

# **Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai**

→

Colofon Handleiding meten en rekenen Industrielawaai

*Begeleidingscommissie*

Ir. A.W. Bezemer – Ministerie van VROM

Ing. E.J.L. Niehoff – Ministerie van VROM

Ir. F.H.A. van den Berg – TNO Technisch Fysische Dienst TU Delft

Ing. J. Bijl – Akzo Nobel Engineering (namens BMRO VNO-NCW)

Ir. J.H. Granneman – Adviesbureau Peutz & Associés B.V.

Ir. A.I. Koffeman – Lichtveld Buis & Partners B.V.

Ing. C.A. Nierop – M+P Raadgevende Ingenieurs B.V.

Ing. R.P.A. Ros – Hoogovens Staal Infrastructuur & Services (namens BMRO VNO-NCW)

Ir. R. Witte – dgmr Raadgevende Ingenieurs B.V.

H. Wolfert – DCMR Milieudienst Rijnmond (namens IPO)

*Samengesteld door:*

TNO Technisch Fysische Dienst TU Delft

M+P Raadgevende Ingenieurs B.V., Aalsmeer

Adviesbureau Peutz & Associés B.V., Zoetermeer

*In opdracht van:*

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM)

Directoraat Generaal Milieubeheer

Directie Geluid en Verkeer

Dit is de elektronische uitgave van 2004 en bevat de errata van 1999. Verwijzingen naar bladzijnummers zijn helaas niet meer exact.

Er zijn 5 bestanden: module A, module B, Module C1, Module C2, en **Module D**

→

→

## Inhoud

### Module A Algemeen gedeelte

- 1 Inleiding
- 2 Beoordeling van geluid
- 3 Criteria voor toepassing van methode I en II
- 4 Immissiemetingen versus immissieberekeningen
- 5 Reproduceerbaarheid en representativiteit
- 6 Aspecten bij de uitvoering van metingen
- 7 Aspecten bij de beoordeling

### Module B Methode I

- 1 Inleiding
- 2 Meet- en rekenmethode industrielawaai I voor eenvoudige situaties (methode I)
- 3 Immissiemetingen (methode I.1)
- 4 Bronsterktebepaling en overdrachtsberekening
- 5 Bepaling beoordelingsgrootheden
- 6 Definities

### Module C Methode II

- 1 Inleiding
- 2 Meet- en rekenmethode industrielawaai voor complexe situaties (methode II)
- 3 Immissiemetingen (methode II.1)
- 4 Bronsterktebepaling
- 5 Overdrachtsmodel (methode II.8)
- 6 Substitutiemethode (methode II.9)
- 7 Hybride methoden (methode II.10)
- 8 Bepaling beoordelingsgrootheden
- 9 Definities

### Module D Bijlagen

- 1 Begrippen en definities
- 2 Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de handleiding-1981
- 3 Voorbeelden
- 4 Isolatiewaarden
- 5 Relatieve windkracht met windsnelheid

## Register

→

**MODULE D**  
**BIJLAGEN**

**1 Begrippen en definities**

1.1 Symbolen

1.2 Gebruikte begrippen

1.3 Afkortingen

**2 Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de handleiding-1981**

2.1 Algemeen

2.2 Overzicht verschillen met Handleiding-1981

**3 Voorbeelden**

**4 Isolatiewaarden**

**5 Relatieve windkracht met windsnelheid**

→

## 1 Begrippen en definities

### 1.1 Symbolen

Symbol	Eenheid	Omschrijving
$\beta$	°	hoek tussen de normaal op het uitstralende oppervlak en de denkbeeldige lijn met het immissiepunt
$\theta$	°	Hoek tussen de nul graden richting en de richting waarbij de gevoeligheid van een richtmicrofoon met 3 dB is teruggevallen
$\lambda$	m	Golflengte
$\rho$	-	Reflectiecoëfficiënt voor de geluidsenergie
$\Sigma$	-	Stralingsfactor of afstralingsgraad
$\Sigma_n$	-	Standaarddeviatie van het gemiddelde
$\Psi$	°	Hoek waaronder het brongebied vanuit de waarnemer wordt gezien
$\phi$	°	Windhoek
$\Omega$	steradianen	Ruimtehoek
$a_{lu}$	dB/m	Frequentie-afhankelijke dempingsfactor voor de luchtabsorptie
B	-	Bodemfactor
$B_b$	-	Bodemfactor van het brongebied
$B_i$	dB(A)	Geluidsbelasting op het immissiepunt vanwege het industrieterrein
$B_m$	-	Bodemfactor van het middengebied
$B_o$	-	Bodemfactor van het ontvangergebied
$C(h)_{c,q}, \Delta C(h)$	dB	Correctieterm indien $L_i$ op een andere hoogte dan 5 m moet worden bepaald
$C_b$	dB	Bedrijfsduurcorrectieterm per beoordelingsperiode
$C_d$	dB	Diffusiecorrectie
$C_g$	dB	Gevelreflectieterm
$C_m$	dB	Meteocorrectieterm
$C_{ref}$	dB	Correctieterm voor de meetafstand bij extrapolaties
$C_{stoor}$	dB	Stoorgeluidscorrectie
d	m	Bron- of brongebieddiameter
$d_{ref}$	dB	Diameter van het referentielichaam bij een lijnbron
$D_{xxx}$	dB	Symbol voor verzwakkingsterm
DI	m	Richtingsindex (directivity index)

→

$\Delta D$	dB	Tophoekcorrectieterm
f	$H_z$	Frequentie
$h_b$	m	Bronhoogte ten opzichte van plaatselijk maaiveld
$h_{br}$	m	Bronhoogte ten opzichte van referentievlak
hm	m	Hoogte van meetpunt ten opzichte van plaatselijk maaiveld
$h_{ma}$	m	Hoogte maaiveld ten opzichte van referentievlak
$h_o$	m	Beoordelingshoogte ten opzichte van plaatselijk maaiveld
$h_{or}$	m	Beoordelingshoogte ten opzichte van referentievlak
hsr	m	Hoogte van het scherm ten opzichte van referentievlak
l	-	Immissiepunt
$K_x$ x = 1, 2 of 3	dB	Toeslagen voor tonaal (x = 1), impulsachtig (x = 2) en muziekgeluid (x = 3)
l	m	Lengte van een lijnbron of meetlijn
$L_{Aeq,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau
$L_{Ari,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau
$L_{Ar,LT}$	dB(A)	Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau
$L_{Aeq,T}$	dB(A)	A-gewogen equivalent geluidsniveau ten opzichte van een referentiedruk van 20 $\mu$ Pa over de periode T
$L_{dag}/L_{avond}$ $L_{nacht}/L_{etmaal}$	dB(A)	Beoordelingsniveau $L_{Ar,LT}$ voor respectievelijk de dag-, avond-, nacht- en etmaalperiode
$L_{eq,T}$	dB	Equivalent geluids(druk)niveau ten opzichte van een referentiedruk van 20 $\mu$ Pa over de periode T
$L_i$	dB/dB(A)	Gestandaardiseerd immissieniveau
$L_{Amax}$	dB(A)	Maximale A-gewogen geluidsniveau
$L_k$	dB/dB(A)	Geluids(druk)niveau op punt k gelegen op een meetlijn bij rondommethode
$L_p$	dB/dB(A)	Geluids(druk)niveau op de denkbeeldige meetlijn
$\langle L_S \rangle$	dB/dB(A)	Geluids(druk)niveau op het denkbeeldige meetvlak
$L_{stoor}$	dB/dB(A)	Geluids(druk)niveau van het stoorgeluid
$L_v$	dB/dB(A)	Snelheidsniveau
$L_W$	dB/dB(A)	Geluidsvermogeniveau van de bron
$L_{WR}$	dB/dB(A)	Immissierelevante bronsterkte

→

$\Delta L_{\alpha}$	dB	LuchtabSORPTIeterm bij rondommethode
$\Delta L_F$	dB	Nabijheidsveldcorrectieterm bij rondom- en aangepast meetvlak-methode
$\Delta L_M$	dB	Richtmicrofooncorrectieterm bij rondommethode
$\Delta L_S$	dB	Term die het uitstralende oppervlak in rekening brengt
N	-	Aantal meetpunten of metingen
$P_A(t)$	dB(A)	A-gewogen momentaan geluidsdruk
$P_o$	dB	Referentiedruk van 20 $\mu$ Pa
$r_i$	m	Afstand tussen bron en immissiepunt
$r_{ref}$	m	Afstand tussen broncentrum en referentiepunt
R	m	Afstand tussen bron en meetpunt ten behoeve van bronsterktebepaling
$R_i$	dB	Geluidsisolatie van wanddeel i
$R_m$	m	Gemiddelde afstand tussen het bron(terrein) en de meetlijn
$S_m$	m <sup>2</sup>	Oppervlak van het meetvlak bij aangepast meetvlakmethode c.q. het door de meetlijn omsloten grondoppervlak bij de rondommethode
$S_p$	m <sup>2</sup>	Oppervlak van het bronterrein
$S_{ref}$	m <sup>2</sup>	Oppervlak van het referentielichaam
$t(f)$	-	Factor voor de geluidsverzwakking door industrieterreinen
$T_b$	uren	Bedrijfsperiode
$T_m$	minuten	Meetperiode
$T_o$	uren	Beoordelingsperiode
$v(t)$	m/s	Snelheid als functie van de tijd
$v_o$	m/s	Referentiesnelheid (10 <sup>-9</sup> m/s)
$W_o$	W	Referentie geluidsvermogen (10 <sup>-12</sup> W)
W	W	Geluidsvermogen van een bron

## 1.2 Gebruikte begrippen

Begrip/terminologie	Notatie	Omschrijving
Immissiepunt		De plaats waar het geluidsniveau wordt bepaald



→

Referentiepunt		Meet- of rekenpunt gebruikt als positie om van daaruit door extrapolatie het geluidsniveau op een beoordelingspunt te bepalen
Impulsachtig geluid		Geluid met een op het beoordelingspunt (binnen het aldaar aanwezige geluid) duidelijk waarneembaar impuls karakter. De waarneembaarheid van het impuls-karakter vindt op subjectieve wijze plaats
Muziekgeluid		Geluid met een op het beoordelingspunt (binnen het aldaar aanwezige geluid) duidelijk waarneembaar muziekkarakter. De waarneembaarheid van het muziekkarakter vindt op subjectieve wijze plaats
Tonaal geluid		Geluid met een op het beoordelingspunt (binnen het aldaar aanwezige geluid) duidelijk waarneembaar tonaal karakter. De waarneembaarheid van het tonale karakter vindt op subjectieve wijze plaats
Stoorgeluid		Het op een bepaalde plaats optredende geluid, veroorzaakt door andere geluidsbronnen dan die waarvan het geluidsniveau wordt bepaald
Dagperiode		De beoordelingsperiode van 07.00 tot 19.00 uur
Avondperiode		De beoordelingsperiode van 19.00 tot 23.00 uur
Nachtperiode		De beoordelingsperiode van 23.00 tot 07.00 uur
Meteoraam		De meteorologische omstandigheden waaronder een goede en stabiele geluidsoverdracht plaatsvindt

