

## Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid : meetmethoden

**Citation for published version (APA):**

Gerretsen, E. (1981). *Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid : meetmethoden*. (Onderzoekprogramma Interdepartementale Commissie Geluidhinder. WG, Woongeluid; Vol. WG-HR-05-01). Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiene.

**Document status and date:**

Gepubliceerd: 01/01/1981

**Document Version:**

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

**Please check the document version of this publication:**

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

**General rights**

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

[www.tue.nl/taverne](http://www.tue.nl/taverne)

**Take down policy**

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

[openaccess@tue.nl](mailto:openaccess@tue.nl)

providing details and we will investigate your claim.

**WG - HR - 05 - 01**

GER

- Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden
- Schalldämmung durch Fassaden bei Strassenverkehrsgeräusch - Messmethoden
- Noise reduction by facades for traffic noise - Measuring methods
- Méthodes de mesure de la réduction par les façades du bruit causé par la circulation routière



**INTERDEPARTEMENTALE  
COMMISSIE  
GELUIDHINDER**

*stamboeknr 8013102*

BIBLIOTHEEK  
INSTITUUT VOOR PERCEPTIE  
ONDERZOEK

<b>1 Rapport nr.</b> WG-HR-05-01	<b>7 Archief nr.</b>	
<b>2 Sub-titel Rapport</b> "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden"	<b>8 Datum Publicatie</b> augustus 1981	
	<b>9 Rapport nr. Instituut</b> 007.794/3	
<b>3 Schrijver(s)</b> Ir. E. Gerretsen	<b>10 Tijdschrift nr.</b>	
<b>4 Uitvoerend Instituut, Naam I Adres</b> Technisch Fysische Dienst (TPD-TNO-TH) Stieltjesweg 1, Delft	<b>11 Opdracht nr.</b>	
	<b>12 Rapporttype en periode</b> Hoofdrapport 1979 - 1981	
<b>5 Opdrachtgever(s)</b> Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne		
<b>6 Titel Onderzoekproject</b> Controle geluidsisolatie woningen		
<b>13 Samenvatting</b> <p>In deze publicatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeerd (geluiddruk)niveaueverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluidrukniveaus buiten en binnen.</p> <p>Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen.</p> <p>Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal. In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.</p>		
<b>14 Begeleidingscommissie</b> ir. W.K. v.d. Lingen ing. J.O. Dekker ('79) ir. C.J. Padmos ('80) ir. H.M. Croes ir. J.N.M. v. Rooijen R.E. Donkersloot ing. W. de Graaf ing. J.M.M. Jennissen drs. J.P. Kaper ir. A.C. v.d. Linden - Min. van V&M - Min. van V&M - Min. van V&M - Min. van V&M - Min. van VRO - Min. v. V&W - DHV - Rijksgeb. dienst Z-H - IMG-TNO Rijksgeb. dienst Z-H	<b>15 Bijbehorende Rapporten</b> TPD rapporten nrs. 907.794, Vorstudie; 007.794 Nader onderzoek t.b.v. enkele facetten; 007.794/2, Vergelijking met meetresultaten	
	<b>16 Aantal blz.</b> 50 blz.	<b>17 Prijs</b> fl. 7,50

## VOORWOORD,

Binnen de werkingssfeer van de Wet geluidhinder worden de maximaal toelaatbare geluidniveaus in de woonomgeving aangegeven.

Deze geluidniveaus, de grenswaarden, voor het geluidniveau buiten de woningen maken het mogelijk beslissingen te nemen over

- het al of niet bouwen van woningen in nieuwe situaties met veel lawaai,
- het aanbrengen van extra geluidwering bij gebouwen in bestaande situaties.

In het kader van de gefaseerde uitvoering van de Wet geluidhinder worden bij algemene maatregelen van bestuur (AmvB's) de wettelijke bepalingen voor nieuwe en bestaande situaties van kracht.

- per 1 januari 1982 treedt het Besluit grenswaarden binnen zones langs wegen (artikel 82-86) van de Wet geluidhinder in werking voor "nieuwe situaties langs wegen"
  - per 1 september 1982 treedt het Besluit grenswaarden binnen zones rond industrieterreinen (artikel 47 t/m 68 van de Wet geluidhinder) in werking voor "nieuwe en bestaande situaties bij industrieterreinen"
  - terwijl de inwerkingtreding van de Afdeling Bestaande situaties langs wegen volgens planning nog enkele jaren op zich zal laten wachten.
- De systematiek van de Wet geluidhinder zal in veel gevallen leiden tot de noodzaak om geluidwerende voorzieningen te treffen aan gevels waarvoor een hogere geluidbelasting wordt toegelaten dan de grenswaarde van 50 dB(A).
- De geluidisolatie eisen die hierbij verplicht worden gesteld zullen in het kader van de AmvB ex artikel 3 van de Woningwet worden opgenomen.
- Voor de uitvoering van deze AmvB is het noodzakelijk om afspraken te maken over
- de wijze van berekenen van geluidwerende kwaliteit van gevelconstructies;
  - de meetmethoden voor de controle van de geluidwerende kwaliteit van de uitgevoerde constructies.

In het kader van de ICG-onderzoekprogramma's Woongeluid en Verkeerslawaai zijn de akoestische gegevens van gevel onderdelen, zoals ramen, borstweringen en suskasten reeds bestudeerd.

In verband hiermee kan verwezen worden naar de rapporten WG-DR-10-02, VL-DR-12-01 en VL-DR-12-02.

In de thans gereed gekomen rapporten WG-HR-05-01 en - 02 zijn reken- en

meetmethoden bestudeerd voor het vaststellen van de geluidniveau's binnen woningen, uitgaande van vastgestelde geluidniveau's buiten de woningen.

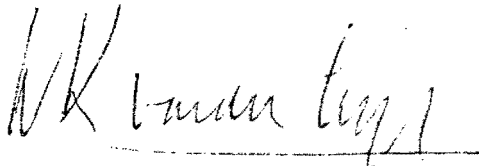
De resultaten van deze rapporten worden verwerkt in

- de AmvB ex artikel 3 van de Woningwet, het "Besluit geluidwering gebouwen",
- de beschikking ex. artikel 67 en 102 van de Wet geluidhinder ter bepaling van het geluidsniveau binnen woningen.

Op grond van ervaringen uit de praktijk bestaat de indruk dat het mogelijk is om voor het berekenen van de geluidisolatie van gevels gebruik te maken van vereenvoudigingen. Gedacht kan bijvoorbeeld worden aan het hanteren van een standaard spectrum voor weg verkeerslawaai in plaats van verschillende spectra per verschillende verkeerssamenstelling.

Deze vereenvoudigingen zullen in de wettelijke regelingen worden verwerkt. Met de hier genoemde regelingen is het wettelijke instrumentarium gegeven voor het oplossen van de problematiek van het weg verkeers- en industrie- lawaai in de gebouwde omgeving.

De voorzitter van de ICG subcommissie Woongeluid,



ir. W.K. van der Lingen

## Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - meetmethoden -.

### SAMENVATTING

In deze publikatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeerd (geluiddruk) niveauverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddruk niveaus buiten en binnen. Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen. Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal.

In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.

## Schalldämmung durch Fassaden bei Strassenverkehrsgeräusch - Messmethoden

### ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Veröffentlichung werden Messmethoden zur Bestimmung der normierten Schalldruckpegeldifferenz an Fassaden bei dem in eider gegebenen Situation auftretenden Strassenverkehrsgeräusch aufgeführt. Anhand der gemessenen Schalldämmung ergibt sich eine direkte Relation zwischen den Schalldruckpegeln ausserhalb und innerhalb der Gebäude. Es werden zwei Methoden beschrieben: eine, bei der der vorhandene Strassenverkehr als Schallquelle dient und eine zweite, bei der künstlich Schall erzeugt wird. Bei der zweiten Methode kann je nach den Gegebenheiten mit einer fest angeordneten Schallquelle, mit an mehreren Stellen angeordneten Schallquellen oder mit einer sich bewegenden Schallquelle gearbeitet werden.

Ferner werden einige Möglichkeiten aufgeführt, das Messergebnis in einem einzigen Wert auszudrücken.

In einer Beilage werden Methoden für Messungen in kurzer Entfernung von der Fassade und für reziproke Messungen behandelt, anhand deren insbesondere die Schalldämmung verschiedener Fassadenteile eingehender analysiert werden können.

Noise reduction by facades for traffic noise - measuring methods.

ABSTRACT

This report gives various methods for the determination of the standardized level difference of facades (in octave bands) with regards to road traffic noise in a particular situation, in such a way that the noise reduction data obtained can be used to indicate a direct relationship between noise pressure levels inside and outside the building.

The report describes a method in which prevailing road traffic noise is used as a source, and one in which noise is produced artificially whereby, depending on the situation, one or more source positions, or a moving source are used.

The report gives a number of ways of expressing the results in a single figure. In an annex a description is given of measuring methods measuring close to the wall and reciprocal measurements - which can be used for further analysis of the noise reducing properties of various parts of the facade.

A computer program, based on the calculation model, is also listed in the report with a brief description and a description of the input and output data.

### Méthode de calcul de la réduction du bruit par les façades

#### RÉSUMÉ

Le rapport décrit un modèle de calcul de la différence de niveau de pression sonore (en bandes d'octave) selon les façades pour différentes sources sonores extérieures, comme la circulation routière, le trafic aérien, l'industrie, les équipements de loisirs, etc.

Il indique également plusieurs possibilités permettant d'exprimer le résultat des mesures en une grandeur unique.

Le modèle de calcul tient compte des facteurs suivant:

- la superficie et les propriétés de réduction du bruit des différentes parties de la façade (balcons, galeries, etc.);
- les variations selon les différents endroits de la façade du niveau de pression sonore à l'extérieur.

Les propriétés caractéristique de réduction du bruit de la plupart des matériaux utilisés pour les façades sont indiquées dans le modèle de calcul, en général sous forme de formules.

Le modèle de calcul a été programmé pour ordinateur; le programme, complété d'une brève description, est également indiqué dans le rapport, ainsi d'ailleurs qu'une description des entrées et des sorties.





adres Stieltjesweg 1  
postadres Postbus 155  
2600 AD Delft  
telefoon (015) 56 93 00  
telex ~~XXXX~~ 38091

05.01.81

No.: 007.794/3  
Afd.: Geluid  
Behandeld: ir. E. Gerretsen

Datum: 4 februari 1981

## RAPPORT

GELUIDREDUCTIE DOOR GEVELS  
VOOR WEGVERKEERSGELUID  
- MEETMETHODEN -

AAN

• Ministerie van Volksgezondheid  
en Milieuhygiëne  
Leidschendam

## INHOUD

blz.

1.	Inleiding	1
2.	Toepassingsgebied	2
3.	Principe van de metingen	3
4.	Meetapparatuur	5
5.	Wegverkeersgeluid als bron	6
5.1	Meetprocedure en verwerking	6
5.2	Geluidbron, verkeerssituatie	7
5.3	Meetposities buiten	7
5.4	Meetposities binnen	8
5.5	Bepaling nagalmtijd	10
5.6	Stoorgeluid	11
6.	Kunstmatig geluid als bron	13
6.1	Meetprocedure en verwerking	13
6.2	Geluidbron	14
6.2.1	broneigenschappen	14
6.2.2	bronposities	15
6.2.2.1	algemeen	15
6.2.2.2	procedure a, vaste bronposities	16
6.2.2.3	procedure b, bewegende bron	19
6.3	Meetposities buiten	19
6.4	Meetposities binnen	19
6.5	Bepaling nagalmtijd	20
6.6	Stoorgeluid	20
7.	Nauwkeurigheid	22
8.	Weergave van de resultaten	23
9.	Meetrapport	24
	Literatuur	25
	Bijlage A: Indicatieve meetmethoden	
	Bijlage B: Het referentiespectrum	
	Bijlage C: Voorbeelden van metingen	

## 1. INLEIDING

In deze publikatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van de geluidreductie door gevels met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddrukkniveaus buiten en binnen.

