldaan aan alle eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008.

Ten aanzien van woningventilatie zijn de eisen in het Bouwbesluit 2003 gericht op luchtverversing (ventilatiecapaciteit), thermisch comfort (luchtsnelheid) en regelbaarheid. De eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008 geven verder prestatie-eisen ten aanzien van onder andere het installatiegeluidniveau in woningen en ontwerp- en installatierichtlijnen voor bijvoorbeeld het waarborgen van de binnenluchtkwaliteit, het voorkomen van oververhitting en de bediening van het ventilatiesysteem. Hiervoor zijn in het Bouwbesluit vooralsnog geen eisen opgenomen.

In overleg met de opdrachtgever is ervoor gekozen om in dit onderzoek naast de wettelijke eisen uit het Bouwbesluit ook de kwaliteitsbepalingen (eisen én adviezen) uit publicatie GIW/ISSO 2008 als toetsingskader te hanteren.

Dit onderzoek richt zich op de kwaliteit van de ventilatiesystemen. De gehanteerde toetsingscriteria staan daarmee los van het feit of individuele woningen binnen het onderzoek indertijd zijn gebouwd met de eisen en adviezen van GIW/ISSO als uitgangspunt. Het doel van dit onderzoek is dus niet om na te gaan of het ventilatiesysteem in de onderzochte woningen voldoet aan de specifiek voor dat project gestelde (privaatrechtelijke) eisen.

\* GIW (Garantie Instituut Woningbouw) heeft in samenwerking met ISSO (het kennisinstituut voor de installatiesector) een document ontwikkeld waarin eisen en adviezen zijn opgenomen waar het ontwerp en de uitvoering van een goed woningventilatiesysteem aan moet voldoen. Het GIW is opgeheven per 1 januari 2010. Desalniettemin kunnen de eisen en adviezen uit de genoemde publicatie GIW/ISSO 2008 nog steeds gehanteerd worden bij nieuwbouw- en renovatieprojecten.

## 2.2 Selectie van woningen

Het uitgangspunt was om het onderzoek uit te voeren in 300 (+/- 5%) woningen, waarvan 150 (+/- 5%) woningen met een balansventilatiesysteem en 150 (+/- 5%) woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging. In deze paragraaf wordt beschreven hoe de woningen voor het onderzoek zijn geselecteerd.

### 2.2.1 Selectiecriteria

Voor de selectie van woningen is gebruik gemaakt van de database van het onderzoek van RIGO (Leidelmeijer et al., 2009). Deze database bevat gegevens van nieuwbouwwoningen verspreid over Nederland die tussen juni 2006 en januari 2008 zijn opgeleverd.

De selectie van woningen is verder beperkt tot:

Eengezinswoningen (vrijstaande woning, 2-onder-1-kapwoning, hoekwoning in rij, tussenwoning in rij). De reden om het onderzoek tot dit type woningen te beperken is dat in eengezinswoningen vergelijkbare ventilatiesystemen worden toegepast.

Ventilatiesystemen in meergezinswoningen kunnen in technisch opzicht afwijken van systemen in eengezinswoningen, voornamelijk door collectieve voorzieningen.



Woningen in unieke straten. Reden hiervan is om zo veel mogelijk verschillende woningen te onderzoeken. Aanname was dat de kans groter is dat in een straat meerdere woningen staan die zijn gebouwd door dezelfde aannemer c.q. installateur. Indien in één straat meerdere potentiële deelnemers voorkomen is de woning met het laagste huisnummer het eerst benaderd voor deelname aan het onderzoek.

Woningen met een centraal systeem voor balansventilatie (zie paragraaf 1.2.1) of mechanische afzuiging (zie paragraaf 1.2.2). Decentrale ventilatiesystemen (systemen met één of meerdere ventilatie-units per ruimte) vallen buiten dit onderzoek.

Daarnaast is na de pilotfase (zie paragraaf 2.3.4) besloten om woningen met een ventilatiesysteem dat gecombineerd is met een luchtverwarmingssysteem niet mee te nemen in het onderzoek. Bij deze woningen was het namelijk niet mogelijk het aandeel verse buitenlucht in de luchttoevoer te bepalen. Het aantal woningen met dit type luchtverwarming was overigens beperkt. In totaal zijn 8 geselecteerde woningen hierdoor niet opgenomen in het onderzoek.

### 2.2.2 Selectie

In de eerste selectieronde zijn per regio alle 200 adressen van woningen met balansventilatie in unieke straten (laagste huisnummer per straat) aangeschreven. Van woningen met mechanische afzuiging in unieke straten is een steekproef van gelijke omvang (200 woningen) benaderd voor deelname aan het onderzoek.

De woningen zijn ingedeeld in 4 regio's (Tabel 1) die na elkaar zijn uitgenodigd en bezocht. Uitnodigingsbrieven zijn door het Ministerie van VROM verstuurd in december 2009 (regio West), januari 2010 (Zuid), februari 2010 (Oost) en maart 2010 (Noord).

Na de eerste selectieronde was de totale respons met 266 woningen beneden de drempel van 150 (+/- 5%) woningen met balansventilatie en 150 (+/- 5%) woningen met mechanische afzuiging. In een tweede selectieronde zijn in de unieke straten waarvan in de eerste ronde adressen zijn afgevallen zo mogelijk andere adressen aangeschreven (het op één na laagste huisnummer per straat). In de tweede ronde zijn 40 bewoners uitgenodigd. Hiervoor zijn de uitnodigingsbrieven door VROM in mei 2010 verstuurd. Van deze groep zijn uiteindelijk nog 33 woningen onderzocht. De uitnodigingsbrief voor de bewoners is te vinden in Bijlage 1.

### 2.2.3 Respons

Het onderzoek is uitgevoerd in 299 recent opgeleverde eengezinswoningen, waarvan 150 woningen met een balansventilatiesysteem en 149 woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging. De geografische spreiding van de woningen is weergegeven in Tabel 1. Het type woningen binnen de steekproef is weergegeven in Tabel 2 en Tabel 3.

Tabel 1: Geografische spreiding van de onderzochte woningen

	REGIO				TOTAAL
	Noord Groningen, Friesland, Drenthe, Overijssel	Oost Gelderland, Flevoland	Zuid Noord-Brabant	West Noord-Holland, Zuid- Holland, Utrecht	
Balansventilatie	25	32	43	50	150
Mechanische afzuiging	31	33	39	46	149
<b>TOTAAL</b>	<b>56</b>	<b>65</b>	<b>82</b>	<b>96</b>	<b>299</b>

Tabel 2: Verdeling eengezinswoningen naar eigendomsverhouding

	WONINGEIGENDOM						TOTAAL	
	Huur		Koop		Onbekend			
Balansventilatie	7	5%	142	95%	11	11%	150	100%
Mechanische afzuiging	13	9%	136	91%	-	-	149	100%
<b>TOTAAL</b>	<b>20</b>	<b>7%</b>	<b>278</b>	<b>93%</b>	<b>1</b>	<b>0%</b>	<b>299</b>	<b>100%</b>
Nederland*		16%		84%				

\* Nederlandse cijfers: gereed gemeld in 2006 (3e en 4e kwartaal) en 2007 (CBS). De verhouding is gelijk voor Nederland en voor Nederland exclusief de grote steden (G4).

Tabel 3: Respons per type ventilatiesysteem en type woning

	TYPE WONING								TOTAAL	
	Vrijstaand		2-onder-1-Hoekwoning kapin een rij				Tussenwoning in een rij			
Balansventilatie	85	57%	17	11%	22	15%	26	17%	150	100%
Mechanische afzuiging	39	26%	32	21%	26	17%	52	35%	149	100%
<b>TOTAAL</b>	<b>124</b>	<b>41%</b>	<b>49</b>	<b>16%</b>	<b>48</b>	<b>16%</b>	<b>78</b>	<b>26%</b>	<b>299</b>	<b>100%</b>
Nederland*		23%		25%		15%		38%		

\* Er zijn geen CBS-cijfers bekend, als indicatie is de steekproef uit het RIGO-onderzoek aangehouden. In deze steekproef zijn eengezins koopwoningen ongeveer 10% oververtegenwoordigd (Leidemeijer et al., 2009).

De geselecteerde woningen zijn behoorlijk over Nederland verspreid. In het RIGO-onderzoek (Leidemeijer et al., 2009), waarop de woningselectie van dit onderzoek is gebaseerd, ontbraken echter de provincies Limburg en Zeeland en was het aandeel binnen de provincie Friesland beperkt. Ook ontbraken de grote steden. Om die reden zijn in dit onderzoek zijn ook geen woningen uit deze gebieden onderzocht.

Binnen de woningen waar het onderzoek is uitgevoerd is 93% koopwoning. Dit aandeel is hoger dan het aandeel koopwoningen onder recent opgeleverde Nederlandse eengezinswoningen (84%). Voor de woningen met balansventilatie is de afwijking groter dan voor woningen met mechanische afzuiging (zie Tabel 2).

Ook het aandeel vrijstaande woningen is duidelijk hoger dan gemiddeld in Nederland. Dit gaat ten koste van het aandeel 2-onder-1-kap en tussenwoningen in een rij. Wanneer dit verder uitgesplitst wordt naar type ventilatiesysteem blijkt dat dit verschil zowel woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer als woningen met balansventilatie betreft. Het verschil is echter het sterkst in woningen met balansventilatie (Tabel 3).

#### 2.2.4 Non-respons

Om tot de selectie van 299 woningen te komen werden 440 adressen aangeschreven. 141 bewoners konden of wilden niet meewerken aan het onderzoek. Redenen hiervoor waren:

- Niet bereikbaar voor het maken van een afspraak (na 3x bellen) 43%
- Wil niet deelnemen i.v.m. tijd of inbreuk op de privacy 23%
- Wil niet deelnemen, geen interesse 8%
- Type woning of ventilatiesysteem valt buiten de afbakening van het onderzoek 8%
- Target aantal deelnemers in de regio is al behaald (bewoner is op de 7% reservelijst gezet)
- Bewoner is verhuisd 3%
- Niet thuis op moment van afspraak 1%
- Onbekend 7%

Er is getracht de non-respons zo veel mogelijk te beperken door:

- De uitnodigingen voor deelname aan het onderzoek niet tijdens vakantieperiodes te versturen;
- Deelnemers aan het onderzoek enige vrijheid te geven in de onderzoeksplanning;
- In de uitnodigingsbrief het algemene belang van het onderzoek te benadrukken;
- Het aanbieden van een kort meetrapport aan de deelnemers ;
- Het verloten van één reischeque van €500,- onder de deelnemers aan het onderzoek.

## 2.3 Dataverzameling

De woningen die zijn geselecteerd voor het onderzoek zijn bezocht tussen 14 december 2009 en 25 juni 2010.

Bij deze woninginspecties is gebruik gemaakt van een checklist (Bijlage 2), waarin de resultaten van de metingen en kenmerken van de onderzochte woningen en ventilatiesystemen systematisch werden vastgelegd. Welke inspecties en metingen zijn uitgevoerd in de woningen is in deze paragraaf verder beschreven.

### 2.3.1 Prestaties van het ventilatiesysteem

De volgende prestaties van het ventilatiesysteem zijn met metingen vastgesteld:

**Ventilatie debieten (toevoer en afvoer).** Van alle luchttoe- en afvoerventielen in de woning is het ventilatie debiet vastgesteld voor de verschillende standen van het ventilatiesysteem. Ook het debiet van een eventuele afzuigkap is gemeten in de hoogste stand). Deze is echter niet opgeteld bij de totale luchtafvoercapaciteit van het ventilatiesysteem van de woning. De metingen zijn uitgevoerd conform de methode omschreven in NEN 1087 (zoals voorgeschreven in de BRL 8010).

**Installatiegeluidniveau.** In de woonkamer, de hoofdslaapkamer en een eventuele tweede slaapkamer is het installatiegeluidniveau gemeten in de verschillende standen van het ventilatiesysteem. Tevens is het achtergrondgeluidniveau gemeten (ventilatiesysteem uitgeschakeld). De meetmethode is gebaseerd op de methode omschreven in Bijlage 4 van BRL 8010.

Een verdere toelichting op de meetmethoden is te vinden in Bijlage 3.

Niet alle prestaties konden volledig in kaart worden gebracht:

**Luchtafvoer debiet keuken.** Ventielen waren niet altijd bereikbaar met de meetapparatuur, bijvoorbeeld door een te kleine afstand van de keukenkastjes tot het ventiel of doordat een afzuigkap was aangesloten op één van de ventielen.

**Installatiegeluidniveau.** In sommige gevallen kon het installatiegeluidniveau niet worden vastgesteld in één of meerdere ruimten vanwege bijvoorbeeld een storend achtergrondgeluid of doordat een ruimte niet toegankelijk was (bijv. vanwege een slapend kind). Ook was het mogelijk dat het installatiegeluidniveau niet is opgenomen vanwege een te hoog achtergrondgeluidniveau, bijvoorbeeld ten gevolge van verkeer buiten of wind (conform de bepalingen in de BRL 8010).

---

<sup>1</sup> De resultaten van de inspecties zijn naar de bewoners teruggekoppeld. Hiervoor is een korte (automatische gegenereerde) bewonersrapportage opgesteld. Hierin wordt voor een aantal kenmerken van het ventilatiesysteem aangegeven hoe de prestaties in de betreffende woning waren op het moment van de inspectie. Een voorbeeld van een bewonersrapportage is te vinden in Bijlage 5.



Figuur 3 (links): Visuele inspectie van het inwendige van een ventilatie-unit (balansventilatie)  
Figuur 4 (rechts): Meting van het ventilatiedebiet bij een afzuigventiel met behulp van een  
drukgecompenseerde luchtdebietmeter

### 2.3.2 Kenmerken van het ventilatiesysteem

Een volledig overzicht van de kenmerken die in kaart zijn gebracht is te vinden in de checklist in Bijlage 2. Hieronder zijn voor de binnenmilieuaspecten ventilatiecapaciteit, luchtkwaliteit, thermisch comfort en installatiegeluid enkele belangrijke kenmerken opgesomd:

**Ventilatiecapaciteit**, o.a. de capaciteit van de ventilatie-unit, de capaciteit van gevelroosters, de aanwezigheid van overstroomvoorzieningen en inregeling van het ventilatiesysteem.

**Luchtkwaliteit**, o.a. de hygiënische staat van de ventilatie-unit, filters en toevoerkanalen, de plaats van de buitenluchtaanzuig, de aanwezigheid van ‘kortsluiting’ (onbedoelde recirculatie van retourlucht) in het ventilatiesysteem en de regelmogelijkheden van het ventilatiesysteem.

**Thermisch comfort**, o.a. de aanwezigheid van een bypass op de warmteterugwinning ter beperking van oververhitting en de plaats van luchttoevoervoorzieningen ten aanzien van tocht.

**Installatiegeluid**, o.a. de plaats en montage van de ventilatie-unit, de aanwezigheid van geluiddempers, de wijze van installatie van de kanalen en vervuiling van het ventilatiesysteem.

Daarnaast zijn in de checklist enkele aspecten opgenomen die van belang zijn voor analyses door het RIVM, zoals mogelijk versturende variabelen. Denk hierbij aan de aanwezigheid van drukke wegen in de nabijheid van de woning of de aanwezigheid van vocht- en schimmelplekken in de woning.

Waar van toepassing is bij de inspecties uitgegaan van de methoden uit de BRL 8010.

<sup>2</sup>De hygiëne van de installaties is in kaart gebracht met visuele inspecties in plaats van microbiologische metingen. Dit is conform de meest recente richtlijnen t.a.v. hygiëne van installaties (Pasanen et al., 2007).

De publicatie GIW/ISSO 2008 geeft geen of weinig criteria ten aanzien van beheer en onderhoud van ventilatiesystemen. Hiervoor zijn enkele aanvullende kenmerken toegevoegd.

De gebruikte checklist (Bijlage 2) is opgesteld in overleg met het Ministerie van VROM. Tevens heeft een klankbordgroep van sleutelfiguren uit de woningbouw- en installatiebranche (zie paragraaf 7.1) via het Ministerie van VROM feedback gegeven op een conceptversie van de vragenlijst.

Niet alle kenmerken konden in alle woningen in kaart worden gebracht. Deze kenmerken zijn:

‘Kortsluiting’ in het ventilatiesysteem. Er was 1 meetset bestaande uit een rookgenerator en een fijn stofmeter) beschikbaar voor het vaststellen van kortsluiting. Bovendien hebben niet alle bewoners toestemming gegeven voor het uitvoeren van de hiervoor benodigde rookproeven, vanwege brandmelders of de aanwezigheid van personen met gevoelige luchtwegen.

Hygiëne van luchttoevoerkanalen. In een deel van de woningen was het niet mogelijk de kanalen inwendig te inspecteren, omdat de toevoerventielen niet konden worden verwijderd zonder het schilderwerk of stucwerk te beschadigen.

Verloop afzuigkanalen ter plaatse van natte ruimten. Het verloop van kanalen was niet overal met een visuele inspectie vast te stellen

Inwendige hygiëne units voor mechanische afzuiging. Het inwendige van de afzuigunits is in principe niet bekeken, omdat vervuiling van de ventilatie-unit bij mechanische afzuiging geen invloed heeft op de kwaliteit van de toevoerlucht. In sommige gevallen is dit aspect wel in kaart gebracht, vanwege beperkt technisch functioneren van het ventilatiesysteem of om nader inzicht te krijgen in de staat van onderhoud.

### 2.3.3 Bewonersvragenlijst

Aanvullende gegevens over het gebruik en onderhoud van het ventilatiesysteem zijn in kaart gebracht met behulp van bewonersvragenlijsten ten behoeve van de onderzoeken van RIGO en het RIVM.

In de RIGO-vragenlijst zijn enkele vragen opgenomen over het gebruik van het ventilatiesysteem (Leidelmeijer et al., 2009). In dit onderzoek kon gebruik worden gemaakt van deze gegevens.

Voor de analyses in dit rapport is gebruik gemaakt van vraag 93 uit de RIGO-vragenlijst:

Als er een schakelaar aanwezig is waarmee u de snelheid van de ventilatie in huis kunt regelen, op welke stand staat de schakelaar dan bij de volgende gelegenheden?

Toelichting: het gaat hier niet om de afzuigkap, maar om de schakelaar voor het algemene ventilatiesysteem.

Deze schakelaar is meestal in de keuken gemonteerd en heeft vrijwel altijd drie standen:

(1) is de laagstand en geeft de kleinste hoeveelheid lucht, (3) is de hoogstand en geeft de grootste hoeveelheid lucht; (2) zit er tussen in.

Geef hieronder per situatie aan op welke stand de schakelaar meestal staat.

Stand 1 (laag) Stand 2 (midden)

Stand 3 (hoog)

- tijdens het koken
- tijdens het douchen
- na het douchen
- overdag, als er minimaal 1 persoon thuis is
- 's nachts
- als er visite is en/of er gerookt wordt
- als er niemand thuis is

In de bewonersvragenlijst ten behoeve van het RIVM-onderzoek zijn enkele vragen over onderhoud en beheer opgenomen ten behoeve van het BBA-deel van het onderzoek. De bewonersvragenlijst van het RIVM is op het moment van de woninginspectie door de onderzoekers van BBA aan de bewoners uitgereikt.

De onderstaande vragen over gebruik en onderhoud van het ventilatiesysteem zijn opgenomen in de bewonersvragenlijst van het RIVM:

Voor alle bewoners:

- Houdt u het ventilatiesysteem vaak in de laagste stand of uit vanwege stankoverlast van buiten?
- Houdt u het ventilatiesysteem vaak in de laagste stand of uit vanwege geluid van het systeem?
- Kunt u de temperatuur in uw woning in de zomer voldoende naar eigen wens instellen?
- Kunt u de temperatuur in uw woning in de winter voldoende naar eigen wens instellen?
- Kunt u het ventilatiesysteem voldoende naar eigen wens instellen?
- Heeft u ooit technische documentatie gekregen van het ventilatiesysteem?
- Heeft u ooit een schriftelijke instructie gekregen over het gebruik van het ventilatiesysteem?
- Heeft u ooit een mondelinge instructie gekregen over het gebruik van het ventilatiesysteem?
- Heeft u ooit een opleveringsrapport gekregen van het ventilatiesysteem?
- Wordt het ventilatiesysteem periodiek onderhouden door een professionele partij (bijv. een installateur of iemand van de woningbouwvereniging)?
- Zo ja, hoe vaak komt men langs voor het onderhoud aan het ventilatiesysteem? (1x per half jaar of vaker, 1x per jaar, 1x per 2 jaar, minder vaak dan 1x per 2 jaar)

Alleen voor bewoners met een balansventilatiesysteem:

- Worden de filters van uw ventilatiesysteem periodiek gereinigd (bijv. stofzuigen of wassen van een gebruikt filter)?
- Zo ja, reinigt u de filters zelf of wordt dit gedaan door een professionele partij? (zelf, professional, beide)
- Worden de filters periodiek vervangen door nieuwe exemplaren?
- Zo ja, vervangt u de filters zelf door een nieuw exemplaar of wordt dit gedaan door een professionele partij? (zelf, professional, beide)
- Hoe vaak worden de filters vervangen? (vaker dan 4x per jaar, 4x per jaar, 2 of 3x per jaar, 1x per jaar, minder dan 1x per jaar)

### 2.3.4 Kwaliteitsborging inspecties

De woninginspecties zijn uitgevoerd door 3 inspecteurs (adviseurs van BBA Binnenmilieu). Om eenduidigheid van de onderzoeksresultaten te waarborgen zijn de inspecteurs getraind. Voor de start van het onderzoek is de inspectiemethode getest in 3 woningen die niet zijn meegenomen in de database (de bewoners van deze woningen hebben niet deelgenomen aan het RIGO-onderzoek). Op basis hiervan is ook de volgorde van de checklist vastgesteld. Na de testfase volgde een pilotfase, waarin de eerste 20 woningen van het onderzoek zijn bezocht. Deze onderzoeken zijn steeds uitgevoerd door 2 van de 3 inspecteurs (in wisselende combinaties), waarbij de wijze van beoordeling op elkaar werden afgestemd. Na de pilotfase is de onderzoeksmethode definitief vastgesteld. De overige woningen zijn steeds door 1 inspecteur onderzocht. Vervolgens is tijdens de inspecties geregeld overleg geweest tussen de inspecteurs.

## 2.4 Data-analyse

In de onderstaande paragrafen is weergegeven hoe de gegevens die in kaart zijn gebracht bij de woninginspecties zijn beoordeeld en geanalyseerd.

### 2.4.1 Beoordeling prestaties

De prestaties van het ventilatiesysteem zijn als volgt beoordeeld:

**Ventilatiegebieden.** Luchttoe- en afvoerdebieten zijn getoetst aan referentiewaarden overeenkomstig het kwaliteitsniveau nieuwbouw in het Bouwbesluit 2003 (verblijfsruimte-eis). Opgemerkt moet worden dat voor de beoordeling van de ventilatiegebieden een vereenvoudigde methode is gebruikt. De gemeten ventilatiegebieden zijn namelijk beoordeeld op verblijfsruimteniveau en niet op verblijfsgebiedniveau. Bij woningen mag 50% van de toevoerlucht afkomstig zijn uit een ander verblijfsgebied en via overstroomvoorzieningen (bijv. spleet onder de deuren) en uit de verkeersruimten mag worden toegevoerd (Bouwbesluit artikel 3.53.1). Hiermee is in dit onderzoek vanwege de praktische uitvoerbaarheid geen rekening gehouden.

**Installatiegeluidniveau.** De gemeten geluidniveaus zijn getoetst aan de prestatie-eisen uit GIW/ISSO 2008. Het huidige Bouwbesluit hanteert geen eisen ten aanzien van installatiegeluid. Dit wordt echter aangepast in de volgende versie van het Bouwbesluit (naar verwachting in 2012).

Een verdere toelichting op de gehanteerde referentiewaarden is te vinden in Bijlage 4.

### 2.4.2 Beoordeling kenmerken van het ventilatiesysteem

Kenmerken van het ventilatiesysteem zijn beoordeeld aan de hand van de eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008. Onderhoud- en beheeraspecten zijn daarnaast getoetst aan de richtlijnen uit ISSO-publicatie 63 (2008) 'Beheer en onderhoud ventilatiesystemen in woningen en woongebouwen'.

### 2.4.3 Dataverwerking

De in kaart gebrachte kenmerken van de ventilatiesystemen dragen bij aan één of meerdere van de volgende binnenmilieuaspecten: ventilatiecapaciteit, luchtkwaliteit, thermisch comfort en installatiegeluid. Daarnaast kan een subindeling worden gemaakt voor de fase van het bouwproces (ontwerp, uitvoering, onderhoud/beheer of gebruik) die beslissend is voor de kwaliteit van de kenmerken van de ventilatiesystemen.

Ieder kwaliteitsaspect kan daarmee worden ingedeeld in één of meerdere cellen van een matrix (Figuur 5).

		Binnenmilieu			
		ventilatiecapaciteit	luchtkwaliteit	thermisch comfort	installatiegeluid
Proces	prestaties				
	ontwerp installatietechnisch ontwerp (product & systeem) en bouwkundig ontwerp				
	uitvoering				
	onderhoud/beheer				
	gebruik				

Figuur 5: Matrix waarin elk van de onderzochte tekortkomingen c.q. risicofactoren kan worden geplaatst.

Voor de beantwoording van onderzoeksvraag 1 en 2 is steeds weergegeven bij welk deel van de woningen tekortkomingen aan het ventilatiesysteem werden geconstateerd. Deze beschrijvende analyses zijn uitgevoerd met Microsoft Excel 2003.

Daarnaast zijn enkele bivariate analyses uitgevoerd, waarbij de relaties tussen kenmerken van de ventilatiesystemen onderling of met prestaties van de ventilatiesystemen zijn bestudeerd.

Voor het vergelijken van de gemiddelde prestaties (continue variabele) tussen twee of meer groepen (categoriale variabele) is een Kruskal-Wallistoets gebruikt. Een concreet voorbeeld: het toetsen van de verschillen in ventilatiecapaciteit tussen balansventilatie en mechanische afzuiging.

Bij vergelijking van 2 categoriale variabelen (2x2 tabel) is een Fisher's exact toets uitgevoerd. Bijvoorbeeld voor het toetsen van verschillen in (visuele) vervuiling van het WTW-blok tussen ventilatiesystemen die wel en niet periodiek worden onderhouden. De bivariate analyses zijn door het RIVM uitgevoerd in SPSS versie 18.0.2.



## 3 RESULTATEN

In de onderstaande paragrafen staat weergegeven in hoeverre tekortkomingen zijn aangetroffen in de woningen. Zie ook Bijlage 6 voor nadere specificaties.

De tekortkomingen worden per binnenmilieuaspect weergegeven:

- Ventilatiecapaciteit (paragraaf 3.1)
- Luchtkwaliteit (paragraaf 3.2)
- Thermisch comfort (paragraaf 3.3)
- Installatiegeluid (paragraaf 3.4)

Per aspect wordt aangegeven wat de gemeten prestaties zijn en in welk deel van het bouwproces (ontwerp, uitvoering, onderhoud, gebruik) de tekortkomingen hun oorspong voornamelijk hebben. Zie voor een toelichting op technische termen paragraaf 1.2.

In de tabellen met de resultaten wordt gewerkt met een grijsstint voor aspecten die niet zijn opgenomen in het Bouwbesluit 2003 of in de eisen of adviezen in de publicatie GIW/ISSO 2008 en voor aspecten die een verdere uitwerking zijn van de resultaten. Deze aspecten worden wel genoemd, omdat deze van invloed kunnen zijn op de kwaliteit van het ventilatiesysteem.

### 3.1 Ventilatiecapaciteit

De ventilatiecapaciteit is de hoeveelheid verse luchttoe- en afvoer in de woning. Bij onvoldoende ventilatie wordt de luchtkwaliteit in de woning negatief beïnvloed doordat verontreinigde lucht zich ophoopt in de woning. De ventilatiecapaciteit heeft dus invloed op de luchtkwaliteit (zie paragraaf 3.2). Om herhaling te voorkomen wordt onder ventilatiecapaciteit alleen ingegaan op de gemeten prestaties en ontwerp- en uitvoeringsaspecten die direct invloed hebben op de capaciteit van het ventilatiesysteem. Denk aan de theoretische capaciteit van geïnstalleerde ventilatievoorzieningen, of het ventilatiesysteem juist is ingeregeld en of luchtkanalen correct zijn uitgevoerd (bijvoorbeeld zonder onnodige bochten en met goede afdichting tussen de kanaaldelen).

In paragraaf 3.1.1 t/m 3.1.5 zijn de resultaten van de metingen en inspecties ten aanzien van de ventilatiecapaciteit weergegeven.

#### Belangrijkste tekortkomingen van de ventilatiesystemen die van invloed zijn op de ventilatiecapaciteit

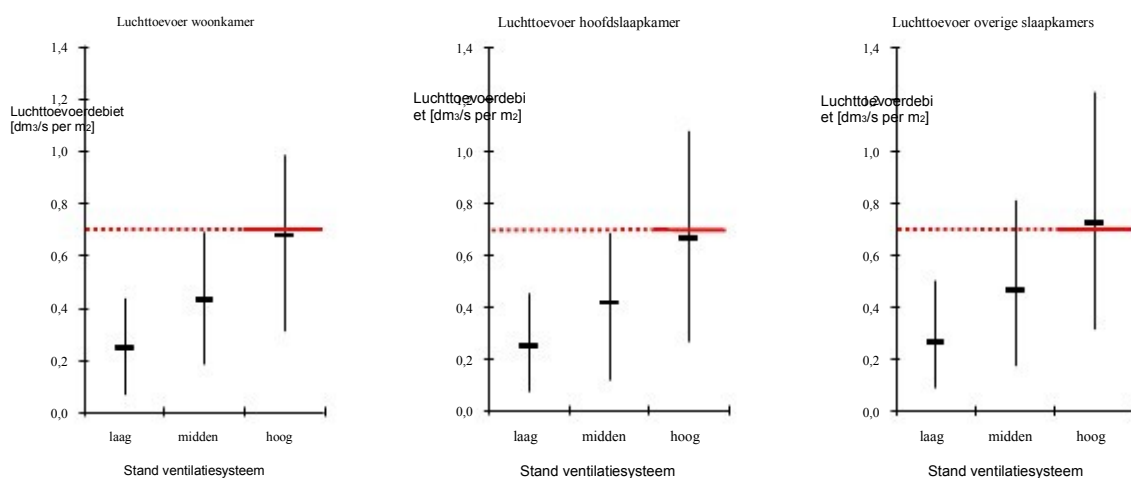
Met de metingen wordt aangetoond dat de ventilatiecapaciteit circa de helft van de woningen niet voldoet aan het kwaliteitsniveau overeenkomstig de standaarden van het Bouwbesluit 2003 op verblijfsruimteniveau en de publicatie GIW/ISSO 2008. Dit geldt voor de totaal beschikbare ventilatiecapaciteit in de woning, maar ook voor de ventilatiedebieten per afzonderlijke ruimte. Het beeld is min of meer hetzelfde voor woningen met balansventilatie als voor woningen met mechanische afzuiging. Veelvoorkomende tekortkomingen die bijdragen aan een vermindering van de ventilatiecapaciteit zijn dat het ventilatiesysteem niet (goed) is ingeregeld en dat kanalen niet correct zijn gemonteerd (vooral onnodige bochten). Daarnaast bleek dat in een beperkt aantal woningen geen te openen delen (ramen, deuren) aanwezig zijn in de woonkamer of slaapkamer en dus de mogelijkheid om snel verontreinigde lucht af te voeren ontbreekt. Hiermee wordt in principe niet voldaan aan de capaciteitseisen uit het Bouwbesluit ten aanzien van spuiventilatie.

### 3.1.1 Prestaties

In deze paragraaf zijn de gemeten prestaties ten aanzien van de ventilatiecapaciteit (in  $\text{dm}^3/\text{s}$ ) weergegeven. In Figuur 6 en Figuur 7 zijn de gemiddelde luchttoe- en afvoerdebieten (inclusief P10 tot P90<sup>3</sup>) in woonkamer, slaapkamers, keuken, toilet en badkamer weergegeven voor de laagste, middelste en hoogste stand van het ventilatiesysteem.

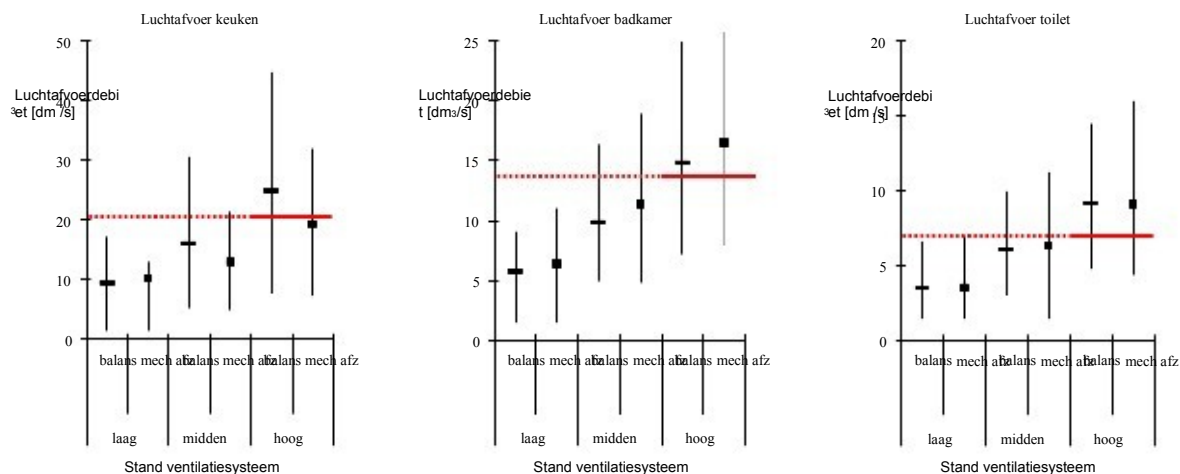
De ventilatiecapaciteit is op ruimteniveau gemeten en is voor de woon- en slaapkamer uitgedrukt in een debiet (in  $\text{dm}^3/\text{s}$ ) per  $\text{m}^2$ . Voor de keuken, badkamer en toilet is de ventilatiecapaciteit uitgedrukt in een debiet (in  $\text{dm}^3/\text{s}$ ) ongeacht het aantal  $\text{m}^2$ .

Bij de beoordeling is uitgegaan van het kwaliteitsniveau overeenkomstig de nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003 (verblijfsruimte-eis), zie Bijlage 4. Dit wordt in dit hoofdstuk verder de ‘referentiewaarde’ genoemd. Opgemerkt moet worden dat bij de beoordeling geen rekening is gehouden met het feit dat in woningen 50% van de toevoerlucht afkomstig mag zijn uit een ander verblijfsgebied en via overstroomvoorzieningen (bijv. spleet onder binnendeuren) en uit verkeersruimten mag worden toegevoerd. Hierdoor zullen naar schatting alleen de resultaten van de luchttoevoer in de woonkamer in werkelijkheid enigszins positiever zijn.



Figuur 6: Luchttoevoerdebiëten van woningen met balansventilatie (alleen mechanische luchttoevoer, er is geen rekening gehouden met 50% toegestane luchttoevoer uit andere ruimten via overstroomvoorzieningen). Gemiddelde en P10 tot P90 van de luchttoevoerdebiëten per  $\text{m}^2$  in de woonkamer, hoofdslaapkamer en overige slaapkamers voor de standen laag, midden en hoog. De horizontale rode lijn geeft de referentiewaarde weer.

<sup>3</sup>P10 en P90 zijn percentielen. P10 betekent dat 10% van de meetgegevens beneden deze waarde ligt. Bij de P90 is dat 90%. De lijn ‘P10 tot P90’ geeft aan tussen welke waarden de meetgegevens liggen, waarbij de 10% laagst gemeten waarden en de 10% hoogst gemeten waarden buiten beschouwing worden gelaten.



Figuur 7: Luchtafvoerdebieten van woningen met balansventilatie en van woningen met mechanische afzuiging. Gemiddelde en P10 tot P90 van de luchtafvoerdebieten in de keuken, badkamer en toiletten voor de standen laag, midden en hoog. De horizontale rode lijn geeft de referentiewaarde weer.

In de bovenstaande figuren is zichtbaar dat de ventilatiecapaciteit in een aanzienlijk deel van de woningen, ongeacht het type ventilatiesysteem, in geen enkele stand voldoet aan de referentiewaarde. Wanneer de capaciteit van de luchttoevoer wel wordt gehaald is dit in vrijwel alle woningen pas in de hoogste stand (Figuur 6). Het luchtafvoerdebiet wordt meestal in de hoogste stand behaald, maar soms ook in de middenstand (Figuur 7).

Uit Figuur 6 kan worden afgeleid dat in een gemiddelde woning met balansventilatie in de hoogste stand in de woonkamer en hoofdslaapkamer minder lucht wordt toegevoerd dan de referentiewaarde van  $0,7 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$ . In de woonkamer bereikt het luchttoevoerdebiet (in de hoogste stand) gemiddeld  $0,68 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (97% van de referentiewaarde), in de hoofdslaapkamer  $0,66 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (94% van de referentie). In de overige slaapkamers ligt het luchttoevoerdebiet op de hoogste stand met een gemiddelde van  $0,72 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  iets boven de referentiewaarde.

In de situaties waarbij de luchttoevoerdebieten in woningen met balansventilatie onder het referentieniveau liggen, komen deze in de woonkamer in de hoogste stand gemiddeld  $0,24 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (34%) tekort. In de hoofdslaapkamer  $0,25 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (36%) en in de overige slaapkamers gemiddeld  $0,23 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (33%). In de middelste stand komt de woonkamer gemiddeld  $0,32 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (46%) tekort, de hoofdslaapkamer  $0,33 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (47%) en de overige slaapkamers eveneens gemiddeld  $0,33 \text{ dm}^3/\text{s}$  per  $\text{m}^2$  (47%).

