

Op basis van het percentage ontevredenen

Evaluatie omgevingsgeluid

Gelet op recente Europese ontwikkelingen aangaande een kwaliteitsindeling van het binnenmilieu binnen normen en richtlijnen, die uitgaat van het percentage ontevredenen, is het zinvol ook voor het geluidsaspect deze beoordelingsmaatstaf te hanteren en te relateren aan het equivalente achtergrondgeluidsniveau.

- door ir. C.P.G. Roelofsen, CFM*

Met de gemeten geluidbelasting kunnen uitspraken worden gedaan over de milieueffecten die omgevingsgeluid veroorzaakt via een zg. “dosis-effectrelatie”. De dosis-effectrelaties zijn bepaald door enquêtes bij mensen die worden blootgesteld aan de geluidsbelasting. Over het algemeen hebben dit soort belevingsonderzoeken zich vooral gericht op “het percentage ernstig gehinderden” en “het percentage van de bevolking dat bij slapen wordt gestoord”, gerelateerd aan het geluidsniveau buiten [11]. Het is gebleken dat in het verleden uitgevoerd belevingsonderzoek niet overeenstemt met de huidige situatie. Dit is bijvoorbeeld het geval met de dosis-effectrelatie voor vliegtuiglawaaï, uitgedrukt in Kosteneenheden (Ke) [1, 2, 13]. Er bestaat zelfs een voornemen om de wettelijke bescherming tegen lawaai van Schiphol maar af te schaffen [3]. Voor de goede orde moet worden vermeld dat de enquête voor de Ke in 1962 en 1963 is uitgevoerd onder ca. 1.000 omwonenden van het toenmalige Schiphol [1].

In de praktijk blijkt er behoefte te bestaan het binnenmilieu in de gebouwde omgeving in te delen in categorieën [4, 5]. In de huidige situatie lijkt het bij het aspect geluid praktisch uit te gaan van bijvoorbeeld een

klasse-indeling, conform NEN-1070 [6]. De daarin opgenomen klasse-indeling is gebaseerd op een interval-indeling van het percentage gehinderden met een bijbehorende kwalificatie-omschrijving (zie bijlage C in NEN-1070). Gelet op recente Europese ontwikkelingen aangaande een kwaliteitsindeling van het binnenmilieu binnen normen en richtlijnen [9, 10], die uitgaat van het percentage ontevredenen, is het om die reden echter zinvoller ook deze beoordelingsmaatstaf voor het geluidsaspect te hanteren.

In de Nederlands-Europese praktijkrichtlijn NPR-CR-1752 [9] en de NEN-EN-15251 [10] worden drie categorieën voor het binnenmilieu in gebouwen onderscheiden (categorie A, B en C), waarbij, voor wat betreft het thermische binnenmilieu en de luchtkwaliteit, de grens waaronder het percentage ontevredenen per aspect dient te blijven, per categorie verschilt. Voor de aspecten geluid en licht zijn de per categorie aan te houden criteria echter (nog) niet expliciet aan een percentage ontevredenen gerelateerd.

Dit artikel formuleert een voorstel en geeft een eerste aanzet voor een methode om het omgevingsgeluid in de gebouwde omgeving, in navolging van de Europese ontwikkelingen inza-



Ir. C.P.G. Roelofsen

ke het binnenmilieu, te evalueren en te classificeren op basis van het percentage ontevredenen.

WEGVERKEERSGELUID EN HET PERCENTAGE ONTEVREDENEN

In een gemeenschappelijk onderzoek van twee afdelingen binnen de Technische Universiteit van Lyngby te Denemarken [7] heeft men, onder geconditioneerde omstandigheden in twee klimaatkamers, de relatieve invloed bestudeerd van de aspecten luchtkwaliteit, geluid en thermische belasting op het discomfort van de mens. In één klimaatkamer waren de proefpersonen blootgesteld aan verschillende thermische belastingen of luchtkwaliteitsniveaus. Voor elke onderzochte situatie bevonden zich verschillende proefpersonen in de naastgelegen klimaatkamer met thermisch neutrale condities en een goede luchtkwaliteit blootgesteld aan verschillende geluidsniveaus, met wegverkeerspectrum, om na te gaan in hoeverre het geluidsniveau

* Grontmij-Technical Management, Adviseur Binnenmilieu & Bouwfysica.

eenzelfde mate van discomfort veroorzaakt. In totaal zijn er 68 vergelijkende studies uitgevoerd in de twee klimaatkamers met dezelfde groep van zestien proefpersonen.

