

# INSTALLATIEGELUID IN BOUWBESLUIT 2012:

## NIETS NIEUWS ONDER DE ZON?

**Installaties vervullen een steeds belangrijkere rol bij de realisatie van gezonde en energiezuinige woningen. Ze produceren echter vaak ongewenst geluid, waardoor gebruikers de (voor een gezond binnenmilieu noodzakelijke) installaties uitzetten. In Bouwbesluit 2012 is daarom een eis opgenomen om de geluidhinder van installaties in de eigen woning te beperken. In de oude GIW-regeling was hiervoor al een grenswaarde opgenomen. Men zou dus kunnen denken dat er weinig verandert voor de praktijk, behalve dat er nu naast de bestaande richtlijn ook een wettelijke eis geldt. Inhoudelijk komen ze echter niet geheel met elkaar overeen. Dit komt door het principe van 'vrije indeelbaarheid' en de bijbehorende toetsingsgrootte: het karakteristieke installatiegeluidniveau per verblijfsgebied. De nieuwe eis sluit daardoor minder goed aan bij de werkelijke beleving van de bewoner.**



ing. E.A.G. (Erika) Rovers,  
Nieman Raadgevende  
Ingenieurs B.V., Eindhoven



ir. J.E.J. (Janneke)  
Verkerk-Evers,  
Nieman Raadgevende  
Ingenieurs B.V., Eindhoven

### TOETSINGSGROOTHEDEN

Om ongewenst geluid van installaties binnen de eigen woning te voorkomen werd tot nu toe alleen door het Garantie Instituut Woningbouw (GIW) een richtlijn gegeven<sup>1</sup>. Het maximaal toelaatbare geluidniveau  $L_{i,A}$  ten gevolge van de eigen installaties voor verwarming, warmwatervoorziening en ventilatie mag maximaal 30 dB(A) bedragen. De eis geldt voor een verblijfsruimte van een woonfunctie en sluit aan op de reeds bestaande private norm NEN 1070, klasse 3.

In Bouwbesluit 2003 komt een dergelijke eis niet voor. De eisen voor installatiegeluid in woonfuncties betreffen uitsluitend installaties buiten de eigen woning, zoals liften of het ventilatiesysteem van de burens. In Bouwbesluit 2012 komt hier verandering in; er wordt ook een eis gesteld aan het geluidniveau ten gevolge van de eigen installatie voor warmwatervoorziening, ventilatie en verwarming. Voor de toetsingsgrootte wordt aansluiting gezocht bij de bestaande eis voor installaties buiten de eigen woning. Er wordt vastgehouden aan het principe van 'vrije indeelbaarheid', een van de grondslagen van het Bouwbesluit (zie kader). Dit betekent dat het karakteristieke installatiegeluidniveau  $L_{i,A;k}$  in het verblijfsgebied maximaal 30 dB(A) mag bedragen.

De installatiegeluidniveaus  $L_{i,A}$  van de verblijfsruimten binnen een verblijfsgebied worden gemiddeld, naar rato van het volume van de ruimten. Het gemiddelde  $L_{i,A}$  van het verblijfsgebied wordt vervolgens gecorrigeerd voor het totale volume ten opzichte van het referentievolume ( $V_0$ ) 25 m<sup>3</sup> (zie onderstaande formule uit NEN 5077:2006).

$$L_{i,A;k} = 10 \cdot \log \sum_{j=1}^n \left( \frac{V_j}{V_{tot}} \cdot 10^{L_{i,A;j}/10} \right) + 5 \cdot \log \left( \frac{V_{tot}}{V_0} \right) \quad (1)$$

<sup>1</sup> GIW is inmiddels overgenomen door Stichting Waarborgfonds Koopwoningen (SWK) en Woningborg.

