

Bijlage X Ventilatievoorzieningen in niet-residentiële gebouwen: bepalingsmethode en eisen

bvr 19/11/2010 b.s. 08/12/2010

Deze bijlage is enkel van toepassing op dossiers waarvan de melding gedaan wordt of de stedenbouwkundige vergunning aangevraagd wordt tot en met 7 september 2011.

1 Onderwerp

Deze bijlage legt minimale eisen op aan het ontwerp en de realisatie van ventilatiesystemen om in niet-residentiële gebouwen, bestemd voor menselijk gebruik, een gezonde en aangename luchtkwaliteit te bekomen.

Deze bepalingsmethode behandelt niet het gebruik van deze ventilatiesystemen en waarborgt evenmin dat de gewenste luchtkwaliteit altijd en op alle plaatsen wordt bereikt.

2 Toepassingsdomein

Deze bijlage is van toepassing op niet-residentiële gebouwen of gedeelten hiervan, bestemd voor menselijk gebruik.

De ventilatie van speciale ruimten (zie §6.4) valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage.

3 Normreferenties

Deze bijlage verwijst meermaals naar bepalingen uit andere publicaties die hieronder worden opgesomd:

1. NBN EN 12792:2003 Ventilatie van gebouwen - Symbolen en terminologie
2. NBN EN 12599:2000 Ventilatie van gebouwen - Beproevingprocedures en meetmethoden voor de oplevering van geïnstalleerde ventilatie- en luchtbehandelingsystemen
3. NBN EN 13779:2004 Ventilatie voor niet-residentiële gebouwen - Prestatie-eisen voor ventilatie- en kamerbehandelingssystemen
4. NBN EN 13141-1:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 1: Binnen en buiten gemonteerde luchtroosters
5. NBN EN 13141-2:2004 Luchtverversing van gebouwen - Prestatiebeproeving van onderdelen/producten voor luchtverversing in woningen - Deel 2: Toe- en afvoerroosters
6. NBN EN 1027:2000 Ramen en deuren - Waterdichtheid – Beproevingsmethode
7. NBN EN 13829:2001 Thermische eigenschappen van gebouwen - Bepaling van de luchtdoorlatendheid van gebouwen – Overdrukmethode

Enkel de normversie met de geciteerde datum is van toepassing, tenzij de overheid expliciet een andere versie ter vervanging aanduidt.

4 Definities

In deze bijlage zijn de definities van de norm NBN EN 12792 van toepassing, evenals de volgende:

Ontwerpdebiet:

Het ventilatiedebiet waarvoor het ventilatiesysteem wordt ontworpen.

Ruimte niet bestemd voor menselijke bezetting:

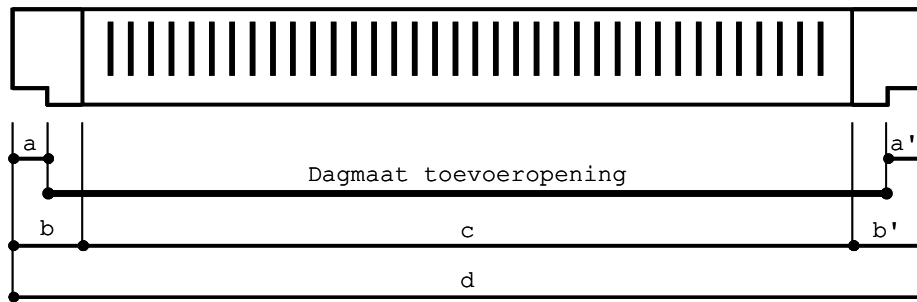
Ruimte die voorzien is om mensen bij een normaal gebruik slechts een relatief korte tijd te laten vertoeven (bv. circulatieruimten zoals gangen, trappenhallen,...; toiletten; archieven; opslagruimten; garages;...). Indien in een ruimte een werkplek voorzien wordt (bv. schrijftafel voor werknemer in een archief), dan valt de ruimte niet in deze categorie.

Ruimte bestemd voor menselijke bezetting:

Ruimte die voorzien is om mensen langere tijd te laten vertoeven (bv. kantoorruimten, vergaderzalen, lokettenzaal, onthaal, enz.).

