



## **Binnenlucht vervensen: waarom en hoe?**

# **1    Waarom binnenlucht verversen?**

## **1.1    *Algemeen***

Door menselijke activiteiten (wassen, poetsen, koken, verdamping van de huid,...) komt relatief veel waterdamp in de woning vrij die moet worden afgevoerd om problemen van condensatie en schimmelvorming te vermijden. Anderzijds verbruikt de mens zuurstof wat een continue toevoer van buitenlucht noodzaakt.

In het verleden werd deze luchtverversing (toevoer van buitenlucht en afvoer van binnenlucht) gerealiseerd langsheen spleten en kieren in de woning. De laatste decennia (vooral sinds de oliecrisis van 1973) maakt men gebouwen echter steeds energie-efficiënter, door ze beter te gaan isoleren en ze luchtdicht te maken. Dit is natuurlijk een goede zaak voor de energiehuishouding van woningen, maar indien dit niet gepaard gaat met doordachte maatregelen om de binnenlucht te verversen kunnen problemen ontstaan.

Tegelijk is het aantal vervuilende bronnen binnenshuis toegenomen. Onderhoudsmiddelen zijn krachtiger (en dus giftiger) geworden en meer en meer materialen, zoals bouwmaterialen, veroorzaken irritaties en zijn niet bevorderlijk voor een goede regulering van het binnenklimaat. Doordat er vaak onvoldoende verlucht of geventileerd wordt stapelen de ongezonde stoffen zich binnenshuis op en dat terwijl we gemiddeld gesproken 80% van onze tijd binnenshuis doorbrengen! Maar niet alleen voor onze gezondheid maar ook voor ons wooncomfort en voor het gebouw zelf is een goede kwaliteit van de binnenlucht belangrijk.

Om een gezond binnenmilieu te bekomen dient verontreinigde lucht zoveel mogelijk afgevoerd te worden terwijl verse buitenlucht wordt toegevoerd. Verse buitenlucht? Studies hebben aangetoond dat de kwaliteit van de binnenlucht soms vele malen slechter is dan de kwaliteit van de buitenlucht. Het verversen van de binnenlucht is steeds een must!

## **1.2    *Wat is een goede binnenlucht?***

Als we spreken van een goede kwaliteit van de binnenlucht houdt dat in dat de lucht binnenshuis zowel op niveau van comfort als op niveau van gezondheid aan bepaalde eigenschappen voldoet. Deze eigenschappen zijn de volgende:

- Een comfortabele temperatuur  
Deze temperatuur is persoonsafhankelijk, afhankelijk van de activiteiten die worden uitgevoerd en varieert bovendien tussen seizoenen en verblijfsruimten. Gemiddeld beschouwen we een temperatuur van 19 à 22°C in de winter en een temperatuur van 22 à 26°C in de zomer als een comfortabele temperatuur voor leefruimten. In ruimten zoals gang, toilet en eventueel ook de slaapkamer kan een temperatuur van 15°C in de winter volstaan.
- Een aangenaam vochtgehalte  
De gemiddelde relatieve luchtvochtigheid dient 40 à 60% te bedragen.

- Goede chemische samenstelling  
De chemische samenstelling van normale omgevingslucht bestaat voor ongeveer 78% uit stikstof (N<sub>2</sub>), voor ongeveer 21% uit zuurstof (O<sub>2</sub>) en uit een restfractie van voornamelijk argon (Ar), koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), neon (Ne) en helium (He). Afwijkingen op deze samenstelling kunnen hinderlijk of schadelijk zijn voor de menselijke gezondheid.
- Vrij van chemische, fysische of biologische verontreiniging

### **1.3 Wat zijn mogelijke bronnen van vervuiling of bezoedeling van de binnenlucht?**

De kwaliteit van de binnenlucht wordt in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van verontreinigende bronnen binnenshuis maar ook de kwaliteit van de buitenlucht is bepalend voor de kwaliteit van de binnenlucht.

