

## Inhoudsopgave

<b>Hoofdstuk 1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>Hoofdstuk 2</b>	<b>Eisen en meetmethode</b>	<b>5</b>
2.1	Eisen en definities	5
2.1.1	<i>Eisen</i>	5
2.1.2	<i>Definitie luchtdoorlatendheid en luchtvolumestroom</i>	5
2.2	Meetmethode en meetapparatuur	6
<b>Hoofdstuk 3</b>	<b>Meetsituatie en Meetresultaten</b>	<b>7</b>
3.1	Meetsituatie	7
3.2	Luchtvolumestroom	7
3.3	Kwalitatieve beoordeling (luchtlekken)	8
<b>Hoofdstuk 4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>10</b>
<b>Bijlage 1 Tekeningen</b>		
<b>Bijlage 2 Luchtdoorlatendheidsmetingen</b>		
<b>Bijlage 3 Foto's Luchtlekken</b>		

## Hoofdstuk 1 Inleiding

In opdracht van Dura Vermeer Bouw Hengelo B.V., Postbus 877 te Hengelo ov, vertegenwoordigd door de heer ing. D. Dibbets, zijn in het project '2 energieneutrale woningen' te Tubbergen luchtdoorlatendheidsmetingen verricht.

De woningen zijn ontworpen volgens het passiefhuis ontwerpcertificaat. Naast het ontwerpcertificaat zullen de woningen zo worden uitgevoerd dat het uitvoeringscertificaat behaald kan worden. Een van de privaatrechtelijke vereisten voor het verkrijgen van het Passief Bouwen Uitvoeringscertificaat is een infiltratie  $n \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$  bij 50 Pa.

De metingen zijn op 24 april 2013 verricht in beide woningen, Boerhave 5 en 7 te Tubbergen. Doel van de meting is inzicht te verkrijgen in de mate van luchtdoorlatendheid van de betreffende woning. Hiertoe is de luchtvolumestroom door de gebouwschil bepaald en getoetst aan de voor het Passief Bouwen Uitvoeringscertificaat gestelde eis.

Naast de toetsing aan de privaatrechtelijke eis zijn de resultaten van de publiekrechtelijke eisen ten aanzien van de luchtdoorlatendheid van de woningen bepaald.

**Tabel 1: Gebruikte gegevens**

nummer / kenmerk	omschrijving	datum
2011-043 U0	Tekeningen opgenomen in bijlage 1	11-05-2013
Rz110298abA0.bge	EPC berekening	16-05-2012
2012-05-16 Energieconcepten Passief Bouwen	PHPP berekening	16-05-2012

## Hoofdstuk 2 Eisen en meetmethode

### 2.1 Eisen en definities

#### 2.1.1 Eisen

##### *Publiekrechtelijke eisen*

In het Bouwbesluit worden voor nieuw te bouwen woningen en woongebouwen eisen gesteld aan de luchtdoorlatendheid van de gebouwschil. Conform afdeling 5.2 mag de gebouwschil bij 10 Pa drukverschil geen grotere luchtvolumestroom ( $q_{v,10}$ -waarde) doorlaten dan 200 dm<sup>3</sup>/s.

Daarnaast wordt er in afdeling 5.3 van het Bouwbesluit 2003 voor nieuw te bouwen woningen en woongebouwen geëist dat de energieprestatiecoëfficiënt (EPC)  $\leq 0,6$  moet zijn. Eén van de parameters bij de bepaling van de EPC is de luchtdoorlatendheid van de woning. Deze parameter is mede bepalend voor de uitkomst van de EPC-berekening. Voor dit project is in de EPC-berekening uitgegaan van een  $q_{v,10;kar}$  van 0,400 dm<sup>3</sup>/s·m<sup>2</sup>.

##### *Privaatrechtelijke eisen*

De woningen zijn ontworpen volgens het principe Passief Bouwen. De woningen zijn zo uitgevoerd dat ook het uitvoeringcertificaat behaald kan worden. Eén van de voorwaarden voor het krijgen van het Passief Bouwen Uitvoeringcertificaat is een infiltratievoud (mate van luchtdoorlatendheid)  $n_{50} \leq 0,6 \text{ h}^{-1}$ .

#### 2.1.2 Definitie luchtdoorlatendheid en luchtvolumestroom

De luchtdoorlatendheid is de eigenschap van een gebouwschil om lucht door te laten, indien hierover een luchtdrukverschil aanwezig is.

##### *Publiekrechtelijk*

De luchtdoorlatendheid wordt uitgedrukt in een luchtvolumestroom bij een drukverschil van 10 Pa:  $q_{v,10}$  in dm<sup>3</sup>/s. Door middel van meting wordt de druk/volumestroom-karakteristiek van de gebouwschil bepaald, waaruit de  $q_{v,10}$ -waarde wordt afgeleid.