Binnen voornoemd onderzoek heeft men een niet volledig analytisch uitgewerkte relatie weten af te leiden tussen het equivalente geluidsniveau, veroorzaakt door wegverkeer en het percentage ontevreden als gevolg van het wegverkeersgeluid [7], te weten:

$$PD_{noise} = 4,35 \int_{-}^{noiselevel} \exp\left(-\left(\frac{x-58,6}{13,0}\right)^2\right) dx [\%] \quad (1)$$

Hierin is:

PD_{noise} = percentage ontevreden als gevolg van het wegverkeersgeluid; $0 \leq PD_{noise} \leq 100$ [%].

Numerieke benaderingsmethode

Voorvoemde integraal is met behulp van een numerieke integratie volgens de regel van Simpson te berekenen. Met regressieanalyse van de berekeningsresultaten, en een Boltzmann-Sigmoidfunctie als uitgangspunt, is vervolgens door de auteur onderstaande relatie afgeleid:

$$PD_{noise} = 101,12 - 101,70 / [1 + \exp\{(L_{Aeq} - 58,56) / 5,40\}] [\%] \quad (2)$$

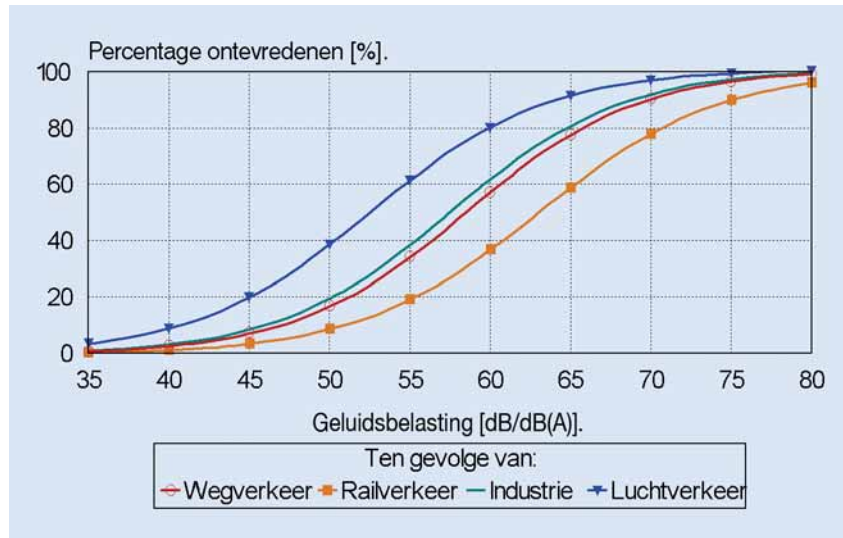
Hierin is:

PD_{noise} = percentage ontevreden als gevolg van wegverkeer; $0 \leq PD_{noise} \leq 100$ [%]

L_{Aeq} = het A-gewogen equivalente achtergrondgeluidsniveau door wegverkeer [dB(A)].

REKENMETHODE CUMULATIEVE GELUIDBELASTING

In bijlage 1 van het Reken- en Meetvoorschrift Geluidhinder 2006 [8] wordt een rekenmethode voor de cumulatieve geluidbelasting weergegeven. Bij deze methode wordt de geluidbelasting van railverkeer (L_{RL}), industriegeluid (L_{IL}) en luchtverkeer (L_{VL}) omgerekend naar een geluidbelasting van wegverkeer die evenveel hinder veroorzaakt (L_{RL}^* , L_{IL}^* , L_{VL}^*) [7]. De ingevolge artikel 110 g van de wet bij wegverkeerslawaai toe te passen aftrek wordt bij deze rekenmethode niet toegepast. Al deze grootheden moeten zijn uitgedrukt in L_{den} , met uitzondering van industrielawaai waar-



Percentage ontevreden als functie van de geluidsbelasting.

- FIGUUR 1 -

Percentage ontevreden { PD_{noise} } [%]	$L_{wegverkeer}$ [dB]	$L_{railverkeer}$ [dB]	$L_{industrie}$ [dB(A)]	$L_{luchtverkeer}$ [dB]
0	31	34	30	25
5	43	47	42	37
10	47	51	46	41
15	49	53	48	43
20	51	55	50	45

Gearceerd: geluidsbelasting ≤ 45 dB / dB(A).

Overzicht van de maximale geluidbelasting als functie van het percentage ontevreden.

- TABEL 1 -

bij de geluidbelasting volgens de geldende wettelijke definitie wordt bepaald.

Deze rekenmethode kan worden toegepast als er sprake is van blootstelling aan meer dan één geluidsbron.

