

Bijlage III  
Behorende bij hoofdstuk 3 Weg van het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006

|        |   |
|--------|---|
| INHOUD |   |
| 1      | STANDAARDREKENMETHODE I..... 4  |
| 1.1    | Begrippen..... 4  |
|        | Horizontale..... 4  |
| 1.2    | Geometrische definiëring situatie ..... 4                                       |
| 1.3    | Toepassingsbereik methode ..... 5   |
| 1.4    | Rekenmodel ..... 5  |
| 1.5    | Emissiegetal ..... 6  |
| 1.6    | Optrekcorrectie $C_{optrek}$ ..... 7  |
| 1.6.1  | Kruispuntcorrectie $C_{kruispunt}$ ..... 8                                      |
| 1.6.2  | Obstakelcorrectie $C_{obstakel}$ ..... 8  |
| 1.7    | Reflectieterm..... 8  |
| 1.8    | Afstandsterm..... 9   |
| 1.9    | Luchtdemping, bodemeffect, meteo-effect..... 9                                  |
| 2      | STANDAARDREKENMETHODE II ..... 10   |
| 2.1    | Begrippen..... 10   |
| 2.2    | De hoofdformule ..... 11  |
| 2.3    | Reflecties ..... 12   |
| 2.4    | De emissieterm $L_E$ ..... 12   |
| 2.4.1  | Het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau..... 13                           |
| 2.4.2  | De wegdekcorrectie $C_{wegdek}$ ..... 14  |
| 2.4.3  | De hellingcorrectie $C_H$ ..... 14  |
| 2.5    | Optrektoeslag $\Delta L_{OP}$ ..... 15  |
| 2.5.1  | De kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$ ..... 15                             |
| 2.5.2  | Obstakeltoeslag $\Delta L_{obstakel}$ ..... 17                                  |
| 2.6    | De geometrische uitbreidingsterm $\Delta L_{GU}$ ..... 17                       |
| 2.7    | De luchtdemping $\Delta L_L$ ..... 18   |
| 2.8    | De bodemdemping $\Delta L_B$ ..... 18   |
| 2.9    | De metecorrectieterm $C_M$ ..... 20   |
| 2.10   | De schermwerking $\Delta L_{SW}$ ..... 21                                       |
| 2.11   | De niveaureductie $\Delta L_R$ ten gevolge van absorptie bij reflecties..... 26 |
| 2.12   | Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau ..... 27               |
| 3      | STANDAARDMEETMETHODE..... 28  |
| 3.1    | De meetmethode voor de bepaling van het $L_{Aeq}$ ..... 28                      |
| 3.2    | Apparatuur ..... 28   |
| 3.3    | Meteorologische randvoorwaarden..... 29   |
| 3.4    | De meetplaats ..... 30  |
| 3.5    | De meetprocedure..... 31  |
| 4      | WEGDEKCORRECTIE..... 32   |
| 4.1    | Definitie ..... 32  |
| 4.2    | Referentiewegdek ..... 32   |
| 4.3    | Protocol bepaling $C_{wegdek}$ ..... 34   |
| 4.4    | $C_{wegdek}$ methode..... 34  |
| 4.4.1  | Afzonderlijke SPB-metingen ..... 34   |
| 4.4.2  | Gemiddelde van SPB-metingen ..... 35  |
| 4.5    | Eisen aan vaststelling $C_{wegdek}$ ..... 36                                    |
| 4.5.1  | Afzonderlijke SPB-metingen ..... 36   |
| 4.5.2  | Gemiddelde van SPB-metingen ..... 36  |
| 5      | REKENREGEL SCHERMTOP..... 38  |
| 5.1    | Definitie ..... 38  |
| 5.2    | Rekenregel ..... 38   |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 6      | REKENREGEL MIDDENBERMSCHERM .....      | 42 |
| 6.1    | Definitie .....                        | 42 |
| 6.2    | Rekenregel .....                       | 43 |
| 7      | TOELICHTING .....                      | 46 |
| 7.1    | Standaardrekenmethode I .....          | 46 |
| 7.1.1  | Emissiegetal .....                     | 46 |
| 7.1.2  | Optrekcorrectie .....                  | 46 |
| 7.2    | Standaardrekenmethode II .....         | 47 |
| 7.1.3  | Algemeen .....                         | 47 |
| 7.1.4  | De hoofdformule .....                  | 47 |
| 7.1.5  | Reflecties .....                       | 47 |
| 7.1.6  | Emissieterm $L_E$ .....                | 48 |
| 7.1.7  | De optrektoeslag $\Delta L_{OP}$ ..... | 49 |
| 7.1.8  | De schermwerking $\Delta L_{SW}$ ..... | 49 |
| 7.1.9  | Absorptie van objecten .....           | 50 |
| 7.1.10 | Standaardmeetmethode .....             | 50 |
| 7.1.11 | Methode bepaling wegdekcorrectie ..... | 51 |
| 7.1.12 | Rekenregel middenbermscherm .....      | 51 |
| 7.1.13 | Lijst van definities .....             | 53 |

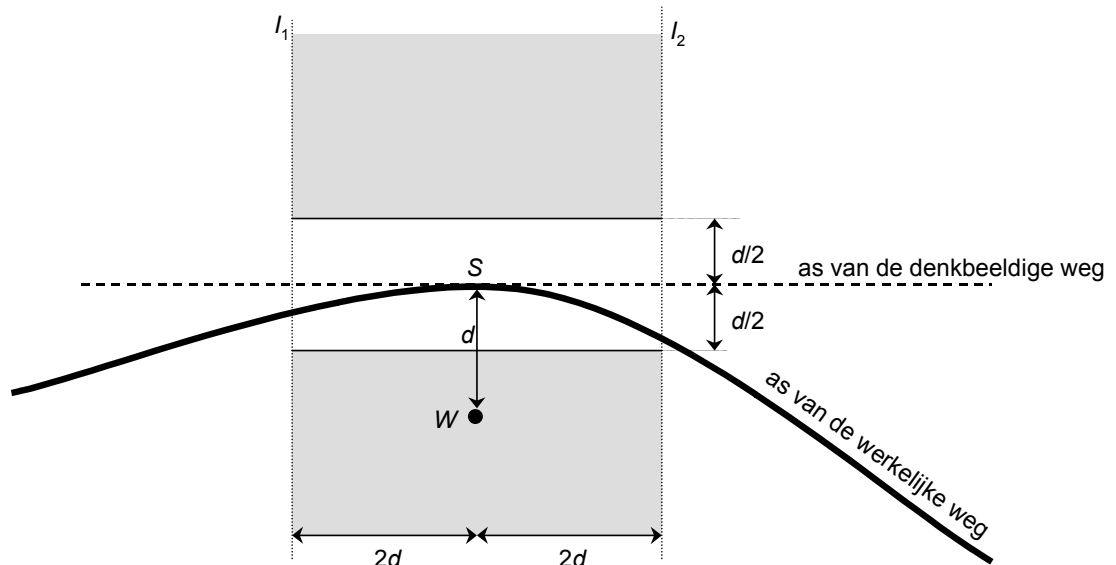
# 1 STANDAARDREKENMETHODE I

## 1.1 Begrippen

- Waarneempunt:** het punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB(A), het  $L_{Aeq}$ , bepaald moet worden; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak.
- Rijlijn:** lijn in het midden van een rijstrook op 0,75 m boven wegdekhoogte, die de plaats van de geluidsafstraling van de motorvoertuigen representeert.
- Begrenzingslijnen:** de begrenzingen van de voor de geluidsimmissie meest bepalende omgeving van het waarneempunt (zie Figuur 1.1).
- Hoogte van het wegdek:** de hoogte van het wegdek ten opzichte van het maaiveld (symbool  $h_{weg}$ ).
- Hoogte van de waarnemer:** de hoogte van de waarnemer ten opzichte van het maaiveld (symbool  $h_w$ ).
- Afstand tot rijlijn:** de kleinste afstand tussen het waarneempunt en een rijlijn (symbool  $r$ ).
- Horizontale afstand tot rijlijn:** de kortste horizontale afstand tussen een (waarneem)punt en een rijlijn (symbool  $d$ , eventueel met indices).

## 1.2 Geometrische definiëring situatie

Ten behoeve van de berekening wordt de geometrische situatie als volgt geschematiseerd.



Figuur 1.1 Horizontale projectie van het aandachtsgebied dat ten behoeve van de toetsing aan de toepassingsvoorwaarden wordt gedefinieerd. De onderbroken lijnen  $l_1$  en  $l_2$  vormen de begrenzinglijnen van het aandachtsgebied.

Vanuit de waarnemer  $W$  wordt de kortste verbindingslijn naar de as van de weg getrokken (de lengte van  $WS$  is  $d$ ). Op afstanden  $2d$  vanuit  $W$  liggen evenwijdig aan  $WS$  de begrenzinglijnen  $l_1$  en  $l_2$ . De lijn door  $S$  loodrecht op  $WS$ , representeert de as van de denkbeeldige weg (die het model is van de werkelijke weg).

### 1.3 Toepassingsbereik methode

De Standaardrekenmethode I is gebaseerd op een vereenvoudiging van de situatie, waardoor ten aanzien van het toepassingsbereik van de methode de volgende voorwaarden gelden voor het aandachtsgebied tussen de begrenzinglijnen  $l_1$  en  $l_2$ :

- de as van de werkelijke weg mag de in Figuur 1.1 aangegeven gerasterde gebieden niet doorsnijden;
- de weg mag geen hoogteverschillen van meer dan drie meter bevatten ten opzichte van de gemiddelde weghoogte;
- het zicht vanuit de waarnemer op de weg mag niet worden belemmerd over een hoek van meer dan  $30^\circ$ ;
- het wegdek dient van hetzelfde type te zijn;
- de verkeersvariabelen mogen geen belangrijke variaties vertonen.

### 1.4 Rekenmodel

Het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq}$  in dB(A) vanwege het wegverkeer wordt gevonden uit:

$$L_{Aeq} = E + C_{optrek} + C_{reflectie} - D_{afstand} - D_{lucht} - D_{bodem} - D_{meteo} \quad 1.1$$

met:

$E$ : emissiegetal (maat voor de bronsterkte en afhankelijk van maatgevende verkeersintensiteiten, snelheden en wegdektype);

- $C_{optrek}$  : correctieterm in verband met eventuele met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen, of in verband met obstakels in de weg die de gemiddelde snelheid sterk verlagen;
- $C_{reflectie}$  : correctieterm in verband met eventuele reflecties tegen bebouwing of andere verticale vlakken;
- $D_{afstand}$  : term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt;
- $D_{lucht}$  : term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt;
- $D_{bodem}$  : term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt;
- $D_{meteo}$  : term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewind situatie in rekening brengt.

De uitkomst van formule 1.1 heeft slechts betrekking op één rijlijn (rijstrook). Bij wegen die bestaan uit twee of meer rijstroken worden de afzonderlijke rijlijnen samengevoegd tot representatieve rijlijnen waarop alle verkeer van de samen te voegen rijlijnen geconcentreerd is. De samen te voegen rijlijnen dienen aan de volgende voorwaarden te voldoen:

- de afstand tussen de buitenste samen te voegen rijlijnen is kleiner dan 0,7 maal de afstand tussen de representatieve rijlijn en het waarneempunt;
- de weg is duidelijk niet asymmetrisch ten opzichte van de representatieve rijlijn, zowel qua verkeerstoestand als qua weginrichting.

In gevallen waarin de weg niet over de volle breedte kan worden vervangen door één representatieve rijlijn wordt het totale  $L_{Aeq}$  vanwege de weg verkregen door energetische sommatie van de uitkomsten van de berekeningen voor alle rijlijnen:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^N 10^{\frac{L_{Aeq,i}}{10}} \quad 1.2$$

met:

- $L_{Aeq,i}$  :  $L_{Aeq}$  vanwege de  $i$ -de rijlijn;  
 $N$  : het aantal rijlijnen.

## 1.5 Emissiegetal

Voor elke rijlijn volgt het emissiegetal  $E$  uit de energetische sommatie van de emissiegetallen per motorvoertuigcategorie:

$$E = 10 \lg \left( 10^{\frac{E_{lv}}{10}} + 10^{\frac{E_{mv}}{10}} + 10^{\frac{E_{zv}}{10}} \right) \quad 1.3$$

met:

$E_{lv}$ ,  $E_{mv}$  en  $E_{zv}$  de emissiegetallen van respectievelijk de lichte (index  $lv$ ), middelzware (index  $mv$ ) en de zware (index  $zv$ ) motorvoertuigen.

Als andere categorieën dan de genoemde akoestische relevant zijn, dan kan de sommatie uitgebreid worden met de emissiegetallen voor die categorieën.

Bij de berekening van de onderscheiden emissiegetallen wordt rekening gehouden met het geluidsvermogen van de motorvoertuigen, met de maatgevende verkeersintensiteit, verkeerssnelheid en referentiesnelheid (respectievelijk  $Q$  in aantallen/h,  $v$  in km/h en  $v_0$  in km/h) per rijlijn tussen de begrenzinglijnen en met een wegdekcorrectie, volgens de wijze zoals met formule 1.4 tot en met 1.6 is aangegeven. De referentiesnelheid  $v_0$  is voor lichte motorvoertuigen 80 km/h en voor middelzware en zware motorvoertuigen 70 km/h.

$$E_{lv} = 69,4 + 27,6 \lg(v_{lv} / v_0) + 10 \lg(Q/v)_{lv} + C_{wegdek,lv} \quad 1.4$$

$$E_{mv} = 73,2 + 19,0 \lg(v_{mv} / v_0) + 10 \lg(Q/v)_{mv} + C_{wegdek,mv} \quad 1.5$$

$$E_{zv} = 76,0 + 17,9 \lg(v_{zv} / v_0) + 10 \lg(Q/v)_{zv} + C_{wegdek,zv} \quad 1.6$$

De wegdekcorrectie is het verschil tussen het emissiegetal (dat gebaseerd is op motorvoertuigen op een dicht asfalt beton volgens RAW-specificaties) en het emissiegetal bepaald voor het referentiewegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid en wordt beschreven met de volgende relatie:

$$C_{wegdek,m} = \Delta L_m + b_m \lg\left(\frac{v_m}{v_{0,m}}\right) \quad 1.7$$

met:

$m$  : de voertuigcategorie;

$v_0$  : 80 km/h voor lichte motorvoertuigen (lv) en 70 km/h voor middelzware en zware motorvoertuigen (mv en zv);

$\Delta L_m$  : verschil in dB(A) bij de referentiesnelheid  $v_0$ ;

$b_m$  : snelheidsindex in dB(A) per decade snelheidstoename.

De coëfficiënten  $\Delta L_m$  en  $b_m$  dienen bepaald te worden volgens de in hoofdstuk 4 opgenomen methode.

## 1.6 Optrekcorrectie $C_{optrek}$

De optrekcorrectie  $C_{optrek}$  is een correctieterm ten gevolge van het afremmen en optrekken van het verkeer door de aanwezigheid van een kruispunt of een situatie die de gemiddelde snelheid van het verkeer sterk beperkt. De correctieterm geeft een toeslag weer ten opzichte van verkeer dat rijdt met een constante snelheid van 50 km/h. De optrekcorrectie is het maximum van twee correctietermen, volgens:

$$C_{optrek} = \max(C_{kruispunt}; C_{obstakel}; 0) \quad 1.8$$

met:

$C_{kruispunt}$  : de correctie vanwege een kruispunt;

$C_{obstakel}$  : de correctie vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt.

### 1.6.1 Kruispuntcorrectie $C_{\text{kruispunt}}$

De kruispuntcorrectie  $C_{\text{kruispunt}}$  wordt bij met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen toegepast tot 150 m van het kruispunt als de verkeersintensiteit op de kruisende weg (ten opzichte van de beschouwde weg) groter is dan 1/5 van de verkeersintensiteit op de beschouwde weg en minimaal 500 motorvoertuigen per etmaal bedraagt. Deze correctie, die voor elke rijlijn apart bepaald wordt, wordt op de volgende manier berekend.

$$C_{\text{kruispunt}} = 1,4 + 0,01p - 0,01a \quad 1.9$$

met:

$p$ : de som van het percentage middelzware- en zware motorvoertuigen [%];

$a$ : de afstand van het waarneempunt tot het midden van het kruispunt [m].

Indien meerdere kruisingen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen de dichtstbijzijnde kruising beschouwd.

