

# Luchtdoorlatendheid van gebouwen

## Meetmethode

**NEDERLANDSE  
NORM**

**NEN 2686**

Air leakage of buildings – Method of measurement

1e druk, juli 1988

### Inhoud

	blz.
<b>Inleiding</b>	2
<b>1 Onderwerp en toepassingsgebied</b>	3
<b>2 Termen en definities</b>	3
<b>3 Beginsel</b>	3
3.1 Omschrijving van de gebouwschil van woningen voor de meting van de luchtdoorlatendheid	4
<b>4 Bepaling van de luchtvolumestroom</b>	5
4.1 Algemene voorwaarde	5
4.2 Condities	5
4.3 Toestellen en hulpmiddelen	5
4.4 Werkwijze	6
4.5 Verwerking meetresultaten	7
4.6 Luchtvolumestroom	7
<b>5 Verslag</b>	8
Bijlage A – Voorbeeld van meetresultaten	9
Bijlage B – Voorbeeld van druk/volumestroomkarakteristiek	10

## Inleiding

Behalve via de, in overeenstemming met normen en voorschriften in woongebouwen aangebrachte ventilatievoorzieningen zoals ramen, roosters en kanalen, komt de ventilatie van woongebouwen ook tot stand via "ondichtheden" in de omhulling zoals kieren, naden en spleten. Het deel van de totale ventilatie dat via de ondichtheden tot stand komt is vaak aanzienlijk. Voor gevelelementen bestaan zowel meetmethoden als eisen, welke zijn neergelegd in NEN 3660 en NEN 3661.

De luchtstroom via de ondichtheden kan aanleiding geven tot tochtklachten en zodoende de behaaglijkheid beïnvloeden. Bovendien gaat ongecontroleerde ventilatie gepaard met energieverlies.

Ondanks deze negatieve aspecten verdient het geen aanbeveling deze luchtstroom geheel tot nul te reduceren, omdat uit overwegingen van verontreiniging, hygiëne en gezondheid, met name bij woningen met natuurlijke ventilatievoorzieningen, een beperkte luchtdoorlatendheid aanwezig moet zijn.

Om deze luchtdoorlatendheid van een gebouw objectief te kunnen beoordelen bestaat er behoefte aan een meetmethode.

De meetmethode is eenvoudig en kan met weinig apparatuur en in enkele uren worden uitgevoerd. De interpretatie van het meetresultaat vereist echter kennis en inzicht in de ventilatieproblematiek omdat bij het "vertalen" van het meetresultaat naar het energiegebruik door ventilatie de volgende aspecten een rol spelen:

1. de ligging van de woning of het gebouw (kust/binnenland);
2. de lokale beschutting en de hoogte boven maaiveld;
3. de verdeling van de luchtdoorlatendheid over de omhulling van de woning of het gebouw;
4. de temperatuurverdeling in de woning of het gebouw;
5. het ventilatiesysteem.

De in deze norm beschreven meetmethode kan ook worden gebruikt om de luchtstroom in delen van een gebouw of afzonderlijke vertrekken te meten.

De bijlagen in deze norm maken geen deel uit van de normtekst.

Bij het opstellen van deze norm is rekening gehouden met de specifieke aspecten die voortvloeien uit de invoering van het Bouwbesluit.

### *Titels van de vermelde normen:*

NEN 2320 Oppervlakten en inhoud van tot bewoning bestemde gebouwen. Termen, definities en wijze van bepaling

NEN 3660 Gevelelementen. Luchtdoorlatendheid, stijfheid en sterkte. Beproevingmethoden

NEN 3661 Gevelelementen. Luchtdoorlatendheid, waterdichtheid, stijfheid en sterkte. Eisen.

---

Normcommissie 351 74 "Klimaatbeheersing in gebouwen"

---

Niets uit deze norm mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het NNI.