Uit Figuur 7 kan worden afgeleid dat in een gemiddelde woning met balansventilatie in de keuken, de badkamer en het toilet meer lucht wordt afgezogen dan de referentiewaarde van respectievelijk  $21 \text{ dm}^3/\text{s}$ ,  $14 \text{ dm}^3/\text{s}$  en  $7 \text{ dm}^3/\text{s}$ . In woningen met mechanische afzuiging ligt alleen het gemiddelde afzuigdebiet in de keuken met  $19,3 \text{ dm}^3/\text{s}$  (91% van de referentie) beneden de referentiewaarde.

Waar de luchtafvoerdebieten bij woningen met balansventilatie onder het referentieniveau liggen, komen deze in de keuken in de hoogste stand gemiddeld  $8,8 \text{ dm}^3/\text{s}$  (12%) tekort. In de badkamer(s)  $4,2 \text{ dm}^3/\text{s}$  (8%) en in de toiletten gemiddeld  $2,1 \text{ dm}^3/\text{s}$  (30%).

In de middelste stand komt de keuken gemiddeld 9,8 dm<sup>3</sup>/s (13%) tekort, de badkamer(s) 5,8 dm<sup>3</sup>/s (12%) en het toilet gemiddeld 2,7 dm<sup>3</sup>/s (39%).

Waar de luchtafvoerdebieten in woningen met mechanische afzuiging onder het referentieniveau liggen, komen deze in de keukens in de hoogste stand gemiddeld 10,0 dm<sup>3</sup>/s tekort. In de badkamer(s) 5,3 dm<sup>3</sup>/s en in de toiletten gemiddeld 2,9 dm<sup>3</sup>/s.

In de middelste stand komt de keuken gemiddeld 9,3 dm<sup>3</sup>/s tekort, de badkamer(s) 4,4 dm<sup>3</sup>/s en de overige slaapkamers gemiddeld 2,2 dm<sup>3</sup>/s per m<sup>2</sup>.

In Tabel 4 zijn de prestaties samengevat. Te zien is dat de luchttoevoer- en afvoerdebieten in ongeveer de helft van de woningen in geen enkele stand voldoen aan de referentiewaarden voor de ventilatiecapaciteit.

Hoewel GIW/ISSO 2008 stelt dat in ieder geval in enige stand moet worden voldaan aan de capaciteitseisen, wordt hier echter geadviseerd om in de middenstand te voldoen aan de referentiewaarde. In die middenstand van het ventilatiesysteem waren de percentages in Tabel 4 aanmerkelijk hoger geweest.

**Tabel 4: Tekortkomingen prestaties ten aanzien van de ventilatiecapaciteit**

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Het totaal van het gemeten (maximale) luchtafvoerdebiet in de woning voldoet in de hoogste stand niet aan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	55%	69%
Het totaal van het gemeten (maximale) luchttoevoerdebiet in de woning voldoet in de hoogste stand niet aan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	48%	n.v.t.
hierbij is rekening gehouden met een foutmarge van 10%		
Luchtafvoerdebiet keuken in de hoogste stand < 21 dm <sup>3</sup> /s (75 m <sup>3</sup> /uur), exclusief afzuigkap	42%	55%
Luchtafvoerdebiet badkamer(s) in de hoogste stand < 14 dm <sup>3</sup> /s (50 m <sup>3</sup> /uur)	51%	38%
Luchtafvoerdebiet toilet(ten) in de hoogste stand < 7 dm <sup>3</sup> /s (25 m <sup>3</sup> /uur)	36%	40%
Luchttoevoerdebiet (mechanisch) woonkamer in de hoogste stand < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> *	54%	n.v.t.
Luchttoevoerdebiet (mechanisch) hoofdslaapkamer in de hoogste stand < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> *	60%	n.v.t.
Luchttoevoerdebiet (mechanisch) overige slaapkamers in de hoogste stand < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> *	55%	n.v.t.

\*Bij de beoordeling is geen rekening gehouden met het feit dat 50% van de toevoerlucht afkomstig mag zijn uit een ander verblijfsgebied en via overstroomvoorzieningen en uit verkeersruimten mag worden toegevoerd. Hierdoor zullen naar schatting alleen de resultaten van de luchttoevoer in de woonkamer in werkelijkheid enigszins positiever zijn.

Voor woningen met balansventilatie blijkt dat in 85% van de gevallen het luchttoevoerdebiet (in de hoogste stand) in één of meerdere ruimten niet voldoet aan de referentiewaarden. In 80% van de gevallen voldoet de luchtafvoercapaciteit niet.

Voor woningen met mechanische afzuiging blijkt dat in 76% van de gevallen in één of meerdere ruimten niet wordt voldaan aan de referentiewaarden voor het luchtafvoerdebiet (in de hoogste stand).

Gezien het verschil met het percentage woningen waarin de totale capaciteit niet voldoet kan worden afgeleid dat dit te maken heeft met het niet correct inregelen van het ventilatiesysteem.

In slechts 7 van de 299 woningen (allen met mechanische afzuiging) bleken alle ruimten te voldoen aan de referentiewaarden voor de ventilatiecapaciteit. In 42 woningen (6 met balansventilatie en 36 met mechanische afzuiging) voldeed 1 ruimte niet aan de referentiewaarden.

Nadere analyses tonen aan dat er een significant verschil is tussen de beide ventilatiesystemen ten aanzien van de totale luchtafvoercapaciteit in de woning. In woningen met mechanische afzuiging wordt significant vaker niet voldaan aan de referentiewaarde dan in woningen met balansventilatie ( $p=0.017$ ), zie ook Bijlage 7.

### 3.1.2 Ontwerp

In de onderstaande tabel staan de ontwerpgerelateerde tekortkomingen voor de ventilatiecapaciteit weergegeven met de percentages van woningen met balansventilatie en mechanische afzuiging waar deze zich voordoet.

**Tabel 5: Ontwerpgerelateerde tekortkomingen voor de ventilatiecapaciteit**

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Aanwezigheid van 1 of meerdere verblijfsruimten zonder ventilatievoorzieningen	24%	25%
De capaciteit van de ventilatie-unit volgens het typeplaatje/de productdocumentatie is lager dan benodigd om de referentiewaarde voor de ventilatiecapaciteit in de woning (zie Bijlage 4) te behalen	15%	28%
De geschatte (theoretische) capaciteit van de gevelroosters in de woonkamer is lager dan benodigd om de referentiewaarde voor de ventilatiecapaciteit in de woning (zie Bijlage 4) te behalen	n.v.t.	33%
De geschatte (theoretische) capaciteit van de gevelroosters in de slaapkamers is lager dan gedeclareerde waarde om de referentiewaarde (zie Bijlage 4) te behalen	n.v.t.	36%
De capaciteit van inblaasventiel(en) in één of meer ruimten is te klein voor het benodigde luchttoevoerdebiet in de ruimte		
Geen spuivoorzieningen woonkamer	29%	n.v.t.
beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	5%	3%
Geen spuivoorzieningen slaapkamers		
beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	1%	2%

Opvallend is dat in een kwart van de onderzochte woningen verblijfsruimten aanwezig zijn zonder voorzieningen voor basisventilatie. In de meeste gevallen gaat dit om een zolderkamer (onbenoemde ruimte) die door de bewoners in gebruik is genomen als bijvoorbeeld slaapkamer of studeerkamer.

De capaciteit van de ventilatie-unit volgens het typeplaatje voldoet in een deel (15-30%) van de woningen niet aan de benodigde capaciteit om de referentiewaarden voor de ventilatiecapaciteit te behalen. In werkelijkheid blijkt dat desondanks in circa de helft tot twee

derde van de gevallen onvoldoende ventilatie wordt gerealiseerd in alle verblijfsruimten (zie Tabel 4).

In een derde van de woningen is de capaciteit van de gevelroosters (bij een drukverschil van 1 Pa) volgens opgave van de leverancier lager dan benodigd om de referentiewaarde voor de ventilatiecapaciteit te behalen.

In een beperkt deel van de woningen (absoluut gezien 15 woningen) zijn geen spui ventilatievoorzieningen aanwezig in de woonkamer en/of slaapkamer. In deze woningen wordt niet voldaan aan de wettelijke eisen ten aanzien van (de capaciteit van) spui ventilatievoorzieningen (zie Bijlage 4).

### 3.1.3 Uitvoering

De onderstaande tabel geeft de uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen voor de ventilatiecapaciteit weer.

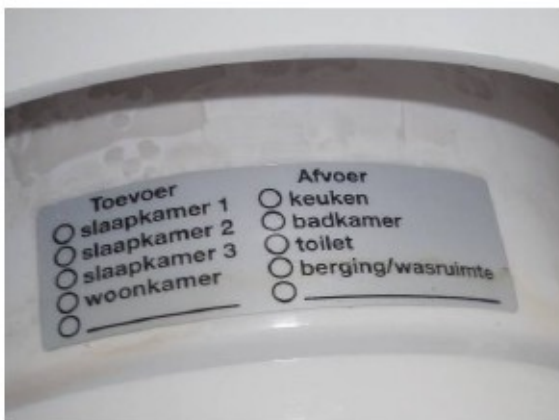
**Tabel 6: Uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen voor de ventilatiecapaciteit**

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Verhouding tussen standen van de ventilatie-unit t.b.v. meerstandenknop onjuist Onjuist als: debiet laagstand <30% van de hoogstand, en/of debiet laagstand <10% van de middenstand, en/of debiet hoogstand <10% van de middenstand	34%	27%
Inregelstand ventielen niet geborgd of gemarkeerd	61%	35%
Op de ventielen is niet vermeld in welke ruimte deze geplaatst horen te zijn	99%	96%
Geen inregelgegevens aanwezig	87%	94%
Volgens opgave bewoner		
Kanalen niet correct uitgevoerd Beoordelingscriteria o.a. bochten, lengte kanalen, type aansluitingen kanaaldelen en afdichting aansluitingen	48%	40%
De capaciteit van de overstroomvoorzieningen voor luchttransport door de gehele woning is (in 2 of meer ruimten) onvoldoende voor een goede luchtbalans (zie Bijlage 4)	40%	32%

Uit Tabel 6 valt (nogmaals) af te leiden dat het inregelen van ventilatiesystemen vaak niet naar behoren wordt uitgevoerd. In de eerste plaats geven vrijwel alle bewoners aan nooit een inregelrapport te hebben ontvangen. Dit wil overigens nog niet zeggen dat er geen inregelrapport is opgesteld. Mogelijk is het inregelrapport aan een andere partij (bijvoorbeeld woningbouwvereniging of projectontwikkelaar) afgedragen.

In ongeveer een derde van alle woningen zijn de instellingen van de debieten van de ventilatie-unit niet juist ingesteld. Het gebruik van de bedieningsknop heeft hierdoor minder effect, bijvoorbeeld omdat het verschil in debiet tussen de verschillende standen van de knop klein is.

In een groot deel van de woningen (61% bij balansventilatie en 36% bij mechanische afzuiging) wordt de stand van de inblaas- en/of afzuigventielen niet geborgd of gemarkeerd. In vrijwel geen enkel geval wordt de plaats van de ventielen vermeld op het ventiel (Figuur 8). Wanneer de bewoner de ventielen reinigt is de kans groot dat het ventilatiesysteem wordt ontregeld, doordat de ventielen in een andere stand worden gezet of op een verkeerde plaats in de woning worden teruggeplaatst.



Figuur 8: Voorbeeld van een sticker op een ventiel waarop de juiste plaats van het ventiel kan worden aangegeven. De sticker is in dit geval echter niet ingevuld.

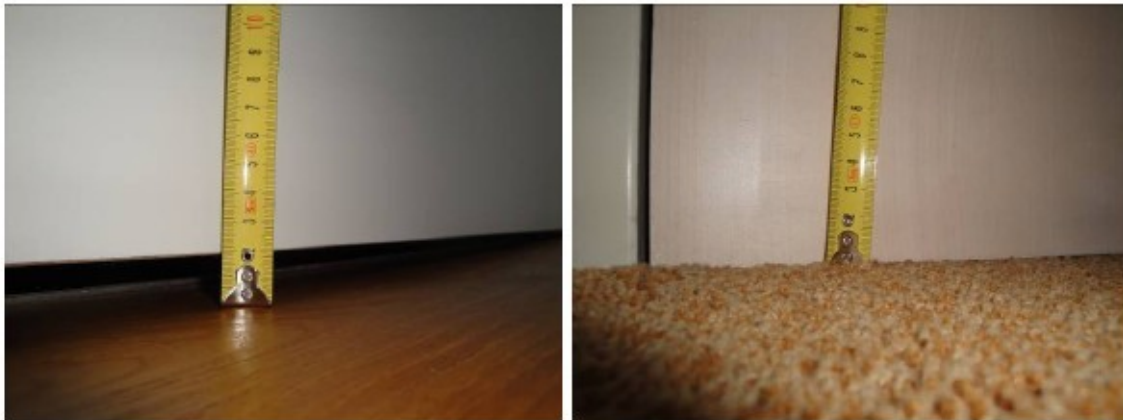
In bijna de helft van de woningen zijn de kanalen niet correct uitgevoerd (Figuur 9). Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld onnodige bochten aanwezig zijn of de aansluitingen tussen kanaaldelen niet goed zijn afgedicht. Dit kan de ventilatiecapaciteit in de woning beïnvloeden. Dit verband kon echter niet met verdere analyses worden aangetoond (zie Bijlage 7).



Figuur 9 (links): Het buitenluchtaanzuigkanaal is voorzien van veel bochten, waardoor de druk in de kanalen toeneemt. Hierdoor vermindert de ventilatiecapaciteit en neemt het installatiegeluidniveau toe.

Figuur 10 (rechts): Kanalen zijn zonder onnodige bochten gemonteerd. Hierbij is echter wel gebruik gemaakt van plooielichthoeken, waardoor het risico op vervuiling en het ontstaan van geluid enigszins wordt vergroot. Merk op dat geluiddempers in dit geval ontbreken (zie ook paragraaf 3.4).

Tot slot blijkt uit Tabel 6 dat in ruim een derde van de woningen blijken de overstroomvoorzieningen (bijv. spleet onder de binnendeuren) ontoereikend te zijn voor een goede luchtbalans in de woning (Figuur 11).



Figuur 11(links): Een voorbeeld van een goede overstroomvoorziening in de vorm van een spleet onder de deur. Een spleet van 1,5 - 2 cm is in de meeste gevallen voldoende.  
Figuur 12 (rechts): Een voorbeeld van situatie waarbij geen rekening is gehouden met de vloerafwerking ten aanzien van de overstroomvoorzieningen. Na aanbrengen van het tapijt is aangebracht is geen ruimte meer onder de deur voor luchttoevoer.

#### 3.1.4 Onderhoud/beheer

Door onvoldoende onderhoud zullen ventilatiesystemen vervuilen. Vervuiling heeft invloed op zowel de ventilatiecapaciteit als de luchtkwaliteit. Omdat de impact op de luchtkwaliteit het grootst is wordt hiervoor verwezen naar paragraaf 3.2.4.

#### 3.1.5 Gebruik

Wanneer ventilatiesystemen onjuist worden gebruikt heeft dit invloed op zowel de ventilatiecapaciteit als de luchtkwaliteit. Omdat de impact op de luchtkwaliteit het grootst is wordt hiervoor verwezen naar paragraaf 3.2.5.



## 3.2 Luchtkwaliteit

De luchtkwaliteit in woningen wordt voornamelijk bepaald door de productie van verontreinigingen in de woning en de mate waarin deze verontreinigingen o.a. door ventilatie worden afgevoerd (zie paragraaf 3.1).

Verontreinigingen worden deels door bewoners zelf geproduceerd. Op een natuurlijke wijze door bijvoorbeeld uitademing van vocht en afvalstoffen (zogenaamde bio-effluenten) en door activiteiten zoals douchen, koken of roken. Ook komen stoffen vrij uit de woning zelf, bijvoorbeeld uit afwerkingsmaterialen zoals vloerbedekking of zelfs uit het ventilatiesysteem wanneer dit onvoldoende wordt onderhouden. Daarnaast speelt de kwaliteit van de buitenlucht ter plaatse een kleine rol.

Wanneer verontreinigingen in de binnenlucht niet voldoende worden afgevoerd zullen verontreinigingen zich ophopen in de lucht in de woning en kan een onaangenaam en soms ongezond binnenklimaat ontstaan. Vervuilde binnenlucht is hinderlijk; wordt ervaren als bedompt en geeft soms geuroverlast. Bewoners kunnen er vermoeidheidsklachten of hoofdpijn door krijgen, en het kan luchtwegen en ogen irriteren. De specifieke klachten en mate van hinder is uiteraard afhankelijk van de stoffen waaraan men wordt blootgesteld en de concentraties hiervan.

Risicofactoren voor de binnenluchtkwaliteit die verband houden met het ventilatiesysteem zijn o.a. de ventilatie-efficiëntie (mate van 'doorspoeling' van de ruimte), de regelbaarheid, de onderhoudsvriendelijkheid, mate van vervuiling van het ventilatiesysteem en het gebruik. Daarnaast is de ventilatiecapaciteit van belang (apart beschreven in paragraaf 3.1).

Blootstelling aan specifieke stoffen in de lucht is niet gemeten (zie paragraaf 2.1.2).

In de onderstaande paragrafen zijn de resultaten van de inspecties ten aanzien van de luchtkwaliteit weergegeven.

### Belangrijkste tekortkomingen van de ventilatiesystemen die van invloed zijn op de luchtkwaliteit

De belangrijkste tekortkomingen die van invloed zijn op de luchtkwaliteit in woningen zijn o.a. het ontbreken van een bedieningsschakelaar waarmee bewoners de ventilatie kunnen regelen in de badkamer en keuken, het onjuist gebruik van de bedieningsschakelaar, onvoldoende voorlichting aan de bewoners over het gebruik van het ventilatiesysteem, onvoldoende onderhoud en controle van het ventilatiesysteem en het ontbreken van te openen ramen in de woonkamer en/of slaapkamer.

Specifiek in woningen met een balansventilatiesysteem valt op dat het onderhoud van het ventilatiesysteem vaak onvoldoende is. Toevoerkanalen, filters, inwendige van de ventilatie-unit, het WTW-blok en afzuigventielen zijn vaak zichtbaar vervuild. Onderhoudscontracten ontbreken waardoor een jaarlijkse inspectie door een professionele partij achterwege blijft. Daarnaast blijkt in meer dan de helft van deze woningen sprake te zijn van 'kortsluiting' in het ventilatiesysteem, waardoor onbedoeld gebruikte lucht opnieuw wordt ingeblazen.

#### 3.2.1 Prestaties

Prestaties t.a.v. luchtkwaliteit zijn niet met behulp van metingen in kaart gebracht. Zie paragraaf 2.1.2 voor een nadere toelichting.

### 3.2.2 Ontwerp

In Tabel 7 staan de ontwerpgerelateerde tekortkomingen voor de luchtkwaliteit weergegeven met de percentages van woningen met balansventilatie en mechanische afzuiging waar deze zich voordoen. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen algemene factoren en factoren ten aanzien van de regelbaarheid en onderhoudbaarheid.

Tabel 7: Ontwerpgerelateerde tekortkomingen voor de luchtkwaliteit (de grijs gearceerde aspecten zijn additioneel aan eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008).

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Inblaas- en afzuigventielen in 1 ruimte liggen op een afstand $\leq 2$ m van elkaar	5%	n.v.t.
Inblaas- en afzuigventielen in 1 ruimte (woonkamer of slaapkamer) zijn zodanig ten opzichte van elkaar geplaatst dat er mogelijk onvoldoende doorspoeling is ('dode hoeken')	53%	n.v.t.
Geen adequate afzuigkap aanwezig in de keuken		
geen afzuigkap aanwezig, afzuigkap met motor aangesloten op het afzuigstelsel, afzuigkap met een debiet $< 34,7$ (125 m <sup>3</sup> /uur), geen voorziening voor directe luchttoevoer van buiten in de keuken bij aanwezigheid van een afzuigkap met een capaciteit $> 83$ dm <sup>3</sup> /s (300 m <sup>3</sup> /uur).	41%	34%
Aanwezigheid van 1 of meerdere verblijfsruimten zonder basis ventilatievoorzieningen	24%	25%
Locatie van buitenluchtaanzuig of gevelroosters nabij vervuiliingsbron bijv. ventilatieluchtafvoer, rookgasafvoer, rioolontluchting	20%	3%
Geen ventilatievoorziening aanwezig bij opstelplaats wasautomaat en/of wasdroger	24%	26%
Afzuigkanalen bij boven elkaar gelegen keuken en badkamer zijn niet apart uitgevoerd tenzij de ingestorte horizontale aftakking naar de badkamer langer dan 0,5 m is	23%	34%
Er is een recirculatiesectie aanwezig in het ventilatiesysteem	4%	n.v.t.
'Kortsluiting' in het ventilatiesysteem vastgesteld d.m.v. rookproeven	59%	n.v.t.
<b>Regelbaarheid</b>		
Geen spuivoorzieningen woonkamer beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	5%	3%
Geen spuivoorzieningen slaapkamers beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	1%	2%
Gevelroosters niet traploos of op meerdere standen instelbaar	n.v.t.	24%
Geen bedieningsschakelaar aanwezig met minimaal 3 standen	8%	5%

(Vervolg Tabel 7 z.o.z.)

(Vervolg Tabel 7)

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Geen bedieningsschakelaar aanwezig in keuken en badkamer	81%	70%
Uitstand aanwezig op de bedieningsschakelaar	3%	5%
Het ventilatiesysteem is niet eenvoudig uit te schakelen door de bewoners in geval van calamiteiten		
bijv. een stekker die er eenvoudig uit kan, een uitknop bij het systeem of een aparte, duidelijk gemarkeerde groep in de meterkast met een uitschakelaar	17%	17%
De bedieningsschakelaar is niet logisch in gebruik ** bijv. niet duidelijk in welke stand het ventilatiesysteem staat ingesteld of hoe het systeem in een hogere of lagere stand kan worden geschakeld	19%	13%
Gevelroosters niet goed bedienbaar ** slecht bereikbaar vanaf de vloer of geen bedieningsmechanisme	n.v.t.	43%
<b>Onderhoudbaarheid</b>		
Gevelroosters niet makkelijk inwendig schoon te maken door de bewoners de roosters zijn niet zonder gereedschap open te maken voor inwendige schoonmaak	n.v.t.	6%
Ventilatie-unit is niet makkelijk bereikbaar voor onderhoud minimaal 70 cm vrije ruimte voor de unit	10%	27%
Kanalen kunnen niet makkelijk worden schoongemaakt o.a. geen gladde bochten	49%	40%

\*\* Expert judgement inspecteurs. Hiervoor geeft de publicatie GIW/ISSO 2008 geen richtlijnen.

Een groot aantal ontwerpgerelateerde aspecten hebben invloed op de luchtkwaliteit. Hierbij valt op dat in meer dan de helft van de woningen met balansventilatie 'kortsluiting' is tussen de afgezogen lucht en de verse buitenlucht (dit kan ook een gevolg zijn van uitvoeringsfouten, denk aan luchtlekken in kanalen). Systemen met een recirculatiesectie in de ventilatie-unit in woningen nauwelijks worden toegepast.

Eveneens in ruim de helft van de onderzochte woningen met balansventilatie de ventilatie-efficiency mogelijk niet optimaal is door zogenaamde 'dode hoeken' in de woonkamer of slaapkamer.

In ruim een derde van de woningen is geen of geen adequate afzuigkap (bijv. een afzuigkap met een debiet < 125 m<sup>3</sup>/uur, een afzuigkap met motor aangesloten op het centrale luchtafzuigstelsel of een recirculatiekap) in de keuken aanwezig.

In een kwart van de woningen zijn verblijfsruimten aanwezig die niet zijn voorzien van basisventilatievoorzieningen (mechanische luchttoe- of afvoer, gevelroosters). In de meeste gevallen gaat dit om een zolderkamer die door de bewoners in gebruik is genomen als bijv. slaapkamer of studeerkamer. Tot slot zijn in een kwart van de woningen geen ventilatievoorzieningen aanwezig bij de opstelplaats voor de wasmachine of wasdroger.

Ten aanzien van de regelbaarheid valt op dat in een groot deel van de woningen (balansventilatie en mechanische afzuiging) geen bedieningsschakelaar in zowel de keuken als badruimte aanwezig is. Van de woningen met maar één bedieningsschakelaar heeft circa de helft alleen een schakelaar in de keuken en de helft alleen een schakelaar in de badkamer. Het valt daarbij op dat een aanzienlijk deel van de bedieningsschakelaars niet

logisch is in gebruik, dat wil zeggen dat het voor de gebruiker niet duidelijk is in welke stand de knop ingesteld kan worden (Figuur 13). Ook kan in een deel van de woningen het ventilatiesysteem in geval van calamiteiten (denk aan situaties waarbij de buitenlucht ten gevolge van een noodsituatie sterk verontreinigd is en geadviseerd wordt ramen en deuren te sluiten) niet eenvoudig uitgeschakeld worden, bijvoorbeeld via een aparte groep in de meterkast of door de stekker uit het stopcontact te trekken.



Figuur 13: Voorbeelden van bedieningsschakelaars die niet logisch zijn in gebruik. Bij deze schakelaars is het niet direct duidelijk in welke stand het ventilatiesysteem staat ingesteld en/of hoe het systeem in een hogere of lagere stand kan worden ingesteld.

In woningen met mechanische afzuiging valt op dat in bijna de helft van de woningen geen goed bedienbare gevelroosters aanwezig zijn (gevelroosters zijn slecht bereikbaar of een bedieningsmechanisme ontbreekt).

Behalve de regelbaarheid van het basisventilatiesysteem is de mogelijkheid voor spui ventilatie ('luchten') van belang om zo nodig snel sterk verontreinigde binnenlucht te kunnen afvoeren. Uit de woninginspecties blijkt dat in een klein deel van alle onderzochte woningen geen te openen ramen of buitendeuren aangebracht zijn in de woon- en/of slaapkamer. Absoluut gezien zijn dit toch 15 woningen, waarbij in 1 woning (mechanische afzuiging) geen spui ventilatievoorzieningen aanwezig waren in zowel de woonkamer als een of meerdere slaapkamers. In deze gevallen wordt in principe niet voldaan aan de wettelijke eisen ten aanzien van spui ventilatievoorzieningen (zie Bijlage 4).

In de meeste woningen zijn (voldoende) te openen delen aanwezig. In een derde van de woningen geven bewoners aan deze vaak dicht te houden vanwege het risico op inbraak. Een andere reden om de ramen of roosters volledig gesloten te houden blijkt geluid te zijn (Tabel 8).

Tabel 8: Ervaringen van bewoners t.a.v. de bruikbaarheid van te openen ramen

	% bewoners	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Onvoldoende te openen ramen aanwezig (volgens bewoner)	7%	8%
Ramen kunnen niet open wanneer daar behoefte aan is (volgens bewoner)	1%	4%
Ramen of gevelroosters worden vaak dicht gehouden vanwege geluidoverlast buiten (volgens bewoner)	11%	12%
Ramen of gevelroosters worden vaak dicht gehouden vanwege stankoverlast buiten (volgens bewoner)	4%	3%
Ramen of gevelroosters worden vaak dicht gehouden vanwege het risico op inbraak (volgens bewoner)	36%	34%

De onderhoudbaarheid van de ventilatiesystemen lijkt erg wisselend per systeem. Bij mechanische afzuiging is in een derde van de woningen de ventilatie-unit niet goed bereikbaar voor onderhoud. Bij balansventilatie zijn in bijna de helft van de woningen de kanalen niet goed bereikbaar voor reiniging.

In enkele woningen zijn extra mogelijkheden op het ventilatiesysteem aangetroffen die niet vereist zijn voor een goede kwaliteit van het ventilatiesysteem (deze aspecten zijn geen eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008), maar die wel extra kwaliteit kunnen bieden. Denk daarbij aan zelfregelende gevelroosters, CO<sub>2</sub>-gestuurde ventilatie, RV(relatieve vochtigheid)-gestuurde ventilatie en de aanwezigheid van een indicatielampje op de bedieningsschakelaar voor filtervervaging en/of storingen aan het ventilatiesysteem. Deze opties kunnen voor een extra kwaliteit van het ventilatiesysteem zorgen.

Tabel 9 laat zien in hoeverre deze extra voorzieningen zijn toegepast. De toepassing van een automatische regeling van het ventilatiesysteem via een CO<sub>2</sub>- of RV-gestuurde regeling of de aanwezigheid van een indicatielampje voor filtervervanging of voor storingen bij de bedieningsschakelaar (goed zichtbare plaats) komt in de onderzochte woningen praktisch niet voor.

Tabel 9: Ontwerpgerelateerde maatregelen voor extra kwaliteit van het ventilatiesysteem ten aanzien van de luchtkwaliteit (deze aspecten zijn additioneel aan eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008)

Maatregelen voor extra kwaliteit	% woningen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
<b>Regelbaarheid</b>		
CO <sub>2</sub> -gestuurde regeling op het ventilatiesysteem	0%	4%
RV (relatieve vochtigheid)-gestuurde regeling op het ventilatiesysteem	0%	3%
<b>Onderhoudbaarheid</b>		
Indicatielampje voor filtervervanging aanwezig bij de bedieningsschakelaar	10%	n.v.t.
Indicatielampje voor storingen aanwezig bij de bedieningsschakelaar	6%	n.v.t.

### 3.2.3 Uitvoering

De onderstaande tabel (Tabel 10) geeft de uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen weer die de luchtkwaliteit beïnvloeden.

Tabel 10: Uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen voor de luchtkwaliteit

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Bouwstof aangetroffen in toevoerkanalen losliggend gruis, spuitpleister, etc.	67%	n.v.t.
'Kortsluiting' in het ventilatiesysteem vastgesteld d.m.v. rookproeven	59%	n.v.t.

De kans op een verminderde luchtkwaliteit door uitvoeringsfouten blijkt in woningen aanzienlijk. In tweederde van de woningen waren luchttoevoerkanalen vervuild door (vermoedelijk) bouwstof (Figuur 14).

Uit de resultaten van de rookproeven en bijbehorende fijn stofmetingen blijkt dat in een groot deel van de woningen met balansventilatie sprake is van 'kortsluiting' tussen de afgezogen lucht en de verse buitenlucht, wat mogelijk verband houdt met uitvoeringsfouten. Denk aan

luchtlekken in de luchttoe- en afvoerkanalen. Het is overigens ook mogelijk dat de kortsluiting plaatsvindt in de ventilatie-unit. Dit aspect is om die reden ook opgenomen in de tabel met ontwerpergerelateerde tekortkomingen (Tabel 7).



Figuur 14: Voorbeeld van een toevoerkanaal waarin bouwstof (vermoedelijk spuitpleister) is aangetroffen.

### 3.2.4 Onderhoud/beheer

In Tabel 11 staan de tekortkomingen gerelateerd aan onderhoud en beheer voor de luchtkwaliteit weergegeven.

Tabel 11: Onderhoudgerelateerde tekortkomingen voor de luchtkwaliteit

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Gevelroosters zijn optisch niet schoon	n.v.t.	15%
Filters niet optisch schoon	43%	n.v.t.
Ventilatie-unit inwendig niet optisch schoon	36%	32%*
WTW-blok niet optisch schoon	32%	n.v.t.
Inblaasventielen zijn niet optisch schoon	12%	n.v.t.
Afzuigventielen zijn niet optisch schoon	28%	43%
Stof of vuil aangetroffen in toevoer kanaal zowel bouwstof als ander stof of vuil	77%	n.v.t.
Filters worden niet voldoende frequent vervangen minder dan 2x per jaar	47%	n.v.t.
Geen onderhoudscontract afgesloten	64%	79%
Geen jaarlijkse controle op algehele werking van de ventilatie-unit	66%	82%

\* Dit aspect is maar in 22 woningen geïnspecteerd

Het onderhoud is in veel woningen niet voldoende; gevelroosters, filters, de ventilatie-unit, toevoerkanalen en afzuigventielen zijn in een aanzienlijk percentage van de woningen niet schoon, zie de voorbeelden in Figuur 15 t/m Figuur 20. Dit heeft gevolgen voor de prestaties van het ventilatiesysteem en de kwaliteit van de toevoerlucht.



Figuur 15 (links): Voorbeeld van een vervuild gevelrooster.

Figuur 16 (rechts): Voorbeeld van gebruikte filters in een ventilatie-unit (balansventilatie). Er is een duidelijk verschil tussen de mate van vervuiling bij de toevoer (filter links) en de afvoer (filter rechts).



Figuur 17 (links): Voorbeeld van vervuiling van het WTW-blok.

Figuur 18 (rechts): Voorbeeld van een luchttoevoerkanaal dat vervuild is door stof.



Figuur 19 (links): Voorbeeld van inwendige vervuiling (schimmel) in een ventilatie-unit met een kunststof behuizing.

Figuur 20 (rechts): Voorbeeld van inwendige vervuiling in de ventilatie-unit met een metalen omhuizing. Door vocht (condensatie) is de bodem van de unit aangetast door corrosie.

Een belangrijk onderhoudsaspect bij woningen met balansventilatie is het vervangen van de filters in de ventilatie-unit. Deze filters beschermen de ventilatie-unit tegen interne vervuiling en dragen daarmee bij aan een goede werking van het ventilatiesysteem. Daarnaast wordt de buitenlucht door de filters gereinigd (de mate van reiniging is afhankelijk van het type filter). In de helft van de woningen worden de filters volgens opgave van de bewoners niet tijdig vervangen (minder vaak dan 2x per jaar, conform de aanbevelingen uit ISSO-publicatie 63 (2008)). Wel geven de bewoners die de filters van hun ventilatiesysteem niet of minder vaak van 2x per jaar vervangen vrijwel allemaal aan de filters zelf tussentijds te reinigen, bijvoorbeeld met de stofzuiger of door te wassen. In de meeste gevallen zorgen de bewoners zelf voor vervanging van de filters (dit onderhoudsaspect hangt dus sterk samen met de kwaliteit van de gebruikersinstructies). Het valt hierbij op dat in woningen waar het vervangen van de filters wordt gedaan door professionals dit meestal onvoldoende frequent gebeurt, namelijk slechts 1x per jaar. In Tabel 12 zijn de gegevens over het vervangen en reinigen van filters verder uitgewerkt.

Tabel 12: Vervanging en reiniging filters in woningen met een balansventilatiesysteem

	% woningen	
	Vervangen filter	Reinigen filter
Frequentie filtervervanging of - reiniging		
Vaker dan 4x per jaar	8%	-
4x per jaar	10%	-
2 of 3x per jaar	36%	-
1x per jaar	41%	-
Minder dan 1x per jaar	5%	-
Geen filtervervanging of -reiniging	3%	7%
Door wie?		
Bewoners	82%	89%
Professional	9%	0%
Beide	9%	11%

Het blijkt dat het gros van de bewoners geen onderhoudscontract heeft afgesloten of de ventilatie-unit niet jaarlijks laten controleren. Overigens kon binnen de onderzoekspopulatie een verband tussen de aanwezigheid van een onderhoudscontract en de hygiëne van het ventilatiesysteem niet met nadere analyses worden aangetoond (Bijlage 7).

### 3.2.5 Gebruik

Tabel 13 geeft de gebruiksgelateerde tekortkomingen met invloed op de luchtkwaliteit weer.



Tabel 13: Gebruikgerelateerde tekortkomingen voor de luchtkwaliteit

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Onjuist gebruik meerstandenknop criteria: bij aanwezigheid overdag en 's nachts staat het ventilatiesysteem in de laagste stand, bij koken en douchen niet in de hoogste stand	96%	96%
Inblaas/afzuigventielen geblokkeerd door bijv. meubilair	10%	1%
<b>Voorlichting</b>		
Geen gebruikershandleiding aanwezig	9%	12%
Geen technische documentatie van de ventilatie-unit aanwezig	25%	51%
Er is volgens de bewoners geen mondelinge instructie gegeven over het ventilatiesysteem	42%	43%

In ISSO-publicatie 62 (2003) worden aanbevelingen gegeven voor het gebruik van het ventilatiesysteem. Hierin wordt aanbevolen het ventilatiesysteem bij aanwezigheid overdag en 's nachts in de middenstand te gebruiken. Tijdens koken en douchen wordt geadviseerd de ventilatie in de hoogste stand te zetten. Bij afwezigheid kan het ventilatiesysteem in de laagste stand gezet worden om energie te besparen.

Vrijwel geen van de bewoners gebruikt de bedieningsschakelaar van het ventilatiesysteem zoals bedoeld, waardoor het ventilatiesysteem vaak op een lagere capaciteit draait dan nodig en er dus onvoldoende luchtverversing plaatsvindt. Dit is gelijk voor woningen met balansventilatie en met mechanische afzuiging. In Tabel 14 is het gebruik van de bedieningsschakelaar verder uitgewerkt.

Tabel 14: Onjuist gebruik bedieningsschakelaar

Gebruik bedieningsschakelaar	% woningen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Ventilatiesysteem bij koken niet in hoogste stand	77%	66%
Ventilatiesysteem bij douchen niet in hoogste stand	49%	37%
Ventilatiesysteem overdag in laagste stand	72%	84%
Ventilatiesysteem 's nachts in laagste stand	83%	84%
Ventilatiesysteem bij visite of roken in laagste stand	49%	63%
Ventilatiesysteem altijd in laagste stand	12%	13%

De meeste bewoners gebruiken het ventilatiesysteem 's nachts, maar ook overdag, in een te lage stand. Tijdens het koken wordt het ventilatiesysteem door de meerderheid van de bewoners niet in de hoogste stand gezet. Tijdens het douchen zet slechts de helft van de bewoners de ventilatie in de hoogstand. Opvallend is dat zowel in woningen met balansventilatie als mechanische afzuiging ruim 1 op de 10 bewoners het systeem altijd in de laagstand heeft staan.

In enkele woningen viel op dat inblaas- en/of afzuigventielen werden geblokkeerd door meubilair. Dit kan betekenen dat bewoners zich niet altijd bewust zijn van het doel van de ventielen. Ook is het mogelijk dat de ventielen op plaatsen zijn aangebracht die niet logisch zijn met het oog op de inrichting van de woningen.