### 1.6.2 Obstakelcorrectie $C_{\text{obstakel}}$

De correctie voor de aanwezigheid van een situatie die de snelheid sterk beperkt  $C_{\text{obstakel}}$  wordt toegepast tot 100 m van de oorzaak van de snelheidsbeperking. Deze correctie wordt toegepast als ten gevolge van de obstakel de gemiddelde snelheid van het verkeer ten minste gehalveerd wordt en het verkeer ten gevolge van de obstakel afremt en weer optrekt. De correctie, die voor elke rijlijn apart bepaald wordt, wordt op de volgende manier berekend.

$$C_{\text{obstakel}} = 0,65 + 0,004p - 0,007a \quad 1.10$$

met:

$p$ : de som van het percentage middelzware- en zware motorvoertuigen [%];

$a$ : de afstand van het waarneempunt tot het midden van het obstakel [m].

Indien meerdere obstakels die de snelheid sterk verlagen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen de dichtstbijzijnde beschouwd.

## 1.7 Reflectieterm

De reflectieterm  $C_{\text{reflectie}}$  wordt in rekening gebracht voor vlakken die zich ten opzichte van het waarneempunt aan de overzijde van de weg bevinden, als voor deze vlakken geldt dat:

- deze akoestisch hard en vlak zijn;
- deze verticaal en ongeveer evenwijdig aan de weg staan;
- deze hoger zijn dan de hoogte van de waarnemer  $h_w$ ;
- de horizontale afstand  $d_r$  daarvan tot de dichtst bij het waarneempunt gelegen rijlijn kleiner is dan 100 m en tevens kleiner dan viermaal de horizontale afstand  $d_w$  van het waarneempunt tot de meest nabij gelegen rijlijn.



$C_{reflectie}$  is gelijk aan anderhalf maal de objectfractie  $f_{obj}$ , waaronder wordt verstaan het deel van de afstand  $4(d_r + d_w)$  aan de overzijde van de weg, symmetrisch ten opzichte van het waarneempunt, waarover de geluidsreflecterende vlakken zich uitstrekken. De reflectieterm heeft voor elke rijlijn van de weg dezelfde waarde.

## 1.8 Afstandsterm

De afstandsterm  $D_{afstand}$  wordt berekend volgens:

$$D_{afstand} = 10 \lg(r) \quad 1.11$$

met  $r$  de kortste afstand tussen het waarneempunt en de betreffende rijlijn [m].

Als de berekening wordt uitgevoerd voor een representatieve rijlijn wordt  $r$  gerekend tot deze rijlijn.

## 1.9 Luchtdemping, bodemeffect, meteo-effect

Deze termen worden op de hierna volgende wijze berekend.

$$D_{lucht} = 0,01r^{0,9} \quad 1.12$$

met  $r$  de kleinste afstand tussen waarneempunt en rijlijn [m]

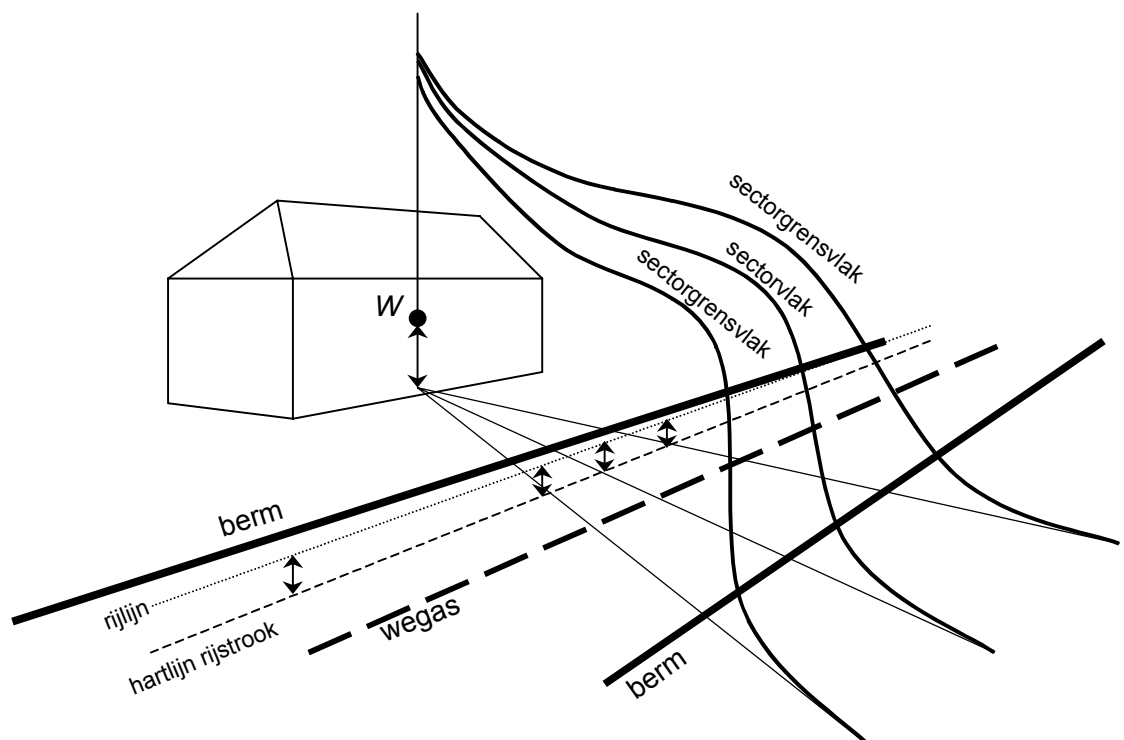
$$D_{bodem} = B \left[ 2 + 4(1 - e^{-0,04r}) \left( e^{-0,65h_w} + e^{-0,65(h_{weg} + 0,75)} \right) \right] \quad 1.13$$

met  $B$  de bodemfactor, gedefinieerd als het deel van het bodemvlak, begrensd door de wegas en de denkbeeldige lijnen vanuit het waarneempunt naar de snijpunten van de begrenzinglijnen met de wegas, dat niet reflecterend is.

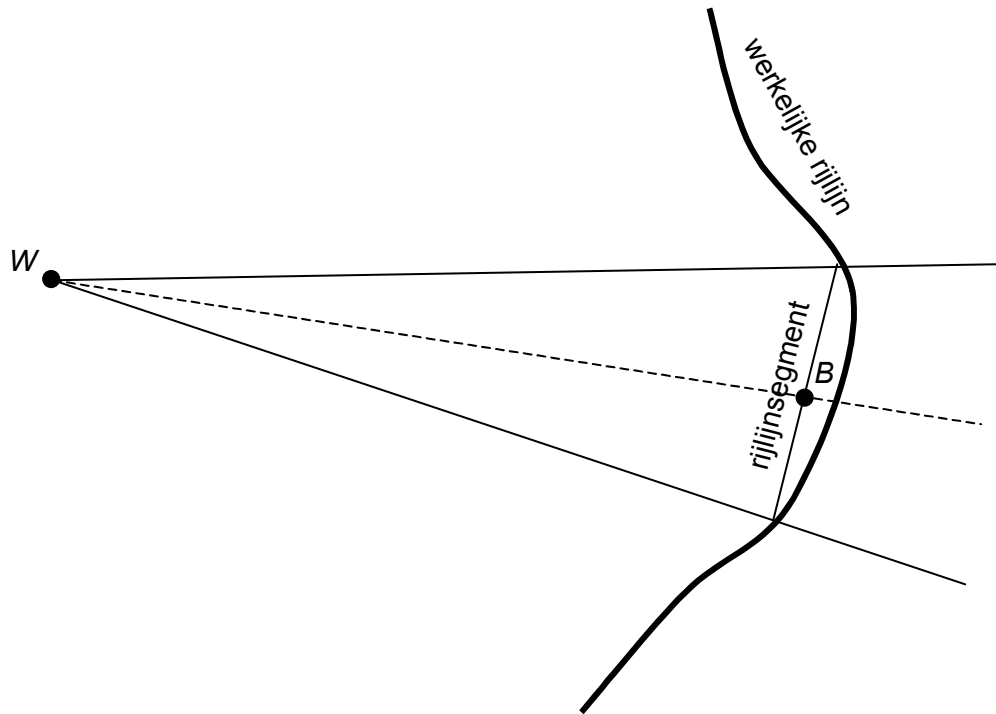
$$D_{meteo} = 3,5 - 3,5e^{-0,04r / (h_{weg} + h_w + 0,75)} \quad 1.14$$

## 2.1 Begrippen

- Waarneempunt:** het punt waarvoor het equivalente geluidsniveau in dB(A), het  $L_{Aeq}$ , bepaald moet worden; als deze bepaling dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel dan ligt dit punt in het betreffende gevelvlak.
- Sector:** de ruimte begrensd door twee verticale halfvlakken waarvan de grenslijnen samenvallen met de verticaal door het waarneempunt.
- Sectorvlak:** het bissectricevlak van de twee grensvlakken van een sector.
- Openingshoek van een sector:** de hoek tussen de begrenzingvlakken van een sector in het horizontale vlak.
- Totale openingshoek:** de som van de openingshoeken van alle sectoren die voor het bepalen van het equivalente geluidsniveau in dB(A) van belang zijn.
- Zichthoek:** de hoek waaronder een object (gevel, scherm, weggedeelte, etc.) in horizontale projectie wordt gezien vanuit het waarneempunt.
- Rijlijn:** de lijn in het midden van een rijstrook, op 0,75 m boven wegdekhoogte, die de plaats van de geluidsafstraling representeert.
- Rijlijnsegment:** de rechte verbindingslijn tussen de snijpunten van een rijlijn met de grensvlakken van een sector.
- Bronpunt:** het snijpunt van een sectorvlak met een rijlijnsegment.



Figuur 2.1 Illustratie bij de begripsbepalingen.



Figuur 2.2 Illustratie bij het begrip rijlijnsegment.

## 2.2 De hoofdformule

Het equivalente geluidsniveau in dB(A), het  $L_{Aeq}$ , wordt als volgt berekend:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \quad 2.1$$

waarbij  $L_{eq,i,j,n,m}$  de bijdrage is aan het  $L_{Aeq}$  in één octaaf (index  $i$ ), van één sector (index  $j$ ), van één bronpunt (index  $n$ ) en van één voertuigcategorie (index  $m$ ).

$L_{eq,i,j,n,m}$  wordt berekend volgens:

$$L_{eq,i,j,n,m} = L_E + \Delta L_{OP} + \Delta L_{GU} - \Delta L_L - \Delta L_B - C_M - \Delta L_{SW} - \Delta L_R - 58,6 \quad 2.2$$

met:

|  |        |
|--|--------|
| $L_E$ : de emissie-term                                      | § 2.4  |
| $\Delta L_{OP}$ : de optrektoeslag*                          | § 2.5  |
| $\Delta L_{GU}$ : de geometrische uitbreidingsterm           | § 2.6  |
| $\Delta L_L$ : de luchtdemping                               | § 2.7  |
| $\Delta L_B$ : de bodemdemping                               | § 2.8  |
| $C_M$ : de meteocorrectie-term                               | § 2.9  |
| $\Delta L_{SW}$ : de schermwerking*                          | § 2.10 |
| $\Delta L_R$ : de niveaureductie ten gevolge van reflecties* | § 2.11 |

\* indien van toepassing

Er wordt gesommeerd over de octaafbanden met indices  $i = 1$  tot en met  $i = 8$  en middenfrequenties respectievelijk 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 en 8000 Hz. De sectorindeling dient zodanig te zijn dat de geometrie en de verkeerssituatie in een sector goed worden beschreven met de geometrie en de verkeerssituatie in het sectorvlak. Hierbij kan worden uitgegaan van een vaste of een variabele openingshoek. De openingshoek bij vaste sectorhoeken is  $2^\circ$ , bij het gebruik van variabele sectorhoeken is de maximale openingshoek  $5^\circ$ . De minimale sectorhoek bedraagt daarvoor  $0,5^\circ$ .

Het aantal bronpunten  $N$  binnen één sector wordt bepaald door het aantal malen dat het betreffende sectorvlak een rijlijn (segment) snijdt.

De sommatie aangegeven met de index  $m$  vindt plaats over de drie in artikel 1, eerste lid, van deze regeling onderscheiden voertuigcategorieën, te weten: lichte ( $m = lv$ ), middelzware ( $m = mv$ ) en zware ( $m = zv$ ) motorvoertuigen. Als andere categorieën dan de genoemde akoestische relevant zijn, dan kan de sommatie uitgebreid worden met deze categorieën.

### 2.3 Reflecties

Indien zich binnen een sector objecten met een verticaal, hard oppervlak bevinden, die voldoen aan de hieronder gestelde voorwaarden, dan wordt het  $L_{Aeq}$  mede bepaald door het geluid dat via reflecties het waarneempunt bereikt. De bijdrage van deze reflecties aan het  $L_{Aeq}$  wordt in rekening gebracht door het sectordeel dat zich, gezien vanuit het waarneempunt, achter dat reflecterend oppervlak bevindt, te vervangen door zijn spiegelbeeld ten opzichte van het reflecterend oppervlak.

Om als reflecterend oppervlak te worden aangemerkt dient het vlak:

- een zichthoek te hebben van  $2^\circ$  of meer;
- over de gehele sectorhoek ten minste twee meter boven het wegdek uit te steken.

Nader onderzoek naar de invloed van reflecties op het  $L_{Aeq}$  is vereist indien:

- het reflecterend oppervlak een grotere hoek met de verticaal maakt dan  $5$  graden;
- het reflecterend oppervlak oneffenheden bevat waarvan de afmetingen van dezelfde orde van grootte zijn als de afstand van het vlak tot het waarneempunt of de afstand van het vlak tot het bronpunt;
- het reflecterend object een geluidsafschermdende voorziening is die aan de wegzijde is voorzien van een absorberend oppervlak;
- het reflecterend object een geluidsafschermdende voorziening is en zich aan de overzijde van de weg eveneens een geluidsafschermdende voorziening bevindt.

Bij de berekeningen wordt standaard uitgegaan van 1 reflectie. In geval van berekeningen met meervoudige reflecties wordt de spiegeling herhaald toegepast.

### 2.4 De emissie-term $L_E$

Bij de bepaling van de emissie-term  $L_E$  wordt gebruik gemaakt van de indeling in voertuigcategorieën volgens artikel 1 van deze regeling. Voor de berekening van  $L_E$  zijn de volgende gegevens nodig:

$Q$ : de gemiddelde intensiteit van de betreffende voertuigcategorie  $[h^{-1}]$ ;

- $v$  : de gemiddelde snelheid van de betreffende voertuigcategorie [km/h];  
 $v_0$  : de referentiesnelheid van de betreffende voertuigcategorie, deze bedraagt voor lv 80 km/h en voor mv en zv 70 km/h [km/h];  
 $C_{wegdek}$  : de wegdekcorrectie [dB(A)];  
 $C_H$  : de hellingcorrectie [dB(A)].

De berekening verloopt als volgt:

$$L_{E_{i,m}} = 10 \lg \left( \frac{Q_m}{v_m} \right) + \alpha_{i,m} + \beta_{i,m} \lg \left( \frac{v_m}{v_{0,m}} \right) + C_{wegdek_{i,m}} + C_{H_m} \quad 2.3$$

waarin  $\alpha + \beta \cdot \lg(v/v_0)$  het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau van de betreffende voertuigcategorie is en  $C_{wegdek}$  de emissiecorrectie voor verschillende wegdektypen.

#### 2.4.1 Het A-gewogen equivalente bronvermogensniveau.

De waarden van emissiekentallen  $\alpha$  en  $\beta$  zijn gegeven in de Tabel 2.1 en Tabel 2.2 als functie van de octaafband  $i$  en de voertuigcategorie  $m$ . De getallen gelden voor horizontale weggedeelten met een wegverharding van dicht asfaltbeton.