In formulevorm:

- $L_{RL}^* = 0,95 \cdot L_{RL} - 1,40$
- $L_{LL}^* = 0,98 \cdot L_{LL} + 7,03$
- $L_{IL}^* = 1,00 \cdot L_{IL} + 1,00$
- $L_{VL}^* = 1,00 \cdot L_{VL} + 0,00$

Als alle betrokken bronnen op deze wijze zijn omgerekend in L^* -waarden, dan kan de gecumuleerde waarde worden berekend door middel van de zogenaamde energetische sommatie. De rekenregel hiervoor is:

$$L_{cum} = 10 \log \left[\sum_{n=1}^N 10^{\uparrow (L_n^*/10)} \right] \quad (3)$$

Waarbij gesommeerd wordt over alle N betrokken bronnen en de index n kan staan voor RL, LL, IL en VL.

De gecumuleerde waarde kan zo nodig weer worden omgerekend naar een geluidbelasting van één van voornoemde bronsoorten.

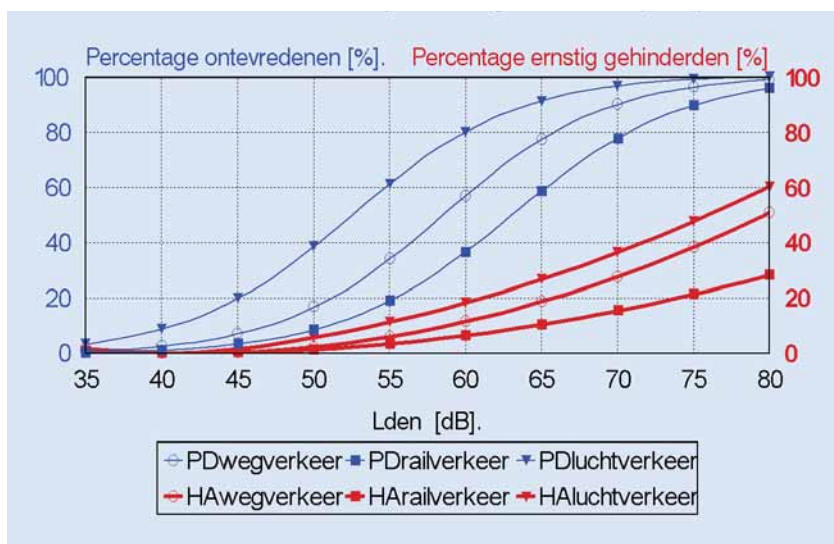
BEREKENINGSRISULTATEN

Met de hiervoor weergegeven relatie voor het percentage ontevreden als functie van het equivalente achtergrondgeluidsniveau en de rekenmethode, conform bijlage 1 in het Reken- en meetvoorschrift Geluidhinder 2006 [8], is het mogelijk per bron-

Categorie	PD _{noise} [%]	L _{cum} [dB]	Geluidsniveau per bronsoort bij afwezigheid van de overige bronsoorten			
			L _{wegverkeer} [dB]	L _{railverkeer} [dB]	L _{industrie} [dB(A)]	L _{luchtverkeer} [dB]
A	< 1	< 36	< 36	< 39	< 35	< 29
B	< 5	< 43	< 43	< 47	< 42	< 37
C	< 10	< 47	< 47	< 51	< 46	< 41

Voorstel voor categorie-indeling, conform [9, 10].

- TABEL 2 -



Percentage ontevredenen (PD) en percentage ernstig gehinderden (HA) als functie van het equivalente geluidsniveau (Lden).

N.B.: De dunne (blauwe) curven dienen links en de dikke (rode) curven rechts op de y-as in de grafiek te worden afgelezen.

- FIGUUR 2 -

soort, of combinaties van bronsoorten, het percentage ontevredenen te berekenen als functie van het equivalente achtergrondgeluidsniveau. De berekeningsresultaten zijn grafisch weergegeven in figuur 1.

In tabel 1 is een nauwkeuriger overzicht gegeven van de maximale geluidsbelasting per bronsoort bij een percentage ontevredenen van 0 tot 20 %.

Een voorstel voor een categorie-indeling (conform [9, 10]) van het geluidsniveau in gebouwen door omgevingslawaai zou er kunnen uitzien zoals weergegeven in tabel 2.

In figuur 2 is ter illustratie per verkeersbronsoort het percentage onte-

vredenen en het percentage ernstig gehinderden ([11]; Miedema-curven) grafisch weergegeven als functie van het geluidsniveau. Hierbij is een eventueel verschil in geluidsniveau tussen buiten (Miedema-curven) en binnen (PD_{noise}) buiten beschouwing gelaten.