Het NNI noch de leden van normcommissies zijn aansprakelijk voor directe of indirecte schade, ontstaan door of verband houdende met de toepassing van door het NNI gepubliceerde normen.

---

### **Nederlands Normalisatie-instituut**

Kalfjeslaan 2, Postbus 5059, 2600 GB Delft, telefoon (015) 690 390, telefax 690 190, telex 38144, postbank 25301

---

## 1 Onderwerp en toepassingsgebied

Deze norm beschrijft een meetmethode voor de bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen of van gedeelten van gebouwen.

## 2 Termen en definities

- 2.1 *druk/volumestroomkarakteristiek*: Grafische voorstelling van het wiskundig verband tussen de luchtvo-lumestroom door de omhulling van een gebouw of een gedeelte daarvan en het luchtdrukverschil over de omhulling.
- 2.2 *equivalente oppervlakte ( $A_e$ )*: Som van alle denkbeeldige oppervlakten van o.a. naden, spleten en kieren, afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek van een luchtdoorlatendheidsmeting.
- 2.3 *gebouwschil*: Omhulling van het gebouw met betrekking tot de luchtdoorlatendheid.
- 2.4 *luchtdoorlatendheid*: Eigenschap van een object lucht door te laten indien hierover een luchtdrukver-schil aanwezig is.

### Opmerkingen

1. De luchtdoorlatendheidscoëfficiënt ( $C$ ) wordt uitgedrukt als quotiënt van de luchtvo-lumestroom ( $\text{dm}^3/\text{s}$ ) en het drukverschil (Pa) tot de macht  $1/n$ , over de omhulling, in  $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{Pa}^{1/n})$ .
2. In deze norm bestaat het te beschouwen object uit de omhulling van een gebouw of een gedeelte daar-van.
3. De begrippen "luchtdoorlatendheid" en "luchtdichtheid" worden in de praktijk vaak door elkaar en in plaats van elkaar gebruikt, terwijl het eigenlijk tegengestelde begrippen zijn.

- 2.5 *meetdeur of meetraam*: Hulpconstructie die op de plaats van een deur of raam in het kozijn wordt ge-plaatst, waardoorheen met een ventilator lucht wordt gevoerd.

### Opmerking

De meetdeur of het meetraam wordt in de praktijk ook wel "dummy"deur of "dummy"raam genoemd.

- 2.6  $q_{v10}$ : Luchtvo-lumestroom afgeleid uit de druk/volumestroomkarakteristiek bij een drukverschil van 10 Pa.

### Opmerking

De luchtvo-lumestroom wordt uitgedrukt in  $\text{dm}^3/\text{s}$ .

- 2.7 *stromingsexponent ( $n$ )*: Verhouding van het verschil van de logaritmen van twee drukverschillen afge-leid van de druk/volumestroomkarakteristiek en het verschil van de logaritmen van de bij deze druk behorende volumestromen.

### Opmerking

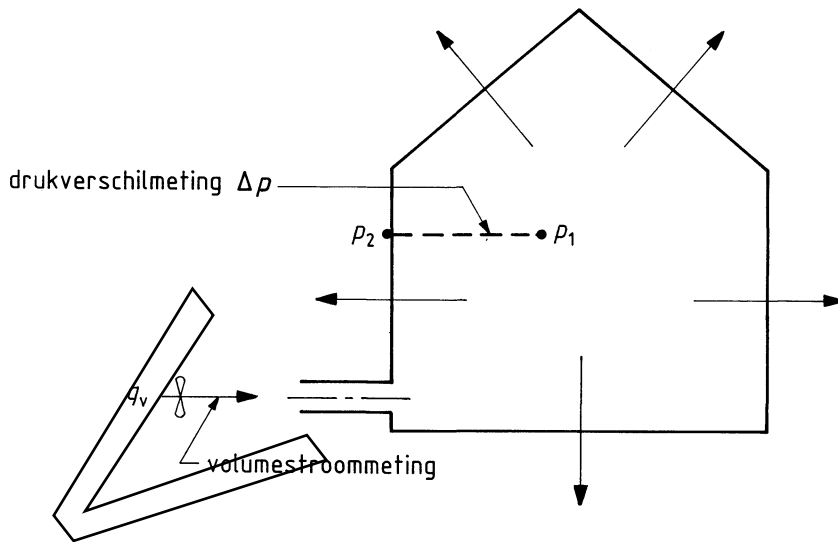
De stromingsexponent is gelijk aan de tangens van de druk/volumestroomkarakteristiek, ( $1 \leq n \leq 2$ , zie bijla-ge B).