Tabel 2.1 Emissiekental  $\alpha$  als functie van voertuigcategorie  $m$  en octaafband  $i$

| Octaafband-<br>index ( $i$ ) | $\alpha$ |          |          |
|------------------------------|----------|----------|----------|
|                              | $m = lv$ | $m = mv$ | $m = zv$ |
| 1                            | 74,5     | 79,9     | 84,1     |
| 2                            | 84,5     | 91,1     | 91,4     |
| 3                            | 89,9     | 97,1     | 97,7     |
| 4                            | 94,0     | 100,5    | 104,8    |
| 5                            | 101,1    | 103,3    | 106,5    |
| 6                            | 99,0     | 100,4    | 102,4    |
| 7                            | 90,9     | 93,9     | 95,6     |
| 8                            | 81,0     | 85,6     | 87,0     |

Tabel 2.2 Emissiekental  $\beta$  als functie van voertuigcategorie  $m$  en octaafband  $i$

| Octaafband-<br>index ( $i$ ) | $\beta$  |          |          |
|------------------------------|----------|----------|----------|
|                              | $m = lv$ | $m = mv$ | $m = zv$ |
| 1                            | -0,5     | -0,2     | 9,8      |
| 2                            | +24,6    | +16,6    | 11,4     |
| 3                            | 27,6     | 2,5      | 2,6      |
| 4                            | 26,1     | 26,6     | 23,2     |
| 5                            | 26,8     | 22,3     | 20,8     |
| 6                            | 22,5     | 16,6     | 15,0     |
| 7                            | 22,2     | +16,2    | +12,4    |
| 8                            | 11,7     | -1,9     | -3,1     |

#### 2.4.2 De wegdekcorrectie $C_{\text{wegdek}}$

Voor een wegdektype dat afwijkt van dicht asfaltbeton wordt een correctie op het A-gewogen equivalente bronvermogen in rekening gebracht. De wegdekcorrectie  $C_{\text{wegdek}}$  is het verschil tussen dit emissiegetal en het emissiegetal bepaald voor het referentiewegdektype. De wegdekcorrectie is in het algemeen afhankelijk van de verkeerssamenstelling en de snelheid en wordt beschreven met de volgende relatie:

$$C_{\text{wegdek } i,m} = \Delta L_{m,i} + b_m \lg \left( \frac{v_m}{v_{0m}} \right) \quad 2.4$$

met:

$v_0$  : is de snelheid in km/h: 80 km/h voor lichte motorvoertuigen ( $m = lv$ ) en 70 km/h voor middelzware en zware motorvoertuigen ( $m = mv$ , resp.  $m = zv$ );

$\Delta L_{m,i}$  : verschil in dB(A) bij de referentiesnelheid  $v_0$ ;

$b_m$  : snelheidsindex in dB(A) per decade snelheidstoename.

De coëfficiënten  $\Delta L_{m,i}$  en  $b_m$  dienen bepaald te worden volgens de in hoofdstuk 4 opgenomen methode.

#### 2.4.3 De hellingcorrectie $C_H$

Indien het stijgend gedeelte van het verkeer een helling van ten minste 3% moet overwinnen over een hoogteverschil van minstens 6 m dan wordt de volgende hellingcorrectie  $C_H$  in rekening gebracht:

Tabel 2.3 De hellingcorrectie  $C_H$  voor de verschillende voertuigcategorieën

| $m$  | $C_H$                  |
|------|------------------------|
| $lv$ | $C_H = 0,25p_h - 0,75$ |
| $mv$ | $C_H = 0,5p_h - 1,5$   |
| $zv$ |                        |

waarin:

$p_h$  het hellingspercentage van het betreffende wegvak is.

## 2.5 Optrektoeslag $\Delta L_{OP}$

De optrekcorrectie  $\Delta L_{OP}$  is een correctieterm ten gevolge van het afremmen en optrekken van het verkeer door de aanwezigheid van een kruispunt of een situatie die de gemiddelde snelheid van het verkeer sterk beperkt. De correctieterm geeft een toeslag weer ten opzichte van verkeer dat rijdt met een constante snelheid van 50 km/h. De optrekcorrectie is het maximum van twee correctietermen, volgens:

$$\Delta L_{OP,m} = \max(\Delta L_{kruispunt,m}; \Delta L_{obstakel,m}) \quad 2.5$$

met:

$\Delta L_{kruispunt,m}$  : de toeslag vanwege een kruispunt;

$\Delta L_{obstakel,m}$  : de toeslag vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt.

### 2.5.1 De kruispunttoeslag $\Delta L_{kruispunt}$

Bij de berekening van de kruispunttoeslag  $\Delta L_{kruispunt}$  wordt onderscheid gemaakt naar verschillende typen kruispunt.

Het type van een kruispunt wordt bepaald met behulp van de volgende drie criteria:

- de orde van het kruispunt;
- een kruispunt is van de eerste orde als ten minste drie van de op het kruispunt aansluitende weggedeelten een totale intensiteit van 2500 motorvoertuigen per etmaal hebben;
- een kruispunt is van de tweede orde als twee van de op het kruispunt aansluitende weggedeelten een totale intensiteit van 2500 motorvoertuigen per etmaal hebben;
- de verkeersregeling op het kruispunt. Zijn verkeerslichten afwezig of niet in werking dan spreekt men van een ongeregeld kruispunt, in alle andere gevallen van een geregeld kruispunt;
- de intensiteitverhouding van de kruisende verkeersstromen. Als deze verhouding tussen de 1/3 en 3 ligt is er sprake van een gelijkwaardig kruispunt, in alle andere gevallen van een ongelijkwaardig kruispunt. Een voorrangskruising is in alle gevallen ongelijkwaardig.

Voor de berekening van de kruispunttoeslag  $\Delta L_{kruispunt}$  zijn de volgende gegevens nodig:

$a$  de afstand van het waarneempunt tot het snijpunt van de betreffende rijlijn met het verlengde van de dichtstbijzijnde wegrand van het kruisende weggedeelte [m];  
 $q$  het type kruispunt (dat wil zeggen de orde, de verkeersregeling en de intensiteitverhouding).

Bij ongeregelde kruispunten wordt geen kruispunttoeslag in rekening gebracht.

De berekening voor geregelde kruispunten gebeurt op de volgende manier.

Voor lichte motorvoertuigen (lv):

$$\Delta L_{\text{kruispunt}} = 0 \quad \text{voor } a \leq 150\text{m} \quad 2.6$$

Voor middelzware (mv) en zware voertuigen (zv):

$$\Delta L_{\text{kruispunt}} = q(2,4 - 0,016a) \quad \text{voor } a \leq 150\text{m} \quad 2.7$$

waarbij  $q$  afhankelijk is van het type kruispunt. De waarde van  $q$  volgt uit Tabel 2.4.

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

$$\Delta L_{\text{kruispunt}} = 0 \quad \text{voor } a > 150\text{m} \quad 2.8$$

Ligt het waarneempunt in de invloedssfeer van meerdere kruispunten, dan wordt alleen de hoogste kruispunttoeslag in rekening gebracht.



Tabel 2.4 De kruispuntkentallen  $q$  als functie van het type kruispunt

| Orde van het kruispunt | Gelijkwaardig kruispunt | Ongelijkwaardig kruispunt |
|------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Eerste                 | 1                       | 2/3 (1/2*)                |
| Tweede                 | 1 (2/3*)                | 1/2**                     |

\* in geval van een groene golf.  
 \*\* hierin zijn ook met verkeerslichten beveiligde voetgangersoversteekplaatsen begrepen.

### 2.5.2 Obstakeltoeslag $\Delta L_{\text{obstakel}}$

De toeslag voor de aanwezigheid van een situatie die de snelheid sterk beperkt  $\Delta L_{\text{obstakel}}$  wordt toegepast tot 100 m van de oorzaak van de snelheidsbeperking. Deze correctie wordt toegepast als ten gevolge van de obstakel de gemiddelde snelheid van het verkeer ten minste gehalveerd wordt en het verkeer ten gevolge van de obstakel afremt en weer optrekt. Deze toeslag wordt op de volgende manier berekend.

Voor lichte motorvoertuigen (lv):

$$\Delta L_{\text{obstakel}} = 0 \quad 2.9$$

Voor middelzware (mv) en zware voertuigen (zv):

$$\Delta L_{\text{obstakel}} = 1 - 0,01a \quad 2.10$$

met  $a$  de afstand van het waarneempunt tot het midden van de obstakel [m].

Voor alle voertuigcategorieën geldt:

$$\Delta L_{\text{obstakel}} = 0 \quad \text{voor } a > 100\text{m} \quad 2.11$$

Indien meerdere snelheidsbeperkingen in rekening zouden kunnen worden gebracht, wordt alleen de dichtstbijzijnde beschouwd.

## 2.6 De geometrische uitbreidingsterm $\Delta L_{GU}$

Voor de berekening van de geometrische uitbreidingsterm zijn de volgende gegevens nodig:

$R_o$ : de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindingslijn [m].

$\Theta$ : de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment (in graden).

$\Phi$ : de openingshoek van de sector (in graden).

De berekening van  $\Delta L_{GU}$  verloopt als volgt:

$$\Delta L_{GU} = 10 \lg \left( \frac{\Phi}{R_0 \sin(\Theta)} \right) \quad 2.12$$

Als de hoek  $\Theta$  een waarde aanneemt die kleiner is dan de openingshoek van de betreffende sector is nader onderzoek vereist ter bepaling van de term  $\Delta L_{GU}$ .

## 2.7 De luchtdemping $\Delta L_L$

Voor de berekening van  $\Delta L_L$  is het volgende gegeven nodig:

$R_0$ : de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindinglijn [m].

De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_L = R_0 \delta_{lucht_i} \quad 2.13$$

waarbij  $\delta_{lucht}$  de luchtdempingscoëfficiënt is. De waarde van  $\delta_{lucht}$  wordt gegeven in Tabel 2.5.

Tabel 2.5 De luchtdempingscoëfficiënt  $\delta_{lucht}$  als functie van de octaafband  $i$

| octaafbandindex | $\delta_{lucht}$ [dB/m] |
|-----------------|-------------------------|
| 1               | 0                       |
| 2               | 0                       |
| 3               | 0,001                   |
| 4               | 0,002                   |
| 5               | 0,004                   |
| 6               | 0,010                   |
| 7               | 0,023                   |
| 8               | 0,058                   |

## 2.8 De bodemdemping $\Delta L_B$

Bij de bepaling van de bodemdemping  $\Delta L_B$  wordt de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt (symbool  $R$ ) verdeeld in drie afzonderlijke delen:

- een brongebied,
- een waarneemgebied

- en een middengebied.

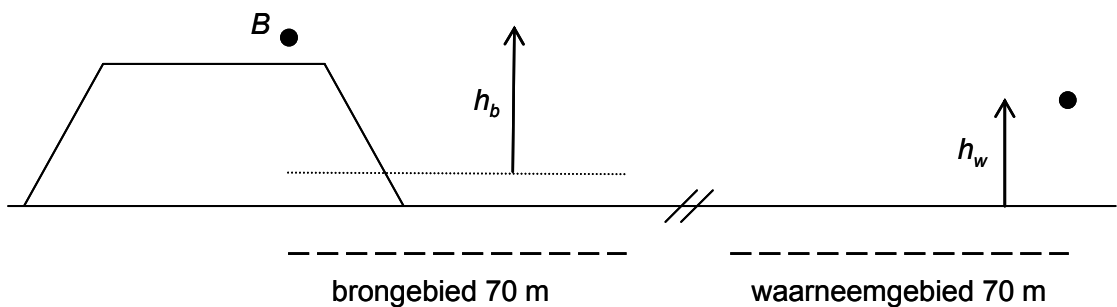
Bron- en waarneembied hebben elk een lengte van 70 m. Het resterende gedeelte van de afstand  $R$  tussen bron- en waarneempunt is het middengebied. Indien de afstand  $R$  kleiner is dan 140 m is de lengte van het middengebied nihil. Indien de afstand  $R$  kleiner is dan 70 m dan zijn de lengtes van bron- en waarneembied beide gelijk aan de afstand  $R$ .

Voor elk van de drie gebieden wordt de (bodem)absorptiefractione vastgesteld. De absorptiefractione is het quotiënt van de lengte van het betreffende gebied dat niet akoestisch hard is en de totale lengte van het betreffende gebied. Als de lengte van het middengebied nihil is, wordt de absorptiefractione op één gesteld.

Voor de berekening van de bodemdemping zijn de volgende gegevens nodig:

- $R$  : de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt [m]
- $h_b$  : de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m]
- $h_w$  : de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneembied [m]
- $B_b$  : de absorptiefractione van het brongebied [-]
- $B_m$  : de absorptiefractione van het middengebied [-]
- $B_w$  : de absorptiefractione van het waarneembied [-]
- $S_w$  : effectiviteit van de bodemdemping in het waarneembied [-]
- $S_b$  : effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied [-]

Ter verduidelijking van de definitie van  $h_b$  en  $h_w$  is in Figuur 2.3 de ligging van de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied aangegeven voor een verhoogd aangelegde weg in een willekeurig sectorvlak.



*Figuur 2.3 De bron- en waarneemhoogte ten opzichte van het gemiddeld plaatselijk maaiveld. Door de verhoogde ligging van de weg ligt het gemiddelde maaiveld in het brongebied iets boven het maaiveld naast het wegtalud.*

Als  $h_b$  en/of  $h_w$  kleiner is dan nul, dient voor  $h_b$  respectievelijk  $h_w$  de waarde nul aangehouden te worden. Als in de betreffende sector geen afscherming in rekening wordt gebracht geldt dat  $S_w$  en  $S_b$  beide de waarde één aannemen. In geval van afscherming worden  $S_w$  en  $S_b$  berekend volgens formule 2.19 in § 2.10.

De berekening van de bodemdemping verloopt volgens de formules als gegeven in Tabel 2.6.

Tabel 2.6 De formules voor de bepaling van bodemdemping  $\Delta L_B$  als functie van de octaafband  $i$ . De cursief gedrukte symbolen vormen de waarden die voor de variabelen  $x$  en  $y$  moeten worden gesubstitueerd in de functie  $\gamma(x, y)$ .

| Octaafband<br>$i$ | Bodemdemping $\Delta L_B$ [dB]   |                                      |                                    |    |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|----|
| 1                 |                                  | $-3 \gamma_o(h_b + h_w, R)$          |                                    | -6 |
| 2                 | $[S_b \gamma_1(h_b, R) + 1] B_b$ | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ [S_w \gamma_1(h_w, R) + 1] B_w$ | -2 |
| 3                 | $[S_b \gamma_2(h_b, R) + 1] B_b$ | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ [S_w \gamma_2(h_w, R) + 1] B_w$ | -2 |
| 4                 | $[S_b \gamma_3(h_b, R) + 1] B_b$ | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ [S_w \gamma_3(h_w, R) + 1] B_w$ | -2 |
| 5                 | $[S_b \gamma_4(h_b, R) + 1] B_b$ | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ [S_w \gamma_4(h_w, R) + 1] B_w$ | -2 |
| 6                 | $B_b$                            | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ B_w$                            | -2 |
| 7                 | $B_b$                            | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ B_w$                            | -2 |
| 8                 | $B_b$                            | $-3[1 - B_m] \gamma_o(h_b + h_w, R)$ | $+ B_w$                            | -2 |

De functie  $\gamma$  worden als volgt gedefinieerd:

$$\begin{aligned} \gamma_o(x, y) &= 1 - 30 x/y && \text{voor } y \geq 30x \\ \gamma_o(x, y) &= 0 && \text{voor } y < 30x \end{aligned} \quad 2.14a$$

$$\begin{aligned} \gamma_1(x, y) &= 3,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,12(x-5)^2] \\ &\quad + 5,7[1 - \exp(-2,8 \cdot 10^{-6}y^2)] \exp(-0,09 x^2) \end{aligned} \quad 2.14b$$

$$\gamma_2(x, y) = 8,6[1 - \exp(-0,02y)] \exp(-0,09 x^2) \quad 2.14c$$

$$\gamma_3(x, y) = 14,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,46 x^2] \quad 2.14d$$

$$\gamma_4(x, y) = 5,0[1 - \exp(-0,02y)] \exp[-0,9 x^2] \quad 2.14e$$

Voor de variabelen  $x$  en  $y$  moeten de waarden van de grootheden worden gesubstitueerd die tussen haakjes in cursieven achter de overeenkomstige functies  $\gamma$  uit de formules als gegeven in Tabel 2.6 zijn geplaatst.

## 2.9 De metecorrectieterm $C_M$

Voor de berekening van de metecorrectieterm  $C_M$  zijn de volgende gegevens nodig:

- $R$  : de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt [m]
- $h_b$  : de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m]
- $h_w$  : de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneembied [m].

Als  $h_b$  en/of  $h_w$  kleiner is dan nul, dient voor  $h_b$  respectievelijk  $h_w$  de waarde nul aangehouden te worden. De berekening verloopt als volgt:

$$C_M = 3,5 - 35 \frac{h_b + h_w}{R} \text{ voor } R > 10(h_b + h_w) \quad 2.15$$

$$C_M = 0 \quad \text{voor } R \leq 10(h_b + h_w)$$

## 2.10 De schermwerking $\Delta L_{SW}$

(incl. de termen  $S_w$  en  $S_b$  uit de bodemdempingsformules als gegeven in Tabel 2.6).