Onjuist gebruik van het ventilatiesysteem kan samenhangen met onvoldoende voorlichting over de ventilatievoorzieningen. Volgens opgave van de bewoners heeft men in de meeste gevallen een gebruikershandleiding van het ventilatiesysteem ontvangen. Technische documentatie of een mondelinge instructie lijken in mindere mate te zijn verstrekt. Het valt hierbij op dat in aanzienlijk meer woningen met mechanische afzuiging de technische documentatie ontbreekt dan in woningen met balansventilatie. De kwaliteit van de voorlichting is in dit onderzoek niet nader onderzocht.

### 3.3 Thermisch comfort

Ventilatiesystemen hebben invloed op het thermisch comfort in woningen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het thermisch comfort in de zomer en het thermisch comfort in de winter vanwege de verschillende problematiek in deze seizoenen. In de zomer dient het ventilatiesysteem niet bij te dragen aan oververhitting van de woning. In de winter dient tocht door het ventilatiesysteem zo veel mogelijk te worden voorkomen.

In de verschillende seizoenen zijn andere kenmerken van de ventilatiesystemen van belang. Voor het zomerseizoen is het van belang dat er voldoende mogelijkheden zijn om de woning te luchten (spuiventilatie). Specifiek voor woningen met balansventilatie geldt dat er voor de zomerperiode een adequate bypass moet zijn op de warmteterugwinning. Via een bypass kan in de zomer de lucht om de warmtewisselaar heen worden geleid zodat warmte uit de retourlucht niet wordt overgedragen op de toch al voldoende warme buitenlucht. In het winterseizoen geldt dat luchttoevoervoorzieningen (zowel natuurlijk als mechanisch) zodanig worden geselecteerd en gemonteerd dat luchtstromingen van inblaaslucht geen tocht veroorzaken.

In de onderstaande paragrafen worden de resultaten van de inspecties ten aanzien van thermisch comfort weergegeven.

#### Belangrijkste tekortkomingen van de ventilatiesystemen die van invloed zijn op het thermisch comfort

De belangrijkste tekortkoming met het oog op het voorkomen van oververhitting blijkt het ontbreken van een bypass op warmteterugwinning (alleen van toepassing in woningen met balansventilatie). Opvallend is verder dat er een beperkt aantal woningen is (bij beide typen ventilatiesystemen) waarbij te openen delen voor spuiventilatie in de woonkamer of slaapkamer ontbreken, terwijl dit in principe wettelijk is vereist.

De belangrijkste tekortkomingen die in de winterperiode kunnen leiden tot tocht is de positionering van inblaasventielen (roosters te dicht bij elkaar of te dicht bij een wand) in woningen met balansventilatie en de positionering en de bedienbaarheid van gevelroosters in woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging.

#### 3.3.1 Prestaties

Prestaties t.a.v. thermisch comfort zijn niet met behulp van metingen in kaart gebracht.

#### 3.3.2 Ontwerp

De ontwerpgerelateerde tekortkomingen in het ventilatiesysteem weergegeven die invloed hebben op het thermisch comfort in de woning staan weergegeven in Tabel 15 (zomer) en Tabel 16 (winter).

Tabel 15: Ontwerpergerelateerde tekortkomingen voor thermisch comfort in de zomer (de grijs gearceerde aspecten zijn additioneel aan eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008)

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Geen bypass op de WTW	49%	n.v.t.
Bypass zonder faceklep % van woningen waar bypass aanwezig is	22%	n.v.t.
<b>Regelbaarheid</b>		
Geen spuivoorzieningen woonkamer beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	5%	3%
Geen spuivoorzieningen slaapkamers beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur	1%	2%

Bij woningen met balansventilatiesystemen valt op dat slechts in de helft van de woningen een bypass aanwezig is in het ventilatiesysteem (Figuur 21). Van de woningen met een bypass is een aanzienlijk deel (22%) niet voorzien van een zogenaamde faceklep. Deze klep, die het oppervlak van de warmtewisselaar volledig afdekt als de bypass wordt ingeschakeld, is één van de voorwaarden om de bypass goed te laten functioneren. Dit betekent dat in 60% van de onderzochte woningen geen of geen goede bypass aanwezig is.



Figuur 21: Het inwendige van een ventilatie-unit met balansventilatie. Duidelijk zichtbaar zijn de zeshoekige warmtewisselaar met daarvoor de bypass (ruimte in de unit waardoor lucht langs de warmtewisselaar kan stromen).

Voor beide ventilatiesystemen geldt dat de aanwezigheid van spuiventilatievoorzieningen (zoals te openen ramen) een positieve invloed hebben op het thermisch comfort in de zomer. Hoewel vrijwel alle onderzochte woningen zijn voorzien van te openen ramen in de woon- en slaapkamer, blijkt dat er toch 15 woningen waren zonder spuiventilatievoorzieningen in de woon- of slaapkamer. In deze gevallen wordt niet voldaan aan de wettelijke eisen (zie Bijlage 4).

In de woningen met spuiventilatievoorzieningen zijn veelal grotere te openen ramen aanwezig laag in de gevel, waarbij het verkoelende effect van spuiventilatie in de zomer optimaal kan zijn. Echter, 35% van de bewoners geeft aan de te openen ramen vaak dicht te houden vanwege het risico op inbraak.

Tabel 16: Ontwerpergerelateerde tekortkomingen voor thermisch comfort in de winter (de grijs gearceerde aspecten zijn additioneel aan eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008)

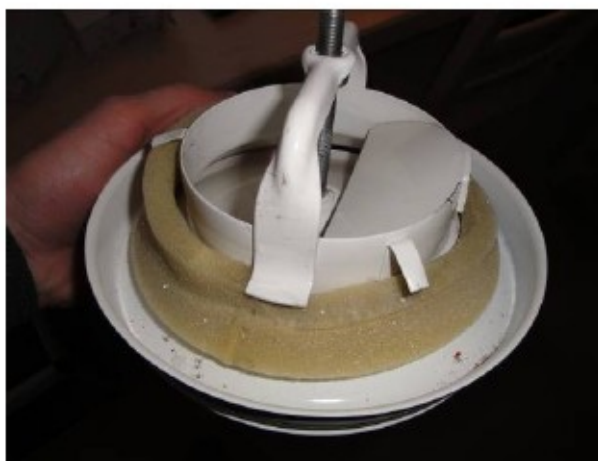
Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
De onderlinge afstand tussen inblaasventielen is minder dan 1 m	25%	n.v.t.
Inblaasventielen zijn op een afstand < 30 cm van plafond of wand aangebracht en niet voorzien van een schone sector	31%	n.v.t.
Geen inducerende inblaasventielen (of evt. naverwarmer) aanwezig	5%	n.v.t.
Aanwezigheid van gevelroosters op een hoogte lager dan 1,8 m van de vloer	n.v.t.	6%
De gevelroosters zijn zodanig geplaatst dat er een verhoogd risico is op tocht	n.v.t.	19%
Inblaasventielen in de woonkamer zijn ongunstig geplaatst t.a.v. tocht		
plaats ventiel ongunstig ten opzichte van bijv. logische plaats bankstel	19%	n.v.t.
Inblaasventielen slaapkamer ongunstig geplaatst t.a.v. tocht		
plaats ventiel ongunstig ten opzichte van bijv. logische plaats bed	15%	n.v.t.
Geen zelfregelende gevelroosters aanwezig	n.v.t.	46%
<b>Regelbaarheid</b>		
Gevelroosters niet traploos of op meerdere standen instelbaar	n.v.t.	24%
Gevelroosters niet goed bedienbaar		
slecht bereikbaar vanaf de vloer of geen bedieningsmechanisme	n.v.t.	43%

In woningen met balansventilatie is met name de plaats en het type inblaasventielen van invloed op de kans op tocht.

De plaats van de ventielen blijkt in de praktijk de meest voorkomende tekortkoming. In een derde van de woningen zijn de inblaasventielen te dicht bij een wand of plafond geplaatst (Figuur 22), zonder dat deze zijn voorzien van een schone sector (Figuur 23). Hierdoor 'botst' de lucht tegen de wand of het plafond en 'valt' deze als het ware naar beneden. Deze luchtstroom kan als tocht worden ervaren. Een vergelijkbaar effect kan ontstaan wanneer inblaasventielen te dicht bij elkaar zijn geplaatst (op minder dan 1 m afstand). In deze situatie 'botsen' beide luchtstromen tegen elkaar. In een kwart van de woningen is dit het geval. De plaats van de ventielen ten opzichte van meubilair in de woning kan ook invloed hebben op tocht, bijvoorbeeld wanneer een bank, bed of hoge kast onder een inblaasventiel

zijn geplaatst. In 15% van de woonkamers en 19% van de slaapkamers bleek dat ventielen waren aangebracht vlakbij een logische opstelplaats voor bank of bed.

Het type ventiel blijkt in mindere mate onjuist te zijn geselecteerd. In vrijwel alle woningen worden inducerende inblaasventielen toegepast. Deze ventielen blazen lucht zodanig de ruimte in dat toegevoerde lucht goed kan mengen met de (warmere) ruimtelucht. In enkele woningen zonder inducerende inblaasventielen is een naverwarmer toegepast om het risico op tocht te beperken. In 14% van de woningen blijkt dat inblaasventielen zijn toegepast waarvan de maximale capaciteit kleiner is dan het debiet dat dient te worden toegevoerd door het ventiel. In deze gevallen had een ventiel met een hogere capaciteit toegepast kunnen worden of kon dezelfde hoeveelheid lucht worden ingeblazen door meerdere ventielen.



Figuur 22 (links): Voorbeeld van 'De onderlinge afstand tussen inblaasventielen is minder dan 1 m' en 'Inblaasventielen zijn op een afstand < 30 cm van plafond of wand aangebracht en niet voorzien van een schone sector'. Hierdoor wordt het risico op tocht vergroot. Figuur 23 (rechts): Voorbeeld van een inblaasventiel voorzien van een zgn. schone sector. Bij deze ventielen is de luchtstroom deels geblokkeerd (in dit geval door een witte kunststof klep aan de rechter kant), waardoor geen lucht wordt ingeblazen in de richting van bijvoorbeeld wand of plafond.

In woningen met mechanische afzuiging is de bedienbaarheid van de gevelroosters voor natuurlijke luchttoevoer relevant voor het voorkomen van tocht. In bijna de helft van de woningen blijkt dat het bedieningsmechanisme van de gevelroosters slecht bereikbaar is of ontbreekt. In een kwart van alle woningen zijn de roosters niet in meerdere standen in te stellen.

### 3.3.3 Uitvoering

Uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen in het ventilatiesysteem die invloed hebben op het thermisch comfort in de woning staan weergegeven in Tabel 17.

Tabel 17: Uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen voor thermisch comfort in de winter

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Er wordt bij inblaasventielen meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van dat ventiel	14%	n.v.t.

In een beperkt deel van de woningen (14%) wordt door de inblaasventielen meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van het ventiel, meestal door verkeerde inregeling van het ventilatiesysteem. Dit kan met name in de winter tocht tot gevolg hebben.

#### 3.3.4 Onderhoud/beheer

Geen potentiële risicofactoren t.a.v. thermisch comfort

#### 3.3.5 Gebruik

Geen potentiële risicofactoren t.a.v. thermisch comfort

### 3.4 Installatiegeluid

Mechanische ventilatiesystemen produceren geluid door het draaien van de ventilator en door luchtstroming door luchtkanalen en inblaas- en afzuigventielen. Wanneer een ventilatiesysteem veel geluid produceert leidt dit tot hinder bij bewoners. Hierdoor zullen bewoners het ventilatiesysteem in een lagere stand gebruiken of zelfs volledig uitschakelen, met gevolgen voor de luchtkwaliteit.

Aspecten die een rol spelen bij hinder door installatiegeluid zijn de aanwezigheid, het type en de wijze van montage van geluiddempers, de plaats waar de ventilatie-unit is aangebracht, de montage van kanalen (o.a. geen onnodige bochten) en vervuiling van het ventilatiesysteem.

De paragrafen 3.4.1 t/m 3.4.5 gaan in op de gemeten prestaties van de ventilatiesystemen en ontwerp-, uitvoerings-, onderhouds- en gebruikaspecten van ventilatiesystemen die invloed hebben op het installatiegeluid.

#### Belangrijkste tekortkomingen van de ventilatiesystemen die van invloed zijn op het installatiegeluid

De metingen tonen aan dat in een ruime meerderheid van de woningen met balansventilatie het installatiegeluidniveau zowel in de woonkamer als in slaapkamers te hoog is (boven de referentiewaarde van 30 dB(A)). In woningen met mechanische afzuiging is het probleem minder groot, met name in de slaapkamers is het hier beduidend stiller. In een aanzienlijk deel wordt hiermee niet voldaan aan de eisen uit de publicatie GIW/ISSO 2008. Deze zijn in lijn met de Bouwbesluit-eisen voor installatiegeluid zoals die naar verwachting vanaf 2012 voor nieuwbouw van toepassing zullen zijn.

Tekortkomingen die bijdragen aan een verhoogd installatiegeluidniveau zijn o.a. het ontbreken of onjuiste montage van geluiddempers, incorrecte montage van kanalen, de positie waar de ventilatie-unit is gemonteerd en onvoldoende onderhoud.

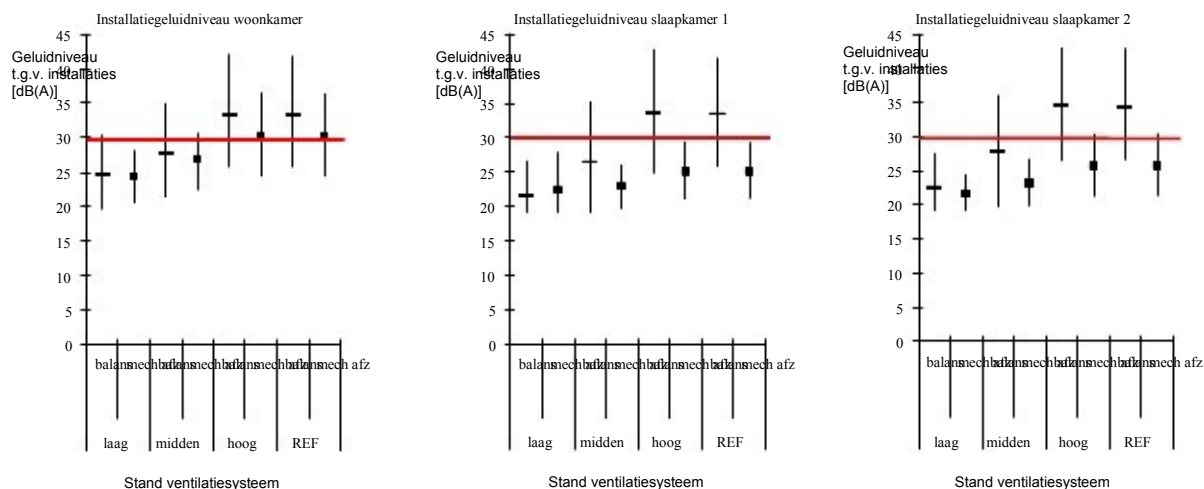
#### 3.4.1 Prestaties

In Figuur 24 staan gemeten prestaties ten aanzien van installatiegeluid weergegeven. In Tabel 18 wordt vervolgens aangegeven in welk deel van de woningen met balansventilatie en mechanische afzuiging niet wordt voldaan aan de referentiewaarde van 30 dB(A).

Figuur 24 laat zien dat in woningen met balansventilatie het ventilatiesysteem in de hoogste stand gemiddeld meer geluid produceert dan de referentiewaarde van maximaal 30 dB(A). In de woonkamer is het gemiddelde installatiegeluidniveau in de hoogste stand 33,2 dB(A), in de hoofdslaapkamer 33,5 dB(A) en in slaapkamer 2 34,6 dB(A). In alle gevallen is dit meer dan 3 dB(A) boven de referentiewaarde, wat betekent dat het geluiddrukkniveau meer dan verdubbeld is ten opzichte van de referentiewaarde.

In woningen met mechanische afzuiging ligt, wanneer het ventilatiesysteem is ingeschakeld op de hoogste stand, alleen het geluidniveau gemiddeld in de woonkamer met 30,3 dB(A) boven de referentiewaarde van 30 dB(A).





Figuur 24: Installatiegeluidniveau van woningen met balansventilatie en van woningen met mechanische afzuiging. Gemiddelde en P10 tot P90 van het installatiegeluid in de woonkamer, hoofslaapkamer (slaapkamer 1) en slaapkamer 2 voor de standen laag, midden en hoog en in de 'referentiestand' waarin de ventilatiecapaciteit voldoet aan de referentiewaarde voor ventilatiecapaciteit of anders de hoogste stand (REF, deze is vrijwel gelijk aan de hoogste stand). De horizontale rode lijn geeft de referentiewaarde (kwaliteitsniveau publicatie GIW/ISSO 2008) weer. Een toename van het geluidrukniveau met 3 dB(A) is een verdubbeling van de geluiddruk.

In de situaties waarbij de referentiewaarde voor geluid wordt overschreden ligt het geluidniveau bij woningen met balansventilatie in de woonkamer gemiddeld op 35,8 dB(A), in de hoofslaapkamer op 36,9 dB(A) en in slaapkamer 2 op 37,1 dB(A). In woningen met mechanische afzuiging was dit in de woonkamer gemiddeld 33,6 dB(A), in de hoofslaapkamer 34,2 dB(A) en in slaapkamer 2 33,2 dB(A).

Tabel 18: Tekortkomingen prestaties ten aanzien van installatiegeluid

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Geluidniveau woonkamer >30 dB(A) in stand waarin de ventilatiecapaciteit voldoet aan de referentiewaarde voor ventilatiecapaciteit of anders hoogste stand	72%	54%
Geluidniveau in één of meerdere slaapkamers >30 dB(A) in stand waarin de ventilatiecapaciteit voldoet aan de referentiewaarde voor ventilatiecapaciteit of anders hoogste stand*	86%	21%

\* Bij balansventilatie is uitgegaan van de stand van het ventilatiesysteem waarin de luchttoevoer in de betreffende ruimte voldoet aan de referentiewaarde. Bij mechanische afzuiging is uitgegaan van de stand van het ventilatiesysteem waarin de totale capaciteit van de mechanische afzuiging voldoet aan de referentiewaarde.

In een ruime meerderheid van de woningen met balansventilatie wordt niet voldaan aan de gehanteerde toetsingscriteria voor het installatiegeluidniveau (maximaal 30 dB(A)). Hierbij is het installatiegeluidniveau beoordeeld met het ventilatiesysteem ingeschakeld in de hoogste stand of zo mogelijk in een lagere stand die voldoet aan de referentiewaarde voor de ventilatiecapaciteit. Zie ook de grafieken met meetresultaten in Figuur 24. In woningen met mechanische afzuiging speelt dit ook, echter in mindere mate. Met name ten aanzien van

het installatiegeluidniveau in de slaapkamers is het verschil tussen beide ventilatiesystemen opvallend.

Nadere analyses tonen aan dat er een verschil is tussen de beide ventilatiesystemen ten aanzien van het installatiegeluidniveau in de woning. Wanneer het ventilatiesysteem is ingeschakeld in de hoogste stand is het installatiegeluid in de woonkamer ( $p=.000$ ), hoofdslaapkamer ( $p=.000$ ) en slaapkamer 2 ( $p=.000$ ) in woningen met een balansventilatiesysteem significant hoger dan in woningen met mechanische afzuiging (Bijlage 7).

### 3.4.2 Ontwerp

In de onderstaande tabel zijn de ontwerpgerelateerde tekortkomingen ten aanzien van installatiegeluid weergegeven voor woningen met balansventilatie en mechanische afzuiging.

Tabel 19: Ontwerpgerelateerde tekortkomingen voor installatiegeluid (de grijs gearceerde aspecten zijn additioneel aan eisen of adviezen uit GIW/ISSO 2008)

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Ventilatie-unit is opgesteld op een geluidgevoelige plaats in een inbouwkast in een verblijfsruimte of in open verbinding met de overloop	37%	47%
Ventilatie-unit niet op een steenachtige constructie (>200 kg/m <sup>2</sup> ) aangebracht bij lichtere wanden: niet op trillingsvrije montagesteun	29%	31%
Geen of te korte (< 1m) geluiddemper op luchttoevoerkanaal	25%	n.v.t.
Geen of te korte (< 0,5m) geluiddemper op luchtafvoerkanaal	19%	92%

Een opvallende ontwerpgerelateerde oorzaak voor een hoog installatiegeluidniveau lijkt de plaats waar de unit is gemonteerd. In ruim een derde van de woningen met balansventilatie en bijna de helft van de woningen met mechanische afzuiging hangt de ventilatie-unit op een geluidsgevoelige plaats, zoals op de overloop of in een inbouwkast in een verblijfsruimte. Een derde van de ventilatie-units (balansventilatie en mechanische afzuiging) is bovendien niet op een zware steenachtige wand gemonteerd of bij een lichtere wand niet op een trillingsvrije montagesteun (dit kan overigens ook een uitvoeringsaspect zijn).

Verder valt op dat in circa een kwart van de woningen met balansventilatie geen of te korte geluiddempers (al dan niet in de vorm van flexibele kanalen) zijn gemonteerd op het toevoerkanaal. In een vijfde van de woningen ontbreekt deze op het afvoerkanaal. Bij woningen met mechanische afzuiging ontbreekt een geluiddemper in vrijwel alle gevallen, waarbij opgemerkt moet worden dat dit geen eis of advies is uit de publicatie GIW/ISSO 2008.

Nadere analyse toont aan dat er een verband is tussen de aanwezigheid van geluiddempers en het installatiegeluidniveau in de woonkamer en slaapkamers. De aanwezigheid van een geluiddemper in het luchttoevoerkanaal leidt tot een significante vermindering van het geluidniveau in de woonkamer ( $p=.001$ ), de hoofdslaapkamer ( $p=.016$ ) en slaapkamer 2 ( $p=.010$ ).

De aanwezigheid van een geluiddemper in het luchtafvoerkanaal leidt tot een significante vermindering van het installatiegeluidniveau in de woonkamer ( $p=.004$ ) en de hoofdslaapkamer ( $p=.047$ ).

Een verband tussen het installatiegeluidniveau in de woning en de plaats waar de ventilatie-unit is gemonteerd en een trillingvrije montage van de ventilatie-unit kon niet worden aangetoond (zie Bijlage 7).

### 3.4.3 Uitvoering

In Tabel 20 zijn de uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen weergegeven die invloed hebben op het installatiegeluid in woningen.

Tabel 20: Uitvoeringsgerelateerde tekortkomingen voor installatiegeluid

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Geen juiste (strakke) montage geluiddemper toevoer	63%	n.v.t.
% van woningen waar een geluiddemper aanwezig is		
Geen juiste (strakke) montage geluiddemper afvoer	60%	n.v.t.
% van woningen waar een geluiddemper aanwezig is		
Kanalen niet correct uitgevoerd beoordelingscriteria o.a. bochten, lengte kanalen, type aansluitingen kanaaldelen en afdichting aansluitingen	48%	40%
Bij inblaasventielen wordt meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van dat ventiel	14%	n.v.t.

In de woningen met balansventilatiesystemen valt het op dat geluiddempers en kanalen niet correct zijn gemonteerd, bijvoorbeeld met veel of onnodige bochten of slordige aansluitingen tussen kanaaldelen (Figuur 25). Dit kan negatieve gevolgen hebben voor het installatiegeluidniveau in de woning. Dit hoeft overigens geen uitvoeringsaspect te zijn, mogelijk is in het ontwerp geen rekening gehouden met voldoende ruimte voor het plaatsen van strakke, rechte geluiddempers. Ook in woningen met mechanische afzuiging valt op dat kanalen niet correct zijn gemonteerd. In een beperkt deel van de woningen (14%) wordt door de inblaasventielen meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van het ventiel, meestal door verkeerde inregeling van het ventilatiesysteem. Dit kan een verhoging van het installatiegeluidniveau tot gevolg hebben.

Nadere analyses laten zien dat de wijze van montage van de geluiddempers van invloed is op het installatiegeluidniveau, met name aan de luchttoevoerkant (zie de figuren in Bijlage 7). Wanneer de geluiddempers niet strak zijn gemonteerd is de spreiding in het installatiegeluidniveau groter dan bij strak gemonteerde geluiddempers.

Een verband tussen de nette uitvoering van kanalen en het installatiegeluidniveau kon niet worden aangetoond ( $p>.379$ ) (Bijlage 7).



Figuur 25: Voorbeeld van een ventilatiesysteem waarbij de kanalen correct zijn geïnstalleerd. Geluiddempers zijn voldoende lang en strak gemonteerd. Bochten in de kanalen (vlak boven de verdiepingsvloer) zijn glad uitgevoerd.

#### 3.4.4 Onderhoud/beheer

In de onderstaande tabel staan de onderhouds- en beheergerelateerde tekortkomingen weergegeven ten aanzien van installatiegeluid.

Tabel 21: Onderhoudgerelateerde tekortkomingen voor installatiegeluid

Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren	% woningen met tekortkomingen	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Ventilatie-unit inwendig niet optisch schoon	36%	-
Geen onderhoudscontract afgesloten	64%	79%
Geen jaarlijkse controle op algehele werking van de ventilatie-unit	66%	82%

Vervuiling van het ventilatiesysteem (met name de ventilatoren) kan leiden tot extra geluidproductie. Ondanks dat de woningen relatief nieuw zijn, valt op dat de units in ruim een derde van de gevallen niet schoon zijn. In tweederde van de woningen hebben de bewoners geen onderhoudscontract afgesloten of wordt de woning niet periodiek gecontroleerd. Vervuiling van de ventilatiesystemen zal hiermee naar verwachting toenemen, resulterend in onder andere een toename van de geluidproductie.

#### 3.4.5 Gebruik

Er zijn geen gebruikaspecten in kaart gebracht die een risico vormen ten aanzien van installatiegeluid.

Wel kan worden opgemerkt dat het installatiegeluidniveau een risico is voor het gebruik van het ventilatiesysteem (en dus de luchtkwaliteit), zie Tabel 22. Circa de helft van de bewoners geeft aan dat ze het ventilatiesysteem in hun woning in de laagste stand gebruiken of helemaal uitschakelen vanwege geluidhinder. Bewoners van woningen met balansventilatie doen dit aanmerkelijk vaker dan bewoners van woningen met mechanische afzuiging.

Tabel 22: Ervaringen van bewoners t.a.v. installatiegeluid

	% bewoners	
	Balansventilatie	Mechanische afzuiging
Het ventilatiesysteem wordt in een lagere stand gebruikt dan door de bewoner gewenst of uitgezet i.v.m. installatiegeluid	61%	39%

### 3.5 Overall kwaliteit ventilatiesysteem

Van de onderzochte woningen is bekeken aan welk deel van de eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008 en het Bouwbesluit 2003 wordt voldaan. Per woning gaat het om circa 50 ontwerp- en uitvoeringsaspecten (afhankelijk van het aantal kamers in de woning). De resultaten hiervan zijn weergegeven in Figuur 26.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat er geen woningen zijn zonder tekortkomingen aan het ventilatiesysteem. In alle woningen zijn één of meerdere prestaties of kenmerken gevonden in het ontwerp of bij de uitvoering die niet voldoen aan het gestelde referentieniveau. Hierin is geen verschil tussen woningen met balansventilatiesystemen of woningen met mechanische afzuiging.

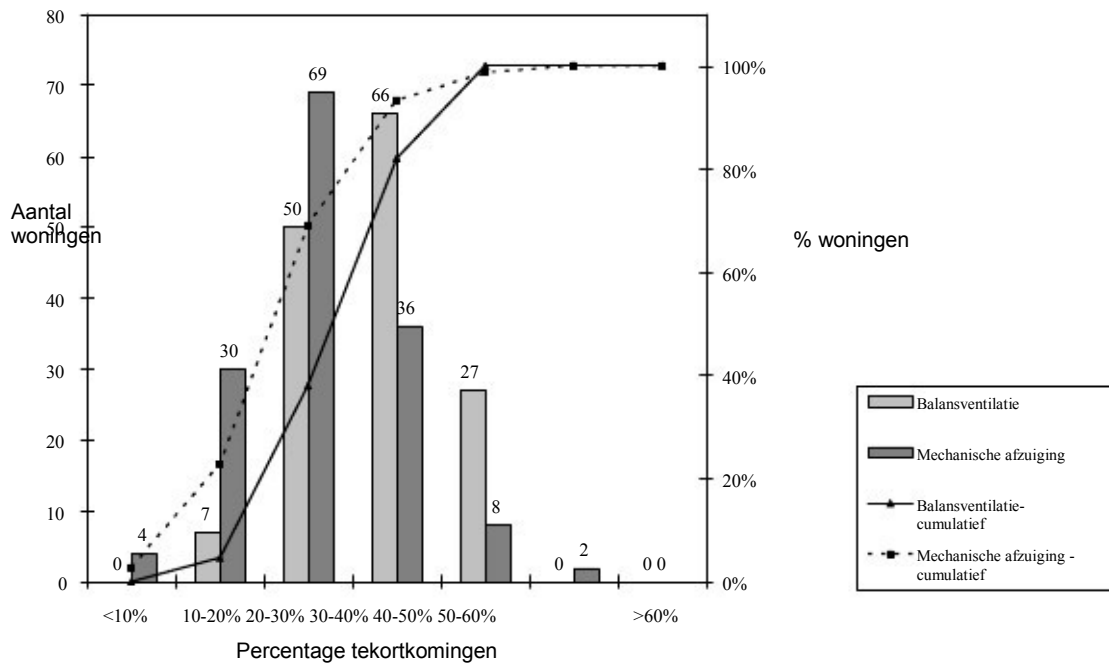
Er zijn geen woningen met balansventilatie waarbij minder dan 10% van de kwaliteitscriteria tekortkomingen vertonen. Slechts 4 woningen met mechanische afzuiging hebben minder dan 10% tekortkomingen.

De 3 beste woningen met mechanische afzuiging hebben tekortkomingen op 8% hiervan. In 1 van de woningen gaat het onder andere om gemeten prestaties ten aanzien van installatiegeluid die hoger zijn dan de referentiewaarde. Verder gaat het om tekortkomingen als het ontbreken van een tweede bedieningsknop in de badkamer of keuken, de afwezigheid van een adequate afzuigkap of het ontbreken van technische documentatie. De beste woning met een balansventilatiesysteem heeft tekortkomingen op 16% van de kwaliteitscriteria. Hierbij zijn geen tekortkomingen geconstateerd ten aanzien van de gemeten prestaties (ventilatiecapaciteit, installatiegeluid). Wel zijn er enkele serieuze tekortkomingen geconstateerd: onder andere zijn de overstroomvoorzieningen (bijv. spleet onder de deuren) ontoereikend, is er geen bypass op de warmtewisselaar, ontbreekt een tweede bedieningsknop in de badkamer of keuken en is de doorspoeling van ruimten onvoldoende en ontbreekt luchtafzuiging op de opstelplaats voor de wasmachine.

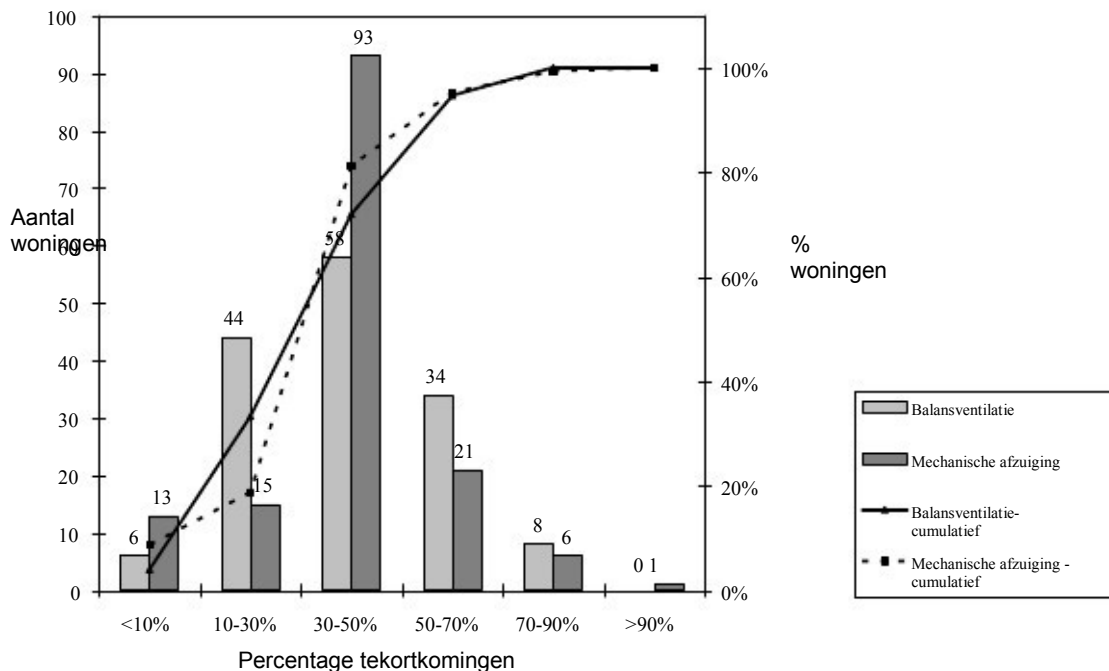
In de meeste woningen met balansventilatie blijkt tussen de 30 en 40% van de aspecten tekortkomingen te vertonen ten opzichte van de kwaliteitscriteria. Bij woningen met mechanische afzuiging ligt de mediaan bij 20-30%.

In totaal zijn er 2 woningen waarbij op meer dan de helft van de kwaliteitscriteria niet wordt voldaan. Beide woningen zijn voorzien van een systeem voor mechanische afzuiging.

Voor kenmerken ten aanzien van onderhoud en beheer is eenzelfde grafiek opgesteld (Figuur 27). Woningen met balansventilatie zijn hierin op 9 onderhoudsaspecten beoordeeld, woningen met mechanische afzuiging op 6 aspecten. In de meeste woningen wordt op 30 tot 50% van de onderhoudsaspecten niet voldaan. Met name in woningen met mechanische afzuiging blijken tekortkomingen op gebied van beheer en onderhoud veel voor te komen.



Figuur 26: Verdeling van het aantal woningen naar het percentage van de in kaart gebrachte ontwerp- en uitvoeringskenmerken (GIW/ISSO 2008) per woning waarop tekortkomingen zijn geconstateerd. Per woning gaat het om ca. 50 ontwerp- en uitvoeringsaspecten (e.e.a. afhankelijk van het aantal kamers).



Figuur 27: Verdeling van het aantal woningen naar het percentage van de in kaart gebrachte onderhoud- en beheerkenmerken per woning waarop tekortkomingen zijn geconstateerd. In woningen met balansventilatie is op 9 kenmerken beoordeeld, in woningen met mechanische afzuiging op 6 kenmerken.

## 4 CONCLUSIE

Op basis van onderzoek in 299 eengezinswoningen kan geconcludeerd worden dat mechanische ventilatiesystemen in recent gebouwde Nederlandse eengezinswoningen in de praktijk op veel essentiële punten tekortkomingen vertonen. Dit geldt voor zowel voor balansventilatiesystemen als voor systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging.

De geconstateerde tekortkomingen kunnen in individuele woningen leiden tot bewonersklachten. Denk dan bijvoorbeeld aan luchtkwaliteit- en temperatuurklachten, geluidhinder en meer algemene gezondheidsklachten.

De belangrijkste constatering ten aanzien van mechanische ventilatiesystemen in relatief nieuwe woningen zijn:

Er is vaak sprake van te weinig luchtverversing in één of meer ruimten. Dit geldt zowel voor woningen met balansventilatie als voor woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging. In circa de helft van de woningen wordt op ruimteniveau het kwaliteitsniveau overeenkomstig de nieuwbouwvoorschriften voor verblijfsruimten uit het Bouwbesluit niet gerealiseerd. Dit heeft enerzijds te maken met een te geringe capaciteit van het ventilatiesysteem in zijn geheel (afhankelijk van o.a. de opbouw van luchtkanalen en de capaciteit van de overstroomvoorzieningen en de gevelroosters), anderzijds met het niet goed inregelen van het ventilatiesysteem (instellen luchthoeveelheden op ruimteniveau).

Ventilatiesystemen maken vaak te veel herrie. Bij balansventilatiesystemen is dit meer het geval dan bij mechanische afzuiging. Vooral in de slaapkamers is het verschil tussen deze ventilatiesystemen groot. In een ruime meerderheid van de woningen met balansventilatie wordt niet voldaan aan de genoemde kwaliteitsstandaarden. Deze zijn in lijn met de Bouwbesluit-eisen voor installatiegeluid zoals die naar verwachting vanaf 2012 voor nieuwbouw van toepassing zullen zijn. Dit heeft o.a. te maken met het ontbreken van (adequate) geluiddempers, de plaats waar de ventilatie-unit is gemonteerd en de opbouw van luchtkanalen.

Incidenteel heeft een woonkamer of slaapkamer geen te openen delen (bijv. een raam of deur) en ontbreekt dus de mogelijkheid om te spuien. In dit soort situaties wordt in principe niet voldaan aan de Bouwbesluit-eisen ten aanzien van spui-ventilatie.

In lang niet alle ventilatie-units voor balansventilatie is een zogenaamde bypass aanwezig op de warmteterugwinning. Een bypass is bij dit type ventilatiesysteem nodig om klachten over oververhitting in de zomer te beperken.

Veel ventilatiesystemen zijn niet schoon. Het gaat hierbij onder andere om vervuiling van onderdelen van de ventilatie-unit en luchttoevoerkanalen. In luchtkanalen gaat het in veel gevallen mede om vervuiling die tijdens de bouw is ontstaan, denk aan stukjes cement of spuitpleister. De hygiëne van het ventilatiesysteem heeft vooral impact op de luchtkwaliteit in woningen met balansventilatie.