- 2.8 *woningvolume*: Verschil tussen de bruto-inhoud <sup>1)</sup> en de inhoud van:
- de niet vanuit de woning betreedbare ruimten;
  - de niet bewoonbare delen van zolders;
  - passieve zonne-energiesystemen, zoals serres, die geen deel uitmaken van het geïsoleerde deel van de woning.

## 3 Beginsel

Met behulp van een ventilator wordt lucht toegevoerd aan, of afgevoerd uit, het te beproeven gebouw of vertrek. De daarbij ontstane luchtvo-lumestroom ( $q_v$ ) over de omhulling wordt gemeten als functie van het drukverschil ( $\Delta p$ ) (in formule:  $q_v = f(\Delta p)$ , zie figuur 1).

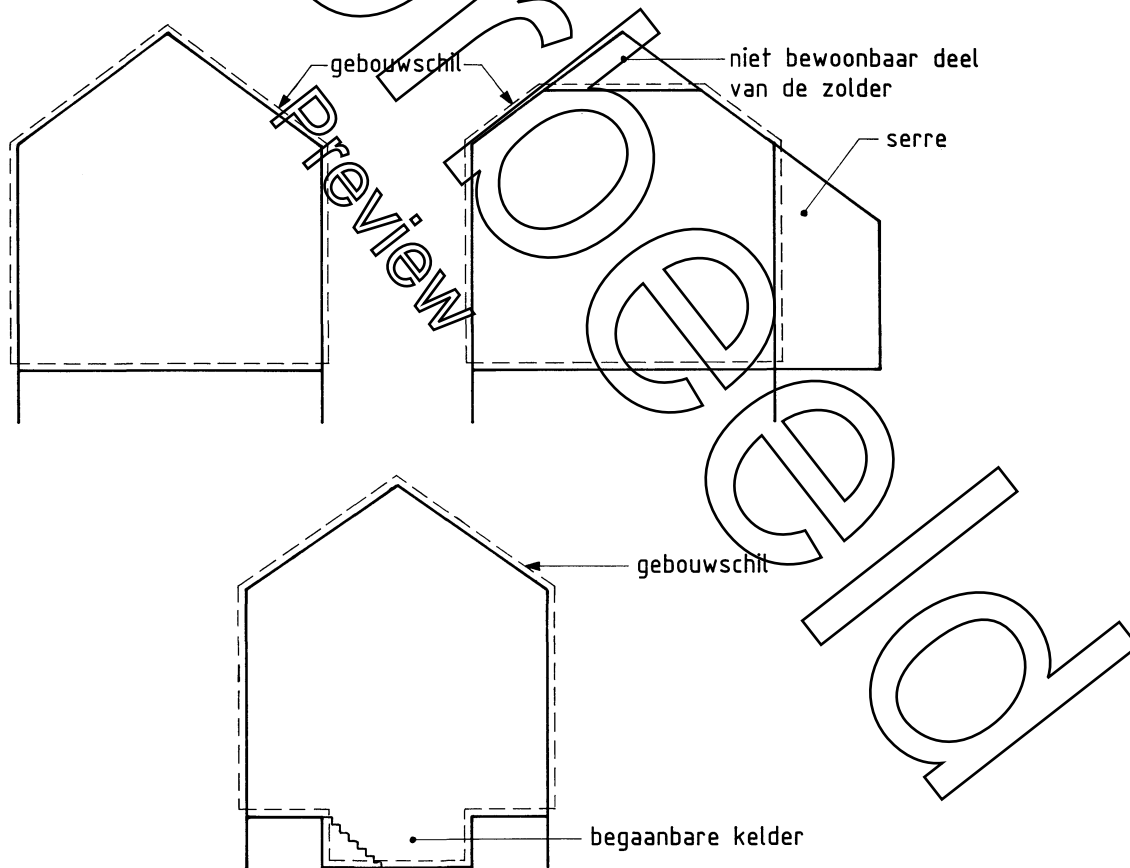
1) Voor bruto-inhoud, zie NEN 2320.