CONCLUSIE

Met het percentage ontevredenen als beoordelingscriterium, gerelateerd aan het equivalente achtergrondgeluidsniveau, is een situatie met omgevingsgeluid genuanceerder op comfort te beoordelen dan een beoordeling op basis van het percentage ernstig gehinderden of het effect van slaapverstoring als functie van het geluidsniveau

buiten [11, 12]. Voorts is daarmee aansluiting gevonden met Europese normen en richtlijnen betreffende een kwaliteitsindeling van het binnenmilieu, gebaseerd op het percentage ontevredenen [9,10].

Geluidsniveaus tot ca. 45 dB/dB(A).

Uit in het bijzonder het overzicht in tabel 1 blijkt dat, met uitzondering van luchtverkeer, het percentage ontevredenen bij een geluidsniveau tot 45 dB / dB(A) per bronsoort, beperkt blijft tot minder dan 10 %. Bij railverkeer zelfs tot minder dan 5 %.

Alleen bij luchtverkeersgeluid is de spreiding in het percentage ontevredenen, afhankelijk van het geluidsniveau, relatief groot.

Geluidsniveaus boven ca. 45dB/dB(A)

Bij een geluidsniveau groter dan 45 à 50 dB / dB(A) stijgt het percentage ontevredenen voor alle bronsoorten significant.

ADVIES VOOR NADER ONDERZOEK

In dit artikel is een voorstel gedaan en een eerste aanzet gegeven voor het ontwikkelen van een methode om het omgevingsgeluid in de gebouwde omgeving te evalueren en te classificeren, conform [9, 10], op basis van het percentage ontevredenen als functie van het equivalente achtergrondgeluidsniveau. Geadviseerd wordt voor-

- nader te onderzoeken op haar betrouwbaarheid en toepasbaarheid en
- indien mogelijk te verbeteren en uit te breiden (bijvoorbeeld voor Horecalawaai).

DANK

Met dank aan ing. M.M. (Maartje) Daan voor haar ondersteuning bij dit onderzoek.

LITERATUUR

1. Van Deventer, F.W.J. (2004), "Basiskennis geluidzonering luchtvaart".
2. Haan, F., Van Keken, K. (2008), "Geluidmeting Schiphol failliet", <http://www.volkskrant.nl/binnenla>

- nd/article501394.ece/Geluidmetin
g_Schiphol_failliet .
3. Haighton M., (2008), "Schaf wettelijke bescherming tegen lawaai van Schiphol af.", Volkskrant.
 4. ISSO-89 (2008), "Binnenklimaat scholen".
 5. Elkhuizen, B., Nijboer, C.(2007), "Kwaliteitslabel woningen omvat energie en comfort", VV+, december, pp. 816 – 821.
 6. NEN 1070 (1990), "Geluidwering in gebouwen – Specificatie en beoordeling van de kwaliteit".
 7. Clausen, G. Carrick, L., Fanger, P.O., Kim, S.W., Poulsen, T., Rindel, J.H., (1993), "A comparative study of discomfort caused by indoor air pollution, thermal load and noise", Indoor Air, pp. 255-262.
 8. Reken- en meetvoorschrift Geluidhinder 2006 (bijlage 1), www.stillerverkeer.nl.
 9. NPR-CR-1752 "Ventilatie van gebouwen – Ontwerpcriteria voor de binnenomstandigheden", d.d. januari 1999.
 10. NEN-EN-15251 Ontw. "Criteria voor de binnenomstandigheden met inbegrip van thermische, luchtkwaliteit, licht en geluid", d.d. mei 2005; later vervangen door NEN-EN-15251 "Binnenmilieu georiënteerde input parameters voor ontwerp en beoordeling van energieprestatie van gebouwen voor de kwaliteit van binnenlucht, het thermisch comfort, de verlichting en akoestiek", d.d. juni 2007.
 11. Gezondheidsraad: Commissie "Uniforme geluidsdosismaat", "Omgevingslawaai beoordelen – Voorstel voor een uniform systeem van geluidsmaten ter beoordeling van hinder en slaapverstoring door geluid", nr. 1997/23, 20 oktober 1997.
 12. Budde S., (2008), "Verkeer in de stad berooft 87 duizend Nederlanders van een goede nachtrust", Volkskrant.
 13. F. Woudenberg e.a. (2006), "Geluid en gezondheid", SDU, ISBN-13: 9789012110488.



Alles uit één hand!

ENERGIEBESPARING dankzij optimalisering (bestaande) installaties





- Gespecialiseerd in ontwerpen, leveren en installeren van complete meet- en regelsystemen voor klimaatinstallaties in gebouwen.
- Perfecte afstemming op uw wensen, dankzij vrije keus fabrikanten.
- Veel proceskennis van klimaatinstallaties in gebouwen.

Kijk op www.numanenkant.nl voor meer informatie of bel.

Numan & Kant b.v.
Strijen
T: (078) 674 14 60
E: info@numanenkant.nl