Dagmaat van een toevoeropening:

Totaalmaat van de toevoeropening minus de inbouwflensmaat. Al deze maten worden beschouwd langs de binnenzijde.



Binnenaanzicht met:
a, a' = inbouwflensmaat
b, b' = kopschotmaat
c = profielmaat
d = totaalmaat toevoeropening

Figuur: voorbeeld van dagmaat van een toevoeropening

Bij gebrek aan een Nederlandse vertaling van de norm NBN EN 12792, zijn de volgende definities van toepassing.

Ventilatie (ventilation):

Gewilde toe- en afvoer van lucht naar en uit een te behandelen ruimte.

Infiltratie (infiltration):

Ongecontroleerde doorgang van lucht in een ruimte via lekken in de schil van die ruimte.

Natuurlijke ventilatie (natural ventilation):

Ventilatie ten gevolge van drukverschillen en zonder hulp van mechanische apparaten die de lucht in beweging brengen.

Mechanische ventilatie (mechanical ventilation):

Ventilatie met behulp van gemotoriseerde componenten die de lucht in beweging brengen.

Mechanische toe- en afvoerventilatie (fan assisted balanced ventilation):

Ventilatie die gebruik maakt van gemotoriseerde componenten om zowel de toegevoerde als de afgevoerde lucht in beweging te brengen.

Mechanische afvoerventilatie (fan assisted exhaust ventilation):

Ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de afvoerlucht in beweging te brengen.

Mechanische toevoerventilatie (fan assisted supply air ventilation):

Ventilatie die gemotoriseerde componenten gebruikt om enkel de toevoerlucht in beweging te brengen.

Hybride ventilatie (hybrid ventilation):

Ventilatie waarin de natuurlijke ventilatie gedurende een bepaalde tijd kan worden ondersteund of vervangen door de mechanische ventilatie.

Ventilatiecomponent (component of ventilation or air conditioning):

Eenvoudig functioneel element dat deel uitmaakt van een ventilatie-installatie.

Ventilatie-installatie (ventilation installation):

Geheel van alle componenten die vereist zijn voor de ventilatie.

Ventilatiesysteem (ventilation system):

Combinatie van de ventilatie-installatie en het gebouw zelf.

Luchtopening (Air terminal device):

Component van een installatie die ontworpen is om een bepaalde luchtstroming aan de in- of uitgang van een te behandelen ruimte te bekomen. Luchtopeningen kunnen tot de volgende categorieën behoren:

Automatische: Toestellen met beweegbare delen die interactief reageren op een verandering van plaatselijke omstandigheden zoals temperatuur, vochtigheid, CO₂-concentratie, drukverschil, luchtdebiet, enz.

Vaste: Toestellen zonder regelbaar deel.

Manuele: Toestellen met beweegbare delen die door de gebruiker manueel kunnen worden geregeld.

Toevoeropening (supply air terminal device):

Luchtopening waarlangs lucht in de te behandelen ruimte binnendringt.

Afvoeropening (extract air terminal device):

Luchtopening waarlangs lucht de te behandelen ruimte verlaat.

Doorstroomopening (internal air transfer device):

Luchtopening om lucht van de ene naar de andere te behandelen interne ruimte door te laten.

Te behandelen ruimte (treated space):

Ruimte die door het ventilatiesysteem wordt bediend.

Toevoerlucht (supply air):

Lucht die in de te behandelen ruimte binnenkomt of die in het systeem binnenkomt na een behandeling.

Binnenlucht (indoor air):

Lucht in de te behandelen ruimte.

Menglucht (mixed air):

Lucht die een mengsel is ten gevolge van twee of meer luchtstromen.

Buitenlucht (outdoor air):

Lucht die in het systeem of door openingen van buiten binnenkomt, vóór enige luchtbehandeling.

Herbruikte lucht (recirculation air):

Afvoerlucht die naar een luchtbehandelingselement wordt teruggevoerd.

Afgevoerde lucht (exhaust air):

Lucht die in de atmosfeer wordt geloosd.

Afvoerlucht (extract air):

Lucht die de te behandelen ruimte verlaat.