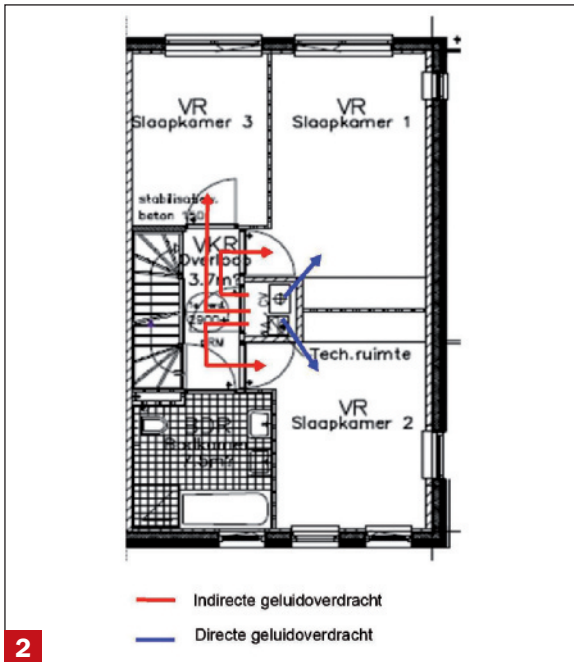
waarin:

- $L_{i,A;k}$  is het karakteristieke A-gewogen installatiegeluidniveau [dB(A)]
- $n$  is het aantal deelruimten waaruit het verblijfsgebied bestaat
- $j$  is het ranggetal van de betrokken deelruimte
- $V_j$  is het netto volume van ontvangruimte  $j$  [m<sup>3</sup>]
- $V_{tot}$  is het netto volume van het totale verblijfsgebied [m<sup>3</sup>]
- $L_{i,A;j}$  is het A-gewogen installatiegeluidniveau in ontvangruimte  $j$  [dB(A)]
- $V_0$  is het referentievolume [m<sup>3</sup>] = 25 m<sup>3</sup>

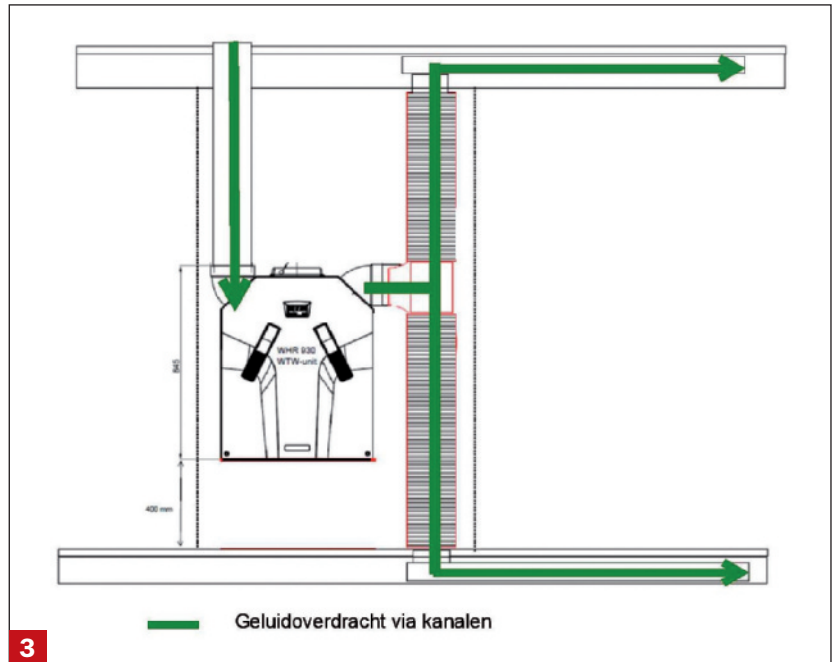
Zowel het  $L_{i,A}$  (GIW / SWK / Woningborg) als het  $L_{i,A;k}$  (Bouwbesluit 2012) wordt genormeerd op een nagalmtijd in de ontvangruimte van 0,5 s. Bij beide eisen moet het geluidniveau worden getoetst in de stand waarin de vereiste ventilatiecapaciteit conform het Bouwbesluit wordt gerealiseerd. Zoals aangegeven, geldt de eis ook voor systemen voor verwarming of warmwatervoorziening van de eigen woning. Deze blijven echter buiten beschouwing in dit artikel, omdat hierover in de praktijk minder klachten worden gemeld. Alleen warmtepompen vragen speciale aandacht, maar deze worden (nog) niet algemeen toegepast.