Figuur 1 – Principe van de uitvoering van de luchtdoorlatendheidsmeting

3.1 Omschrijving van de gebouwschil van woningen voor de meting van de luchtdoorlatendheid

De meting is bedoeld voor het bewoonbaar deel van de woning inclusief kasten en bergruimten doch exclusief kruipruimten en niet bewoonbare delen van zolders en passieve zonne-energiesystemen zoals serres die geen deel uitmaken van het geïsoleerde deel van de woning (zie figuur 2).



Figuur 2 – Gebouwschil van de woning

## 4 Bepaling van de luchtvolumestroom

### 4.1 Algemene voorwaarde

Het drukverschil over geen der gevels mag met gesloten buitendeuren, ramen en ventilatievoorzieningen, voor de aanvang van de meting groter zijn dan 5 Pa.

De meetresultaten moeten als ongeldig worden beschouwd indien aan deze voorwaarde niet is voldaan.

#### *Opmerkingen*

1. Deze eis wordt gesteld omdat hoge windsnelheden ( $> 6$  m/s) luchtdrukverschillen kunnen veroorzaken die in dezelfde orde van grootte liggen als bij de metingen.
2. De windsnelheid gemeten op het dichtstbij gelegen weerstation zal, als het hierboven genoemde luchtdrukverschil van 5 Pa wordt overschreden, afhankelijk van de hoogte van het gebouw en de stedenbouwkundige situatie, veelal groter zijn dan 6 m/s.

### 4.2 Condities

Plak alle toe- en afvoeropeningen van de aanwezige ventilatiekanalen af, evenals de rookgasafvoerkanalen, exclusief kanalen voor open haarden en de niet-afsluitbare luchttoevoeropeningen.

De opzettelijke luchttoe- en/of afvoeropeningen ten behoeve van gastoestellen dienen te worden afgeplakt, waarbij de naad tussen het toe- en/of afvoernormant en de bouwconstructie vrijblijft.

Schakel, indien mechanische ventilatie of luchtverwarming is toegepast, deze uit en plak de afvoer- en/of toevoeropeningen goed af. Sluit alle ramen, buitendeuren, eventuele ventilatieroosters en suskasten zorgvuldig. Sluit, indien een open haard aanwezig is, de klep in het afvoerkanaal. Sluit ook de brievenbusklep, indien aanwezig.

Alle binnendeuren dienen tijdens de meting te zijn geopend.

#### *Opmerking*

Zet de binnendeuren vast indien noodzakelijk.

