

BBA BINNENMILIEU

**Ventilatie, installatiegeluid en luchtdichtheid
binnen het experiment Garantiewoningen**

Vereniging Eigen Huis



BBA

BINNENMILIEU BV
ONDERZOEK & ADVIES

Casuariestraat 5
Postbus 370
2501 CJ Den Haag
tel 088 2229494
bba@binnenmilieu.nl
www.binnenmilieu.nl

BBA BINNENMILIEU

**Ventilatie, installatiegeluid en luchtdichtheid
binnen het experiment Garantiewoningen**

Vereniging Eigen Huis

Onderzoekers: ir. Froukje van Dijken, BBA Binnenmilieu
ir. Merlijn Huijbers, DGMR
Periode onderzoek: april-mei 2018
Datum rapportage: 25 juni 2018
Projectnummer: BM 20180295
Opdrachtgever: Vereniging Eigen Huis

INHOUD

1	INLEIDING	4
2	ONDERZOEKSOPZET	5
3	PROJECTEN	7
3.1	DELFTSHART	7
3.2	RIDDERRIJK	7
3.3	SCHOEMAKER PLANTAGE	8
4	TECHNISCHE ANALYSE	9
4.1	BESCHIKBARE INFORMATIE	9
4.2	UITGANGSPUNTEN	10
5	BEWONERSERVARINGEN	13
5.1	PRIVATE KWALITEITSBORGING	13
5.2	OPLEVERING	13
5.3	THERMISCH COMFORT.....	13
5.4	VENTILATIE.....	14
5.5	ENERGIEPRESTATIES	16
6	METINGEN EN INSPECTIES	17
6.1	DELFTSHART	17
6.2	RIDDERRIJK.....	19
6.3	SCHOEMAKER PLANTAGE	21
7	CONCLUSIES	23

1 INLEIDING

Met het wetsvoorstel 'Kwaliteitsborging in de bouw' wordt gewerkt aan de invoering van een nieuw stelsel van kwaliteitsborging voor het bouwen. Waar op dit moment de gemeente toetst of met de ontwerptekeningen en -berekeningen aan de eisen van het vigerende bouwbesluit wordt voldaan, moet volgens dit voorstel in de toekomst door de aannemer worden aangetoond dat bij de oplevering van het bouwwerk aan de regelgeving is voldaan. Hiermee moet de bouwkwaliteit verbeteren en de positie van de particuliere en de zakelijke bouwconsument worden versterkt.

Inmiddels zijn in een aantal gemeenten pilots uitgevoerd, waarbij woningen op deze manier zijn gebouwd. Dit betreft het experiment Garantiewoningen.

Vereniging Eigen Huis heeft BBA Binnenmilieu en DGMR gevraagd om steekproefsgewijs na te gaan of woningen binnen een drietal projecten van dit experiment inderdaad minimaal conform Bouwbesluit zijn gebouwd.

Het doel van deze inventarisatie is om een beeld te krijgen of private kwaliteitsborging daadwerkelijk zal leiden tot de gewenste kwaliteitsverbetering ten aanzien van het binnenklimaat en de energieprestaties.

2 ONDERZOEKSOPZET

Steekproefsgewijs is geïnterviewd wat de kwaliteit is van het binnenklimaat en de energieprestatie in woningen die zijn gebouwd binnen het experiment Garantiewoningen.

Hiervoor zijn door Vereniging Eigen Huis 10 woningen uit 3 verschillende bouwprojecten geselecteerd. De woningen zijn afkomstig uit het adressenbestand van Vereniging Eigen Huis. Het betreft allen projecten binnen de gemeente Delft.

De inventarisatie bestond uit de volgende onderdelen:

1. **Technische analyse.** Van elk project is de bouwdocumentatie (ontwerpstukken én dossier kwaliteitsborging) opgevraagd, om na te gaan welke prestatieafspraken ten aanzien van energie en binnenklimaat/comfort van toepassing zijn op de projecten.
2. **Bewonerservaringen.** Tijdens het bezoek aan de woning is de bewoners gevraagd naar hun ervaringen met:
 - de oplevering van de woning;
 - de tevredenheid met het binnenklimaat / het comfort van de woning;
 - de energieprestatie van de woning;
 - het gebruik(sgemak) van de installaties.
3. **Metingen.** In de woningen zijn de volgende metingen verricht:
 - **Ventilatiedebiet.** In alle vertrekken zijn de ventilatiedebieten (mechanische luchttoe- en/of afvoer) gemeten conform de bepalingen in de norm NEN 1087. Deze metingen zijn uitgevoerd in alle woningen. De metingen vonden plaats tussen 20 april en 1 mei 2018.

Het risico bestaat dat bewoners de luchttoe- of afvoerventielen sinds de oplevering hebben versteld, bijvoorbeeld bij het schoonmaken. Daardoor kan de luchttoe- of afvoerhoeveelheid van het ventiel zijn veranderd ten opzichte van de ingeregelde waarde. De bewoners is alleen gevraagd of zij zelf nog aanpassingen hebben gedaan. Het is niet gecontroleerd of de ingeregelde stand op de ventielen is geborgd en of deze op het moment van de metingen nog waren ingesteld op de juiste stand.

- **Installatiegeluid.** In de ingerichte woonkamer en slaapkamer is het geluidniveau¹ van de eigen installaties bepaald conform de BRL 8010:2009 (VentilatiePrestatieKeuring). Indien in een andere ruimte een probleem werd ervaren ten gevolge van installatiegeluid is ook daar een meting verricht. De metingen zijn verricht in de ventilatiestand waarin aan de wettelijke minimumeisen uit het bouwbesluit wordt voldaan (of deze zo dicht mogelijk benadert) en, indien aanwezig, met de warmtepomp in bedrijf. Het gemeten geluidniveau betreft dus een sommatie van bronnen. De geluidmetingen zijn uitgevoerd in alle woningen. De metingen vonden plaats tussen 20 april en 1 mei 2018.

¹ Via de BRL 8010 wordt een op nagalmtijd genormeerd installatiegeluidniveau (L_{iA}) bepaald. In het Bouwbesluit 2012 wordt uitgegaan van het karakteristieke installatiegeluidniveau ($L_{iA,k}$) van een verblijfsgebied.

- *Luchtdichtheid.* De luchtdichtheid van de woningen is conform de norm NEN 2686 bepaald met behulp van een blowerdoor. Deze meting is uitgevoerd in drie woningen (één woning per project). De metingen vonden plaats op 24 april 2018.

Wens was om ook infraroodopnamen te maken met een warmtebeeldcamera om eventuele lucht- en warmtelekken te detecteren. Het maken van (goede) infraroodopnamen was niet mogelijk tijdens de meetperiode vanwege de hoge buitentemperatuur.