→

Gevel (uitwendige scheidingsconstructie)		Een bouwkundige constructie die een ruimte in een woning of gebouw scheidt van de buitenlucht, daaronder begrepen het dak
Monopool		Rondom gelijk uitstralende puntbron
Representatieve bedrijfssituatie		Situatie waarbij de voor de geluidsproductie relevante omstandigheden kenmerkend zijn voor een bedrijfsvoering bij volledige capaciteit in de te beschouwen etmaalperiode
Bedrijfstoestand		Toestand van een inrichting, die relevant is voor te verrichten metingen
Invallend geluidsniveau		Het geluidsniveau dat op een gevel invalt zonder dat hierbij de eigen gevelreflectie betrokken wordt
Meethoogte	$h_m$ [m]	De hoogte van het immissiepunt boven maaiveld waarop de microfoon voor de geluidsmetingen zich bevindt
Beoordelingshoogte	$h_o$ [m]	De hoogte van het beoordelingspunt boven het maaiveld
Beoordelingspunt		Het punt waar het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau wordt bepaald en getoetst aan (eventuele) grenswaarden

→

<p>Equivalent geluidsniveau in dB(A)</p>	<p><math>L_{Aeq,T}</math></p> <p>[dB(A)]</p>	<p>Het energetisch gemiddelde van de fluctuerende niveaus van het ter plaatse, in de loop van een bepaalde periode optredende geluid</p> $L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{P_A^2}{P_0^2} dt \right]$ <p>T: <math>t_2 - t_1</math>  <math>P_A</math>: A-gewogen momentane geluidsdruk  <math>P_0</math>: Referentiedruk van 20 <math>\mu</math>Pa</p>
<p>Gestandaardiseerd immissieniveau</p>	<p><math>L_i</math></p> <p>[dB(A)]</p>	<p>Het equivalente geluidsniveau dat tijdens een bepaalde bedrijfstoestand onder meteoraamomstandigheden op een bepaalde plaats en hoogte wordt vastgesteld</p>
<p>Immissierelevante bronsterkte</p>	<p><math>L_{WR}</math></p> <p>[dB(A)]</p>	<p>Het geluidsvermogen in octaafbanden of in dB(A) van een denkbeeldige monopool, gelegen in het centrum van de werkelijke geluidsbron, die in de richting van het immissiepunt dezelfde geluidsdruk niveaus veroorzaakt als de werkelijke geluidsbron</p>
<p>Langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau</p>	<p><math>L_{Aeq,LT}</math></p> <p>[dB(A)]</p>	<p>Equivalent A-gewogen geluidsniveau over een specifieke beoordelingsperiode ten gevolge van een specifieke bedrijfstoestand op een immissiepunt, bij een metegemiddelde geluidsoverdracht, zo nodig gecorrigeerd voor de gevelreflectie</p>

→

Langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveau	$L_{Ari,LT}$  [dB(A)]	Equivalent A-gewogen geluidsniveau op een beoordelingspunt over een specifieke beoordelingsperiode ten gevolge van een specifieke bedrijfstoestand op een beoordelingspunt, zo nodig gecorrigeerd voor de aanwezigheid van impulsachtig geluid, zuivere tooncomponent of muziekgeluid
Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau	$L_{Ar,LT}$ [dB(A)]	Energetische sommatie van de langtijdgemiddeld deelbeoordelingsniveaus:  $L_{Ar,LT} = 10 \log \left[ \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{Ari,LT}}{10}} \right]$
Etmaalwaarde van het equivalente geluidsniveau vanwege het industrieterrein	$L_{etmaal}$ [dB(A)]	De hoogste van de volgende drie waarden: $L_{Ar,LT}$ over de dagperiode; $L_{Ar,LT}$ over de avondperiode +5; $L_{Ar,LT}$ over de nachtperiode +10
Geluidsbelasting vanwege een industrieterrein	$B_i$ [dB(A)]	Etmaalwaarde van het equivalente geluidsniveau ( $L_{Ar,LT}$ ) in dB(A) op een bepaalde plaats afkomstig van een bepaalde bron of brongroep of inrichting(en) gelegen op een zoneringplichtig industrieterrein
Grenswaarde	$L_{Aeq}$ [dB(A)]	Op een beoordelingspunt nader te definiëren maximaal toelaatbaar geacht geluidsniveau (beoordelingsniveau of geluidsbelasting)
Piekgeluidsniveau	$L_{Amax}$ [dB(A)]	Het maximaal te meten A-gewogen geluidsniveau, meterstand 'fast' gecorrigeerd met de meteocorrectieterm $C_m$

### 1.3 Afkortingen

AMvB = Algemene Maatregel van Bestuur

→

Ivb = Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer

MTG = Maximaal Toelaatbare Geluidbelasting

Wgh = Wet geluidhinder

Wm = Wet milieubeheer

→

## **2 Belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de handleiding-1981**

### **2.1 Algemeen**

De herziene Handleiding is tekstueel gewijzigd qua indeling en opzet, en aangevuld met de resultaten van een aantal evaluatieonderzoeken. Inzicht in met name laatstgenoemde aanvullingen is van belang voor diegenen die reeds vele jaren gewerkt hebben met de voorgaande versie. Om die reden worden in het volgende de inhoud en de rekentechnische gevolgen van deze aanvullingen kort omschreven.

De evaluatieonderzoeken hebben geen doorslaggevende argumenten verschaft om het 'rekenhart' van met name methode C van de Handleiding meten en rekenen Industrielawaai (IL-HR-13-01) van 1981 (Handleiding-1981) op onderdelen fundamenteel te herzien. Daarbij speelde ook de overweging een rol dat dergelijke fundamentele wijzigingen zouden leiden tot wezenlijk andere onderzoeksresultaten, zonder dat de bedrijfstechnische parameters of omgevingsfactoren waren gewijzigd. Die consequentie zou uiteraard ongewenst zijn: bedrijven zouden nu juist wel of juist niet aan de vergunningvoorschriften voldoen, waar dat eerder niet het geval was; zonegrenzen zouden rekentechnisch qua vorm en omvang kunnen wijzigen; de saneringsprogramma's zouden aangepast moeten worden. Derhalve zijn alleen dié rekentechnische aanvullingen doorgevoerd die in bepaalde omstandigheden tot betere rekenresultaten leiden c.q. nadere (nuttige) informatie verschaffen.

Hoewel in het spraakgebruik en vele vergunningvoorschriften de term 'piekniveaus' voor  $L_{Amax}$  wordt gehanteerd, is in deze Handleiding systematisch sprake van 'maximale geluids-niveaus'. De achtergrond daarvoor is dat de term 'piekniveaus' in de praktijk tot verwarring met bijvoorbeeld 'impuls-hold'-waarden heeft geleid. Thans is ook voorgeschreven om op de door metingen en/of berekeningen bepaalde maximale geluidsniveaus een meteocorrectieterm toe te passen op overeenkomstige wijze als voor de equivalente geluidsniveaus.

Ook is een onderdeel toegevoegd betreffende het bepalen van binnengeluidsniveaus. Dit vloeit voort uit de grenswaarden ten aanzien van binnengeluidsniveaus die voorkomen in de Wgh (bij het onderwerp sanering), AMvB's ex artikel 8.40 Wm en de Circulaire omtrent 'indirecte hinder' (Circulaire d.d. 29 februari 1996 met kenmerk MBG96006131).

### **2.2 Overzicht verschillen met Handleiding-1981**

Klassen A, B en C uit de Handleiding-1981 zijn vervangen door methode I en methode II. De vereenvoudigde methode I is geheel nieuw; om die reden worden geen verschillen omschreven.

In het volgende wordt een overzicht gegeven van de essentiële verschillen tussen de bestaande Handleiding-1981 en methode II. De hoofdstukken uit methode II, waarin de wijzigingen zijn opgenomen, zijn vetgedrukt weergegeven. Tussen haken is aangegeven, voorzover mogelijk, waar de oorspronkelijke tekst in de Handleiding-1981 te vinden is.

#### *3.4.1 Brongeometrie en bedrijfssituatie*

Een extra hoofdstuk is opgenomen om aan te geven hoe met brongebieden moet worden omgegaan.

#### *3.4.2 Keuze van de meetlocatie (verg. 2B-32)*

Voorkeur meethoogte is afhankelijk gesteld van de afstand tussen bron en meetpunt. Alleen invallend geluid wordt gemeten, eventueel gecorrigeerd voor een gevelreflectie.

#### *3.4.3 Weersomstandigheden (verg. 2A-8)*

Toegestane windhoek is in alle gevallen 60°. Windstil weer valt buiten het meteoraam. Aanvullende definities zijn gegeven voor het meteoraam voor het meten van relatief uitgestrekte brongebieden.

→

### 3.5.2 Aantal metingen (verg. 2B-12)

Het minimaal aantal metingen dat vereist wordt, is afhankelijk gesteld van de afstand tussen bron en meetpunt.

### 3.5.3 Stoorgeluidcorrectie (verg. 2B-13)

Toegevoegd zijn situaties waaronder een stoorgeluidscorrectie kan worden toegepast.

### 3.6.2 Directe bepaling langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau

Toegevoegd is een methode om het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau, op basis van metingen vast te stellen.

### 3.6.3 Correctie luchtabSORPTIE

Toegevoegd is de opmerking, dat in speciale gevallen het gewenst kan zijn om de resultaten om te rekenen naar de gestandaardiseerde meteorologische omstandigheden.

### 3.9 Immissiemeetmethoden specifieke bronnen

Toegevoegd is de immissiemeetmethode van windturbines.

### 4.2.6 Berekening van de bronsterkte $L_{WR}$ (verg. 2B-41 en 2C-14)

Bodemdemping is voor afstanden > 20 m gebaseerd op het overdrachtsmodel van methode II. Voor complexe situaties wordt verwezen naar specialistische methoden.

### 4.3.5.1 Algemeen

10 dB-criterium toegevoegd.

### 4.3.5.3 Aantal metingen (verg. 2B-58)

Bij keuze voor aantal meetpunten formule 4.25 toegevoegd. Zwaaien als alternatief toegevoegd.

### Methode Colenbrander (verg. 2C-16)

Methode is vervallen.

### 4.4 Rondommethode (verg. 2C-15)

De rondommethode is zoveel mogelijk aangepast aan ISO-8297. Deze wijkt op de volgende punten af van hetgeen in de Handleiding-1981 staat:

- Grenzen van toepassingsgebied aangepast;
- Voorwaarden voor gemiddelde afstand  $R_m$  aangepast;
- Vrijheid van keuze meetpunten beperkt (moeten op gelijke afstand van elkaar liggen);
- Voorwaarden voor meethoogte aangepast;
- In berekening bronsterkte geen correctie voor afwijkingen in onderlinge afstand van meetpunten;
- Nabijheidsveldcorrectie toegevoegd;
- Correctiefactor voor gebruik van richtmicrofoon toegevoegd.