Ventilatiesystemen zijn vaak niet correct ontworpen of geïnstalleerd. Het gaat dan bijvoorbeeld om het verloop van kanalen (met name onnodige bochten) of inblaasventielen op onlogische plaatsen. Ook wordt vaak onvoldoende rekening gehouden met de gebruiksvriendelijkheid van het ventilatiesysteem. Denk aan de plaats van bedieningsknoppen.

Ventilatiesystemen worden door de bewoners meestal niet goed gebruikt (mede doordat het ventilatiesysteem veel lawaai maakt in de hoogste standen). Wat mee speelt hierbij is

dat veel bewoners niet voldoende zijn geïnformeerd over de werking van het ventilatiesysteem.

Er is sprake van onvoldoende onderhoud van ventilatiesystemen. Onderhoudscontracten ontbreken waardoor een jaarlijkse inspectie door een professionele partij achterwege blijft. Hierdoor gaan de prestaties van het ventilatiesysteem in de loop der tijd onnodig achteruit. Bij balansventilatiesystemen worden verder filters vaak niet voldoende frequent vervangen.

Met metingen is aangetoond dat in een aanzienlijk deel van de balansventilatiesystemen 'kortsluiting' plaatsvindt, waardoor een deel van de gebruikte lucht opnieuw de woning wordt ingeblazen.

Van de belangrijkste tekortkomingen is een verklaringsmodel opgesteld (Figuur 28). Hierin zijn de verwachte verbanden (expert judgement op basis van wetenschappelijke literatuur en praktijkervaringen van de onderzoekers) tussen kenmerken van het ventilatiesysteem, prestaties en beleving door bewoners weergegeven.

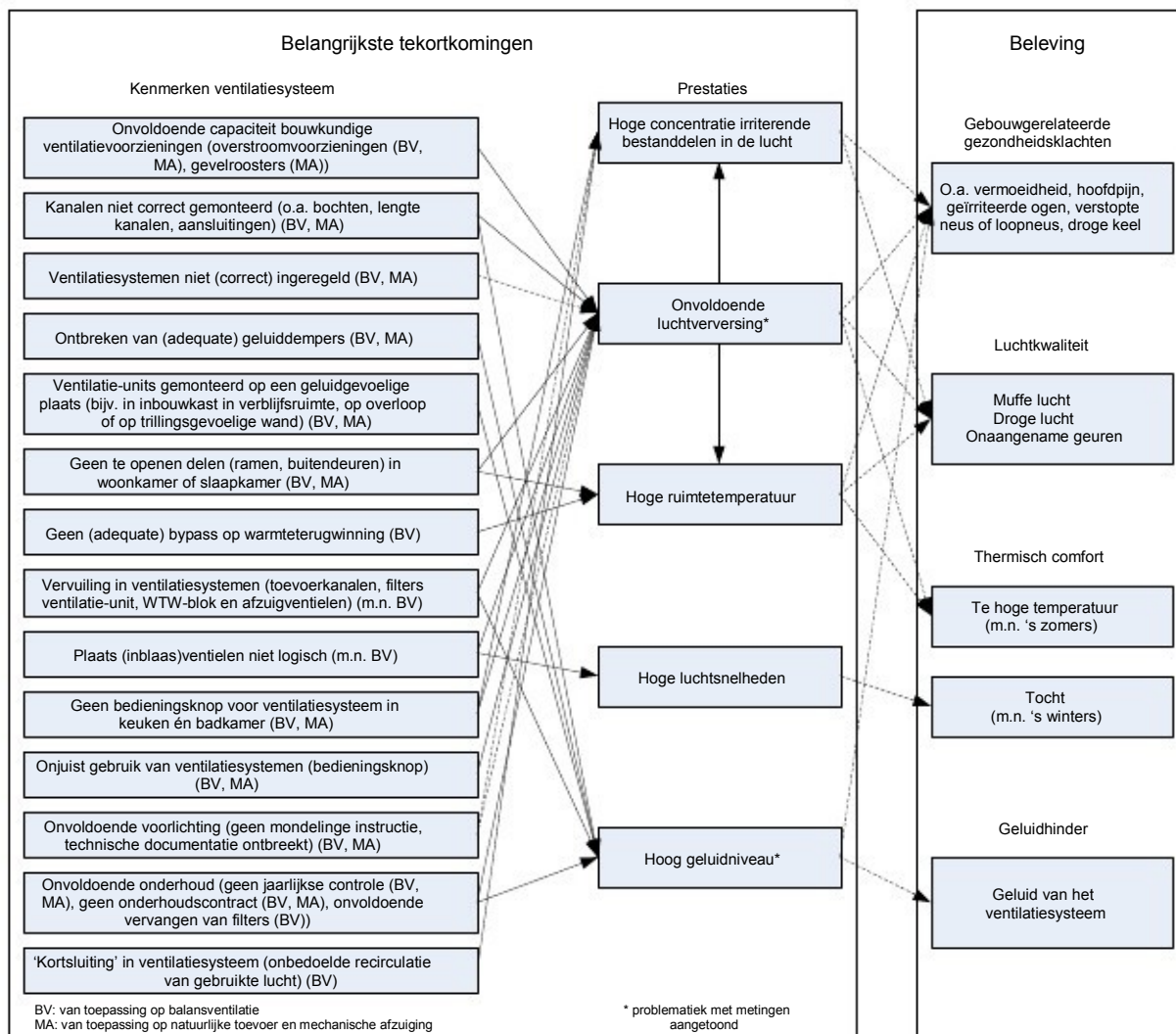
De tekortkomingen ontstaan tijdens alle fasen van het bouwproces. Veel tekortkomingen hebben te maken met ontwerpbeslissingen of ontstaan tijdens de bouw (uitvoeringsfase). Een deel van de tekortkomingen is gebruiks- en onderhoudsgerelateerd. In de aparte rapportage 'Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen' (van Dijken et al., 2011) zijn de resultaten van nader onderzoek naar achterliggende procesmatige oorzaken beschreven. Een samenvatting van deze rapportage is opgenomen in Bijlage 8.

De bovengenoemde tekortkomingen zouden gezien de huidige stand van kennis (denk aan de richtlijnen uit de publicatie GIW/ISSO 2008) en techniek niet hoeven te bestaan. Om een verbetering van de situatie te realiseren is een mentaliteitsverandering nodig bij alle partijen die betrokken zijn bij het ontwerp en de realisatie van (ventilatiesystemen in) woningen. In de huidige bouwpraktijk ligt de nadruk veelal op kostenbesparing en (theoretische) energieprestatie als het gaat om ontwerp en uitvoering van ventilatiesystemen. Een echte verbetering is alleen mogelijk als er meer aandacht komt voor de gezondheids- en comfortprestatie van ventilatiesystemen en kwaliteitsborging op dat gebied.

Tot slot:

Aanvullend onderzoek van het RIVM richtte zich op de relatie tussen de kwaliteit van ventilatiesystemen en de door bewoners gerapporteerde gezondheid en de ervaren kwaliteit van het binnenmilieu. De resultaten van dit onderzoek zijn te vinden in de rapportage 'Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten' van het RIVM (Jongeneel et al., 2011). Een samenvatting van het RIVM-rapport is te vinden in Bijlage 9.





Figuur 28: Verklaringsmodel voor effecten van de belangrijkste tekortkomingen in woningventilatiesystemen. De pijlen tussen de blokken geven de verwachte verbanden (expert judgement) weer tussen kenmerken en prestaties van het ventilatiesysteem en beleving van bewoners. Een stippellijn geeft aan dat een verband niet objectief is aangetoond in dit onderzoek, maar in individuele woningen wel kan optreden.



## 5 DISCUSSIE

Uit de resultaten blijkt dat in veel nieuwgebouwde eengezinswoningen met balansventilatiesystemen en mechanische afzuiging tekortkomingen zijn geconstateerd ten aanzien van het ventilatiesysteem. In dit hoofdstuk zullen de resultaten verder worden besproken en worden gerelateerd aan resultaten van eerder onderzoek naar de kwaliteit van woningventilatiesystemen.

### 5.1 Onderzoekspopulatie

De resultaten van het onderzoek betreffen alleen recent opgeleverde eengezinswoningen. Eengezinswoningen vertegenwoordigen circa tweederde van het nieuwgebouwde woningbestand. In de periode juni 2006 – januari 2008 zijn in Nederland 37% meergezinswoningen ofwel appartementen en 63% eengezinswoningen opgeleverd (CBS).

De in dit onderzoek geïnspecteerde woningen wijken enigszins af van de totale voorraad nieuwgebouwde eengezinswoningen in de periode juni 2006 tot januari 2008. Hoewel de geselecteerde woningen behoorlijk over Nederland zijn verspreid, ontbreken woningen in de grote steden. Reden hiervoor is dat de grote steden niet zijn opgenomen in de onderzoekspopulatie van het RIGO-onderzoek dat de basis was voor dit onderzoek. Daarnaast blijkt het aantal koopwoningen en vrijstaande woningen oververtegenwoordigd (zie paragraaf 2.2.3). Dit kan enige vertekening van de resultaten met zich meebrengen. Aspecten die hierbij een rol spelen kunnen spelen zijn bijvoorbeeld de grootte van de woning, de beschikbare realisatiekosten voor het ventilatiesysteem en de betrokkenheid van de bewoners bij hun eigen woning. Wat het effect hiervan is op de resultaten is niet nader onderzocht.

### 5.2 Ventilatiecapaciteit

Metingen tonen aan dat de ventilatiecapaciteit in circa de helft van de woningen niet voldoet aan de referentiewaarden (het kwaliteitsniveau overeenkomstig de nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003, zie paragraaf 3.1.3). Dit geldt voor de totaal beschikbare ventilatiecapaciteit in de woning, maar ook voor de ventilatiedebieten per afzonderlijke ruimte. Het beeld is min of meer hetzelfde voor woningen met balansventilatie als voor woningen met mechanische afzuiging.

Eerder onderzoek naar de ventilatiecapaciteit in nieuwbouwwoningen laat eenzelfde beeld zien. In de Amersfoortse wijk Vathorst voldeed bij onderzoek in 2006 in 100 woningen (52 met balansventilatie en 48 met mechanische afzuiging) 70% van de woningen met balansventilatie en 72% van de woningen met mechanische afzuiging na inregeling van het ventilatiesysteem niet aan de Bouwbesluiteisen (Duijm et al., 2007). Bij onderzoek in woningen met mechanische afzuiging en balansventilatie in de provincie Groningen voldeden de afzuigdebieten in 21 van de 25 woningen (84%) niet aan de eisen uit het Bouwbesluit (Meijer & Duijm, 2002).

Een landelijk onderzoek in opdracht van de VROM-Inspectie (Adviesbureau Nieman B.V., 2007) toonde aan dat in 50% van de 154 onderzochte woningen niet wordt voldaan aan de vereiste afvoercapaciteit (minimale eis conform het Bouwbesluit). De vereiste luchttoevoercapaciteit werd in 20% van de nieuwbouwwoningen niet gerealiseerd. In dit onderzoek is de ventilatie beoordeeld op verblijfsgebiedniveau, waarbij wel rekening is gehouden met de toegestane maximaal 50% luchttoevoer uit andere ruimten. Dit kan het

verschil met de resultaten van dit onderzoek, waar in circa de helft van de woonkamers of slaapkamers onvoldoende luchttoevoer blijkt te zijn, verklaren.

Opvallend is dat de theoretische capaciteit van de ventilatie-units (de capaciteit volgens het typeplaatje of de productinformatie) in het grootste deel van de gevallen voldoende is, terwijl de gemeten ventilatiecapaciteit op ruimteniveau niet voldoet aan de referentiewaarden.

Mogelijke verklaringen hiervoor zijn:

Een optimistische bepaling van de systeemdruk in de woning door zowel de ontwerpers van het ventilatiesysteem in de woning (installateur, installatieadviseur). De ontwerper van de technische installaties dient bij de bepaling van de capaciteit van de unit de druk in de kanalen in te schatten. Deze druk is afhankelijk van onder andere de lengte van de luchttoe- en afvoerkanalen, bochten in de kanalen en het type inblaas- en afzuigventielen. Daarnaast dient rekening gehouden te worden met een toename van de druk door vervuiling van de kanalen. Ook dient rekening gehouden te worden met toekomstige vervuiling van de ventilatie-unit, inclusief filter. Door vervuiling zal de capaciteit lager zijn. De invloed van vervuiling blijkt in de praktijk aanzienlijk te zijn: na een aantal jaar kan de capaciteit hierdoor met ca. 25% verminderen (Concannon, 2002).

Hogere druk in luchtkanalen in de woning door uitvoeringsfouten. Wanneer een onbedoelde vernauwing in de kanalen aanwezig is, ontstaan door bijvoorbeeld de installatie van gedeukte kanalen of de aanwezigheid van grove vervuiling als beton in de kanalen, stijgt de druk in de kanalen. Ook is denkbaar dat in de praktijk meer bochten worden geïnstalleerd dan aangenomen in de ontwerpfase, waardoor de druk in de kanalen toeneemt. Hoe hoger de druk, hoe minder lucht de ventilator door de kanalen kan verplaatsen.

Lekkages in de luchtkanalen. Door lekken in de luchtkanalen wordt lucht niet alleen ingeblazen of afgezogen via de ventielen, maar wordt een deel van de ventilatiecapaciteit op andere plaatsen dan de ventielen aangewend.

Te lage instelling van de capaciteit van de ventilatie-units. Sommige ventilatie-units, met name die voor balansventilatie, hebben de mogelijkheid om het toerental van de ventilator bij te stellen, bijvoorbeeld om de (over)capaciteit van de ventilatie-unit aan te passen naar de werkelijk benodigde (theoretische) capaciteit in een woning. In de praktijk bleken ventilatie-units regelmatig niet op de maximale stand te zijn ingesteld. De mogelijkheid om het toerental naar beneden bij te stellen wordt bijvoorbeeld gebruikt om klachten over installatiegeluid te verminderen, met een verminderde ventilatiecapaciteit tot gevolg.

Een optimistische opgave van de capaciteit van de unit door de fabrikant.

Om op ruimteniveau te voldoen aan de benodigde ventilatiedebieten is het correct inregelen van de installaties de belangrijkste factor. Volgens opgave van de bewoners is in vrijwel geen van de onderzochte woningen een inregelrapport aanwezig. Het is mogelijk dat de ingeregelde installaties alleen zijn opgeleverd naar de projectontwikkelaar of woningcorporatie, waardoor bewoners zelf het inregelrapport niet hebben ontvangen. Toch is het voor de informatie van bewoners wenselijk dat zij zelf beschikken over het inregelrapport als onderdeel van de technische informatie over hun ventilatiesysteem (conform de adviezen van GIW/ISSO 2008). Hoe dan ook: de metingen tonen aan dat het ventilatiesysteem in de meeste woningen niet (meer) goed is ingeregeld.

De tekortkomingen op het gebied van de ventilatiecapaciteit hebben niet alleen een installatietechnische achtergrond. Bouwkundige voorzieningen die bijdragen aan de ventilatiecapaciteit, zoals gevelroosters (alleen van toepassing bij systemen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging) en overstroomvoorzieningen blijken ook niet altijd te voldoen.

De theoretische capaciteit van de gevelroosters is in een derde van de woningen niet toereikend om te voldoen aan een luchttoevoercapaciteit conform de referentiewaarde overeenkomstig de nieuwbouwvoorschriften Bouwbesluit 2003. Hierbij moet worden opgemerkt dat de leverancier veelal uitgaat van een capaciteit bij een drukverschil van 1 Pa over de gevelrooster. De werkelijke capaciteit van de gevelroosters ligt in woningen met mechanische afzuiging meestal hoger, doordat de winddruk op de gevel meestal beduidend hoger is dan 1 Pa en doordat het ventilatiesysteem grotere drukverschillen veroorzaakt. Het is echter niet duidelijk of hier in de ontwerpfase bij de selectie van roosters al rekening mee wordt gehouden.

Overstroomvoorzieningen (bijv. een spleet onder de binnendeuren) blijken in een derde van de woningen niet goed te zijn uitgevoerd, doordat geen rekening is gehouden met een vloerafwerking. Ook in eerder onderzoek door Adviesbureau Nieman (2007) in niet-ingerichte nieuwbouwwoningen werd geconcludeerd dat overstroomvoorzieningen veelal niet toereikend zijn. In de meeste gevallen voldeden de overstroomvoorzieningen wel in de situatie zonder afgewerkte vloer. Echter wanneer wordt gecorrigeerd voor een vloerafwerking van 15 mm voldeed slechts 1 op de 10 woningen.

### 5.3 Luchtkwaliteit

In de ontwerpfase wordt onvoldoende rekening gehouden met de regelbaarheid van het ventilatiesysteem. In de meeste woningen is in de woning niet in zowel de keuken als de badkamer een bedieningsknop aanwezig. In woningen met balansventilatie waar maar één bedieningsknop aanwezig is bevindt deze knop zich meestal in de badkamer. In woningen met mechanische afzuiging net zo vaak in de keuken als in de badkamer.

Een andere veel voorkomende tekortkoming die te herleiden is naar de ontwerpfase is mogelijk onvoldoende doorspoeling van de ruimte in woningen met balansventilatiesystemen. Dit kan voorkomen in woningen met bijvoorbeeld een L-vormige woonkamer, waarbij toe- en afvoer in één hoek zijn aangebracht. Ook kunnen dit bijvoorbeeld grotere slaapkamers zijn waarbij een toevoerventiel direct boven de deur is aangebracht en afzuiging via een overstroomvoorziening onder de deur plaatsvindt. Deze situatie is vooral problematisch wanneer de inblaasventielen boven de deur verticaal (in de wand) zijn aangebracht, vanwege het uitblaaspatroon van de ventielen.

In de uitvoeringsfase wordt onvoldoende aandacht besteed aan het schoon opleveren van kanalen, waardoor de luchtkwaliteit nadelig kan worden beïnvloed. In tweederde van de woningen met balansventilatie is bouwstof (bijvoorbeeld losliggend gruis, spuitpleister) aangetroffen in de toevoerkanalen. Wanneer kanalen schoon en droog worden opgeslagen voor verwerking en worden afgedopt na montage (verwerking conform de bepalingen in VDI 6022) kan ophoping van bouwstof worden voorkomen. Schone toevoerkanalen hebben een positieve invloed op de luchtkwaliteit in de woning. Daarnaast hebben schone toe- en afvoerkanalen een positieve invloed op de ventilatiecapaciteit in de woning (zie ook 5.2). Extreme uitvoeringsfouten, zoals een volgestort kanaal, zijn niet aangetroffen.

Ten aanzien van onderhoud is in een groot deel van de woningen op verschillende punten tekortkomingen geconstateerd. Gevelroosters, filters, de ventilatie-unit, toevoerkanalen en afzuigventielen blijken in een aanzienlijk percentage van de woningen duidelijk vervuild te zijn.

Filters blijken in de helft van de woningen met balansventilatie niet tijdig te worden vervangen. Wanneer de filters worden vervangen doet de bewoner dit in de meeste gevallen zelf. Dit onderhoudsaspect hangt dus sterk samen met de kwaliteit van de

gebruikersinstructies. Het viel overigens op dat een aantal bewoners aan de inspecteurs meldde dat het onduidelijk is hoe zij filters kunnen bestellen. Zij geven bijvoorbeeld aan dat zij van hun leverancier slechts 1x per jaar nieuwe filters mogen bestellen. Daarnaast is in veel woningen geen onderhoudscontract afgesloten en vindt geen jaarlijkse controle van de ventilatie-unit plaats. Uit de resultaten van dit onderzoek blijkt dat op dit moment (nog) geen verband zichtbaar tussen de aanwezigheid van een onderhoudscontract en (visueel waarneembare) vervuiling van het ventilatiesysteem. De leeftijd van de woningen kan hierbij een rol spelen.

Vervuiling van het ventilatiesysteem is in eerdere onderzoeken naar de prestaties van woningventilatiesystemen niet in detail bekeken. Uit het Vathorst-onderzoek (Duijm et al., 2007) bleek echter wel dat nagenoeg alle gevelroosters waren vervuild met stof.

Uit het onderzoek blijkt dat ruimte rond de ventilatie-unit voor onderhoud in de meeste woningen geen probleem is, in tegenstelling tot de conclusies van het onderzoek 'Schatgraven in de bestaande bouw' in opdracht van Agentschap NL (BouwhulpGroep, 2010). Bij mechanische afzuiging komt het vaker voor dat het systeem niet goed bereikbaar is voor onderhoud. Omdat de units vrij klein zijn kunnen de units weggewerkt worden, bijvoorbeeld boven een trapgat.

Het uiteindelijke gebruik van het ventilatiesysteem is van groot belang voor goede ventilatie. Maar liefst 96% van de bewoners (balansventilatie en mechanische afzuiging) gebruikt het ventilatiesysteem echter in een te lage stand (mede vanwege geluidsoverlast van het ventilatiesysteem). Overdag en 's nachts staat het ventilatiesysteem bijvoorbeeld in de laagste stand op momenten dat er personen aanwezig zijn (gewenst is de middelste stand), en bij koken of douchen wordt het ventilatiesysteem niet in de hoogste stand gezet. Merk daarbij op dat het ventilatiesysteem in de meeste gevallen sowieso een lagere capaciteit heeft dan gewenst in deze standen. Of het ventilatiesysteem juist gebruikt wordt is overigens mede afhankelijk van de hoeveelheid geluid die door het systeem wordt geproduceerd.

Gebruik van het ventilatiesysteem is eerder ook onderzocht door het RIVM (Bader & Blaauboer, 2009). Uit dit RIVM-onderzoek blijkt het overgrote deel van de bewoners (89%) het ventilatiesysteem meestal in de laagste stand te gebruiken. De hoogste stand (57%) of middelste stand (22%) wordt af en toe gebruikt, bijvoorbeeld tijdens douchen en koken. De middelste stand wordt door de meeste bewoners (68%) nooit of incidenteel gebruikt. Ook bij het onderzoek in Vathorst (Duijm et al., 2007) komt men tot vergelijkbare conclusies.

In 49 woningen met balansventilatie die voor dit onderzoek zijn geïnspecteerd is door middel van rookproeven in combinatie met een fijn stofmeting onderzocht of er 'kortsluiting' is tussen de afgezogen lucht en toevoerlucht (zie voor een beschrijving van de methode Bijlage 3). Opvallend was dat in ruim de helft van deze woningen 'kortsluiting' is vastgesteld. Uit deze metingen kon echter niet worden afgeleid in welke mate afgezogen lucht mengt met toevoerlucht. Ook is niet nader onderzocht waar de 'kortsluiting' plaatsvindt. Een mogelijke route is in de ventilatie-unit, bijvoorbeeld via lekken in de warmtewisselaar, rond de aansluitingen van de deksel/klep van de ventilatie-unit of rondom de filters. Ook kan 'kortsluiting' plaatsvinden via lekken in kanalen in een schacht of tussen de luchtaanzuig en luchtafblaas buiten. Het is dus niet duidelijk of dit om een ontwerp- of een uitvoeringsfout gaat. Verder onderzoek zou de ernst en aard van deze problematiek in kaart moeten brengen.

## 5.4 Thermisch comfort

Ten aanzien van thermisch comfort wordt onderscheid gemaakt tussen de zomer- en winterperiode vanwege de verschillen in problematiek in deze seizoenen. In de zomer dient oververhitting zo veel mogelijk te worden voorkomen, in de winter is het voorkomen van tocht het belangrijkste. In beide situaties zijn verschillende kenmerken van de ventilatiesystemen van belang.

Voor de zomersituatie is het van belang dat oververhitting wordt beperkt. Hiervoor is het van belang dat balansventilatiesystemen zijn voorzien van een goed werkende bypass op de warmteterugwinning. De goede werking van de bypass is afhankelijk van onder andere de aanwezigheid van een faceklep die de warmtewisselaar volledig afsluit, de grootte c.q. capaciteit van de bypass en de regelinstellingen. Een goede bypass blijkt echter nog geen gemeengoed in onderzochte woningventilatiesystemen.

Verder is de aanwezigheid van voldoende spuiventilatievoorzieningen (denk aan te openen ramen) van belang om oververhitting te beperken. Hoewel in vrijwel alle woningen te openen ramen aanwezig zijn in de woon- en slaapkamer viel op dat er binnen dit onderzoek toch nog 15 woningen waren waarbij geen ramen open konden in één of meerdere ruimten. Hiermee wordt niet voldaan aan de wettelijke eisen (zie Bijlage 4).

Dat vooral bij balansventilatiesystemen de zomersituatie van belang is blijkt ook uit het RIGO-onderzoek (Leidemeijer et al., 2009). Uit dit onderzoek blijkt dat bewoners van woningen met balansventilatie significant vaker aangeven dat het in de zomer 'vaak te warm' is dan bewoners van woningen met mechanische afzuiging. Ze geven hierbij aan dat dit vooral geldt voor de slaapkamer.

Oververhitting kan worden beperkt door het toepassen van een adequate bypass op het ventilatiesysteem. Niet alle klachten over oververhitting kunnen hiermee worden voorkomen. Hiervoor zijn andere (bouwkundige) maatregelen noodzakelijk, zoals het toepassen van buitenzonwering en het beperken van grote glasoppervlakken op zonbelaste gevels. Slechts in weinig nieuwbouwprojecten wordt buitenzonwering opgenomen (BouwhulpGroep, 2010).

In de wintersituatie is het van belang dat het ventilatiesysteem geen tocht veroorzaakt. In veel woningen met balansventilatie valt op dat de plaats en het type inblaasventielen de kans op tocht verhogen. Bijvoorbeeld omdat de onderlinge afstand van inblaasventielen te klein is, omdat ventielen zijn te dicht bij de wand of het plafond zijn geplaatst zonder dat deze zijn voorzien van een 'schone sector' of omdat ventielen zijn aangebracht vlakbij een logische opstelplaats voor bank of bed. Enerzijds geeft dit aan dat tijdens de ontwerpfase door zowel de bouwkundig ontwerper als de installatietechnisch ontwerper al rekening gehouden dient te worden met de indeling van de woning. Anderzijds betekent dit dat de bewoners beter voorgelicht dienen te worden.

In woningen met mechanische afzuiging is een veelvoorkomende tekortkoming de slechte bedienbaarheid van gevelroosters, bijvoorbeeld omdat de bedieningsstand of een koordje ontbreekt. Wanneer bewoners gevelroosters niet eenvoudig kunnen dichtzetten neemt het risico op tochtklachten toe. In de helft van de woningen worden zelfregelende gevelroosters geplaatst, waarmee de kans op tocht kan worden beperkt.

Duijm et al. (2007) concludeerde eveneens dat de plaats van luchttoevoerventielen een belangrijke rol speelt bij tochtklachten. In 50% van de woningen uit het Vathorst-onderzoek zijn inblaasventielen zodanig geplaatst dat tocht kan ontstaan.

Het risico op tocht wordt echter niet bevestigd met metingen in eerder onderzoek van de GGD in Groningen. De GGD Groningen heeft in 2000 in het stookseizoen metingen van de luchtsnelheid verricht in 28 woningen (14 laagbouw, 14 gestapelde bouw; balansventilatie en mechanische afzuiging) die zijn gebouwd of gerenoveerd tussen 1997 en 1999 (Meijer & Duijm, 2002). Bij beide typen ventilatiesystemen werden hierbij geen verhoogde luchtsnelheden gemeten.

## 5.5 Installatiegeluid

Een installatiegeluidniveau boven de referentiewaarde van 30 dB(A) blijkt in een groot deel van de woningen met balansventilatie aan de orde te zijn wanneer het ventilatiesysteem in de benodigde stand (veelal de hoogste stand) is ingesteld. Zowel in de woonkamer als in slaapkamers. In woningen met mechanische afzuiging blijkt het installatiegeluidniveau voornamelijk tekort te schieten in de woonkamer en is het in de slaapkamers beduidend stiller.

Ongeveer de helft van alle bewoners geeft aan het ventilatiesysteem in verband met het geluidniveau in een lagere stand te gebruiken dan gewenst voor voldoende luchtverversing.

Dat het geluidniveau ten gevolge van de installaties opvallend hoog is werd ook geconstateerd in eerdere onderzoeken naar woningventilatiesystemen door de GGD en het RIVM.

De GGD Groningen (Meijer & Duijm, 2002) heeft metingen van het installatiegeluidniveau verricht in 28 woningen met balansventilatie en mechanische afzuiging. Bij balansventilatie maakt het ventilatiesysteem op de hoogste stand in de woon- en slaapkamer meer geluid dan de referentiewaarde van 30 dB(A). 43% van de bewoners geeft aan hiervan hinder te ondervinden. In de laagste stand wordt de toetswaarde van 30 dB(A) nergens overschreden.

Het RIVM (Bader & Blaauboer, 2009) heeft metingen verricht van het installatiegeluidniveau in 304 woningen gebouwd tussen 1994 en 2003. In de hoogste stand ligt het gemeten installatiegeluidniveau in woningen met balansventilatie met een gemiddelde van 32,6 dB(A) in de woonkamers boven de grenswaarde van 30 dB(A). In de slaapkamer is dit gemiddeld 29,8 dB(A). Hierbij werd geen onderscheid gemaakt tussen woningen met een balansventilatiesysteem en woningen met mechanische afzuiging. In de laagstand en de middenstand overschrijden de gemiddelde waarden de grenswaarde van 30 dB(A) niet. Uit het onderzoek van het RIVM uit 2009 blijkt dat de capaciteit van de mechanische ventilatie en het gemeten geluidniveau gecorreleerd zijn.

Oorzaken van het hoge installatiegeluidniveau zijn te herleiden naar ontwerp en uitvoering van het ventilatiesysteem.

De belangrijkste factor blijkt de aanwezigheid van een (voldoende lange) geluiddemper. Indien in geluiddempers wordt voorzien dienen deze tijdens de uitvoering correct te worden aangebracht. In veel gevallen blijken de geluiddempers niet strak te worden gemonteerd, waardoor de werking ervan vermindert.

In de praktijk blijken kanalen ook vaak met onnodige bochten te worden gemonteerd, waardoor meer geluid ontstaat.

Tijdens de ontwerpfase dient tevens aandacht te worden besteed aan de positionering van de ventilatie-unit. In veel woningen wordt de ventilatie-unit op een geluidgevoelige plaats geïnstalleerd, zoals in een inbouwkast in een verblijfsruimte of in open verbinding met de overloop. De ventilatie-unit wordt bovendien niet altijd op een zware wand gemonteerd, waardoor trillingsgeluid zich door de woning kan verspreiden.



Daarnaast blijkt dat ventilatiesystemen vaak niet goed worden onderhouden. Naarmate het ventilatiesysteem meer vervuild zal het systeem meer geluid gaan produceren. Aangezien de onderzochte woningen nog maar kort in gebruik zijn is te verwachten dat dit probleem verder zal toenemen wanneer goed onderhoud achterwege blijft.

Bij geluid ten gevolge van woningventilatiesystemen dient niet alleen naar geluid van de ventilatie-unit te worden gekeken. Ook elementen voor natuurlijke luchttoevoer kunnen een bijdrage leveren aan geluidhinder. Van gevelroosters is bekend dat zij geluid van buiten doorlaten. Hiervoor kunnen geluiddempende gevelroosters (suskasten) worden toegepast. Uit opmerkingen van bewoners bleek echter dat ook het geluid van de klep in sommige typen mechanisch zelfregelende ventilatieroosters op momenten hinderlijk kan zijn. De omvang van dit probleem is niet verder in kaart gebracht.

## 5.6 Gebruik

Hoewel er in dit onderzoek toch nog 15 woningen bleken te zijn waarbij geen ramen open konden in één of meerdere ruimten, blijkt het ontbreken van spuiventilatievoorzieningen geen gemeengoed te zijn.

In eerdere publicaties van onder andere RIGO en de GGD over woningventilatie komt echter duidelijk naar voren dat bewoners ontevreden zijn over de mate waarin zij ramen of buitendeuren kunnen openen om de ventilatie in hun woning kunnen beïnvloeden. Het openen van ramen of deuren is een belangrijke manier om het binnenklimaat in de woning te kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld voor enige koeling ('fris briesje') in de zomer of om te luchten wanneer hinderlijke geuren worden waargenomen in de woning.

In het RIGO-onderzoek (Leidemeijer et al., 2009) geeft 18% van de bewoners van een woning met balansventilatie aan dat zij de ramen en deuren niet mogen openen tegen 2% bij mechanische afzuiging.

Uit onderzoek van de GGD in de Amersfoortse wijk Vathorst blijkt dat een deel van de bewoners klaagt over het geringe aantal draai- of kiepramen in huis. In veel gevallen heeft men alleen beschikking over een schuifpui of openslaande buitendeuren. Bewoners geven aan liever een klepraampje open te zetten. Ook uit dit onderzoek kwam naar voren dat bewoners de instructies hebben gekregen geen ramen of buitendeuren te openen, omdat dit de werking van het ventilatiesysteem negatief beïnvloedt.

Het type ramen als mogelijke verklaring voor de ontevredenheid van bewoners kan ook met gegevens uit dit onderzoek worden gestaafd. Het valt op dat in de meeste woningen geen klepramen hoog in de gevel aanwezig zijn, maar alleen grotere te openen delen laag in de gevel (inclusief buitendeuren of schuifpui). Mogelijk wordt het openen van grotere raamdelen als een belemmering ervaren (bijv. een derde van de bewoners geeft in de bewonersvragenlijst aan de ramen vaak dicht te houden vanwege het risico op inbraak).

De mate van luchtverversing in woningen moet door de bewoners behalve door spuiventilatie ook kunnen worden beïnvloed met de bedieningsknop van het ventilatiesysteem.

In vrijwel alle woningen in dit onderzoek is het ventilatiesysteem voorzien van een bedieningsknop met minimaal 3 standen. Hierbij kan wel worden opgemerkt dat lang niet alle woningen een bedieningsknop hebben in beide ventilatiegevoelige ruimten (badkamer én keuken). Het is voor de bewoners bijvoorbeeld niet logisch om bij het douchen eerst naar de keuken te moeten lopen om het ventilatiesysteem in een hogere stand te zetten. Vanuit

de bewoners geredeneerd is de bediening van het ventilatiesysteem in de keuken en badkamer overigens niet per definitie logisch. Omdat mensen de meeste tijd doorbrengen in de woonkamer en slaapkamer is een bedieningsknop naast bijvoorbeeld de thermostaat voor de centrale verwarming misschien ook een goede keuze. In de badkamer en keuken zal dan wel een knop aanwezig moeten zijn waarmee bewoners het ventilatiesysteem tijdelijk in de hoogste stand kunnen zetten bij het koken of douchen.

Ten aanzien van de bedieningsknop valt bovendien op dat deze voor de gebruikers vaak niet logisch is. Het is in die gevallen bijvoorbeeld onduidelijk in welke stand het ventilatiesysteem staat of hoe het systeem in een hogere of lagere stand kan worden geschakeld (zie Figuur 13 in paragraaf 3.2.2).

Willen bewoners optimaal gebruik maken van de persoonlijke beïnvloedingsmogelijkheden van het ventilatiesysteem, dan dient in het ontwerp rekening gehouden te worden met onder andere het risico op tocht en koude, hinder door installatiegeluid, buitengeluid en (inbraak)veiligheid (Liddament, 2001).

Het gebruik van het ventilatiesysteem moet in principe voor zich spreken. Toch is aanvullend voorlichting nodig om bewoners bewust te maken van het nut van ventileren en de mogelijkheden die zij zelf hebben om het ventilatiesysteem te kunnen beïnvloeden.

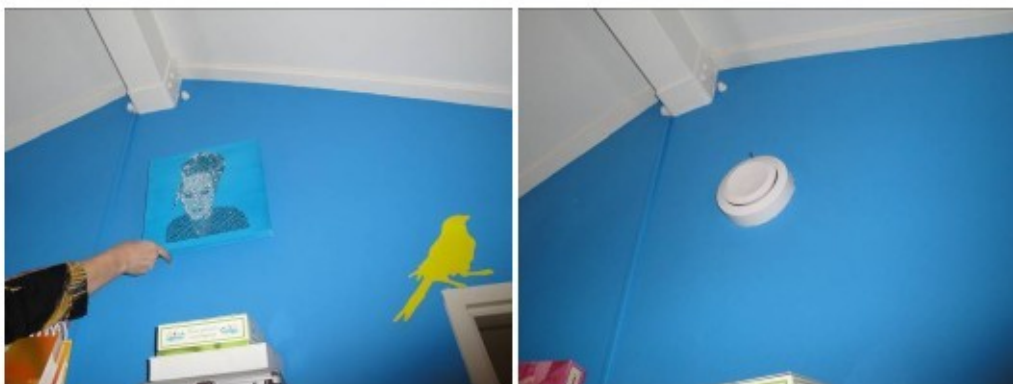
In de meeste woningen blijkt enige vorm van voorlichting te zijn gegeven. De meeste huishoudens geven aan te beschikken over een gebruikershandleiding van het ventilatiesysteem. In ruim de helft van de woningen is volgens de bewoners de werking van het ventilatiesysteem tevens mondeling toegelicht. Technische documentatie van de ventilatie-unit is aanwezig in driekwart van de woningen met balansventilatie en in de helft van de woningen met mechanische afzuiging. In slechts een tiental huishoudens is volgens de bewoners geen enkele informatie verstrekt over het ventilatiesysteem.

Merk hierbij op dat het belangrijk is dat (mondelijke en schriftelijke) instructies inspelen op vragen die bewoners hebben over het ventilatiesysteem, zoals:

- Waarom en wanneer moet ik ventileren?
- In welke stand moet ik het ventilatiesysteem instellen en hoe doe ik dat?
- Hoe vaak moet ik filters vervangen en hoe moet dat?
- Wat kan ik doen als ik last heb van lawaai of tocht?
- Hoe kan ik merken dat het ventilatiesysteem een storing heeft?