3 PROJECTEN

Vereniging Eigen Huis heeft 3 projecten in de gemeente Delft geselecteerd voor de inventarisatie. De deelnemende bewoners zijn geselecteerd uit het adressenbestand van Vereniging Eigen Huis.

3.1 Delftshart

Binnen het project Delftshart zijn twee verschillende typen woningen bekeken; Type B (Amor) en Type D (Roos).

Beide woningtypen zijn voorzien van natuurlijke luchttoevoer via zelfregelende gevelroosters en CO₂-gestuurde mechanische afzuiging. In de hele woning is vloerverwarming aanwezig. De woningen zijn aangesloten op stadsverwarming.

De onderzochte woningen zijn opgeleverd in 2016.

De woningen vallen onder Woningborg-garantie.



Figuur 1. Impressie van het project Delftshart

3.2 Ridderrijk

Van het project Ridderrijk zijn twee hoekwoningen en een tussenwoning bezocht.

De woningen zijn voorzien van mechanische luchttoe- en afvoer met warmteterugwinning (WTW-unit). De woningen zijn aangesloten op stadsverwarming. Warmteafgifte vindt plaats via vloerverwarming op de begane grond en via radiatoren op de verdiepingen.

De woningen zijn opgeleverd in 2016.

De woningen vallen onder Woningborg-garantie.



Figuur 2. Impressie van het project Ridderrijk

3.3 Schoemaker Plantage

Van het project Schoemaker Plantage zijn vier woningen bezocht. Dit betrof twee typen Parkrandwoningen en twee Royale Gezinshuizen.

Het project bestaat uit extra energiezuinige woningen met Nul op de meter (NOM)-garantie. De woningen zijn voorzien van mechanische luchttoe- en afvoer met warmteterugwinning (WTW-unit). Er is een warmtepomp aanwezig voor opwekking van warmtapwater en warmte en koude voor de vloerverwarming/-koeling. Aanvullend is het dak voorzien van zonnepanelen voor opwekking van elektriciteit (geen onderwerp van onderzoek).

De woningen zijn opgeleverd in 2017.

De woningen vallen onder SWK-garantie.



Figuur 3. Impressie van het project Schoemaker Plantage

4 TECHNISCHE ANALYSE

Van de woningen binnen de steekproef is ontwerpdocumentatie aangevraagd. In dit hoofdstuk is aangegeven welke documentatie van elk project beschikbaar was en welke uitgangspunten voor de metingen en inspecties hieruit naar voren kwamen.

4.1 Beschikbare informatie

Van elk project is de bouwdocumentatie opgevraagd bij de gemeente. In Tabel 1 is per project aangegeven welke onderdelen van de gevraagde documentatie is ontvangen.

Tabel 1. Ontvangen bouwdocumentatie per project.

Documentatie	Project		
	Delftshart	Ridderrijk	Schoemaker Plantage
Plattegronden	Ja	Ja	Ja
Doorsneden, aanzichten	Ja	Ja	Ja
EPC-berekening	Nee	Ja, op projectniveau	Ja, op woningniveau
Ventilatiebalans	Nee	Nee	Ja, op woningniveau
Dossier kwaliteitsborging	Deels*	Deels*	Deels**
Inregelrapportage ventilatiesysteem	Eén woning***	Eén woning ***	Eén woning ***
Overig	Technische omschrijving***	Technische omschrijving***	Technische omschrijving***

* Alleen gereedmelding. Bijlagen ontbreken.

** Keuringsplan, Beoordeling ontwerpfase, audits tijdens de bouw. Gereedmelding ontbreekt.

*** Via bewoner.

Het viel op dat de gevraagde informatie via de gemeente niet voor handen leek te zijn. Via de gemeente zijn hoofdzakelijk globale plattegronden en de verklaring gereedmelding door de onafhankelijke toetsers terug te vinden. Details uit het bouw- en opleverdossier, waaronder een ventilatiestaat, inregelrapportages en resultaten van metingen, zijn in de meeste gevallen niet aangeleverd. Ook ontbrak de energieprestatieberekening van één van de projecten.

De aannemer dient het opleverdossier samen met de gereedmeldingsverklaring van de toetsende instantie aan te leveren bij de gemeente. Of dit is gebeurd is onbekend.

Doordat de inventarisatie alleen in de gemeente Delft is uitgevoerd is niet duidelijk of binnen de andere vijf proefgemeenten de informatievoorziening beter gestroomlijnd is.

Omdat niet alle documentatie via de gemeente beschikbaar was is ook bij de aannemer en private kwaliteitsborger documentatie opgevraagd. Dit heeft geen extra documentatie opgeleverd.

4.2 Uitgangspunten

Elke woning dient te voldoen aan de eisen uit het Bouwbesluit 2012 voor nieuwbouw. In de projectdocumentatie is nagegaan welke ontwerpwaarden per woning/project hieruit volgden.

4.2.1 Luchtverversing

De belangrijkste eisen ten aanzien van de capaciteit van het ventilatiesysteem in nieuwbouwwoningen zijn vastgelegd in artikel 3.29 van het Bouwbesluit 2012. Zie het kader hieronder.

De hoeveelheid luchtverversing is afhankelijk van het vloeroppervlak, met uitzondering van de hoeveelheid luchtafzuiging in de toiletruimte, badruimte en keuken.

KADER

Bouwbesluit 2012 - nieuwbouw

Artikel 3.29. Luchtverversing verblijfsgebied, verblijfsruimte, toiletruimte en badruimte

1. Een verblijfsgebied heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 0,9 dm³/s per m² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm³/s.
2. Een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 0,7 dm³/s per m² vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm³/s.
3. Een verblijfsgebied en een verblijfsruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste de in tabel 3.28 aangegeven capaciteit per persoon.
4. Onverminderd het eerste tot en met derde lid heeft een verblijfsgebied of een verblijfsruimte, met een opstelplaats voor een kooktoestel als bedoeld in artikel 4.38 een voorziening voor luchtverversing met een volgens NEN 1087 bepaalde capaciteit van ten minste 21 dm³/s.
5. Een voorziening voor luchtverversing voor meer dan een verblijfsgebied heeft een capaciteit die niet kleiner is dan de hoogste waarde die volgens het eerste en derde lid geldt voor elk afzonderlijk verblijfsgebied. In aanvulling daarop is de capaciteit niet kleiner dan 70% van de som van de waarden die volgens het eerste, derde en vierde lid gelden voor de op die voorziening aangewezen verblijfsgebieden.
6. Een toiletruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 7 dm³/s, bepaald volgens NEN 1087.
7. Een badruimte heeft een voorziening voor luchtverversing met een capaciteit van ten minste 14 dm³/s, bepaald volgens NEN 1087.