### 4.6 Snelheidsmetingen (verg. 2C-23)

Voor de afstralgraad zijn literatuurverwijzingen opgenomen.

### 4.7.3 Berekening van de bronsterkte $L_{WR}$

De richtingsindex voor afstralende dakvlakken en gevels/wanden is vereenvoudigd tot een formule.

### 4.7.4 Overdrachtsberekening (verg. 2C-27)

Berekening bodemverzwakking bij uitsluitend dakvlak is aangepast.

### 5.3.2 $D_{lucht}$ (verg. 2C-34)

Waarden van luchtdemping zijn aangepast conform ISO-9613-1.

→

**5.3.4  $D_{\text{scherm}}$  (verg. 2C-39)**

Waarden van de tophoekcorrectie zijn aangepast.

**5.3.6  $D_{\text{terrein}}$  (verg. 2C-43)**

Tabel toegevoegd met waarden van de geluidsverzwakking in dB/m voor verstrooiing aan, reflectie tegen en afscherming door open procesinstallaties.

**5.3.8  $D_{\text{huis}}$  (verg. 4.3.8)**

Literatuurverwijzing opgenomen voor berekening gemiddelde dempingsterm voor woon- gebieden.

**7. Hybride methoden (verg. 2C-52)**

Extra verwijzing opgenomen naar alternatieve berekeningsmethoden.

**8.1 Gevelcorrectie (verg. 2B-5)**

Alleen het invallend geluidsniveau wordt bepaald. Indien niet anders dan voor een gevel gemeten kan worden, wordt een 'procedurele gevelreflectie' voorgesteld.

**8.1 Bepaling beoordelingsgrootheden**

Meteocorrectieterm is aangepast voor omvangrijke of uitgestrekte bronterreinen.

**8.2 Toeslagen voor zuivere tonen, impulsgebied en muziekgeluid (verg. 1-8)**

Toeslagen worden toegepast op het langtijdgemiddeld deelgeluidsniveau van de betreffende bedrijfstoestand in plaats van op het  $L_{\text{Aeq}}$  van de representatieve bedrijfssituatie.



→

### 3 Voorbeelden

In het volgende wordt een aantal voorbeelden gegeven van de toepassing van methode I. Verwijzingen naar een paragraaf in de voorbeelden betreffen module B.

*Voorbeeld 1: Directe immissiemeting bij een inrichting met verschillende representatieve bedrijfstoestanden over de dag-, avond- en nachtperiode*

#### Stap 1: doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is controle van de geluidsimmissie aan vergunningvoorschriften van een meelfabriek. In de vergunning zijn voorschriften opgenomen ten aanzien van de equivalente en de maximale geluidsniveaus in de dag-, avond- en nachtperiode. Beoordeling conform deze Handleiding is voorgeschreven. In de vergunning is één, met straat en huisnummer gespecificeerde beoordelingspunt bij woningen opgenomen; de beoordelingshoogte bedraagt 5 m.

#### Stap 2: beschrijving representatieve bedrijfssituatie

Het betreft een volcontinu bedrijf, waarbij de relevante geluidsbronnen bestaan uit dakuitlaten ten behoeve van procesluchtafvoer en -toevoer, en dakventilatoren ten behoeve van ruimteventilatie van enkele technische ruimten. Tevens bevinden zich in de zuidgevel enkele gevelroosters ten behoeve van procesluchtafvoer.

Alle geluidsbronnen (ventilatoren, dakuitlaten, gevelroosters) zijn volcontinu in werking.

Wanneer de inrichting normaal functioneert, is de geluidsemmissie van de stationaire bronnen constant. Er zijn geen te openen ramen en deuren (volledige luchtbehandeling). De geluidsemmissie wordt niet beïnvloed door eventuele variaties in de productiecapaciteit.

Aan de voorzijde is er een losplaats voor een schip; de daarbij aanwezige losinrichting (compressorinstallatie) maakt deel uit van de inrichting. Dit schip lost grondstoffen voor de meelfabriek aan de voorzijde van de fabriek langs het water. Dit geschiedt elke dag tussen 06.00 en 06.30 uur. De compressor is gedurende deze tijd effectief 15 minuten in bedrijf.

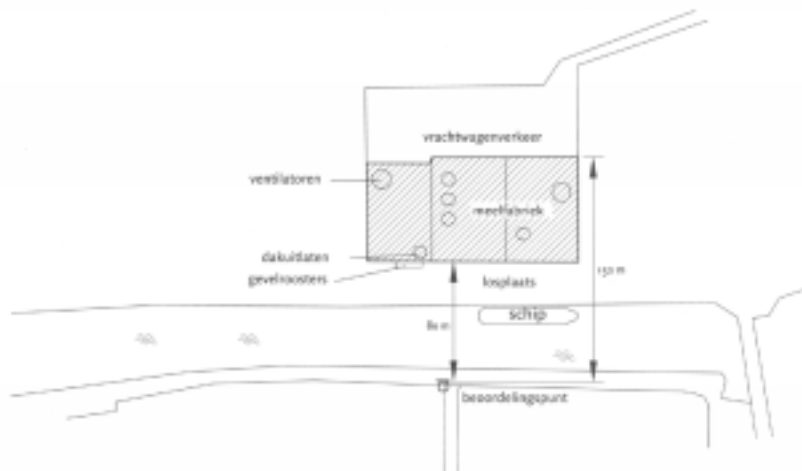
Gedurende de dagperiode komen drie vrachtwagens aan de achterzijde op het terrein. Daarnaast zijn er geen mobiele bronnen aanwezig.

Figuur D.1 geeft de situatie weer.

Bij de voor de geluidsbeoordeling te definiëren representatieve bedrijfssituatie dient onderscheid gemaakt te worden tussen drie perioden: de dagperiode (met vrachtverkeer), de avondperiode (geen vrachtverkeer) en de nachtperiode (schip lossen, geen vrachtverkeer).

De vrachtwagens aan de achterzijde van de inrichting zijn per afhandeling slechts 2 minuten geluidsrelevant binnen de inrichting (snelheid 15 km/h), dus totaal 6 minuten (3 vrachtwagens). Dit betekent een bedrijfsduurcorrectie van  $C_b = 21$  dB (paragraaf 5.1). De routing ligt echter volledig in de afscherming van het gebouw. Gezien de locatie, de afstand tot de beoordelingspositie en de bedrijfsduur wordt geconcludeerd dat de vrachtwagenbewegingen aan de achterzijde geen

immissierelevante bijdrage leveren op de beoordelingspositie en daarom kunnen worden verwaarloosd bij het onderzoek.



→

#### FIGUUR D.1 *Situering meelfabriek ten opzichte van omgeving*

De maatgevende beoordelingsperiode is de nachtperiode. In deze periode is de meelfabriek volcontinu in bedrijf en worden grondstoffen vanuit het schip gelost.

##### Stap 3: vaststelling bedrijfstoestanden ten behoeve van de metingen

Omdat alle immissierelevante bronnen van de meelfabriek (zonder losplaats) gelijktijdig en continu in werking zijn, kan voor de metingen deze toestand als een bedrijfstoestand worden gedefinieerd. Als tweede bedrijfstoestand wordt die toestand gedefinieerd waarbij het lossen van het schip plaatsvindt en waarin de voornoemde bronnen van de meelfabriek in bedrijf zijn.

##### Stap 4: uitvoering van immissiemetingen

Alle relevante geluidsbronnen liggen binnen een afstand van 150 m van de beoordelingspositie. De bedrijfssituatie is zodanig eenduidig te definiëren, dat methode I kan worden toegepast. Gedurende de dag- en avondperiode kan verwacht worden dat stoorgeluid ten gevolge van lokaal verkeer de meting te veel zal verstoren. Derhalve wordt besloten om de meting in de nacht uit te voeren. Bewust wordt gekozen voor directe immissiemetingen, omdat deze betrouwbaarder zijn dan extrapolatiemetingen en -berekeningen. Of deze metingen daadwerkelijk betrouwbaarder zijn, kan alleen ter plaatse tijdens het nachtelijke bezoek worden beoordeeld. Zo nodig kan dan alsnog worden besloten om een referentiepunt te kiezen.

Volgens paragraaf 3.5.2 moeten ten minste twee metingen worden verricht.

Volgens paragraaf 3.5.5 moet onder meteoraamcondities worden gemeten.

Tijdens het bezoek blijkt dat metingen op de beoordelingspositie mogelijk zijn (geen stoorgeluid te constateren, mede door het gekozen tijdstip van de metingen). In het volgende overzicht zijn de meetresultaten samengevat.

Meting	Datum	Tijd	Meetd uur [s]	Winds nelhei d [m/s]	Windri chting	$L_i$ [dB(A)]	$L_{max}$ [dB(A)]	Tonaal impuls muziek	Stoor- geluid
1	25/8/97	05.30	900	2	W	45,0	47,2	nee	nee
2	25/8/97	06.00	900	2	W	57,0	60,1	nee	nee
3	26/8/97	06.15	480	2	NW	43,0	45,0	nee	nee

→

4	26/8/97	06.25	900	2	NW	55,0	59,4	nee	nee
meting 1: stationaire bronnen van de inrichting									
meting 2: lossen schip, tijdsduur 15 minuten									
meting 3: stationaire bronnen van de inrichting									
meting 4: lossen schip, tijdsduur 15 minuten									
meetlocatie: op het beoordelingspunt, zie figuur D.1									
meethoogte: op de beoordelingshoogte, 5 m									
gemiddelde bronhoogte: op basis van kennis van de inrichting geschat op 15 m, losinstallatie schip 1,5 m									
geen reflecterende vlakken in de meetomgeving									

Uit de meetresultaten van het lossen van het schip kan worden afgeleid dat deze meting niet wordt beïnvloed door 'stoorgeluid' vanwege de stationaire bronnen van de meelfabriek ( $L_{i,schip} - 10 \text{ dB} > L_{i,fabriek}$ ).

De meetapparatuur is voor en na elke meting gecontroleerd op juiste werking en gekalibreerd.

**N.B.** Het kan voorkomen dat het apart meten van de geluidsbijdrage van het schip, dat wil zeggen zonder verwaarloosbare bijdrage ten gevolge van de stationaire bronnen van de meelfabriek, niet goed mogelijk is op het beoordelingspunt. Dan kan getracht worden op zodanig korte afstand van het schip te meten, dat de bijdrage van de rest van de meelfabriek wel verwaarloosbaar is. Wel dient een zodanige afstand tot het schip in acht te worden genomen, dat deze geluidsbron als puntbron kan worden beschouwd. Vervolgens kan de meetwaarde geëxtrapoleerd worden naar het beoordelingspunt (zie paragraaf 3.7.2).