De meetresultaten kunnen dienen om

- de akoestische kwaliteit van een gevel aan te geven
- de in de praktijk gerealiseerde geluidreductie te vergelijken met de gestelde eisen
- het resulterende geluidniveau in een vertrek te bepalen bij een gegeven geluiddrukkniveau buiten.

De meetresultaten geven in principe geen uitsluitel over de akoestische kwaliteit van onderdelen van de gevel of over oorzaken van een bij de verwachting achterblijvende geluidreductie. In een bijlage worden aanwijzingen gegeven voor meetmethoden waarmee dergelijke indicaties in sommige gevallen wel kunnen worden verkregen.

Als bron wordt bij de meetmethoden zowel het gebruik van het aanwezige wegverkeersgeluid als het gebruik van kunstmatig voortgebracht geluid beschreven.

De meetmethode met wegverkeersgeluid is een nadere uitwerking van ISO 140/V [1].

De meetmethode met kunstmatig geluid is een hierop aansluitende methode, welke niet in die zin in ISO 140/V is aangegeven.

## 2. TOEPASSINGSGEBIED

De meetmethoden hebben betrekking op het bepalen van de geluidreductie -in de praktijk- van de gezamenlijke buitenbegrenzings van een vertrek, verder aan te duiden als de gevel, met het oog op de wering van wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddrukkniveaus buiten en binnen.

Noot: Het principe van deze methoden is ook toepasbaar voor andere vormen van buitengeluid bv. railverkeersgeluid. De uitwerking van de methoden ten aanzien van andere vormen van buitengeluid zal echter op specifieke punten verschillen, zoals ten aanzien van de eisen betreffende de bron of de bronposities bij kunstmatig voortgebracht geluid.

Als het wegverkeer waarop de te bepalen geluidreductie van de gevel betrekking heeft aanwezig is, verdient de meetmethode waarbij van deze verkeersstroom als geluidbron gebruik wordt gemaakt de voorkeur.

In die situatie kan echter ook de toepassing van kunstmatig geluid geboden zijn, met het oog op stoorgeluidproblemen, met name als gevolg van ander verkeer dan het te beschouwen wegverkeer.

Metingen die tot doel hebben de geluidreductie van een gevel te bepalen na wijziging van de gevelconstructie, ter vergelijking met de oorspronkelijke geluidreductie, dienen zo mogelijk volgens dezelfde methode als eerdere metingen te worden uitgevoerd.

In principe kunnen metingen worden verricht met een gesloten gevel, een gedeeltelijk geopende gevel of een, al dan niet via speciale voorzieningen, ventilerende gevel.

Als de metingen tot doel hebben de geluidreductie van de gevel te vergelijken met daaraan gestelde eisen, dient in dit opzicht te worden gemeten met die geveltoestand waaraan de eisen zijn gerelateerd.

3. PRINCIPE VAN DE METINGEN

De geluidreductie door een gevel voor wegverkeersgeluid wordt aangegeven met het genormeerd (geluiddruk)niveaoverschil  $D_{nT}$  volgens:

$$D_{nT} = L_{2m} - L_o + 10 \lg \frac{T}{T_o} \quad (1)$$

waarbij:

$L_{2m}$  = het geluiddrukkniveau in octaafbanden op 2 m voor de gevel, ten gevolge van de verkeersstroom (inclusief de reflectie van die gevel) in dB t.o.v. 20  $\mu$ Pa

$L_o$  = het geluiddrukkniveau in octaafbanden, ruimtelijk gemiddeld over het (ontvang)vertrek in dB t.o.v. 20  $\mu$ Pa

$T$  = de nagalmtijd in octaafbanden, in het ontvangvertrek in s

$T_o$  = de referentienagalmtijd: 0,5 s, tenzij anders aangegeven.

Noot: Voor vertrekken in woningen geldt altijd  $T_o = 0,5$  s. Als voor andere typen vertrekken een andere referentienagalmtijd wordt aangehouden dient die expliciet te worden vermeld en in het symbool te worden aangegeven, bv.  $D_{nT=1}$ .

De geluiddrukkniveaus betreffen de energetisch gemiddelde niveaus ten gevolge van een verkeersstroom. Afhankelijk van de toegepaste meetmethode worden deze direct als zodanig bepaald, dan wel afgeleid uit andere geluiddrukkniveaus op de betreffende posities.

In principe worden de gemiddelde geluiddrukkniveaus op alle meetposities tegelijkertijd bepaald; aangegeven zal worden wanneer hiervan mag worden afgeweken en hoe in die gevallen de meetresultaten moeten worden verwerkt.

De metingen worden uitgevoerd voor tenminste de octaafbanden met middenfrequenties van 125 Hz tot en met 2000 Hz.

Metingen bij lagere frequenties zijn praktisch niet voldoende betrouwbaar mogelijk. Metingen bij hogere frequenties zijn meestal niet nodig, maar kunnen nadere informatie verschaffen -bv. ten aanzien van de mate waarin geluidlekken optreden-, terwijl soms de geluidreductie bij deze hogere frequenties nog enige invloed kan hebben op het resulterende geluidniveau-A in het vertrek.

Noot: Desgewenst kunnen de metingen ook worden uitgevoerd in tertsbanden, waarbij tenminste de banden met middenfrequenties van 100 Hz tot en met 2500 Hz moeten worden toegepast. De meetresultaten in octaafbanden moeten hieruit worden afgeleid door de normering op nagalmtijd per tertsband toe te passen op het geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek en dit te sommeren over octaafbanden, en het over octaafbanden gesommeerde buitenniveau te verminderen met dit genormeerde binnenniveau.

4. MEETAPPARATUUR

De apparatuur ter bepaling van de geluiddrukkniveaus (microfoons, integrerende geluidniveaumeters, octaafbandfilters, magnefoons) dienen zodanig te zijn dat voor de meetketen wordt voldaan aan IEC-publikatie 651/1979, type 1 [2]. Met name voor de metingen buiten dient het goed functioneren ook gewaarborgd te zijn als onder minder gunstige weersomstandigheden wordt gemeten, zoals bij vocht en lage temperaturen.

Bij microfoons die buiten zijn opgesteld moet een windbol worden toegepast.

Bij gebruik van een standaard-geluidbron ter bepaling van de nagalmtijd dient deze te voldoen aan ISO/DIS 6926 [3].

Het kunstmatige geluid en de bron waarmee dit wordt voortgebracht dienen zodanig te zijn dat wordt voldaan aan de in 6.2 gestelde eisen ten aanzien van het signaal, stoorgeluid, richtkarakteristiek, frequentiekarakteristiek en constantheid van de geluidproductie.

De meetketen dient voor elke meetserie te worden geijkt met een akoestische ijkbron. De meetapparatuur dient minstens een keer per jaar te worden gecontroleerd op het naar behoren functioneren.

## 5. WEGVERKEERSGELUID ALS BRON

### 5.1 Meetprocedure en verwerking

Van het geluid van de beschouwde verkeersstroom wordt het equivalent geluiddrukkniveau bepaald op 2 m voor de gevel en gemiddeld over het ontvangvertrek.

De nagalmtijd van het ontvangvertrek wordt direct gemeten of indirect bepaald met een standaard-geluidbron.

Als binnen het ruimte-gemiddelde equivalent geluiddrukkniveau direct wordt bepaald of indirect uit tegelijkertijd uitgevoerde metingen op meerdere posities, dan vindt de verwerking van de meetgegevens direct plaats via formule (1).

Hiermee wordt het genormeerd niveauverschil  $D_{nT}$  verkregen.

Als metingen op de verschillende meetposities binnen niet tegelijkertijd plaatsvinden, wordt per meetpositie binnen het geluidniveauverschil bepaald:

$$D_i = L_{2m,i} - L_{o,i} \quad (2^a)$$

Het genormeerd niveauverschil  $D_{nT}$  volgt dan uit:

$$D_{nT} = -10 \lg \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{-D_i/10} + 10 \lg \frac{T}{T_o} \quad (2^b)$$

Hierin is:

$D_i$  = het geluiddrukkniveauverschil in een octaafband voor ontvangerpositie  $i$  in dB

$L_{2m,i}$  = het geluiddrukkniveau in dezelfde octaafband op de meetpositie buiten tijdens de meting op ontvangerpositie  $i$  in dB t.o.v. 20  $\mu$ Pa

$L_{o,i}$  = het geluiddrukkniveau in dezelfde octaafband op de ontvangerpositie  $i$  in dB t.o.v. 20  $\mu$ Pa

Noot: Ter aanduiding van de meetmethode kan het symbool worden voorzien van een index  $v$  (wegverkeer):  $D_{nT,v}$



Noot: Mogelijke vereenvoudigingen in onderdelen van de meetmethode, met een geringe afname van de meetnauwkeurigheid, zullen bij die onderdelen nader worden besproken.

Dergelijke vereenvoudigingen dienen om de meetprocedure te versnellen en kunnen worden toegepast als een globaler, minder nauwkeurig resultaat voor het gestelde doel voldoende is dan wel de voorkeur wordt gegeven aan meer meetresultaten voor vergelijkbare situaties met dezelfde meetinspanning.

### 5.2 Geluidbron, verkeerssituatie

Tijdens de meetperiode voor de equivalente geluiddrukkniveaus dienen tenminste tien motorvoertuigen te passeren. De minimale meetperiode is 30 s. De meetperiode behoeft geen aaneengesloten periode te zijn; per deelperiode dient tenminste één voertuig een volledige passage uit te voeren.

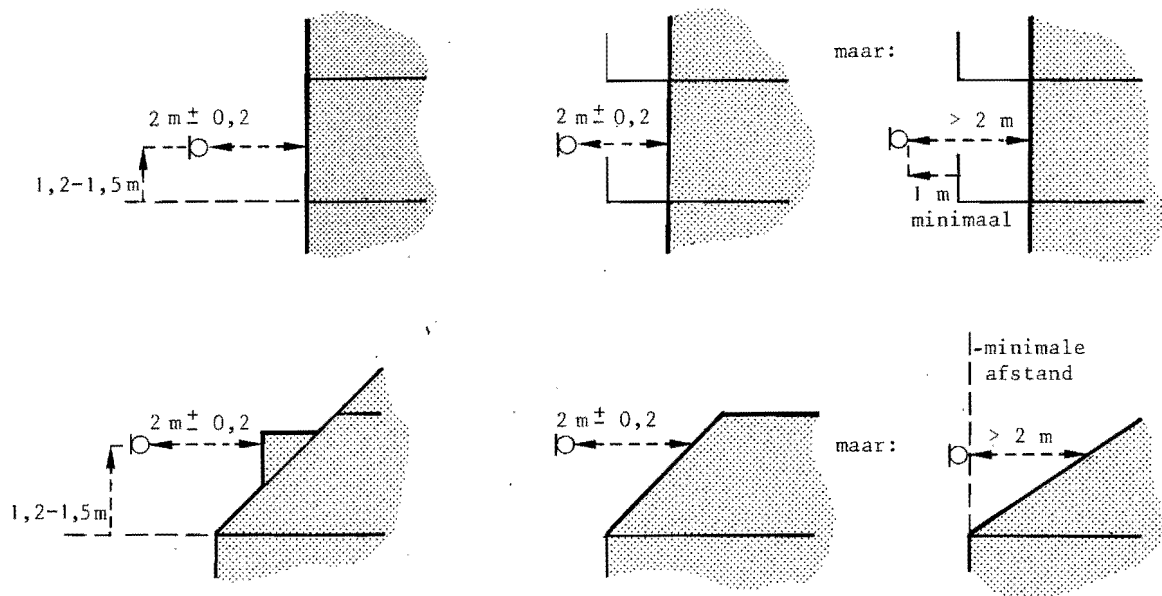
### 5.3 Meetpositie buiten

Buiten wordt de microfoon geplaatst voor het midden van de gevel op 2 m (+ 0,2 m) voor het gevelvlak of zoveel verder als nodig is opdat de afstand tot het dichtst bij de weg gelegen geveldeel tenminste 1 m is (zie fig. 1). Bij een microfoonpositie voor een schuin dakvlak wordt de positie bovendien niet dichterbij dat vlak gekozen dan in het verlengde van de verticale begrenzingen van het gebouw.