Van de Schoemaker Plantage is van elke woning een ventilatiestaat ontvangen (Figuur 4). Hierin staat van elke ruimte in de woning gespecificeerd wat de minimaal benodigde ventilatiecapaciteit moet zijn volgens het Bouwbesluit.

Van de andere woningen ontbreekt een dergelijke ventilatiestaat. Van één woning van Delfshart en één van Ridderrijk zijn de uitgangspunten wel beknopt vastgelegd in de inregelrapportage. Ook van één woning van de Schoemaker Plantage is een inregelrapport ontvangen. De hierin genoemde ventilatiedebieten komen niet overeen met de luchthoeveelheden in de ventilatiestaat. Een voorbeeld van een inregelrapportage is te vinden in Figuur 5.

De beoordelingscriteria die per ruimte zijn gehanteerd zijn opgenomen in de tabellen in Hoofdstuk 6.

Mechanische toe- en afvoer



ruimte	A VG m ²	Q/m ² dm ³ /s per m ²	Q * A dm ³ /s	Q-min dm ³ /s	vent cap dm ³ /s	toevoer		afvoer		interne opening	
						van buiten	uit ruimte	naar buiten	naar ruimte	naar/van	cm ²
woonkamer/keuken	62,08	0,9	55,9	21,0	55,9	41,9	14,0	55,9		entree	168
toilet beganegrond				7,0	7,0		7,0		7,0	entree	84
slaapkamer 1	15,50	0,9	14,0	7,0	14,0	14,0			14,0	overloop	168
slaapkamer 2	7,60	0,9	6,8	7,0	7,0	7,0			7,0	overloop	84
slaapkamer 3	7,60	0,9	6,8	7,0	7,0	7,0			7,0	overloop	84
slaapkamer 4	5,00	0,9	4,5	7,0	7,0	14,0			14,0	overloop	168
badkamer				14,0	14,0			14,0	14,0	overloop	168
toilet 1e verdieping				7,0	7,0			7,0	7,0	overloop	84
berging zolder (wasmachine)*								14,0	14,0	overloop	168
slaapkamer 5	11,55	0,9	10,4	7,0	10,4	14,0			14,0	overloop	168
Totaal toe- / afvoer						97,9		97,9			

eis ≥ 50%
75%

* Geen ventilatie-eis volgens het Bouwbesluit; wél volgens SWK/ Woningborg
100% eis ≥ 70%

Figuur 4. Voorbeeld van een ventilatiestaat (opgesteld voor één van de woningen van het project Schoemaker Plantage (woning S-2)), waarin de minimaal vereiste luchttoe- en afvoerhoeveelheden volgens het Bouwbesluit per ruimte zijn vastgelegd.

INREGELRAPPORT BALANSVENTILATIE

PROJECTNR.	10.342KX			 posibus 3701, 6014 ZG IJerveit Afrikastraat 20, 6014 CC IJerveit																																																																																																									
PROJECT	26 won. Delft																																																																																																												
PROJECTINFO																																																																																																													
OPDRACHTGEVER	BAM Wonen W&R																																																																																																												
ROOSTER AFZUIG	STK																																																																																																												
ROOSTER TOEVOER	STH																																																																																																												
VENTILATORTYPE	WHR 950 RF																																																																																																												
SERIENUMMER	738.803.403																																																																																																												
LUCHTMETERNR.	Flowfinder																																																																																																												
DATUM METING	26-9-2017																																																																																																												
GEMETEN EN STAND	3																																																																																																												
UITGEVOERD DOOR	R. Schroyen																																																																																																												
BOUWNUMMER	17																																																																																																												
INSTELLING VENTILATOR	Toevoer	Afvoer																																																																																																											
Hoog (3)	72 %	85 %	%																																																																																																										
Midden (2)	44 %	51 %	%																																																																																																										
Laag (1)	25 %	25 %	%																																																																																																										
WASEMKAAP	NVT																																																																																																												
Akkoord Eindschrijver:	paraaf: 																																																																																																												
naam:	H. Korsien																																																																																																												
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">A = AFVOER</th> <th rowspan="2">T = TOEVOER</th> <th colspan="2">Gemeten</th> </tr> <tr> <th>ontwerp m³/h</th> <th>ruoster- stand</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>vertrek</td> <td></td> <td>m³/h</td> <td>m³/h</td> </tr> <tr> <td>Keuken 1</td> <td>A</td> <td>65</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Keuken 2</td> <td>A</td> <td>65</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Keuken 3</td> <td>A</td> <td>60</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Toilet 1</td> <td>A</td> <td>25</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Toilet 2</td> <td>A</td> <td>35</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Badkamer 1</td> <td>A</td> <td>50</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Badkamer 2</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>WM Opstelling</td> <td>A</td> <td>50</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Berging</td> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>A</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Totaal Afvoer</td> <td></td> <td>350</td> <td>351</td> </tr> <tr> <td>Woonkamer 1</td> <td>T</td> <td>35</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Woonkamer 2</td> <td>T</td> <td>35</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>Woonkamer 3</td> <td>T</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Woonkamer 4</td> <td>T</td> <td>40</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>Woonkamer 5</td> <td>T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Slaapkamer 1</td> <td>T</td> <td>30-30</td> <td>32-30</td> </tr> <tr> <td>Slaapkamer 2</td> <td>T</td> <td>25</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Slaapkamer 3</td> <td>T</td> <td>35</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>Slaapkamer 4</td> <td>T</td> <td>45</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Slaapkamer 5</td> <td>T</td> <td>35</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td></td> <td>T</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Totaal Toevoer</td> <td></td> <td>350</td> <td>350</td> </tr> </tbody> </table>				A = AFVOER	T = TOEVOER	Gemeten		ontwerp m ³ /h	ruoster- stand	vertrek		m ³ /h	m ³ /h	Keuken 1	A	65	7	Keuken 2	A	65	7	Keuken 3	A	60	7	Toilet 1	A	25	1	Toilet 2	A	35	1	Badkamer 1	A	50	4	Badkamer 2	A			WM Opstelling	A	50	2	Berging	A				A				A			Totaal Afvoer		350	351	Woonkamer 1	T	35	34	Woonkamer 2	T	35	35	Woonkamer 3	T	40	40	Woonkamer 4	T	40	40	Woonkamer 5	T			Slaapkamer 1	T	30-30	32-30	Slaapkamer 2	T	25	27	Slaapkamer 3	T	35	34	Slaapkamer 4	T	45	43	Slaapkamer 5	T	35	35		T			Totaal Toevoer		350	350
A = AFVOER	T = TOEVOER	Gemeten																																																																																																											
		ontwerp m ³ /h	ruoster- stand																																																																																																										
vertrek		m ³ /h	m ³ /h																																																																																																										
Keuken 1	A	65	7																																																																																																										
Keuken 2	A	65	7																																																																																																										
Keuken 3	A	60	7																																																																																																										
Toilet 1	A	25	1																																																																																																										
Toilet 2	A	35	1																																																																																																										
Badkamer 1	A	50	4																																																																																																										
Badkamer 2	A																																																																																																												
WM Opstelling	A	50	2																																																																																																										
Berging	A																																																																																																												
	A																																																																																																												
	A																																																																																																												
Totaal Afvoer		350	351																																																																																																										
Woonkamer 1	T	35	34																																																																																																										
Woonkamer 2	T	35	35																																																																																																										
Woonkamer 3	T	40	40																																																																																																										
Woonkamer 4	T	40	40																																																																																																										
Woonkamer 5	T																																																																																																												
Slaapkamer 1	T	30-30	32-30																																																																																																										
Slaapkamer 2	T	25	27																																																																																																										
Slaapkamer 3	T	35	34																																																																																																										
Slaapkamer 4	T	45	43																																																																																																										
Slaapkamer 5	T	35	35																																																																																																										
	T																																																																																																												
Totaal Toevoer		350	350																																																																																																										