Doorstroomlucht (transferred air):

Binnenlucht die van de ene te behandelen ruimte naar de andere te behandelen ruimte stroomt.

5 Symbolen en eenheden

In deze bijlage zijn de symbolen en eenheden van de norm NBN EN 12792 van toepassing.

6 Uitdrukking van de eisen en bepaling van de prestaties van ventilatiesystemen

6.1 Uitdrukking van de eisen

De uitdrukking van de eisen aan ventilatiesystemen is beschreven in de norm NBN EN 13779, met inbegrip van bijlage A.

6.2 Bepaling van de prestaties

De prestaties van ventilatiesystemen worden bepaald volgens de norm NBN EN 12599.

6.3 Uitdrukking van aanvullende eisen

De uitdrukking van bepaalde aanvullende eisen alsook de bepaling van de eventueel daarmee verbonden prestaties worden hieronder beschreven.

6.3.1 Drukvoorwaarde

De drukvoorwaarde in een gebouw of gedeelte van een gebouw ten gevolge van het debietverschil tussen de luchttoevoer en de luchtafvoer wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$PC = \text{sign}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}}) \cdot \left(\frac{\text{abs}(q_{v,\text{supply}} - q_{v,\text{extract}})}{\dot{V}_{50}} \right)^{0,65} \cdot 50$$

met

PC = drukvoorwaarde [Pa]

$q_{v,\text{supply}}$ = luchttoevoerdebiet [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

$q_{v,\text{extract}}$ = luchtafvoerdebiet [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

\dot{V}_{50} = lekdebiet bij 50 Pa [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$] van het gebouw of van een deel van het gebouw zoals gedefinieerd door de norm NBN EN 13829.

6.3.2 Ventilatie van toiletruimten

Het ontwerpdebiet van toiletruimten wordt bepaald volgens het aantal wc's (inclusief urinoirs). Is het aantal wc's niet gekend, dan wordt het ontwerpdebiet van de toiletten bepaald op basis van hun vloeroppervlakte.

6.4 Ventilatie van speciale ruimten

De ventilatie van speciale ruimten valt buiten het toepassingsgebied van deze bijlage. Onder speciale ruimten worden hier ruimten verstaan met (een risico op) speciale verontreinigingen waarvoor andere (specifieke en/of meer stringente) eisen qua ventilatie gelden.

De volgende ruimten moeten zeker als speciale ruimten worden beschouwd:

- Garages met een oppervlakte (berekend op grond van de binnenafmetingen) van meer dan 40 m²
- Stookplaatsen
- Brandstofopslagruimten
- Gasmeterruimten
- Ruimten voor drukreducerinrichtingen van aardgas
- Liftkokers en liftkooien
- Huisvuilkokers en verzamelruimte voor huisvuil
- Bepaalde laboratoria (medisch, biologisch, ...)

7 Minimale prestatieniveaus

In deze paragraaf worden de minimaal te bereiken prestaties opgesomd.

7.1 Kwaliteit van de binnenlucht

Bij de dimensionering van ventilatiesystemen mag het ontwerpdebiet niet kleiner zijn dan het minimum debiet overeenkomend met binnenluchtklasse IDA3. Hierbij is de waarde uitgedrukt in $[m^3 \cdot h^{-1}]$ van toepassing.

7.2 Ventilatiedebieten

Het ontwerpdebiet van een ruimte moet zowel bij de afvoer als bij de toevoer gerealiseerd kunnen worden.

7.2.1 In ruimten bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 11 (Rates of outdoor air per person) van de norm NBN EN 13779. Daarbij wordt in principe uitgegaan van de ontwerpbezetting voor elke ruimte zoals vastgelegd door het bouwteam. Indien echter

- de ontwerpbezetting voor een ruimte kleiner is dan de waarde bepaald op basis van onderstaande tabel,
- of het bouwteam zelf geen ontwerpbezetting vastlegt, dan dient bij de bepaling van het minimum ontwerpdebiet de bezetting volgens onderstaande tabel aangehouden te worden. Bij de bepaling van de bezetting aan de hand van de tabel dient het berekende aantal personen op de eenheid naar boven afgerond te worden.