De microfoonpositie wordt in verticale zin gekozen op een hoogte van 1,2 tot 1,5 m ten opzichte van de vloerhoogte van het beschouwde vertrek.

Binnen 1 m van de microfoon mogen zich geen grote voorwerpen of constructies bevinden.

Heeft een vertrek meerdere begrenzingsvlakken die voor de geluidreductie relevant zijn, dan wordt in het algemeen het vlak met de hoogste geluidbelasting als referentievlak gekozen.



Figuur 1: Illustratie van de meetpositie buiten.

#### 5.4 Meetposities binnen

Het ruimte-gemiddelde geluidrukniveau in het vertrek wordt bepaald door middel van metingen op verschillende over het vertrek verspreide microfoonposities. Het minimum aantal microfoonposities is in getalwaarde gelijk aan  $1 + V/25$ , afgerond op het dichtstbijzijnde gehele getal, waarbij  $V$  het volume van het vertrek is in  $m^3$ .

Eén meetpositie moet zich op 1 à 1,5 m van het gevelvlak bevinden. Als meerdere begrenzingsvlakken van het vertrek relevant zijn betreft dit het gevelvlak waarbij de buitenmicrofoonpositie is gekozen. De overige microfoonposities moeten binnen de gestelde eisen verspreid over het vertrek worden gekozen. Als de plattegrond van het vertrek duidelijk afwijkt van een rechthoek -bv. een zogenaamde L-kamer of Z-kamer of bij een open keuken- dan worden deze posities gekozen in het gebied dat wordt gevormd door de grootste denkbeeldige rechthoek met het gevelvlak als zijde die in de plattegrond van het vertrek past. Bij meerdere relevante begrenzingsvlakken wordt dit gebied gevormd door het totaal van dergelijke rechthoeken per begrenzingsvlak. Het te hanteren volume voor het aantal microfoonposities moet hierbij op dit zelfde gebied worden gebaseerd.

Noot: Ter vereenvoudiging van de meetmethode kan worden volstaan met de ene microfoonpositie nabij het betreffende gevelvlak. In dat geval moet voor de systematische fout worden gecorrigeerd door het gemeten niveau in het frequentiegebied van 125 Hz t/m 2000 Hz met 1 dB te verlagen [5]

De meetposities moeten tenminste 0,5 m verwijderd zijn van begrenzingsvlakken of andere grote voorwerpen. De onderlinge afstand tussen de posities mag niet minder dan 1 m bedragen.

In plaats van verschillende microfoonposities kan ook een roterende microfoon worden toegepast met een rotatiestraal van 1 à 1,5 m, als hiermee een zelfde ruimtelijke spreiding wordt verkregen als met de discrete microfoonposities en het microfoonpad de beschreven (meet)positie nabij het gevelvlak raakt. Het microfoonpad dient hierbij in een vlak te liggen dat een hoek van 10 à 15° maakt met de horizontaal, waarbij voor elke positie wordt voldaan aan de eisen ten aanzien van de minimale afstanden tot begrenzingsvlakken en grote voorwerpen.

De microfoon dient in de meetperiode minimaal drie omwentelingen te maken.

Over de meetperiode wordt het ruimte-gemiddelde equivalente geluidsdrukkniveau bepaald door integratie over het microfoonpad of door energetische middeling over de tegelijkertijd gemeten niveaus op de verschillende microfoonposities.

Als niet tegelijkertijd op de verschillende microfoonposities gemeten wordt, kan het meten op elk van de posities over de totale meetperiode worden verdeeld. De verwerking volgt dan zoals in 5.1 is aangegeven. Voor elke meetpositie geldt daarbij tenminste een totale integratietijd van 30 s. Als de metingen per positie volledig na elkaar plaatsvinden moeten voor elke meetpositie tevens minimaal drie motorvoertuigen een volledige passage hebben uitgevoerd. Als dit wordt gerealiseerd door herhaalde snel afwisselende waarnemingen op de verschillende meetposities (sampling) gelden hierbij deze aanvullende eisen niet.

### 5.5 Bepaling nagalmtijd

De gemiddelde nagalmtijd van het vertrek wordt bepaald op één van de volgende manieren:

- door het rekenkundig middelen van de nagalmtijden bepaald uit drie nagalmcurven op tenminste twee meetposties, waaronder die welke zich op 1 à 1,5 m van het gevelvlak bevindt. Bij deze middeling worden van de zes nagalmtijden de hoogste en de laagste waarde per octaafband buiten beschouwing gelaten.

Van elke nagalmcurve wordt het deel waarin het niveau daalt van 5 dB tot 25 dB onder het gemiddelde niveau voor het uitschakelen van de signaalbron zo goed mogelijk benaderd door een rechte lijn, waarna de tijd  $\Delta t$  wordt bepaald waarover deze lijn 20 dB daalt. De nagalmtijd volgens die curve is dan  $3\Delta t$ .

- door middel van een standaard-geluidbron met bekend geluidvermogen per octaafband. Hierbij wordt het gemiddelde geluiddrukniveau bepaald over de verschillende microfoonposities of over het microfoonpad.

De standaardbron moet worden opgesteld volgens de aanwijzingen van de fabrikant, in het algemeen op de vloer op redelijke afstand van wanden en andere grote objecten.

Deze methode kan echter niet worden toegepast als de vertrek vorm zodanig van een rechthoek verschilt dat verwacht moet worden dat het effectieve volume afwijkt van het feitelijke volume. In twijfelgevallen wordt aangeraden de nagalmtijd direct te bepalen.

De normeringsterm volgt dan uit:

$$10 \lg \frac{T}{T_0} = 10 \lg V - L_{Ws} + L_p - 14 - 10 \lg T_0 + C_w \quad (3)$$

Hierin is:

$V$  = het volume van het vertrek in  $m^3$

$L_{Ws}$  = het geluidvermogeniveau van de standaard-geluidbron in een octaafband in dB

$L_p$  = het ruimtegemiddelde geluiddrukniveau in het vertrek in dezelfde octaafband in dB

$C_W$  = de z.g. Waterhouse-correctie, in dB. Deze is gegeven in tabel 1 voor woon- en slaapvertrekken in woningen met een volume van maximaal  $100 \text{ m}^3$ . In andere gevallen geldt:

$$C_W = 10 \lg \left( 1 + \frac{42,5 S_W}{fV} \right) \quad (4)$$

waarin:

$f$  = de middenfrequentie van de octaafband in Hz

$S_W$  = het totale oppervlak van de begrenzingsvlakken van het vertrek in  $\text{m}^2$ .

Tabel 1:  $C_W$  in dB, voor vertrekken kleiner dan  $100 \text{ m}^3$ .

octaafband met middenfrequentie (Hz)	125	250	500	$\geq 1000$
$C_W$ in dB	+2,0	+1,0	+0,5	0

Noot: Voor gemeubileerde en/of gestoffeerde woon- en slaapvertrekken in woningen kan met redelijke betrouwbaarheid een nagalmtijd van 0,5 s worden verondersteld [5]. In die gevallen kan de bepaling van de nagalmtijd achterwege worden gelaten ter vereenvoudiging van de meetprocedure.

Het resultaat wordt dan aangeduid met een symbool voorzien van een accent:  $D_{nT}'$ .

## 5.6 Stoorgeluid

Alle geluid dat de microfoonposities bereikt en niet afkomstig is van de beschouwde verkeersstroom (signaal) wordt als stoorgeluid beschouwd. Dit betreft met name geluid van bronnen in en om de woning (bewoners, klok, huisdier, geluid uit of via andere vertrekken) en geluid van ander verkeer (bv. op een weg achter de woning). Stoorgeluid tijdens de metingen moet zo goed mogelijk worden vermeden door uitschakeling van stoorbronnen (bv. de klok) of onderbreking van de metingen (bv. bij het naderen van ander verkeer).

De beoordeling van de stoorgeluidsituatie zal meestal slechts op het gehoor kunnen plaatsvinden. Als streefwaarde geldt dat het niveau van het stoorgeluid in elke octaafband tijdens de metingen minimaal 10 dB lager is dan het niveau van het signaal.

Ten gevolge van stoorgeluid, met name dat afkomstig van ander wegverkeer, kan het noodzakelijk zijn over te gaan op de meetmethode met kunstmatig geluid.

## 6. KUNSTMATIG GELUID ALS BRON

### 6.1 Meetprocedure en verwerking

Met behulp van een luidspreker of luidsprekercombinatie wordt geluid voortgebracht op een wijze die voor wat betreft de invalsrichtingen representatief kan worden geacht voor een verkeersstroom. Daarbij kan gekozen worden uit de volgende procedures:

- a. een geluidbron op één of meer vaste posities als representatie van de verkeersstroom
- b. een bewegende geluidbron langs de lijn van de verkeersstroom of een daarvoor representatieve lijn.

Deze procedures hebben in de genoemde volgorde een toenemende nauwkeurigheid, met name voor meer ingewikkelde situaties ten aanzien van de gevel en de bronsituering. In sommige situaties zijn bij de procedure volgens a. altijd meerdere bronposities vereist.

Het geluiddrukkniveau wordt bij beide procedures gemeten op 2 m voor de gevel en gemiddeld over het ontvangvertrek. Deze geluiddrukkniveaus worden in principe per bronpositie of gemiddeld over de bronpassage tegelijkertijd gemeten. Als de constantheid van de bron gewaarborgd is en tijdens de metingen wordt gecontroleerd kunnen de metingen op de verschillende meetposities ook na elkaar worden uitgevoerd.

De nagalmtijd van het vertrek wordt direct gemeten of indirect bepaald met een standaard-geluidbron.

In geval van de onder a. genoemde procedure voor situaties waarin één bronpositie toelaatbaar is en in geval van de onder b. genoemde procedure volgt het genormeerd niveauverschil  $D_{nT}$  direct uit deze meetgegevens volgens formule (1).

Indien bij de procedure onder a. meerdere bronposities nodig zijn wordt voor elke bronpositie b een (geluiddruk)niveaoverschil  $D_b$  bepaald volgens:

$$D_b = L_{2m,b} - L_{o,b}$$

(5<sup>a</sup>)

Ter representatie van een lijnbron wordt elke bronpositie als representatief gekozen voor een zelfde openingshoek, het genormeerd niveauverschil  $D_{nT}$  volgt dan uit:

$$D_{nT} = 10 \lg \sum_{b=1}^n c_b - 10 \lg \sum_{b=1}^n c_b 10^{-D_b/10} + 10 \lg \frac{T}{T_0} \quad (5^b)$$

waarin

$L_{2m,b}$  = het geluiddrukkniveau in een octaafband op de meetpositie buiten bij bronpositie  $b$  in dB

$L_{o,b}$  = het ruimte-gemiddelde geluiddrukkniveau in dezelfde octaafband in het vertrek bij bronpositie  $b$  in dB

$c_b$  = correctie voor afstandsverschil tussen lijnbronsecties; bij een rechte lijnbron is  $c_b = 1$ , bij een lijnbron die kan worden benaderd door meerdere rechte secties is  $c_b = \frac{d_1}{d_i}$  met  $d_1$  als loodrechte afstand tot sectie 1 en  $d_i$  als loodrechte afstand tot de sectie  $i$  waarvoor de bronpositie representatief is (zie 6.2.2).