De binnenlucht kan verontreinigd of bezoedeld worden door verschillende bronnen:

- Aanwezigheid van levende organismen  
De aanwezigheid van mens en dier zorgt er voor dat de lucht bezoedeld geraakt door verbruik van zuurstof, afgifte van koolstofdioxide (18L CO<sub>2</sub> per uur en per persoon) productie van geurtjes, verlies van haren, huidschilfers, speeksel, urine,... Uiteraard raakt de binnenlucht niet enkel bezoedeld door de aanwezigheid van levende organismen in strikte zin. Ook menselijke activiteiten zoals roken en schilderen maken voldoende luchtverversing noodzakelijk.  
We produceren bovendien heel wat waterdamp door koken, wassen, douchen, kuisen,... maar ook door ons metabolisme: door transpiratie en ademhaling produceren we zo'n 0,05 tot 1 L water per uur per persoon! Dit te veel aan vocht in de lucht kan condenseren in de constructie van de woning wat op termijn kan resulteren in schimmels. Deze kunnen op hun beurt verantwoordelijk zijn voor visuele hinder, geurhinder, bouwschade en zelfs gezondheidseffecten.
- Emissies uit aanwezige materialen  
In nogal wat elektrische apparatuur, textiel, meubelen, constructie- en afwerkingsmaterialen zijn stoffen aanwezig die verdampen bij kamertemperatuur of al dan niet continu worden vrijgegeven aan de omgeving. Denken we maar aan weekmakers in verven, formaldehyde in spaanplaten, brandvertragers in elektrische apparaten, vluchtige organische stoffen uit vloerbekleding, radon uit fosforgips,...
- (Onvolledige) verbranding van brandstoffen  
Binnenshuis kunnen niet-elektrische verwarmingsinstallaties en niet-elektrische kookfornuizen een bron zijn van stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Bovendien kan een onvoldoende aanvoer van zuurstof of een slechte afvoer van verbrandingsgassen een onvolledige verbranding in de hand werken wat de productie van koolstofmonoxide (CO) tot gevolg hebben.
- Omgeving  
Uiteraard kan ook de buitenlucht vervuilende of schadelijke stoffen bevatten. De belangrijkste bron in (groot)steden zijn de verkeersemissies met typische pollutanten

zoals stikstofoxiden, koolstofmonoxide en fijn stof. Ook lawaai kan beschouwd worden als een bron van verontreiniging.

Raadpleeg onze publicatie 'Goed bouwen: gezond wonen!' voor meer informatie over de gezondheidseffecten, alternatieven en interessante links.

## **1.4 En wat zegt de wet?**

In 2002 heeft Europa een richtlijn goedgekeurd die zijn lidstaten ertoe verplicht eisen op te leggen aan de energieprestatie van nieuwe en gerenoveerde grote gebouwen. Hierin staat onder andere dat het ventilatieaspect in aanmerking dient genomen te worden.

Op federaal niveau bestaat geen specifieke reglementering voor de ventilatie van woningen omdat ventilatie wordt beschouwd als een gewestelijke bevoegdheid. Wel bestaat sinds 1991 een Belgische norm (NBN D50-001 'Ventilatievoorzieningen in woongebouwen') die eisen oplegt en richtlijnen geeft om een correcte ventilatie van gebouwen met een woon- of verblijfsfunctie te garanderen. Deze richtlijnen worden beschouwd als regels van goed vakmanschap.

In navolging van de Europese richtlijn is in Vlaanderen sinds 1 januari 2006 de energieprestatieregelgeving van kracht waardoor voor de meeste gebouwen die een stedenbouwkundige vergunningsaanvraag indienen eisen gelden voor de energieprestatie en het binnenklimaat. Voor nieuwbouw, herbouw en ontmanteling is het voortaan verplicht ventilatievoorzieningen te plaatsen volgens de Belgische norm. Indien ramen worden vervangen in een verbouwing dienen toevoeropeningen voorzien te worden.

Korte noot: De nieuwe gebouwen die bedoeld zijn voor bewoning van onze Waalse landgenoten moeten al sinds 1996 voldoen aan de voorschriften voor luchtverversing zoals bepaald door de Belgische norm!

## **2. Hoe binnenlucht verversen**

### **2.1 Verluchten? Ventileren?**

Er bestaan een aantal manieren om lucht binnenshuis te verversen. De meest logische en de meest gekende manier is door het openen van ramen of deuren, ook wel luchten of **verluchten** genaamd. Dit is de meest eenvoudige manier om lucht te verversen maar niet de meest doeltreffende. Op deze manier komen namelijk relatief grote hoeveelheden lucht de woning binnen, meestal meer dan noodzakelijk. Bovendien zal de ruimte sterk afkoelen in de winter, kan het vergeten worden en biedt het geen bescherming tegen regen, inbraak, omgevingslawaai, wind, insecten enz. Belangrijk is ook dat, afhankelijk van de situatie en van de mate van verontreiniging van de binnenlucht, het effect van de luchtverversing reeds na korte tijd is verdwenen.