Indien zich binnen een sector objecten bevinden waarvan de zichthoek ten minste samenvalt met de openingshoek van de betreffende sector en waarvan tevens in redelijkheid te verwachten is dat die de geluidsoverdracht zullen belemmeren, wordt de schermwerking  $\Delta L_{SW}$  tezamen met een verminderde bodemdemping (vervat in de termen  $S_w$  en  $S_b$ , zie Tabel 2.6 van § 2.8) in rekening gebracht.

Voor de bepaling van de totale schermwerking wordt onderscheid gemaakt tussen objecten die voldoen aan de definitie van een middenbermscherm zoals beschreven in hoofdstuk 6 en alle andere afschermdende objecten.

De totale schermwerking  $\Delta L_{SW}$  wordt als volgt berekend:

$$\Delta L_{SW} = \Delta L_{SWN} + C_{mbs} \quad 2.16$$

waarin:

$\Delta L_{SWN}$  de schermwerking van een afschermd object, niet zijnde een middenbermscherm;

$C_{mbs}$  de middenbermcorrectie.

De waarde van de correctieterm voor een middenbermscherm  $C_{mbs}$  volgt uit de methode zoals beschreven in hoofdstuk 6.

De berekeningsformule van de schermwerking  $\Delta L_{SW}$  van een willekeurig gevormd object (niet zijnde een middenbermscherm) bevat drie termen, zie formule 2.17.

1. De eerste term beschrijft de afscherming van een equivalent ideaal scherm (een dun, verticaal vlak). De hoogte van het equivalente scherm is gelijk aan de grootste hoogte van het obstakel. De bovenrand van het equivalente scherm dient samen te vallen met de bovenrand van het object. Als op grond hiervan meerdere locaties van het equivalente scherm mogelijk zijn, wordt hieruit die locatie gekozen die maximale schermwerking tot gevolg heeft.
2. De tweede en de derde term zijn alleen van belang als het profiel, dat wil zeggen de doorsnede in het sectorvlak, van het afschermd object afwijkt van dat van het ideale scherm.
  - a. Het extra afschermdende effect van een schermtop - mits deze voldoet aan de in hoofdstuk 5 omschreven eisen - kan in rekening gebracht worden met een correctieterm  $C_T$  vanwege een schermtop;
  - b. Het effect van alle andere van het ideale scherm afwijkende profielen wordt in rekening gebracht door het toepassen van een profielafhankelijke correctieterm  $C_p$ .

Als er meerdere afscherpende objecten in een sector aanwezig zijn, wordt alleen het object in rekening gebracht dat, bij afwezigheid van de andere, de grootste afscherming zou geven.

De schermwerking  $\Delta L_{SWN}$  wordt als volgt berekend:

$$\Delta L_{SWN} = H F(N_f) + C_T - C_p \quad 2.17$$

waarin:

$H$  de effectiviteit van het scherm is,

$F(N_f)$  een functie met argument  $N_f$  (het fresnelgetal);

$C_T$  de correctieterm vanwege een schermtop;

$C_p$  de profielafhankelijke correctieterm.

Als de schermwerking  $\Delta L_{SWN}$  op grond van formule 2.17 negatief wordt, moet de waarde  $\Delta L_{SW} = 0$  worden aangehouden.

### Definities

Voor de berekening van de afscherpende effecten zijn de volgende gegevens nodig:

$z_B$ : de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil (= horizontaal vlak waarin  $z = 0$ ) [m].

$z_W$ : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil [m].

$z_T$ : de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil [m].

$h_b$ : de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het brongebied [m].

$h_w$ : de hoogte van het waarneempunt boven de gemiddelde maaiveldhoogte in het waarneemgebied [m].

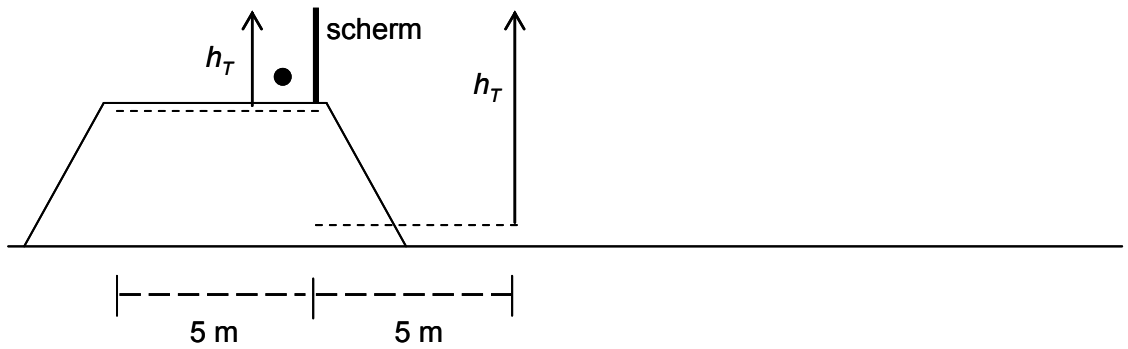
$h_T$ : de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het plaatselijk maaiveld. Het plaatselijk maaiveld bij een scherm is de gemiddelde maaiveldhoogte in een strook ter breedte van 5 m aan beide zijden van het scherm. Indien aan beide zijden van het scherm de maaiveldhoogte verschillend is, wordt de grootste waarde van  $h_T$  genomen, zie Figuur 2.4 [m].

$R_o$ : de afstand tussen bron- en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindinglijn [m].

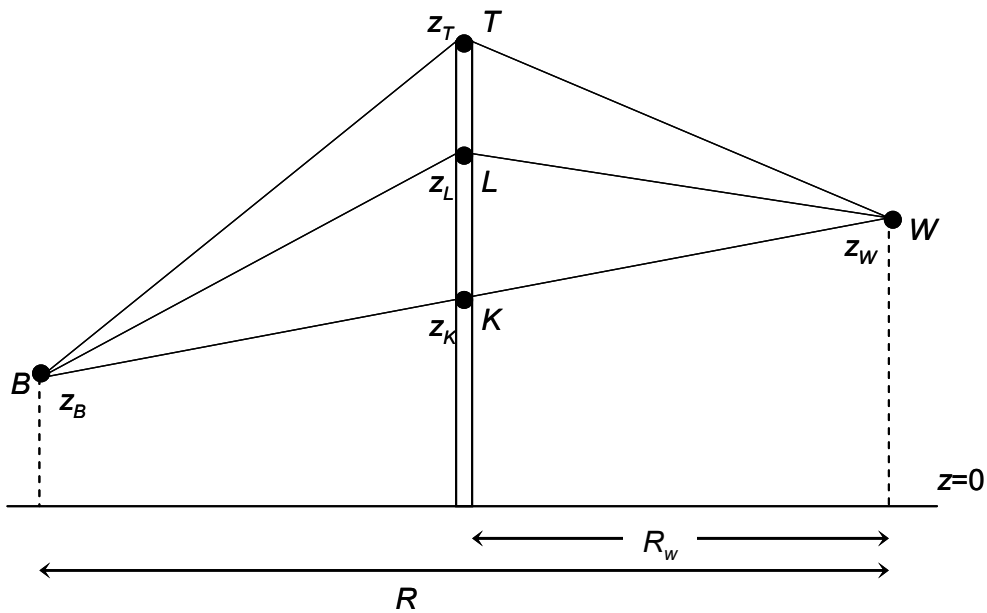
$R_w$ : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm [m].

$R$ : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneem- en bronpunt [m].

- : het profiel van het afscherpend object.



Figuur 2.4 De schermhoogte  $h_T$  bij een scherm op een verhoogd wegtalud. In dit voorbeeld is de situatie rechts bepalend voor  $h_T$ .



Figuur 2.5 Een sectorvlak met een ideaal scherm, waarop de punten K, T en L zijn aangegeven. De gebroken lijn BLW is een schematisering van een gekromde geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt.

Voor de berekening worden op het scherm een drietal punten gedefinieerd (zie Figuur 2.5).

- K : het snijpunt van het scherm met de zichtlijn (= de rechte tussen bron- en waarneempunt)
- L : het snijpunt van het scherm met een gekromde geluidsstraal die onder meewindcondities van bron- naar waarneempunt loopt
- T : de top van het scherm.

Deze drie punten bevinden zich op de respectievelijke hoogten  $z_K$ ,  $z_L$  en  $z_T$  boven het referentiepeil. Voor de afstand tussen de punten K en L geldt:

$$z_L - z_K = \frac{R_w(R - R_w)}{26R} \quad 2.18$$

Verder geldt:

$R_L$  is de som van de lengtes van de lijnstukken BL en LW

$R_T$  is de som van de lengtes van de lijnstukken  $BT$  en  $TW$ .  
 $R_0$  is de som van de lengtes van de lijnstukken  $BK$  en  $KW$ .

### Berekening verminderde bodemdemping

De factoren  $S_w$  en  $S_b$  uit formules als gegeven in Tabel 2.6 (§ 2.8) worden als volgt berekend:

$$S_w = 1 - \frac{R - R_w}{R} \frac{3h_e}{3h_e + h_w + 1} \quad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_w = 1$$

$$S_b = 1 - \frac{R_w}{R} \frac{3h_e}{3h_e + h_b + 1} \quad \text{als } h_e < 0 \text{ dan } S_b = 1$$
2.19

waarin  $h_e$  de effectieve schermhoogte is, gedefinieerd als:

$$h_e = z_T - z_L$$
2.20

### Berekening schermwerking van ideaal scherm

De schermwerking van een ideaal scherm is gelijk aan  $HF(N_f)$ .

$H$  wordt als volgt bepaald:

$$H = 0,25h_T 2^{i-1}$$
2.21

$i$  is hierin de octaafbandindex. De minimale hoogte van de top van het scherm ten opzichte van het plaatselijk maaiveld  $h_T$  waarmee gerekend wordt, is 0,5 m. De maximale waarde van  $H$  is 1.

$N_f$  wordt als volgt bepaald:

$$N_f = 0,37\varepsilon 2^{i-1}$$
2.22

met  $\varepsilon$  de "akoestische omweg", die wordt gedefinieerd als:

$$\varepsilon = R_T - R_L \quad \text{voor } z_T \geq z_K$$

$$\varepsilon = 2R_0 - R_T - R_L \quad \text{voor } z_T < z_K$$
2.23

De definitie van de functie  $F$  is gegeven in de formules 2.23 a t/m f uit Tabel 2.7.



Tabel 2.7 De definitie van de functie F met als variabele  $N_f$  voor zes intervallen van  $N_f$  (formules 2.24a t/m f).

| Geldig in het interval van $N_f$ |           | Definitie $F(N_f)$  |
|----------------------------------|-----------|---|
| van                              | tot       |   |
| $-\infty$                        | - 0,314   | 0   |
| - 0,314                          | - 0,0016  | $- 3,682 - 9,288 \lg  N_f  - 4,482 \lg^2  N_f  - 1,170 \lg^3  N_f  - 0,128 \lg^4  N_f $ |
| - 0,0016                         | + 0,0016  | $ N_f $   |
| + 0,0016                         | + 1       | 5   |
| + 1                              | +         | $12,909 + 7,495 \lg N_f + 2,612 \lg^2 N_f + 0,073 \lg^3 N_f - 0,184 \lg^4 N_f -$        |
| 16,1845                          | 16,1845   | $0,032 \lg^5 N_f$   |
|                                  | $+\infty$ | $12,909 + 10 \lg N_f$   |

### Berekening van correctietermen voor afwijkende schermprofielen

#### Schermtop

De waarde van de correctieterm voor een schermtop  $C_T$  volgt uit de methode zoals beschreven in hoofdstuk 5.

#### Andere profielen

De waarde van de profielafhankelijke correctieterm  $C_p$  volgen uit Tabel 2.8.

Tabel 2.8 De profielafhankelijke correctieterm  $C_p$ .  $T$  is de tophoek (in graden) van de dwarsdoorsnede van het object.

| $C_p$ | object   |
|-------|--|
| 0 dB  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- alle gebouwen</li> <li>- dunne wanden waarvan de hoek met verticaal <math>\leq 20^\circ</math></li> <li>- grondlichamen met <math>0^\circ \leq T \leq 70^\circ</math></li> <li>- alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte minder dan twee maal de hoogte van die wand is</li> <li>- bij toepassing van een schermtop, waarvan het effect met de correctieterm <math>C_T</math> in rekening wordt gebracht</li> </ul> |
| 2 dB  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- randen van weglichamen in ophoging</li> <li>- randen van wegen op een viaduct</li> <li>- alle grondlichamen met daarop een dunne wand, als de totale constructiehoogte meer bedraagt dan twee maal de hoogte van die wand</li> <li>- grondlichamen met <math>70^\circ &lt; T \leq 165^\circ</math></li> </ul>   |

In de gevallen waarin het profiel van het afschermend object niet overeenkomt met een van de in Tabel 2.8 genoemde profielen dient een nader onderzoek naar de schermwerking van dat object te worden verricht.

Indien de isolatiewaarde van de afscherming minder dan 10 dB groter is dan de berekende schermwerking  $\Delta L_{SW}$  is nader onderzoek vereist naar de totale geluidsreducerende werking van de afscherming.

## 2.11 De niveaureductie $\Delta L_R$ ten gevolge van absorptie bij reflecties

Voor de berekening van de niveaureductie ten gevolge van de absorptie die optreedt bij reflecties is het volgende gegeven nodig:

$N_{refl}$  het aantal reflecties (zie ook § 2.3) tussen bron- en waarneempunt [-].

De berekening verloopt als volgt:

$$\Delta L_R = N_{refl} \cdot \delta_{refl} \quad 2.25$$

waarin  $\delta_{refl}$  de niveaureductie ten gevolge van één reflectie is. Voor gebouwen en reflecterende geluidsschermen geldt voor alle octaafbanden  $\delta_{refl} = 1$  dB. Voor alle andere objecten geldt  $\delta_{refl} = 0$  dB voor alle octaafbanden, tenzij het object aantoonbaar geluidabsorberend is uitgevoerd. In dat geval geldt per octaafband  $\delta_{refl} = -10 \lg(1 - \alpha)$ , waarin  $\alpha$  de geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object is in de betreffende octaafband.

## 2.12 Het octaafbandspectrum van het equivalente geluidsniveau

Het A-gewogen equivalente geluidsniveau in octaafband  $i$ , symbool  $L_{eq,i}$ , wordt gegeven door:

$$L_{eq,i} = 10 \lg \sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^N \sum_{m=lv}^{zv} 10^{L_{eq,i,j,n,m}/10} \quad 2.26$$

waarin de betekenis van de grootheden en de uitwerking ervan analoog zijn aan die van formule 2.1.

### 3 STANDAARDMEETMETHODE

#### 3.1 De meetmethode voor de bepaling van het $L_{Aeq}$

Bij de bepaling van het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq}$  ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel, wordt uitgegaan van de volgende formule:

$$L_{Aeq} = L'_{Aeq} + \Delta E - C_m \quad 3.1$$

waarbij:

$L'_{Aeq}$ : het met inachtneming van het gestelde in de volgende paragrafen gemeten equivalente geluidsniveau [dB(A)]

$\Delta E$ : het verschil in de geluidsemisatie tussen de maatgevende verkeerssituatie en de tijdens de meting optredende verkeerssituatie. Deze term wordt als volgt bepaald:

$$\Delta E = E_{maatg} - E_{meting} \quad 3.2$$

met:

$E_{maatg}$ : het emissiegetal berekend volgens paragraaf 1.5 van hoofdstuk 1 uitgaande van de maatgevende verkeersintensiteiten en -snelheden

$E_{meting}$ : het emissiegetal berekend volgens paragraaf 1.5 van hoofdstuk 1 uitgaande van de verkeersintensiteiten en -snelheden optredende tijdens de meetperiode

$C_M$ : de meteocorrectieterm bepaald met de volgende formule:

$$C_M = 3,5 - 35 \frac{h_b + h_w}{R} \quad \text{voor } R > 10(h_b + h_w) \quad 3.3$$
$$C_M = 0 \quad \text{voor } R \leq 10(h_b + h_w)$$

met:

$h_b$ : de bronhoogte [m], zijnde de gemiddelde hoogte van het wegdek boven maaiveld vermeerderd met 0,75 m; als de aldus gevonden bronhoogte  $h_b$  kleiner is dan nul, dan geldt  $h_b = 0$  m;

$h_w$ : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het maaiveld [m];

$R$ : de kortste, horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en het midden van de meest nabij gelegen rijstrook [m].