Noot: Ter aanduiding van de meetmethode kan het symbool worden voorzien van de index kv (kunstmatig wegverkeersgeluid):

$$D_{nT,kv}$$

## 6.2 Geluidbron

### 6.2.1 broneigenschappen

Met de kunstmatige geluidbron moet een breedbandig signaal voortgebracht worden (ruis, gezwaalde sinus) met een breedte van tenminste een octaaf.

De frequentiekaracteristiek van de luidspreker(s) mag geen scherpe variaties vertonen, terwijl in een plat vlak de richtingskarakteristiek een openingshoek (-3 dB-punten) moet hebben van  $120^\circ$ . Bij de metingen dient de luidspreker zo te worden gericht dat de betreffende gevel zich in dit vlak bevindt. De openingshoek mag kleiner zijn als de bron vanuit elke positie op het gevelvlak wordt gericht, waarbij het gehele gevelvlak ruim binnen de openingshoek moet vallen.



De signaalsterkte moet voldoende zijn om aan de eisen ten aanzien van het stoorgeluid te voldoen.

De geluidproductie moet tijdens de metingen in een octaafband binnen  $\pm 2$  dB constant zijn. Indien de metingen binnen op de verschillende meetposities niet tegelijkertijd plaatsvinden moet het bronniveau worden gecontroleerd door middel van een geluidrukniveau-meting nabij de bron (ca. 1 m) of door middel van de registratie van het ingangssignaal van de luidspreker(s).

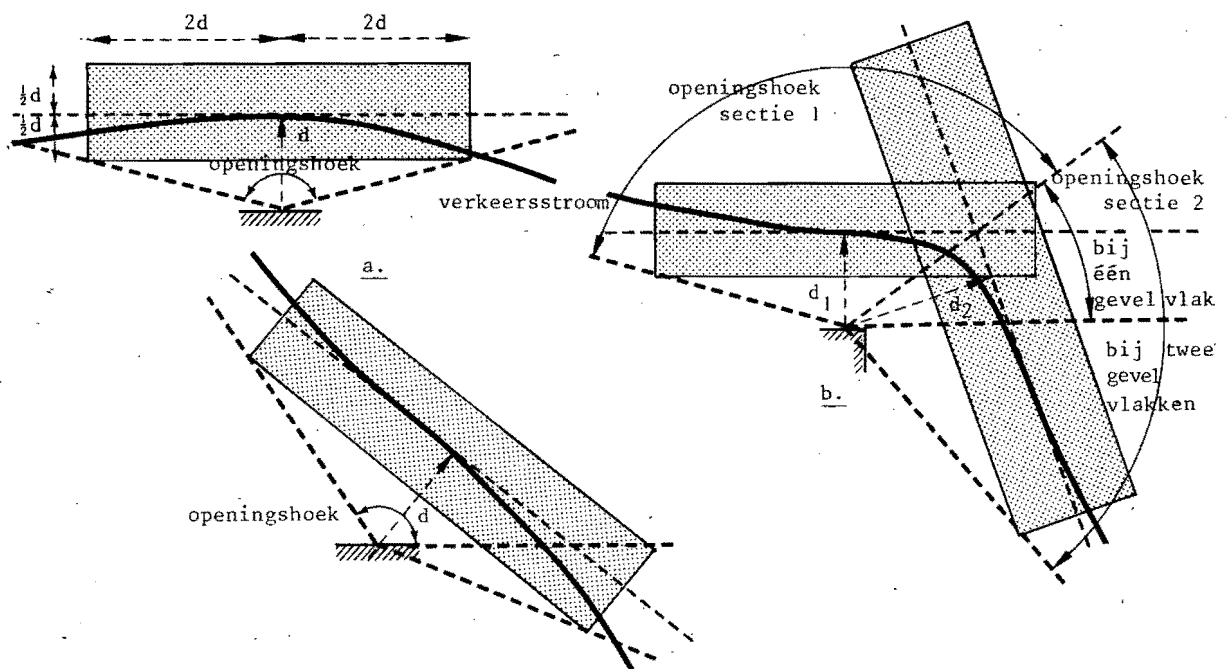
## 6.2.2 bronposities

### 6.2.2.1 algemeen

De keuze van de positie van de bron of de bewegingslijn voor de bron is afhankelijk van de te representeren verkeersstroom (al dan niet als een rechte lijn te beschouwen) en het aantal buiten begrenzingsvlakken van het vertrek dat relevant is voor de geluidreductie.

Een verkeersstroom kan als recht worden beschouwd als deze binnen het gearceerde gebied verloopt dat in figuur 2<sup>a</sup> is gedefinieerd.

Indien dit niet het geval is kan de verkeersstroom in secties worden verdeeld die elk op zich op overeenkomstige wijze wel als recht kunnen worden beschouwd; figuur 2<sup>b</sup>.



Figuur 2: Definitie van een rechte weg (a) en rechte weg-secties (b).

Het deel van de verkeersstroom dat door kunstmatig geluid moet worden gerepresenteerd bevindt zich tussen  $\pm 75^\circ$  t.o.v. de normaal op het gevelvlak of de begrenzingsvlakken, gerelateerd aan de benadering in rechte secties van de feitelijke verkeersstroom; zie figuur 2. Deze totale hoek wordt aangeduid als openingshoek.

Ten aanzien van de directe afstand tussen de gevel en de vaste bronpositie(s) of de kortste afstand tussen de gevel en de bronlijn gelden de volgende algemene eisen.

- de afstand tot het gevelvlak moet tenminste gelijk zijn aan drie maal de gevelbreedte, gezien vanuit het vertrek, met een minimum van 25 m, tenzij de verkeersstroom zich op kleinere afstand bevindt. In dat geval mag een vaste bronpositie of de bronlijn dichterbij worden gekozen, maar niet dichterbij dan de verst van de gevel afgelegen rijstrook
- als vanuit de verst van de gevel afgelegen rijstrook direct zicht mogelijk is op schuine of horizontale begrenzingsvlakken, moet de bronpositie of bronlijn tenminste op zodanige afstand en/of hoogte worden gekozen dat van daaruit op deze vlakken eveneens direct zicht bestaat
- bij aanwezigheid van balcon's of galerijen met een gesloten balustrade mogen de elevatiehoeken waaronder de gevel wordt gezien voor de verkeersstroom en voor de kunstmatige bron onderling niet meer dan  $10^\circ$  verschillen.

#### 6.2.2.2 procedure a, vaste bronposities

Er kan worden volstaan met één of twee vaste bronposities als het volgende van toepassing is

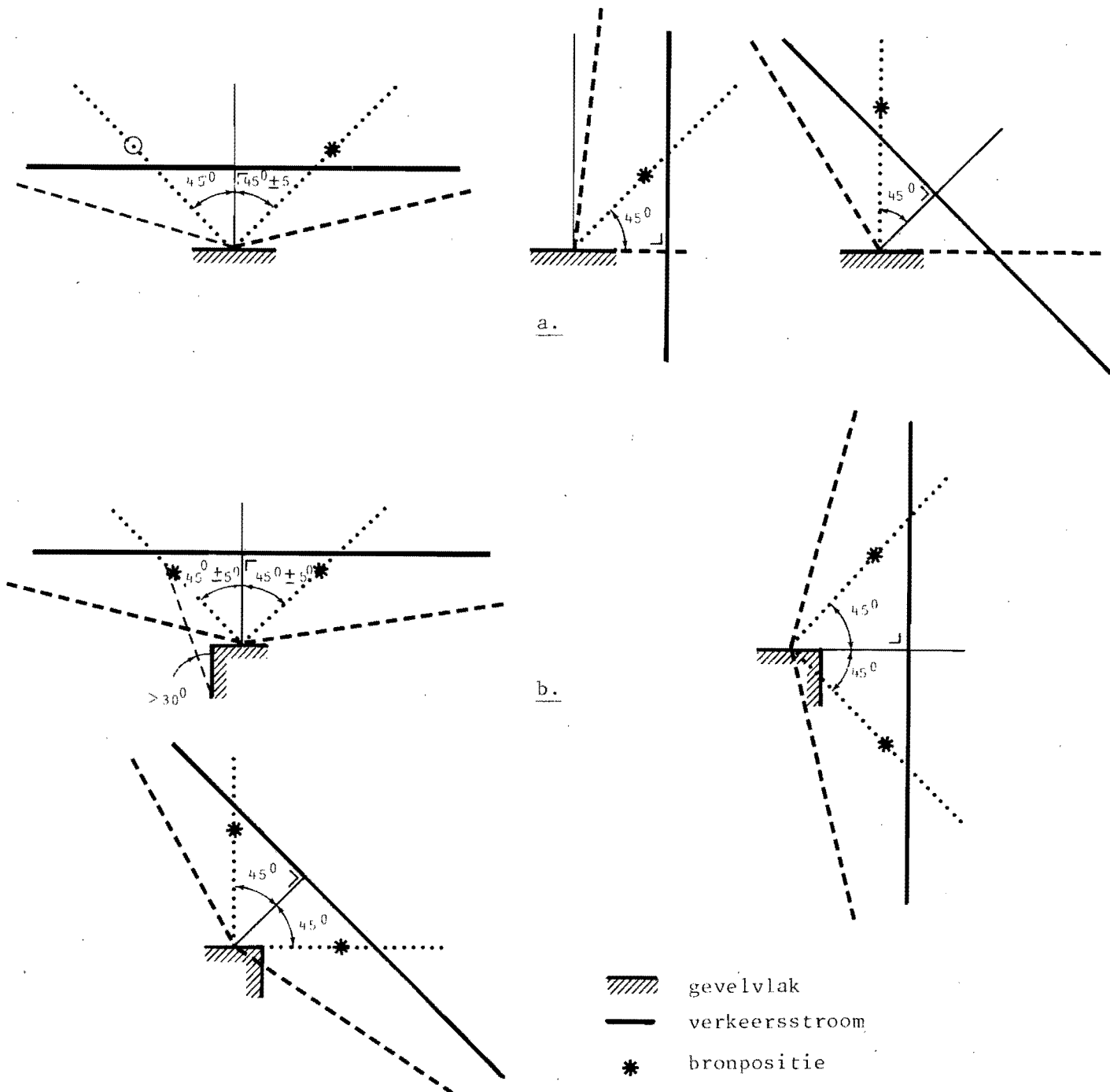
- de verkeersstroom is als rechte lijn te beschouwen
- de verkeerssituatie en het gebied tussen verkeersstroom en gevel is binnen de openingshoek in de verschillende richtingen redelijk hetzelfde.

Als de gevel bestaat uit één verticaal begrenzingsvlak behoeft slechts één bronpositie te worden toegepast. Deze bronpositie wordt gekozen onder een hoek van  $45^\circ \pm 5^\circ$  ten opzichte van het verticale vlak door de loodlijn op de gevel, binnen de gestelde eisen in 6.2.2.2; zie figuur 3<sup>a</sup>.

De meetgegevens worden dan verwerkt volgens formule 1.

In het geval van meerdere relevante verticale begrenzingsvlakken worden binnen de gestelde eisen twee bronposities gekozen, elk onder een hoek van  $45^\circ \pm 5^\circ$  ten opzichte van het verticale vlak door de loodlijn op de rechte lijn die de verkeersstroom representeert; zie figuur 3<sup>b</sup>.