Luchtverversing kan ook toevallig tot stand komen als gevolg van ondichtheden (kieren en spleten) in een gebouw. Dit noemen we **infiltratie** (het binnensijpelen van buitenlucht) en

**exfiltratie** (het lekken van binnenlucht). Omdat deze vorm van luchtverversing evenmin controleerbaar is (afhankelijk van windkracht, windrichting, temperatuurverschillen, luchtdichtheidsgraad van de woning) wordt deze manier van luchtverversing niet beschouwd als de aangewezen manier om voldoende luchtverversing te garanderen.

Het verversen van lucht gebeurt beter continu en op gecontroleerde manier. Dat kan door speciaal daartoe aangebrachte voorzieningen die de bewoner in staat stellen een permanente luchtverversing tot stand te brengen en deze bovendien te regelen. Het permanent aanvoeren van verse en het afvoeren van vochtige en bedorven lucht naar en van een ruimte noemt men **ventileren**. In speciale omstandigheden zoals oververhitting, sterke bezonning of sterk verontreinigende activiteiten (bv. schilderen) zal ventilatie via deze voorzieningen niet volstaan. Daarom wordt geadviseerd in deze situaties aanvullend **intensief te ventileren** door het openen van ramen en/of deuren.

Het is dus duidelijk dat ventileren de aangewezen manier is om op een gecontroleerde manier lucht te verversen. Nochtans is een gecontroleerde ventilatie niet altijd mogelijk omwille van technische moeilijkheden bij renovaties, omwille van beperkte budgetten, omwille van de eigendomssituaties,... In deze publicatie willen we aantonen op welke manier het in zulke situaties ook mogelijk is een redelijk aanvaardbare kwaliteit van de binnenlucht te bereiken.

## ***2.2 Hoe juist ventileren of verluchten?***

Om een goede luchtverversing te garanderen dient verse buitenlucht aangevoerd te worden via de droge ruimten. Droge ruimten zijn leefruimten zoals woonkamer, slaapkamer, studeer- en speelkamer. Vervolgens dient de lucht binnenshuis door te stromen naar de natte ruimten zoals keuken, badkamer, toilet, wasruimte,... waar de bezoedelde binnenlucht uiteindelijk dient te worden afgevoerd.

De luchtstroom die binnenshuis gerealiseerd wordt dient permanent te zijn, waarbij per ruimte de luchttoevoer en –afvoer op elkaar afgestemd zijn. Het debiet kan eventueel aangepast worden aan de activiteiten in de woning.

Ruimten die niet tot de eigenlijke woonruimten behoren zoals garage, kelder, berging, ruimte met verbrandingsinstallatie,... dienen op een andere wijze geventileerd te worden. Meestal gebeurt dit op een natuurlijke wijze door middel van niet-regelbare ventilatieroosters die in de muren worden geplaatst.

Het is belangrijk dat de ventilatievoorzieningen inbraakveilig en insectenwerend zijn en dat zowel voorzieningen voor toevoer, als voor doorstroom als voor afvoer aanwezig zijn en optimaal functioneren, zoniet kan een voldoende luchtverversing niet gegarandeerd worden.

### **2.2.1 Verse buitenlucht toevoeren**

Indien geen ventilatievoorzieningen aanwezig zijn kan de lucht aangevoerd worden via opengaande (klep)ramen en of deuren, al dan niet met kipstand. Dit zijn echter niet de aangewezen manieren om lucht aan te voeren omdat deze openingen meestal veel groter zijn dan de gevraagde nuttige opening.

Het komt de luchtkwaliteit ten goede indien de verse buitenlucht permanent in de droge ruimten wordt toegevoerd via ventilatievoorzieningen. De toevoer kan dan op een natuurlijke of op een mechanische manier gebeuren.

#### Natuurlijke toevoer

De toevoer van verse buitenlucht kan op een natuurlijke wijze gebeuren via regelbare ventilatieroosters (RTO). Deze worden in een buitenraam of -deur geplaatst: op de beglazing, op de tussenregel, bovenop het raamkader of ingewerkt in de rolluikkast. Een andere mogelijkheid is ze in een buitenmuur van de droge ruimten te plaatsen.