Bouwbesluit 2012 schrijft voor, dat het karakteristieke installatiegeluidniveau achteraf door een meting wordt bepaald volgens NEN 5077:2006. In de praktijk ontstaat bij controlemetingen vaak discussie over de stand waarin gemeten moet worden. De inregeling van het systeem heeft invloed op de gemeten geluidniveaus. Het is daarom relevant om te vermelden dat ook de eisen voor ventilatie wijzigen in Bouwbesluit 2012 (zie kader).

Ten behoeve van de bouwaanvraag moet vooraf voldoende aannemelijk worden gemaakt dat aan de grenswaarde zal worden voldaan. Een NPR (Nederlandse Praktijk Richtlijn) toegespitst op installatiegeluid binnen de woning is nog niet beschikbaar, maar voor een



Bouwkundige geluidoverdracht



Geluidoverdracht via kanalen



Opstelplaats van een WTV-unit

inschatting van de geluidoverdracht via de kanalen kan gebruik worden gemaakt van ISSO 24.

**OVERDRACHT VAN INSTALLATIEGELUID**

Het installatiegeluidniveau in een verblijfsruimte ten gevolge van de mechanische ventilatie komt tot stand via een aantal overdrachtswegen. Ten eerste wordt geluid overgedragen via de bouwkundige constructies (zie figuur 2). De installaties brengen de vloer of wand waaraan ze bevestigd zijn in trilling (constructiegeluid) of stralen geluid af in de technische ruimte (luchtgeluid). Dit geluid kan de verblijfsruimte bereiken via een scheidingswand of -vloer (directe geluidoverdracht) of als omloopgeluid via een tussenruimte, zoals een hal of overloop (indirecte geluidoverdracht). Daarnaast vindt geluidoverdracht plaats via het kanaalsysteem naar de ventielen in de verblijfsruimte (zie figuur 3). Al deze overdrachtswegen moeten in de beoordeling worden meegenomen.

Het resulterende geluidniveau in een ruimte is dus afhankelijk van een groot aantal factoren. De primaire bron is de mechanische ventilatie-unit. De geluidproductie hiervan is afhankelijk van het benodigde ventilatiedebiet, de

**VRIJE INDEELBAARHEID**

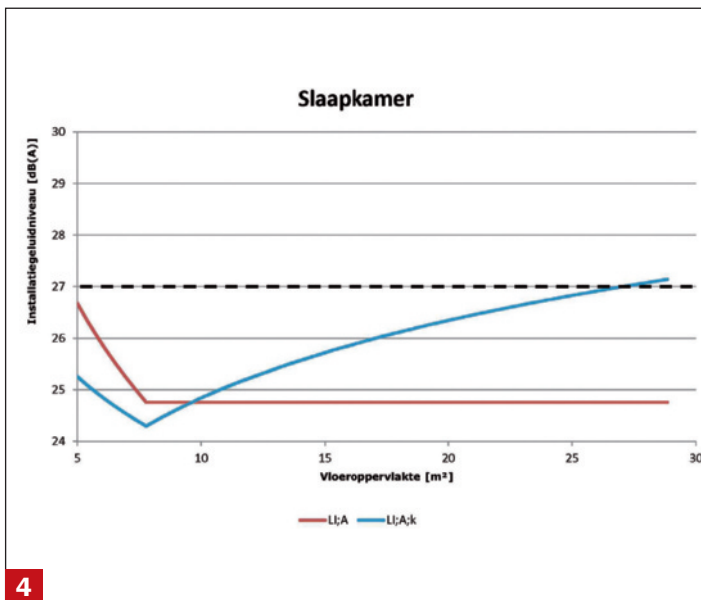
Een belangrijke grondslag van het Bouwbesluit in Nederland is de vrije indeelbaarheid. Dit principe houdt in dat ontwerpers en gebruikers van een gebouw vrij zijn om (onder bepaalde voorwaarden) een indeling te kiezen of te veranderen, zonder dat daarvoor een bouwvergunning nodig is. De systematiek van het Bouwbesluit is daarom gebaseerd op het geven van voorschriften op verblijfsgebied-niveau met 'vangnet'-eisen op het niveau van de verblijfsruimte.