Een goede gebruikershandleiding is dus geen technische beschrijving van het ventilatiesysteem. Bovendien is het van belang dat de gebruikersinstructie op maat is gemaakt. In dit onderzoek is het voorlichtingsmateriaal niet inhoudelijk beoordeeld. Adviesbureau Nieman (2007) heeft wel een inhoudelijke beoordeling gemaakt van de schriftelijke gebruikersinstructies voor het ventilatiesysteem. Hieruit blijkt dat 25% van de instructies niet compleet is. Aspecten als het functioneren van, het gebruik van, en het onderhoud aan het ventilatiesysteem zijn bijvoorbeeld niet beschreven.

In enkele gevallen blijkt uit het gebruik van de woning dat bewoners zich niet voldoende bewust zijn van de functie en werking van onderdelen van het ventilatiesysteem, waardoor het ventilatiesysteem niet juist wordt gebruikt. Zie het voorbeeld in Figuur 29, waarbij een inblaasventiel in een slaapkamer door de bewoners is afgedekt. Met goede voorlichting over het ventilatiesysteem had een dergelijke situatie vermeden kunnen worden.



Figuur 29: Uit de bovenstaande figuren blijkt dat niet altijd voldoende voorlichting wordt gegeven over het ventilatiesysteem aan bewoners. In dit geval wordt een inblaasventiel door de bewoners gebruikt om een schilderij om te hangen. Hieruit blijkt dat de bewoners zich niet bewust zijn van het gegeven dat via het ventiel lucht wordt toegevoerd in de slaapkamer

## 5.7 Gedeelde verantwoordelijkheid

Tekortkomingen ten aanzien van woningventilatie ontstaan tijdens alle fasen van het bouwproces: van ontwerp, uitvoering, beheer tot gebruik. Om tot een verbetering van de situatie te komen zullen alle betrokken partijen hun verantwoordelijkheid moeten nemen (zie ook Boerstra, 2008).

De opdrachtgever dient expliciet te zijn over de gewenste kwaliteit van het ventilatiesysteem. Prestatie-eisen dienen richting ontwerpers, uitvoerders en eindgebruikers te worden vastgelegd en de prestaties dienen te worden gecontroleerd. Hierbij moet men zich realiseren dat extra kwaliteit hogere investeringskosten met zich mee brengt. Echter, door te denken in life cycle costs hoeft een hogere kwaliteit op langere termijn niet altijd duurder te zijn. Bij het vaststellen van het Programma van Eisen (PvE) meer dan in de huidige praktijk gebruikelijk is vanuit de eindgebruiker te worden geredeneerd.

De installatietechnisch ontwerper (installateur of installatieadviseur) heeft in de eerste plaats de verantwoordelijkheid voor het ontwerp van een ventilatiesysteem dat voldoet aan de prestatie-eisen. Daarbij is het uiteraard mogelijk eventuele hiaten in het PvE bij de opdrachtgever inzichtelijk te maken. Het is voor het goed functioneren van het ventilatiesysteem van belang om in het ontwerp al rekening te houden met uitvoeringsaspecten en te kiezen voor de toepassing van montage- en gebruiksvriendelijke systemen. Leveranciers van ventilatiesystemen kunnen bijdragen aan verbetering van woningventilatiesystemen door de ontwikkeling van gebruiksvriendelijke ventilatie-units. Afstemming met de bouwkundig ontwerper of architect is noodzakelijk voor integratie van gebouw en installatie. Om in het verdere proces zo min mogelijk risico's te lopen op tekortkomingen in het ventilatiesysteem is het van belang om prestatie-eisen, ontwerputgangspunten en specifieke producten in een volledig bestek vast te leggen.

De lokale overheid is verantwoordelijk voor het verlenen van bouwvergunningen. Extra aandacht voor de beoordeling van een ontwerp en naleving van de vergunning bij uitvoering zou kunnen bijdragen aan de vermindering van tekortkomingen door deze vroegtijdig te signaleren. Dat hierbij een verbeteringslag kan worden gemaakt blijkt uit onderzoek van Adviesbureau Nieman B.V. (2007). In 41% van de door Nieman getoetste ventilatieberekeningen bleek de beoordeling door de gemeente niet correct te zijn. Dit lijkt

per gemeente te verschillen: bij onderzoek in Vathorst bleek de vergunningverlening in alle gevallen in orde (Duijm et al., 2007).

Tijdens de uitvoering is veelal de installateur verantwoordelijk voor een zorgvuldige uitvoering van het ventilatiesysteem volgens bestek. Net als tijdens het ontwerp geldt hierbij dat afstemming tussen installateur en bouwkundig aannemer cruciaal is. De bouwkundig aannemer zal voldoende kennis moeten hebben voor het beoordelen van het tussentijds opgeleverde werk van de installateur. Tijdens en na oplevering kan de installateur in samenwerking met de opdrachtgever en aannemer een belangrijke rol spelen richting de eindgebruiker. Denk hierbij aan het geven van gebruikersinstructies en het aanbieden van een onderhoudscontract voor het ventilatiesysteem.

De eindgebruiker tot slot dient zich bij oplevering bewust te zijn van het belang van een goede oplevering van het ventilatiesysteem. Bij oplevering dient voor de eindgebruiker inzichtelijk te zijn in een meetrapport dat het ventilatiesysteem functioneert volgens de prestatie-eisen. Vervolgens zal de eigenaar van een koopwoning zelf het onderhoud van het ventilatiesysteem moeten regelen.

De achterliggende procesmatige oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen zijn verder uitgewerkt de aparte rapportage 'Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen' (van Dijken et al., 2011). In Bijlage 8 van dit rapport is hiervan de samenvatting gegeven.

## 5.8 Hoe verder?

Dit onderzoek laat zien dat de onderzochte ventilatiesystemen (balansventilatie en natuurlijke luchttoevoer met mechanische afzuiging) tekortkomingen vertonen. De vraag dient zich dan aan of deze ventilatiesystemen ongeschikt zijn voor toepassing in woningen en moet gezocht worden naar andere ventilatiesystemen. Die conclusie kan op basis van dit onderzoek niet worden getrokken. Op basis van de huidige stand der techniek en beschikbare kennis is het immers mogelijk om betaalbare, goed functionerende balansventilatiesystemen en systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging te ontwerpen en te installeren. Het uitsluiten van de toepassing van de onderzochte mechanische ventilatiesystemen is onnodig. Bovendien: uitgaande van de huidige bouwpraktijk zullen de in dit onderzoek geconstateerde problemen ook bij andere ventilatiesystemen in meer of mindere mate een rol spelen. Het verbeteren van de kwaliteit van outputspecificaties ten behoeve van het ontwerp en de aanbesteding en voorts van de uitvoering, het beheer en het gebruik van woningventilatiesystemen, is daardoor een meer voor de hand liggende oplossing. Dit rapport geeft daarvoor aanbevelingen. Zie hiervoor Hoofdstuk 6.

## 6 AANBEVELINGEN

Ventilatiesystemen in nieuwbouwwoningen blijken vele tekortkomingen te kennen. In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gegeven ter verbetering van de situatie. Het betreft hier zowel aanbevelingen ter verbetering van het bouw- en ontwerpproces als concrete ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen.

### 6.1 Procesmatige aanbevelingen

Om onnodige fouten (en daarmee bewonersklachten) in de toekomst te voorkomen is het noodzakelijk het kwaliteitsbewustzijn in het hele bouwproces (vanaf de initiatieffase tot de beheer- en gebruiksfase) te verbeteren. Het einddoel is een goed werkend ventilatiesysteem en een gezond binnenmilieu, zonder dat dit tot een onnodig hoog energiegebruik leidt. Alle betrokken partijen dienen hierin hun eigen verantwoordelijkheid te nemen.

Om bewoners te geven waar ze recht op hebben is het noodzakelijk de prestaties van ventilatiesystemen beter te waarborgen. Er dienen goede, niet vrijblijvende afspraken te worden gemaakt tussen opdrachtgever, ontwerpers en uitvoerders over prestatie-eisen, zodat de bewoner uiteindelijk een correct presterend ventilatiesysteem opgeleverd krijgt. Dit kan niet zonder investeringen in het vereiste kennisniveau van alle betrokken partijen in de bouwkolom. Veel initiatieven zijn al genomen. Het is nu noodzakelijk dat alle betrokken partijen gezamenlijk aan de slag gaan om deze initiatieven daadwerkelijk ten uitvoer te brengen.

Hieronder zijn voor de verschillende bouwfasen de aanbevelingen gespecificeerd.

#### 6.1.1 Initiatieffase

**Uitbreiden van (wettelijke) eisen ten aanzien van de kwaliteit van ventilatiesystemen.** In het Bouwbesluit zijn op dit moment geen eisen opgenomen ten aanzien van installatiegeluidniveau in de woning of het voorkomen van oververhitting. Dit zijn aspecten die ten aanzien van woningventilatie van groot belang zijn voor het voorkomen van klachten. De bouwregelgeving zou op deze aspecten moeten worden uitgebreid. Zolang echter geen wettelijk kader bestaat voor deze aspecten wordt geadviseerd te allen tijde privaatrechtelijke eisen op te nemen.

Merk op dat is besloten dat eisen ten aanzien van installatiegeluid worden opgenomen in de volgende versie van het Bouwbesluit (naar verwachting treedt deze in 2012 in werking). Maatregelen ter voorkoming van oververhitting worden indirect meegenomen in de wettelijk verplichte EPC. Echter, de specifieke maatregelen tegen oververhitting zijn niet verplicht.

**Stimuleer het werken met prestatiegerichte kwaliteitsniveaus in de woningbouw.**

Voor ieder bouwproject zou moeten gelden dat al bij het initiatief de gewenste kwaliteitsniveaus in prestatie-eisen worden beschreven. Juist het omschrijven in prestatie-eisen laat nog alle vrijheid open om naderhand de meest optimale oplossingen te kiezen om de gewenste prestatie te behalen. Het besef dat die kwaliteit meer kan zijn dan de wettelijke minimumeisen uit het Bouwbesluit is daarbij van groot belang. Voor het realiseren van gezonde en comfortabele woningen met een kwalitatief goed ventilatiesysteem betekent dit dat hiervoor concreet eisen opgenomen dienen te worden in het Programma van Eisen (PvE). Het wordt aanbevolen hiervoor in zijn algemeenheid verschillende kwaliteitsniveaus in de vorm van prestatie-eisen te formuleren, die

opdrachtgevers over kunnen nemen in het technisch PvE. De eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008 zijn hiervoor een goede basis.

Daarnaast wordt aanbevolen eisen op te nemen ten aanzien van de kwaliteit van opdrachtnemers door verwijzing naar bijvoorbeeld de beoordelingsrichtlijn BRL 6000 'Ontwerpen, installeren en beheren van installaties'.

**Implementatie van ketengerichte aanpak in de beroepspraktijk van professionele opdrachtgevers.** In de woningbouw spelen professionele opdrachtgevers, zoals woningcorporaties en projectontwikkelaars, een belangrijke rol. De toekomstige bewoner is ten aanzien van de kwaliteit van woningventilatiesystemen sterk afhankelijk van keuzes die de professionele opdrachtgever maakt.

Voor professionele opdrachtgevers is de 'KopStaat aanpak' opgesteld (Bouwens, 2010).

In deze publicatie wordt een ketengerichte aanpak voor de beroepspraktijk van professionele opdrachtgevers voorgesteld. Per bouwfase is aangegeven welke stappen de actoren in het bouwproces moeten nemen om kwalitatief goede (gezonde en comfortabele) woningen te realiseren, zodat klachten over de bouwkwaliteit afnemen. Concreet wordt daarvoor onder andere geadviseerd om kwaliteitseisen te borgen in het Programma van Eisen en het bestek, om bij oplevering de gerealiseerde eindkwaliteit te controleren en vast te leggen en om gebruikers goed te informeren over het gebruik en onderhoud van installaties.

Implementatie van de aanbevelingen uit de publicatie 'KopStaat aanpak' in de beroepsuitvoering zal een belangrijke stap vooruit betekenen ten aanzien van de kwaliteit van woningventilatiesystemen.

### 6.1.2 Ontwerpfase

**Verbetering van de kwaliteitsbewaking gedurende het ontwerpproces.** Van belang is dat gedurende het bouwproces wordt toegezien dat de overeengekomen kwaliteit en prestaties worden behaald. De publicatie GIW/ISSO 2008 en ISSO-publicatie 61 (2000) en 62 (2010) geven ontwerprichtlijnen. De eerder genoemde publicatie 'KopStaat aanpak' (Bouwens, 2010) biedt vervolgens een goed handvat voor kwaliteitsbewaking tijdens het ontwerpproces. Ook de lokale overheid speelt een rol bij de kwaliteitsbewaking. Gemeenten hebben de taak te controleren op naleving van wettelijke eisen (Bouwbesluit), onder andere tijdens het vergunningstraject.

**Inzicht in kwaliteitsniveaus van ventilatie-units.** Er bestaat geen overzicht van specificaties van ventilatiesystemen. In technische specificaties van leveranciers blijken de uitgangspunten nogal eens te verschillen, waardoor eenduidige vergelijking van specificaties van ventilatie-units moeilijk is. Om ontwerpers, installateurs en wellicht ook bewoners inzicht te geven in productspecificaties kan een 'consumentenbondachtige' vergelijking van producten uitkomst bieden. Op basis hiervan kan bewust een keuze gemaakt worden tussen bijvoorbeeld een goedkoper systeem of voor een duurder, maar stiller systeem.

**Keuzemogelijkheid voor bewoners in de ontwerpfase.** Bij woningbouwprojecten hebben bewoners meestal geen keuzemogelijkheid als het gaat om woninginstallaties. Toch lijkt hier bij bewoners vraag naar te zijn. Bewoners willen bijvoorbeeld per se een systeem met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging in plaats van balansventilatie. Of men heeft een voorkeur voor een extra stil systeem of een extra energiezuinig systeem. De communicatiestructuur die wordt gebruikt voor het bieden van keuzemogelijkheden als het gaat om keukenafwerking, badkamertegels of het aantal wandcontactdozen kan ook worden gebruikt voor het bieden van een keuze ten aanzien van het principe van het ventilatiesysteem of het type ventilatie-unit. De toekomstige bewoner dient hierbij wel te worden begeleid.

Handteren van een 'veiligheidsmarge' i.v.m. verouderingsprocessen. De prestaties van woningventilatiesystemen gaan naar verloop van tijd achteruit vanwege bijvoorbeeld slijtage of vervuiling. De gevolgen van verminderde prestaties kunnen worden beperkt door periodieke controles en tijdig onderhoud. Die periodieke controles kunnen er nog wel eens bij inschieten. Om het gewenste kwaliteitsniveau in de tijd te kunnen handhaven en minder afhankelijk te zijn van periodieke controles zou men een 'veiligheidsmarge' bovenop de gestelde prestatie-eisen kunnen hanteren. Aanbevolen wordt een 'veiligheidsmarge' van circa 20% in het programma van eisen aan te houden. Het meest relevant hierbij zijn de prestaties ten aanzien van de ventilatiecapaciteit en het installatiegeluidniveau. Het toepassen van een veiligheidsmarge is echter geen vrijwaring van periodieke controles en onderhoud.

**Professionalisering van ontwerpers (zowel installatietechnisch als bouwkundig).**

Het verbeteren van het kennisniveau van ontwerpers (zowel installatietechnisch als bouwkundig) kan een bijdrage leveren aan het verbeteren van de kwaliteit van woningventilatiesystemen. Dit zal een groter effect hebben wanneer professionalisering waarde krijgt op de markt. Dit wordt bijvoorbeeld bereikt wanneer opdrachtgevers alleen in zee gaan met gecertificeerde of goedgeschoolde opdrachtnemers.

Voor installateurs die werkzaam zijn in de woningsector ontwikkelt ISSO momenteel (in samenwerking met UNETO-VNI, Agentschap NL, OTIB en VLA) de Leergang Ventilatie. Hierin wordt onder andere een module opgenomen die specifiek gaat over het ontwerpen van woningventilatiesystemen.

Voor architecten en bouwtechnisch ontwerpers zou een aparte module ontwikkeld moeten worden die in gaat op de integratie van installaties in gebouwen. De module moet eveneens kennis over ventilatiesystemen op hoofdlijnen overdragen, zodat potentiële problemen vroegtijdig door architecten en bouwtechnisch ontwerpers kunnen worden herkend.

Naast de formele professionaliseringstrajecten dient ruimte te zijn voor evaluatie van projecten om zo nodig te leren van gemaakte fouten.

**Ontwikkelen van simpele en gebruiksvriendelijke ventilatiesystemen.** Het vereenvoudigen van de montage, het onderhoud en (met name) het gebruik van ventilatiesystemen zal bijdragen aan een vermindering van tekortkomingen. Deze vereenvoudiging kan worden bereikt door het ontwikkelen van robuuste ventilatiesystemen (Leyten & Kurvers, 2006). Denk hierbij aan systemen met een simpele, logische bedieningsknop voor de gebruiker, voldoende beïnvloedingsmogelijkheden, die goed toegankelijk zijn voor onderhoud en die weinig gevoelig zijn voor afwijkingen van de ontwerpaanname. Zie verder ook de aanbevelingen in de AIVC-publicatie 53 (Liddament, 2001).

Aan de andere kant is een verdere toepassing van intelligentie denkbaar. Denk hierbij aan de toepassing van vraaggestuurde ventilatiesystemen die met behulp van CO<sub>2</sub>-, NO<sub>2</sub>- of RV-gestuurde regelingen in die ruimten ventileren waar het afhankelijk van de activiteiten van de bewoners noodzakelijk is. Of denk aan systemen die met behulp van indicatoren terugkoppeling geven aan de bewoners over bijvoorbeeld storingen of noodzaak tot filtervervangings. Tot slot kan gedacht worden aan de ventilatiesystemen die zichzelf bijvoorbeeld kunnen inregelen.

**Ontwikkelen van kwalitatief hoogwaardige ventilatie-units.** Vanuit de leveranciers van ventilatie-units is inmiddels het initiatief genomen om in te zetten op kwaliteitsverbetering. Leveranciers aangesloten bij de Vereniging Leveranciers van Luchttechnische Apparaten (VLA) zijn overeengekomen geen ventilatie-units meer te leveren zonder bypass op de warmteterugwinning (ter beperking van het risico op oververhitting). Een volgende stap is mogelijk het standaard meeleveren van geluiddempers bij de ventilatie-units en het stimuleren van de ontwikkeling van stillere

ventilatie-units. Wanneer steeds meer kwalitatief hoogwaardige ventilatie-units op de markt beschikbaar komen zijn dan komt een hoger kwaliteitsniveau voor het totale ventilatiesysteem in woningen dichterbij.

**Kritische beoordeling van 'onbenoemde ruimten'.** In het gebruik van woningen worden zolderruimten, die bij de aanvraag van de bouwvergunning en verkoopbrochures zijn benoemd als een zogenaamde 'onbenoemde ruimte', in de praktijk als een verblijfsruimte voor wonen en/of slapen gebruikt. In de meeste gevallen heeft die ruimte voor dat gebruik onvoldoende voorzieningen ten aanzien van luchtverversing, geluidwering en geluidniveaus. Bij bewoners is meestal niet bekend dat de betreffende ruimte hiervoor zonder aanpassingen ten aanzien van ventilatie niet voldoet. Het verdient aanbeveling dit aspect in brochures en de gebruikershandleiding van de woning expliciet onder de aandacht te brengen. Richting de ontwikkelaars en ontwerpers wordt aanbevolen de gebruikers op voorhand te ontzorgen door 'onbenoemde ruimten' in woningen te vermijden.

### 6.1.3 Uitvoeringsfase

**Hanteren van opleveringscontroles voor woningventilatiesystemen.** Bij oplevering van woningen dient meer aandacht te worden besteed aan het ventilatiesysteem. Niet alleen bij de eindoplevering, maar ook bij tussentijdse oplevering van de onderaannemer/installateur naar de hoofdaannemer. Tekortkomingen kunnen hierdoor (eerder) aan het licht komen en zo tijdig worden verholpen. Om bewoners te geven waar ze recht op hebben is meer bekendheid over het belang van een opleveringskeuring voor het ventilatiesysteem van belang. Een wettelijke verplichting tot het uitvoeren van een opleveringscontrole is wenselijk. Opdrachtgevers wordt geadviseerd de verplichting tot het uitvoeren van een opleveringskeuring vooralsnog privaatrechtelijk vast te leggen. Voor het uitvoeren van opleveringscontroles kan gebruik gemaakt worden van de Ventilatie Prestatie Keuring die de Vereniging Leveranciers van Luchttechnische Apparaten (VLA) heeft ontwikkeld. De keuring dient te worden uitgevoerd door een volgens de BRL 8010 gecertificeerd bedrijf. Bij het uitvoeren van een Ventilatie Prestatie Keuring wordt gecontroleerd of het ontwerp voldoet aan de voorschriften, of er conform het ontwerp is geïnstalleerd en of de beoogde prestaties ten aanzien van de ventilatiecapaciteit en installatiegeluid daadwerkelijk gehaald worden.

**Hygiënisch installeren c.q. opleveren.** In een groot deel van de voor dit onderzoek geïnspecteerde woningen bouwstof is aangetroffen in de luchttoevoerkanalen. Vervuiling van het ventilatiesysteem vermindert de prestaties van het ventilatiesysteem. Hygiënisch installeren en schoon opleveren van installaties kan dus een bijdrage leveren aan de verbetering van woningventilatiesystemen. Concreet kan worden aanbevolen om de normering ten aanzien van hygiënebewust ontwerpen en installeren (bijvoorbeeld volgens de Duitse norm VDI 6022 'Hygiene-Anforderungen an Raumlufttechnische Anlagen und Geräte') in de Nederlandse bouwpraktijk te implementeren.

**Professionalisering van uitvoerenden in de bouwpraktijk.** Een hoger kennisniveau van aannemers of installateurs kan een bijdrage leveren aan het verbeteren van woningventilatiesystemen. ISSO ontwikkelt momenteel een Leergang Ventilatie specifiek voor medewerkers van installatiebedrijven die werkzaam zijn in de woningsector (zie ook de aanbevelingen in paragraaf 6.2). Deze leergang zal ook een module bevatten over het monteren en installeren van ventilatiesystemen in woningen. Daarnaast biedt OTIB al cursussen aan die wooncomfort, gebruikskwaliteit en communicatie met de eindgebruiker als uitgangspunt hebben. Deze insteek zou breder moeten worden toegepast bij de opleiding van aannemers en installateurs.

Daarnaast verdient ook het verbeteren van de afstemming tussen ontwerpende en uitvoerende partijen aandacht (ketenintegratie). Als afgeleide van de publicatie



‘KopStaat aanpak’ (Bouwens, 2010) wordt aanbevolen een module op MBO-niveau te ontwikkelen voor opname in (reguliere) opleidingen voor uitvoerenden in de bouwpraktijk. Die module zou ook als aparte cursus door de diverse brancheorganisaties aan hun leden kunnen worden aangeboden.

Naast de formele professionaliseringstrajecten dient ruimte te zijn voor evaluatie van projecten om zo nodig te leren van gemaakte fouten.

Professionalisering zal een groter effect hebben wanneer een hoger kennisniveau waarde krijgt op de markt. Dit wordt bijvoorbeeld bereikt wanneer opdrachtgevers alleen in zee gaan met gecertificeerde, goedgeschoolde opdrachtnemers of bedrijven die bijvoorbeeld werken via de BRL 6000.

#### 6.1.4 Beheer-/onderhoudsfase

Invoeren van een (verplichte) periodieke controle voor ventilatiesystemen. Om ook na oplevering juist gebruik, beheer en onderhoud van woningventilatiesystemen te waarborgen wordt een periodieke controle van de prestaties na oplevering aanbevolen. Hiervoor zijn voor de private sector reeds diensten analoog aan de periodieke controles voor verwarmingsinstallaties beschikbaar. Voor meer gestandaardiseerde periodieke controles kan gebruik gemaakt worden van de door de VLA ontwikkelde Ventilatie Prestatie Keuring. De bijbehorende beoordelingsrichtlijn BRL 8010 voorziet naast controle van de prestaties ook in een methodiek voor controle van onderhoud van ventilatiesystemen. Hierbij wordt tevens nagegaan of de bewoners juist zijn geïnstrueerd over het gebruik van het ventilatiesysteem.

Een controle van het ventilatiesysteem volgens de BRL 8010 zou (voor woningen met een mechanisch ventilatiesysteem) gekoppeld kunnen worden aan de methodiek voor het opstellen van het energielabel of energieprestatieadvies voor woningen, waarmee dit een minder vrijblijvend karakter krijgt.

#### 6.1.5 Gebruiksfase

Verbeteren van communicatie naar bewoners. Bewoners lijken onvoldoende kennis te hebben over het gebruik en onderhoud van het ventilatiesysteem in hun woning. Om goed gebruik en onderhoud van ventilatiesystemen te stimuleren zouden bewoners in ieder geval bij oplevering van hun woning of bij woningmutatie meer (kwalitatief goede) informatie moeten ontvangen over het belang van ventilatie, het belang van goed onderhoud en het gebruik van ventilatiesystemen.

Instellen van een informatiepunt over woningventilatie voor bewoners. Bewoners blijken veel vragen te hebben over hun ventilatiesysteem. Denk hierbij aan praktische vragen als ‘Waar kan ik filters bestellen voor mijn ventilatiesysteem?’, ‘Ik ben de handleiding van mijn ventilatiesysteem kwijt. Waar kan ik een nieuwe krijgen?’ of ‘Ik ga verbouwen. Moet ik ten aanzien van ventilatie nog ergens rekening mee houden?’. Maar ook aan vragen als ‘Ik heb sinds ik in mijn nieuwe huis woon meer klachten over droge lucht. Kan dit aan het ventilatiesysteem liggen?’. Een centraal informatiepunt over woningventilatie kan bewoners voorlichting geven of zo nodig doorverwijzen naar bijvoorbeeld de leverancier van hun ventilatie-unit, een installateur of de plaatselijke GGD. De website [www.mijnhuisinstallatie.nl](http://www.mijnhuisinstallatie.nl) (een initiatief van UNETO-VNI) biedt al een deel van deze functionaliteit, echter vanuit een relatief technische insteek waardoor de informatie minder toegankelijk is voor bewoners.

#### 6.1.6 Voorstel vervolgonderzoek

Onderzoek naar ‘kortsluiting’ in balansventilatiesystemen. In dit onderzoek is geconstateerd dat in een aanzienlijk deel van de woningen met balansventilatie ‘kortsluiting’ plaatsvindt tussen de afgezogen lucht en toevoerlucht, waardoor er sprake is

van onbedoelde recirculatie. Uit de metingen kon echter niet worden afgeleid in welke mate afgezogen lucht mengt met toevoerlucht en waar de 'kortsluiting' plaatsvindt. Een mogelijke route is in de ventilatie-unit, bijvoorbeeld via lekken in de warmtewisselaar, rond de aansluitingen van de deksel/klep van de ventilatie-unit of rondom de filters. Ook kan 'kortsluiting' plaatsvinden via lekken in kanalen in een schacht of tussen de luchtaanzuig en luchtafblaas buiten. Verder onderzoek zou de ernst en aard van deze problematiek in kaart moeten brengen.

**Monitoring verbeteringen woningventilatie in een Follow up-studie.** Uit dit onderzoek blijkt dat ventilatiesystemen in woningen veel serieuze tekortkomingen vertonen.

Verwacht mag worden dat naar aanleiding van dit onderzoek verbeteracties worden genomen. Aanbevolen wordt de technische kwaliteit van woningventilatiesystemen over ca. 5 jaar opnieuw te onderzoeken, bijvoorbeeld in 300 nieuwbouwwoningen opgeleverd in de periode 2012-2014. Hiermee kan in kaart worden gebracht of er in Nederland daadwerkelijk een verbeterslag is gemaakt.

**Realiseren van Good Practices.** Het is niet onmogelijk om woningen te realiseren met een ventilatiesysteem dat goed functioneert. Het is belangrijk om goede voorbeelden te realiseren en toegankelijk te maken voor derden. Dit kan middels een publicatie waarin good practices worden beschreven of door het realiseren van voorbeeldwoningen die te bezoeken zijn door belangstellenden zoals corporaties, ontwikkelaars, installateurs, journalisten etc. Deze voorbeeldprojecten moeten ontwerpende en uitvoerende partijen verder inspireren en stimuleren.

**Aanvullend onderzoek in meergezinswoningen met collectieve systemen.** Dit onderzoek is beperkt tot eengezinswoningen. Naar verwachting vertonen ook ventilatiesystemen in meergezinswoningen (appartementencomplexen) tekortkomingen ten aanzien van de ventilatiecapaciteit, luchtkwaliteit, thermisch comfort en installatiegeluid. Ventilatiesystemen in meergezinswoningen kunnen in technisch opzicht afwijken van systemen in eengezinswoningen, met name door collectieve voorzieningen. Het is nog niet systematisch geanalyseerd in hoeverre collectieve voorzieningen de kwaliteit van het ventilatiesysteem beïnvloeden. Het is aannemelijk dat in woningen met collectieve ventilatiesystemen andere problemen optreden dan in eengezinswoningen met individuele systemen. Vandaar dat aanbevolen wordt ook in meergezinswoningen, die een derde van de woningmarkt (nieuwbouw) vormen, nader onderzoek te doen naar de kwaliteit van ventilatiesystemen.

## 6.2 Ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen

Om de bouw- en installatiesector handelingsperspectief te bieden voor kwaliteitsbevordering zijn in Tabel 23 voor de belangrijkste tekortkomingen concrete ontwerp- en uitvoeringsrichtlijnen gegeven. Deze aanbevelingen zijn zodanig geformuleerd dat een installateur of installatieadviseur die in de praktijk betrokken is bij de realisatie van ventilatiesystemen in woningen deze direct kan implementeren.

Tabel 23: Aanbevelingen voor ontwerp en uitvoering van mechanische ventilatiesystemen in woningen (balansventilatie en mechanische afzuiging). De aanbevelingen betreffen de belangrijkste tekortkomingen zoals gevonden bij het in dit rapport beschreven onderzoek.

Belangrijkste tekortkomingen	Aanbevelingen
Onvoldoende luchtverversing	<p>Stel vooraf eenduidige prestatie-eisen ten aanzien van de ventilatiecapaciteit per ruimte (minimaal conform Bouwbesluit).</p> <p>Leg vooraf vast dat bij oplevering wordt gecontroleerd of aan de gestelde prestatie-eisen wordt voldaan.</p>
Hoog geluidniveau t.g.v. installaties	<p>Stel vooraf eenduidige prestatie-eisen ten aanzien van installatiegeluid (zie de eisen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 4.1 en naar verwachting vanaf 2012 ook het Bouwbesluit).</p> <p>Leg vooraf vast dat bij oplevering wordt gecontroleerd of aan de gestelde prestatie-eisen wordt voldaan.</p> <p>Voer overstroomvoorzieningen uit conform de</p>
Onvoldoende capaciteit bouwkundige ventilatievoorzieningen (overstroomvoorzieningen, gevelroosters)	<p>adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.7. Ga bij een spleet onder de deur uit van een opening van minimaal 3,5 cm (hierbij is geanticipeerd op een vloerafwerking met een maximale dikte van 1,5 cm). Geef bewoners in de gebruikershandleiding instructies over de vloerafwerking in relatie tot de overstroomvoorzieningen (zie GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.7).</p> <p>Breng bij systemen voor mechanische afzuiging gevelroosters aan met voldoende capaciteit.</p> <p>Monteer kanalen conform de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.6.</p>
Kanalen niet correct gemonteerd	<p>Sluit kanalen aan op de ventilatie-unit volgens opgave van de leverancier (o.a. kanaaldiameter).</p> <p>Monteer kanalen zonder onnodige bochten i.v.m. onnodige drukopbouw.</p> <p>Dicht aansluitingen tussen kanaaldelen adequaat af.</p> <p>Regel het ventilatiesysteem na installatie per ruimte in conform de gestelde prestatie-eisen en stel hiervan een meetrapport op (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.10).</p>
Ventilatiesystemen niet (correct) ingeregeld	<p>Stel de standen van het ventilatiesysteem in conform de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.3.</p> <p>Ga er vanuit dat in de middenstand de gestelde prestatie-eisen ten aanzien van ventilatiedebieten en installatiegeluid worden behaald.</p> <p>Borg of markeer de stand van de ventielen na het inregelen en vermeld de plaats van montage op het ventiel (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.10).</p> <p>Monteer geluiddempers (strak) volgens opgave van de leverancier (indien dit niet bekend is: conform de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.6).</p>
Ontbreken van (adequate) geluiddempers	

(Vervolg Tabel 23 z.o.z.)

(Vervolg Tabel 23)

Belangrijkste tekortkomingen	Aanbevelingen
Ventilatie-units gemonteerd op een geluidgevoelige plaats (bijv. in een inbouwkast in een verblijfsruimte, op de overloop of op een trillingsgevoelige wand)	Stel vooraf eenduidige prestatie-eisen ten aanzien van installatiegeluid (zie de eisen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 4.1 en naar verwachting vanaf 2012 ook het Bouwbesluit). Leg vooraf vast dat bij oplevering wordt gecontroleerd of aan de gestelde prestatie-eisen wordt voldaan. Plaats de ventilatie-unit niet in een verblijfsruimte (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.9). Houd bij het kiezen van een ophangpositie van de ventilatie-unit rekening met de geluidproductie van de unit en neem gepaste akoestische maatregelen (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 4.1). Monteer de ventilatie-unit zodanig dat geen trillingen ontstaan (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.9).
Geen te openen delen (ramen, buitendeuren) in woonkamer of slaapkamer	Voorzie in woonkamers en slaapkamers in <del>spuiventilatievoorzieningen die minimaal voldoen aan</del> de eisen in het Bouwbesluit, ook als sprake is van een geluidbelaste gevel. Houd hierbij rekening met de praktische bruikbaarheid van de te openen delen. Pas bij gebalanceerde ventilatiesystemen met warmteterugwinning een bypass toe (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.2). Selecteer een ventilatie-unit waarvan de bypass is voorzien van een zgn. faceklep.
Geen (adequate) bypass op warmteterugwinning	Houd bij ontwerp en uitvoering rekening met de bereikbaarheid en reinigbaarheid van de ventilatie-unit en bijbehorende componenten voor onderhoud.
Vervuiling in ventilatiesystemen (toevoerkanalen, filters ventilatie-unit, WTW-blok en afzuigventielen)	Zie verder de adviezen in ISSO-publicatie 63 en de bepalingen in de Duitse norm VDI 6022. Zorg voor hygiënische installatie van het ventilatiesysteem (bijv. schone en droge opslag van materialen en het afdoppen van kanalen tijdens de bouw) conform de bepalingen in de Duitse norm VDI 6022. Zie verder onder 'Onvoldoende onderhoud'. Plaats ventielen conform de adviezen in GIW/ISSO 2008 (specificatieblad 2.6). Dit betreft o.a. adviezen t.a.v. de onderlinge afstand van ventielen en de afstand tot wand of plafond.
Plaats (inblaas)ventielen niet logisch	Houd bij balansventilatie bij de positionering van inblaas- en afzuigventielen rekening met de doorspoeling van de ruimte (voorkomen van 'dode hoeken'). Breng standaard in zowel keuken als badkamer een bedieningsknop aan voor het ventilatiesysteem (zie de adviezen in GIW/ISSO 2008, specificatieblad 2.3). Zorg voor een gebruikershandleiding en mondelinge instructie t.a.v. de werking van het ventilatiesysteem.
Geen bedieningsknop voor ventilatiesysteem in keuken én badkamer	Geef hierin specifiek aan hoe de bedieningsknop voor het ventilatiesysteem dient te worden gebruikt (zie bijv. ISSO-publicatie 62).
Onjuist gebruik van ventilatiesystemen (bedieningsknop)	

(Vervolg Tabel 23 z.o.z.)

(Vervolg Tabel 23)

Belangrijkste tekortkomingen	Aanbevelingen
Onvoldoende voorlichting (geen mondelinge instructie, technische documentatie ontbreekt)	Zorg voor een gebruikershandleiding en mondelinge instructie t.a.v. de werking van het ventilatiesysteem. Lever bij oplevering van de woning technische documentatie van het ventilatiesysteem.
Onvoldoende onderhoud	<del>Bied de eigenaar van de woning een</del> onderhoudscontract aan om hygiëne van installaties na oplevering te garanderen. Geef bij balansventilatiesystemen instructies aan de bewoners voor het periodiek vervangen van filters (o.a. frequentie). Zorg voor adequate afdichting van aansluitingen
'Kortsluiting' in ventilatiesysteem (onbedoelde recirculatie van gebruikte lucht)	tussen kanaaldelen. Situeer bij balansventilatie de aanzuig van buitenlucht en de afblaas van gebruikte lucht zodanig ten opzichte van elkaar dat voldaan wordt aan de Bouwbesluit-eisen ten aanzien van de verdunningsfactor.



## 7 NAWOORD

Diverse partijen hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit onderzoek en deze rapportage.

### 7.1 Samenstelling klankbordgroep

De opzet van het onderzoek, tussenrapportage en de eindrapportage zijn door een klankbordgroep, bestaande uit vertegenwoordigers van diverse brancheorganisaties, kritisch bekeken. De leden van de klankbordgroep zijn:

AedesDhr. Goes  
BNADhr. Pastoors  
Bouwend NederlandDhr. Ruyter  
FME/VLADhr. De Schipper  
NEPROMMevr. Bouwens  
NVBDhr. Meijers  
UNETO-VNI Dhr. Vos  
Vereniging Eigen HuisDhr. Hoving

BBA Binnenmilieu wil de leden van de klankbordgroep bedanken voor hun feedback op de onderzoeksaanpak en de conceptraportages.

### 7.2 Overige betrokkenen bij het onderzoek

Tijdens het opstellen van de bewonersvragenlijst en verwerken van de resultaten is nauw overleg geweest tussen de onderzoekers van BBA Binnenmilieu en Rob Jongeneel, Irene van Kamp en Rik Bogers van het RIVM.

Voor deze rapportage zijn door het RIVM een aantal analyses uitgevoerd, waarmee het onderzoek verdere diepgang heeft gekregen.