#### Stap 5: bepaling beoordelingsgrootheden

Indien de geluidsmetingen per bron energetisch gemiddeld worden, volgt dat:

- stationaire bronnen:  $L_i = 44,1 \text{ dB(A)}$
- schip lossen:  $L_i = 56,1 \text{ dB(A)}$

Voor de losinstallatie geldt:

- $h_b = 1,5 \text{ m}$
- $h_o = 5 \text{ m}$
- $r_i = 80 \text{ m}$
- $r_i = 80 > 10 (5 + 1,5)$  dus de meteocorrectieterm van deze bron is niet gelijk aan 0.

Voor de losinstallatie geldt zodoende:

$$C_m = 5 - 50 \left( \frac{1,5 + 5,0}{80} \right) = 0,9$$

De meteocorrectieterm van de stationaire bronnen van de meelfabriek is gelijk aan 0.

Met de berekeningsmethode uit hoofdstuk 5 volgt:

→

Omschrijving	Periode	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$C_m$ [dB]	$C_g$ [dB]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$K_2$ [dB]	$K_3$ [dB]	$L_{Ari,LT}$ [dB(A)]
stationaire bronnen	dag	44,1	0	0	0	44,1	0	0	0	44,1
	avond	44,1	0	0	0	44,1	0	0	0	44,1
	nacht	44,1	0	0	0	44,1	0	0	0	44,1
lossen schip	nacht	56,1	15	0,9	0	40,2	0	0	0	40,2

Conform de formule:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log \sum 10^{\frac{L_{Ar,LT}}{10}}$$

bedraagt het beoordelingsniveau per periode:

- $L_{Ar,LT} = 44,1$  dB(A) in de dagperiode
- $L_{Ar,LT} = 44,1$  dB(A) in de avondperiode
- $L_{Ar,LT} = 45,6$  dB(A) in de nachtperiode (ten gevolge van stationaire bronnen én lossen schip).

Dit betekent:

- $L_{dag} = 44$  dB(A)
- $L_{avond} = 44$  dB(A)
- $L_{nacht} = 46$  dB(A)

Het gemeten maximale geluidsniveau in de meterstand 'fast' in de dag- en avondperiode bedraagt 47 dB(A) ten gevolge van (geringe) variaties in de geluidsemmissie van de stationaire bronnen, respectievelijk 60 dB(A) in de nachtperiode vanwege geringe variaties in de geluidsemmissie bij het lossen van het schip (stootgeluiden e.d.).

Het maximale geluidsniveau dat wordt getoetst aan de grenswaarden is gelijk aan het gemeten maximale geluidsniveau verminderd met de meteorocorrectieterm. Voor de dagperiode geldt  $L_{Amax} = 47$  dB(A) en voor de nachtperiode  $L_{Amax} = 60,1 - 0,9 = 59$  dB(A).

#### Voorbeeld 2: Rekenvoorbeeld toeslagen

Toeslagen voor tonaal, impulsachtig en/of muziekgeluid zijn van toepassing indien op het *beoordelingspunt* het geluidsimmissieniveau als zodanig gekarakteriseerd kan worden.

**N.B.** Indien de geluidsemmissie van een inrichting getoetst wordt op referentiepunten op kortere afstand van de inrichting in plaats van op beoordelingspunten bij geluidsgevoelige bestemmingen dient met dit aspect zorgvuldig omgegaan te worden. Indien op referentiepunten het geluid als tonaal wordt gekarakteriseerd, behoeft dit niet vanzelfsprekend te leiden tot geluidsimmissieniveaus met een tonaal karakter op de beoordelingspunten: andere geluidsbronnen van de inrichting kunnen dat tonale karakter maskeren.

De toeslag geldt voor de duur van het geluid waarbinnen de desbetreffende karakterisering van toepassing is.

De volgende voorbeelden zijn bedoeld om inzicht te geven in de wijze waarop in verschillende praktijksituaties met bijzondere geluiden omgegaan moet worden. De voorbeelden betreffen tonaal

→

geluid, doch zijn qua principe gelijk voor impulsachtig of muziekgeluid.

In de volgende voorbeelden worden correctietermen die in dit kader niet relevant zijn, zoals  $C_g$  en  $C_m$ , 'gemakshalve' buiten beschouwing gelaten.

*Voorbeeld 2A: Continue geluidsimmissie met hoorbaar tonaal karakter*

Bij een bedrijf is een bron met een tonale geluidsemissie (en als zodanig hoorbaar op het beoordelingspunt) aanwezig. De geluidsbijdrage van deze bron op het beoordelingspunt bedraagt 40 dB(A) en de bron is continu in bedrijf. Overige geluidsbronnen behorend tot de inrichting, van belang voor het geluid naar de omgeving, zijn ook continu in bedrijf; de gezamenlijke geluidsbijdrage van deze overige bronnen op het beoordelingspunt bedraagt 42 dB(A).

Het beoordelingsniveau voor de dagperiode wordt met behulp van een overdrachtsmodel berekend; kort samengevat geldt dan:

Betreft	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$L_{Aeq,LT}^*$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$L_{Ar,LT}$ [dB(A)]
Tonale bron	40	0	44,1	5	49,1
Overige bronnen	42	0			

$$* L_{Aeq,LT} = 10 \log [10^{40/10} + 10^{42/10}]$$

Hieruit volgt dus:  $L_{dag} = 49$  dB(A)

**N.B.** Indien sprake zou zijn van directe immissiemetingen, zou op het beoordelingspunt 44 dB(A) gemeten worden. Vanwege het hoorbare tonale karakter wordt een toeslag van 5 dB toegepast, hetgeen leidt tot  $L_{Ar,LT} = 49$  dB(A).

De toeslag voor tonaal geluid dient dus niet toegepast te worden op alleen de geluidsimmissieniveaubijdrage van de tonale bron. Een foutieve berekening is derhalve:

Betreft	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$L_{Ar,LT}$ [dB(A)]
Tonale bron	40	0	40	5	45
Overige bronnen	42	0	42	0	42

dus:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log [10^{45/10} + 10^{42/10}] = 46,8 \text{ dB(A)}$$

$$L_{dag} = 47 \text{ dB(A)}$$

*Voorbeeld 2B: Tonale geluidsbron niet hoorbaar op beoordelingspunt*

Bij een fabriek zijn de geluidsbronnen continu in bedrijf. Het geluidsniveau op het beoordelingspunt bedraagt 50 dB(A). Eén bron met een duidelijk tonaal karakter qua geluidsemissie geeft een geluidsbijdrage van 35 dB(A) op dat punt. Deze tonale geluidsbijdrage is niet waarneembaar op het beoordelingspunt. Derhalve heeft geen toeslag vanwege tonaliteit op het geluidsimmissieniveau van de hele inrichting te worden toegepast.

*Voorbeeld 2C: Tonale geluidsbron hoorbaar, doch discontinu in bedrijf*

Bij een bedrijf zijn de geluidsbronnen gedurende de dagperiode continu in bedrijf. Het

→

geluidsimmissieniveau ten gevolge van deze bronnen op het beoordelingspunt bedraagt 50 dB(A). Daarnaast is echter een installatie 50% van de dagperiode in bedrijf, die geluid emitteert dat op een beoordelingspunt hoorbaar als tonaal te kenmerken is.

**N.B.** Indien deze bron op andere beoordelingspunten niet als tonaal waarneembaar is, behoeft voor de niveaus op die beoordelingspunten geen toeslag toegepast te worden.

Het geluidsimmissieniveau ten gevolge van deze bron bedraagt ook 50 dB(A). Het beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  op het beoordelingspunt is als volgt te berekenen:

Betreft	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$L_{Ari,LT}$ [dB(A)]
<i>Bedrijfstoestand A</i>					
Alleen overige bronnen	50	3	47	0	47
<i>Bedrijfstoestand B</i>					
Overige bronnen	50	3	50	5	55
Tonale bron	50	3			

Het beoordelingsniveau op het beoordelingspunt bedraagt:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log [10^{47/10} + 10^{55/10}] = 55,6 \text{ dB(A)}$$

$$L_{dag} = 56 \text{ dB(A)}$$

*Foutieve berekening:*

Betreft	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$L_{Ari,LT}$ [dB(A)]
Overige bronnen	50	0	50	0	50
Tonale bron	50	3	47	5	52

Hieruit zou volgen:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log [10^{50/10} + 10^{52/10}] = 54,1 \text{ dB(A)}$$

$$L_{dag} = 54 \text{ dB(A)}$$

*Voorbeeld 2D: Tonale geluidsbron continu, overige bronnen discontinu*

Uit het voorgaande voorbeeld blijkt dat het van belang is te weten wanneer een bron met een tonaal karakter in werking is ten opzichte van andere geluidsbronnen én of deze bron hoorbaar is op het beoordelingspunt. Als van 07.00 – 13.00 uur het bedrijf een geluidsbijdrage op het beoordelingspunt heeft van 40 dB(A) en van 13.00 – 19.00 uur een geluidsbijdrage van 50 dB(A) zou een bron met een tonaal karakter 35 dB(A) op het beoordelingspunt tussen 07.00 -13.00 uur niet verwaarloosbaar en wel hoorbaar zijn, en tussen 13.00 – 19.00 uur wel verwaarloosbaar en niet hoorbaar.

→

Betreft	$L_i$ [dB(A)]	$C_b$ [dB]	$L_{Aeq,LT}$ [dB(A)]	$K_1$ [dB]	$L_{Ari,LT}$ [dB(A)]
<i>Bedrijfstoestand A</i>					
Overige bronnen	40	3	38,2	5	43,2
Tonale bron	35	3			
<i>Bedrijfstoestand B</i>					
Overige bronnen	50	3	47	0	47
Tonale bron	verwaarloosbaar				

Het beoordelingsniveau op het beoordelingspunt bedraagt:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log [10^{43,2/10} + 10^{47/10}] = 48,5 \text{ dB(A)}$$

$$L_{dag} = 48 \text{ dB(A)}$$

**N.B.** Het kan voorkomen dat bij zeer complexe situaties de exacte tijden dat een bedrijfstoestand van een tonale bron en overige bronnen optreedt, niet bekend zijn. In een dergelijke situatie dient bij het bepalen van het beoordelingsniveau de toeslag met gezond verstand te worden toegepast.

*Voorbeeld 3: Directe immissiemetingen bij een inrichting met een discontinue bedrijfssituatie*

#### Stap 1: doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is toetsing van de geluidsimmissie ten gevolge van een drukkerij aan de vergunningvoorschriften. Beoordeling conform deze Handleiding is voorgeschreven.

Het invallende langtijdgemiddeld beoordelingsniveau  $L_{Ar,LT}$  en het maximale geluidsniveau  $L_{Amax}$  (dus exclusief gevelreflectie) dienen beoordeeld te worden op een beoordelingshoogte van  $h_o = 5$  m op 2 m voor de gevel van woning nr. 23 (zie figuur D.2).

#### Stap 2: beschrijving representatieve bedrijfssituatie

De drukkerij is een bedrijf waar offset-machines en drukkerij-apparatuur staan opgesteld. In het bedrijf wordt gewerkt van 08.00 tot 17.00 uur met de mogelijkheid om van 18.30 tot 22.00 uur over te werken. Dit overwerken geschiedt gemiddeld twee maal per maand.