**VERBLIJFSRUIMTE EN VERBLIJFSGEBIED**

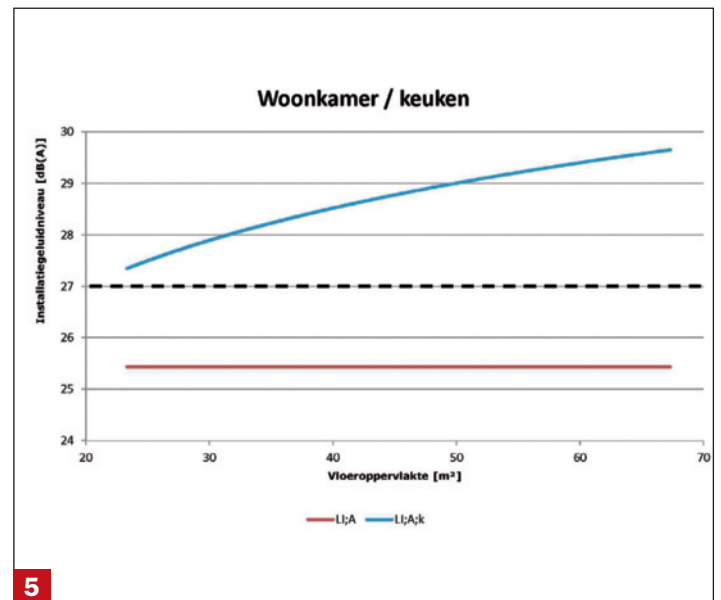
Een verblijfsruimte (VR) is een ruimte voor het verblijven van mensen. Een gebouw moet altijd tenminste één verblijfsruimte hebben, waarin de kenmerkende activiteiten plaatsvinden

van de gebruiksfunctie(s) van dat gebouw. Een verblijfsruimte ligt altijd in een verblijfsgebied.

Een verblijfsgebied (VG) is een verzameling van aan elkaar grenzende verblijfsruimten op dezelfde bouwlaag en bestaat altijd uit ten minste één verblijfsruimte. Indien de ontwerper het verblijfsgebied niet heeft ingedeeld in één of meerdere verblijfsruimten, is de verblijfsruimte gelijk aan het verblijfsgebied. De term verblijfsgebied is ingevoerd om de vrije indeelbaarheid te bevorderen. Doordat de eisen op verblijfsgebied-niveau in de meeste gevallen strenger zijn dan de eisen op verblijfsruimte-niveau, is het eenvoudiger om aan de eisen van een verblijfsruimte te blijven voldoen, bij het veranderen van de indeling in verblijfsruimten.



4  $L_{i,A}$  en  $L_{i,A;k}$  in relatie tot vloeroppervlakte (slaapkamer)



5  $L_{i,A}$  en  $L_{i,A;k}$  in relatie tot vloeroppervlakte (woonkamer/keuken)

weerstand in het kanalsysteem en de eigenschappen van de unit zelf. In welke mate deze bron in de verblijfsgebieden te horen is, is afhankelijk van de overdrachtwegen. Hierbij zijn de volgende vragen van belang: Staat de ventilatie-unit opgesteld in een berging die direct bereikbaar is vanuit de verblijfsruimte of is er een tussenruimte aanwezig? Hoe zijn de scheidingswanden uitgevoerd? Welk type deur is toegepast en welke kierdichting? Hoe is de unit opgehangen? Zijn geluiddempende slangen toegepast in het kanalsysteem?