Het hele proces vanaf de formulering van de onderzoeksvraag tot de afronding van de eindrapportage is intensief begeleid door Cor van den Bogaard en Piet van Luijk van het Ministerie van VROM.

Tot slot had dit onderzoek nooit uitgevoerd kunnen worden zonder de medewerking van de bewoners van de onderzochte woningen.

De onderzoekers van BBA Binnenmilieu willen allen hartelijk danken voor hun bijdrage aan dit onderzoek.





## 8 REFERENTIES

- Adviesbureau Nieman (2007) Woonkwaliteit binnenmilieu in nieuwbouwwoningen. Adviesbureau Nieman, Utrecht.
- Bader S, Blaauboer RO (2009) Mechanische ventilatie in nieuwbouwwoningen: gebruik, geluidsniveau en beleving. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM-briefrapport 610790007/2009
- Bischof W, Bullinger-Naber M, Kruppa B, Müller BH, Schwab R (2003) Expositionen und gesundheitliche Beeinträchtigungen in Bürogebäuden. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart, Duitsland.
- Boerstra AC (2008) Balansventilatie uit balans? TVVL Magazine, 37(4):22-26.
- Bouwens C (2010) KopStaat aanpak. Voor een gezonde kwaliteitsslag in de energiezuinige nieuwbouw van woningen. Lente-akkoord, Voorburg. [http://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2010/02/LA\\_KopStaat.pdf](http://www.lente-akkoord.nl/wp-content/uploads/2010/02/LA_KopStaat.pdf)
- BouwhulpGroep (2010) Schatgraven in de bestaande bouw. Onderzoeksresultaten en aanbevelingen. Agentschap NL, Utrecht.
- BRL 6000 (2005) Nationale beoordelingsrichtlijn voor het KOMO INSTAL® procescertificaat voor 'Ontwerpen, installeren en beheren van installaties'. Stichting KBI, Rotterdam.
- BRL 8010 (2009) Ventilatie-prestatie-keuring - Beoordelingsrichtlijn voor het KBI® procescertificaat voor het 'Beoordelen van ventilatievoorzieningen van woningen'. Stichting KBI, Rotterdam.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). Statline, <http://statline.cbs.nl> (laatst bezocht: oktober 2010)
- Concannon P (2002) Technical Note AIVC 57 – Residential Ventilation. AIVC, Brussel, België.
- Dijken F van, Balvers JR, Beuker TC, Boerstra AC (2011) Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen. BBA Binnenmilieu, Rotterdam.
- Duijm F (2006) Balansventilatie en gezondheid; waarom klagen bewoners? ISSO ThemaTech, 9:20-22.
- Duijm F, Hady M, Ginkel J van, Bolscher GH ten (2007) Gezondheid en ventilatie in woningen in Vathorst; onderzoek naar de relatie tussen gezondheidsklachten, binnenmilieukwaliteit en woningkenmerken. GGD Eemland, Amersfoort.
- GIW/ISSO (2008) Publicatie GIW/ISSO 2008: Ontwerp- en montageadviezen - Nieuwbouw, eengezinswoningen en appartementen 2008. Stichting GIW en Stichting ISSO, Rotterdam.
- ISSO (2000) ISSO-publicatie 61: Kwaliteitseisen ventilatiesystemen woningen. Ontwerptechnische eisen en richtlijnen - Variantenboek woningventilatie. ISSO, Rotterdam.
- ISSO (2003) ISSO-publicatie 62: Kwaliteitseisen gebalanceerde ventilatie in woningen. ISSO, Rotterdam.
- ISSO (2010) ISSO-publicatie 62: Centrale gebalanceerde ventilatiesystemen met warmteterugwinning in woningen en woongebouwen. ISSO, Rotterdam.
- ISSO (2008) ISSO-publicatie 63: Beheer en onderhoud ventilatiesystemen in woningen en woongebouwen. ISSO, Rotterdam.
- Jongeneel WP, Bogers RP, Kamp I van (2011) Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM Rapport 630789006/2011.
- Kroese R, Meijer F, Straub A, Visscher H (2009) Opleveren van installaties in nieuwe woningen. Onderzoeksinstituut OTB, Delft.

- Leidelmeijer K, Menkveld M, Cozijnsen E, Heemskerk H (2009) Mechanische ventilatie in nieuwbouwwoningen. Ervaringen en oordelen van bewoners over de kwaliteit van ventilatie en de eigen gezondheid. RIGO, Amsterdam.
- Leyten JL, Kurvers SR (2006) Robustness of buildings and HVAC systems as a hypothetical construct explaining differences in building related health and comfort symptoms and complaint rates. *Energy and Buildings* 38(6):701-707.
- Liddament MW (2001) Technical Note AIVC 53 – Occupant Impact on Ventilation. AIVC, Brussel, België.
- Light E, Sundell J (1998) ISIAQ-guideline TFII-1998: General principles for the investigation of IAQ complaints. ISIAQ, Milaan, Italië.
- Meijer G, Duijm F (2002) Zuinig warm en schoon ; (balans)ventilatie en binnenmilieu, metingen in 28 woningen. Samenvattend rapport. GGD Groningen, Groningen.
- Mendell MJ (1993) Non-specific symptoms in office workers: A review and summary of the epidemiologic literature. *Indoor Air*, 3(4):227-236.
- Mendell MJ (2003) Indices for IEQ and building-related symptoms. *Indoor Air*, 13(4): 364-368.
- Mendell MJ, Lei-Gomez Q, Mirer AG, Seppänen O, Brunner G (2008) Risk factors in heating, ventilating, and air-conditioning systems for occupant symptoms in US office buildings: the US EPA BASE study. *Indoor Air*, 18(4):301-316.
- NPR 1088 (1999) Ventilatie van woningen en woongebouwen - Aanwijzingen voor en voorbeelden van de uitvoering van ventilatievoorzieningen. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Pasanen P (red.), Müller B, Holopainen R, Railio J, Ripatti H, Berglund O, Haapalainen K (2007) *Rehva Guidebook 8 – Cleanliness of ventilation systems*. Rehva, Brussel, België.
- Skyberg K, Skulberg KR, Eduard W, Skåret E, Levy F, Kjuus H (2003) Symptoms prevalence among office employees and associations to building characteristics. *Indoor Air*, 13(3):246-252.
- Valk H (2005) *Praktijkgids Bouwbesluit – Ventilatie*. Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.
- Verkade AJW, Duijm F, Merckx AM, Meijer A, Bolscher GH ten (2009) Balansventilatie; onderzoek naar de effectiviteit van de genomen verbetermaatregelen en naar de tevredenheid van de bewoners van de wijk Vathorst. GGD Midden-Nederland, Zeist.
- VDI 6022 (2006) VDI 6022 Blatt 1 - Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen und Geräte. Düsseldorf, Duitsland.

## BIJLAGEN

- Bijlage 1: Bewonersbrief
- Bijlage 2: Checklist woninginspecties
- Bijlage 3: Meetmethoden woninginspecties
- Bijlage 4: Referentiewaarden metingen
- Bijlage 5: Bewonersrapportage
- Bijlage 6: Overzicht resultaten inspecties
- Bijlage 7: Bivariate analyses t.b.v. kwaliteit ventilatiesystemen
- Bijlage 8: Samenvatting rapport procesanalyse
- Bijlage 9: Samenvatting onderzoek RIVM



## Bijlage 1: Bewonersbrief



Ruimte en Milieu  
Ministerie van Volkshuisvesting,  
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

**KOPIE**

> Retouradres Postbus 30945 2500 GX Den Haag

Aan de bewoner

**Portefeuille Milieu**  
Directie Risicobeleid

Rijnstraat 8  
Postbus 30945  
2500 GX Den Haag  
Interne postcode 645  
www.vrom.nl

**Contactpersoon**  
dr., arts C.J. M. van den  
Bogaard

T 070-3394610

**Kenmerk**  
RB/2009064848

Datum **- 4 DEC. 2009**  
Betreft **Onderzoek naar ventilatiesystemen in opdracht van VROM**

Geachte heer/mevrouw,

Eerder dit jaar heeft u meegewerkt aan een onderzoek in nieuwbouwwoningen van het Ministerie van VROM. U heeft hierbij een digitale vragenlijst ingevuld van onderzoeksbureau RIGO. U heeft toen aangegeven dat wij u opnieuw voor een onderzoek mochten benaderen.

Het vervolgonderzoek gaat nu van start in de regio West-Nederland. In deze regio hebben we 136 woningen geselecteerd, waaronder uw woning. Wij willen u vragen of u bereid bent aan het vervolgonderzoek mee te werken. U wordt hier binnenkort telefonisch over benaderd door een medewerker van ingenieursbureau BBA Binnenmilieu. BBA voert, in samenwerking met het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), het vervolgonderzoek uit.

Waarom dit onderzoek?

Doel van dit vervolgonderzoek is om te kijken of ventilatiesystemen in nieuwbouwwoningen naar behoren functioneren. Het Ministerie van VROM gaat de uitkomsten van het vervolgonderzoek gebruiken bij de ontwikkeling van eisen voor ventilatiesystemen van nieuwbouwwoningen. Uw medewerking is dus erg belangrijk.

Wat houdt het onderzoek in?

Er komt een technisch onderzoeker bij u langs. Hij inspecteert uw woning en met name het ventilatiesysteem. Tevens worden er metingen verricht aan het ventilatiesysteem. Ook wordt u verzocht een korte vragenlijst in te vullen. Het betreft hier vragen over wooncomfort en gezondheid. Voor de volledigheid melden we u dat BBA en het RIVM gehouden zijn aan de Wet Bescherming Persoonsgegevens. Dit betekent dat de gegevens uit uw vragenlijst anoniem worden bewerkt en dat uw privacy te allen tijde blijft gewaarborgd.

Wat wordt er van u verwacht?

U dient te zorgen dat er iemand aanwezig is op de onderzoeksdag. Het onderzoek in de woning duurt 2 tot 3 uur. U kunt gewoon eigen activiteiten uitvoeren terwijl het onderzoek aan de gang is. De onderzoeker heeft u hooguit een half uur nodig

Pagina 1 van 2

voor een korte rondleiding en het invullen van een vragenlijst. Het heeft de voorkeur dat degene die begin 2009 de RIGO vragenlijst heeft ingevuld aanwezig is op de onderzoeksdag. Op dit moment hoeft u verder zelf niks te doen, u wordt in december of januari gebeld door BBA.

**Portefeuille Milieu**  
Directie Risicobeleid

**Kenmerk**  
RB/2009064848

**Wanneer wordt het onderzoek uitgevoerd?**

Het vervolgonderzoek in de regio West-Nederland vindt plaats in de periode 1 december 2009 - 26 februari 2010. De onderzoeksdatum voor uw woning wordt in overleg met u bepaald. Hierbij kunt u steeds kiezen voor onderzoek 's ochtends, 's middags of aan het begin van de avond.

**Waar kunt u met vragen of opmerkingen terecht?**

Mocht u nog vragen of opmerkingen hebben over dit onderzoek, neemt u dan gerust contact op met onderzoeksbureau BBA. Ze zijn op woensdagmiddag en vrijdagmiddag tussen 13.00 en 17.00 uur te bereiken via telefoonnummer 010 - 244 70 60. Hebt u specifieke vragen over gezondheid in relatie tot de ventilatie of het binnenmilieu in uw woning, neemt u dan contact op met de GGD in uw regio.

Voor een goed slagen van het onderzoek is het belangrijk dat zoveel mogelijk mensen meedoen. Juist uw deelname is van belang om een goed en betrouwbaar beeld te krijgen van de kwaliteit van de nieuwbouwwoningen in uw regio.

Onder de deelnemers aan het vervolgonderzoek (totaal over heel Nederland gaat het om 300 woningen) wordt één reischeque verloot ter waarde van 500 euro. Ook krijgt iedereen die mee doet een kort rapport met een beschrijving van de uitkomsten voor de eigen woning.

Wij hopen van harte dat u aan dit vervolgonderzoek wilt deelnemen.

Hoogachtend,  
de directeur Risicobeleid,

drs. ing P. Torbijn

## Bijlage 2: Checklist woninginspecties

In deze bijlage is de checklist die gebruikt is bij de woninginspecties weergegeven.

In de checklist worden kenmerken van het ventilatiesysteem en resultaten van de metingen van de prestaties van het ventilatiesysteem vastgelegd. In de checklist zijn daarnaast enkele vragen opgenomen die van toepassing zijn voor verdere analyse door het RIVM, zoals mogelijk verstorende variabelen.

De checklist is als volgt tot stand gekomen:

De conceptversie van de checklist is door BBA opgesteld op basis van de eisen uit het Bouwbesluit en de eisen en adviezen uit de publicatie GIW/ISSO 2008.

De stuurgroep van dit onderzoek, bestaande uit het ministerie van VROM en het RIVM, heeft een kritische lezing gedaan.

De klankbordgroep (een aantal sleutelfiguren op het gebied van woningventilatie, uitgenodigd door het Ministerie van VROM, zie paragraaf 7.1) heeft opmerkingen kunnen plaatsen bij de checklist.

In een drietal pilots in woningen die verder geen deel uit maken van de steekproef is de checklist getest en waar nodig aangepast.

Na onderzoek in de eerste 20 woningen is de definitieve checklist vastgesteld.

<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> <span>2. ID</span> <span>1. Volgnr.</span> </div> <h3 style="text-align: center; margin-top: 20px;">Checklist woninginspecties VROM onderzoek woningventilatie</h3> <p>3. Datum inspectie: _____</p> <p>4. Onderzoeker: _____</p> <p><b>ALGEMEEN</b></p> <p>5. Adres: _____</p> <p>6. Postcode: _____</p> <p>7. Plaats: _____</p> <p>8. Regio: _____</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p> Identificatie van foto's behorend bij deze inspectie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ID van deze checklist</li> <li>• Voorkant van de woning + huisnummer</li> </ul> </div>	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;"> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; border-bottom: 1px solid black; padding-bottom: 5px;"> <span>2. ID</span> <span>1. Volgnr.</span> </div> <h3 style="text-align: center; margin-top: 20px;">Checklist woninginspecties v15</h3> <p>9. Type (aangezet)woning</p> <p>10. Type ventilatiesysteem:</p> <p>11. Iepandige garage aanwezig? <i>Garage met deur direct naar woning.</i></p> <p>12. Is er binnen een straal van ongeveer 300 meter een van de volgende wegen aanwezig? *</p> <p>13. Is er binnen een straal van ongeveer 50 meter een van de volgende wegen aanwezig? *</p> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">* Controleer bijv. via Aard of satellietfoto</p>
<p>1. Vrijstaand</p> <p>2. Twee-onder-een-kap</p> <p>3. Hoekwoning in een rij</p> <p>4. Tussenvoering in een rij</p> <p>1. Bakerevritslike (mechanische toe- en afvoer)</p> <p>2. Natuurlijke toevoer en mechanische afvoer</p> <p>(0) Nee (1) Ja</p> <p>1. grote stadweg (4 baans of meer)</p> <p>2. oerweg (2 of 3 baans)</p> <p>3. beide</p> <p>4. geen</p> <p>1. provinciale weg</p> <p>2. drukke stedelijke verbindings- / doorgaande weg</p> <p>3. beide</p> <p>4. geen</p>	<p style="text-align: right;">Pagina 1 van 15</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl</p>
<p><b>Legenda</b></p> <p> Foto verplicht</p> <p>(8) mtl</p> <p>Onbekende gegevens</p> <p> Grijs vlek</p>	<p style="text-align: right;">Pagina 2 van 15</p> <p style="text-align: right; font-size: small;">Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl</p>



2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

**Slaapkamers**

33. Aanwezigheid te openen ramen in alle slaapkamers hoog in de gevel (klepramen / horizontelluiken)? (spuwoorzevingen) (0) Ja (1) Nee

34. Aanwezigheid te openen ramen in alle slaapkamers laag in de gevel? (spuwoorzevingen) (0) Ja (1) Nee

35. Gevelroosters aanwezig in alle slaapkamers? (0) Ja (1) Nee

36. Merk gevelroosters: \_\_\_\_\_

37. Type A: \_\_\_\_\_

38. Type B: \_\_\_\_\_

39. Type C: \_\_\_\_\_

**Lengte van de gevelroosters**

Ruimte	Type	Lengte totaal	Schatting capaciteit (l/s) f Pu	Voltoer aan bouwaanvraag
Slaapkamer 1		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)
Slaapkamer 2		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)
Slaapkamer 3		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)
Slaapkamer 4		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)
Slaapkamer 5		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)

**Algemeen natuurlijke bevoering**

50. Zelfoploeiende roosters? (0) Ja (1) Nee (3) mt

51. Gevelroosters zijn makkelijk bedienbaar (zonder kluisenvenk)? (0) Ja (1) Nee (3) mt

52. Zijn gevelroosters ingebouwd of op meerdere standen instelbaar (niet alleen open/dicht)? (0) Ja (1) Nee (3) mt  
GVV-akt: Gevelroosters regelbaar tussen 0 en 25% van de capaciteit

53. Gevelroosters inwendig schoon te maken door bewoners voor schoorsteen? (0) Ja (1) Nee (3) mt  
Zonder gereedschap of met simpel gereedschap open te maken

54. Gevelroosters voldoende schoon? (0) Ja (1) Nee (3) mt  
Check zo mogelijk ook ergens inwendig

55. Gevelroosters allemaal > 1,8 meter hoog geplaatst? (0) Ja (1) Nee (3) mt

56. Zijn de gevelroosters zo geplaatst dat er een verhoogde risico is op ijsdof? (0) Nee (1) Ja (3) mt

57. Zijn er obstakels voor de luchtstroom uit de gevelroosters? (0) Nee (1) Ja (3) mt (bouwkaart)

Checklist woninginspecties v15  
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bba@binnenmilieu.nl  
Pagina 4 van 15

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

**NATUURLIJKE LUCHTTOEVOERVOORZIENINGEN**

**Woonkamer en keuken**

14. Aanwezigheid te openen ramen in de woonkamer hoog in de gevel (klepramen / horizontelluiken)? (spuwoorzevingen) (0) Ja (1) Nee

15. Aanwezigheid te openen ramen in de woonkamer laag in de gevel? (spuwoorzevingen) (0) Ja (1) Nee

16. Gevelroosters aanwezig in de woonkamer? (0) Ja (1) Nee

24. Merk gevelroosters: \_\_\_\_\_

25. Type A: \_\_\_\_\_

26. Type B: \_\_\_\_\_

27. Type C: \_\_\_\_\_

**Lengte van de gevelroosters**

Ruimte	Type	Lengte totaal	Schatting capaciteit (l/s) f Pu	Voltoer aan bouwaanvraag
Keuken		n	n/a(2)	n.a.
Woonkamer		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)
		n	n/a(2)	Ja (J) Nee (N) (a)

**Natuurlijke luchttoevoervoorzieningen**

- To openen ramen (indeling)
  - Woonkamer
  - Hoofdsapkamer
- Uitbreidingsramen te openen ramen
- Gevelroosters, incl. typeplaatje
- Woonkamer
- Hoofdsapkamer
- Inwendige van de roosters (ingebouwd)

Checklist woninginspecties v15  
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bba@binnenmilieu.nl  
Pagina 3 van 15

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIES

**Instalatiegeluidniveau**

- Voor metingen de ramen sluiten en ramen sluiten en stopgeplaatd afschermen.
- Bij mechanische afzuiging (peep balansventilatie) perimeetrische luchtvoering DVCHT
- Meting eerst met systeem UIT (resoluk er uit, en bij natuurlijke keevoer ook nooties dicht)
- Bij 2 bronnen, eerst beide meten met systeem AAN, vergelijken met 0, -3 of -4 voor 1, 2 of 3 vlakken, de 'na-correctie' hoogste verduy gebruiken (volgens methode 1 metingruim)
- Als het verschil (hoogste niveau) tussen AAN (stand 3) en UIT > 3dB(A) is, dan ook een stand lager metingen uitvoeren. Anders alleen stand 3 noteren.

Ruimte	Aantal bronnen (1, 2 of >2)	Ops. grootte vintmtr	Gecompereerd geluidniveau		
			UIT	Stand 2	Stand 3
Woonkamer			(170)	(172)	(176)
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)			(150)	(153)	(156)
Slaapkamer 2			(152)	(154)	(157)

**Woonkamer**

# vlakken bij ventiel (1, 2 of n.v.d.)	Systeem UIT			STAND 2			STAND 3		
	Verdiep 1 / middenposale								
Verdiep 2 / hoekposale									

**Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)**

# vlakken bij ventiel (1, 2 of n.v.d.)	Systeem UIT			STAND 2			STAND 3		
	Verdiep 1 / middenposale								
Verdiep 2 / hoekposale									

**Slaapkamer 2**

# vlakken bij ventiel (1, 2 of n.v.d.)	Systeem UIT			STAND 2			STAND 3		
	Verdiep 1 / middenposale								
Verdiep 2 / hoekposale									

141. Indien van toepassing, omschrijving (stand) achtergrondgeluid tijdens metingen:

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIES

**METINGEN**

Voor metingen de ramen sluiten, sluit de deur van de ruimte waar de meting wordt uitgevoerd en afsluiten door omringende is. Gevoelcoorts bij mechanische afzuiging (peep balansventilatie) open zetten.

**Deelid lichttoevoer - steekproef (alleen balansventilatie)**

Ruimte	Laag	Midden	Hoog	Voldoert aan normbestaart?
Keuken	(08)	(09)	(10)	n.v.
Woonkamer	(10)	(11)	(12)	(1) Ja (91)
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)	(13)	(14)	(15)	(1) Ja (92)
Slaapkamer 2	(16)	(17)	(18)	(1) Ja (93)
Slaapkamer 3	(19)	(20)	(21)	(1) Ja (94)
Slaapkamer 4	(22)	(23)	(24)	(1) Ja (95)
Slaapkamer 5	(25)	(26)	(27)	(1) Ja (96)
Slaapkamer 6	(28)	(29)	(30)	(1) Ja (97)
Woonkamer	(31)	(32)	(33)	(1) Ja (98)
Woonkamer	(34)	(35)	(36)	(1) Ja (99)
Woonkamer	(37)	(38)	(39)	(1) Ja (100)

**Deelid lichttoevoer - steekproef (afzuiging uit / gestript)**

Ruimte	Laag	Midden	Hoog	Voldoert aan normbestaart?
Keuken	(08)	(09)	(10)	(1) Ja (91)
Toilet (beneden) 1	(11)	(12)	(13)	(1) Ja (92)
Badkamer 1	(14)	(15)	(16)	(1) Ja (93)
Toilet (boven) 2	(17)	(18)	(19)	(1) Ja (94)
Badkamer 2	(20)	(21)	(22)	(1) Ja (95)
Woonkamer	(23)	(24)	(25)	(1) Ja (96)
Woonkamer	(26)	(27)	(28)	(1) Ja (97)

Checklist woninginspectie v15  
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl  
Pagina 5 van 15

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

**Vereist debiet in relatie tot Bouwbesluit? (alleen balansventilatie)**

- Indien volledige kastenwand: min. 40 cm op bij de betreffende laagte.
- Schaf overstort capaciteit in op basis van de volgende kentallen:
  - 1 cm kier deur = 25m<sup>3</sup>/uur, bij oppervlakte: tel er 16 m<sup>3</sup>/uur er bij op

Naam	Woningtype (verrijf/woning)	Hoogte	Verrijf/Finis of Bouwbesluit	Voldoende overstromvoorziening?
<b>TOEGANG</b>				
Woonkamer	m <sup>2</sup> (1)	m	(184) m/h	(0) Ja (1) Nee (184)
Slaapkamer 1 (hoofslaapkamer)	m <sup>2</sup> (6)	m	(185) m/h	(0) Ja (1) Nee (185)
Slaapkamer 2	m <sup>2</sup> (6)	m	(181) m/h	(0) Ja (1) Nee (181)
Slaapkamer 3	m <sup>2</sup> (2)	m	(182) m/h	(0) Ja (1) Nee (182)
Slaapkamer 4	m <sup>2</sup> (1)	m	(185) m/h	(0) Ja (1) Nee (185)
Slaapkamer 5	m <sup>2</sup> (2)	m	(184) m/h	(0) Ja (1) Nee (184)
Slaapkamer 6	m <sup>2</sup> (2)	m	(185) m/h	(0) Ja (1) Nee (185)
	m <sup>2</sup>	m	(188) m/h	(0) Ja (1) Nee (188)
	m <sup>2</sup>	m	(187) m/h	(0) Ja (1) Nee (187)
	m <sup>2</sup>	m	(188) m/h	(0) Ja (1) Nee (188)
<b>Afzuiging</b>				
Keuken	m <sup>2</sup>	m	(188) (75) m/h	(0) Ja (1) Nee (188)
Badkamer 1 (boven)	m <sup>2</sup>	m	(185) 50 m/h	(0) Ja (1) Nee (185)
Toilet 1 (boven)	m <sup>2</sup>	m	(181) 25 m/h	(0) Ja (1) Nee (181)
Badkamer 2 (boven)	m <sup>2</sup>	m	(185) 50 m/h	(0) Ja (1) Nee (185)
Toilet 2 (boven)	m <sup>2</sup>	m	(183) 25 m/h	(0) Ja (1) Nee (183)
	m <sup>2</sup>	m	(186) m/h	(0) Ja (1) Nee (186)
	m <sup>2</sup>	m	(188) m/h	(0) Ja (1) Nee (188)

183. In 2 of meer ruimten aanwezig overstromvoorziening? (0) Nee (1) Ja

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

142. Spanning op slopedaak ventilatie-unit ..... (V)

143. Opgesloten vermogen ventilatie-unit in stand 3 (hoog) ..... (W)

144. Opgesloten vermogen ventilatie-unit in stand 2 (midden) ..... (W)

145. Opgesloten vermogen ventilatie-unit in stand 1 (laag) ..... (W)

**Instalatiegebruikniveau**

Naam	Niveau volgens GW	Voldoet aan GW in de stand waarin het Bouwbesluit wordt gehanteerd?
Woonkamer	<30 dB(A)	(0) Ja (1) Nee (142)
Slaapkamer 1 (hoofslaapkamer)	<30 dB(A)	(0) Ja (1) Nee (147)
Slaapkamer 2	<30 dB(A)	(0) Ja (1) Nee (148)

183. In 2 of meer ruimten aanwezig overstromvoorziening? (0) Nee (1) Ja

2. ID	1. Volgnr.		<b>BBA</b> BINNENMILIEU ONDERZOEK & ADVIES	
<p><b>Ventilatiesysteem (technische ruimte)</b></p> <p>201. Ventilatie-uit (balansruimte) in een ventilatorruimte geplaatst (of in een in een inbouwkrans in een ventilatorruimte)? <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja</span></p> <p>202. Ventilatie-uit in open verbinding met de overloop <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja</span></p> <p>203. Is de ventilatie-uit gemonteerd op een steenachtige constructie of met behulp van trifluorietje montagevoet? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span> <i>Opvallend: massie aluminium constructie &gt;200 kg/m²</i></p> <p>204. Ventilatie-uit (balansruimte) makkelijk bereikbaar voor onderhoud of reparatie? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span> <i>Rechtlijn; minimaal 70 cm vrije ruimte voor de uitf</i></p> <p>205. Merk ventilatie-uit: <span style="float: right;">n'air</span></p> <p>206. Type uit: _____</p> <p>207. Serienummer: _____</p> <p>208. Capaciteit volgens typeplaatje _____</p>				
<p>209. Is de afbouw van het ventilatiesysteem gecombineerd met de rookgasafvoer van de verwarmingsketel? <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja</span></p> <p>210. Onderhoudsritsler op het ventilatiesysteem? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>211. Zo ja. Laatste danen onderhoud volgens ritser? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>212. WTVU-uit voorzien van een bypass? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>213. Zo ja. Is gebruik gemaakt van een bypass-functie? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span> <i>Ex. opgeven in documentatie funktie</i></p> <p>214. Recirculatie aanwezig in de ventilatie-uit? <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja (9) mt</span></p> <p>215. Luchtdoelvoorkansel naar de woning voorzien van een geluidsdamp? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span> <i>Volgens voorschrift funktie of minimaal 100 cm</i></p> <p>216. Zo ja. Is deze strik gekonteerd? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>217. Luchtdoelvoorkansel van de woning voorzien van een volgens voorschrift funktie of minimaal 50 cm gekonteerd? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>218. Zo ja. Is deze strik gekonteerd? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>219. Navennamer aanwezig (zie typeplaatje)? <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja (9) mt</span></p>				
Checklist woninginspecties v15				Pagina 10 van 15
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl				

2. ID	1. Volgnr.		<b>BBA</b> BINNENMILIEU ONDERZOEK & ADVIES	
<p><b>INSPECTIE VENTILATIESYSTEEM</b></p> <p><b>Regelbaarheid</b></p> <p>184. Is de laagstand tenminste 30% van de capaciteit in de hoogstand? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>185. Verschil de laagstand tenminste 10% van de middenstand? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>186. Verschil de hoogstand tenminste 10% van de middenstand? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>187. Is de maatstanden regeling goed afgesteld? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span> <i>(combinatie van voorgaande 3 vragen)</i></p>				
<p>188. Bedieningschakelaar met minimaal 3 standen aanwezig? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>189. Ufstand op bedieningschakelaar? <span style="float: right;">(0) Nee (1) Ja (9) mt</span></p> <p>190. Is in laste ventilatiegeroelge ruimten (keuken en badkamer) een elandenschaakelaar (b.v. ventilatie aanwezig)? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span> <i>Over bijvoorbeeld op de gang ook bij de badkamer het mee vraag lenen en of een roboratoire boeding aanwezig is.</i></p> <p>191. Zo nee: _____</p> <p>192. Is de bedieningschakelaar logisch in gebruik voor de bewoners? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>193. Indicatieknijp (Bij vervanging bij bedieningschakelaar)? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>194. Indicatieknijp stotingen bij bedieningschakelaar? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p> <p>195. Is het ventilatiesysteem voorzien van een CO<sub>2</sub>-gestuurde regeling? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>196. Is het ventilatiesysteem voorzien van een RV-gestuurde regeling? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span></p> <p>197. Is het ventilatiesysteem in het geval van calamiteiten eenvoudig af te schakelen door de bewoners? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee</span> <i>Is bijvoorbeeld een afsluiter op de afvoer van het systeem of een aparte, duidelijk gemerkte groep in de meterkast met een afsluiter.</i></p> <p>198. In welke ruimte is een voerachtmethoder opgesteld? <span style="float: right;">(1) In de badkamer (2) In de bijkeuken (3) Aparte ruimte of kast (4) Anders, namelijk: ..... (19) (5) niet aanwezig</span></p> <p>199. Of is een aansluiting hiervoor aanwezig? <span style="float: right;">(0) Ja (1) Nee (9) mt</span></p>				
Checklist woninginspecties v15				Pagina 9 van 15
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl				

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

234. Inblass- en/of afzuigventielen worden geblokkeerd door bijv. meubelstuk? (0) Nee (1) Ja

De volgende vragen worden beantwoord voor ventielen in de woonkamer en keuken:

235. Zijn inblassventielen (ook van binnen) optisch schoon? (0) Ja (1) Nee (9) mt

236. Zijn afzuigventielen (ook van binnen) optisch schoon? (0) Ja (1) Nee

237. Juiste inloopstand inblass- en/of afzuigventielen is gebouwd of gemarkeerd? (0) Ja (1) Nee

238. Plaats ventiel is vermeld op de inblass- en/of afzuigventiel? (0) Ja (1) Nee

239. Licht er stof of vuil in het toevoksraam? (0) Nee (1) Ja (9) mt

240. Zo ja is het vermoedelijk bouwstof? (0) Nee (1) Ja (9) mt  
Loesgoud/grauk, spuitplakker, etc.

241. Type inblassventielen: \_\_\_\_\_ Capaciteit: g/s    g/s    m<sup>3</sup>/h

243. Wordt er bij één of meer inblassventielen meer licht toegevoerd dan de maximale capaciteit van dat ventiel? (0) Nee (1) Ja (9) mt

244. Zijn er vermoedelijk in één of meer ruimten (vanuit het ontwerp) te weinig inblassventielen geplaatst? (0) Nee (1) Ja (9) mt

245. Zijn inducterende inblassventielen toegepast? (0) Ja (1) Nee (9) mt

**\*Kortsluiting\* in het ventilatiesysteem (alleen behuizingventilatie)**

- Zet het systeem op stand 3, daarna 4 en 5, draai de afzuigventielen en activeren
- 3x 10 seconden wacht met een vast interval (om de 60 seconden)
- Uitgangspunt: een afvoerput in de keuken en een bevoegput in de woonkamer.

Roekproef	(0) Nee	(1) Ja	246
#	(0) Nee	(1) Ja	246

**Ventielen:**

- Plaats ventielen in de woonkamer + slaapkamer (overzichtfoto)
- Inblassventiel (type + hygiëne)
- Afzuigventiel (type + hygiëne)
- Kanaalventilator achter inblassventielen (i.v.m. hygiëne kanalen)

Hierbij evt. een 'televentiescherm' beelden met een voorzijde afbeelding

Checklist woninginspecties v15

Pagina 12 van 15

Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bba@binnenmilieu.nl

2. ID

1. Volgnr.

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIS

220. Filters schoon? (0) Ja (1) Nee (9) mt

221. Ventilatie-unit inwendig schoon? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
(i.a. condensator, vervuiler indien mogelijk het PVV-systeem)

222. Is het WTW-blok schoon? (0) Ja (1) Nee (9) mt

**Ventilatiesysteem (technische ruimte):**

- Ventilatie-unit
- Typeklasse
- Isolatie van de unit
- Bypass (aanwezigheid + type klep)
- Montage gebuiddampers

**Kanalen technische ruimte**

223. Aansluitkanaal (afhankelijk thermisch geïsoleerd? (behuizingventilatie) (0) Ja (1) Nee (9) mt

224. Afblosskraan (afhankelijk) thermisch geïsoleerd? (behuizingventilatie) (0) Ja (1) Nee (9) mt

225. Kanalen (voor zover zichtbaar) zijn netjes uitgerooid (bochten, lengte, aansluitingen, afsluiting aansluitingen kanaalstukken etc.)? (0) Ja (1) Nee

226. Kanalen zijn zo aangelegd dat ze makkelijk kunnen worden schoongemaakt (grote bochten)? (0) Ja (1) Nee

227. Afzuigkanalen in boven elkaar gelegen nabo ruimten zijn apart uitgerooid? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
Alleen van toepassing als het afzuigwiel van de badkamer minster dan 0,5 m van de schacht is geplaatst

**Kanalen:**

- Netheid montage kanalen

**Ventielen**

228. Onderlinge afstand tussen de inblassventielen is  $\geq 1$  m? (0) Ja (1) Nee (9) mt

229. Onderlinge afstand tussen de inblass- en afzuigventielen is  $\geq 2$  m? (0) Ja (1) Nee (9) mt

230. Afstand tussen de inblassventielen en wand of plafond is  $\geq 30$  cm? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
OF Ventielen met een schone sector?

231. Inblassventielen woonkamer gericht geplaatst i.a.v. rocht? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
Plaats ventiel ten opzichte van bijv. bankster

232. Inblassventielen slaapkamer(en) gericht geplaatst i.a.v. rocht? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
Plaats ventiel ten opzichte van bed

233. Zijn de inblass- en afzuigventielen zodanig ten opzichte van elkaar geplaatst dat er een goede doorspoeling mogelijk is (geen 'dode hoeken')? (0) Ja (1) Nee (9) mt  
Controleer de woonkamer en de slaapkamers

Checklist woninginspecties v15

Pagina 11 van 15

Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bba@binnenmilieu.nl

2. ID	1. Volgnr.	
-------	------------	--

**BBA**  
BINNENMILIEU  
ONDERZOEK & ADVIES

**AFZUIGKAP**

249. Is er een afzuigkap aanwezig in de keuken? (0) Ja (1) Nee

250. Zo ja. Wel voor type afzuigkap is er aanwezig?

(1)	Middelzwaar afzuigkap aangepast op het afzuigstroom*	
(2)	Afzuigkap met motor direct naar buiten*	
(3)	Afzuigkap met motor aangesloten op het afzuigstroom*	
(4)	Rechtstreekse afzuigkap (volledig)	
(5)	Rechtstreekse afzuigkap (deels naar buiten)	
(6)	Anders, te weten	

(\*) met debiet afzuigkap

251. Is er in de keuken een voorziening voor directe luchtbevoering van buiten? (0) Ja (1) Nee  
E.g. voorbeeld: gevelrooster, te openen raam

**Afvoerdebiet afzuigkap (geschat)**  
- In de hoogste stand met een vliegtuigmeter (efficiënt) Oppervlakte Gemiddelde luchtstroom

	Dikte in hoogste stand	
m	m/s	m <sup>3</sup> /u

**Ventilatiesysteem overig**

252. Zijn er ventilatoren zonder basisventilatie voorzieningen (mogelijke 'onbetroefde ruimten')? (0) Nee (1) Ja

**VERWARMING**

254. Eigen systeem of collectieve verwarming? (1) Eigen CV (2) Collectief (stads- wijk of blokverwarming)

255. Hoe is de warmteopwekking i.v.v. verwarming? (1) (HR-)Ketel (2) Warmtepomp (3) Anders, te weten

(1)	Radiatoren	
(2)	Voorverwarming	
(3)	Woonverwarming	
(4)	Oververwarming	
(5)	Luchtverwarming	
(6)	Een combinatie, te weten	

257. Hoe is de vermistoght? (258)

---

**GEBRUIK / BEHEER**  
Vraag aan de bewoner om vul in, controller met ingevulde RVM vragelijst

259. Gebruikersinstructie aanwezig? (0) Ja (1) Nee

260. Technische documentatie ventilatie-unit aanwezig? (0) Ja (1) Nee

261. Inregelgereedschap en meetrapport aanwezig? (0) Ja (1) Nee

262. Zo ja. Als het ontworpen is op het ingevulde staat, komt het gereedschap daar dan mee overeen?  
- Afwijking mag maximaal 5% zijn t.o.v. ontwerpwaarde (0) Ja (1) Nee (9) nvt

263. Mondelinge gebruikersinstructie gegeven? (0) Ja (1) Nee

264. Onderhoudscontract aanwezig? (0) Ja (1) Nee

265. Jaarlijkse controle algemene werking ventilatie-unit? (0) Ja (1) Nee

**MOGELIJKE VERSTORENDE VARIABELEN**

266. Overbezetting van de woning? (0) Nee (1) Ja  
Aantal bewoners > aantal slaapkamers + 1 aantal bezoekers.

267. Aanwezigheid vocht- of/of schimmelsporen in de woonkamer of in de open keuken? (0) Nee (1) Ja

268. Aanwezigheid vocht- of/of schimmelsporen in slaapkamers? (0) Nee (1) Ja

269. Aanwezigheid vocht- of/of schimmelsporen in de badkamer of gebieden ertussen? (0) Nee (1) Ja

270. Zijn muren of plafonds van de woning de afgelopen 6 maanden nog geverfd? (0) Nee (1) Ja

271. Zo ja, welke ruimte(n)? ..... (9) nvt

272. Is de afgekapen 6 maanden nog (nieuwe) vloerbedekking gelegd? (0) Nee (1) Ja

273. Zo ja, welk type vloerbedekking? ..... (9) nvt

Checklist woninginspecties v15  
Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bbs@binnenmilieu.nl

Pagina 13 van 15

2. ID 1. Volgnr.

**Buiten / lokale instroombopeningen luchttoevoer**

274. Plaats van de instroombening voor de toevoer van verse lucht (buitenluchtaanleg / gevelroosters) dicht bij vervuilingbron?  
Bijv. ventilatiekafvoer, rookgasafvoer, rioolafvoer

(0) Nee (1) Ja

275. Zo ja:  
(Meerdere antwoorden mogelijk)

- (1) Ventilatiekafvoer
- (2) Rookgasafvoer
- (3) Rioolafvoer
- (4) Anders, bijv. vervuild dakvlak, stilstaand water, etc.
- (5) nvt

276. Is er een gecombineerde ventilatie dakkap gebruikt? 

(0) Nee (1) Ja (5) nvt

277. Is er een luchtscheiding aanwezig aan het ventilatiesysteem?

(0) Nee (1) Ja

278. Zo ja, wat?

(5) nvt

279. Is er een bouwkundige fout aan het ventilatiesysteem?

(0) Nee (1) Ja

280. Zo ja, wat?

(5) nvt

281. Overige opmerkingen / aanbevelingen

.....