Bij het gebruik van tabel 11 van de norm NBN EN 13779 dient er te worden vanuit gegaan dat er mag gerookt worden, tenzij uitdrukkelijk wordt opgegeven dat roken niet is toegestaan.

De hoofdcategorieën in onderstaande tabel (vette druk) zijn slechts indicatief. Binnen 1 gebouw kunnen in principe alle typen van ruimten uit de tabel voorkomen.

Tabel 1 Te hanteren waarden bij de bepaling van de bezetting nodig voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet in ruimten bestemd voor menselijke bezetting (zie tekst)

	Vloeroppervlakte per persoon (m ² /pers)
Horeca	
restaurants, cafetaria, snelbuffet, kantine, bars, cocktailbars	1.5
keukens, kitchenettes	10
Hotels, motels, vakantiecentra	
slaapkamers in hotel, motel, vakantiecentra, ...	10
slaapzalen in vakantiecentra	5
lobby, inkomhal	2
vergaderzaal, ontmoetingsruimte, polyvalente zaal	2
Kantoorgebouwen	
kantoor	15
ontvangstruimten, receptie, vergaderzalen	3.5
hoofdingang	10

Publieke ruimten	
vertrekhal, wachtzaal	1
bibliotheek	10
Publieke verzamelplaatsen	
kerken en andere religieuze gebouwen, regeringsgebouwen, gerechtszalen, musea en galerijen	2.5
Detailhandel	
verkoopruimte, winkel (behalve winkelcentra)	7
winkelcentrum	2.5
kapsalon, schoonheidssalon	4
winkels voor meubilair, tapijten, textiel, ...	20
supermarkt, grootwarenhuis, dierenspeciaalzaak	10
wasserettes, wassalon	5
Sport en ontspanning	
sporthal, stadion (speelruimte), turnzaal	3.5
kleedkamers	2
toeschouwerterruimte, tribunes	1
discotheek / dansgelegenheden	1
sportclub : aerobicruimten, fitnessruimte, bowlingclub	10
Werkruimten	
fotostudio, donkere kamer, ...	10
apotheek (bereidingsruimte)	10
lokettenzaal in banken / kluisenzaal voor publiek	20
kopieerruimte / ruimte voor printers	10
computerruimte (zonder ruimte voor printers)	25
Onderwijsinstellingen	
leslokalen	4
polyvalente zaal	1
Gezondheidszorg	
ziekenzaal	10
behandeling- en onderzoekskamers	5
operatie- en verloskamers, ontwaakzaal en intensieve zorgen, kinesitherapiezaal, fysiotherapie	5
Correctionele instellingen	
cellen, dagverblijf	4
bewakingsposten	7
inschrijving / registratie / wachtruimte	2
Overige ruimten	
Overige ruimten	15

De minister kan in nadere specificaties de te hanteren waarden bij de bepaling van de bezetting die nodig zijn voor de berekening van het minimum ontwerpdebiet vastleggen voor de ruimtes die in tabel 1 vallen onder "overige ruimten".

7.2.2 In ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting

Het minimum ontwerpdebiet in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting moet worden bepaald op basis van tabel 12 (Rates of outdoor or transferred air per unit floor area (net area) for rooms not designed for human occupancy) van de norm NBN EN 13779.

In afwijking van het voorgaande bedraagt in toiletruimten het minimum ontwerpdebiet $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ per wc (met inbegrip van de urinoirs) of $15 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ per m^2 vloerooppervlakte indien het aantal wc's niet gekend is op het ogenblik van de dimensionering van het ventilatiesysteem.

7.3 Luchtkwaliteit van toevoerdebieten

Het minimum ontwerptoevoerdebiet moet gerealiseerd worden met buitenlucht. Alle bijkomende debieten mogen gerealiseerd worden met buitenlucht, herbruikte lucht of doorstroomlucht.

Bij hergebruik van afvoerlucht dient voldaan te worden aan elk van de richtlijnen gegeven in bijlage A.6 van de norm NBN EN 13779.