Daarnaast kunnen onderdelen van het ventilatiesysteem zelf een bron van geluid zijn, vooral wanneer ze een obstakel vormen voor de luchtstroming. Denk hierbij aan plotselinge doorsnede- of richtingsveranderingen, maar ook aan deuken en gruis in de kanalen na uitvoering. Hoe dichterbij deze obstakels zich bij de ruimte bevinden, hoe meer invloed ze hebben op het uiteindelijke geluidniveau in de ruimte. Het opgewekte geluid kan dan niet meer worden weggedempt door andere onderdelen van het systeem. Een belangrijk aandachtspunt is daarom de geluidproductie van de ventielen in de verblijfsruimten.

### VERGELIJKING VAN DE EISEN

Om een idee te krijgen wat de invoering van de nieuwe Bouwbesluit-eis voor invloed heeft in de praktijk is door ons een parameterstudie uitgevoerd voor een woning met systeem D (mechanische toe- en afvoer). Het geluidniveau in de ruimte ( $L_{i,A}$  en  $L_{i,A;k}$ ) ten gevolge van de ventielen is bepaald op basis van enkele enigszins willekeurige, maar realistische uitgangspunten.

De geluidoverdracht via de bouwkundige constructies is in de meest voorkomende situaties niet verwaarloosbaar ten opzichte van de geluidoverdracht via de kanalen. We nemen aan dat beide overdrachtwegen ongeveer een even grote bijdrage leveren. Om te voldoen aan de eisen mag de geluidoverdracht via de kanalen dan leiden tot een geluidniveau in de ruimte van maximaal 27 dB(A)<sup>2</sup>. Bij een goed ontworpen en zorgvuldig uitgevoerd kana-

alsysteem met voldoende geluiddemping is de geluidproductie van de ventielen in de ruimte maatgevend ten opzichte van het ventilatorgeluid.

De geluidproductie van ventielen door stromingsruis is evenredig met de hoeveelheid lucht die wordt ingeblazen/afgevoerd. In de parameterstudie wordt uitgegaan van een geluidvermogen ( $L_w$ ) van 30 dB bij een debiet van 50 m<sup>3</sup>/h (toevoer) respectievelijk 75 m<sup>3</sup>/h (afvoer). Bij een verdubbeling van de luchthoeveelheid wordt een 3 dB hoger geluidvermogen aangenomen.

Het vereiste ventilatiedebiet conform het Bouwbesluit is gerelateerd aan de vloeroppervlakte van het verblijfsgebied (0,9 dm<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup>). Uitgaande van een verblijfsgebied dat uit één verblijfsruimte bestaat met een constante vrije hoogte (2,60 m), is er een directe relatie tussen het ruimtevolumen en de ventilatiecapaciteit.

In figuur 4 zijn de resultaten van de geluidoverdracht via de kanalen weergegeven voor een slaapkamer, gebaseerd op het principe dat 100% van de vereiste ventilatielucht wordt toegevoerd in de ruimte, via een spleet onder de deur overstroomt naar de gang en uiteindelijk wordt afgezogen in toilet, badkamer of keuken. Bij een ruimtevolumen van 25 m<sup>3</sup> (9,6 m<sup>2</sup> vloeroppervlakte) zijn de resultaten voor  $L_{i,A}$  en  $L_{i,A;k}$  aan elkaar gelijk.

Bij een grotere vloeroppervlakte moet er meer worden geventileerd en wordt er meer geluid geproduceerd door de ventielen. Daarentegen vindt er meer geluiddemping plaats in de ruimte wanneer het volume groter wordt en de nagalmtijd gelijk blijft. Beide effecten wegen exact tegen elkaar op vanwege de gekozen uitgangspunten. Het installatiegeluidniveau  $L_{i,A}$  blijft dus constant.