Figuur 5. Voorbeeld van een inregelrapportage (opgesteld voor één van de woningen van het project Schoemaker Plantage (woning S-2)). De ontwerpwaarden komen niet volledig overeen met de ventilatiestaat (Figuur 4). De gemeten waarden uit de inregelrapportage komen niet overeen met de uitgevoerde metingen voor deze inventarisatie.

4.2.2 Installatiegeluid

In het bouwbesluit is vastgelegd dat het geluidniveau ten gevolge van installaties in woningen (o.a. mechanische ventilatie, warmwatertoestel) niet hoger mag zijn dan 30 dB, zie onderstaand kader.

KADER

Bouwbesluit 2012 - nieuwbouw

Afdeling 3.2. Bescherming tegen geluid van installaties, nieuwbouw

Artikel 3.9. Zelfde perceel

2. Een mechanische voorziening voor luchtverversing, warmteopwekking of warmteterugwinning veroorzaakt in een niet-gemeenschappelijke verblijfsruimte van de gebruiksfunctie een volgens NEN 5077 bepaald karakteristiek installatie-geluidsniveau van ten hoogste de in tabel 3.7 aangegeven waarde. <voor woningen is dit 30 dB>

4.2.3 Luchtdichtheid

In het bouwbesluit zijn minimale eisen vastgelegd ten aanzien van de luchtdichtheid van gebouwen. De luchtvolumestroom ($q_{v;10}$) mag niet groter zijn dan 200 dm³/s bij een drukverschil van 10 Pa, uitgaande van een gebouw van 500 m³.

Vanuit het oogpunt van energiezuinigheid worden normaliter verscherpte eisen gehanteerd. Deze zijn per project vastgelegd in de EPC.

Tabel 2. Projectsamenstapende eisen voor de luchtdichtheid van de woning.

Project	Luchtvolumestroom $q_{v;10}$	Opmerkingen
Delftshart	<0,63 dm ³ /s m ² *	EPC-berekening, Aveco de Bondt, 3-12-2014
Ridderrijk	Onbekend	Geen EPC-berekening ontvangen
Schoemaker Plantage	<0,25 dm ³ /s m ²	EPC-berekening, Technisch adviesbureau Crone, 13-5-2016

* EPC-berekening geldt voor woningtype B zonder zonwering.

5 BEWONERSERVARINGEN

Tijdens het bezoek aan de woningen is de bewoners gevraagd naar de bekendheid met private kwaliteitsborging en hun ervaringen met de oplevering van hun woning, het binnenklimaat/comfort en de energieprestaties.

5.1 Private kwaliteitsborging

Weinig bewoners waren op de hoogte van de geplande overgang naar Private Kwaliteitsborging. Bij slechts twee bewoners was bekend dat hun eigen woning deel uit maakte van het experiment Garantiewoningen.

Het gros van de bewoners vindt dat het geen verschil moet uitmaken of een woning getoetst wordt door een deskundige van de gemeente of van een privaat bedrijf.

“Bij toetsing is sowieso normering nodig.”

“Private kwaliteitsborging biedt ook de kans om specialisten in te huren.”

Echter, men zet in het geval van Private Kwaliteitsborging ook vraagtekens bij de onafhankelijkheid van de toetsers, aangezien deze wordt betaald door de aannemer.

5.2 Oplevering

Rondom de oplevering ontvingen de meeste bewoners alleen de garantiebepaling. Specifieke informatie over de opgeleverde kwaliteit van bijv. het ventilatiesysteem ontbrak meestal. Drie bewoners hebben een inregelrapportage van het ventilatiesysteem ontvangen.

“Ik weigerde, op advies van de keurder van Vereniging Eigen Huis, de oplevering te tekenen als ik geen inregelrapport zou krijgen van het ventilatiesysteem. Toen kreeg ik het na enige moeite alsnog.”

De bewoners van Delftshart en Schoemaker Plantage hadden het meest te maken met opleverpunten op het gebied van energie en binnenklimaat.

Bij Delftshart betrof dit in meerdere woningen de vloerverwarming: lekkages van verwarmingsleidingen en de drukmeter, niet geplaatste naregelingen. De meeste zaken zijn volgens de bewoners afgehandeld, maar nog niet bij iedereen.

In een deel van de woningen van het project Schoemaker Plantage is installatiegeluid ten gevolge van de warmtepomp een restpunt waarvoor nog een oplossing wordt gezocht.

5.3 Thermisch comfort

Bij alle projecten wordt het thermisch comfort (temperatuur in de woning) in het algemeen redelijk tot goed ervaren.

De temperatuur in de winter is overal redelijk aangenaam. In sommige woningen ervaren de bewoners wel grote verschillen tussen boven en beneden.

Niet in alle woningen van Delftshart is het mogelijk om de temperatuur per (slaap)kamer na te regelen. Dit was een kopersoptie. De naregeling in de woningen

bleek bovendien verkeerd te zijn aangesloten. De verwarming boven kan alleen worden aangezet als de verwarming ook beneden aan is. Volgens de geïnterviewde bewoner is dit probleem nog niet bij iedereen opgelost.

Opvallend is dat bewoners van de Schoemaker Plantage en Delftshart vaker koude voeten ervaren dan verwacht, ondanks de aanwezigheid van vloerverwarming. De woningen zijn zo goed geïsoleerd of hebben voldoende zoninstraling gedurende de dag dat de vloerverwarming niet aanslaat.

“In de winter is de temperatuur in de woonkamer goed, maar voelt de vloer koud aan. We zetten daarom vaak even de verwarming aan. Maar dan wordt de ruimte al snel te warm.”