#### 3.2 Apparatuur

Voor een meting van het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq}$  dient beschikt te worden over:

- een rondomgevoelige microfoon voorzien van windbol;
- een instrument waarmee de A-weging kan worden uitgevoerd (A-filter)
- een instrument dat een directe uitlezing geeft van het geluidsniveau in dB(A);

- d. een instrument dat het microfoonsignaal verwerkt tot een equivalent geluidsniveau in dB(A) over een instelbare meetperiode;
- e. een akoestische ijkbron aangepast aan het gebruikte type microfoon;
- f. een windrichtingmeter;
- g. een windsnelheidsmeter.
- h. een apparaat waarmee de snelheid van de passerende voertuigen kan worden geregistreerd

Combinaties van de onder a t/m e genoemde elementen kunnen tot één apparaat zijn samengevoegd.

De aan genoemde apparatuur gestelde eisen zijn:

- a t/m d: de relevante eigenschappen dienen minstens te voldoen aan de eisen voor het type 1 instrument zoals omschreven in de I.E.C.-publication nr. 60651;
- e. akoestische ijkbron dient iedere twee jaar te worden geïjkt in een daartoe uitgerust laboratorium;
- g. de windsnelheidsmeter dient, inclusief aanspreekgevoeligheid, ten minste een nauwkeurigheid van 0,5 m/s te hebben in het bereik 0-3 m/s en een nauwkeurigheid van 1 m/s bij hogere windsnelheden;
- h. de voertuigsnelheidsmeter dient maximaal een nauwkeurigheid van 3% van de te meten voertuigsnelheid te hebben.

### 3.3 Meteorologische randvoorwaarden

Niet gemeten mag worden:

- a. bij dichte mist (zicht < 200 m);
- b. tijdens neerslag;
- c. bij harde wind (waarbij het windgeruis minder dan 10 dB(A) onder het te meten geluidsniveau ligt);
- d. als de akoestische eigenschappen van de weg en de bodem tussen weg en waarneempunt ten gevolge van bepaalde weersomstandigheden afwijken van de normale situatie.
- e. als de weersomstandigheden niet voldoen aan het meteoraam als gegeven in Tabel 3.1. Slechts voor relatief kleine afstanden ( $R < 10(h_b + h_w)$ ) is het meteoraam niet van toepassing, tenzij er sprake is van afscherming.

Onder afscherming wordt hier verstaan de situatie waarbij het zicht op de weg vanuit het waarneempunt voor meer dan 30° wordt belemmerd. Hierbij wordt alleen gelet op objecten die zich binnen de openingshoek van de in het meteoraam toegestane windrichtingen bevinden.

Tabel 3.1 Het meteoraam waarin:

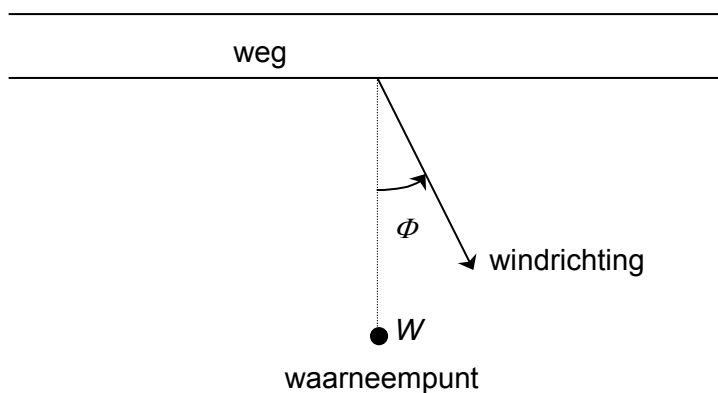
*meteorologische dag* = de periode tussen 1 uur na zonsopgang en 1 uur vóór zonsondergang;

*meteorologische nacht* = de periode tussen 1 uur vóór zonsondergang en 1 uur na zonsopgang.

|                       | meteoraam   |                               |
|-----------------------|---|-------------------------------|
|                       | toegestane windsnelheden                                      | toegestane windrichtingen     |
| meteorologische dag   | oktober t/m mei $v > 1$ m/s<br>juni t/m september $v > 2$ m/s | $-80^\circ < \Phi < 80^\circ$ |
| meteorologische nacht | $v > 1$ m/s   |                               |

$v$  = de gemiddelde windsnelheid tijdens de geluidsmeting, op 10 m hoogte in het open veld nabij de meetlocatie; de nauwkeurigheid waarmee  $v$  bepaald moet worden is 1 m/s voor  $v > 2$  m/s en 0,5 m/s voor kleinere  $v$ ,

$\Phi$  = de gemiddelde hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindingslijn tussen het waarneempunt en de weg.



Figuur 3.1 Definitie van  $\Phi$ .

### 3.4 De meetplaats

Als de meting van  $L'_{Aeq}$  dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een (nog) niet bestaand gebouw, moet de microfoon worden geplaatst in het geplande gevelvlak.

Als de meting van  $L'_{Aeq}$  dient ter vaststelling van de geluidsbelasting van de gevel van een bestaand gebouw, moet de microfoon 2 m voor die gevel worden geplaatst. In dit geval wordt het gemeten equivalente geluidsniveau verminderd met 3 dB.

De directe omgeving van de microfoon en het gebied tussen de weg en de microfoon moet in normale toestand zijn. Er mogen zich geen niet-permanente objecten bevinden, die van invloed zijn op het meetresultaat.

Het rijgedrag en de verdeling van de onderscheiden motorvoertuigcategorieën over de verschillende rijstroken moet normaal zijn voor het beschouwde weggedeelte.

De microfoon moet met een zodanige constructie worden bevestigd dat tijdens de meting geen bewegingen mogelijk zijn. De constructie mag geen invloed uitoefenen op het meetresultaat.

De microfoon dient met zijn gevoeligste richting omhoog te zijn georiënteerd.

### 3.5 De meetprocedure

Tijdens de meetperiode moet het verkeer op het betreffende weg worden geteld. Hierbij moet onderscheid worden gemaakt in de volgende voertuigcategorieën: lichte, middelzware en zware motorvoertuigen. De meetperiode dient zo lang te zijn dat ten minste 100 motorvoertuigen gepasseerd zijn, waarbij de verdeling van deze voertuigen over de voertuigcategorieën representatief moet zijn voor de verdeling in de maatgevende periode. De meetperiode mag niet korter zijn dan 10 minuten.

Andere geluiden dan van het wegverkeer op de betreffende weggedeelte mogen het meetresultaat niet zodanig beïnvloeden dat een afwijking van 0,5 dB of meer optreedt. De meetapparatuur moet voor en na de meting worden geïjkt met de ijkbron. Het verschil tussen beide ijkmetingen mag niet groter dan 1 dB zijn.

Het aantal metingen dat in een gegeven situatie noodzakelijk is, wordt gegeven in Tabel 3.2. Wanneer volgens Tabel 3.2 meer dan één meting is voorgeschreven moet elke meting op een andere dag worden uitgevoerd. Het eindresultaat in geval van meerdere metingen wordt gegeven door:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{Aeq,i}/10} \right) \quad 3.4$$

waarin  $L_{Aeq,i}$  het volgens formule 3.3 voor meting  $i$  berekende equivalente geluidsniveau is.

$N$  is het aantal metingen dat in de betreffende situatie is vereist.

Tabel 3.2 *Het minimum aantal metingen afhankelijk van afstand en aanwezigheid van afscherming*

| afstand                                  | minimum aantal metingen $N$ |                 |
|--|-----------------------------|-----------------|
|  | zonder afscherming          | met afscherming |
| $R \leq 10 (h_b + h_w)$                  | 1                           | 1               |
| $10 (h_b + h_w) < R \leq 20 (h_b + h_w)$ | 1                           | 2               |
| $20 (h_b + h_w) < R$                     | 2                           | 3               |

## 4 WEGDEKCORRECTIE

### 4.1 Definitie

De emissiegetallen zoals beschreven in het de onderhavige regeling hebben betrekking op motorvoertuigen rijdend op een wegdek van dicht asfaltbeton (DAB) volgens standaardspecificaties (RAW), dat zich in een goede wegbouwkundige staat bevindt. Verkeer op afwijkende wegdektypen zal in het algemeen een ander emissiegetal opleveren. De wegdekcorrectie is het verschil tussen dit emissiegetal en het emissiegetal bepaald voor het referentiewegdek. De gegevens van het referentiewegdek zijn beschreven in paragraaf 4.2. Als een wegdek afwijkt van DAB (volgens standaardspecificaties) dan moet een wegdekcorrectie in rekening gebracht worden.

De wegdekcorrectie is afhankelijk van de voertuigcategorie en de snelheid en wordt beschreven met de volgende relaties:

voor de Standaardrekenmethode I:

$$C_{\text{wegdek}_m} = \Delta L_m + b_m \lg \left( \frac{v_m}{v_{0,m}} \right) \quad 4.1$$

voor de Standaardrekenmethode II:

$$C_{\text{wegdek}_{m,i}} = \Delta L_{m,i} + b_m \lg \left( \frac{v_m}{v_{0,m}} \right) \quad 4.2$$

met:

$v_0$  : de referentiesnelheid: 80 km/h voor lichte motorvoertuigen (lv) en 70 km/h voor middelzware (mv) en zware motorvoertuigen (zv);

$\Delta L_m$  : verschil in dB(A) bij de referentiesnelheid  $v_0$ ;

$\Delta L_{m,i}$  : verschil in dB(A) voor de octaafband  $i$  bij de referentiesnelheid  $v_0$ ;

$b_m$  : snelheidsindex in dB(A) per decade snelheidstoename.

De coëfficiënten  $\Delta L_m$ ,  $\Delta L_{m,i}$  en  $b_m$  dienen bepaald te worden volgens de in de paragraaf 4.4 beschreven methode.

### 4.2 Referentiewegdek

De geluidsreducerende eigenschap van een wegdek wordt vastgelegd ten opzichte van het referentiewegdek. Het referentiewegdek is qua snelheidsafhankelijk niveaus gebaseerd op SPB-metingen en qua spectrum op emissiemetingen. Beide type metingen zijn uitgevoerd op dicht asfaltbeton (DAB) volgens standaardspecificaties (RAW). De referentiewaarden voor verschillende snelheden zijn weergegeven in Tabel 4.1. In Tabel 4.2 zijn de genormeerde spectra weergegeven voor lichte motorvoertuigen en voor (middel-) zware motorvoertuigen.



Tabel 4.1 Referentiewaarden en de waarden van de coëfficiënten  $a$  en  $b$  van de regressielijn, gebaseerd op  $L = a + b \lg(v/v_0)$ , voor het referentiewegdek. De referentiesnelheid  $v_0$  is 80 km/h en 70 km/h voor respectievelijk lichte en (middel)zware motorvoertuigen.

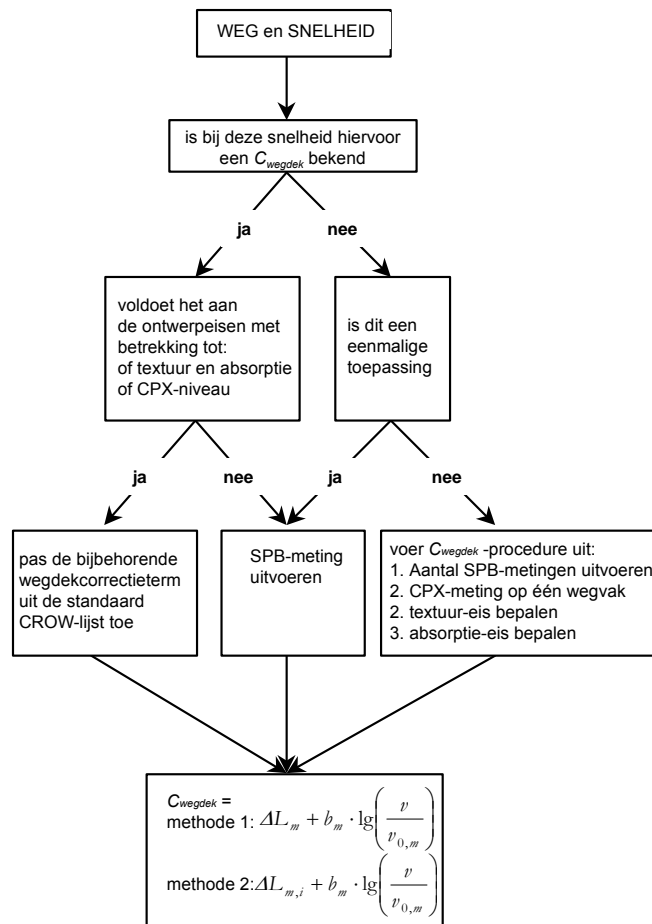
| snelheid<br>[km/h] | referentiewaarde [dB(A)] |      |      |      |      |      |      |      |      |      | $a$   | $b$   |
|--------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
|                    | 40                       | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  |       |       |
| licht              | 64,8                     | 68,0 | 70,7 | 72,9 | 74,8 | 76,5 | 78,0 | 79,3 | 80,6 | 81,7 | 74,78 | 33,01 |
| middelzwaar        | 75,9                     | 77,9 | 79,5 | 80,9 | 82,2 | 83,2 | 84,2 |      |      |      | 80,94 | 20,90 |
| zwaar              | 78,0                     | 80,2 | 82,0 | 83,5 | 84,8 | 85,9 | 87,0 |      |      |      | 83,48 | 22,50 |

Tabel 4.2 Genormeerde spectra voor het referentiewegdek.

| voertuigcategorie    | octaafband [Hz] |       |       |       |      |      |       |       |
|----------------------|-----------------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|
|                      | 63              | 125   | 250   | 500   | 1000 | 2000 | 4000  | 8000  |
| lichte               | -28,6           | -19,6 | -14,4 | -10,2 | -3,1 | -5,1 | -13,1 | -22,6 |
| middelzwaar en zwaar | -25,4           | -18,2 | -11,2 | -5,8  | -3,9 | -7,5 | -14,1 | -21,4 |

### 4.3 Protocol bepaling $C_{wegdek}$

In Figuur 4.1 staat schematisch het protocol voor de toepassing van  $C_{wegdek}$ .



Figuur 4.1 Schematische weergave van de bepaling van de wegdekcorrectie voor een aan te leggen wegdek

### 4.4 $C_{wegdek}$ methode

#### 4.4.1 Afzonderlijke SPB-metingen

1. Voor de vaststelling van de geluidsemissie van een wegdek wordt de ISO-methode 11819-1 toegepast. De volgende onderdelen worden nader gespecificeerd:
  - De meetpositie. Deze bevindt zich op 7,5 m afstand en 5 m en 1,2 m hoogte ten opzichte van de as van de rijstrook. De gegevens gemeten op 1,2 m hoogte dienen alleen te worden gerapporteerd; deze worden niet in de analyse meegenomen;
  - De definitie van voertuigtypen die als representatief voor de betreffende categorie beschouwd worden;
  - bepaling van de coëfficiënten  $\Delta L$  en  $b$  voor lichte, middelzware en zware motorvoertuigen overeenkomstig ISO 11819-1 (bestelbusjes, terreinvoertuigen, bussen en dergelijke niet meenemen);
2. Het aantal voertuigen per meting. Als minimumeis geldt dat 100 lichte (lv) en 50 zware motorvoertuigen (zv) worden bemeaten. De regressiewaarde is alleen geldig

bij die snelheid waarbij het 95%c.i. bij lv kleiner of gelijk is aan 0,3 dB(A) en voor middelzware motorvoertuigen (mv) en zv kleiner of gelijk aan 0,8 dB(A). Indien meer dan bovengenoemde aantallen worden gemeten, worden er strengere eisen aan het 95%c.i. bij snelheid  $v$  gesteld voor  $n$  lv volgens

$$95\% c.i.(n,v) = 95\% c.i.(100,v) \cdot \sqrt{\frac{99}{n-1}} \quad \text{en voor } n \text{ zv volgens}$$

$$95\% c.i.(n,v) = 95\% c.i.(50,v) \cdot \sqrt{\frac{49}{n-1}}.$$

Voldoen de resultaten van een meting bij geen enkele snelheid aan deze eis dan wordt deze meting niet meegenomen in de bepaling van de  $C_{wegdek}$ .