De waarde voor het karakteristieke installatiegeluidniveau  $L_{i,A;k}$  stijgt echter bij toenemend volume, vanwege de correctieterm in de norm. Voor een slaapkamer van gangbare afmetingen kan het verschil oplopen tot ongeveer 2 dB. Bij een vloeroppervlakte kleiner dan 7,7 m<sup>2</sup> blijft het vereiste ventilatiedebiet conform het Bouwbesluit 7,0 l/s.

<sup>2</sup> 27 dB + 27 dB = 30 dB

Het optredende geluidniveau stijgt daarom weer met een kleiner wordend volume.

In figuur 5 zijn de resultaten weergegeven voor een woonkamer/keuken. Uitgaande van een gangbaar ventila-

tieprincipe wordt 50% van de vereiste ventilatiecapaciteit toegevoerd via ventielen in de ruimte en de resterende capaciteit stroomt over vanuit de gang. Daarnaast wordt het volledige vereiste ventilatiedebiet voor het verblijfsgebied afgevoerd in de keuken.

Tabel 1: Eisen

ruimte	eis capaciteit
<b>toevoer</b> (minimaal 50% rechtstreeks van buiten)	
per verblijfsgebied	≥ 0,9 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm <sup>3</sup> /s
per verblijfsruimte	≥ 0,7 dm <sup>3</sup> /s per m <sup>2</sup> vloeroppervlakte met een minimum van 7 dm <sup>3</sup> /s
gelijktijdigheid	ieder verblijfsgebied afzonderlijk of 70% van alle verblijfsgebieden samen
<b>afvoer</b> (rechtstreeks naar buiten)	
toiletteruimte	≥ 7 dm <sup>3</sup> /s
badruimte	≥ 14 dm <sup>3</sup> /s
opstelplaats kooktoestel	≥ 21 dm <sup>3</sup> /s

Ook op het gebied van de vereiste ventilatiecapaciteit vindt een wijziging plaats in het Bouwbesluit. Een centraal ventilatiesysteem moet nog steeds in staat zijn om elk verblijfsgebied op enig moment volledig te ventileren. Aanvullend moet bij een woonfunctie met meer dan één verblijfsgebied gelijktijdig 70% van de capaciteit voor verblijfsgebieden kunnen worden geventileerd. De overige ventilatie-eisen blijven onveranderd van kracht. Hieronder is ter illustratie een voorbeeldberekening opgenomen.

**Voorbeeld 1 – tweekamerappartement**

Een tweekamerappartement heeft één verblijfsgebied (VG) met een oppervlakte van 45 m<sup>2</sup>. De badkamer en het toilet zijn gecombineerd in één ruimte. In de berging is een opstelplaats voor een wasmachine met een afzuigpunt voor ventilatie aanwezig. Er is sprake van één VG, de 70%-regel is dus niet van toepassing. De luchtaanvoer van buiten moet ten minste 0,9 dm<sup>3</sup>/s/m<sup>2</sup> \* 45 m<sup>2</sup> = 40,5 dm<sup>3</sup>/s bedragen. De luchtafvoer moet ten minste 35 dm<sup>3</sup>/s bedragen (de som van de keuken à 21 dm<sup>3</sup>/s en de badkamer à 14 dm<sup>3</sup>/s).

Het geluidniveau moet worden beoordeeld in de stand waarbij de centrale afzuiging ten minste 40,5 dm<sup>3</sup>/s bedraagt, waarvan ten minste 21 dm<sup>3</sup>/s in de keuken en 14 dm<sup>3</sup>/s in de badkamer wordt afgevoerd. De resterende hoeveelheid mag worden afgevoerd via het afzuigpunt in de berging.

**Voorbeeld 2 – eengezinswoning**

Een eengezinswoning heeft twee VG's. VG1 betreft de woonkamer en keuken en heeft een oppervlakte van 40 m<sup>2</sup>. VG2 betreft de slaapkamers en heeft een oppervlakte van 30 m<sup>2</sup>. Op de begane grond bevindt zich een toilet en op de verdieping is een badkamer. Op de zolder is een opstelruimte voor een wasmachine met een afzuigpunt.