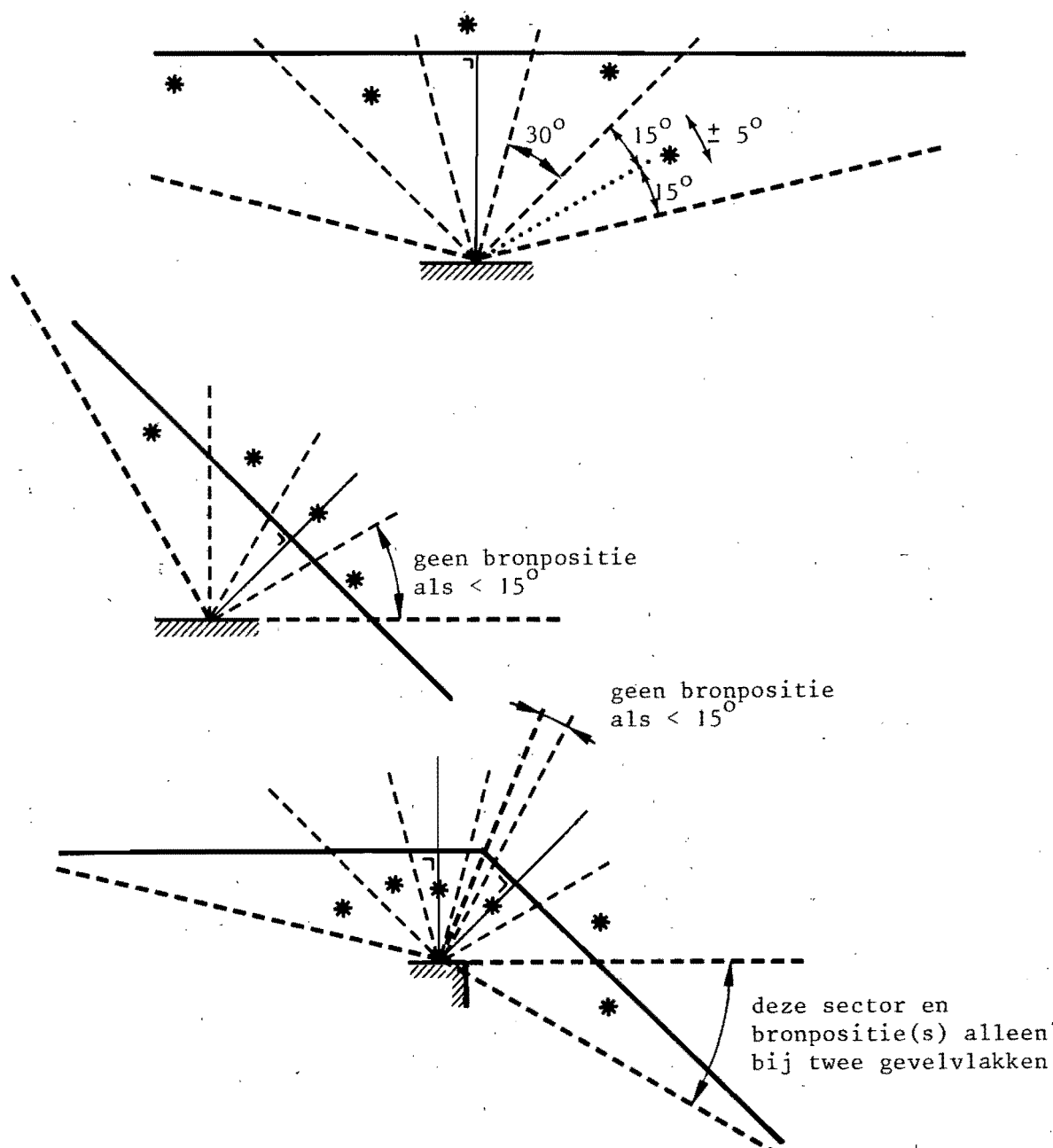
De meetgegevens worden dan verwerkt volgens formule 5 met voor beide bronposities  $c_b = 1$ .



Figuur 3: Illustratie van de ligging van de bronpositie(s) volgens procedure a. als één of twee bronposities toelaatbaar zijn.

Als aan de voorwaarden voor het toepassen van één of twee bronposities niet wordt voldaan moet de openingshoek worden verdeeld in een aantal deelhoeken. In elke deelhoek wordt in het midden -binnen  $\pm 5^{\circ}$ - een bronpositie gekozen, binnen de gestelde eisen in 6.2.2.1.

De verdeling vindt plaats in deelhoeken van  $30^{\circ}$  of minder, die symmetrisch liggen rond de loodlijn vanuit de gevel op de rechte lijn of lijnsecties waarmee de verkeersstroom wordt gerepresenteerd; zie figuur 4.



Figuur 4: Illustratie van deelhoeken en bronposities volgens procedure a. als meer dan twee bronposities nodig zijn.

Deelhoeken van minder dan  $15^\circ$  -aan de rand van de openingshoek- worden buiten beschouwing gelaten.

In het algemeen geldt ten aanzien van de afstandscorrectie voor elke deelhoek  $b$  in formule 5<sup>b</sup>:  $c_b = \frac{d_1}{d_i}$ . Hierin refereert  $i$  aan de sectie waarin de betreffende deelhoek zich bevindt. Als de verkeersstroom als een rechte lijn kan worden beschouwd geldt voor elke deelhoek:  $c_b = 1$ .

#### 6.2.2.3 procedure b, bewegende bron

Bij toepassing van een bewegende bron moet de bron met een constante snelheid langs een lijn (bronlijn) worden bewogen die evenwijdig verloopt aan de verkeersstroom, binnen een marge van  $\pm 20\%$  van de kortste afstand van de bronlijn tot de rechte lijn of lijnsecties waarmee de verkeersstroom wordt gerepresenteerd. In het geval van meerdere lijnsecties (niet als recht te beschouwen verkeersstroom) geldt bovendien dat de verhouding van de kortste afstanden tot de verschillende lijnsecties gelijk is voor de bronlijn en de verkeersstroom.

De bronlijn dient verder te voldoen aan de gestelde eisen in 6.2.2.1.

De bron moet zodanig worden voortbewogen dat het bronniveau tijdens het voortbewogen als constant in de tijd kan worden beschouwd. Dit kan worden gerealiseerd door, afhankelijk van het toegepaste signaal-ruis of gezwaaide sinus-, de bewegingssnelheid voldoende laag te kiezen of meerdere passages uit te voeren.

#### 6.3 Meetpositie buiten

De meetpositie buiten moet voldoen aan het gestelde bij wegverkeersgeluid als bron, paragraaf 5.3.

#### 6.4 Meetposities binnen

De plaats en het aantal meetposities binnen moeten voldoen aan het gestelde bij wegverkeersgeluid als bron, paragraaf 5.4. De meetperiode waarover het equivalente geluiddrukkniveau gemiddeld over het vertrek wordt bepaald hangt af van de meetprocedure, zie 6.2. Voor verschillende vaste microfoonposities is bij de bewegende bron deze periode gelijk aan de duur van een passage, bij de vaste bronnen minimaal 8 s, bij grotere bronafstanden olopend tot minimaal 30 s bij een bronafstand van 100 m en meer.

Bij toepassing van een roterende microfoon dient de meetperiode bij vaste bronposities zo lang te zijn dat per positie minimaal een volledige omwenteling wordt afgelegd. Aangezien bij de bewegende bron vereist moet worden dat tijdens een volledige passage over een openingshoek van ca.  $150^{\circ}$  de microfoon minimaal 6 omwentelingen heeft afgelegd (bij beperkte openingshoeken kan evenredig met die hoek een kleiner aantal worden aangehouden) is de toepassing van de roterende microfoon hierbij veelal onpraktisch.

#### 6.5 Bepaling nagalmtijd

De nagalmtijd wordt bepaald volgens het gestelde bij wegverkeersgeluid als bron, paragraaf 5.5.

#### 6.6 Stoorgeluid

Alle geluid dat de microfoonposities bereikt en niet afkomstig is van de geluidbron (signaal) is stoorgeluid. Dit betreft met name geluid van bronnen in en om de woning (bewoners, klok, huisdier, geluid uit of via andere vertrekken) en geluid van wegverkeer. Het niveau van het stoorgeluid dient in elke octaafband tijdens de metingen minimaal 10 dB lager te zijn dan het niveau van het signaal.

Dit kan in eerste instantie op het gehoor worden beoordeeld, mede doordat het bronsignaal vaak goed herkenbaar is.

In twijfelgevallen dient dit door metingen te worden bepaald, waarbij afwisselend het signaal wordt aan- en uitgeschakeld.

Als aan deze eis niet wordt voldaan en ook niet door wijziging in de meetopzet kan worden voldaan, (meer signaal, kortere afstand, meten in "stille" perioden) mag voor de invloed van het stoorgeluid worden gecorrigeerd. De correctie is gegeven in tabel 2.

Bij een constante stoorbron is als niveau van het stoorgeluid het gemiddelde geluiddrukkniveau van die stoorbron aan te merken. Bij wisselend stoorgeluid, zoals ten gevolge van wegverkeer, dient het niveau van het stoorgeluid te worden bepaald uit het equivalent geluiddrukkniveau van de stoorbron, gemeten voor en na elke meting met kunstmatig geluid. De meetduur hangt daarbij af van de variatie in het stoorgeluid. Indien deze niveaus meer dan 3 dB verschillen is geen betrouwbaar niveau aan het stoorgeluid toe te kennen en kan niet worden gecorrigeerd. Is het verschil kleiner dan wordt het energetisch gemiddelde van beide niveaus aangemerkt als het niveau van het stoorgeluid van die stoorbron.

Tabel 2: Stoorgeluidcorrectie

verschil in niveau tussen meetresultaat en stoorgeluid in dB (minimaal)	correctie waarmee het signaalniveau moet worden verminderd in dB	toelichting
$\geq 10$	0	geen correctie nodig
9	0,5	correctie betrouwbaar toe te passen
8	1,0	
7	1,0	
6	1,0	
5	1,5	
4	2	
3	3	
2	4	correctie onbetrouwbaar, gecorrigeerd resultaat te beschouwen als maximum indicatie; eindresultaat tussen haken plaatsen
$\leq 1$	-	correctie niet toepasbaar; meetresultaat onbruikbaar

## 7. NAUWKEURIGHEID

Van elk van de meetmethoden op zich moet in eerste instantie een voldoende reproduceerbaarheid worden verlangd, d.w.z. een herhaling van de metingen in een gegeven situatie op een ander tijdstip, door andere uitvoerders met andere apparatuur moet binnen bepaalde grenzen tot hetzelfde resultaat leiden.

In ISO 140/part II [4] worden aanwijzingen gegeven voor de wijze waarop dit voor een meetmethode kan worden bepaald en worden deze grenzen aangegeven.

Noot 1: Verwacht mag worden dat globaal aan de daar gestelde eisen wordt voldaan, hetgeen betekent dat de "werkelijke" waarde ligt in een 95%-betrouwbaarheidsgebied rond de meetwaarden van ca.  $\pm 5$  dB voor de octaafband van 125 Hz, ca.  $\pm 3,5$  dB bij 250 Hz en ca.  $\pm 2$  dB voor de octaafbanden van 500 Hz tot en met 2000 Hz.

Noot 2: De aangegeven mogelijkheden tot vereenvoudiging van de meetmethoden ten aanzien van de normering op nagalmtijd en de microfoonposities binnen leiden tot een verhoogde onnauwkeurigheid. Op basis van de gegevens uit [5] kan worden geschat dat het betrouwbaarheidsgebied daarmee voor de octaafbanden van 125 Hz tot en met 2000 Hz verloopt van  $\pm 6$  dB tot  $\pm 3$  dB.

Voor de verschillende methoden moet worden verlangd dat deze alle onderling hetzelfde gemiddelde resultaat opleveren, zonder systematische verschillen. Beperkte vergelijkingen op dit gebied geven aan dat hieraan globaal wordt voldaan.



## 8. WEERGAVE VAN DE RESULTATEN

De geluidreductie van de gevel moet worden aangegeven door het genormeerd (geluiddruk)niveaoverschil  $D_{nT}$  voor alle gemeten octaafbanden in de vorm van een tabel en/of een figuur. Voor de figuur moeten de niveaoverschillen (in dB) worden uitgezet tegen de frequentie (op een logaritmische schaal). Hierbij is de verhouding tussen stappen van 10 dB en stappen van een octaaf 4:3, bij voorkeur met 20 mm voor 10 dB en 15 mm voor een octaaf.