### 4.3 Toestellen en hulpmiddelen

#### *Toelichting*

1. De gegeven beschrijving van de apparatuur is algemeen van aard. Elke combinatie van apparatuur, werkend volgens hetzelfde principe en met dezelfde capaciteit, is toegestaan mits kan worden voldaan aan de omschreven eigenschappen en de meetnauwkeurigheden.
2. Ten behoeve van het uitvoeren van een luchtdoorlatendheidsmeting zijn verder de volgende apparatuur en hulpmiddelen gewenst:
  - a. Een luchtkanaal waardoor, via de meetdeur of het meetraam, lucht het gebouw in- of uitstroomt. Een kunststof buis met een buitenmiddellijn van 300 mm voldoet goed. Bij een buislengte kleiner dan of gelijk aan 20 maal de middellijn is een stroomverevener (flow straightener) in de aanstroming naar de meetsectie voor volumestromen noodzakelijk.
  - b. Registratieapparatuur voor de volumestroom en/of drukverschilmeting. Een 2-kanals lijnschrijver voldoet goed.
  - c. Rookbuisjes (to) behoeve van het opsporen van luchtlekken.
  - d. Plakband, voor het afplakken van de meetdeur of het meetraam op de gebouwconstructie en eventueel voor het afplakken van openingen welke buiten beschouwing moeten blijven of apart gemeten worden.
  - e. Flexibele kunststof slang, met een middellijn van circa 6 mm, ten behoeve van de drukverschilmeting.
  - f. Thermometer nauwkeurig tot op  $1^\circ\text{C}$  en met een meetbereik van ca.  $-5^\circ\text{C}$  tot  $+30^\circ\text{C}$ .

#### 4.3.1 Ventilator

Een regelbare ventilator in staat om, ten gevolge van luchttransport, een luchtdrukverschil te handhaven van ca. 75 Pa.

#### *Opmerking*

Het instrument ten behoeve van de volumestroommeting kan een meetgebied eisen, waar het meten van een aanzienlijk drukverschil mogelijk is. Een centrifugaalventilator met een luchtvolumestroom van ten hoogste  $1,2\text{ m}^3/\text{s}$  bij een hoogste druk van 650 Pa voldoet in vrijwel alle gevallen bij gebouwen of gebouwdeelen met een volume van ten hoogste  $3000\text{ m}^3$ .

#### 4.3.2 Meetdeur of meetraam

Een meetdeur of meetraam, waardoor de lucht in het gebouw wordt gevoerd, kan bestaan uit een folie of uit plaatmateriaal. De meetdeur of het meetraam moet in de deur of raamopening zo afsluiten, dat de meetopstelling zelf geen luchtlekkage veroorzaakt.

#### 4.3.3 Volumestroommeter

Een of meer volumestroommeters met een (totaal)meetgebied van ca.  $0,03$  tot ca.  $1,5\text{ m}^3/\text{s}$ .

#### *Opmerking*

Aanbevolen wordt een meetinstrument of een stel van meetinstrumenten ten behoeve van de bepaling van de ingestelde volumestroom met een afwijking van ten hoogste 5 %. Hiervoor kunnen meetflenzen, vlotter/buisinstrumenten, pitotbuizen of anemometers worden gebruikt. De ventilator kan ook ten behoeve van de volumestroommeting worden gebruikt. Hierbij is ijking in combinatie met de gehele meetopstelling noodzakelijk.

#### 4.3.4 Drukverschilmeter

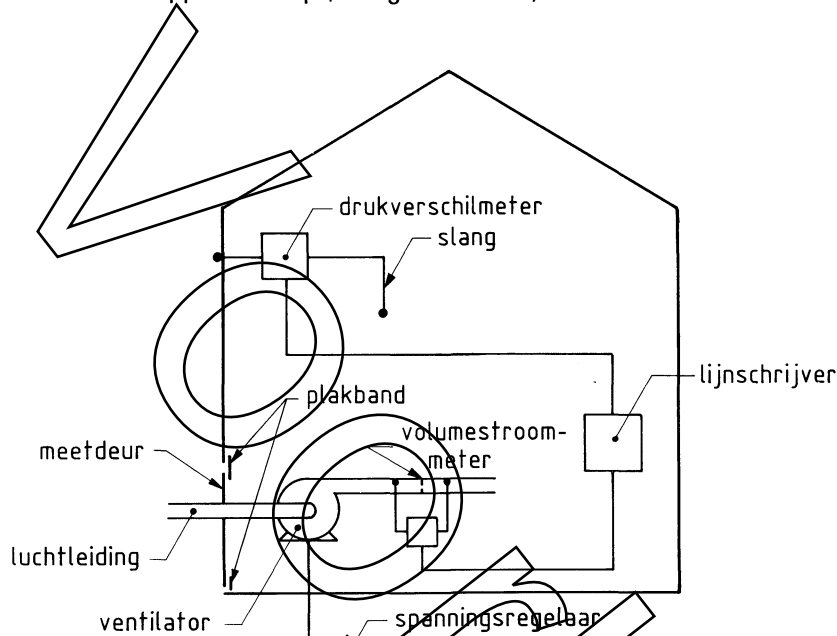
Een drukverschilmeter met een (totaal) meetgebied van ca. 5 Pa tot ca. 100 Pa.