In afwijking van beide voorgaande eisen kan in ruimten niet bestemd voor menselijke bezetting het ontwerptoevoerdebiet volledig worden gerealiseerd met afvoerlucht uit andere ruimten van de kwaliteit ETA 1 of ETA 2.

De bijdrage van afvoerlucht uit andere ruimten van kwaliteit ETA 1 of ETA 2, in het ontwerpdebiet van een ruimte hangt af van het ontwerpdebiet van de ruimte(n) waaruit deze lucht betrokken wordt. De som van de ontwerpdebieten vanuit een ruimte naar andere ruimten, kan niet groter zijn dan het eigen ontwerpdebiet van die ruimte.

7.4 Regeling van de luchtkwaliteit

De mechanische ventilatiesystemen voorzien van een regelsysteem van het type IDA-C1 en van het type IDA-C2 zijn niet toegelaten.

De regelsystemen gebaseerd op de luchttemperatuur die toelaten het ventilatiedebiet onder het minimum ontwerpdebiet te verlagen zijn niet toegelaten.

7.5 Drukvoorwaarden in de ruimten of gebouwen

De drukvoorwaarde (PC) die in het gebouw wordt veroorzaakt door het onevenwicht tussen de luchttoevoerdebieten ($q_{v,\text{supply}}$) en de luchtafvoerdebieten ($q_{v,\text{extract}}$) mag niet kleiner zijn dan -5 Pa of groter zijn dan 10 Pa (de berekening moet gebeuren met een lekdebietwaarde bij 50 Pa (\dot{V}_{50}) gelijk aan $V \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ – waarbij V het volume (berekend op basis van de buitenafmetingen, in m^3) van het gebouw of van het beschouwde deel van het gebouw is).

7.6 Energieverbruik van de ventilatoren

De ventilatoren behoren tot de categorie SFP 1, SFP 2 of SFP 3.

7.7 Dimensionering van de luchtopeningen

De toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa .

De toevoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische afvoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa , tenzij een toestel met open verbrandingsruimte, dat aangesloten is op een afvoerkanal, zich in deze ruimte bevindt.

De afvoeropeningen van een natuurlijk ventilatie systeem en de afvoeropeningen van een mechanisch toevoerventilatiesysteem worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 2 Pa .

De afvoeropeningen in een ruimte die voorzien is van een mechanische toevoer, mogen gedimensioneerd worden voor een maximaal drukverschil van 10 Pa.

De doorstroomopeningen worden gedimensioneerd voor een maximaal drukverschil van 10 Pa indien minstens 1 van de 2 ruimten die ze bedienen voorzien is van een mechanisch ventilatiesysteem. In alle andere gevallen wordt dit maximum herleid tot 2 Pa.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen, van de toevoeropeningen voor mechanische afvoerventilatiesystemen en van de doorstroomopeningen volgens de norm NBN EN 13141-1.

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de druk-debiet relatie van de afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen en van de afvoeropeningen voor mechanisch toevoerventilatiesystemen volgens de norm NBN EN 13141-2.

7.8 Regelbaarheid van de luchtopeningen

De doorstroomopeningen moeten vast (niet-regelbaar) zijn.

De toevoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen en de afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie systemen of mechanische toevoerventilatiesystemen moeten manueel of automatisch regelbaar zijn. Ze moeten in voldoende tussenstanden kunnen worden afgesteld tussen de standen « Gesloten » en « Volledig open ». Die afstelling kan hetzij continu gebeuren, hetzij via ten minste 3 tussenstanden tussen de standen « Gesloten » en « Volledig open ».

7.9 Afvoer voor natuurlijke ventilatie

De afvoeropeningen voor natuurlijke ventilatie zijn verbonden met een afvoerkanaal dat uitmondt boven het dak. De afvoerkanalen moeten zo veel als mogelijk een verticaal tracé hebben. Afwijkingen van hoogstens 30° t.o.v. de verticaal worden toegelaten.

De afvoerkanalen en toebehoren worden gedimensioneerd voor een maximale luchtsnelheid van 1 m.s⁻¹.