3. Bij minimaal 10% van de passages dient de spectrale samenstelling van het geluid ten tijde van het optreden van het  $L_{A,max}$  te worden bepaald. De snelheden bij deze spectrale metingen moeten binnen de referentiesnelheid  $\pm 10$  km/h vallen.
4. Als temperatuurcorrectie geldt voor lv:  $C_{temp,licht} = 0,05 \cdot (T_{licht} - 20^\circ\text{C})$ . De hiermee berekende waarde wordt bij de gemeten emissie opgeteld. Voor mv en zv geldt  $C_{temp,zaar} = 0,03 \cdot (T_{licht} - 20^\circ\text{C})$ .

#### 4.4.2 Gemiddelde van SPB-metingen

1. De SPB-metingen worden uitgevoerd op minimaal vijf wegdekken van hetzelfde type, die in evenzoveel verschillende werken zijn aangelegd. Bij de keuze van de locaties dient bij voorkeur een zo groot mogelijk snelheidsgebied bestreken te worden, waarin de functies interregio, regio en stedelijk zo breed mogelijk vertegenwoordigd zijn. Hierbij dient vanzelfsprekend het toepassingbereik van de wegdekken te worden meegenomen.
2. Voor elk individueel wegdek worden  $\Delta L$  en  $b$  bepaald per voertuigcategorie. De correctieterm voor zv wordt eveneens toegepast voor middelzware motorvoertuigen mv tenzij uit metingen significante verschillen blijken tussen deze twee voertuigcategorieën.
3. De gemiddelde  $\Delta L$  en  $b$  van minimaal vijf wegvakken worden bepaald. Het 95%-confidentie-interval van het gewogen gemiddelde bij iedere snelheid wordt berekend. Deze waarden van  $\Delta L$  en  $b$  zijn als maatgevend te beschouwen voor de wegdekcorrectie voor lv, mv en zv van het betreffende wegdektype. Deze waarden van  $\Delta L$  en  $b$  worden op twee decimalen afgerond. De uiteindelijke  $C_{wegdek}$  wordt op één decimaal afgerond.
4. De spectrale  $C_{wegdek}$ -factoren worden als volgt berekend:
  - bepaal de overall correctie ten opzichte van het referentiewegdek bij de referentiesnelheid;
  - bepaal het op 0 dB(A) genormeerd gemiddeld spectrum;
  - bepaal per octaafband de correctie ten opzichte van het referentiespectrum;
  - tel bij alle octaafbanden de waarde uit de eerste stap op.

## 4.5 Eisen aan vaststelling $C_{wegdek}$

### 4.5.1 Afzonderlijke SPB-metingen

Aan het aantal voertuigen en 95%-confidentie-interval per meting worden eisen gesteld. Als minimumeis geldt dat 100 lichte (lv) en 50 zware motorvoertuigen (zv) worden gemeten. De regressiewaarde is alleen geldig bij die snelheid waarbij het 95%-confidentie-interval bij lv kleiner of gelijk is aan 0,3 dB(A) en voor middelzware motorvoertuigen (mv) en zv kleiner of gelijk aan 0,8 dB(A). Indien meer dan bovengenoemde minimum aantallen worden gemeten, worden er strengere eisen aan het 95%-confidentie-interval bij een snelheid gesteld volgens de volgende tabel.

Indien er minder dan de bovengenoemde minimum aantallen worden gemeten, voldoet de SPB-meting niet voor dat wegdek. Maar de resultaten kunnen wel meegenomen in de bepaling van de  $C_{wegdek}$  (dit gedeelte in de tabel is gearceerd). Echter voldoen de resultaten van een meting bij geen enkele snelheid aan de betrouwbaarheidseisen in relatie tot het aantal voertuigpassages dan wordt deze meting niet meegenomen in de bepaling van de  $C_{wegdek}$ .

Tabel 4.3 overzicht van het 95%-confidentie-interval (95%c.i.) als functie van het aantal passages voor lichte en zware motorvoertuigen

| lichte motorvoertuigen |         | zware motorvoertuigen |         |
|------------------------|---------|-----------------------|---------|
| aantal passages        | 95%c.i. | aantal passages       | 95%c.i. |
| 25                     | 0,7     | 10                    | 1,9     |
| 50                     | 0,5     | 15                    | 1,6     |
| 75                     | 0,4     | 25                    | 1,1     |
| 100                    | 0,3     | 50                    | 0,8     |
| 125                    | 0,3     | 60                    | 0,7     |
| 150                    | 0,2     | 75                    | 0,7     |
| 200                    | 0,2     | 100                   | 0,6     |
| 300                    | 0,2     | 150                   | 0,5     |
| 500                    | 0,1     | 250                   | 0,4     |
| 1000                   | 0,1     |                       |         |

### 4.5.2 Gemiddelde van SPB-metingen

De correctiewaarden worden alleen toegepast voor die snelheden waarbij zij voldoende betrouwbaar zijn. De correctiewaarden zijn gebaseerd op meetresultaten binnen een bepaald snelheidsinterval en gelden niet voor snelheden buiten dit interval. Dit betekent dat aan de volgende eisen voldaan moet worden:

1. de maximale spreiding (de zogenaamde max - min waarde) van de afzonderlijk SPB-metingen waarbij de resultaten betrouwbaar zijn, dient kleiner dan 2 dB(A) te zijn. Als er een wegdek wordt aangetroffen met een sterk van het gemiddelde afwijkend resultaat, wordt deze niet in de analyse meegenomen;
2. de correctiewaarde is geldig voor die snelheden waarbij het 95%-confidentie-interval rond de regressielijn kleiner is dan 0,1 dB(A) voor  $lv$  en kleiner is dan 0,4 dB(A) voor  $zv$ . Als deze waarden niet worden bereikt, geldt er bij deze snelheden geen  $C_{wegdek}$ ;
3. de correctiewaarde is geldig voor het interval dat wordt gedefinieerd door de gemiddelde snelheid plus en min tweemaal de standaarddeviatie in de snelheid.

Als niet aan deze eisen wordt voldaan, is de waarde van  $C_{wegdek}$  niet voldoende betrouwbaar. In dat geval kan, indien gewenst, aanvullend onderzoek worden uitgevoerd.

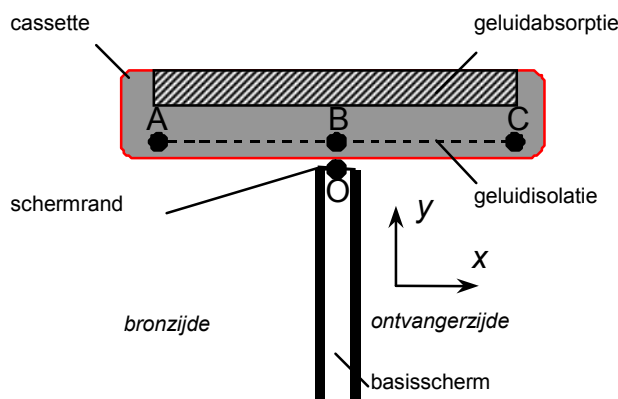
## 5 REKENREGEL SCHERMTOP

### 5.1 Definitie

In dit hoofdstuk wordt de rekenregel beschreven voor de bepaling van de waarde van de correctieterm van een schermtop ( $C_T$ ), zoals gedefinieerd in paragraaf 2.10 van hoofdstuk 2.

De in dit hoofdstuk beschreven rekenregel is alleen toepasbaar voor een zogenaamde “T-top”, die voldoet aan de volgende geometrische randvoorwaarden (zie Figuur 5.1):

- punt A ligt aan de weg- of bronzijde van het scherm. De (horizontale) afstand tussen punt A en punt B is ten minste 1,0 m. Punt A ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B met een tolerantie van  $\pm 0,1$  m;
- bij de aansluiting van de T-top op het verticale scherm bij het punt O zijn spleten tot maximaal 10 mm toelaatbaar;
- punt C ligt aan de ontvangerzijde van het scherm. De (horizontale) afstand tussen punt B en punt C is ten minste 1,0 m. Punt C ligt ten minste op gelijke hoogte als punt B  $\pm 0,1$  m.



Figuur 5.1 Schematische weergave van de T-top.

Daarnaast gelden de volgende eisen aan geluidsisolatie en -absorptie:

- Geluidsisolatie van de T-top: Tussen punten A en B en tussen punten B en C is geluidsisolerend materiaal aanwezig, waarvan de geluidsisolatie ( $DL_R$ ) minimaal 20 dB(A) is, bepaald volgens NEN-EN 1793-2 voor het standaardwegverkeersgeluidsspectrum. Voor gesloten (niet poreuze) panelen is hieraan voldaan als het oppervlaktegewicht op de lichtste plaats ten minste 15 kg/m<sup>2</sup> is.
- Geluidabsorptie van de T-top: Het geluidsabsorberend materiaal moet over de gehele breedte tussen punten A en C aanwezig zijn boven de geluidsisolerende panelen. Het geluidsabsorberende materiaal mag zich niet bevinden onder de denkbeeldige lijn tussen punten A en C. De initiële geluidabsorptie van een nieuwe T-top dient zodanig te zijn dat de niveaureductie door absorptie  $DL_{\alpha}$ , zoals bepaald volgens NEN-EN 1793-1 ten minste 9 dB(A) is voor wegverkeerslawaaï.

### 5.2 Rekenregel

De waarde van de correctieterm  $C_T$  is onafhankelijk van de frequentie en dient voor iedere bronpunt - waarneempunt relatie afzonderlijk te worden berekend. De berekening gebeurt in twee stappen.

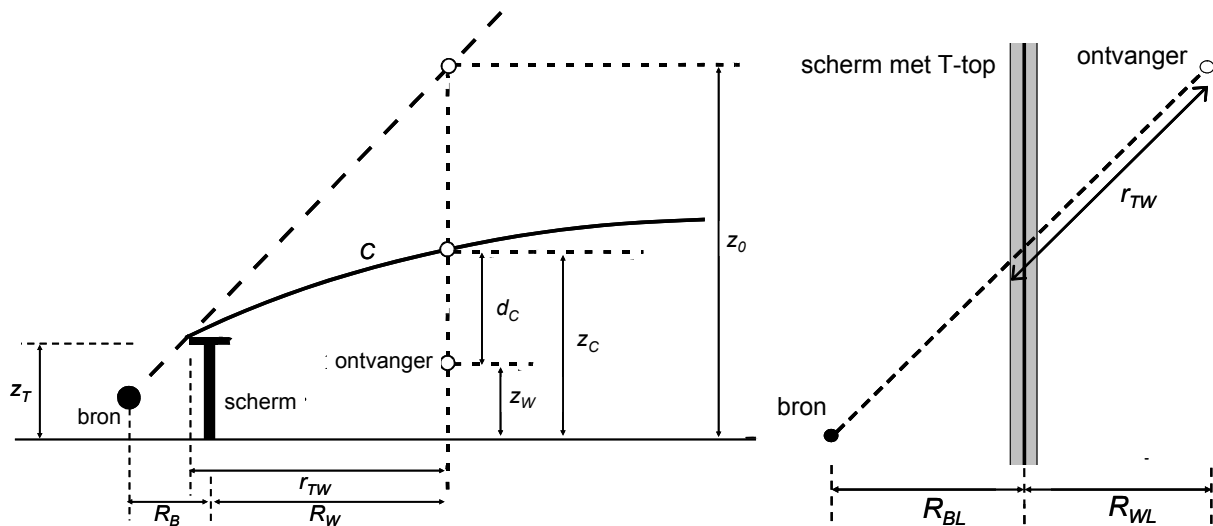
1. De eerste stap bepaalt een kromme  $C$  in het verticale vlak door een bronpunt en een waarneempunt. De kromme start voor elk sectorvlak in het punt op de rand van de schermtop aan de bronzijde. De kromme wordt beschreven door formule 5.1.

$$z_C(r_{TW}) = z_0(r_{TW}) - \frac{r_{TW}}{C_1} - \left( \frac{r_{TW}}{C_2} \right)^2 \quad 5.1$$

met:

- $z_C(r_{TW})$  de hoogte van de kromme  $C$  van de bron ter plaatse van het waarneempunt;
- $z_0(r_{TW})$  de hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt;
- $r_{TW}$  de horizontale afstand tussen de rand van de schermtop (aan de bronzijde) en de ontvanger;
- $C_1$  en  $C_2$  constanten.

De parameters zijn grafisch weergegeven in Figuur 5.2 en Figuur 5.3.



*Figuur 5.2 (links) Dwarsdoorsnede van de berekening van de verticale afstand  $d_C$  tussen de kromme  $C$  en de ontvanger.*

*Figuur 5.3 (rechts) Bovenaanzicht van de berekening van de afstand  $r_{TW}$  tussen het scherm en de ontvanger.*

De verticale afstand  $d_C$  tussen de kromme  $C$  en het waarneempunt wordt berekend volgens:

$$d_C = z_W - z_C \quad 5.2$$

Daarbij is:

- $z_W$ : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil (horizontaal vlak waarin  $z=0$ ) [m];
- $z_C$ : de hoogte van de kromme  $C$  ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt [m].

De term  $d_C$  is negatief als het waarneempunt lager is dan de kromme  $C$ .

2. In de tweede stap wordt de waarde van  $C_T$  bepaald volgens de in Figuur 5.4 weergegeven procedure.

Naast de reeds vermelde parameters  $d_C$  en  $r_{TW}$ , zijn de volgende gegevens nodig:

$R_B$ : de horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidsscherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];

$R_w$ : de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm langs een bepaald bron-waarneempunt-pad [m];

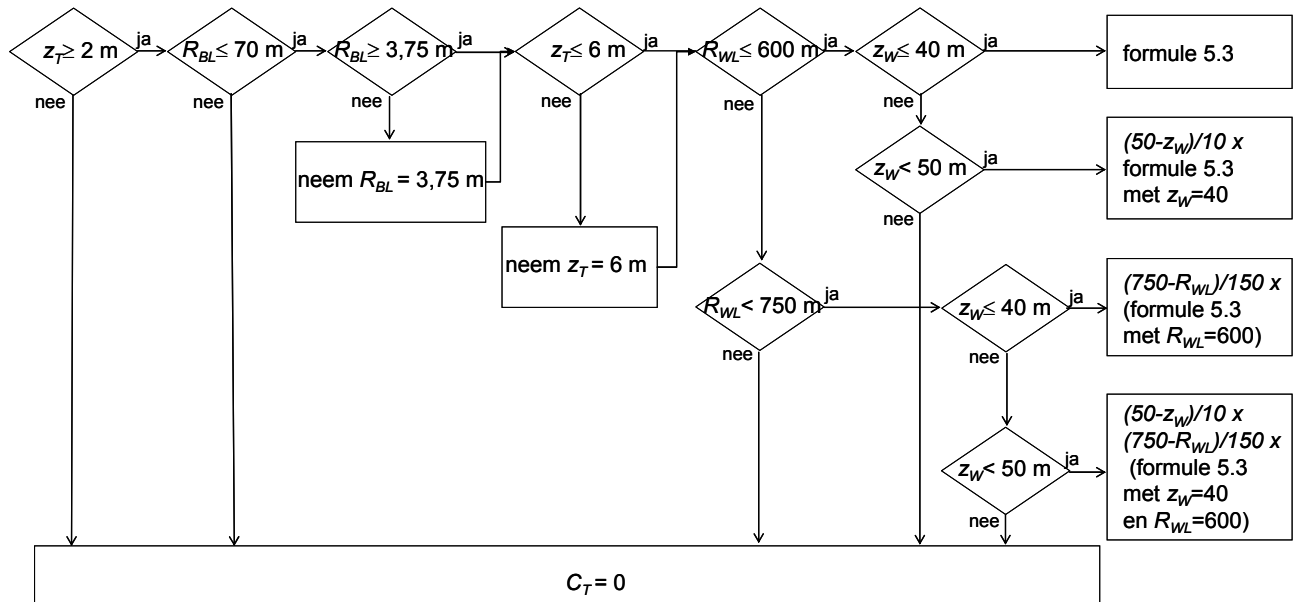
$R_{BL}$ : de afstand tussen bron en geluidsscherm gemeten langs de kortste verbindinglijn [m];

$R_{WL}$ : de afstand tussen geluidsscherm en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindinglijn [m];

$z_T$ : de hoogte van de top van de afscherming ten opzichte van het referentiepeil [m];

$z_W$ : de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil [m].

Ook deze parameters zijn grafisch weergegeven in Figuur 5.2 of Figuur 5.3.



Figuur 5.4 Procedure voor de bepaling van de waarde van  $C_T$ .