Het viel op dat vrijwel alle bewoners tocht ervaren in de gang vanwege een slecht sluitende voordeur. Ook de schuifpuien sluiten niet overal goed.

“Zowel de voordeur als het kozijn zijn niet goed, waardoor je zo naar buiten kijkt”

Het viel op dat meerdere bewoners van Delftshart en Ridderrijk aangaven dat het in de zomer snel warm wordt. Dit wordt verholpen door bijv. zelf zonwering aan te brengen en ramen en deuren te openen aan de schaduwkant.

“Zonder zonwering kwam de temperatuur in de woonkamer in de zomer uit op 26/27 graden.”

In de Schoemaker Plantage zijn de woningen voorzien van koeling. Aangezien de woningen pas afgelopen najaar zijn opgeleverd hebben de bewoners nog geen zomer meegemaakt. De bewoners geven al wel aan nog niet te begrijpen vanaf welke binnentemperatuur de installatie gaat koelen. Bij de eerste warme dagen leek de koeling nog niet te worden geactiveerd, terwijl de temperatuur binnen al opliep tot boven de 22°C. Het activeren van koeling via de thermostaatknop wordt als erg complex ervaren.

5.4 Ventilatie

Bij Delftshart zijn twee van de drie bewoners ontevreden over de luchtkwaliteit. Eén bewoner geeft aan dat de lucht het hele jaar droog aanvoelt. Een ander zegt altijd de ramen en in de winter binnendeuren open te zetten voor goede luchtverversing.

“Ik heb zelf een CO₂-meter aangeschaft. Bij een slechte luchtkwaliteit word ik wakker. De CO₂-meter geeft op zo'n moment in de slaapkamer een waarde van 1600 ppm aan! Tijdens de bouw heb ik gevraagd om een CO₂-sensor in de slaapkamers. Deze waren er niet en konden ook niet worden besteld.”

De geïnterviewde bewoners van Ridderrijk zijn tevreden over de luchtkwaliteit in hun woning. Alle bewoners ventileren standaard met het ventilatiesysteem op de laagste stand (stand 1), maar ze hebben vrijwel altijd de ramen of binnendeuren open. Eén bewoner geeft aan hoofdpijn te ervaren bij het wakker worden, wanneer in de winter de ramen en binnendeuren in de slaapkamers gesloten blijven tijdens het slapen.

Bij de Schoemaker Plantage ervaart men de luchtkwaliteit als redelijk. In de winter vinden alle bewoners de lucht binnen te droog.

Het onderhoud van de WTW-units vinden de bewoners van Ridderrijk en de Schoemaker Plantage allemaal eenvoudig. Een aantal merkt op dat filters sneller dan verwacht vervuilen. De mate van onderhoud verschilt wel tussen de bewoners. Eén bewoner heeft een onderhoudscontract afgesloten.

"Ik probeer elke week de filters te stofzuigen, maar dat lukt niet altijd. Als de afzuigventielen vies zijn wordt de toevoer minder."

"Onderhoud van het ventilatiesysteem is erg makkelijk. Ik maak de filters eens in de 3 maanden schoon. Ik heb ze sinds we hier in augustus 2016 zijn komen wonen nog nooit vervangen"

De bewoners van Delftshart hebben hun ventilatiesysteem meestal op de automatische stand staan. De ventilatie wordt dan geregeld op basis van de CO₂-concentratie. Bij één van de woningen is de CO₂-sensor kapot.

Bij Ridderrijk en de Schoemaker Plantage staat het ventilatiesysteem in de meeste woningen op stand 1, vanwege het geluid. In de Schoemaker Plantage was ventilatie op stand 1 ook de instructie van de aannemer om binnen de energiebundel te blijven.

"Ik ben niet tevreden over het geluid van het ventilatiesysteem als de ventilatie 's nachts op 2 staat. Stand 1 is dan de max. Beneden gaat het wel goed."

In de energiezuinige woningen van de Schoemaker Plantage wordt het installatiegeluid zowel veroorzaakt door het ventilatiesysteem als door de warmtepomp. Deze laatste produceert het meeste geluid in geval van het verwarmen van tapwater. De bewoners van de zogenaamde Parkrandwoningen geven aan hinder te ondervinden van het geluid van de warmtepomp. Het gaat hierbij om een lage toon en voelbare trilling. De aannemer en ontwikkelaar zijn hiervan op de hoogte en zijn op zoek naar een oplossing. De bewoners van de Royale Gezinshuizen hebben hier minder last van.

De bewoners van Ridderrijk en Delftshart zijn tevreden met de informatievoorziening over de installaties in de woning. De bewoners van de Schoemaker Plantage zijn daarentegen ontevreden. De informatie was volgens hen veelal te beknopt of juist te technisch.

"Bij de oplevering is het wel verteld, maar er komt zoveel informatie op je af. Na een paar weken komen er soms nog zaken boven, maar met behulp van de boekjes was het vrij goed te herleiden."

"Informatie was vooral technisch, niet op de bewoners gericht"

"Wij zijn niet goed geïnformeerd. Hier is de handleiding was het. Wel uitleg over wat het systeem doet, maar error codes zijn onduidelijk. Dagelijkse handelingen zijn wel duidelijk."

5.5 Energieprestaties

In de woningen met stadsverwarming (projecten Delftshart en Ridderrijk) gaven vrijwel alle bewoners aan dat de energiekosten hoger waren dan verwacht. Dit wijten ze aan de hoge kosten per eenheid warmte die voor stadsverwarming worden gerekend.

“We hadden verwacht dat de energiekosten lager waren. Stadsverwarming is vrij duur.”

“We gebruiken restwarmte, maar betalen hier meer voor dan verwarming met een cv-ketel”

Het project Schoemaker Plantage betreft extra energiezuinige woningen volgens het Nul op de meter-principe. Per woning is er een energiebudget vastgesteld. Wanneer de bewoners niet meer energie gebruiken dan is toegestaan conform het energiebudget, zullen ze gedurende 10 jaar geen energiekosten hebben (nul op de meter). De bewoners hebben er in het algemeen vertrouwen in dat ze het vastgestelde energiebudget zullen opwekken met de PV-panelen op hun dak. De gezinnen (meer dan twee personen) verwachten wel dat hun verbruik hoger zal komen te liggen dan het beschikbaar gestelde budget, omdat dit budget voor hun situatie niet toereikend is.

6 METINGEN EN INSPECTIES

In de woningen zijn metingen verricht van de hoeveelheid luchtverversing, het installatiegeluid en de luchtdichtheid. In dit hoofdstuk worden de resultaten weergegeven.

6.1 Delftshart

In de onderstaande paragrafen zijn de resultaten van de metingen in de woningen van Delftshart te vinden.