De openingen moeten manueel of automatisch (zelfregelend of vraaggestuurd) kunnen geregeld worden (regeling via schuif, klep of trommel) in een voldoende aantal standen of traploos tussen open en gesloten. Zelfregelende roosters zijn roosters die de overmatige winddruk op de gevel opvangen om overventilatie en tochtverschijnselen te vermijden. Vraaggestuurde roosters worden automatisch geregeld volgens de ventilatiebehoeften. De regeling kan dan gebeuren op aanwezigheid of beweging, op luchtvochtigheid of op CO<sub>2</sub>-gehalte. In sommige situaties zijn akoestisch dempende toevoerroosters interessant.

#### Mechanische toevoer

Verse buitenlucht kan op mechanische wijze worden toegevoerd door elektrische ventilatoren die via kanalen en inblaasmonden in de droge ruimten uitmonden. Deze wijze van luchttoevoer wordt verder niet behandeld.

### **2.2.2 Binnenlucht doorstromen**

Doorstroming van lucht dient permanent te gebeuren van droge naar natte ruimten. Doorstroomopeningen mogen daarom niet afsluitbaar en niet regelbaar zijn. Doorstroomopeningen kunnen roosters zijn in binnendeuren of –muren of spleten onder of boven deuren. Tevens zijn akoestisch dempende doorstroomroosters en brandwerende roosters op de markt.

### **2.2.3 Bezoedelde binnenlucht afvoeren**

Afvoer van vochtige en bezoedelde lucht dient te gebeuren via zogenaamde natte ruimten op natuurlijke of mechanische wijze. Indien geen ventilatievoorzieningen aanwezig zijn kan de lucht afgevoerd worden via opengaande (klep)ramen en of deuren, al dan niet met kipstand. Dit zijn echter niet de aangewezen manieren om lucht af te voeren omdat deze openingen meestal veel groter zijn dan de gevraagde nuttige opening.

#### Natuurlijke afvoer

Lucht kan op natuurlijke wijze worden afgevoerd via regelbare roosters die via verticale afvoerkanalen boven het dak uitmonden. Indien het afvoerkanaal niet gehinderd wordt door hindernissen, wordt binnenlucht afgevoerd door wind en temperatuurverschillen. De regelbare afvoeropeningen (ROA) moeten manueel of automatisch geregeld kunnen worden in minstens 5 standen of traploos.

### Mechanische afvoer

Om vervuilde lucht op mechanische wijze af te voeren zijn elektrische ventilatoren nodig die lucht uit de natte ruimten aanzuigen via kanalen met afvoermonden. Deze wijze van luchtafvoer wordt verder niet behandeld.

#### **2.2.4 Toen waren ze nog met 4...**

De combinatie van aan- en afvoer op natuurlijke of mechanische wijze brengt ons bij vier verschillende systemen:

- **Systeem A: natuurlijke toevoer en natuurlijke afvoer**  
Luchtverversing ontstaat door wind en temperatuurverschillen tussen binnen en buiten. Dit systeem biedt het voordeel dat de kostprijs relatief laag is, dat het weinig onderhoud vraagt en dat het eenvoudig te installeren is. Het nadeel is dat vele (goedkope) systemen niet of beperkt regelbaar zijn wat grote energieverliezen oplevert bij hevige wind. Nochtans zijn er systemen op de markt die afhankelijk van de windsnelheid automatisch geregeld worden, zogenaamde zelfregelende roosters.
- **Systeem B: mechanische toevoer en natuurlijke afvoer**  
Dit systeem wordt zelden toegepast. Het biedt als voordeel dat ten opzichte van systeem A meer keuzemogelijkheden bestaan in de plaatsing van de toevoeropening en dat de norm beter gehaald wordt in alle weersomstandigheden. Het nadeel is dat het gebruik van ventilatoren gepaard gaat met energieverbruik en dat er veel toevoerkanalen nodig zijn.
- **Systeem C: natuurlijke toevoer en mechanische afvoer**  
Dit systeem biedt als voordeel dat ten opzichte van systeem A meer keuzemogelijkheden bestaan in de plaatsing van de afvoeropening en dat de norm beter gehaald wordt in alle weersomstandigheden. Het nadeel is dat het gebruik van ventilatoren en de beperkte regelbaarheid van vele (goedkope) toevoersystemen gepaard gaat met energieverbruik. Nochtans zijn er systemen op de markt die afhankelijk van de windsnelheid automatisch geregeld worden, zogenaamde zelfregelende roosters. Het systeem kan bovendien ook voorzien worden van sensoren (voor bepaalde parameters zoals aanwezigheid, vocht, koolstofdioxide, ...) wat een vraaggestuurde ventilatie mogelijk maakt.
- **Systeem D: mechanische toevoer en mechanische afvoer**  
Dit systeem biedt als grote voordeel dat een groot deel van de warmte van de afgevoerde lucht kan worden gebruikt om de koude buitenlucht op te warmen (warmteterugwinning). Bijkomende voordelen ten opzichte van de andere systemen is dat meer keuzemogelijkheden bestaan in de plaatsing van de toevoer- en afvoeropening en dat de norm beter gehaald wordt in alle weersomstandigheden. De systemen kunnen ook voorzien zijn van sensoren (voor bepaalde parameters zoals aanwezigheid, vocht, koolstofdioxide, wind, temperatuur,...) wat vooral voor mechanische ventilatiesystemen een vraaggestuurde ventilatie mogelijk maakt. Het nadeel is dat het gebruik van ventilatoren een hoger energieverbruik oplevert ten opzichte van de andere systemen. Dit nadeel kan netto grotendeels worden opgeheven

indien een warmteterugwinning aan het systeem gekoppeld is. Dit systeem noodzaakt echter geregeld onderhoud en is enkel toepasbaar in een luchtdicht gebouw met weinig kieren en spleten.

### **2.3 Oeningen, kieren en spleten in huis. Allemaal goed, maar hoe verplaatst lucht zich dan?**

Lucht kan zich verplaatsen als drukverschillen ontstaan tussen 2 plaatsen waarbij de lucht zich steeds zal verplaatsen van de plaatsen in overdruk naar de plaatsen in onderdruk. Deze luchtdrukverschillen kunnen ontstaan op natuurlijke wijze (wind en temperatuurverschillen) of op mechanische wijze (ventilatoren).

Indien een ventilator de lucht in huis toevoert, zal de woning in overdruk komen te staan waardoor de lucht zich een weg zal zoeken naar buiten: via de afvoervoorzieningen. Een ventilator die de binnenlucht afvoert zal daarentegen de woning in onderdruk plaatsen, waardoor verse buitenlucht wordt aangezogen via de toevoeropeningen.

Om te verklaren hoe de lucht zich verplaatst in een woning met natuurlijke toevoer- en natuurlijke afvoeropeningen moeten we eerst iets vertellen over het ontstaan van luchtdrukverschillen door temperatuurverschillen. Dit heeft te maken met de variabele soortelijke massa van lucht in functie van de temperatuur. Lichtere, warme lucht zal hierdoor de neiging hebben op te stijgen, terwijl de koudere, zwaardere lucht zich lager zal bevinden. Indien afvoeropeningen op de correcte manier geplaatst zijn in de woning, zal dit effect ervoor zorgen dat de natte ruimten in onderdruk komen te staan. Hierdoor wordt lucht via de toevoeropeningen uit de rest van de woning aangezogen.

### **2.4 Ventileren geeft problemen**

Niet, niet voldoende of juist te veel ventileren kan problemen veroorzaken op niveau van het comfort, op niveau van de gezondheid, op niveau van de woning zelf als op niveau van energiehuishouding.

Niet of niet voldoende ventileren zorgt ervoor dat de bezoedelde, vochtige en mogelijk ook vervuilde lucht niet of niet voldoende wordt afgevoerd. Dit kan zorgen voor een onaangenaam gevoel (vochtig, muffig,...), kan een weerslag hebben op de gezondheid of kan bouwschade veroorzaken (condensatie kan voor schimmel zorgen die de bouwconstructie aantast).

Te veel ventileren of verluchten daarentegen zorgt voor nodeloos energieverlies en kan eveneens voor een onbehaaglijk gevoel zorgen. Daarbij denken we vooral aan tochtthinder bij toe- of afvoeropeningen of bij doorstroomopeningen tussen kamers met een groot temperatuurverschil. Tochtthinder is nochtans te vermijden door enkele eenvoudige aandachtspunten:

- Plaats de ventilatieopeningen boven 1,80 m hoog. De koude lucht zal zich dan eerst mengen met de warme lucht.
- Plaats muurroosters achter radiatoren. Indien de radiator aanstaat, is er weinig kans op tochtthinder. Let er wel op dat bij strenge vorst en indien de radiator uitstaat de kans op bevriezing bestaat.