Van 12.30 tot 13.30 uur is de drukkerij niet in bedrijf vanwege de pauze. In de avondperiode wordt niet gepauzeerd.

Omdat er meer dan twaalf maal per jaar wordt overgewerkt, wordt de 'overwerk-situatie' tot de representatieve bedrijfssituatie gerekend. Voor de geluidsbeoordeling worden zodoende de dag- en avondperiode beschouwd.

Buiten staat een papierversnipperaar onder een houten overkapping opgesteld. Aan het eind van de werkdag en -avond wordt het overtollig papier versnipperd. Het geluid op het beoordelingspunt wordt aangemerkt als impulsachtig.

→



FIGUUR D.2 *Situering drukkerij ten opzichte van de omgeving*

Er vindt een locatiebezoek plaats, waaruit de volgende conclusies worden getrokken.

De drukkerij is gevestigd in een stenen gebouw met beglazing. De lawaaiige ruimten in het gebouw zijn zodanig gesitueerd, dat van deze ruimten geen bijdrage via de gevels en het dak tot de geluidsimmissie plaatsvindt.

De geluidsemmissie naar de omgeving wordt veroorzaakt door:

- drie dakventilatoren (bronhoogte 8 m):
  - één voor de luchtbehandelingsinstallatie die gedurende de werktijd van 08.00-17.00 uur continu in bedrijf is. Wanneer in de avond wordt doorgewerkt, is de ventilator van de luchtbehandelingsinstallatie van 08.00-22.00 uur in bedrijf.
  - één ventilator voor de afzuiging van een aantal specifieke installaties, die eveneens gedurende de totale werktijd (van 08.00-22.00 uur) in bedrijf is, behoudens de avondstop van 17.00 tot 18.30 uur (dan is deze bron uitgeschakeld).
  - één ventilator voor de mechanische luchttoevoer van een drukinktmaschine, die 50% van de tijd tussen 08.00 en 17.00 uur in werking is; gedurende het overwerk is deze



→

bron niet in bedrijf.

- een luchtcondensor op maaiveldniveau (bronhoogte 1,5 m) die afhankelijk van de buitentemperatuur in- of uitschakelt. De condensor is met een tijd klok geregeld zodat de bron van 22.00 tot 07.00 uur uitgeschakeld is. Het bedrijf heeft aangegeven dat bij een warme zomerdag deze condensor 70% in de dagperiode in werking kan zijn en 30% in de avondperiode.
- twee roosters in de gevel voor luchtafvoer (bronhoogte 2 m), die gedurende het in werking zijn van de luchtbehandelingsinstallatie (van 08.00 tot 22.00 uur) geluid emitteren.
- de papierversnipperaar op maaiveldniveau (bronhoogte 1 m) buiten voor de gevel aan de achterzijde. Deze versnipperaar is maximaal 10 minuten in bedrijf, startend om 16.00 uur.

Alle ventilatoren hebben een vast toerental.

Daarnaast zijn geen geluidsimmissierelevante geluidsbronnen aanwezig.

Verkeersbewegingen ten behoeve van de drukkerij vinden plaats aan de voorzijde op de openbare weg (geen eigen terrein voor verkeer). Om deze reden behoeft de geluidsimmissie ten gevolge van deze verkeersbewegingen als onderdeel van de geluidsimmissie vanwege de totale inrichting niet beschouwd te worden.

Het beoordelingspunt is gelegen direct tegenover de inrichting aan de achterzijde op een afstand van 40 m (zie figuur D.2).

#### Stap 3: vaststellen bedrijfstoestanden ten behoeve van de metingen

Daar de individuele geluidsbronnen (ventilatoren, condensor, roosters en papierversnipperaar) verschillende bedrijfstoestanden kennen, is het niet mogelijk op basis van één meting de beoordelingsgrootheden vast te stellen. Het is dan ook noodzakelijk meerdere bedrijfstoestanden te definiëren. Tevens is het zinvol om, gezien de beoordelingslocatie, ook de invloed van stoorgeluid vast te stellen.

Om inzicht te verkrijgen in de bijdrage van individuele geluidsbronnen aan het totale geluidsimmissieniveau  $L_{Aeq,LT}$  om bij overschrijding van de grenswaarden direct de maatgevende bron(nen) aan te kunnen geven, is besloten om de geluidsemmissie ten gevolge van alle geluidsbronnen apart te meten. Dit levert de volgende bedrijfstoestanden op:

- alle installaties buiten bedrijf (meting van het stoorgeluidsniveau);
- alleen de luchtbehandelingsinstallatie in werking waarmee de bijdrage van de ventilator en de gevelroosters wordt verkregen;
- alleen de 'installatieventilator' ten behoeve van afzuiging van installaties in bedrijf;
- alleen de drukinktventilator in bedrijf;
- alleen de luchtcondensor in bedrijf;
- alle installaties (uitgezonderd de papierversnipperaar) in bedrijf;
- alleen de papierversnipperaar in bedrijf.

#### Stap 4: uitvoeren van directe immissiemetingen

De geluidsmetingen worden uitgevoerd op het beoordelingspunt ter hoogte van woning nr. 23 in de avondperiode omdat dan de verschillende bedrijfstoestanden apart achter elkaar specifiek voor dit doel kunnen worden ingesteld.

Uit observatie bij de bronnen tijdens de metingen blijkt dat de geluidsemmissie vanwege de bedrijfstoestand waarin de luchtbehandelingsinstallatie in bedrijf is, hoofdzakelijk veroorzaakt wordt door de ventilator; de bijdrage van de gevelroosters is verwaarloosbaar.

**N.B.** Het verdient de voorkeur het stoorgeluid tussen elke meting te bepalen, met name indien dit stoorgeluid niet constant is. In dit voorbeeld wordt het stoorgeluidsniveau constant verondersteld.

→

Voor en na de metingen wordt de apparatuur gecontroleerd op een juiste werking en gekalibreerd.

*Samenvatting meetresultaten ter plaatse van woning nr. 23*

Meting	Datum	Tijd	Bron	Meetdu ur [s]	Windsn elheid [m/s]	Windric hting	$L_i$ [dB(A)]	$L_{Amax}$ [dB(A)]	Tonaal impuls muziek
1	18/1/97	19.30	alles uit	300	2	-	35,1	-	nee
2	18/1/97	19.40	luchtbe handeli ng aan	180	1	-	42,8	45,0	nee
3	18/1/97	19.55	installat ieventil ator aan	240	1	-	38,3	41,1	nee
4	18/1/97	20.00	drukve ntilator aan	360	2	-	35,1*	36,4	nee
5	18/1/97	20.15	conden sor aan	300	2	-	35,1*	-	nee
6	18/1/97	20.30	alles aan	300	1	-	44,0	47,6	nee
7	18/1/97	20.40	papierv ersnipp eraar	180	2	-	55,6	65,1	impuls
meetlocatie: op de beoordelingslocatie, zie figuur D.2									
meethoogte: op de beoordelingshoogte, 5 m									
gemiddelde bronhoogte: volgens bepalende bron (luchtbehandeling): 8 m									

afstand tot broncentrum: 50 m

reflecterende vlakken in de meetomgeving: achter meetpositie

\* Niet waarneembaar

Stap 5: bepaling beoordelingsgrootheden

Correctie voor stoorgeluid:

- luchtbehandeling:  $L_{Aeq,T} = 42,8$  dB(A)  
stoorgeluidsniveau:  $L_{Aeq,T} = 35,1$  dB(A)  
**luchtbehandeling exclusief stoorgeluid:  $L_i = 42,0$  dB(A)**
- installatieventilator:  $L_{Aeq,T} = 38,3$  dB(A)  
stoorgeluidsniveau:  $L_{Aeq,T} = 35,1$  dB(A)  
**installatieventilator exclusief stoorgeluid:  $L_i = 35,5$  dB(A)**
- drukventilator: verwaarloosbaar
- condensor: verwaarloosbaar
- papierversnipperaar:  $L_{Aeq,T} = 55,6$  dB(A)

→

stoorgeluidsniveau:  $L_{Aeq,T} = 35,1$  dB(A)

**papierversnipperaars exclusief stoorgeluid:  $L_i = 55,6$  dB(A)**

Met de berekeningsmethode uit hoofdstuk 5 volgt:

Bedrijfstoeestand	Periode	Omschrijving	$L_i$ dB(A)	$C_b$ dB	$c_m$	$C_g$	$L_{Aeq,LT}$ dB(A)	$K_1$ dB	$K_2$	$K_3$	$L_{Ar,LT}$ dB(A)
A	dag	luchtbehandelingsventilator	42,0	9,0	0	3	30,0	0	0	0	30,0
B	dag	luchtbehandelingsventilator	42,0	1,1	0	3	38,8	0	0	0	38,8
		installatieventilator	35,6	1,1	0	3					
	avond	luchtbehandelingsventilator	42,0	1,3	0	3	38,6	0	0	0	38,6
		installatieventilator	35,5	1,3	0	3					
C	dag	luchtbehandelingsventilator	42,0	18,6	0	3	34,2	0	5	0	39,2
		installatieventilator	35,5	18,6	0	3					
		papierversnipperaars	55,6	18,6	0	3					

Conform de onderstaande formule worden de deelbijdragen van de verschillende bedrijfstoestanden per periode gesommeerd:

$$L_{Ar,LT} = 10 \cdot \log \sum 10^{\frac{L_{Ar,LT}}{10}}$$

en het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau bedraagt zodoende per periode:

$L_{Ar,LT} = 42,3$  dB(A) in de dagperiode

$L_{Ar,LT} = 38,6$  dB(A) in de avondperiode

Dit betekent:

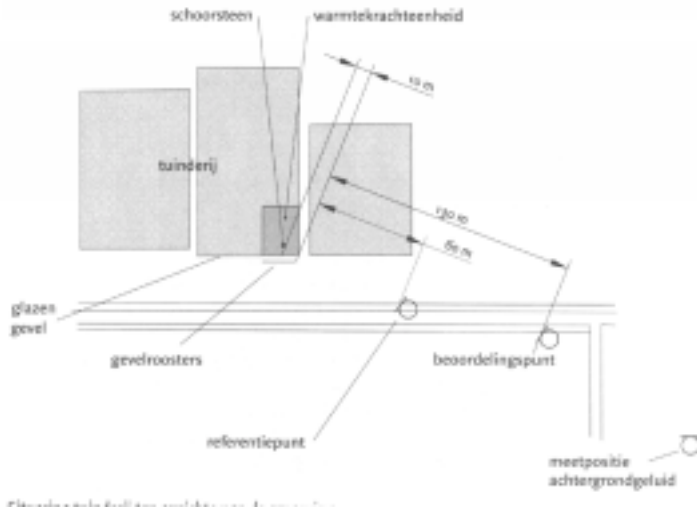
$L_{dag} = 42$  dB(A)

$L_{avond} = 39$  dB(A)

Het maximale geluidsniveau gemeten in de meterstand 'fast' in de dagperiode bedraagt 65 dB(A) en wordt veroorzaakt door de papierversnipperaars. De meteorcorrectieterm  $C_m$  voor deze bron is 0, dus  $L_{Amax} = 65$  dB(A).