De basisberekening van  $C_T$  is verloopt volgens de volgende formule:

$$C_T = \begin{cases} A & \text{voor } d_C \leq -C_3 r_{TW} \\ A \frac{C_3 r_{TW} - d_C}{2C_3 r_{TW}} & \text{voor } -C_3 r_{TW} < d_C < C_3 r_{TW} \\ 0 & \text{voor } d_C \geq C_3 r_{TW} \end{cases} \quad 5.3$$

met

$C_3$  en  $A$  constanten.

De waarden van de constanten voor de in paragraaf 5.1 beschreven T-top zijn weergegeven in de onderstaande tabel. De constante  $C_0$  heeft als waarde de breedte van de rand van de T-top aan de wegzijde ten opzichte van het midden van het scherm.



*Tabel 5.1 Waarden van de constanten ter bepaling van de correctieterm voor een schermtop*

| Constante         | $C_0$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $A$ |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-----|
| waarde voor T-top | 1,0   | 8,3   | 150   | 0,13  | 5,0 |

## 6 REKENREGEL MIDDENBERMSCHERM

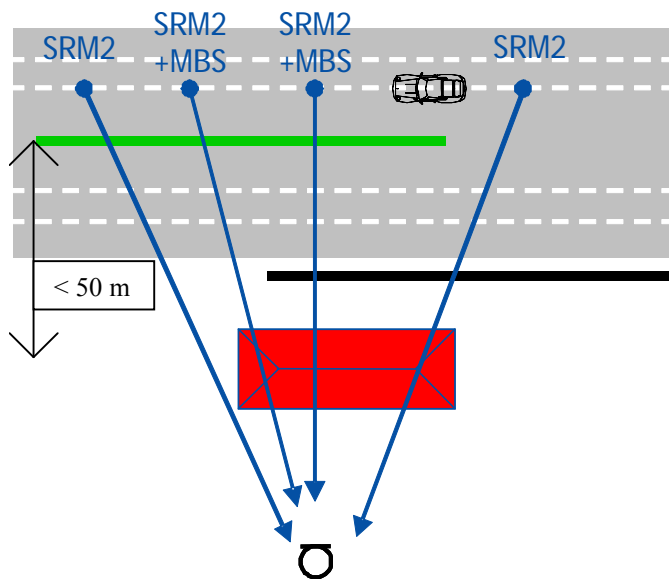
Behorende bij paragraaf 2.10 van deze bijlage.

### 6.1 Definitie

In dit hoofdstuk wordt de rekenregel beschreven voor de bepaling van de waarde van de correctieterm voor een middenbermscherm, zoals gedefinieerd in paragraaf 2.10.

De in dit hoofdstuk beschreven rekenregel is alleen toepasbaar voor een zogenaamd middenbermscherm dat voldoet aan de volgende voorwaarden.

De middenbermschermcorrectie,  $C_{mbs}$ , is van toepassing op die afschermdende objecten die bestaan uit dunne wanden en waarvoor geldt dat in het betreffende pad tussen bron- en waarneempunt zich behalve het genoemde afschermdende object een tweede afschermdend object bevindt op een afstand van, loodrecht gemeten, ten hoogste 50 m. Daarnaast moet zich tussen beide afschermdende objecten ten minste één rijlijn bevinden. Als niet aan deze voorwaarden voldaan is, dan wordt de afschermdende werking van het “middenbermscherm” op eenzelfde manier bepaald als van andere afschermdende objecten, zoals beschreven in paragraaf 2.10.



*Figuur6.1 Schematische weergave van situaties waarbij het effect van een middenbermscherm wordt bepaald conform de rekenregel middenbermscherm.*

Indien het tweede afschermdende object een gebouw is, dan dient dat gebouw zich eveneens te bevinden op een afstand van het middenbermscherm van ten hoogste 50 m. Deze afstand is gemeten loodrecht op het middenbermscherm en is de afstand tussen beide voor de afschermding bepalende diffractieranden. Zie figuur 6.1.

Het effect van een wand tussen de beide rijbanen in tunnelbakken, een soort middenbermscherm, mag niet op deze wijze bepaald worden omdat deze situatie extra complex is en vooralsnog niet geverifieerd is of de effecten op een juiste wijze beschreven worden. Een weg wordt geacht in een tunnelbak te liggen als er sprake is van een betonnen bakconstructie waarbij het niveau van het wegdek tenminste 2 meter onder het maaiveld ligt. Nader onderzoek naar toepassingsmogelijkheden voor tunnelbakken wordt nog uitgevoerd.

## 6.2 Rekenregel

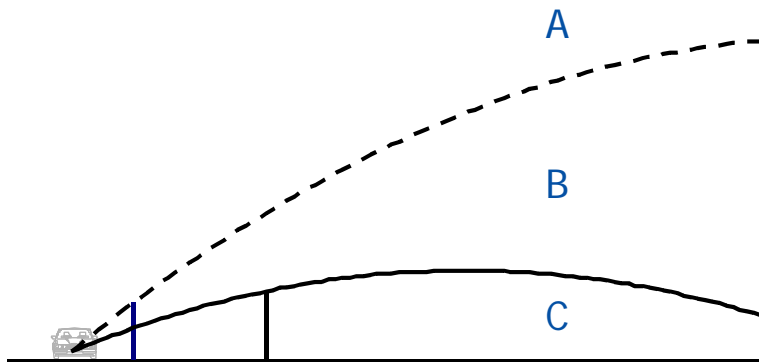
De correctieterm voor een middenbermscherm,  $C_{mbs}$ , wordt bepaald in twee stappen:

1. er worden drie gebieden onderscheiden waarin het waarneempunt zich kan bevinden;
2. per gebied wordt aangegeven hoe de middenbermcorrectie bepaald moet worden.

De middenbermcorrectie voor een waarneempunt is gelijk aan de middenbermcorrectie zoals die bepaald wordt voor het gebied waarin het waarneempunt zich bevindt.

### Stap 1: de te onderscheiden gebieden

Er wordt onderscheid gemaakt in drie gebieden zoals weergegeven in figuur 6.2. De lijnen zijn respectievelijk de lijn van het bronpunt over het dichtstbijzijnde afschermdende object gebogen conform de straal met een kromming als aangegeven in paragraaf 2.10 en de gebogen lijn over het verst afgelegde afschermdende object met eenzelfde kromming.



Figuur 6.2 Indeling van de gebieden ter bepaling van effect middenbermscherm.

- gebied A      het gebied boven beide lijnen;
- gebied B      het gebied tussen de twee lijnen
- gebied C      het gebied onder beide lijnen.

Het waarneempunt ligt boven de gekromde lijn door de top van het middenbermscherm indien:

$$z_w > z_b + \frac{R}{R_{mbs}} \left[ z_{mbs} - \frac{R_{mbs}(R - R_{mbs})}{26R} - z_b \right] \quad 6.1$$

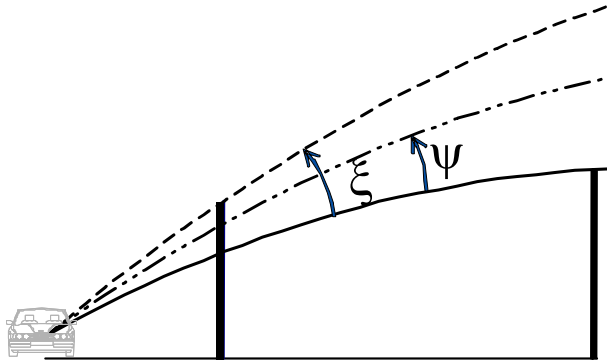
Het waarneempunt ligt boven de gekromde lijn door de top van het zijscherm indien:

$$z_w > z_b + \frac{R}{R_{zs}} \left[ z_{zs} - \frac{R_{zs}(R - R_{zs})}{26R} - z_b \right] \quad 6.2$$

waarin:

- $z_w$       de hoogte van het waarneempunt ten opzichte van het referentiepeil;
- $z_b$       de hoogte van de bron ten opzichte van het referentiepeil;
- $z_{mbs}$     de hoogte van het middenbermscherm ten opzichte van het referentiepeil;
- $z_{zs}$       de hoogte van het zijscherm ten opzichte van het referentiepeil;
- $R_{mbs}$     de horizontale afstand tussen bron en middenbermscherm;
- $R_{zs}$       de horizontale afstand tussen bron en zijbermscherm;
- $R$         de horizontale afstand tussen waarneempunt en bronpunt.

Binnen de gebieden B en C wordt  $C_{mbs}$  berekend op basis van de hoek  $\xi$  tussen de twee lijnen die gebied B begrenzen. Voor ontvangers binnen gebied B dient ook de hoek  $\psi$  tussen de gekromde lijn van de bron naar de ontvanger en de gekromde lijn van de bron door de top van het zijscherm te worden bepaald, zie figuur 6.3.



Figuur 6.3 Illustratie van de hoeken  $\xi$  en  $\psi$ .

- $\xi$  de hoek tussen de raaklijnen in het bronpunt aan de gekromde lijnen van de bron over het maatgevende diffractiepoint van beide afscherpende objecten;
- $\psi$  de hoek tussen de raaklijnen in het bronpunt aan de gekromde lijnen van de bron over het maatgevende diffractiepoint van het zijbermscherm en de gekromde lijn tussen het bronpunt en het waarneempunt.

De hoeken  $\xi$  en  $\psi$  worden op de volgende wijze berekend:

$$\xi = \xi_{mbs} - \xi_{zs} \quad 6.3$$

$$\xi_{mbs} = \frac{1}{R_{mbs}} \left[ z_{mbs} - \frac{R_{mbs}(R - R_{mbs})}{R} - z_b \right] + \frac{1}{26} \quad 6.4$$

$$\xi_{zs} = \frac{1}{R_{zs}} \left[ z_{zs} - \frac{R_{zs}(R - R_{zs})}{R} - z_b \right] + \frac{1}{26} \quad 6.5$$

$$\psi = \frac{z_w - z_b}{R} + \frac{1}{26} - \xi_{zs} \quad 6.6$$

## Stap 2: Berekening van $C_{mbs}$

De waarde van  $C_{mbs}$  wordt als volgt bepaald:

$C_{mbs} = C_{mbs(A)}$  als het waarneempunt zich in gebied A bevindt;

$C_{mbs} = C_{mbs(B)}$  als het waarneempunt zich in gebied B bevindt;

$C_{mbs} = C_{mbs(C)}$  als het waarneempunt zich in gebied C bevindt.

### Bepaling $C_{mbs(A)}$

Voor waarneempunten in gebied A wordt  $C_{mbs(A)}$  bepaald volgens de methode zoals beschreven in paragraaf 2.10:

$$C_{mbs(A)} = H F(N_f) \quad 6.7$$

waarin:

$H$  de effectiviteit van het scherm is,

$F(N_f)$  een functie met argument  $N_f$  (het fresnelgetal);

**Bepaling  $C_{mbs(C)}$** 

Voor waarneempunten in gebied C geldt een vaste waarde die wordt berekend aan de hand van hoek  $\zeta$  (in graden) tussen de twee lijnen die gebied B begrenzen. Hoek  $\zeta$  wordt ter plaatse van de bron bepaald. De correctie wordt gegeven door:

$$\text{als } \zeta \leq 0: \quad C_{mbs(C)} = 5 + \frac{5\zeta}{6} \quad \text{met } C_{mbs(C)} \geq 0 \quad 6.8$$

$$\text{als } \zeta > 0: \quad C_{mbs(C),i} = 5 + \frac{5\zeta}{3} \left(\frac{i}{8}\right) \quad \text{met} \quad C_{mbs(C),i} \leq 5 + 5 \left(\frac{i}{8}\right) \quad 6.9$$

waarin  $i$  de octaafbandindex is.

**Bepaling  $C_{mbs(B)}$** 

Voor waarneempunten in gebied B is de correctie afhankelijk van de ligging van het waarneempunt. Deze wordt uitgedrukt in de hoek  $\psi$  (in graden) tussen de gekromde lijn van de bron naar de ontvanger en de gekromde lijn van de bron naar het zijscherm.  $C_{mbs(B)}$  wordt bepaald volgens de onderstaande formules:

$$\text{als } 0 < \psi/\zeta \leq 1/2: \quad C_{mbs(B),i} = C_{mbs(C),i} + \left(\frac{2\psi}{\zeta}\right) \left[ 5 + 2\zeta \left(\frac{i}{8}\right) - C_{mbs(C),i} \right] \quad 6.10$$

$$\text{als } 1/2 < \psi/\zeta \leq 1: \quad C_{mbs(B),i} = 5 + 4\varphi \left(1 - \frac{\psi}{\zeta}\right) \left(\frac{i}{8}\right) \quad 6.11$$

$$\text{met } C_{mbs(B)} \leq 5 + 20 \left(\frac{i}{8}\right)$$

waarin  $i$  de octaafbandindex is.

De correctie in gebied B wordt uitsluitend toegepast indien de lijn door de top van het middenbermscherm hoger ligt dan die door de top van het zijscherm. De hoek  $\zeta$  heeft dan een positieve waarde. In situaties waarin de hoek  $\zeta$  negatief is (bij een relatief laag middenbermscherm) worden waarneempunten binnen gebied B behandeld zoals in gebied C.

## 7 TOELICHTING

### 7.1 Standaardrekenmethode I

#### 7.1.1 *Emissiegetal*

De emissiegetallen zijn aangepast ten opzichte van de emissiegetallen in het voorschrift van 1981 op basis van metingen in 1996 en in 1999.

Ten aanzien van de verkeerssnelheden wordt opgemerkt dat de betrekkingen 1.4 tot en met 1.6 zijn gebaseerd op gemiddelde snelheden die liggen in de volgende intervallen:  $30 \leq v_v \leq 160$  km/h,  $30 \leq v_{mv} \leq 110$  km/h,  $30 \leq v_{zv} \leq 110$  km/h.

Indien het in rekening brengen van bromfietsen, motorfietsen, of trams noodzakelijk wordt geacht, kan dit door gebruik te maken van de volgende emissievergelijkingen:

voor bromfietsen:

$$E_{bromfiets} = 68 + 10 \lg(Q/v)_{bromfiets} \quad 0.1$$

voor motorfietsen:

$$E_{motorfiets} = 15 + 29 \lg(v) + 10 \lg(Q/v)_{motorfiets} \quad 0.2$$

voor trams op een rail op dwarsliggers in ballastbed, of op stangenspoor:

$$E_{tram,ballastbed} = 25 + 30 \lg(v) + 10 \lg(Q/v)_{tram,ballastbed} \quad 0.3$$

voor trams op een in (asfalt)beton aangebrachte rail:

$$E_{tram,asfaltbeton} = 31 + 30 \lg(v) + 10 \lg(Q/v)_{tram,asfaltbeton} \quad 0.4$$

#### 7.1.2 *Optrekcorrectie*

De optrekcorrectie  $C_{optrek}$  brengt het effect in rekening van afremmend en optrekkend verkeer nabij kruisingen van wegen en het effect van snelheidsbeperkende obstakels zoals minirotondes, verkeersdrempels, etc. De optrekcorrectie ten gevolge van deze snelheidsbeperkende maatregelen mag alleen toegepast worden als ten gevolge van die obstakels de gemiddelde snelheid van de voertuigen tenniste gehalveerd wordt.

De obstakelcorrectie is (vanwege de gewenste eenvoudigheid) in standaardrekenmethode I weergegeven met één formule waarin het verschillend gedrag van de voertuigcategorieën verwerkt is. De resultaten die bepaald worden op basis van deze formule benaderen de correcties zoals die beschreven zijn voor de standaardrekenmethode II. De correctie wordt per rijlijn bepaald.

De met de gegeven formules te berekenen toeslagen, geven de toeslag op het geluidsniveau weer ten opzichte van een situatie waar het verkeer met een constante snelheid van 50 km/h rijdt. Bij “modelleringsnelheden” die afwijken van 50 km/h moet nader onderzoek plaatsvinden naar de hoogte van de optrekcorrectie.

Als nabij een kruising het  $L_{Aeq}$  vanwege het totale verkeer op de kruisende wegen moet worden bepaald, wordt eerst het  $L_{Aeq}$  voor elke weg afzonderlijk berekend. In de gevallen waarin daarbij vanuit het waarneempunt door bebouwing een beperkt zicht op de zijweg bestaat, heeft de rekenmethode niet meer dan een indicatieve waarde, doordat het  $L_{Aeq}$  vanwege de zijweg wordt overschat.

## 7.2 Standaardrekenmethode II

### 7.1.3 Algemeen

Het toepassingsgebied van de standaardrekenmethode II is ruimer dan die van de standaardrekenmethode I en de standaardmeetmethode als gegeven in resp. de hoofdstukken I en III.