.....

.....

282. Is er meer informatie beschikbaar (map met tekeningen etc.) wat gebruikt kan worden in een vervolg detail-onderzoek?

(0) Nee (1) Ja

**Vragenlijst van RIVM ingevuld mee genomen??**

**NEE / JA**

- Denk bij de laatste vraag beschikbaarheid van (alleen opvallende zaken noteren):
- Opmerkingen bij de maat van het systeem
- Reden voor onvoldoende ontstroom
- Algemene notiek
- Huisdieren? Schoonmaak? Rookkachel?
- Zijn er ruimten die opvallen door bijv. het soort gebruik?
- Verdere aanwijzing van dit type binnen het onderzoek?
- Zelfde / andere problemen in de woning omgeving? (bodem / gasvezel / gasraket etc.)
- Kleur / elektrische luchtdichtheid
- Geur waarneembaar van nieuwe aangebrachte materialen (verf, vloerbedekking, etc.)?

Checklist woning inspecties v15

Pagina 15 van 15

Eendrachtsweg 42 Postbus 774 3000 AT Rotterdam 010 2447025 bba@binnenmilieu.nl





## Bijlage 3: Meetmethoden woninginspecties

In deze bijlage worden de gehanteerde meetmethoden omschreven die gebruikt zijn bij de woninginspecties.

Bepaling capaciteit gevelroosters	
Gebruikte apparatuur:	n.v.t.
Meetbereik:	n.v.t.
Nauwkeurigheid:	n.v.t.
<p>Meetmethode: Conform de methode omschreven in beoordelingsrichtlijn BRL 8010 'Beoordelen van ventilatievoorzieningen van woningen'.</p> <p>Tijdens de inspectie worden het merk en type gevelrooster en de lengte (buitenmaat, 1 cm nauwkeurig) van het rooster vastgelegd. Op basis van gegevens van de leverancier wordt vervolgens de capaciteit van de gevelroosters geschat bij een drukverschil van 1 Pa over het rooster.</p>	
Meting debiet mechanische luchttoe- en afvoer	
Gebruikte apparatuur:	Observerator DIFF Automatic drukgecompenseerde luchtdebietmeter
Meetbereik:	10 – 300 m <sup>3</sup> /u <sup>3</sup> r
Nauwkeurigheid:	± 1 % + 1 m <sup>3</sup> /u <sup>3</sup> r
<p>Meetmethode: Conform de methode omschreven in NEN 1087.</p> <p>Bij ieder luchttoe- of afvoerventiel in de woning wordt het luchtdebiet in de hoogste stand gemeten. Vervolgens wordt het luchtdebiet van 1 toe- en 1 afvoerventiel gemeten in de laagste en middelste stand<sup>3</sup> (alleen bij ventielen waarbij in de hoogste stand minimaal 25 m<sup>3</sup>/uur gemeten is). Voor de overige ventielen kan het debiet in de laagste en middelste stand vervolgens worden berekend op basis van de vastgestelde verhoudingen tussen de verschillende standen van het ventilatiesysteem. Het luchtdebiet per ventiel wordt afgerond op 1 m<sup>3</sup>/uur. Bij debieten beneden het meetbereik wordt in de database '&lt; 10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>/uur' geregistreerd.</p> <p>Wanneer een woning meerdere luchttoevoer- of afvoerventielen heeft zijn de luchtdebieten in de database bij elkaar opgeteld. Het debiet van de afzuigkap is niet opgeteld bij het debiet van de keuken.</p> <p>In iedere woning wordt bij aanvang van de metingen een nulmeting uitgevoerd met het meetinstrument.</p>	
Meting geluidniveau t.g.v. installaties	
Gebruikte apparatuur:	Rion NL-20 integrerende geluidniveaumeter met A-weging
Meetbereik:	28- 138 dB(A), metingen vanaf <22 dB(A) (doorgaans 19 dB(A))
Nauwkeurigheid:	± 0,1 dB(A), maximaal ± 0,7 dB(A)
<p>Meetmethode: Gebaseerd op de methode omschreven in BRL 8010 (2009), bijlage 4 (d.d. 30-06-2009).</p> <p>Metingen zijn uitgevoerd in de woonkamer, de hoofdslaapkamer en (indien van toepassing) een tweede slaapkamer. Hierbij werden ramen en deuren gesloten. Eerst is een meting verricht met het systeem uitgeschakeld ter bepaling van het achtergrondgeluidniveau. Daarna is een meting gedaan met het ventilatiesysteem op de hoogste stand. Wanneer het verschil in geluidniveau met systeem uit en met het systeem in de hoogste stand kleiner is dan 3 dB(A) hoeft niet in een lagere stand gemeten te worden. Als het verschil groter is wordt ook de middelste stand en daarna eventueel de laagste stand van het ventilatiesysteem gemeten.</p> <p>In een woning met natuurlijke toevoer en mechanische afvoer geldt voor alle metingen: Metingen zijn uitgevoerd met de gevelroosters dicht. Als geen afzuigventiel in de ruimte aanwezig is wordt de methode uit BRL 8010 (2009) gebruikt als bij '&gt; 2 geluidbronnen' (een midden- en hoekpositie).</p> <p>De meetresultaten zijn een gemiddelde over alle octaafbanden.</p>	

### Meting van 'kortsluiting' van ventilatielucht in het ventilatiesysteem

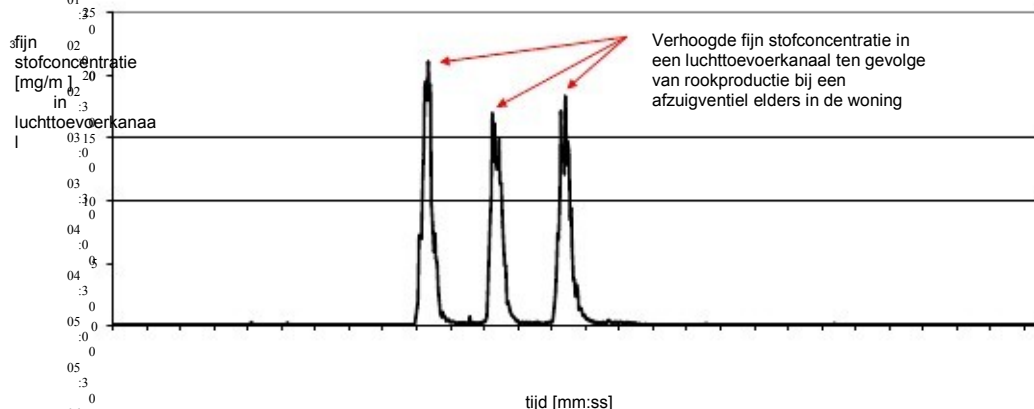
Gebruikte apparatuur:	TSI SidePak Aerosol monitor
Meetbereik:	Detectie van deeltjes met een diameter van 0,1 tot 10 micrometer, totale massaconcentratie 0,001 tot 20 mg/m <sup>3</sup>
Nauwkeurigheid:	± 0,001 mg/m <sup>3</sup> (resolutie)
Gebruikte apparatuur:	Look tiny compact C07 rookmachine
Meetbereik:	n.v.t.
Nauwkeurigheid:	n.v.t.

**Meetmethode:**  
In woningen met balansventilatie is bepaald of 'kortsluiting' tussen toe- en afvoerlucht plaatsvindt met behulp van een rookproef. Bij een afzuigventiel is rook geproduceerd. In het luchttoevoerkanaal elders in de woning is met een fijn stofmeter (aerosol monitor) de deeltjesconcentratie gemeten. In geval van 'kortsluiting' wordt een verhoging van de deeltjesconcentratie in de toevoerlucht waargenomen. Het gaat hierbij om het registreren van een effect (kwalitatief), niet om de absolute mate van 'kortsluiting'.

Metingen zijn uitgevoerd tussen een afzuigventiel in de keuken en in een luchttoevoerkanaal in de woonkamer. Het ventilatiesysteem was daarbij ingesteld op de hoogste stand.  
Bij het afzuigventiel werd 3 maal 10 seconden rook geproduceerd met een vast interval van ca. 1 minuut.

In woningen waarbij de meetwaarden pieken vertoonden van minimaal 200% van de achtergrondconcentratie (zie onderstaande figuur) werd vastgelegd dat 'kortsluiting' in het ventilatiesysteem plaatsvindt.

In iedere meting is vooraf een 'zero calibration' van de aerosol monitor uitgevoerd uit met behulp van een nulfilter.



Figuur 30: Voorbeeld van een grafiek van de fijn stofconcentratie in het luchttoevoerkanaal op basis waarvan kan worden aangetoond dat 'kortsluiting' plaatsvindt tussen toe- en afvoerlucht.

### Meting spanning stopcontact en opgenomen vermogen ventilatie-unit

Gebruikte apparatuur:	Energy Monitor 3000
Meetbereik:	n.v.t.
Nauwkeurigheid:	n.v.t.

**Meetmethode:**  
De Energy Monitor wordt tussen het stopcontact en de stekker van het ventilatiesysteem geplaatst. De spanning van het stopcontact en het opgenomen vermogen voor de hoogste, middelste en laagste stand van het ventilatiesysteem worden genoteerd.

Bij een pelex stopcontact wordt gebruik van eigen fabrikaat 3-standenknop en verloopstekkers in combinatie met de Energy Monitor 3000.

## Bijlage 4: Referentiewaarden metingen

In deze bijlage zijn de referentiewaarden weergegeven op basis waarvan de metingen zijn beoordeeld.

### Ventilatiecapaciteit

Uitgangspunt voor de beoordeling van de ventilatiecapaciteit waren de eisen voor het ventilatiedebiet uit het Bouwbesluit op verblijfsruimteniveau. De referentiewaarden die gehanteerd zijn bij de beoordeling van de metingen van de ventilatiecapaciteit zijn weergegeven in Tabel 24.

Opgemerkt moet worden dat bij de beoordeling (vanwege de praktische uitvoerbaarheid) geen rekening is gehouden met het feit dat in woningen 50% van de toevoerlucht afkomstig mag zijn uit een ander verblijfsgebied en dus via overstroomb voorzieningen (bijvoorbeeld een spleet onder binnendeuren) en verkeersruimten mag worden toegevoerd (Bouwbesluit artikel 3.53.1).

Tabel 24: Referentiewaarden ventilatiecapaciteit

Kenmerk	Referentiewaarde	Bron referentiewaarde
Ventilatiedebiet verblijfsruimte (o.a. woonkamer en slaapkamers)	$0,7 \text{ dm}^3 / \text{s}$ ( $2,5 \text{ m}^3 / \text{uur}$ ) per m <sup>2</sup> vloeroppervlak met een minimum van $7 \text{ dm}^3 / \text{s}$ ( $25 \text{ m}^3 / \text{uur}$ )	Nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003 (artikel 3.46)
Luchtafvoerdebiet keuken (met kooktoestel < 15 kW)	$21 \text{ dm}^3 / \text{s}$ ( $76 \text{ m}^3 / \text{uur}$ )	Nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003 (artikel 3.48)
Luchtafvoerdebiet toiletruimte	$7 \text{ dm}^3 / \text{s}$ ( $25 \text{ m}^3 / \text{uur}$ )	Nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003 (artikel 3.48)
Luchtafvoerdebiet badruimte	$14 \text{ dm}^3 / \text{s}$ ( $50 \text{ m}^3 / \text{uur}$ )	Nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit 2003 (artikel 3.48)
Ventilatiecapaciteit van de woning	De hoogste waarde van toevoer ( $0,7 \text{ dm}^3 / \text{s}$ per m verblijfsruimte) of afvoer (de gecombineerde afvoercapaciteit voor keuken, badkamer en toilet).	
Capaciteit overstroomb voorzieningen voor een ruimte	De capaciteit die nodig is om de benodigde toe- en afvoercapaciteit in de ruimte in balans te krijgen. De capaciteit van de overstroomb voorzieningen is als volgt bepaald: kier onder de deur in $\text{cm} \times 7 \text{ dm}^3 / \text{s} + 16 \text{ dm}^3 / \text{s}$ extra voor opdekdeuren (Valk, 2005).	

Naast eisen aan de ventilatiecapaciteit van het basisventilatiesysteem stelt het Bouwbesluit eisen aan de capaciteit van spuiventilatievoorzieningen (zie onderstaand kader). Dit aspect is in dit onderzoek niet kwantitatief beoordeeld. Wel is de aanwezigheid van te openen delen in woonkamers en slaapkamers in kaart gebracht.

### Wettelijke eisen spuiventilatievoorzieningen

Het Bouwbesluit 2003 (artikel 3.61) stelt dat verblijfsruimten in nieuwbouwwoningen (bijv. woonkamers en slaapkamers) 'beweegbare onderdelen' moet hebben om sterk verontreinigde binnenlucht snel af te kunnen voeren. In de toelichting staat uitgelegd dat met een beweegbaar onderdeel in principe een (te openen) luik, raam of deur bedoeld wordt. De capaciteit van die beweegbare onderdelen dient

minimaal  $3 \text{ dm}^3 / \text{s}$  per m verblijfsruimte te zijn (artikel 3.62). Voor bijv. een slaapkamer van 10 m komt deze eis er op neer dat er een te openen deel van minimaal 50 x 60 cm moet zijn, aangenomen dat dit te openen deel helemaal open gezet kan worden (berekening conform NEN 1087).

### Installatiegeluidniveau

De referentiewaarden die gehanteerd zijn bij de beoordeling van de metingen van het installatiegeluidniveau zijn weergegeven in Tabel 25. Deze referentiewaarden zijn gebaseerd op de eisen voor installatiegeluid die zullen worden opgenomen in de volgende versie van het Bouwbesluit, die naar verwachting in 2012 in werking treedt.

Tabel 25: Referentiewaarden installatiegeluidniveau

	Referentiewaarde Installatiegeluidniveau L <sub>i,A</sub>	Bron referentiewaarde
Woonkamer	30 dB(A)	Publicatie GIW/ISSO 2008
Slaapkamers	30 dB(A)	Publicatie GIW/ISSO 2008

## Bijlage 5: Bewonersrapportage

In deze bijlage is een voorbeeld van een bewonersrapportage gepresenteerd voor een woning met balansventilatie.

**Resultaten onderzoek woningventilatie**

Onderwerp: Kwaliteit ventilatiesysteem  
 Adres: Balansventilatie  
 Type ventilatiesysteem: 3 februari 2010  
 Datum onderzoek:  
 Behandeld door:

Uitgever: BBA  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

Datum: 10/06/2010  
 Betreft: Resultaten onderzoek ventilatie in uw woning

Gedote: heer, mevrouw,

Op 3 februari 2010 heeft één van de onderzoekers van het bureau BBA, Binnennieuwsweg 42, u een woning aan de Kokslingweg 31 te Harenem onderzocht. Het onderzoek vond plaats in het kader van een grootstreeks, landelijk onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in Nederlandse nieuwbouwwoningen.

In dit rapport vindt u de meetresultaten van uw woning en de bespreking daarvan. De resultaten van de metingen zijn afgezet tegen het kwaliteitsniveau overeenkomstig de huidige nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit.

Zodra de resultaten van het landelijke onderzoek bekend zijn zullen we u een samenvatting van het rapport toe en wo u in de gelegenheid gesteld om het onderzoek via de website van VROM te bekijken. De resultaten worden verwacht in het najaar van 2010.

Met vriendelijke groet en onderzoek kunt u terecht bij bovengenoemde contactpersonen bij VROM. Mocht u vragen hebben over de inhoud van het rapport of de afname van de metingen, neem dan contact op met de GGD in uw regio.

Met vriendelijke groeten,  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof, B25

**Resultaten onderzoek woningventilatie**

Onderwerp: Kwaliteit ventilatiesysteem  
 Adres: Balansventilatie  
 Type ventilatiesysteem: 3 februari 2010  
 Datum onderzoek:  
 Behandeld door:

Uitgever: BBA  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

Datum: 10/06/2010  
 Betreft: Resultaten onderzoek ventilatie in uw woning

Gedote: heer, mevrouw,

Op 3 februari 2010 heeft één van de onderzoekers van het bureau BBA, Binnennieuwsweg 42, u een woning aan de Kokslingweg 31 te Harenem onderzocht. Het onderzoek vond plaats in het kader van een grootstreeks, landelijk onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in Nederlandse nieuwbouwwoningen.

In dit rapport vindt u de meetresultaten van uw woning en de bespreking daarvan. De resultaten van de metingen zijn afgezet tegen het kwaliteitsniveau overeenkomstig de huidige nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit.

Zodra de resultaten van het landelijke onderzoek bekend zijn zullen we u een samenvatting van het rapport toe en wo u in de gelegenheid gesteld om het onderzoek via de website van VROM te bekijken. De resultaten worden verwacht in het najaar van 2010.

Met vriendelijke groet en onderzoek kunt u terecht bij bovengenoemde contactpersonen bij VROM. Mocht u vragen hebben over de inhoud van het rapport of de afname van de metingen, neem dan contact op met de GGD in uw regio.

Met vriendelijke groeten,  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof, B25

**Wijk**  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

**Contactpersonen**  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof  
 T: 010-2344400

**Resultaten onderzoek woningventilatie**

Onderwerp: Kwaliteit ventilatiesysteem  
 Adres: Balansventilatie  
 Type ventilatiesysteem: 3 februari 2010  
 Datum onderzoek:  
 Behandeld door:

Uitgever: BBA  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

Datum: 10/06/2010  
 Betreft: Resultaten onderzoek ventilatie in uw woning

Gedote: heer, mevrouw,

Op 3 februari 2010 heeft één van de onderzoekers van het bureau BBA, Binnennieuwsweg 42, u een woning aan de Kokslingweg 31 te Harenem onderzocht. Het onderzoek vond plaats in het kader van een grootstreeks, landelijk onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in Nederlandse nieuwbouwwoningen.

In dit rapport vindt u de meetresultaten van uw woning en de bespreking daarvan. De resultaten van de metingen zijn afgezet tegen het kwaliteitsniveau overeenkomstig de huidige nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit.

Zodra de resultaten van het landelijke onderzoek bekend zijn zullen we u een samenvatting van het rapport toe en wo u in de gelegenheid gesteld om het onderzoek via de website van VROM te bekijken. De resultaten worden verwacht in het najaar van 2010.

Met vriendelijke groet en onderzoek kunt u terecht bij bovengenoemde contactpersonen bij VROM. Mocht u vragen hebben over de inhoud van het rapport of de afname van de metingen, neem dan contact op met de GGD in uw regio.

Met vriendelijke groeten,  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof, B25

**Wijk**  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

**Contactpersonen**  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof  
 T: 010-2344400

**Resultaten onderzoek woningventilatie**

Onderwerp: Kwaliteit ventilatiesysteem  
 Adres: Balansventilatie  
 Type ventilatiesysteem: 3 februari 2010  
 Datum onderzoek:  
 Behandeld door:

Uitgever: BBA  
 Binnennieuwsweg 42  
 Postbus 774  
 3000 AT Rotterdam  
 T: 010-2344400  
 E: info@bba.nl  
 www.bba.nl

Datum: 10/06/2010  
 Betreft: Resultaten onderzoek ventilatie in uw woning

Gedote: heer, mevrouw,

Op 3 februari 2010 heeft één van de onderzoekers van het bureau BBA, Binnennieuwsweg 42, u een woning aan de Kokslingweg 31 te Harenem onderzocht. Het onderzoek vond plaats in het kader van een grootstreeks, landelijk onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in Nederlandse nieuwbouwwoningen.

In dit rapport vindt u de meetresultaten van uw woning en de bespreking daarvan. De resultaten van de metingen zijn afgezet tegen het kwaliteitsniveau overeenkomstig de huidige nieuwbouwvoorschriften in het Bouwbesluit.

Zodra de resultaten van het landelijke onderzoek bekend zijn zullen we u een samenvatting van het rapport toe en wo u in de gelegenheid gesteld om het onderzoek via de website van VROM te bekijken. De resultaten worden verwacht in het najaar van 2010.

Met vriendelijke groet en onderzoek kunt u terecht bij bovengenoemde contactpersonen bij VROM. Mocht u vragen hebben over de inhoud van het rapport of de afname van de metingen, neem dan contact op met de GGD in uw regio.

Met vriendelijke groeten,  
 Dr. C.J.M. van den Broekhof, B25

**Installatiegolddniveau**

Het installatiegolddniveau is bepaald met de methode zoals beschreven in beoordelingsrichtlijn BNL 8010 (Ventilatie Prestatie Keuring). Eerst is het achtergrondgolddniveau (dfr, strandgoldd) bepaald tenzij het ventilatiesysteem volledig uit staat. Daarna is het golddniveau activereenoldd bepaald in de stand hoog, midden en laag (ook het gemiddelde golddniveau niet meer dan 3 dB(A) hoger is dan het achtergrondgolddniveau).

Table 4. Gemiddelde installatiegolddniveau in verschilderde stand van het systeem in dB(A)

Ruimte	Achtergrond- golddniveau	Hoog	Midden	Laag	Referentiewaarde
Woonkamer	<19	35	30	25	30
Slaapkamer 1 (hoofdsapkamer)	<19	34	28	25	30
Slaapkamer 2	<19	37	32	27	30

n.m. = niet meetbaar (dfr, onder het wettelijk met het achtergrondgolddniveau is ook vast)  
n.v.l. = niet van toepassing

**Samenvatting uitkomst metingen ventilatiecapaciteit en installatiegolddniveau**

Aan de hand van de metingen van ventilatiecapaciteit en golddniveau is in de tabel hieronder aangegeven of de woning in de drie verschillende standen van het ventilatiesysteem afwijkt van het referentieniveau. De beoordeling van de luchtfactor is gedaan voor de keuken, toilet 1 en slaapkamer 1. De beoordeling van de luchtfactor en het installatiegolddniveau is gedaan voor de woonkamer, de hoofdsapkamer en slaapkamer 2. Een negatieve score (-) betekent dat het mogelijk is om dit kenmerk te verbeteren, een positieve score (+) betekent dat dit kenmerk goed of voldoende scoort.

Table 5. Samenvatting uitkomst metingen

Kwaliteitskenmerk	Beoordeling		
	Stof bezettingsschikbaar ventilatiesysteem Hoog	Midden	Laag
Ventilatiecapaciteit luchtovervoer is minimaal gelijk aan de referentiewaarde	+	-	-
Ventilatiecapaciteit luchtovervoer is minimaal gelijk aan de referentiewaarde	-	-	-
Het installatiegolddniveau ligt onder de referentiewaarde	-	-	+

7 = niet te bepalen (dfr, omdat het meetapparaat niet gepast was voor de stand van de r.o. of afvoersysteem)  
n.m. = niet meetbaar (dfr, omdat het wettelijk met het achtergrondgolddniveau is ook vast)

**1. Uitkomst metingen**

**Ventilatiecapaciteit luchtovervoer (in m<sup>3</sup>/uur)**

Eig de metingen van de ventilatie zijn in stand 3 (hoog), alle inlaatspunten gemeten. In de overige standen is 1 punt gemeten en zijn de overige luchtovervoeren op basis daarvan berekend. De metingen zijn uitgevoerd volgens NEN 1064. De gemeten waarden zijn vermeld met een standaardafwijking (zwaarte). Het referentieniveau is de achtergrondgolddniveau (dfr) gemiddeld bij de hoofdsapkamer, waarin de aangrenzende kamers is activereenoldd zijn gemiddeld.

Table 2. Gemiddelde ventilatiecapaciteit via de inlaatspunten in m<sup>3</sup>/uur verse lucht

Ruimte	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Laag	Midden	Hoog	Referentiewaarde
Woonkamer	37,9	81	97	132	98
Slaapkamer 1 (hoofdsapkamer)	12,2	20	24	32	31
Slaapkamer 2	8,8	19	23	31	25
Slaapkamer 3	6,8	15	18	25	25
Slaapkamer 4	12,0	38	45	62	31
Slaapkamer 5	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.
Slaapkamer 6	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.

n.m. = niet meetbaar (dfr, omdat het meetapparaat niet op het referentieniveau gepast was voor de r.o.)  
n.v.l. = niet van toepassing

**Ventilatiecapaciteit luchtovervoer (in m<sup>3</sup>/uur)**

Eig de metingen van de ventilatie zijn in stand 3 (hoog), alle afzuigpunten gemeten terwijl de afzuigcapaciteit stond. In de overige standen is 1 punt gemeten en zijn de overige luchtovervoeren op basis daarvan berekend. Metingen zijn uitgevoerd conform de bepaling in NEN 1067.

Table 3. Gemiddelde ventilatiecapaciteit via afzuigpunten in m<sup>3</sup>/uur lucht

Ruimte	Stof bezettingsschikbaar ventilatiesysteem			Referentiewaarde
	Laag	Midden	Hoog	
Keuken	n.m.	n.m.	n.m.	75
Toilet 1 (berookt)	< 10	< 10	< 10	25
Badkamer 1	32	38	53	50
Toilet 2	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.
Badkamer 2	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.
Etenruimte 1	n.m.	n.m.	n.m.	50
Etenruimte 2	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.	n.v.l.

n.m. = niet meetbaar (dfr, omdat het meetapparaat niet op het referentieniveau gepast was voor de r.o.)  
n.v.l. = niet van toepassing

## 2. Uitkomst visuele inspectie

Aan de hand van visuele inspectie is de kwaliteit van de ventilatievoorzorgingen in de woning in kaart gebracht. In dit rapport worden ruim 10 per cent van de kwaliteitskenmerken van het ventilatiesysteem in de woning beschreven. Het onderzoek is uitgevoerd door de BBA. Het onderzoek is uitgevoerd op de volgende manier: In eerste instantie kon een kenmerk niet herkend worden, er staat in dit geval een vraagteken achter het kenmerk. De kwaliteitskenmerken zijn beoordeeld aan de hand van de eisen en adviezen uit artikel 6.1 van de NEN-Praktijkrichtlijn Bouwbesluit Ventilatie.

Tabel 5: Uitkomst van de visuele inspecties in uw woning

Kwaliteitskenmerk	Beoordeling
Er is een onderhoudscontract aanwezig voor het ventilatiesysteem (minimaal jaarkaars contract en renging)	+
Er is een gebouwoverzicht van het ventilatiesysteem aanwezig	+
Er is een rapport aanwezig met daarin de gemeten ventilatiecapaciteit per ruimte (een frisse luchttoevoer) bij opgevoerd bij opvoering van de woning	-
Er zijn te controleren remmen aanwezig in alle slaapkamers en de woonkamer	+
In alle vertikaliteiten in de woning (bijv. woonkamer en slaapkamers) zijn ventilatievoorzorgingen aanwezig	+
De opbouw van de woonkamer heeft ventilatievoorzorgingen (bijv. luchtrooster als voorzetstuk)	+
Er zijn voldoende overloophoofden voor een luchtstrook door de gehele woning (bijv. tussen onder deuren of rooksluis in deuren)	+
Er is minimaal één bodemgroottoekbaar aanwezig met 3 of meer standen	+
Er is in zowel de keuken als de badkamer een bodemgroottoekbaar aanwezig	-
De ventilatie-unit is in een aparte (geïsoleerde) ruimte opgesteld	+
De ventilatie-unit staat niet in een verbinding met de mureeuw (bv m. geluid)	-
De ventilatie-unit is eenvoudig bereikbaar voor onderhoud	+
Bij visuele inspectie zijn de filters in de ventilatie-unit te zien	-
Bij visuele inspectie is het inwendige van de ventilatie-unit (condenshoor, ventilatoren, etc.) voldoende schoon	-
Bij visuele inspectie is de warmte-wisselaar in de ventilatie-unit voldoende schoon (bijv. WTW-400)	-
Bij visuele inspectie (staafrooster) zijn inlaats- en afzuigventielen voldoende schoon	-
Het inwendige van de toepakhuis is op zijn minst schoon (het staafrooster beoordeeld geluidloos)	?
Het luchttoevoer kanaal van de ventilatie-unit naar de woning is voorzien van een geluidloos	+
De geluidtemperatuur (in de slaapkamer) is op de juiste manier gemiddeld (bijv. niet zo min mogelijk bochten)	+
Luchtarmen zijn voor zowel zichtbaar meubel als niet zichtbaar meubel (bijv. geen onnodige bochten, aansluitingen tussen kanaalstukken zijn met tape afgevoerd)	-
De warmte-wisselaar bij het ventilatiesysteem is voorzien van een bypass (om opwarming van de woning in de zomer tegen te gaan)	-
De inlaatsventielen zijn waar nodig voorzien van een schone sector in verband met lucht (d.w.z. ze blazen lucht niet richting een wand dicht bij het ventilatie)	+

Pagina 5 van 6

## 3. Overige opmerkingen

Tijdens het onderzoek is wel een technische storing aan het ventilatiesysteem geconstateerd. Opmerking: Onderzoek naar R777-besluit: besloten naar bouwplan van de woning te kijken. Het onderzoek is uitgevoerd door de BBA. Het onderzoek is uitgevoerd op de volgende manier: In eerste instantie kon een kenmerk niet herkend worden, er staat in dit geval een vraagteken achter het kenmerk. De kwaliteitskenmerken zijn beoordeeld aan de hand van de eisen en adviezen uit artikel 6.1 van de NEN-Praktijkrichtlijn Bouwbesluit Ventilatie.

Tijdens het onderzoek is geen bouwfoutje bij aangetroffen die het ventilatiesysteem mogelijk negatief beïnvloed.

## 4. Meer informatie

Als u vragen heeft over uw geschiedenis in relatie tot ventilatie, dan kunt u contact opnemen met de lokale GGD. Zie de website [www.ggd.nl](http://www.ggd.nl) voor contactgegevens van de GGD bij u in de buurt.

Als u algemene informatie zoekt over ventilatie van uw woning kunt u terecht op de website van het ministerie van VROM, in het 'Dossier Ventilatie'. U kunt deze vinden op [www.vrom.nl](http://www.vrom.nl), als u zoekt op de term 'ventilatie'.

Als u meer wilt weten naar het samenbrengen onderhoud van uw ventilatiesysteem kunt u terecht op de website [www.milieustrategie.nl](http://www.milieustrategie.nl). U kunt tips vinden over onderhoud van uw ventilatiesysteem als u zoekt op 'onderhoudsplan' en daarna 'ventilatie'.

Als u vragen heeft over ventilatie en de Nederlandse Bouwregulering (het Bouwbesluit) kunt u terecht op de website van het ministerie van VROM, in het 'Dossier Bouwregulering'. U kunt deze vinden op [www.vrom.nl](http://www.vrom.nl), als u zoekt op de term 'bouwregulering'.

Verder kunnen particuliere woninggegevens ook contact opnemen met de Vereniging Eigen Huis via de website [www.eigenhuis.nl](http://www.eigenhuis.nl) of telefoonnummer 093 - 450 77 50.

Woningzoekers kunnen contact opnemen met de Nederlandse Woningwet via de website [www.woningwet.nl](http://www.woningwet.nl) of telefoonnummer 020 - 551 77 00.

Pagina 6 van 6





## Bijlage 6: Overzicht resultaten inspecties

In deze bijlage zijn de percentages tekortkomingen uit Hoofdstuk 3 nader gespecificeerd. Van elke potentiële tekortkoming is weergegeven in hoeveel woningen het aspect in kaart is gebracht (zonder de woningen waar dit niet van toepassing was of niet kon worden vastgesteld) en in welk aantal woningen dit een werkelijke tekortkoming was.