**N.B.** Indien het zeer complexe situaties betreft waar vele bedrijfstoestanden te onderscheiden zijn of het niet bekend is wanneer de bron met het bijzondere geluid exact optreedt, dient de toeslag op het emissieniveau plaats te vinden.

*Voorbeeld 4: Metingen op een referentiepunt bij een inrichting met discontinue bronnen en aanwezigheid*



van een tonaal karakter

#### Stap 1: doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is de toetsing van de geluidsimmissie ten gevolge van een tuinderij aan de vergunningvoorschriften. Beoordeling conform deze Handleiding is voorgeschreven.

Het beoordelingspunt is gelegen op een hoogte van  $h_o = 5$  m op een afstand van 130 m van de inrichting bij woning nr. 12 (beoordelingspunt, zie figuur D.3).

FIGUUR D.3 *Situering tuinderij ten opzichte van de omgeving.*

#### Stap 2: beschrijving representatieve bedrijfssituatie

In een glazen kas is een warmtekrachteenheid opgesteld. Deze eenheid is volcontinu in bedrijf. De relevante geluidsbronnen zijn de glazen gevels en het dak (hoogte 7 m) van het gebouw, een schoorsteen (hoogte 40 m) en een tweetal gevelroosters ten behoeve van ventilatielucht op een hoogte van 5 m.

Tijdens het bezoek ter plaatse wordt een tonaal geluid waargenomen ter hoogte van het beoordelingspunt, afkomstig van de ventilatieroosters in de gevel. De ventilatieroosters zijn geschakeld aan een binnentemperatuurmeter. Volgens opgave is deze ventilatie-unit op warme dagen in de dagperiode 100% in werking, in de avondperiode maximaal 70% en in de nachtperiode 40%. De schoorsteen is een onderdeel van de warmtekrachteenheid en deze warmtekrachtinstallatie is het gehele etmaal in bedrijf.

Transport vindt circa 1x per dag met behulp van een bestelwagen in de daguren plaats. Gezien de frequentie van het transport en de verblijftijd op de inrichting (circa 2 minuten met draaiende motor), wordt deze activiteit beschouwd als niet relevant voor de beoordeling. De inrichting is in een landelijke omgeving gelegen.

De voor de geluidsbeoordeling representatieve bedrijfssituatie wordt in beginsel gedefinieerd in de drie

→

beoordelingsperioden, waarvoor per periode twee bedrijfstoestanden kunnen worden onderscheiden.

#### Dagperiode

- geluidsemissie schoorsteen en gevels: 100% in bedrijf
- ventilatieroosters: 100% in bedrijf

#### Avondperiode

- geluidsemissie schoorsteen en gevels: 100% in bedrijf
- ventilatieroosters: 70% in bedrijf

#### Nachtperiode

- geluidsemissie schoorsteen en gevels: 100% in bedrijf
- ventilatieroosters: 40% in bedrijf

#### Stap 3: vaststelling bedrijfstoestand ten behoeve van de metingen

De warmtekrachteenheid kan niet worden uitgeschakeld ten behoeve van de metingen. Omdat de immisierelevante bronnen verschillende bedrijfstijden bezitten, worden voor de metingen de volgende bedrijfstoestanden gedefinieerd:

- alleen de warmtekrachteenheid in werking (schoorsteen en gevels);
- de warmtekrachteenheid in werking tezamen met de ventilatieroosters.

Deze meetomstandigheden zijn in overleg gesimuleerd. Geluidsimmissiemetingen op het beoordelingspunt zijn echter niet mogelijk (te hoog stoorgeluidsniveau). Zodoende dient het geluidsimmissieniveau te worden vastgesteld op een referentiemeetpunt.

#### Stap 4: uitvoeren van referentiemetingen

Tijdens de nachtelijke geluidsmetingen is een referentiepunt op 60 m van de inrichting gekozen, zodanig dat hier in tegenstelling tot het beoordelingspunt zonder relevante stoorgeluidsbeïnvloeding gemeten kan worden.

Op het referentiepunt moeten vanwege de afstand tenminste twee metingen worden verricht en moet onder meteoraamcondities worden gemeten.

Ter indicatie van de invloed van het achtergrondgeluid wordt op een andere locatie een geluidsmeting verricht, gelijktijdig met de metingen op het referentiepunt. Doordat het achtergrondgeluid aldaar bepaald wordt door algemeen omgevingsgeluid ten gevolge van ruisen van gras/begroeiing zal dit nagenoeg gelijk zijn aan het achtergrondgeluidsniveau op het referentiepunt.

In figuur D.3 zijn de meet- en beoordelingsposities aangegeven.

Voor en na de metingen werd de meetapparatuur gecontroleerd op goede werking en gekalibreerd.

#### *Samenvatting meetresultaten*

Meting	Datum	Tijd	Meetdu ur [s]	Windsn elheid [m/s]	Windric hting	$L_{i,ref}$ [dB(A)]	$L_{Amax}$ [dB(A)]	Tonaal impuls muziek	Stoorg eluid
1	13/9/97	01.00	5	2	W	52,5	54	nee	geen
2	13/9/97	01.40	5	2	W	56,0	58	ja	geen
3	21/9/97	02.00	7	4	W	53,5	56	nee	geen
4	21/9/97	02.30	6	4	W	57,0	59	ja	geen
5	13/9/97	01.10	15	2	W	38,1	39	nee	-

→

6	21/9/97	01.30	10	3	W	40,0	42	nee	-
meetlocatie: op het referentiepunt en het controlemeetpunt voor stoorgeluid, zie figuur D.3									
meethoogte: 5 m									
bronhoogte: schoorsteen 40 m, gevel 5 m, wordt een 'gemiddelde' bronhoogte gesteld van > 10 m ter bepaling van $C_m$									
geen reflecterende vlakken in de meetomgeving									

meting 1: alleen schoorsteen met gevel, gemeten op referentiepunt

meting 2: als 1, tezamen met de ventilatieroosters

meting 3: alleen schoorsteen met gevel, gemeten op referentiepunt

meting 4: als 3, tezamen met de ventilatieroosters

meting 5: stoorgeluidsmeting op controlemeetpunt

meting 5: stoorgeluidsmeting op controlemeetpunt

#### Stap 5: bepaling beoordelingsgrootheden

##### *Vaststelling gestandaardiseerd immissieniveau*

Gezien het lage achtergrondgeluidsniveau kan worden gesteld dat de op het referentiepunt gemeten waarden bepaald worden door de tuinderij. De geluidsbijdrage van de ventilatieroosters kan worden berekend uit het geluidsniveau ten gevolge van de warmtekrachteenheid inclusief de ventilatieroosters en het geluidsniveau ten gevolge van alleen de warmtekrachteenheid.

Omschrijving	$L_{i,ref}$ [dB(A)]	
	Meting 1	Meting 2
Schoorsteen met gevel en ventilatieroosters	56,0	57,0
Schoorsteen met gevel	52,5	53,5
Ventilatieroosters	53,4	54,4

Voor de beide bedrijfstoestanden is het gestandaardiseerde immissieniveau bepaald; deze bedragen op het referentiepunt:

- schoorsteen met gevel: 53,0 dB(A)
- alleen ventilatieroosters: 53,9 dB(A)

Het gestandaardiseerde immissieniveau op het beoordelingspunt wordt bepaald met behulp van:

$$L_i = L_{i,ref} - C_{ref}$$

$$C_{ref} = 20 \log\left(\frac{r_i}{r_{ref}}\right) + 0,004(r_i - r_{ref}) + K_4$$

→

Omschrijving	$L_{i,ref}$ [dB(A)]	$r_i$ [m]	$r_{ref}$ [m]	$K_4$	$C_{ref}$	$L_i$ [dB(A)]
schoorsteen met gevel	53,0	140	70	0	6,3	46,7
ventilatieroosters	53,9	130	60	0	7,0	46,9

Het gestandaardiseerde immissieniveau bedraagt dan:

- schoorsteen met gevel:  $L_i = 46,7$  dB(A)
- alleen ventilatieroosters:  $L_i = 46,9$  dB(A)

Vervolgens geldt:  $L_{Aeq,LT} = L_i - C_b - C_m - C_g$

Voor de brongroep 'schoorsteen met gevel' moet ten behoeve van het bepalen van de meteorcorrectieterm een 'gemiddelde' bronhoogte worden geformuleerd. Gezien de afstand van de bronnen tot de beoordelingspositie zal  $C_m$  bij een bronhoogte van 10 m 0 dB bedragen. Gezien de hoogte van de schoorsteen en de gevel met het dak wordt aangehouden dat voor deze brongroep de meteorcorrectieterm  $C_m = 0$  dB bedraagt.

Voor de ventilatieroosters bedraagt  $h_b = 5$  m,  $h_o = 5$  m,  $R = 130$  m, dus  $R = 130 > 10 (5 + 5)$ . Hieruit volgt voor de meteorcorrectieterm:

$$C_m = 5 - 50 \left( \frac{5+5}{130} \right) = 1,2 \text{ dB}$$

De bepaling van beoordelingsgrootheden geschiedt volgens paragraaf 3.8.

Bedrijfstoeestand	Periode	Omschrijving	$L_i$ dB(A)	$C_b$ dB	$C_m$	$C_g$	$L_{Aeq,LT}$ dB(A)	$K_1$ dB	$K_2$	$K_3$	$L_{Ari,LT}$ dB(A)
A	dag	schoorsteen met gevel	46,7	0	0	0	49,2	5	0	0	54,2
		ventilatieroosters	46,9	0	1,2	0					
	avond	schoorsteen met gevel	46,7	1,5	0	0	47,7	5	0	0	52,7
		ventilatieroosters	46,9	1,5	1,2	0					
	nacht	schoorsteen met gevel	46,7	4,0	0	0	45,2	5	0	0	50,2
		ventilatieroosters	46,9	4,0	1,2	0					
B	avond	schoorsteen met gevel	46,7	5,2	0	0	41,5	0	0	0	41,5

→

	nacht	schoorsteen met gevel	46,7	5,2	0	0	44,5	0	0	0	44,5
--	-------	-----------------------	------	-----	---	---	------	---	---	---	------

Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau gesommeerd over alle bedrijfstoestanden bedraagt dan:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log \sum 10^{\frac{L_{Ar,LT}}{10}}$$

- $L_{Ar,LT} = 54,2$  dB(A) in de dagperiode
- $L_{Ar,LT} = 53,0$  dB(A) in de avondperiode
- $L_{Ar,LT} = 51,2$  dB(A) in de nachtperiode

Dit betekent:

- $L_{dag} = 54$  dB(A)
- $L_{avond} = 53$  dB(A)
- $L_{nacht} = 51$  dB(A)

*Voorbeeld 5: Bronsterktebepaling en overdrachtsberekening bij een inrichting met discontinue geluidemissie*

#### Stap 1: doel van het onderzoek

Doel van het onderzoek is de vaststelling van het geluidsimmissieniveau nabij woningen ten gevolge van een restaurant. Beoordeling conform deze Handleiding is voorgeschreven.