Het symbool  $D_{nT}$  kan, ter nadere informatie, worden voorzien van een index, afhankelijk van de toegepaste geluidbron:  $D_{nT,v}$  of  $D_{nT,kv}$ . Als van de vereenvoudigde procedure gebruik is gemaakt moet het symbool worden voorzien van een accent:  $D_{nT}'$ .

Het meetresultaat kan daarnaast op één of meer van de volgende wijzen in één getal worden uitgedrukt:

- het genormeerd gevelverschil in geluidniveau-A voor een gegeven (referentie)spectrum,  $D_{nT,Aref}$

Deze grootte wordt verkregen door in elke octaafband het A-gewogen referentiespectrum te verminderen met het gemeten genormeerd niveaoverschil  $D_{nT}$  en het geluidniveau-A van het resulterende spectrum af te trekken van het geluidniveau-A van het referentiespectrum; zie bijlage B. Het resultaat wordt afgerond op hele dB's, waarbij 0,5 dB wordt afgerond naar het dichtstbijzijnde gehele even getal.

Als het standaard-referentiespectrum voor wegverkeers-

geluid wordt gehanteerd, wordt het resultaat aangegeven als  $D_{nT,Av}$

- het gewogen genormeerd niveaoverschil  $D_{nT,w}$

Deze grootte wordt verkregen door op het meetresultaat de weegprocedure volgens ISO/DIS 717 [6] te hanteren, toegepast op octaafbanden

- de gevelgeluidreductie-index  $I_{ge}$

Deze grootte wordt verkregen door op het meetresultaat de weegprocedure volgens NEN 1070 [7] toe te passen.

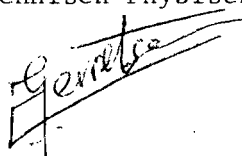
9. MEETRAPPOR

Het meetrapport moet onder referentie naar deze publikatie tenminste de volgende gegevens bevatten:

- naam van de uitvoerende instantie
- datum van de metingen
- type meetmethode
- korte beschrijving meetprocedure en meetapparatuur
- beschrijving van de gevelconstructie, zo mogelijk met doorsnede tekeningen, bevestigingsdetails en mate van kier- en naaddichting
- geveltoestand ten aanzien van geopend en/of geventileerd zijn
- vertrekafmetingen en volume, schets met meetposities binnen en buiten
- oriëntatie ten opzichte van beschouwde dan wel te beschouwen verkeersstroom
- beschrijving bron (relevante verkeersparameters, c.q. bronposities)
- methode ter bepaling van de geluiddruk niveaus
- situatie t.a.v. stoorgeluid en eventuele stoorgeluidcorrecties
- weersomstandigheden
- nagalmtijd vertrek, met toegepaste bepalingmethode
- het genormeerd (geluiddruk) niveauverschil  $D_{nT}$  in octaafbanden
- desgewenst een of meer één-getalsaanduidingen; als daarbij een referentiespectrum wordt gehanteerd moet dat eveneens worden opgegeven.

Delft, 4 februari 1981

Technisch Fysische Dienst

  
ir. E. Gerretsen

LITERATUUR

- [1] ISO 140, part V "Measurement of sound insulation in buildings and of building elements-Part V: Field measurements of airborne sound insulation of facade elements and facades", 1978-07-15
- [2] IEC-publikatie 651 "Sound level meters", 1979
- [3] ISO/DIS 6926, "Determination of sound power levels of noise sources-Characterization and calibration of reference sound sources", 1979-10-25
- [4] ISO 140, part II, "Measurement of sound insulation in buildings and of building elements-Part II: Statement of precision requirements", 1978-7-15
- [5] TPD 007.794 , "Meetmethoden voor de geluidreductie door gevels-nader onderzoek t.b.v. enkele facetten van de meetmethoden", 5 september 1980
- [6] ISO/DIS 717, "Rating of sound insulation in buildings and of building elements, Part I t/m III", 1980
- [7] NEN 1070, "Geluidwering in woongebouwen", 2<sup>e</sup> druk, september 1976
- [8] TPD 907.794 , "Meetmethoden voor de geluidreductie door gevels-voorstudie", 5 februari 1980.
- [9] ir. R.B.J.C. van Noort, ir. W.A. Oosting, "Verkeerslawaaï en Wegontwerp", Publikatie nr. 11 van de Rijkswaterstaat, Directie Wegen, februari 1973.



## BIJLAGE A: Indicatieve meetmethoden

A1. Directe metingen

Ten behoeve van een nadere analyse van de geluidreductie van een gevel - bv. met het oog op aan te brengen verbeteringen - kan het wenselijk zijn de geluidisolatie van het gevelvlak op zich of een bepaald geveldeel te kennen.

De isolatie van het gevelvlak op zich kan - bij afwezigheid van geluidoverdracht via andere vlakken - direct uit  $D_{nT}$  worden afgeleid als de gevel vlak is:

$$R_{\text{vlak}} = D_{nT} - 10 \lg \frac{V}{3S_{\text{vlak}}} \quad (\text{A1})$$

Is de gevel niet vlak, dan is deze informatie alleen te verkrijgen door de meetmethode aan te passen ten aanzien van de meetpositie buiten.

In plaats van de positie op 2 m buiten de gevel dient dan op korte afstand van het gevelvlak te worden gemeten op meerdere posities.

De meetafstand dient hierbij ten hoogste 20 mm te bedragen, waarbij de microfoon-as verticaal is gericht. De meetposities moeten regelmatig over het gevelvlak worden verdeeld, waarbij het aantal posities afhankelijk is van het totale geveloppervlak.

Per 2 m<sup>2</sup> moet minimaal één positie worden gekozen.

De zijdelingse afstand tot de randen van het vlak mag niet kleiner zijn dan 0,5 m.

Over deze meetposities wordt energetisch gemiddeld.

De geluidisolatie van het vlak volgt dan uit

$$R_{\text{vlak}} = L_{\text{buiten}} - L_0 + 10 \lg \frac{S_{\text{vlak}}}{A} - 3 \quad (\text{A2})$$

Noot: De betrouwbaarheid van dergelijke metingen op korte afstand wordt (op nog onbekende wijze) beïnvloed door factoren als de variaties in meetafstand (bv. ten gevolge van wind op het glas), de mate van vlak en reflecterend zijn van geveldelen en de invloed van de gevel op de microfooneigenschappen.

De geluidabsorptie A uit de bepaalde nagalmtijd via

$$A = \frac{V}{6T} \quad (A3)$$

Als daarvoor een standaardgeluidbron wordt toegepast volgt direct:

$$10 \lg A = L_{W_s} - L_p + 6 - C_w \quad (A4)$$

Als meerdere begrenzingsvlakken van belang zijn kan voor elk begrenzingsvlak de geluidisolatie soms wel op deze wijze bepaald worden met een kunstmatige geluidbron door een passende keuze van de positie van deze bron.

In die situatie verdient echter de bepaling volgens de methode van A2 de voorkeur.

Wanneer alleen een onderdeel van een gevel wordt beschouwd, bv. het glasvlak, dan kan de geluidisolatie daarvan worden bepaald op dezelfde wijze als voor het totale gevelvlak is aangegeven, mits ook alleen via dat betreffende geveldeel geluidoverdracht plaatsvindt. De begrippen gevelvlak en vlak hebben dan betrekking op dat betreffende geveldeel. Als aan die voorwaarde niet is voldaan kan soms de methode van A2 nog worden toegepast.

A2. Reciprook meten

Teneinde bij een samengesteld gevelvlak indicaties te verkrijgen over de geluidisolatie van de samenstellende delen zou aan de ontvangkant, en bij niet-vlakke gevels ook aan de zenzijde, op korte afstand van de verschillende onderdelen kunnen worden gemeten.

De problemen hierbij ten gevolge van het min of meer diffuus geluidveld in het vertrek en het veelal tweezijdig moeten meten op korte afstanden van de constructie kunnen gedeeltelijk worden opgelost door een reciproke meetmethode toe te passen.

Het gevelvlak wordt hierbij door middel van een geluidbron in het vertrek gelijkmatig aangestraald, waarvoor het gemiddelde geluiddrukkniveau in het vertrek maatgevend is. Aan de buitenzijde van het gevelvlak kan, met veelal geringe problemen t.g.v. galmveld, uit metingen op korte afstand van de gevelonderdelen een schatting van de geluidisolatie van deze onderdelen worden verkregen uit:

$$R_{\text{vlak}} = L_{\text{binnen}} - L_{\text{buiten}} - 11 + C \quad (\text{A5})$$

De correctie C is afhankelijk van de meetafstand r, de afmetingen van het geveldeel (l,b) en de nabijheid van de bodem of een ander reflecterend grondvlak, zoals een galerij.

Als de meetafstand, ongeveer in het centrum van het geveldeel, kleiner wordt gekozen dan 1/5 van de kleinste afmeting (lengte of breedte) geldt zonder invloed van een grondvlak:

$$C = 7 \quad (\text{A6}^a)$$

Als de afstand tot het grondvlak kleiner is dan 2 x de meetafstand tot het geveldeel geldt:

$$C = 9 \quad (\text{A6}^b)$$

Voor grotere meetafstanden geldt, afhankelijk van de nabijheid van het grondvlak volgens het hiervoor aangegeven criterium:

$$C = 10 \lg 2 \arctg \frac{l}{2r} \arctg \frac{b}{2r} - D_b \quad (\text{A6}^c)$$

met resp.  $D_b = 0$  of  $D_b = -3$

In het algemeen zal echter op zeer korte afstand moeten worden gemeten, met name bij geveldelen met naar verwachting een relatief hoge geluidisolatie, om bijdragen van andere geveldelen aan het te meten geluid-drukniveau te voorkomen.

Indien dit zonder belemmeringen mogelijk is, is het nuttig de metingen op korte afstand aan te vullen met een meting op een afstand die minimaal vergelijkbaar is met de afmetingen van het totale gevelvlak, ten einde de gemeten waarden voor de geveldelen direct te kunnen vergelijken met een gemeten waarde voor het totale gevelvlak.

Noot 1: In principe kan op deze wijze ook reciprook het genormeerd geluid-drukniveauverschil worden bepaald. Dit kan meettechnische voordelen hebben boven de directe meetmethode, met name in situaties waarin hoge bronposities buiten zijn vereist (hoge wegligging, daken).

Bij de reciproke meting dient dan de microfoon op de bij de directe meting voorgeschreven bronposities te worden geplaatst. Het genormeerd niveauverschil  $D_{nT,m}$  per microfoonpositie buiten volgt dan uit

$$D_{nT,m} = L_{\text{binnen}} - L_{\text{buiten}} + 10 \lg \frac{V}{r^2} - 19 - D_b \quad (\text{A7}^a)$$

Hieruit kan  $D_{nT}$  worden bepaald met een aangepaste versie van formule (5):

$$D_{nT} = 10 \lg \sum_{m=1}^n c_m - 10 \lg \sum_{m=1}^n c_m 10^{-D_{nT,m}/10} \quad (\text{A7}^b)$$

waarin  $c_m = c_b$ .



Noot 2: Voor sommige geveldelen, zoals ventilatiespleten en kieren, is het niet goed mogelijk om op voldoende korte afstand te kunnen meten om formule (A6<sup>a</sup>) te kunnen toepassen, terwijl tevens de exacte waarde van de kleinste afmeting moeilijk nauwkeurig is te bepalen.

Als wel op een afstand kan worden gemeten waarop het geluiddruk-niveau volledig door dat geveldeel wordt bepaald kan een deel- $D_{nT}$  worden berekend welke direct met de  $D_{nT}$  van het overige gevelvlak kan worden samengesteld.