### Ventilatiecapaciteit

Vraagnummer		Balansventilatie			Mechanische afzuiging		
		Aantal in kaart gebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen	Aantal in kaart gebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen
<b>Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren</b>							
<b>Prestaties</b>							
115-121 159-165	Het totaal van het gemeten (maximale) luchtafvoerdebiet in de woning voldoet niet aan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	150	83	55%	149	103	69%
80-90 149-158	Het totaal van het gemeten (maximale) luchttoevoerdebiet in de woning voldoet niet aan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	104	50	48%	-	-	n.v.t.
115	<sup>33</sup> Luchtafvoerdebiet keuken < 21 dm <sup>3</sup> /s (75 m <sup>3</sup> /uur)	99	42	42%	96	53	55%
117,119	Luchtafvoerdebiet badkamer(s) < 14 dm <sup>3</sup> /s (50 m <sup>3</sup> /uur) <sup>3</sup>	172	88	51%	149	57	38%
116,118	Luchtafvoerdebiet toilet(ten) < 7 dm <sup>3</sup> /s (25 m <sup>3</sup> /uur) <sup>3</sup>	187	67	36%	164	65	40%
81	Luchttoevoerdebiet (mechanisch) woonkamer < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> <sup>3</sup> <sup>2</sup>	131	71	54%	-	-	n.v.t.
82	hoofdslaapkamer < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> <sup>3</sup>	131	79	60%	-	-	n.v.t.
83-87	Luchttoevoerdebiet (mechanisch) overige slaapkamers < 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> <sup>3</sup>	308	170	55%	-	-	n.v.t.
<b>Ontwerp</b>							
253	Aanwezigheid van 1 of meerdere verblijfsruimten zonder ventilatievoorzieningen	150	36	24%	149	37	25%
149-158 159-165 208	De capaciteit van de ventilatie-unit volgens het typeplaatje is lager dan de referentiewaarde voor de ventilatiecapaciteit in de woning (zie Bijlage 4)	145	22	15%	118	33	28%
31	De geschatte (theoretische) capaciteit van de gevelroosters in de woonkamer is lager dan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	-	-	n.v.t.	136	45	33%
45-49	De geschatte (theoretische) capaciteit van de gevelroosters in de slaapkamers is lager dan de referentiewaarde (zie Bijlage 4)	-	-	n.v.t.	147	53	36%
244	De capaciteit van inblaasventiel(en) in één of meer ruimten is te klein voor het benodigde luchttoevoerdebiet in de ruimte	144	42	29%	-	-	n.v.t.
14,15	Geen spuivoorzieningen woonkamer (beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur)	150	8	5%	149	4	3%
33,34	Geen spuivoorzieningen slaapkamers (beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur)	150	1	1%	149	3	2%
<b>Uitvoering</b>							
187	Instellingen debieten van de ventilatie-unit t.b.v. meerstandenknop onjuist laagstand <30% van de hoogstand, en/of laagstand <10% van de middenstand, en/of hoogstand <10% van de middenstand	146	49	34%	143	39	27%
237	Inregelstand ventielen niet geborgd of gemarkeerd	147	89	61%	141	50	35%
238	Op de ventielen is niet vermeld in welke ruimte deze geplaatst horen te zijn	147	89	61%	141	50	35%
238	Geen inregelgegevens aanwezig	121	120	99%	125	120	96%
261	Kanalen niet correct uitgevoerd	121	120	99%	125	120	96%
261	Beoordelingscriteria o.a. bochten, lengte kanalen, type aansluitingen kanaaldelen en afdichting aansluitingen	140	122	87%	138	130	94%
225	De capaciteit van de overstroombvoorzieningen voor luchttransport door de gehele woning is (in 2 of meer ruimten) voldoende voor een goede luchtbalans (zie Bijlage 4)	149	72	48%	143	57	40%
183		149	59	40%	149	47	32%
<b>Onderhoud/Beheer</b>							
Geen potentiële risicofactoren							
<b>Gebruik</b>							
Geen potentiële risicofactoren							

**Luchtkwaliteit**

Vraagnummer		Balansventilatie			Mechanische afzuiging		
		Aantal in kaartgebracht <sup>1</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen	Aantal in kaartgebracht <sup>1</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen
Potentiële tekortkomingen c.q. risico's							
<b>Ontwerp</b>							
229	Inblaas- en afzuigventielen in 1 ruimte liggen op een afstand ≤ 2 m van elkaar	150	7	5%	-	-	n.v.t.
233	Inblaas- en afzuigventielen in 1 ruimte (woonkamer of slaapkamer) zijn zodanig ten opzichte van elkaar geplaatst dat er mogelijk onvoldoende doorspoeling is ('dode hoeken')	150	80	53%	-	-	n.v.t.
249-252	Geen adequate afzuigkap aanwezig in de keuken Geen afzuigkap aanwezig, afzuigkap met motor aangesloten op het afzuigsysteem, afzuigkap met een debiet < 34,7 (125 m³/uur), geen voorziening voor directe luchttoevoer van buiten in de keuken bij aanwezigheid van een afzuigkap met een capaciteit > 83 dm³/s (300 m³/uur).	115	47	41%	123	42	34%
253	Aanwezigheid van 1 of meerdere verblijfsruimten zonder ventilatievoorzieningen	150	36	24%	149	37	25%
274	Locatie van buitenluchtaanzuig of gevelroosters nabij vervuilsbron (bijv. ventilatieluchtafvoer, rookgasafvoer, rioolontluchting)	145	29	20%	149	4	3%
200	Geen ventilatievoorziening aanwezig bij opstelplaats wasautomaat en/of wasdroger	149	36	24%	149	39	26%
227	Afzuigkanalen bij een boven elkaar gelegen keuken en badkamer zijn niet apart uitgevoerd	80	18	23%	76	26	34%
214	Er is een recirculatiesectie aanwezig in het ventilatiesysteem 'Kortsluiting' in het ventilatiesysteem	149	6	4%	-	-	n.v.t.
248	Vastgesteld d.m.v. rookproeven Regelbaarheid	49	29	59%	-	-	n.v.t.
14,15	Geen spuivoorzieningen slaapkamers (beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur)	150	8	5%	149	4	3%
33,34	Gevelroosters niet traploos of op meerdere standen instelbaar	150	1	1%	149	3	2%
52		-	-	n.v.t.	149	36	24%
188	Geen bedieningsschakelaar aanwezig met minimaal 3 standen	149	12	8%	149	8	5%
190	Geen bedieningsschakelaar aanwezig in badkamer en keuken	150	121	81%	149	104	70%
189	Uitstand aanwezig op de bedieningsschakelaar	149	4	3%	147	7	5%
197	Het ventilatiesysteem is niet eenvoudig uit te schakelen door de bewoners in geval van calamiteiten	150	26	17%	148	25	17%
192	Bijv. een stekker die er eenvoudig uit kan, een uitknop bij het systeem of een aparte, duidelijk gemarkeerde groep in de meterkast met een uitschakelaar.	150	29	19%	147	19	13%
51	De bedieningsschakelaar is niet logisch in gebruik	-	-	n.v.t.	149	64	43%
196	Bijv. niet duidelijk in welke stand het ventilatiesysteem staat ingesteld of hoe het systeem in een hogere of lagere stand kan worden geschakeld.	150	150	100%	149	143	96%
197	Gevelroosters niet goed bedienbaar (slecht bereikbaar vanaf de vloer of geen bedieningsmechanisme)	150	150	100%	149	144	97%
53	Geen CO <sub>2</sub> -gestuurde regeling aanwezig op het ventilatiesysteem	-	-	n.v.t.	148	9	6%
204	Geen RV (relatieve vochtigheid)-gestuurde regeling op het ventilatiesysteem	150	150	100%	149	143	96%
226	Onderhoudbaarheid	150	150	100%	149	144	97%
204	Gevelroosters niet makkelijk inwendig schoon te maken door de bewoners	150	150	100%	149	144	97%
226	De roosters zijn niet zonder simpel gereedschap open te maken voor inwendige schoonmaak	150	150	100%	149	144	97%
204	Ventilatie-unit is niet makkelijk bereikbaar voor onderhoud	150	150	100%	149	144	97%
226	minimaal 70 cm vrije ruimte voor de unit	150	150	100%	149	144	97%
193	Kanalen kunnen niet makkelijk worden schoongemaakt	150	150	100%	149	144	97%
204	o.a. geen gladde bochten	150	150	100%	149	144	97%
226	Geen indicatielampje voor filtervervanging aanwezig bij de bedieningsschakelaar	150	150	100%	149	144	97%
204	Geen indicatielampje voor storingen aanwezig bij de bedieningsschakelaar	150	150	100%	149	144	97%
193		143	15	10%	149	40	27%
194		143	70	49%	143	57	40%
		143	128	90%	-	-	n.v.t.
		143	134	94%	-	-	n.v.t.

Vraagnummer		Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen	Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Percentage tekortkomingen
Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren							
<b>Uitvoering</b>							
239,24	Bouwstof aangetroffen in toevoerkanalen Losliggend gruis, spuitpleister, etc.	105	70	67%	-	-	n.v.t.
248	'Kortsluiting' in het ventilatiesysteem Vastgesteld d.m.v. rookproeven	49	29	59%	-	-	n.v.t.
<b>Onderhoud/Beheer</b>							
54	Gevelroosters zijn niet optisch schoon	-	-	n.v.t.	143	22	15%
220	Filters niet optisch schoon	150	64	43%	-	-	n.v.t.
221	Ventilatie-unit inwendig niet optisch schoon	140	50	36%	22	7	32%
222	WTW-blok niet optisch schoon	137	44	32%	-	-	n.v.t.
235	Inblaasventielen zijn niet optisch schoon	145	17	12%	-	-	n.v.t.
236	Afzuigventielen zijn niet optisch schoon Stof of vuil aangetroffen in toevoerkanal	146	41	28%	147	63	43%
239	Bouwstof (Losliggend gruis, spuitpleister, etc.) en ander stof of vuil Filters worden niet voldoende frequent vervangen	105	81	77%	-	-	n.v.t.
RIVM 8b	Minder dan 2x per jaar Geen onderhoudscontract afgesloten	144	67	47%	-	-	n.v.t.
264	Geen jaarlijkse controle op algehele werking van de ventilatie-unit	148	95	64%	146	116	79%
265		148	97	66%	146	119	82%
<b>Gebruik</b>							
RIGO 93	Onjuist gebruik meerstandenknop Bij aanwezigheid staat het ventilatiesysteem in de laagste stand, bij koken en douchen niet in de hoogste stand	144	138	96%	134	129	96%
234	Inblaas/afzuigventielen geblokkeerd door bijv. meubilair	150	15	10%	149	1	1%
<b>Voorlichting</b>							
259	Geen gebruikershandleiding aanwezig	148	13	9%	148	18	12%
260	Geen technische documentatie van de ventilatie-unit aanwezig Er is volgens de bewoners geen mondelinge instructie gegeven	146	37	25%	142	73	51%
263	over het ventilatiesysteem	146	62	42%	145	63	43%

## Thermisch comfort

Vraagnummer		Balansventilatie			Mechanische afzuiging		
		Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantaltekortkomingen	Procentagetekortkomingen	Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantaltekortkomingen	Procentagetekortkomingen
<b>Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren</b>							
<b>Ontwerp - zomer</b>							
212	Geen bypass op de WTW	150	73	49%	-	-	n.v.t.
213	Indien bypass aanwezig: bypass zonder faceklep	76	17	22%	-	-	n.v.t.
14,15	Regelbaarheid Geen spuivoorzieningen woonkamer (beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur)	150	8	5%	149	4	3%
33,34	Geen spuivoorzieningen slaapkamers (beweegbaar onderdeel zoals een (te openen) luik, raam of deur)	150	1	1%	149	3	2%
<b>Ontwerp - winter</b>							
228	De onderlinge afstand tussen inblaasventielen is minder dan 1 m Inblaasventielen zijn op een afstand < 30 cm van plafond of wand aangebracht en niet voorzien van een schone sector	150	37	25%	-	-	n.v.t.
230		150	47	31%	-	-	n.v.t.
219-245	Geen inducerende inblaasventielen of naverwarmer aanwezig	148	7	5%	-	-	n.v.t.
55	Aanwezigheid van gevelroosters op een hoogte lager dan 1,8 m van de vloer	-	-	n.v.t.	148	9	6%
56	De gevelroosters zijn zodanig geplaatst dat er een verhoogd risico is op tocht Inblaasventielen in de woonkamer zijn ongunstig geplaatst t.a.v. tocht	-	-	n.v.t.	148	28	19%
231	plaats ventiel ongunstig ten opzichte van bijv. logische plaats bankstel	149	29	19%	-	-	n.v.t.
232	Inblaasventielen slaapkamer ongunstig geplaatst t.a.v. tocht plaats ventiel ongunstig ten opzichte van bijv. logische plaats bed Geen zelfregelende gevelroosters aanwezig *	149	23	15%	-	-	n.v.t.
50		-	-	n.v.t.	145	66	46%
52	Regelbaarheid Gevelroosters niet traploos of op meerdere standen instelbaar Gevelroosters niet goed bedienbaar	-	-	n.v.t.	148	36	24%
51	Gevelroosters niet goed bedienbaar slecht bereikbaar vanaf de vloer of geen bedieningsmech.	-	-	n.v.t.	148	64	43%
<b>Uitvoering</b>							
243	Er wordt bij inblaasventielen meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van dat ventiel	143	20	14%	-	-	n.v.t.
<b>Onderhoud/Beheer</b>							
Geen potentiële risicofactoren							
<b>Gebruik</b>							
Geen potentiële risicofactoren							

## Installatiegeluidniveau

Vraagnummer		Balansventilatie			Mechanische afzuiging		
		Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Procentagetekortkomingen	Aantal in kaartgebracht <sup>n</sup>	Aantal tekortkomingen	Procentagetekortkomingen
Potentiële tekortkomingen c.q. risicofactoren							
<b>Prestaties</b>							
146	Geluidniveau woonkamer >30 dB(A) in stand waarin de ventilatiecapaciteit voldoet aan het kwaliteitsniveau Bouwbesluit nieuwbouw of anders hoogste stand	127	92	72%	110	59	54%
147-148	Geluidniveau in één of meerdere slaapkamers >30 dB(A) in stand waarin de ventilatiecapaciteit voldoet aan het kwaliteitsniveau Bouwbesluit nieuwbouw of anders hoogste stand	132	114	86%	112	24	21%
<b>Ontwerp</b>							
201-202	Ventilatie-unit is opgesteld op een geluidgevoelige plaats in een inbouwkast in een verblijfsruimte of in open verbinding met de overloop	150	56	37%	122	57	47%
203	steenachtige constructie (>200 kg/m <sup>3</sup> ) gemonteerd bij lichtere wanden: niet op trillingsvrije montagesteun	150	43	29%	121	38	31%
215	Geen of te korte (< 1 m) geluiddemper op luchttoevoerkanaal	149	37	25%	-	-	n.v.t.
217	Geen of te korte (< 0,5 m) geluiddemper op luchtafvoerkanaal	149	28	19%	122	112	92%
<b>Uitvoering</b>							
216	Geen juiste (strakke) montage geluiddemper toevoer (indien geluiddemper aanwezig)	113	71	63%	-	-	n.v.t.
218	Geen juiste (strakke) montage geluiddemper afvoer (indien geluiddemper aanwezig)	121	73	60%	8	4	50%
225	Kanalen niet correct uitgevoerd Beoordelingscriteria o.a. bochten, lengte kanalen, type aansluitingen kanaaldelen en afdichting aansluitingen	149	72	48%	143	57	40%
243	Bij inblaasventielen wordt meer lucht toegevoerd dan de maximale capaciteit van dat ventiel	143	20	14%	122	0	n.v.t.
<b>Onderhoud/Beheer</b>							
221	Ventilatie-unit inwendig niet optisch schoon	140	50	36%	22	7	32%
264	Geen onderhoudscontract afgesloten	148	95	64%	146	116	79%
265	Geen jaarlijkse controle op algehele werking van de ventilatie-unit	148	97	66%	146	119	82%
<b>Gebruik</b>							
RIVM 7g	Het ventilatiesysteem wordt in een lagere stand gebruikt dan door de bewoner gewenst of uitgezet i.v.m. installatiegeluid	150	80	53%	149	70	47%



## Bijlage 7: Bivariate analyses t.b.v. kwaliteit ventilatiesystemen

Een beperkt aantal mogelijke verbanden tussen prestaties en kenmerken van het ventilatiesysteem zijn nader onderzocht. Voor het vergelijken van de gemiddelde prestaties (continue variabele) tussen twee of meer groepen (categoriale variabele) is een Kruskal-Wallisstoets gebruikt. Bij vergelijking van 2 categoriale variabelen (2x2 tabel) is een Fisher's exact toets uitgevoerd.

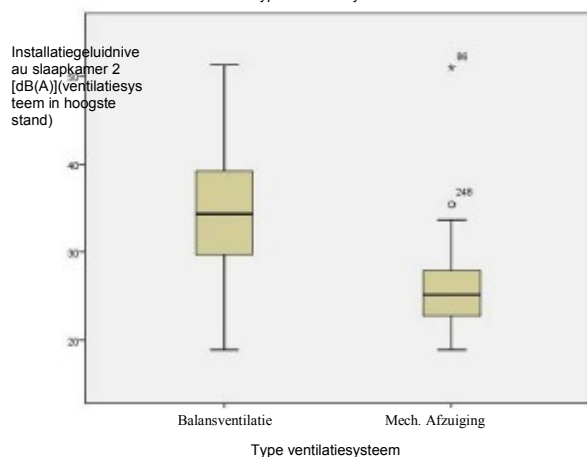
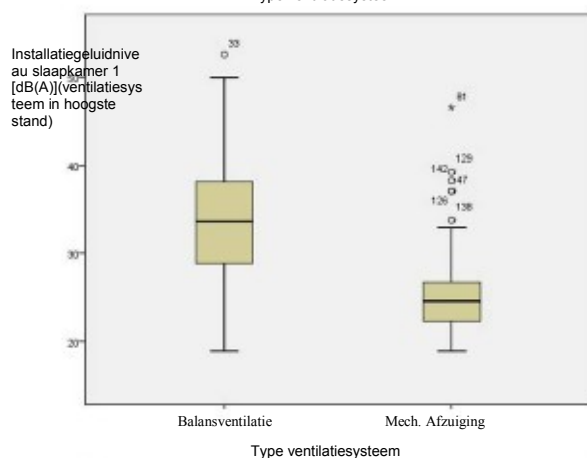
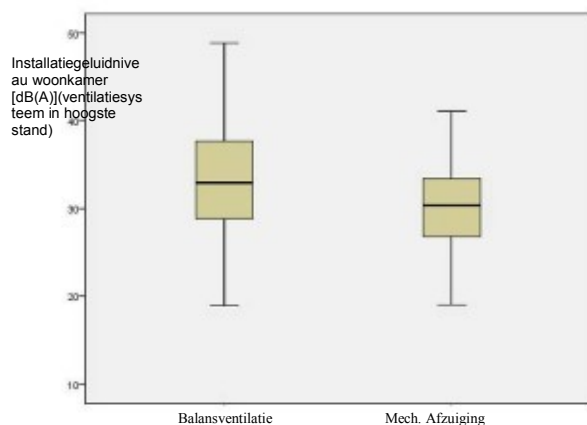
De analyses zijn door het RIVM uitgevoerd in SPSS versie 18.0.2, waarbij BBA de te analyseren relaties tussen variabelen heeft aangegeven.

In de onderstaande tabel is aangegeven welke verbanden zijn onderzocht. In de tabel zijn tevens de resultaten (p-waarden) van de bivariate analyses weergegeven. Vetgedrukte waarden zijn significant ( $p < .05$ ).

	Totaal gemeten luchtafvoerdebit voldoet niet aan referentiewaarde (0=ja, 1=nee)	adequate ventilatiecapaciteit b.v. theoretische capaciteit systeem (0=ja, 1=nee)	Installatie in slaapkamer (0=ja, 1=nee)	Installatie in slaapkamer (0=ja, 1=nee)	Inhoud geluidniveau slaapkamer (0=ja, 1=nee)	Ventilatie-eenheid inwendig optisch schoon(0=ja, 1=nee)	Filters optisch schoon(0=ja, 1=nee)	WTW-blok optisch schoon(0=ja, 1=nee)	Inblaasventielen optisch schoon(0=ja, 1=nee)	Afzuigventielen optisch schoon(0=ja, 1=nee)	Stof of vuil in toevoerkanaal(0=nee, 1=ja)	
Type ventilatiesysteem (1=balansventilatie, 2= mechanische afzuiging)	.017	.000	.000	.000								
Ventilatie-unit op een geluidgevoelige plaats: in een inbouwkast in een verblijfsruimte (0=nee, 1=ja)		.356	.414	.735								
Ventilatie-unit op een geluidgevoelige plaats: in open verbinding met de overloop (0=nee, 1=ja)		.373	.087	.728								
Ventilatie-units op een steenachtige constructie (>200 kg/m <sup>3</sup> ) aangebracht (bij lichtere wanden op een trillingsvrije montagesteun) (0=ja, 1=nee)		.563	.843	.508								
Luchtoevoerkanaal voorzien van een geluiddemper (> 1m) (0=ja, 1=nee)		.001	.016	.010								
Luchtoevoerkanaal voorzien van een adequate geluiddemper (> 1m) (0=geen of een te korte geluiddemper, 1=voldoende lange geluiddemper, onjuist geïnstalleerd, 2=voldoende lange, recht geïnstalleerde geluiddemper)		.004	-.019	.036								
Luchtafvoerkanalen voorzien van een geluiddemper (> 1m) (0=ja, 1=nee)		.017	.047	.084								
Luchtafvoerkanalen voorzien van een adequate geluiddemper (> 0,5m) (0=geen of een te korte geluiddemper, 1=voldoende lange geluiddemper, onjuist geïnstalleerd, 2= voldoende lange, recht geïnstalleerde geluiddemper)		.029	.122	.184								
Onderhoudscontract aanwezig (0=ja, 1=nee)												
Kanalen correct uitgevoerd (0=ja, 1=nee)												
						.864	1.000	.086	1.000	.418	.175	.627
	.963	.529	.379	.765								

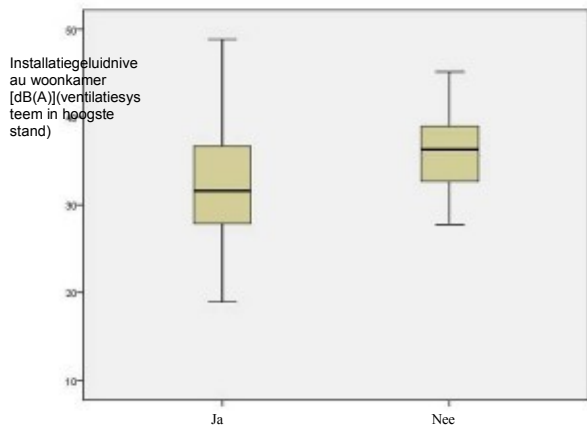
In de onderstaande figuren zijn de resultaten van enkele toetsen visueel weergegeven.

Involed van het type ventilatiesysteem op het gemeten installatiegeluidniveau:

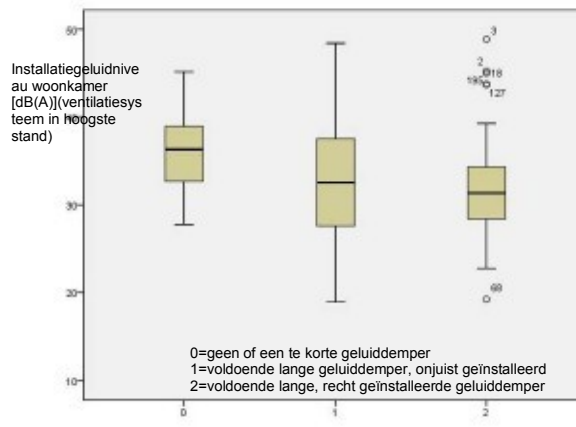




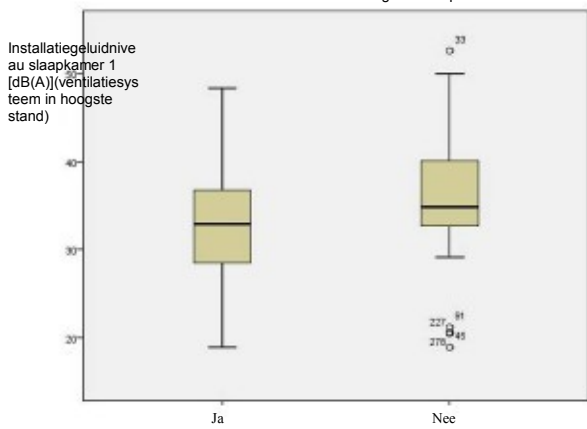
Invloed van een geluiddemper op het luchttoevoerkanaal op het gemeten  
 installatiegeluidniveau:



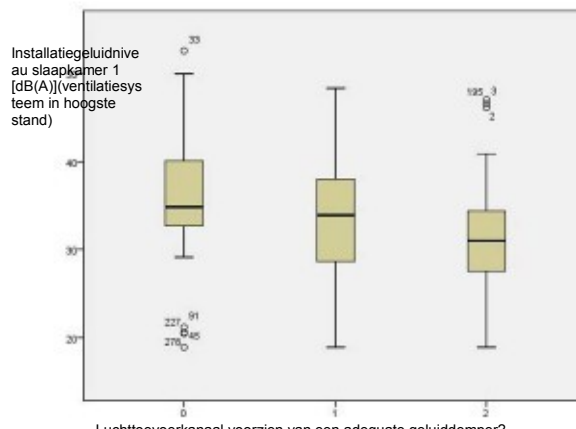
Luchttoevoerkanaal voorzien van een geluiddemper?



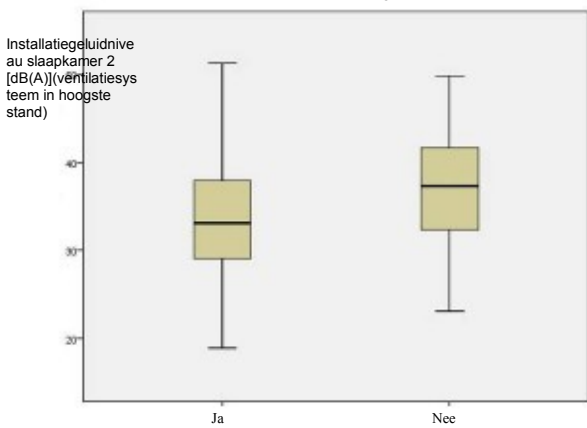
Luchttoevoerkanaal voorzien van een adequate geluiddemper?



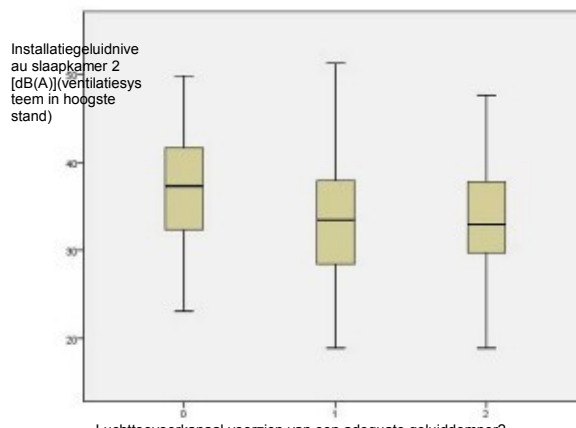
Luchttoevoerkanaal voorzien van een geluiddemper?



Luchttoevoerkanaal voorzien van een adequate geluiddemper?

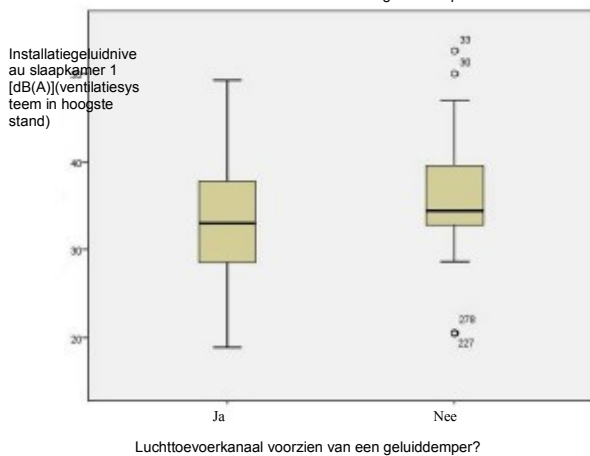
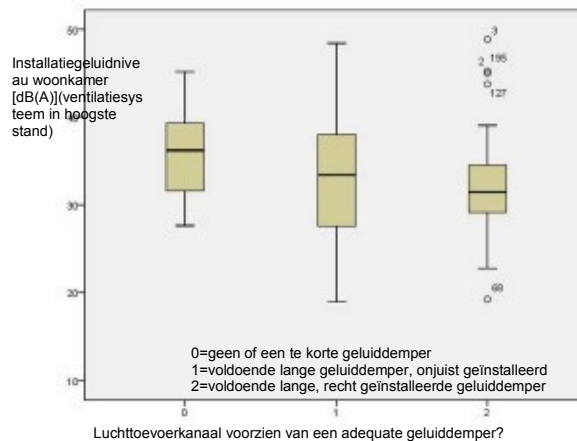
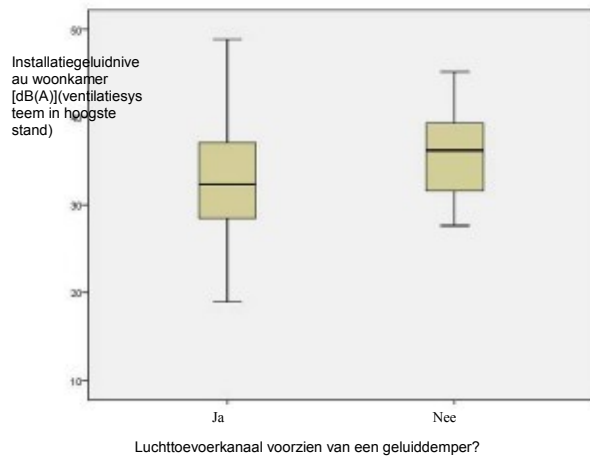


Luchttoevoerkanaal voorzien van een geluiddemper?



Luchttoevoerkanaal voorzien van een adequate geluiddemper?

Invloed van een geluiddemper op het luchtafvoer kanaal op het gemeten  
installatiegeluidniveau:



## Bijlage 8: Samenvatting procesanalyse BBA

Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen

### Aanleiding

BBA Binnenmilieu heeft voor het Ministerie van VROM onderzocht wat de meest voorkomende tekortkomingen aan het ventilatiesysteem zijn in recent gebouwde eengezinswoningen met balansventilatie en woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging.

Hieruit blijkt dat woningen met beide typen ventilatiesystemen veel tekortkomingen hebben ten aanzien van goed ontwerp, uitvoering, beheer & onderhoud en gebruik, en dat ook de meetbare prestaties van de ventilatiesystemen onvoldoende zijn. Zie hiervoor verder de rapportage 'Onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen' van BBA Binnenmilieu (van Dijken & Boerstra, 2011).

Aanvullend is door het Ministerie van VROM de vraag gesteld wat de achterliggende (procesmatige) oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen zijn.

### Onderzoeksvraag

De te beantwoorden onderzoeksvraag is:

Wat zijn de achterliggende (procesmatige) oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen aan het ventilatiesysteem in nieuwbouwwoningen met balansventilatie en in nieuwbouwwoningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging?

### Aanpak

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zijn 2 deelonderzoeken uitgevoerd:

- A. Inventarisatie van de visie van sleutelfiguren in de woningbouw met betrekking tot procesmatige oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen aan ventilatiesystemen in nieuwbouwwoningen;
  - B. Analyse van de bouwdocumentatie van 2 woningen met balansventilatie.
- Hierbij lag de nadruk op het eerste deelonderzoek (Deel A).

### Resultaten Deel A: Inventarisatie visie van sleutelfiguren

26 Sleutelfiguren in de woningbouw hebben een vragenlijst ingevuld over hun persoonlijke ervaringen met en visie op het ontstaan van tekortkomingen in de kwaliteit van woningventilatiesystemen in het bouwproces.

Op basis van de reacties op de vragenlijst kan het volgende geconcludeerd worden over de visie van deze sleutelfiguren ten aanzien van dit onderwerp:

Alle partijen in de bouwkolom zijn verantwoordelijk voor de kwaliteit van ventilatiesystemen in woningen en het voorkomen van tekortkomingen.

Meer aandacht voor kwaliteitsborging is noodzakelijk. Het accent dient daarbij te liggen op de volgende onderdelen:

- Er dient altijd vooraf een goed Programma van Eisen (PvE) te worden opgesteld met eenduidige prestatie-eisen ten aanzien van o.a. ventilatiecapaciteit, geluid en tocht als basis voor het verdere bouwproces. Hierbij dient men zich te realiseren dat het Bouwbesluit wettelijke minimeisen geeft en dat voor extra kwaliteit aanvullende eisen nodig zijn (bijv. ISSO-publicaties geven hiervoor een helder kader).

- Er moet meer aandacht zijn voor een zorgvuldige uitvoering van ventilatiesystemen, bijv. door te werken met gecertificeerde installateurs (BRL 6000-10) of via tussentijdse controles.
  - Er dient gezorgd te worden voor een opleveringscontrole (bijvoorbeeld een Ventilatie Prestatie Keuring conform BRL 8010).
- Om de prestaties uit het PvE te realiseren dient aandacht te zijn voor goed gebruik en onderhoud. Hiervoor is o.a. betere voorlichting aan de eindgebruikers onontbeerlijk. Kosten spelen een belangrijke rol. Om een betere kwaliteit van woningventilatiesystemen te realiseren is het noodzakelijk hier meer in te investeren.
- Gebrek aan kennis bij bouwprofessionals (bijv. installateurs, aannemers en opdrachtgevers) draagt bij aan tekortkomingen.

### Resultaten Deel B: Analyse van de bouwdocumentatie

Om meer inzicht te krijgen in het ontwerp van woningen in relatie tot de gerealiseerde situatie is van een 'relatief slechte' en een 'relatief goede' woning uit het onderzoek naar de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen van BBA Binnenmilieu (van Dijken & Boerstra, 2010) de bouwdocumentatie opgevraagd bij de gemeente en geanalyseerd.

Op basis van de analyse van de 2 woningen kan worden opgemaakt dat vooral de kwaliteit van de uitvoering essentieel is voor de uiteindelijke kwaliteit van het ventilatiesysteem. In de analyse valt op dat van zowel de 'relatief goede' als de 'relatief slechte' woning veel aspecten niet zijn vastgelegd in de bouwdocumentatie. Veel ontwerpbeslissingen blijken dus nog niet te zijn genomen tijdens de ontwerpfase. Aspecten die wel in de bouwdocumentatie zijn vastgelegd, zoals ventilatiedebieten, blijken in werkelijkheid niet overeen te komen met het ontwerp. Veel beslissingen worden dus genomen tijdens de uitvoeringsfase. Hierbij is het risico groot dat keuzen worden gemaakt op basis van kosten of uitvoeringstechnische overwegingen in plaats van op kwaliteitsoverwegingen. Vanwege de beperkte omvang van het onderzoek kunnen echter geen algemene conclusies worden getrokken.

### Overall conclusie

Op basis van beide deelonderzoeken kan worden geconcludeerd dat de achterliggende (procesmatige) oorzaken voor de geconstateerde tekortkomingen aan het ventilatiesysteem in nieuwbouwwoningen zijn:

Gebrek aan kwaliteitsborging. Er is meer aandacht nodig voor een goed Programma van Eisen (PvE) met eenduidige prestatie-eisen, een zorgvuldige uitvoering en controle bij oplevering.

Uitstel van ontwerpbeslissingen tot de uitvoeringsfase. Tijdens de ontwerpfase worden veel aspecten die van belang zijn voor de kwaliteit van woningventilatiesystemen niet vastgelegd in de bouwdocumentatie.

Beperkt budget voor woningventilatiesystemen. Om een betere kwaliteit van woningventilatiesystemen te kunnen realiseren is het noodzakelijk hier meer in te investeren.

Gebrek aan kennis over woningventilatie bij bouwprofessionals.

Onvoldoende voorlichting aan eindgebruikers ten aanzien van gebruik en onderhoud van het ventilatiesysteem.

Dijken F van, Balvers JR, Beuker TC, Boerstra AC (2011) Onderzoek naar procesmatige oorzaken voor tekortkomingen in de kwaliteit van ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen. BBA Binnenmilieu, Rotterdam.

## Bijlage 9: Samenvatting onderzoek RIVM

### Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten

Veel nieuwbouwwoningen in Nederland worden de laatste jaren voorzien van mechanische ventilatiesystemen (balansventilatiesystemen en systemen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging). Los van de hieraan verbonden voordelen zoals energiebesparing door warmteterugwinning (in het geval van balansventilatie), rapporteren bewoners van woningen met mechanische ventilatiesystemen geregeld klachten over het ventilatiesysteem, het binnenmilieu en hun gezondheid. Het gaat daarbij om onder andere onvoldoende ventilatiecapaciteit, tocht, geluidhinder, hoofdpijn en vermoeidheid.

In eerder onderzoek naar klachten van bewoners van woningen met mechanische ventilatiesystemen was geen informatie beschikbaar over het technisch functioneren van deze systemen. Het onderzoek dat in dit rapport gepresenteerd wordt, had als doel meer helderheid te geven over een mogelijke relatie tussen het technisch functioneren van mechanische ventilatiesystemen en zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren binnenmilieu bij bewoners van nieuwbouw (2006-2008) eengezinswoningen. De belangrijkste onderzoeksvragen hierbij waren:

1. Wat is de relatie tussen kwaliteitskenmerken van het ventilatiesysteem en de door bewoners zelf gerapporteerde gezondheid?
2. Wat is de relatie tussen kwaliteitskenmerken van het ventilatiesysteem en de door bewoners ervaren kwaliteit van het binnenmilieu?
3. Is er een verschil in door bewoners zelf gerapporteerde gezondheid en de ervaren kwaliteit van het binnenmilieu tussen woningen met balansventilatie en woningen met natuurlijke toevoer en mechanische afzuiging?

Het onderzoeks- en adviesbureau BBA Binnenmilieu heeft in woningen van 300 zelfgeselecteerde respondenten van een eerder door onderzoeksbureau RIGO uitgevoerd onderzoek bij ruim 2300 bewoners verspreid over Nederland het technisch functioneren van de ventilatiesystemen onderzocht. Gekoppeld hieraan heeft het RIVM bij dezelfde selectie van 300 deelnemers aan het RIGO- en BBA-onderzoek aanvullend vragenlijstonderzoek verricht. De uiteindelijke dataset bestond uit bewoners van 150 eengezinswoningen met balansventilatie en 148 eengezinswoningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging, verspreid over Nederland en opgeleverd tussen juni 2006 en januari 2008.

De vragenlijst van het RIVM bevatte zoveel mogelijk gestandaardiseerde vragen over ervaren gezondheidstoestand (VOEG-13), specifieke gezondheidsklachten (4-DKL) specifieke aan binnenmilieu gerelateerde klachten (MM-040), slaapverstoring (GSK), ervaren binnenmilieu (thermisch comfort, luchtkwaliteit, tocht, muffe lucht, droge lucht, geluidhinder door het ventilatiesysteem) en ervaren regelbaarheid van het ventilatiesysteem. In de statistische analyse van het onderzoek zijn 95 mogelijke relaties van kwaliteitskenmerken van de ventilatiesystemen met zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren binnenmilieu getoetst. Er is een analysemethode toegepast die de kans op toevalsbevindingen door het grote aantal uitgevoerde toetsen verkleint.

De belangrijkste conclusie is dat er geen verschil is in zelfgerapporteerde gezondheid en slaapverstoring tussen bewoners van woningen met balansventilatie en bewoners van woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging. Wel ervaren bewoners

van woningen met balansventilatie het binnenmilieu als minder goed dan bewoners van woningen met natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging. Dit was het geval voor ervaren luchtkwaliteit, ervaren droge lucht, ervaren geluidhinder van het ventilatiesysteem en ervaren regelbaarheid.

Met uitzondering van drie kwaliteitskenmerken vertoonden geen van de onderzochte kenmerken een verband met zelfgerapporteerde gezondheid of ervaren binnenmilieu. Deze drie kwaliteitskenmerken van de ventilatiesystemen hingen als volgt samen met zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren binnenmilieu:

- indien er (in het geval van balansventilatie) 's nachts in de slaapkamer meer geventileerd werd, rapporteerden bewoners minder specifieke gezondheidsklachten;
- indien er bij balansventilatiesystemen sprake was van 'kortsluiting' tussen toe- en afgevoerde lucht (waardoor deze luchtstromen zich met elkaar vermengen) beoordeelden bewoners de luchtkwaliteit als minder goed dan wanneer er geen kortsluiting was;
- bewoners rapporteerden meer geluidhinder door het ventilatiesysteem (zowel bij balansventilatie als bij natuurlijke luchttoevoer en mechanische afzuiging) als er in de gehele woning in de meest gebruikte ventilatiestand 's nachts meer lucht werd afgevoerd.

De bovenstaande associaties met kwaliteitskenmerken van de ventilatiesystemen waren zwak maar wel in overeenstemming met de verwachtingen dat meer ventilatie samenhangt met een betere zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren kwaliteit van het binnenmilieu maar ook met meer geluidhinder. Door de zwakke associaties is het moeilijk om aan te geven of verbeteringen van deze specifieke kenmerken van mechanische ventilatiesystemen zullen leiden tot een betere zelfgerapporteerde gezondheid en binnenmilieu. Door enkele beperkingen in de studieopzet, waaronder een relatief klein aantal deelnemers en het ontbreken van gegevens over veranderingen in zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren binnenmilieu over de tijd, kunnen bestaande relaties tussen het functioneren van het ventilatiesysteem en zelfgerapporteerde gezondheid en ervaren binnenmilieu onopgemerkt zijn gebleven.

Jongeneel WP, Bogers RP, Kamp I van (2011) Kwaliteit van mechanische ventilatiesystemen in nieuwbouw eengezinswoningen en bewonersklachten. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. RIVM Rapport 630789006/2011.