Het beoordelingspunt is gelegen op een afstand van 40 m van de inrichting en naast een woning,  $h_o = 5$  m.

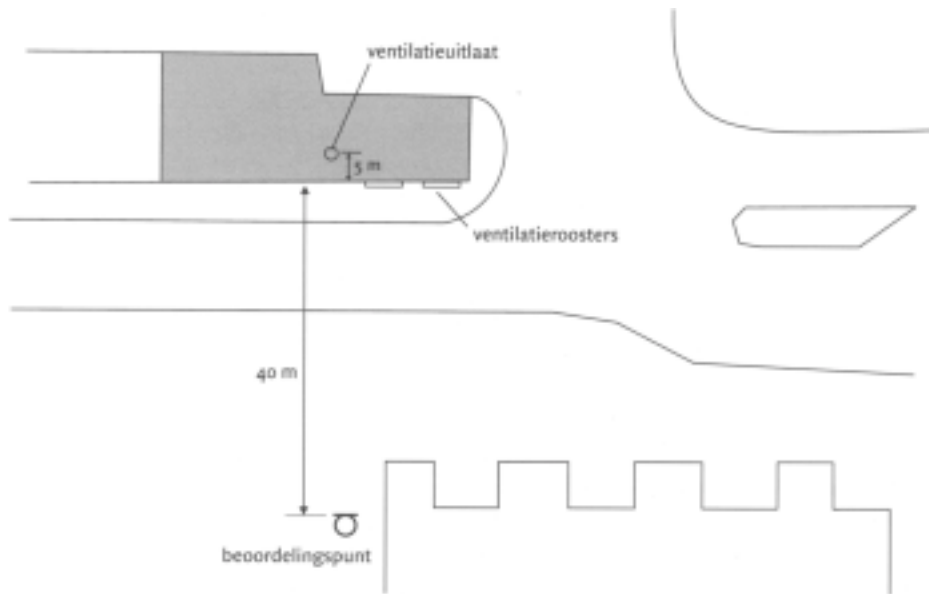
#### Stap 2: beschrijving representatieve bedrijfssituatie

Het betreft een restaurant met op het dak een uitlaat van de keukenafzuiginstallatie en in de gevel een tweetal roosters ten behoeve van de ruimteventilatie en -koeling.

De keukenafzuiging is continu in bedrijf van 11.00 uur tot 22.30 uur. De ruimteventilatie en -koeling is tijdens de representatieve zomerperiode continu in bedrijf gedurende de openingstijden van het restaurant van 12.30 uur tot 00.00 uur.

Figuur D.4 geeft de situatie weer.





FIGUUR D.4 Situering restaurant ten opzichte van de omgeving

Tijdens de voor de geluidsbeoordeling representatieve bedrijfssituatie zijn de keukenafzuiging en ruimteventilatie en -koeling gedurende de openingstijden van het restaurant in bedrijf. De bedrijfssituatie is als volgt opgebouwd:

dagperiode

- keukenafzuiging 66% in bedrijf
- ruimteventilatie 54% in bedrijf

avondperiode

- keukenafzuiging 87% in bedrijf
- ruimteventilatie 100% in bedrijf

nachtperiode

- ruimteventilatie 12,5% in bedrijf

Stap 3: emissiebepaling

Omdat er te veel stoorgeluid aanwezig is op het beoordelingspunt en geen verantwoord referentiepunt gekozen kan worden, wordt besloten om bronsterktemetingen in combinatie met overdrachtsberekeningen te verrichten.

De bronsterktemetingen worden bij elke bron afzonderlijk verricht.

A. Roosters van ruimteventilatie en -koeling

Direct voor het gehele roostervlak wordt met behulp van de zwaaimethode het geluidsniveau ( $L_{sA} = L_i$ ) gemeten.

gemeten geluidsniveau	$L_{sA}$	= 88,5 dB(A)
10 log $S_m^{-1}$ , met		= 5,0 dB
$S_m = 4 \text{ m}^2$		
richtingsindex	DI	= 3,0 dB
immissierelevante bronsterkte	$L_{WR}$	= 96,5 dB(A)

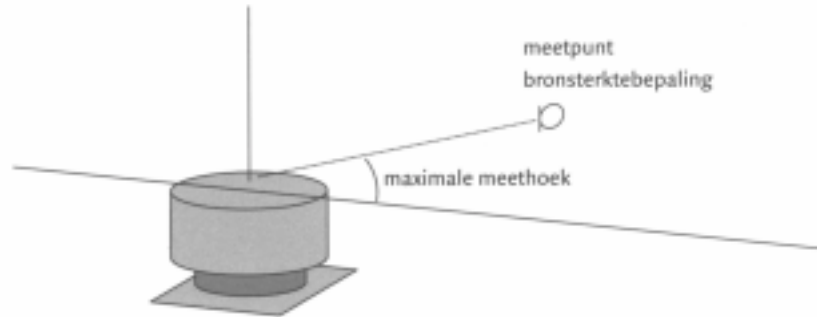
→

**B. Keukenafzuiging**

Van de afzuigeenheid wordt op 2 m van de opening onder een hoek van 10° met de horizontaal (zie figuur D.5) het geluidsniveau  $L_{Aeq,T}$  op drie posities rond de ventilator gemeten.

FIGUUR D.5 Meetposities rond ventilator

Op deze 3 posities wordt een geluidsniveau vastgesteld van 71,5, 72,0 en 72,5 dB(A). Het energetisch



gemiddelde hiervan is  $L_{Aeq,T} = 72,0$  dB(A).

$$\begin{aligned}
 \text{energetisch gemiddelde} & & L_{Aeq,T} &= 72,0 \text{ dB(A)} \\
 10 \log 4 \pi R^2 - 2, R = 2 \text{ m} & & &= 15 \text{ dB} \\
 L_{WR} & & &= 87,0 \text{ dB(A)}
 \end{aligned}$$

**Stap 4: berekening van de geluidsoverdracht**

De geluidsoverdracht wordt berekend met:

$$L_i = L_{WR} - D_0$$

$$D_0 = 20 \log r_i + 0,005 r_i + 9,1$$

**A. Roosters van ruimteventilatie en -koeling**

$$\begin{aligned}
 \text{bronsterkte} & & L_{WR} &= 96,5 \text{ dB(A)} \\
 \text{overdrachtdemping, } r_i = 40 \text{ m} & & D_o &= 41,1 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\text{gestandaardiseerde immissieniveau} \quad L_i = 55,4 \text{ dB(A)}$$

**B. Keukenafzuiging**

$$\begin{aligned}
 \text{bronsterkte} & & L_{WR} &= 87,0 \text{ dB(A)} \\
 \text{overdrachtdemping, } r_i = 45 \text{ m} & & D_o &= 42,4 \text{ dB}
 \end{aligned}$$

$$\text{gestandaardiseerde immissieniveau} \quad L_i = 44,6 \text{ dB(A)}$$

**Stap 5: bepaling beoordelingsgrootheden**

Omschrijving	Periode	$L_i$ dB(A)	$C_b$ dB	$C_m$	$C_g$	$L_{Aeq,LT}$ dB(A)	$K_1$ dB	$K_2$	$K_3$	$L_{Ari}$ dB(A)	LT

→

rooster	dag	55,4	2,7	0	0	52,7	0	0	0	52,7	
	avond	55,4	0	0	0	55,4	0	0	0	55,4	
	nacht	55,4	9,0	0	0	46,4	0	0	0	46,4	
afzuig geen heid	dag	44,6	1,8	0	0	42,8	0	0	0	42,8	
	avond	44,6	0,6	0	0	44,0	0	0	0	44,0	

Het langtijdgemiddeld beoordelingsniveau bedraagt dan:

$$L_{Ar,LT} = 10 \log \sum 10^{\frac{L_{Ar,LT}}{10}}$$

- L<sub>Ar,LT</sub> = 53,1 dB(A) in de dagperiode
- L<sub>Ar,LT</sub> = 55,7 dB(A) in de avondperiode
- L<sub>Ar,LT</sub> = 46,4 dB(A) in de nachtperiode

Dit betekent:

- L<sub>dag</sub> = 53 dB(A)
- L<sub>avond</sub> = 56 dB(A)
- L<sub>nacht</sub> = 46 dB(A)

→

#### 4 Isolatiewaarden

Enkele globale waarden voor de luchtgeluidsisolatie van diverse materialen en constructies, zoals deze door metingen zijn bepaald, worden gegeven in onderstaande tabellen. Hierbij dient benadrukt te worden dat bij deze waarden wordt uitgegaan van akoestisch goede randaansluitingen en afwezigheid van kieren.

Materiaal, omschrijving		Dikte in mm	Oppervlakte- massa in kg/m <sup>2</sup>	R <sub>i</sub> per octaafband in dB					
				125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<i>Hout</i>									
H1	Triplex	4	3,5	3	9	12	18	26	29
H2	Spaanplaat (zwaar), multiplex, meubelplaat	ca. 15	12	15	20	24	27	25	29
H3	Duims vurenhout	25	16	17	23	28	25	30	36
<i>Steenachtige materialen</i>									
S1	Drijfsteen, 1/2 steens, 2-zijdig stuc*	110	110	28	32	33	36	45	50
S2	Drijfsteen, 1/1 steens, 2-zijdig stuc*	200	210	31	34	37	45	52	55
S3	Kalkzandsteen, boerengrauw, e.d.: 1/2 steens, 2-zijdig stuc	120	210	31	35	40	46	55	55
S4	als S3, 1/1 steens, 2-zijdig stuc	240	420	35	38	45	52	55	55
S5	Betonstenen (licht poreus), ongestuct	100	180	25	27	25	26	30	40
S6	als S5, gestuct	120	220	32	36	38	47	54	55
<i>Beton</i>									
B1	Grindbeton, massief 8 cm	80	180	30	33	35	45	52	55
B2	Grindbeton, massief 15 cm	150	350	33	37	45	54	55	55
B3	Gasbeton, massief 9 cm	90	75	25	30	30	32	37	45

→

B4	Gasbeton, massief 15 cm	150	120	30	30	32	37	45	50
<i>Metaal</i>									
M1	Aluminium, vlakke plaat, dikte 4 mm	4	11	12	17	23	28	29	25
M2	Staal, vlakke plaat, dikte 1 mm	1	8	11	17	22	27	33	40
M3	Staal, vlakke plaat, dikte 3 mm	3	24	19	24	30	36	40	32
M4	Staal, geprofileerd, dikte 0,7 mm	40	7	10	16	19	21	24	26
M5	Staal, geprofileerd, dikte 1 mm	45	11	14	16	20	25	29	23
<i>Glas</i>									
G1	4 mm	4	10	19	23	26	30	32	28
G2	8 mm	8	20	23	26	30	32	28	38
G3	4 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	22	25	22	21	29	37	37	37
G4	6 mm glas, 12 mm spouw, 6 mm glas	24	30	23	20	31	36	31	37
G5	8 mm glas, 12 mm spouw, 5 mm glas	25	33	24	22	31	36	36	38
G6	4 mm glas, 50 mm spouw, 8 mm glas	62	30	20	30	38	43	43	44
G7	6 mm glas, 75 mm spouw, 6 mm glas	87	30	26	33	41	46	41	47
<i>Diversen</i>									
D1	Asbestcement, vlak**	6	10	19	25	31	36	39	-
D2	Asbestcement, gegolfd**	6,5	14	23	27	26	27	31	-
D3	Polyester dakplaten, gegolfd, licht doorlatend	3	(3)	(4)	(5)	(8)	(11)	-	-
D4	Slagvast kunststof (toepassing bijv. lichtstraten)	4,5	5	9	15	21	27	33	39
D5	Openingen (d > l/2)	-	0	0	0	0	0	0	0

→

* Dit materiaal wordt alleen nog aangetroffen in bestaande gebouwen en wordt niet meer toegepast bij nieuwbouw.
** Asbestcement komt nog vrij veel voor, doch mag niet meer worden toegepast in de bouw en is vervangen door een asbestvrije variant. Dit materiaal heeft vergelijkbare isolatiewaarden als asbestcement.