**A. Bouwbesluitstand bij natuurlijke toevoer en mechanische afvoer**

De ventilatie moet ten minste 36 dm<sup>3</sup>/s bedragen in VG1 en 27 dm<sup>3</sup>/s in VG2. In VG1 bevindt zich een afvoerpunt. De ventilatie voor dat VG wordt voor 50% toegevoerd via VG2. De luchttoevoer is regelbaar met ventilatieroosters in de gevel. Het installatiegeluidniveau moet worden bepaald onder de volgende condities:

- De totale ventilatie van de VG's moet ten minste zo groot zijn als de hoogste waarde voor het betreffende verblijfsgebied (respectievelijk 36 dm<sup>3</sup>/s en 27 dm<sup>3</sup>/s) en de waarde die volgt uit de 70%-regel (0,9 dm<sup>3</sup>/s \* 40 m<sup>2</sup> + 0,9 dm<sup>3</sup>/s \* 35 m<sup>2</sup>) \* 70% = 44,1 dm<sup>3</sup>/s.
- De totale luchtafvoer moet ten minste 42 dm<sup>3</sup>/s bedragen (de som van de keuken à 21 dm<sup>3</sup>/s, de badkamer à 14 dm<sup>3</sup>/s en het toilet à 7 dm<sup>3</sup>/s).

De Bouwbesluitcapaciteit is de stand waarbij de verblijfsgebieden samen met 44,1 dm<sup>3</sup>/s worden geventileerd en ten minste 21 dm<sup>3</sup>/s lucht wordt afgevoerd in de keuken, 14 dm<sup>3</sup>/s in de badkamer en 7 dm<sup>3</sup>/s in het toilet. De resterende 2,1 dm<sup>3</sup>/s mag worden afgevoerd in een van de genoemde ruimten of op een willekeurig ander punt.

**B. Bouwbesluitstand bij gebalanceerde ventilatie**

Vanwege het ontbreken van een regelmogelijkheid is de 70%-regel niet van toepassing bij gebalanceerde ventilatie. De twee verblijfsgebieden moeten dus gelijktijdig worden geventileerd. Uit de ventilatieberekening blijkt dat in VG1 6 dm<sup>3</sup>/s ventilatielucht wordt toegevoerd vanuit VG2. Dit betekent dat de capaciteit van de luchttoevoer ten minste (36 - 6) + 27 = 57 dm<sup>3</sup>/s moet bedragen. De capaciteit van de luchtafvoer moet ten minste 42 dm<sup>3</sup>/s bedragen.

De Bouwbesluitcapaciteit voor beide VG's is de stand waarbij de luchttoevoer ten minste 57 dm<sup>3</sup>/s bedraagt en waarbij de luchtafvoer (vanwege de ventilatiebalans) ook 57 dm<sup>3</sup>/s bedraagt.



Vanwege de grotere ventilatiehoeveelheden in relatie tot het ruimtevolumen ligt het  $L_{i,A}$  hoger dan in de slaapkamer. Ook in deze situatie blijft de waarde constant. Het  $L_{i,A,k}$  wordt bepaald na correctie voor het volume en ligt 2 tot 4 dB hoger dan het  $L_{i,A}$ .

### NIEUWE EIS BOUWBESLUIT 2012 REALISTISCH?

De eis in Bouwbesluit 2012 is voor ruimten met een volume groter dan 25 m<sup>3</sup> strenger dan de bestaande GIW-richtlijn. Dit komt doordat het gemiddelde installatiegeluidniveau ( $L_{i,A}$ ) van het verblijfsgebied gecorrigeerd wordt voor het volume, om te komen tot het karakteristieke installatiegeluidniveau ( $L_{i,A,k}$ ). Bij een toenemend volume neemt het  $L_{i,A,k}$  toe bij een gelijk blijvend  $L_{i,A}$ . Momenteel voldoet een ruime meerderheid van de gerealiseerde nieuwe woningen al niet aan de GIW-richtlijn, en daarmee dus zeker niet aan Bouwbesluit 2012.