In de EPC-berekening wordt de luchtdoorlatendheid uitgedrukt in een luchtvolumestroom per vierkante meter:  $q_{v,10-ka}$  in dm<sup>3</sup>/s·m<sup>2</sup>. De  $q_{v,10}$ -waarde moet hiertoe worden gedeeld door het verwarmd vloeroppervlak (gebruiksoppervlak) van de woning ( $A_{g,verwarmd}$  uit de EPC-berekening).

### *Privaatrechtelijk*

In de PHPP-berekening wordt de luchtdoorlatendheid uitgedrukt in een infiltratievoud  $n_{50}$  in  $h^{-1}$ . De luchtvolumestroom in  $m^3/h$  bij 50 Pa moet hiertoe worden gedeeld door de netto inhoud van de woning.

## **2.2 Meetmethode en meetapparatuur**

De metingen zijn uitgevoerd volgens de voorschriften van NEN 2686:1988, inclusief wijzigingsblad A2 (2008), en verwerkt volgens de voorschriften van dezelfde Nederlandse norm.

Bij de metingen is gebruik gemaakt van een Retrotec Q4E Automated Blower Door System:

Daarnaast zijn de woningen kwalitatief beoordeeld op luchtlekken. Met behulp van de hierboven beschreven apparatuur is een luchtdrukverschil van 50 Pa over de gebouwschil gecreëerd. Met behulp van een rookbuisje is vervolgens gecontroleerd waar er sprake is van luchtlekken. Deze luchtlekken zijn op de foto's in bijlage 2 weergegeven.

## Hoofdstuk 3 Meetsituatie en Meetresultaten

### 3.1 Meetsituatie

De metingen zijn verricht in de woningen Boerhave 5 en Boerhave 7.

De volgende bouwkundige gegevens zijn relevant in verband met de luchtdoorlatendheid:

#### woningtypering

- type woning: twee-onder-één kap woning
- aantal bouwlagen: drie
- bouwmethodiek: Ytong CascoSysteem
- dak: hellend dak
- ventilatiesysteem: gebalanceerde ventilatie met warmteterugwinning

In bijlage 1 zijn de plattegronden, gevels, doorsneden en details van deze woningen opgenomen. De meting heeft plaatsgevonden op 24-04-2013. Het drukverschil over de woning voor de aanvang van de meting was niet groter dan 5 Pa.

Tijdens de meting van de woning waren de installaties niet aangebracht, zie de aanvullende informatie in bijlage 3.

### 3.2 Luchtvolumestroom

Uit de meetresultaten is de luchtvolumestroom bij zowel 10 Pa als 50 Pa drukverschil afgeleid. De meetresultaten zijn opgenomen in bijlage 1.

#### Publiekrechtelijk

De luchtvolumestroom bij een drukverschil van 10 Pa en de waarde ten behoeve van de EPC ( $q_{v,10;kar}$  [ $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ ]) is vermeld in tabel 1.

**Tabel 2: Meetresultaten luchtdoorlatendheid**

Meetadres	$q_{v,10}$ vereist cf. Bouwbesluit [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]	$q_{v,10}$ gemeten [ $\text{dm}^3/\text{s}$ ]	$q_{v,10-ka}$ vereist cf. EPC-berekening [ $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ ]	$q_{v,10-ka}$ gemeten [ $\text{dm}^3/\text{s.m}^2$ ]	Beoordeling
Boerhave 5	200	<b>9,7</b>	0,400	<b>0,074</b>	<b>voldoet</b>
Boerhave 7	200	<b>13,1</b>	0,400	<b>0,100</b>	<b>voldoet</b>

### Privaatrechtelijk

Om in aanmerking te komen voor het certificaat "Gebouwd volgens Passief Bouwenkeur" worden er door de Stichting Passief Bouwen eisen gesteld aan het maximale infiltratievoud van de woningen. In tabel 3 zijn de gemeten waarden weergegeven en vergeleken met de in de PHPP-berekening aangehouden waarde. Wanneer het resultaat hoger uitkomt dan het vereiste betekent dit dat niet wordt voldaan.

**Tabel 3: Meetresultaten luchtdoorlatendheid  $n_{50}$**

Meetadres	$n_{50}$ conform PHPP-berekening [h <sup>-1</sup> ]	$n_{50}$ gemeten [h <sup>-1</sup> ]	Beoordeling
Boerhave 5	0,60	<b>0,43</b>	<b>voldoet</b>
Boerhave 7	0,60	<b>0,45</b>	<b>voldoet</b>

### 3.3 Kwalitatieve beoordeling (luchtlekken)

Voorafgaand aan de meting is over de gebouwschil een drukverschil van 50 Pa gecreëerd. Vervolgens zijn de in de gebouwschil aanwezige luchtlekken door middel van rook gelokaliseerd en kwalitatief beoordeeld. Voor zowel Boerhave 5 als Boerhave 7 geldt dat niet alle luchtlekken zijn opgespoord en gefotografeerd, geprobeerd is om binnen de beschikbare tijd de grootste luchtlekken op te sporen. De gevonden luchtlekken zijn nagenoeg gelijk aan elkaar en zijn weergegeven in tabel 4 en 5.