- Een lang en smal ventilatierooster geeft minder tochtinder dan een kort en breed omdat de lucht over een grotere oppervlakte verdeeld wordt.

Uiteraard kan het gebeuren dat ventilatieopeningen zorgen voor de verplaatsing van bepaalde geuren of geluid van één kamer naar een andere of van buiten naar binnen de woning. Indien het om tijdelijke sterke hinder gaat of bij overheidsbevel wordt aangeraden de toe- of afvoeropeningen tijdelijk te sluiten.

## 2.5 Hoeveel lucht verversen?

Hoeveel lucht verversst moet worden in een kamer is afhankelijk van een aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn:

- Aantal aanwezige mensen
- Aard van de activiteiten (sporten, schilderen, slapen,...)
- Afmetingen van de kamer
- Hoeveelheid en aard van de verontreiniging (zowel afkomstig van binnen- als buitenshuis)
- Buitenklimaat
- Hygiënisch onderhoud

Toch schrijft de norm NBN D50-001 die beschouwd dient te worden als code van goed praktijk, een verversing van 3,6 m<sup>3</sup> lucht per uur en per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte voor. Hierbij gelden een aantal bijzondere voorwaarden:

- Woonkamers: debiet minimaal 75 m<sup>3</sup>/u (woonkamers < 21 m<sup>2</sup>) en mag beperkt worden tot 150 m<sup>3</sup>/u (woonkamers > 42 m<sup>2</sup>)
- Slaap-, studeer-, hobbykamers: debiet minimaal 25 m<sup>3</sup>/u (kamers < 7 m<sup>2</sup>) en mag beperkt worden tot 36 m<sup>3</sup>/u,pp
- Gesloten keukens, badkamers: debiet minimaal 50 m<sup>3</sup>/u (natte ruimten < 14 m<sup>2</sup>) en mag beperkt worden tot 75 m<sup>3</sup>/u (natte ruimten > 21 m<sup>2</sup>)
- Open keukens: debiet minimaal 75 m<sup>3</sup>/u (keukens < 21 m<sup>2</sup>)
- Toilet: debiet 25 m<sup>3</sup>/u (toiletten < 7m<sup>2</sup>)

Concreet betekent dit hetvolgende:

- Toevoeropeningen moeten een opening van 10 cm<sup>2</sup> per m<sup>2</sup> vloeroppervlakte hebben.
- Per ruimte moet de doorstroomopening (of de som van de openingen als er meerdere aanwezig zijn) minstens 70 cm<sup>2</sup> bedragen. Dit komt overeen met een spleet van ongeveer 1 cm boven of onder de deur. Voor keukens dient een dubbel zo grote doorstroomopening te worden voorzien als voor andere ruimten, dit om voldoende luchttoevoer te voorzien als de dampkap in werking is.
- De regelbare afvoeropeningen dienen voor toilet min. 70 cm<sup>2</sup>, voor keuken, badkamer, was- en droogplaats min. 140 cm<sup>2</sup> en voor open keuken min. 210 cm<sup>2</sup> te bedragen. Ook de afvoerkanalen dienen dezelfde doorsnede te hebben. Voor cirkelvormige

leidingen komt dit ongeveer overeen met een diameter van 10 cm voor toilet, van 14 cm voor keuken, badkamer, was- en droogplaats en van 17 cm voor een open keuken. Niet-cirkelvormige openingen dienen eenzelfde oppervlakte te hebben, maar de wanden moeten bovendien minstens 5 cm bedragen.

De kanalen voor natuurlijke afvoer dienen hoofdzakelijk verticaal te zijn, de oppervlakte dient gelijk te zijn aan de oppervlakte van de toevoeropening en de kanalen dienen minstens 50 cm boven het dak uit te monden op een manier dat de afvoer niet gehinderd wordt door obstakels in de omgeving of door het hellende dak zelf. Voor hellende daken (meer dan 23°) wordt de uitmonding best zo dicht mogelijk bij de nok van het dak geplaatst.