6.1.1 Luchtverversing

De resultaten van de ventilatiedebietmetingen zijn te vinden in Tabel 3.

In alle woningen zijn de metingen verricht met het ventilatiesysteem in de hoogste stand. In alle woningen blijkt dat er in één of meerdere ruimten onvoldoende luchtafvoer plaatsvindt.

Bij woning D-2 en D-3 lijkt voldoende capaciteit aanwezig te zijn, maar is de verdeling tussen de ruimten niet optimaal. In woning D-3 lijkt de hoeveelheid afzuiging in de keuken onvoldoende, maar één van de twee ventielen was niet bereikbaar voor metingen.

In woning D-1 lijkt de totale hoeveelheid luchtafzuiging van het ventilatiesysteem tekort te komen ten opzichte van de vereiste hoeveelheid luchtafzuiging. Echter, niet alle ventielen konden gemeten.

De bewoners geven aan dat zij de stand van de ventielen niet (bewust) hebben veranderd.

Tabel 3. Ventilatie debieten gemeten conform NEN1087 in de woningen van Delftshart. Tekorten >5% ten opzichte van de wettelijke minimumeisen zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Ventilatiedebiet [m ³ /uur]					
	Woning D-1		Woning D-2		Woning D-3	
	vereist*	gemeten (stand 3)	vereist	gemeten (stand 3)	vereist	gemeten (hoog)
Luchtafvoer						
Keuken (1)	-75	-45	-75	-67	-75	-30
Keuken (2)	-75	-52	-75	n.m.	-75	n.m.
Toilet (bg)	-25	-21	-25	-26	-25	-36
Badkamer	-50	n.m.	-50	-56	-50	-37
Toilet (verd.)	-25	-44			-25	-76
Zolder (technische ruimte)	-50	n.m.	-50	n.m.	-50	n.m.

* Geen ventilatiestaat of inregelrapportage ontvangen. Deze woning is vergelijkbaar met woning D-3.
n.m. = niet meetbaar (bijv. omdat het meetapparaat niet op het toevoerventiel geplaatst kon worden)

Het ventilatiesysteem in de onderzochte woningen is CO₂-gestuurd. Bij dit systeem wordt de hoeveelheid luchtverversing verminderd wanneer de CO₂-concentratie in de

woning voldoende laag is. Hiervoor zijn in deze woningen in de woonkamer en in de ventilatie-unit CO₂-sensoren aanwezig. De laatste sensor meet de CO₂-concentratie in het totaal van de afgezogen lucht. Hieruit volgt dus een gemiddelde van CO₂-concentratie in de hele woning. Gezien de plaats van de sensoren kan geen juiste aansturing van het ventilatiesysteem plaatsvinden. Wanneer alle bewoners overdag in de woonkamer aanwezig zijn zal het ventilatiesysteem nog wel op tijd optoeren. Echter, wanneer 's nachts alleen de slaapkamers in gebruik zijn wordt geventileerd op basis van de gemiddelde CO₂-concentratie in de woning in plaats van de werkelijke CO₂-concentratie in de slaapkamers. 's Nachts zal met het ventilatiesysteem in de automatische stand in de slaapkamers dus onvoldoende luchtverversing plaatsvinden.

6.1.2 Installatiegeluid

De resultaten van de metingen van het installatiegeluid zijn te vinden in Tabel 4. Het geluidniveau van de installaties werd in deze woningen hoofdzakelijk bepaald door de mechanische afzuiging.

Op één ruimte na wordt in alle woningen aan de wettelijke eisen voldaan. De ruimte waar de grenswaarde van 30 dB wordt overschreden betreft een slaapkamer op zolder. De ruimte is gelegen naast de technische ruimte, waarbij de ventilatie-unit aan de scheidingwand tussen deze ruimten hangt.

Tabel 4. Installatiegeluidniveau (L_{IA}) bepaald volgens BRL 8010 in de woningen van Delftshart. Waarden hoger dan 30 dB(A) zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Installatiegeluidniveau [dB(A)]		
	Woning D-1	Woning D-2	Woning D-3
	stand 3	stand 3	hoog
Woonkamer	29	29	28
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)		23	22
Slaapkamer zolder		31	

6.1.3 Luchtdichtheid

Van woning D-1 is de luchtdichtheid bepaald. In Tabel 5 is zijn de resultaten van de luchtdichtheidsmeting weergegeven.

De twee-onder-één-kapwoning voldoet aan de uitgangspunten zoals vastgelegd in de EPC. Uitgaande van eenzelfde bouwwijze bij de andere woningen wordt verwacht dat hier ook de vereiste luchtdichtheid wordt behaald.

Merk op dat door de meetopstelling, waarbij de ventilator in het kozijn van de voordeur wordt geplaatst, eventuele kieren rondom de voordeur niet zichtbaar zijn in het meetresultaat.

Tabel 5. De luchtdichtheid bepaald conform de norm NEN 2686 in één van de woningen van Delftshart (woning D-1). Overschrijding van het in de EPC vastgestelde uitgangspunt is vetgedrukt in rood aangegeven.

Adres	Luchtvolumestroom $q_{v,10}$		Gebruiksoppervlak
	vereist	gemeten	
Woning D-1	0,63 dm ³ /s m ²	0,56 dm ³ /s.m ²	190 m ²

6.2 Ridderrijk

In de onderstaande paragrafen zijn de resultaten van de metingen in de woningen van het project Ridderrijk te vinden.

6.2.1 Luchtverversing

De gemeten hoeveelheid luchttoe- en afvoer in de onderzochte woningen is weergegeven in Tabel 6.

In alle woningen zijn de metingen verricht met het ventilatiesysteem in de hoogste stand om de vereiste waarden uit het Bouwbesluit het best te benaderen. De totale luchttoevoerhoeveelheid voldoet aan de vereiste waarde. In elke woning zijn echter meerdere ruimten waar het vereiste ventilatiedebiet niet wordt gehaald. In een aantal ruimten worden aanzienlijke afwijkingen geconstateerd. Dit duidt erop dat het ventilatiesysteem niet of niet goed is ingeregeld.

De bewoners van woning R-2 en R-3 geven aan dat zij de regelinstellingen van de ventilatie-unit en de stand van de ventielen niet (bewust) hebben veranderd. In woning R-1 heeft de bewoner de regelinstellingen wel aangepast vanwege installatiegeluid (zie ook paragraaf 6.2.2).