*Opmerking*

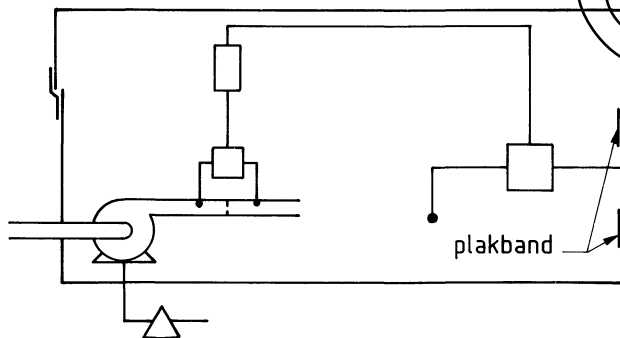
Aanbevolen wordt een meetinstrument ten behoeve van het bepalen van het drukverschil met een afwijking van ten hoogste 5 %. Hiervoor kan gebruik worden gemaakt van een micromanometer volgens Fuess, een scheve-buismanometer of een elektrische drukverschilmeter.

#### 4.4 Werkwijze

Stel de meetapparatuur op (zie figuren 3 en 4).



Figuur 3 – Opstelling van de meetapparatuur voor luchtdoorlatendheidsmeting bij woningen



Figuur 4 – Opstelling van de meetapparatuur voor luchtdoorlatendheidsmeting bij een vertrek

De ventilator mag zowel toevoerend als afzuigend worden geplaatst.

Plaats de meetdeur of het meetraam in een deur of raam van de te meten ruimte(n).

Zorg ervoor dat de meetdeur goed aansluit op de gebouwconstructie. Bepaal het drukmeetpunt aan de buitenzijde als volgt: meet het drukverschil tussen de binnen en buitenzijde van de verschillende gevels en kies de gevel, die het kleinste drukverschil oplevert (zie 4.4.2).

Start de ventilator en meet achtereenvolgens bij ten minste zes verschillende drukverschillen de overeenkomstige volumestromen (zie 4.4.1).

Het kleinste drukverschil mag niet kleiner zijn dan 15 Pa. Het grootste drukverschil mag niet groter zijn dan 100 Pa.

Voor het vereiste aantal meetpunten per drukverschilinterval zie tabel 1.

# ALTIJD DE ACTUELE NORM IN UW BEZIT HEBBEN?

Nooit meer zoeken in de systemen en uzelf de vraag stellen:  
'Is NEN 2686:1988 nl de laatste versie?'

Via het digitale platform NEN Connect heeft u altijd toegang tot de meest actuele versie van deze norm. Vervallen versies blijven ook beschikbaar. **U en uw collega's** kunnen de norm via NEN Connect makkelijk raadplagen, online en offline.

Kies voor slimmer werken en bekijk onze mogelijkheden op [www.nenconnect.nl](http://www.nenconnect.nl).

## Heeft u vragen?

Onze Klantenservice is bereikbaar maandag tot en met vrijdag, van 8.30 tot 17.00 uur.

Telefoon: 015 2 690 391

E-mail: [klantenservice@nen.nl](mailto:klantenservice@nen.nl)