In met name grotere ruimten met een opstelplaats voor een kooktoestel (lees: de woonkamer met open keuken) wordt het lastig om te voldoen aan de nieuwe eis, zoals hiervoor aan de hand van een parameterstudie is geïllustreerd. Zelfs indien de geluidoverdracht via de bouwkundige constructies beperkt is en bij een goed ontworpen en zorgvuldig uitgevoerd kanalsysteem met voldoende demping, vormt het stromingsgeluid van de ventielen een geluidbron in de ruimte. Bij systeem D zijn vaak vijf (of meer) ventielen aanwezig, bijvoorbeeld drie toevoer- en twee afvoerventielen.

Hoewel de eis strenger is voor grotere ruimten, worden klachten ten gevolge van het installatiegeluidniveau met name 's nachts in de slaapkamers ondervonden. Overdag wordt het installatiegeluid gemaskeerd door het geluid van activiteiten in en om het huis, maar 's nachts is er minder achtergrondgeluid en ondervindt men meer hinder.

De eis in Bouwbesluit 2012 met als toetsingsgrootheid  $L_{i,A,k}$  komt voort uit het principe van de vrije indeelbaarheid. Na oplevering worden het kanalenverloop en de positie van ventielen in de ruimte echter nauwelijks nog gewijzigd. Met name voor systeem D (mechanische toe- en afvoer van ventilatielucht) is de vrije indeelbaarheid

beperkt. Gelet op de beleving van de gebruiker, is een eis aan het installatiegeluidniveau  $L_{i,A}$  op basis van het werkelijke ruimtevolumen realistischer.

Bij studio's (eenkamerappartementen) wordt de nieuwe installatiegeluidseis in Bouwbesluit 2012 ook moeilijk haalbaar. Bij deze kleine woningen komt de technische ruimte veelal rechtstreeks uit in een verblijfsruimte/-gebied, net als de badkamer/toiletruimte (met afvoerventiel). Gezien de korte afstand van het systeem tot het verblijfsgebied vindt weinig geluiddemping plaats en wordt het geluidniveau in de ontvangruimte hoger. Daarnaast is de geluidoverdracht via de bouwkundige constructies (met deuropening) zeker niet te verwaarlozen. Dit vraagt de nodige aandacht om te voldoen aan de eisen.

### CONCLUSIE

Om de geluidhinder van installaties in de eigen woning te beperken, is in Bouwbesluit 2012 een nieuwe eis opgenomen. In de oude GIW-regeling gold al een grenswaarde voor het installatiegeluidniveau ten gevolge van de eigen installaties. Men zou dus kunnen denken dat er weinig verandert voor de praktijk, behalve dat er nu naast de bestaande richtlijn ook een wettelijke eis geldt. Inhoudelijk komen ze echter niet geheel met elkaar overeen. Dit komt door het principe van 'vrije indeelbaarheid' en de bijbehorende toetsingsgrootheid: het karakteristieke installatiegeluidniveau per verblijfsgebied.

De eis in Bouwbesluit 2012 is voor ruimten met een volume groter dan 25 m<sup>3</sup> ( $\pm 9,6$  m<sup>2</sup>) strenger dan de bestaande GIW-richtlijn, vanwege een correctieterm voor het volume. De nieuwe eis sluit daardoor minder goed aan bij de werkelijke beleving van de bewoner. Momenteel voldoet een ruime meerderheid van de gerealiseerde nieuwe woningen al niet aan de GIW-richtlijn, en daarmee dus zeker niet aan Bouwbesluit 2012.

Het resulterende installatiegeluidniveau in een ruimte is afhankelijk van een groot aantal factoren, zoals de gekozen ventilatie-unit, het kanalenverloop en de bouwkundige constructies. Om te voldoen aan de nieuwe eis is een goed bouwkundig en installatietechnisch ontwerp noodzakelijk en is een zorgvuldige uitvoering onontbeerlijk. ■

■ UW ADVERTENTIE  
OOK OP DEZE PAGINA?

Meld u aan als sponsor bij de NVBV