Tabel 6. Ventilatiedebieten gemeten conform NEN1087 in de woningen van Ridderrijk. Tekorten >5% ten opzichte van de wettelijke minimumeisen zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Ventilatiedebiet [m ³ /uur]					
	Woning R-1		Woning R-2		Woning R-3	
	vereist*	gemeten (stand 3)	vereist*	gemeten (stand 3)	vereist	gemeten (stand 3)
Luchttoevoer						
Woonkamer	122	103	122	135	122	154
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)	80	91	80	77	80	76
Slaapkamer 2	40	43	40	36	40	30
Slaapkamer 3	39	38	39	34	39	25
Luchtafvoer						
Keuken (1)	-125	-78	-125	n.m.	-125	-69
Keuken (2)	-31	-67	-31	-23	-31	-46
Toilet	-25	-29	-25	-28	-25	-44
Badkamer 1	-50	-54	-50	-55	-50	-46
Zolder (technische ruimte)	-50	n.m.	-50	n.m.	-50	n.m.

* Geen ventilatiestaat of inregelrapportage ontvangen. Benodigde debieten zijn overgenomen van de inregelrapportage van Woning R-3 (vergelijkbare woning).

n.m. = niet meetbaar (bijv. omdat het meetapparaat niet op het toevoerventiel geplaatst kon worden)

6.2.2 Installatiegeluid

De resultaten van de metingen van het installatiegeluid in de woningen zijn te vinden in Tabel 7. Het installatiegeluidniveau werd in de verblijfsruimten van deze woningen hoofdzakelijk bepaald door de mechanische ventilatie (luchttoe- en afvoer).

In nagenoeg alle ruimten waar is gemeten ligt het installatiegeluidniveau boven de grenswaarde van 30 dB(A).

Opvallend is het geluidniveau in woning R-1. Dit was sterk tonaal van aard, wat extra hinderlijk kan zijn. Deze situatie was er volgens de bewoner al vanaf het begin. Het gemeten geluidniveau is zodanig hoog dat dit voor oplevering al aan het licht had moeten komen.

In een lagere ventilatiestand is het geluidniveau van het ventilatiesysteem aanzienlijk lager. Echter, in deze stand is de hoeveelheid luchtverversing in de slaapkamer onvoldoende (minder dan de helft dan vereist volgens het Bouwbesluit).

Tabel 7. Installatiegeluidniveau (L_{IA}) bepaald volgens BRL 8010 in de woningen van Ridderrijk. Waarden hoger dan 30 dB(A) zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Installatiegeluidniveau [dB(A)]		
	Woning R-1	Woning R-2	Woning R-3
	stand 3	stand 3	stand 3
Woonkamer	43	36	34
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)	41	36	30
Slaapkamer 3	45		

6.2.3 Luchtdichtheid

Van woning R-3 is de luchtdichtheid bepaald.

Met de gemeten $q_{v,10}$ van $0,84 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ wordt voldaan aan de bouwbesluiteisen; omgerekend naar de grootte van deze woning geldt een maximale luchtdoorlatendheid van $1,04 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$. Omdat de EPC-berekening voor dit project ontbreekt, kan niet worden vastgesteld of de vereiste energieprestatie hiermee worden behaald. Voor een recent gebouwde hoekwoning is de gemeten luchtdichtheid weinig ambitieus.

Merk op dat door de meetopstelling, waarbij de ventilator in het kozijn van de voordeur wordt geplaatst, eventuele kieren rondom de voordeur niet zichtbaar zijn in het meetresultaat.

Tabel 8. De luchtdichtheid bepaald conform de norm NEN 2686 in één van de woningen van Ridderrijk (Woning R-3).

Adres	Luchtvolumestroom $q_{v,10}$		Gebruiksoppervlak
	vereist	gemeten	
Woning R-3	onbekend	$0,84 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$	140 m^2

6.3 Schoemaker Plantage

De resultaten van de metingen in de woningen van het project Schoemaker Plantage zijn in de volgende paragrafen weergegeven.

6.3.1 Luchtverversing

De gemeten ventilatiedebieten van de woningen van de Schoemaker Plantage zijn opgenomen in Tabel 9.

In alle woningen is gemeten met het ventilatiesysteem in stand 3 om te kunnen voldoen aan de eisen uit het Bouwbesluit.

Er is een duidelijk verschil zichtbaar tussen Parkrandwoningen (S-1 en S-2) en de Royale Gezinshuizen (S-3 en S-4).

In de twee Parkrandwoningen wordt op de hoogste stand (stand 3) onvoldoende geventileerd. Niet alleen wordt in meerdere ruimten onvoldoende lucht toe- of afgevoerd, ook het totale luchttoevoerdebiet op stand 3 voldoet niet aan de opgegeven waarden uit de ventilatiestaat.

In de Royale Gezinshuizen ligt het totale ventilatiedebiet op stand 3 wel boven de minimaal vereiste capaciteit (op stand 2 wordt de vereiste capaciteit niet gehaald). In slechts enkele ruimten ligt de benodigde hoeveelheid luchtverversing iets lager. Dit is eenvoudig te verhelpen door het ventilatiesysteem opnieuw in te regelen.

De bewoners geven allen aan dat zij de regelinstellingen van het ventilatiesysteem en de stand van de ventielen niet (bewust) hebben veranderd.

Tabel 9. Ventilatiedebieten gemeten conform NEN1087 in de woningen van de Schoemaker Plantage. Tekorten ten opzichte van de wettelijke minimumeisen zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Ventilatiedebiet [m ³ /uur]							
	Woning S-1		Woning S-2		Woning S-3		Woning S-4	
	vereist	gemeten	vereist	gemeten	vereist	gemeten	vereist*	gemeten
	(stand 3)		(stand 3)		(stand 3)		(stand 3)	
Luchttoevoer								
Woonkamer	151	104	99	81	108	128	136	156
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)	50	26	50	40	47	51	47	54
Slaapkamer 2	25	20	50	29	35	44	35	35
Slaapkamer 3	25	27	25	26	26	34	26	37
Slaapkamer 4	50	28	50	34	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Slaapkamer 5	50	29	25	27	44	32	n.v.t.	n.v.t.
Luchtafvoer								
Keuken	-201	-160	-175	-107	-159	-164	-119	-165
Toilet (bg)	-25	-25	-25	-25	-25	-41	-25	-25
Badkamer	-50	-50	-50	-69	-50	-50	-50	-42
Toilet (verd.)	-25	-35	-25**	-24	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Zolder (technische ruimte)	-50	n.m.	-50	n.m.	-50	n.m.	-50	n.m.

* Geen ventilatiestaat of inregelrapportage ontvangen. Benodigde debieten zijn berekend op basis van de ventilatiestaat van woning S-3 (vergelijkbare woning).