Als de meetafstand voldoet aan:

$$r \ll l \text{ en } r \gg b \quad (A8)$$

geldt

$$D_{nT, \text{deel}} = L_{\text{binnen}} - L_{\text{buiten}} + 10 \lg \frac{V}{r} - 10 \lg 1 - 14 \quad (A9)$$



## BIJLAGE B: Het referentiespectrum

B1. Inleiding

Teneinde het genormeerd niveauverschil  $D_{nT}$  te kunnen uitdrukken in een gevelverschil in geluidniveau-A dient te worden gerefereerd aan een spectrum voor het wegverkeersgeluid buiten. Dit kan een spectrum zijn voor een bepaalde gegeven situatie, het referentiespectrum.

In vrij veel situaties (op relatief geringe afstand van wegen, stads-situaties) heeft het wegverkeersspectrum vrijwel steeds dezelfde vorm.

Ter vereenvoudiging kan in die situaties een standaard-referentiespectrum worden gehanteerd.

Toepassing van dit spectrum, ook op meetresultaten van situaties waarin het wegverkeersspectrum af zal wijken van het standaard-spectrum biedt daarnaast een mogelijkheid om de geluidreductie van gevels onderling op een éénduidige wijze te vergelijken.

B2. Toepassing referentiespectrum

Op basis van een opgegeven referentiespectrum kan het geluidsspectrum in het vertrek worden berekend door het referentiespectrum in elke octaafband te verminderen met het genormeerd geluidniveauverschil in die octaafband.

Het verschil tussen het geluidniveau-A van het referentiespectrum en van dit binnenspectrum is het gevelverschil in geluidniveau-A voor het referentiespectrum.

Aangezien het hier om een verschil gaat is het feitelijke geluidniveau-A voor het referentiespectrum niet van belang.

Noot: Een vereenvoudiging van de berekening kan dan ook worden verkregen als het referentiespectrum zodanig wordt gegeven dat het geluidniveau-A juist 0 dB(A) is.

In tabel B1 is een uitgewerkt voorbeeld van de berekening gegeven.

Tabel B1: Voorbeeld van de berekening van het gevelverschil in geluidniveau-A,  $D_{nT,Aref}$

	octaafbanden met middenfrequentie in Hz						geluidniveau-A
	125	250	500	1k	2k	4k	
(1) referentiespectrum	54	45	43	48	46	42	50
(2) A-weging	-16	-9	-3	0	+1	+1	6
referentiespectrum A-gewogen							
(3) = (1)+(2)	38	36	40	48	47	43	52
(4) $D_{nT}$	14	18	22	24	23	26	30
binnenspectrum, A-gewogen							
(5) = (3)-(4)	24	18	18	24	24	17	30
							$D_{nT,Aref}$ = 22
							$(D_{nT,Av} = 21)$

A-weging van een geluidsspectrum is feitelijk alleen correct mogelijk door het gehele spectrum via het continue A-filter te wegen. Een discrete berekening in octaafbanden (of tertsbanden) is daarvan een benadering.

Als het referentiespectrum niet beschikbaar is als een A-gewogen spectrum in octaafbanden, wordt ten behoeve van de eenvoud en eenduidigheid aanbevolen de in tabel B2 aangegeven waarden voor de A-weging in octaafbanden toe te passen op het lineaire referentiespectrum in octaafbanden en tevens voor het referentiespectrum ook van het daaruit berekende geluidniveau-A uit te gaan in plaats van een eventueel ook gegeven direct gemeten geluidniveau-A te hanteren.

Noot: door de benadering via frequentiebanden van de feitelijke waarde van het geluidniveau-A kunnen kleine verschillen optreden in een opgegeven A-gewogen referentiespectrum van een bepaald wegverkeersgeluid, afhankelijk of dit op voornoemde octaafbandweging is gebaseerd of uit een A-gewogen tertsbandspectrum is samengesteld.

### B3. Het standaard-referentiespectrum

Het A-gewogen, standaard-referentiespectrum voor wegverkeersgeluid is in tabel B2 gegeven, zodanig dat het bijbehorende geluidniveau-A 0 dB is. Bij toepassing behoeft daardoor geen A-weging meer te worden toegepast, zodat de bewerkingen volgens tabel B1 zich beperken tot de stap 5 en de optelling van dat spectrum tot het geluidniveau-A.

Dit standaard-referentiespectrum is bepaald uit het in [9] gegeven spectrum.

Tabel B2: Standaard-referentiespectrum voor wegverkeersgeluid  
in octaafbanden

octaafbanden met middenfrequenties in Hz						geluidniveau-A
125	250	500	1k	2k	4k	in dB
-14	-10	-6	-4,5	-7	-14	0

## BIJLAGE C: Voorbeelden van metingen

C1. Meting met wegverkeer als bron

In verband met voorgenomen verbeteringen aan de woonkamergevel van de woning in de Zegbroekstraat 190 te Rijnstad zijn door de Gemeentelijke Milieudienst aldaar op 11 februari 1981 geluidmetingen uitgevoerd. Deze metingen zijn uitgevoerd volgens de publicatie WG-HR-05-04 "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid-meetmethode". Gekozen is voor de methode met het aanwezige verkeersgeluid als bron. In het vertrek zijn drie microfoonposities toegepast, met een microfoonhoogte van 1,2 tot 1,5 m. De signalen van deze microfoons en de buiten-microfoon werden synchroon geregistreerd op twee magnefoons, fabrikaat Kudelski. Voor en na de metingen werden de meetkanalen geijkt. De opnamen zijn later geanalyseerd met een B & K/HP analyse-computer-combinatie, waarbij het equivalent geluiddrukkniveau is bepaald over een periode van 10 minuten. Deze meetduur was gekozen om de resultaten eventueel ook voor de bepaling van de geluidbelasting te kunnen gebruiken. De metingen werden eenmaal onderbroken in verband met het slaan van een klok. Verder werden geen storende geluiden geconstateerd. Het verkeersgeluid was alleen afkomstig van de beschouwde verkeersstroom. In deze meetperiode waren ruim 200 voertuigen gepasseerd waaronder tenminste 30 vrachtwagens. Op blad C3 is een situatieschets gegeven met enkele gegevens betreffende het vertrek en de microfoonposities.

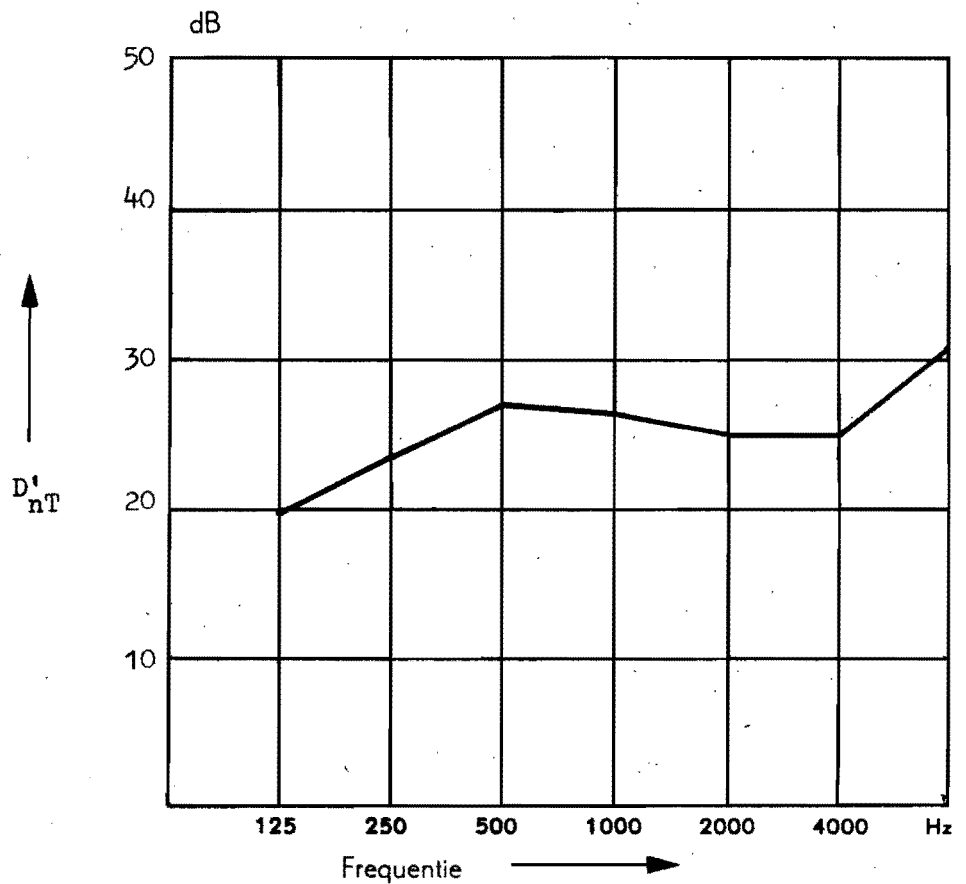
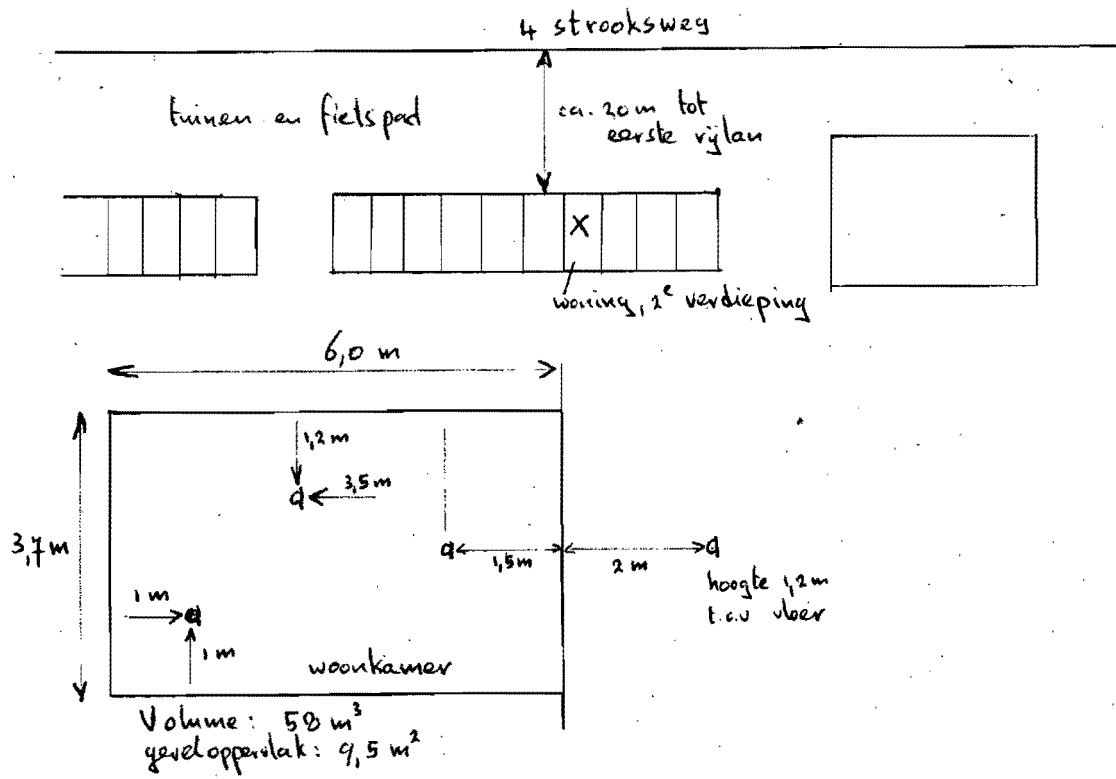
Aangezien de metingen tot doel hebben ter zijner tijd vergeleken te worden met metingen na verbetering van de gevel is afgezien van het uitvoeren van nagalmtijdmetingen. Het vertrek was normaal gemeubileerd, zodat een nagalmtijd van ca. 0,5 s wel mag worden verondersteld.