TABEL D.1 *Isolatiewaarden van materialen*

Materiaal, omschrijving	Oppervlakte-massa in kg/m <sup>2</sup>	R <sub>i</sub> per octaafband in dB						
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	
<i>Metselwerk</i>								
MW1	Steenachtige spouwmuur met minerale wol in spouw	400	41	46	52	59	64	64
MW2	1/2-steens buitenspouwblad, isolatie, binnenspouwblad van gasbeton (d=100 mm, 650 kg/m <sup>3</sup> )	275	38	39	39	46	55	55
MW3	Glazen bouwstenen (d=80 mm)	200	26	32	38	48	38	38
<i>Gevelconstructies</i>								
GC1	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm, 40 kg/m <sup>3</sup> ), staal (d=1,0 mm)	19	18	27	37	40	42	45
GC2	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm), staal geperforeerd 11% (d=0,7 mm)	16	13	18	29	35	37	40
GC3	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), spouw (d=90 mm) gedeeltelijk gevuld met minerale wol (d=70 mm), staal geperforeerd 11% (d=0,7 mm)	16	15	20	31	37	37	40
GC4	idem, staal gesloten	17	17	29	39	42	42	45

→

GC5	Aluminium geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm, 40 kg/m <sup>3</sup> ), staal (d=1,0 mm)	15	16	26	35	40	42	45
GC6	Aluminium geprofileerd (d=0,7 mm), spouw geheel gevuld met minerale wol (d=90 mm, 16 kg/m <sup>3</sup> ), staal (d=1,0 mm)	13	17	27	35	39	42	45
GC7	Stijf sandwichpaneel, kern van minerale wol (d=50-85 mm, 150 kg/m <sup>3</sup> )	20	23	22	17	33	43	> 43
GC8	Stijf sandwichpaneel, kern van PS-schuim (d=50-65 mm)	20	22	26	30	24	37	> 37
GC9	Stijf sandwichpaneel, kern van PUR-schuim (d=45-75 mm)	20	22	26	30	31	26	> 30
<i>Dakconstructies</i>								
DS1	Staal geprofileerd (d=0,7 mm), minerale wol (d=60 mm, 10,5 kg/m <sup>2</sup> ), dakleer 1-laags (vastgebrand)	24	21	27	34	37	44	55
DS2	Staal geprofileerd, perforatiegraad 10% (d=0,7 mm), minerale wol (d=60 mm, 10,5 kg/m <sup>2</sup> ), dakleer 1-laags (vastgebrand)	21	14	17	25	38	46	56
DS3	Houtvezelbetonplaat met 30 mm balastgrind	-	28	29	40	42	47	55
DS4	Houten dakbeschot met isolatie (schuim) en 30 mm balastgrind	-	21	27	27	29	34	40

TABEL D.2 *Isolatiewaarden van (samengestelde) constructies*

Bij de bovengenoemde waarden van dakconstructies met geprofileerde beplating is uitgegaan van cannelures die op een adequate wijze zijn gedicht bij de aansluiting op wanden c.q. gevels.

Naast de in tabel D.1 en D.2 opgenomen isolatiewaarden van materialen en constructies kan verwezen worden naar de literatuur. In dit kader kunnen genoemd worden:

- 'Herziene rekenmethode geluidswering gevels' d.d. december 1989 van het ministerie van VROM.

→

- 'Rekenmethode GGG 97 voor het berekenen van de geluidswering van gevels' d.d. 15 mei 1997 van IWB (Intergemeentelijke werkgroep bouwfysica van grote gemeenten).



→

## 5 Relatieve windkracht met windsnelheid

Schaal van Beaufort	Schaal van Petersen	Omschrijving van de wind		Windsnelheid	
		gebruikelijk op zee	gebruikelijk te land	m/s	km/h
0	vlak	stilte	windstil	0..0,2	0..1
1	vlak	flauw en stil	zwakke wind	0,3..1,5	2..5
2	licht kabbelend	flauwe koelte	zwakke wind	1,6..3,3	6..11
3	kabbelend tot licht golvend	lichte koelte	matige wind	3,4..5,4	12..19
4	golvend	matige koelte	matige wind	5,5..7,9	20..28
5	onstuimig	frisse bries	vrij krachtige wind	8,0..10,7	29..38
6	aanschieterende zee	stijve bries	krachtige wind	10,8..13,8	39..49
7	wilde zee		harde wind	13,9..17,1	50..61
8	hoge zee		stormachtige wind	17,2..20,7	62..74
9	hoge zee		storm	20,8..24,4	75..88
10	zeer hoge zee		zware storm	24,5..28,4	89..102
11	buitengewoon hoge en wilde zee		zeer zware storm	28,5..32,6	103..117
12	buitengewoon hoge en wilde zee		orkaan	> 32,6	> 117

→

## Trefwoorden

Aangepast meetvlakmethode

- methode I.3 77
- methode II.3 118
- nabijheidsveldcorrectie 125

Afrondingen 38

Afschermingen

- methode I 85
- methode II 149

Afstraalgraad 135

Bedrijfsduurcorrectieterm 53, 88, 166

Bedrijfsperiode 46

Bedrijfstoestand 33

Beoordelingsgrootheden

- methode I 88
- methode II 166

Beoordelingshoogte 47

Beoordelingsperiode 46

Binnengeluidsniveaus 45

Bodem

- brongebied 49
- bodemgebieden 48
- bodemverzwakking overdrachtsmodel, methode II 158
- middengebied 49
- ontvangergebied 49
- verzwakking bij daken, methode 140

Brongebied 49

Daken 139

Diffusiteitscorrectieterm 137

Equivalent geluidsniveau 18

Etmaalwaarde 18

Extrapolatie 108

Geconcentreerde bronmethode

- methode I.2 75
- methode II.2 114

Geluidsbelasting 19

Geluidsemissie

- definitie 28
- methode II.1 103
- op beoordelingspunt, methode I 70
- op referentiepunt, methode I 71
- randvoorwaarden bij metingen 28
- reflecties methode II 105

Geometrische parameters 46

Geometrische uitbreiding, methode II 146

Gestandaardiseerde meteorologische omstandigheden 109

Gevel

- gevelreflectie 53
- uitstraling, methode II 139

→

Gevelcorrectieterm 54, 88, 167  
Gevelreflectie 53, 88, 167

Handleiding-1981 182  
Hybride methoden, methode II.10 164

Immissierelevante bronsterkte 49

Impulsachtig geluid 20

Intensiteitsmetingen

- algemeen 31
- ISO-voorschriften 134
- meetapparatuur 134
- methode II.5 133

Internationale standaarden 140

Interpolaties 37, 108

Isolatiewaarden 205

Kunstbron 162

Laagfrequent geluid 21

Langtijdgemiddeld beoordelingsniveau

- definitie 55
- bepaling van 90, 166

Lijnbron 80, 122

Luchtabsorptiecoëfficiënt 146

Luchtgeluidsisolatiemetingen 138

Maximaal geluidsniveau

- definitie 19
- meten van 44
- bepaling van 90, 169

Meetapparatuur

- eisen aan, methode I 66
- kalibratie van, methode I 66
- eisen aan, methode II 103
- kalibratie van, methode II 103

Meetduur 44

Meetperiode 46

Meetvlak 78

Meteocorrectieterm 53, 88, 166

Meteoraam 69, 106

Middengebied 49

Muziekgeluid 21

Nabijheidsveldcorrectie

- aangepast meetvlakmethode II.3 125
- rondommethode II.4 132

Nauwkeurigheid

- algemeen 36
- methode I 63
- methode II 101

Normen, relatie met ISO 101

Ontvangergebied 49

Open-procesinstallaties 157

→

#### Overdrachtsmodel

- afschermingen 149
- basisformule, methode I 122
- basisformule, methode II 145
- bodemverzwakking 158
- demping woongebieden 161
- geometrische uitbreiding 146
- luchtabsorptie 146
- reflecties 147
- terreindemping 157
- vegetatie 156

#### Rapportage

- aangepast meetvlakmethode, methode II.3 118
- geconcentreerde bronmethode, methode II.2 114
- immissiemetingen, methode II.1 110
- intensiteitsmetingen, methode II.5 133
- methode I 91
- rondommethode, methode II.4 127
- snelheidsmeting, methode II.6 135

#### Referentievlak 78

#### Reflecties 147

#### Rekenschema 55

#### Representatieve bedrijfssituatie 33

#### Representatieve geluidsoverdracht 34

#### Reproduceerbaarheid 33

#### Richtingsindex

- algemeen 126
- uitstraling daken 139
- uitstraling gevel 139

#### Rondommethode, methode II.4 127

#### Snelheidsmetingen

- meetapparatuur 31
- methode II.6 135

#### Stoorgeluid 40

#### Stoorgeluidcorrectie 41, 73, 107

#### Stralingsindex 136

#### Substitutiemethode, methode II.9 162

#### Terreindemping 157

#### Tijdperioden 46

#### Toepassingsgebied

- methode I 24
- methode II 25

#### Toeslagen

- toepassing gezoned industrieterrein 22
- tonaal/impuls/muziek 54
- voorbeelden, methode I 186

#### Tonaal geluid 20

#### Trillingsmetingen (zie snelheidsmetingen)

#### Typen geluid 42

#### Uitstraling gebouwen

- bepaling van, methode II.7 137

→

- daken 139
- gevels 139
- isolatiewaarden 205

Vegetatie 156

Vergunningverlening 21

Verwaarlozingcriterium 36

Vlakke bron 80, 122

Weer

- meteoraam 69, 109
- toegestane windsnelheid 41
- windkracht vs. windsnelheid 209

Wijzigingen: Handleiding-1981 182

Windturbines 110

Zonebeheer 22

Zonering 22