7.10 Aard van de doorstroomopeningen

De spleten onder de binnendeuren mogen als doorstroomopeningen worden beschouwd voor zover de kleinste afmeting van de spleet ten minste 5 mm bedraagt (de spleethoogte wordt gemeten vanaf het niveau van de afgewerkte vloer; indien de vloerafwerking niet gekend is, dan neemt men voor deze vloerafwerking een dikte aan van 10 mm). In dat geval moet men rekening houden met een debiet van:

- 0,36 m³.h⁻¹ per cm² spleet voor een drukverschil van 2 Pa ;
- 0,80 m³.h⁻¹ per cm² spleet voor een drukverschil van 10 Pa.

7.11 Het binnendringen van hinderlijk gedierte via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanische afvoerventilatiesystemen

Om het binnendringen van hinderlijk gedierte via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatie systeem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, mag het niet mogelijk zijn om volgende voorwerpen doorheen de toevoeropening te laten passeren, hetzij van binnen naar buiten, hetzij omgekeerd:

- een metalen bolletje met een diameter van 4 mm
- een metalen schijfje met een diameter van 10 mm en een dikte van 3 mm

Deze eis geldt voor elke open stand.

7.12 Waterpenetratie via toevoeropeningen van natuurlijke ventilatie systemen of mechanisch afvoerventilatiesystemen

Om regendoorslag via een toevoeropening van een natuurlijk ventilatiesysteem of via een toevoeropening van een mechanisch afvoerventilatiesysteem in de mate van het mogelijke tegen te gaan, mag er geen waterpenetratie mogelijk zijn tot en met een drukverschil van 150 Pa in de stand «Gesloten» en tot en met een drukverschil van 20 Pa in de stand «Volledig open».

Voor vensters die specifiek als toevoeropening ontworpen zijn, wordt met de stand «Volledig open» de maximale openingspositie voor ventilatie bedoeld (en niet de maximale openingspositie van het venster).

Indien specifieke normen ontbreken, gebeurt de bepaling van de waterdichtheid van de toevoeropeningen volgens de norm NBN EN 13141-1.

Daarbij zijn de volgende voorschriften van toepassing:

- De toevoeropening moet overeenkomstig de leveranciersvoorschriften in een plaat geïnstalleerd worden die de dikte heeft van de drager waarop de toevoeropening bij toepassing geplaatst zal worden, bijvoorbeeld:
 - plaat met een dikte van 20mm in geval van beglazing;
 - plaat met een dikte van 60mm in geval van een kader van een venster;
 - plaat met een dikte van 300mm in geval van een muur.
- De dikte van de plaat zal in het verslag vermeld worden.
- Conform aan de norm NBN EN 13141-1 worden de proeven uitgevoerd volgens de norm NBN EN 1027. De weerhouden proefmethode is de methode 1A.
- Voor toevoeropeningen met variabele afmetingen moet de test op een proefstuk uitgevoerd worden waarvan de dagmaat van de (elke) variabele afmeting 1m bedraagt. Indien de maximaal voorkomende afmeting kleiner is dan 1 meter, dient de test op een proefstuk met de maximale afmeting uitgevoerd te worden.

7.13 Luchtverspreiding in de gebruikruimte

Om comfortproblemen in de mate van het mogelijke te voorkomen, moet de onderzijde van toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatiesysteem en van toevoeropeningen van een mechanisch afvoerventilatiesysteem geplaatst worden op een hoogte van minstens 1.80m boven het niveau van de afgewerkte vloer.

In afwijking van de voorgaande eis, mag de onderzijde van toevoeropeningen van een natuurlijk ventilatiesysteem of van een mechanisch afvoerventilatiesysteem geplaatst worden op een hoogte lager dan 1.80m boven het niveau van de afgewerkte vloer, mits een testrapport over de luchtverspreiding in de woonzone, opgemaakt volgens de norm NBN EN 13141-1, paragraaf 4.5 (« Air diffusion in the occupied zone »), beschikbaar is.

Conform aan paragraaf 4.5 en aan tabel 5 van de norm NBN EN 13141-1, wordt de bepaling van de luchtverspreiding in de gebruikruimte uitgevoerd voor de combinatie $\Delta\theta = 0\text{K}$ en $\Delta p = 10\text{Pa}$.