De gevel heeft een oppervlak van  $9,5 \text{ m}^2$  waarvan  $7 \text{ m}^2$  uit glas bestaat. De rest van de gevel wordt gevormd door een gebruikelijke steenachtige spouwconstructie.

De glasdikte werd geschat op ca. 3 mm ( $5 \text{ m}^2$ ) en ca. 5 mm ( $2 \text{ m}^2$ ). Bij de te openen raamdelen werden duidelijk kieren in de houten sponningen geconstateerd.

Op blad C3 is het meetresultaat gegeven. Voor het aanwezige verkeersgeluid-spectrum levert dit een gevelverschil in geluidniveau-A van 26 dB.

Op blad C3 zijn tevens  $D'_{nT,Av}$  en  $D'_{nT,w}$  gegeven.



$D'_{nT,Av} = 25 \text{ dB}$

$D'_{nT,w} = 27 \text{ dB}$



## C2. Meting met kunstmatig geluid als bron

Op 25 maart 1981 is door metingen de geluidreductie bepaald van een woning te Lansveer, Ginjaarstraat 23. De metingen zijn uitgevoerd door het akoestisch adviesbureau C & D.

Als meetmethode is gekozen voor de toepassing van een luidsprekerbron volgens publicatie WG-HR-05-04 "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid-metmethode". Deze keuze werd gedaan in verband met anders te verwachten stoorgeluid-problemen ten gevolge van verkeersgeluid van een achter de woning gelegen weg.

Aangezien het een situatie met een rechte weg betrof met vrij zicht op vrijwel de gehele weg, is één positie voor de luidspreker gekozen onder een hoek van  $47^{\circ}$  met de normaal op de weg. De afstand tot de gevel bedroeg 49 m. Op blad C5 is een situatieschets gegeven met enkele relevante gegevens. De luidspreker werd gevoed met roze ruis. Tijdens de metingen werd de stroom door de luidspreker gecontroleerd, welke constant bleek te zijn. De gemiddelde geluiddrukkniveaus werden voor de buiten-microfoon en de binnen-microfoon na elkaar bepaald waarbij binnen een microfoonrotor werd toegepast met een omwentelingssnelheid van 1 omwenteling in 64 s. De rotorstraal was 1 m, met een schuine stand van  $10^{\circ}$ . Het equivalent geluiddrukkniveau werd bepaald over een periode van 64 s met behulp van een integrerende geluidniveaumeter met octaafbandfilters, fabrikaat GenRad.

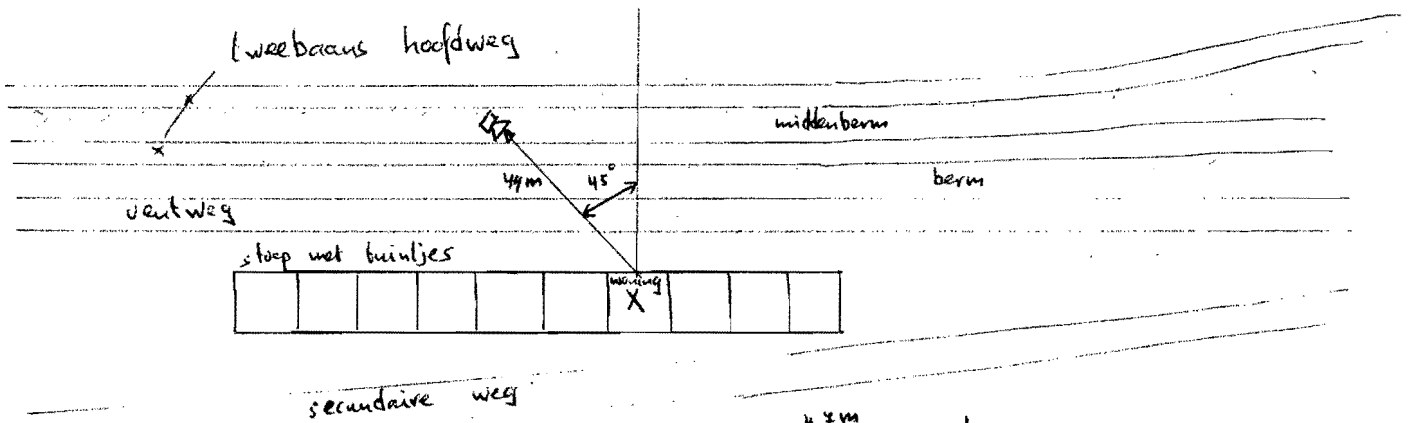
De nagalmtijd in het vertrek is bepaald met behulp van roze ruis en een niveauschrijver, waarmee in twee standen van de microfoonrotor vier galmcurven zijn bepaald, waaruit de gemiddelde nagalmtijd is bepaald overeenkomstig publicatie WG-HR-05-04; zie tabel op blad C5.

Voor en na de luidsprekermetingen werd binnen ook het geluidniveau van het verkeer bepaald, dit bleek ca. 40 dB(A) en daarmee ruim onder het luidsprekersignaal te liggen, zoals ook op het gehoor duidelijk kon worden geconstateerd.

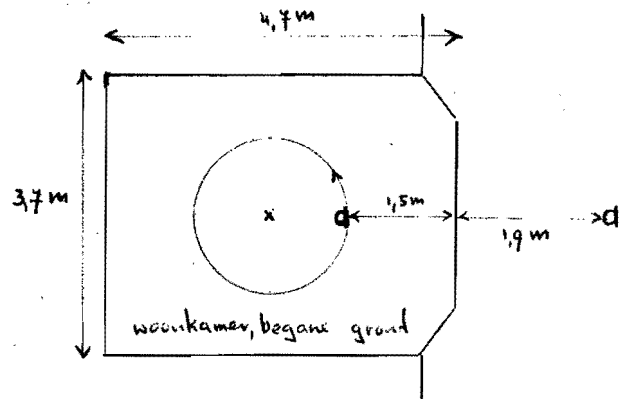
De gevel bestond uit een spouwconstructie met een buitenblad van metselwerk. De ramen waren voorzien van thermisch glas (vermoedelijke opbouw 4-6-6 mm), met een goede kierdichting bij het enige te openen ventilatieraam.

Op blad C5 is het resulterende genormeerd geluidniveauverschil  $D_{nT}$  gegeven. Voor het standaard-referentiespectrum resulteert een gevelverschil in geluidniveau-A van 28 dB.

Situatieschets

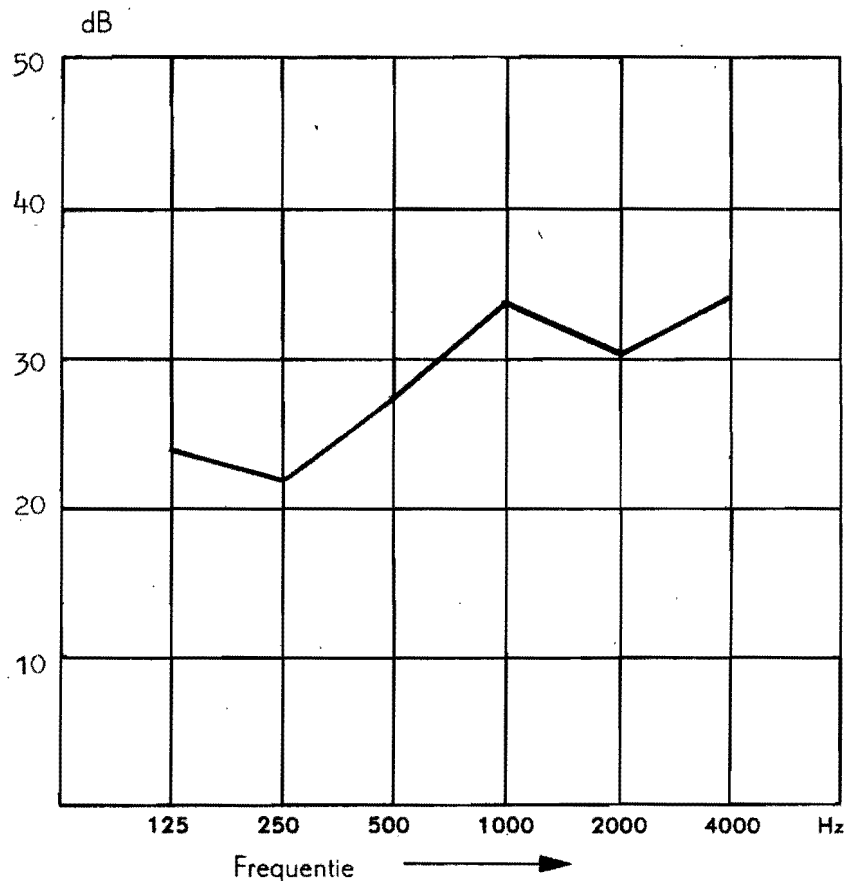


Volume:  $43 \text{ m}^3$   
 gevelopp:  $108 \text{ m}^2$



$D_{nT}$  ↑

$D_{nT,Av} = 28 \text{ dB}$



BIBLIOTHEEK  
 INSTITUUT VOOR PERCEPTIE  
 OND. BLOK

nagalmtijd (s):

0,35	0,41	0,41	0,42	0,35	0,38
------	------	------	------	------	------

t.b.v. documentatiesystemen

1. WG-HR-05-01
2. "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden"
3. ir. E. Gerretsen
4. Technisch Fysische Dienst (TPD-TNO-TH), Stieltjesweg 1, Delft
5. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
6. Contrôle geluidsisolatie woningen
8. augustus 1981
16. 50 blz.

t.b.v. documentatiesystemen

1. WG-HR-05-01
2. "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden"
3. ir. E. Gerretsen
4. Technisch Fysische Dienst (TPD-TNO-TH), Stieltjesweg 1, Delft
5. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
6. Contrôle geluidsisolatie woningen
8. augustus 1981
16. 50 blz.

t.b.v. documentatiesystemen

1. WG-HR-05-01
2. "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden"
3. ir. E. Gerretsen
4. Technisch Fysische Dienst (TPD-TNO-TH), Stieltjesweg 1, Delft
5. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
6. Contrôle geluidsisolatie woningen
8. augustus 1981
16. 50 blz.

t.b.v. documentatiesystemen

1. WG-HR-05-01
2. "Geluidreductie door gevels voor wegverkeersgeluid - Meetmethoden"
3. ir. E. Gerretsen
4. Technisch Fysische Dienst (TPD-TNO-TH), Stieltjesweg 1, Delft
5. Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne
6. Contrôle geluidsisolatie woningen
8. augustus 1981
16. 50 blz.

13. In deze publicatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeed (geluiddruk)niveaoverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddruk niveaus buiten en binnen.
- Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen.
- Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal.
- In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.
- 

13. In deze publicatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeed (geluiddruk)niveaoverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddruk niveaus buiten en binnen.
- Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen.
- Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal.
- In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.
- 

13. In deze publicatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeed (geluiddruk)niveaoverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddruk niveaus buiten en binnen.
- Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen.
- Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal.
- In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.
- 

13. In deze publicatie worden meetmethoden gegeven voor de bepaling van het genormeed (geluiddruk)niveaoverschil van gevels in octaafbanden met betrekking tot wegverkeersgeluid in een gegeven situatie, op zodanige wijze dat met de bepaalde geluidreductie een directe relatie kan worden gelegd tussen de geluiddruk niveaus buiten en binnen.
- Er wordt een methode beschreven waarbij het aanwezige wegverkeer als geluidbron wordt gebruikt en een methode waarbij kunstmatig voortgebracht geluid wordt toegepast, waarbij afhankelijk van de situatie één of meer bronposities dan wel een bewegende bron kan worden gekozen.
- Enkele mogelijkheden worden gegeven voor het uitdrukken van het meetresultaat in één getal.
- In een bijlage wordt aandacht besteedt aan meetmethoden - metingen op korte afstand van de gevel en reciproke metingen - waarmee met name de geluidreducerende eigenschappen van de verschillende geveldelen nader kunnen worden geanalyseerd.