**Tabel 4: Kwalitatieve beoordeling Boerhave 5 (positie en grootte luchtlekken)**

ruimte	luchtlekken	
woonkamer/keuken	kierdichting bergingsdeur	1-2
	kierdichting raamkozijn	1
	kozijnverbinding	1
	luchtstroming t.p.v. kim	1
toilet	Inbouwreservoir (mogelijk interne luchtstroming)	1
slaapkamers	kierdichting raamkozijn	1
	luchtdichting rondom het kozijn	1
	beglazingsrubber	1
	glaslat (droge beglazing)	1
zolder	beschadiging dampremmer dakelement (verkeerde positie in plaat geboord)	2
	luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur	1
	luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur / muurplaat	1-2
	luchtdichting t.p.v. de nok	1-2
	dakraam	1
	dichting tussen dakelement en bouwmuur	1-2
beoordeling	1 = klein luchtlek      2 = matig luchtlek      3 = groot luchtlek	

**Tabel 4: Kwalitatieve beoordeling Boerhave 7 (positie en grootte luchtlekken)**

ruimte	luchtlekken		
woonkamer/keuken	luchtstroming t.p.v. kim		1
	kozijnverbinding		1
	dichtingsrubber t.p.v. paneel bergingsdeur		1
	kierdichting bergingsdeur		2
slaapkamers	luchtdichting rondom het kozijn		1
	kierdichting raamkozijn		1
	kozijnverbinding		1
	luchtstroming t.p.v. kim		1
badkamer	luchtdichting rondom het kozijn		1
	beglazingsrubber		1
zolder	beschadiging dampremmer dakelement (verkeerde positie in plaat geboord)		1-2
	luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur / muurplaat		1-2
	dichting tussen dakelement en bouwmuur		1-2
	luchtdichting t.p.v. de nok		1
	dakraam		1
	aansluiting nok / kopgevel		1
beoordeling	1 = klein luchtlek	2 = matig luchtlek	3 = groot luchtlek

## Hoofdstuk 4 Conclusie

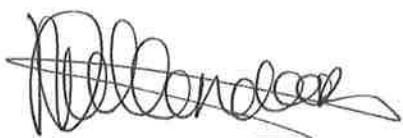
Op basis van de meetresultaten concluderen wij dat de luchtdoorlatendheid van de woningen voldoet aan de eis zoals deze wordt gesteld in afdeling 5.1 van Bouwbesluit 2012.

Ook concluderen wij dat er ruim wordt voldaan aan de in de EPC-berekening aangehouden  $q_{v;10;kar}$  waarde van  $0,400 \text{ dm}^3/\text{s.m}^2$ .

Om in aanmerking te komen voor het certificaat "Gebouwd volgens Passief Bouwenkeur" worden er door de Stichting Passief Bouwen eisen gesteld aan het infiltratievoud van de woningen. Er wordt ruimschoots voldaan aan het maximaal vereiste infiltratievoud van  $0,6 \text{ h}^{-1}$ . Hierbij merken wij wel op dat de installaties tijdens de metingen nog niet waren aangebracht.

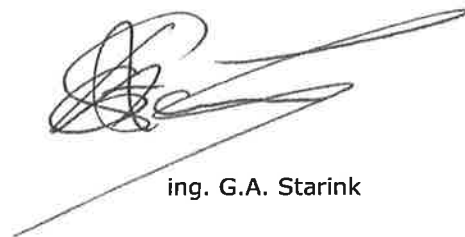
Zwolle, 2 mei 2013

Nieman Raadgevende Ingenieurs B.V.



ing. H. Harbers

p/o



ing. G.A. Starink



## Boerhave 5, Tubbergen

beoordeling

1 = klein luchttek

2 = matig luchttek

3 = groot luchttek



zijgevel



achtergevel



voorgevel

### Begane grond



1 kierdichting bergingsdeur



1-2 kierdichting bergingsdeur



1 kierdichting raamkozijn



1 kozijnverbinding



1 luchtstroming t.p.v. kim



1 inbouwreservoir (mogelijk interne luchtstroming)

## 1e verdieping



1 kierdichting raamkozijn



1 luchtdichting rondom het kozijn



1 beglazingsrubber



1 glaslat (droge beglazing)

## 2<sup>e</sup> verdieping / zolder



2 beschadiging dampremmer dakelement (verkeerde positie in plaat geboord)



tijdens de test afgeplakt



1 luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur



1-2 luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur / muurplaat



1 luchtdichting t.p.v. de nok



1-2 luchtdichting t.p.v. nok / kopgevel



1 dakraam



1-2 luchtdichting tussen dakelement en bouwmuur

### Aanvullende informatie



Leidingen met directe verbinding naar buiten waar mogelijk afgeplakt



Leidingen met directe verbinding naar buiten waar mogelijk afgeplakt



Leidingen met directe verbinding naar buiten waar mogelijk afgeplakt



Leidingen met directe verbinding naar buiten waar mogelijk afgeplakt



Leidingen met directe verbinding naar buiten waar mogelijk afgeplakt