** Ventilatiedebiet van tweede toilet ontbreekt in ventilatiestaat. Hierdoor klopt de ventilatiebalans niet. n.m. = niet meetbaar (bijv. omdat het meetapparaat niet op het toevoerventiel geplaatst kon worden)

6.3.2 Installatiegeluid

De resultaten van de metingen van het installatiegeluid in de woningen van de Schoemaker Plantage zijn te vinden in Tabel 10. Het installatiegeluidniveau werd in deze energiezuinige woningen bepaald door zowel de mechanische ventilatie (luchttoe- en afvoer) als de warmtepomp.

In geen enkele woning blijken de installaties (het ventilatiesysteem en warmtepomp) overal voldoende stil.

Tabel 10. Installatiegeluidniveau (L_{IA}) bepaald volgens BRL 8010 in de woningen van de Schoemaker Plantage. Waarden hoger dan 30 dB(A) zijn vetgedrukt in rood aangegeven.

Ruimte	Installatiegeluidniveau [dB(A)]			
	Woning S-1	Woning S-2	Woning S-3	Woning S-4
	stand 3	stand 3	stand 3	stand 3
Woonkamer	29	32	31*	36
Slaapkamer 1 (hoofdslaapkamer)	28		31	35
Slaapkamer 2		27		
Slaapkamer 5	41	33		
Woonkamer (eethoek)		33		

* Gemeten op stand 2. Op deze stand wordt het minimaal vereiste ventilatiedebiet niet behaald.

Zoals de bewoners van deze woningen aangeven wordt geluidhinder hier niet alleen bepaald door het verhoogde installatiegeluidniveau, zoals met de metingen in de bovenstaande tabel aangegeven. Er is ook sprake van hinder door tonaal laagfrequent geluid en trillingen ten gevolge van de warmtepomp. Om dit te kwantificeren zijn ook metingen gedaan voor specifiek de lage frequenties (63 en 125 Hz). Op de 63 Hz octaafband zijn duidelijk verhoogde geluidniveaus gemeten (oplopend tot 49 dB(A)).

Er zijn geen wettelijke eisen vastgesteld om bewoners te beschermen tegen mogelijke hinder door dit tonaal- of laagfrequente geluid en hiermee samenhangende trillingen.

6.3.3 Luchtdichtheid

In de energiezuinige woningen waren strenge eisen ten aanzien van luchtdichtheid van de woningen vastgelegd in de EPC. In woning S-3, waar de luchtdichtheidsmeting is verricht, werd deze eis niet gehaald.

Merk op dat door de meetopstelling, waarbij de ventilator in het kozijn van de voordeur wordt geplaatst, eventuele kieren rondom de voordeur niet zichtbaar zijn in het meetresultaat.

Tabel 11. De luchtdichtheid bepaald conform de norm NEN 2686 in één van de woningen van de Schoemaker Plantage. Overschrijding van het in de EPC vastgestelde uitgangspunt is vetgedrukt in rood aangegeven.

Adres	Luchtvolumestroom $q_{v,10}$		Gebruiksoppervlak
	Vereist	gemeten	
Woning S-3	0,25 dm ³ /s m ²	0,36 dm³/s.m²	130 m ²

7 CONCLUSIES

Uit deze inventarisatie komt naar voren dat de prestaties ten aanzien van ventilatie, installatiegeluid en luchtdichtheid in het merendeel van de woningen binnen de steekproef niet voldoen aan de wettelijke minimumeisen:

- In geen enkele woning was het ventilatiesysteem in alle ruimten ingeregeld zoals voorgeschreven. De totale hoeveelheid luchtverversing bleek in 3 van de 10 woningen ontoereikend. Daarnaast bleek het ventilatiesysteem in 6 van de 10 woningen slecht ingeregeld (meer dan één ruimte met grote afwijkingen ten opzichte van de vereiste waarden).
- Het installatiegeluidniveau was in 7 van de 10 woningen te hoog. Dit wordt voor een belangrijk deel veroorzaakt door het gebalanceerde ventilatiesysteem, wanneer dat (min of meer) op Bouwbesluitniveau functioneert. In de energiezuinige NOM-woningen blijkt daarnaast vooral de warmtepomp bij te dragen aan geluidhinder. In de drie woningen met alleen mechanische afzuiging en toevoer via gevelroosters is het installatiegeluidniveau, op een enkele kamer na, conform de vereiste waarde.
- De luchtdichtheid van de woningen voldeed in minimaal 1 van de 3 projecten niet aan de eisen die voor het project zijn vastgelegd binnen de energieprestatieberekeningen.

Private Kwaliteitsborging lijkt onvoldoende garanties te bieden als het gaat om binnenklimaat en energie. Het is dus maar de vraag of private kwaliteitsborging daadwerkelijk zal leiden tot de beloofde kwaliteitsverbetering. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen of deze situatie op grotere schaal aan de orde is.

Ondanks de achterblijvende prestaties in een deel van de woningen lijkt de situatie op het eerste gezicht overigens ook niet slechter dan in de huidige bouwpraktijk, waarbij kwaliteitscontrole een taak is van de gemeente. Uit eerder onderzoek van BBA (o.a. onderzoek naar de prestaties van ventilatiesystemen in 300 nieuwbouwwoningen in opdracht van het ministerie van VROM, 2011) en metingen van DGMR bleek dat de prestaties op het gebied van ventilatie, installatiegeluid en energie ook in traditionele bouwprojecten vaak onvoldoende zijn.

Uit deze inventarisatie volgen verder nog enkele relevante nevenconclusies:

- De opleverdossiers van de onderzochte woningen waren niet beschikbaar. Het is daardoor niet mogelijk om te controleren of een toets door de private kwaliteitsborgers volledig en juist is uitgevoerd. Niet door onafhankelijke professionals, maar ook niet door de bewoners/woningeigenaren zelf.
- In het Bouwbesluit ontbreken belangrijke eisen voor het realiseren van een gezond binnenklimaat in woningen. Denk aan eisen ter voorkoming van hinder door tonaal en/of laagfrequent geluid (o.a. relevant bij toepassing van warmtepompen). Of voldoende ventilatie in de hoofdslaapkamer (waar gebruik door twee personen het uitgangspunt moet zijn). Op deze aspecten zien we in de praktijk vaak tekortkomingen, maar ontbreekt een juridische basis om hier verbetering in aan te brengen.

- Bewoners blijken graag wat meer over te hebben voor een gezond binnenklimaat. Denk aan extra ventilatie in de slaapkamer of extra stille installaties. Het wordt echter niet als kopersoptie aangeboden en ervaring is dat het niet mogelijk bleek om dit op initiatief van de koper alsnog toe te voegen.

A large, stylized, light blue flower or shell-like pattern, possibly a nautilus shell, is centered on a dark blue background. The pattern is composed of many overlapping, curved segments that spiral outwards from a central point. The segments are rendered in a light blue color, creating a sense of depth and movement. The overall composition is balanced and visually striking.

DE **FEELGOODBUILDING** ADVISEUR