Omdat het onmogelijk is om in deze regeling een methode te geven die in alle mogelijke gevallen toepasbaar is, wordt per onderdeel van de rekenmethode aangegeven onder welke omstandigheden nader onderzoek op dat onderdeel noodzakelijk is.

### 7.1.4 De hoofdformule

De gegeven formules 2.1 en 2.2 zijn afgeleid uit de definitie van het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq}$  die volgens ISO/DIS 1996 part 1 luidt:

$$L_{Aeq} = 10 \lg \left( \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_2}^{t_1} \left( \frac{p_A(t)}{p_0} \right)^2 dt \right) \quad 7.1$$

waarin  $t_1$  en  $t_2$  respectievelijk de begin- en eindtijd zijn van een gespecificeerd tijdinterval in seconden,  $p_A(t)$  de momentane A-gewogen geluidsdruk (in Pa) en  $p_0$  de referentiegeluidsdruk van 20  $\mu$ Pa is.

De totale openingshoek van het waarneempunt kan twee waarden hebben, te weten:

- 180° indien  $L_{Aeq}$  dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting van een gevel, of
- 360° indien het  $L_{Aeq}$  dient ten behoeve van de vaststelling van de geluidsbelasting op een terrein behorende bij een geluidsgevoelig object als bedoeld in artikel 4, lid 3, van het Besluit grenswaarden binnen zones langs wegen (Stb. 413, 1998).

### 7.1.5 Reflecties

Bij oneffenheden van het reflecterende oppervlak moet bij gevels gedacht worden aan balkons, galerijen, trappenhuisen en dergelijke. Als het bron- of waarneempunt zich op korte afstand hiervan bevindt kan het verstrooiend effect van de oneffenheden leiden tot geluidsniveaus die niet overeenkomen met de uitkomsten van deze rekenmethode. Een nader onderzoek, bijvoorbeeld praktijk- of schaalmodelmetingen, kunnen hierin uitkomst brengen. Als het waarneempunt zich op de gevel bevindt (dit is het geval wanneer de geluidsbelasting van de gevel moet worden vastgesteld), is bovenstaande uiteraard niet van toepassing op het waarneempunt.

In feite wordt het oppervlak van een object per sector benaderd door een plat vlak. Als deze benadering geen goede beschrijving van de werkelijke situatie is, kan in veel gevallen het verdelen van het oppervlak over meerdere sectoren met een kleinere openingshoek de oplossing zijn. Is dit niet het geval dan is nader onderzoek vereist, bijvoorbeeld in de vorm van praktijk- of schaalmodelmetingen.

### 7.1.6 Emissieterm $L_E$

De emissiespectra zijn gebaseerd op metingen die in 1996 en in 1999 zowel in stadsituaties (30 - 70 km/h) als langs autosnelwegen (80-140 km/h) zijn gedaan.

Er is een logaritmisch verband aangenomen tussen het bronvermogen en de snelheid, dat naar onderen extrapoleerbaar is tot 30 km/h en naar boven tot 110 km/h in geval van de middelzware en zware motorvoertuigen en tot 160 km/h in geval van lichte motorvoertuigen.

Indien het in rekening brengen van motorfietsen, bromfietsen of trams noodzakelijk wordt geacht, kan dit gebeuren door het introduceren van extra voertuigcategorieën in de formule 2.1. De emissiekentallen  $\alpha$  en  $\beta$  voor motorfietsen, bromfietsen en trams zijn gegeven in tabel 7.1 en kunnen gebruikt worden in formule 2.3. De referentiesnelheid  $v_0$  is voor motorfietsen 80 km/h, voor de overige categorieën is de (fictieve) referentiesnelheid 1 km/h.

Voor trams is een keuze mogelijk uit twee bovenbouwconstructies, namelijk:

1. rail op dwarsliggers in ballastbed of stangenspoor;
2. rail in (asfalt)beton.

Tabel 7.1 Emissiekental  $\alpha$  en  $\beta$  voor motorfietsen, bromfietsen en trams als functie van octaafband  $i$

| Octaaf<br>-<br>band $i$ | motorfietsen |         | bromfietsen |         | trams op<br>ballastbed |         | trams in<br>(asfalt)beton |         |
|-------------------------|--------------|---------|-------------|---------|------------------------|---------|---------------------------|---------|
|                         | $\alpha$     | $\beta$ | $\alpha$    | $\beta$ | $\alpha$               | $\beta$ | $\alpha$                  | $\beta$ |
| 1                       | 82           | 29      | 60          | 0       | 29                     | 30      | 32                        | 30      |
| 2                       | 90           | 29      | 75          | 0       | 39                     | 30      | 47                        | 30      |
| 3                       | 97           | 29      | 86          | 0       | 46                     | 30      | 54                        | 30      |
| 4                       | 99           | 29      | 93          | 0       | 53                     | 30      | 59                        | 30      |
| 5                       | 96           | 29      | 97          | 0       | 55                     | 30      | 61                        | 30      |
| 6                       | 96           | 29      | 96          | 0       | 54                     | 30      | 58                        | 30      |
| 7                       | 93           | 29      | 94          | 0       | 48                     | 30      | 50                        | 30      |
| 8                       | 87           | 29      | 91          | 0       | 36                     | 30      | 38                        | 30      |

De spectra gegeven in Tabel 2.1 en Tabel 2.2 hebben slechts betrekking op voertuigen op een horizontaal weggedeelte voorzien van een referentiewegdek. Stijgende weggedeelten zullen in het algemeen een verhoogde productie van motorgeluid tot gevolg hebben, wat in rekening gebracht wordt door het toepassen van een hellingcorrectie op het stijgende weggedeelte.



### 7.1.7 De optrektoeslag $\Delta L_{OP}$

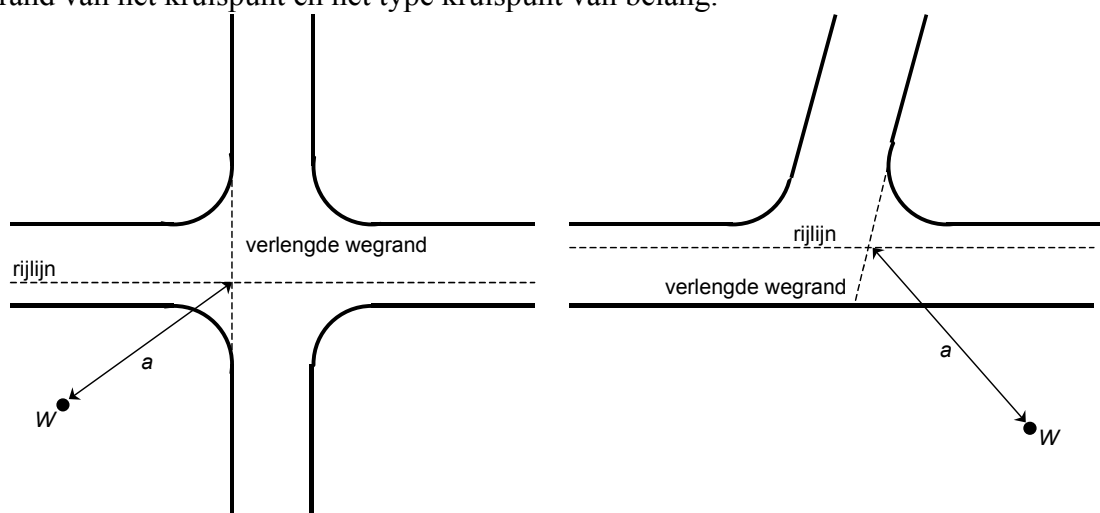
Dat in de omgeving van kruispunten en andere punten waar sprake is van afremmen en optrekken een andere geluidsbelasting wordt gevonden dan bij vrij doorstromend verkeer, is voornamelijk een gevolg van een toenemende geluidsemissie bij het accelereren van de individuele voertuigen. Op grond hiervan zou dus eigenlijk sectorgewijs een optrektoeslag bij de emissie-term  $L_E$  (§ 2.4) moeten worden opgeteld. Een goed rekenmodel ter bepaling van deze optrektoeslag vereist echter zoveel - vaak niet voorhanden zijnde - invoergegevens, dat hier is gekozen voor een sterk geschematiseerd model.

Door de in formule 2.2 gekozen rekenwijze te volgen moet in iedere sector en iedere octaafband een optrektoeslag in rekening worden gebracht. De optrekcorrectie is afhankelijk van de voertuigcategorie.

De optrekcorrectie  $\Delta L_{OP}$  brengt het effect in rekening van afremmend en optrekkend verkeer nabij kruisingen van wegen en het effect van snelheidsbeperkende obstakels zoals minirotondes, verkeersdrempels, etc. De optrekcorrectie ten gevolge van deze snelheidsbeperkende maatregelen mag alleen toegepast worden als ten gevolge van die obstakels de gemiddelde snelheid van de voertuigen tenniste gehalveerd wordt.

De met de gegeven formules te berekenen toeslagen, geven de toeslag op het geluidsniveau weer ten opzichte van een situatie waar het verkeer met een constante snelheid van 50 km/h rijdt. Bij "modelleringsnelheden" die afwijken van 50 km/h moet nader onderzoek plaatsvinden naar de hoogte van de optrekcorrectie.

In figuur 6.2 wordt aangegeven hoe de afstand  $a$  bepaald moet worden in het geval van een kruispunt. Bij de berekening zijn slechts de afstand  $a$  van het waarneempunt tot de rand van het kruispunt en het type kruispunt van belang.



Figuur 7.2 Twee voorbeelden van de bepaling van de afstand  $a$ . In de punten  $W$  wordt het  $L_{Aeq}$  vanwege de geschetste rijlijnen berekend.

### 7.1.8 De schermwerking $\Delta L_{SW}$

In paragraaf 2.10 is de mogelijkheid opgenomen om rekening te houden met het (positieve) effect van een zogenaamde schermtop op de schermwerking. Dit effect is met een aparte term in de formule voor de bepaling van de schermwerking beschreven.

Omdat er strikt genomen overlap bestaat tussen deze correctieterm ( $C_T$ ) en de profielafhankelijke correctieterm ( $C_P$ ) wordt in Tabel 2.8 bepaald dat de laatste term 0 is als gebruikt gemaakt wordt van de correctie voor een schermtop.

De rekenregel om de waarde van deze correctieterm te kunnen bepalen is opgenomen in hoofdstuk 5. Deze rekenregel is toepasbaar voor alle gangbare schermtypen, waarbij in het geval van reflecterende schermen gewerkt wordt met een spiegelbron.

Van Tabel 2.8 afwijkende profielen zijn onder andere overhuivingen, gehele of gedeeltelijke overkappingen, wegen in ingravingen met een tophoek tussen de  $165^\circ$  en  $180^\circ$ .

Wanneer een weg aan beide zijden wordt voorzien van een (hoog) reflecterend geluidsscherm, ontstaat door reflectie en interferentie in de ingesloten ruimte een zeer complex geluidsveld, waardoor de met het afschermingsmodel berekende geluidsniveaus met name op waarneempunten gelegen in de buurt van de zichtlijnen van het scherm, niet altijd voldoende betrouwbaar kunnen zijn. Dit geldt ook voor specifieke schermconstructies, zoals luifels en overkappingen. Als de situatie daartoe aanleiding geeft, kan met meerdere reflecties gerekend worden. In dergelijke gevallen kan nader onderzoek met meer geavanceerde modellen nodig zijn.

#### 7.1.9 *Absorptie van objecten*

Bij reflectie op een geluidsabsorberend scherm kan de frequentieafhankelijke absorptieterm  $\alpha$  (in paragraaf 2.11) worden afgeleid uit een door de fabrikant van de betreffende constructie te verstrekken absorptiespectrum. De bepaling van een dergelijk absorptiespectrum moet hebben plaatsgevonden in een onafhankelijk, gespecialiseerd laboratorium en volgens een aangegeven verifieerbare methode.

#### 7.1.10 *Standaardmeetmethode*

Een meting van het equivalente geluidsniveau van wegverkeer kan slechts zelden plaatsvinden bij de maatgevende verkeersintensiteiten zoals bedoeld in artikel 1, tweede lid. Een geluidsmeting dient daarom altijd samen te gaan met een telling van het verkeer, dat behoort tot de in artikel 1, tweede lid, genoemde voertuigcategorieën. Met behulp van de term  $\Delta E$  wordt dan het gemeten equivalente geluidsniveau genormeerd naar het equivalente geluidsniveau bij de maatgevende verkeersintensiteiten.

Aangezien het meettechnisch gezien beter is om te meten bij meewindcondities, is een meteorocorrectie (de term  $C_m$ ) nodig om tot het equivalente geluidsniveau  $L_{Aeq}$  voor meteorologisch gemiddelde omstandigheden te komen.

Het genoemde minimum aantal voertuigen dat tijdens een meting moet passeren is vereist om te kunnen spreken van een statistisch verantwoorde steekproef uit de betreffende voertuigcategorie. Bij dit minimum aantal voertuigen moet bedacht worden dat de verdeling over de verschillende voertuigcategorieën zodanig is, dat de normering met de term  $\Delta E$  statistisch voldoende betrouwbaar is. Dit betekent in het algemeen dat het minimum aantal gemeten (middel)zware motorvoertuigen ten minste gelijk moet zijn aan 100 x de fractie van de (middel)zware motorvoertuigen in de maatgevende periode.

Bij de meteorologische randvoorwaarden is geen waarde aangegeven voor de maximale windsnelheid, maar is bepaald dat het windgeruis minder dan 10 dB(A) onder het te meten geluidsniveau moet liggen. Hiermee wordt voldaan aan de algemene eis dat stoorgeluiden het meetresultaat niet zodanig mogen beïnvloeden dat een afwijking van 0,5 dB(A) of meer optreedt.

#### 7.1.11 *Methode bepaling wegdekcorrectie*

De sinds 1981 opgedane ervaringen met betrekking tot de akoestische karakterisering van wegdekken, hebben geleid tot een enigszins gewijzigde benadering van het fenomeen wegdekcorrectie. In dit herziene voorschrift wordt niet langer het “wegdektype” als invoergegeven gehanteerd, maar wordt de wegdekcorrectie zelf gebruikt als invoer. De wegdekcorrectie is de in dB(A) of in dB(A) per octaafband uitgedrukte toename van de geluidsemisatie ten opzichte van het referentiewegdek. Deze nieuwe werkwijze impliceert dat evenals dit het geval is voor verkeersintensiteit, verkeerssamenstelling en verkeerssnelheid, ook de wegdekcorrectie door en onder verantwoordelijkheid van de wegbeheerder moet worden aangeleverd bij de voor het akoestisch onderzoek aangewezen instantie.

De reden voor deze expliciete nadruk op de rol van de wegbeheerder is de volgende. De akoestische kwaliteit van een wegdek wordt geheel bepaald door het ontwerp, de uitvoering en het onderhoud ervan. Voor deze civieltechnische aspecten draagt de beheerder geheel de verantwoordelijkheid zodat hij de aan het wegdek te relateren bijdrage in de geluidsemisatie (de wegdekcorrectie) volledig kan beheersen. Ook de nog steeds voortgaande ontwikkelingen op het gebied van geluidsreducerende wegdekverhardingen dragen bij tot de gewijzigde benaderingswijze.

Voorgaand hoofdstuk beschrijft de methode om de wegdekcorrectie te bepalen. Concrete wegdekcorrectiefactoren zijn niet meer in dit voorschrift opgenomen. Bij de stichting CROW is een publicatie en een website voorhanden waarin gegevens zijn opgenomen over diverse wegdektypen en bronnen zijn opgenomen om aan de wegdekcorrectiefactoren van andere wegdekken te komen.

#### 7.1.12 *Rekenregel middenbermscherm*

##### Algemeen

Met de methode uit hoofdstuk 2 is altijd het effect van een scherm te bepalen. Als er meerdere diffractieranden zijn zal het effect van de meest bepalend diffractierand in rekening worden gebracht. Het effect van een dubbele diffractie wordt op deze manier niet verdisconteerd. Met behulp van methoden uit HARMONOISE zijn de effecten van dubbele diffractieranden bepaald en vervolgens geverifieerd met BEM-PE rekenmodellen. De uitkomsten bleken goed overeen te komen.

Omdat het effect niet zondermeer toepasbaar is in de Meakawa-formules is gekozen om het effect van een middenbermscherm op de volgende wijze in rekening te brengen. Per rijlijn wordt het effect bepaald van het scherm in de zijberm of een ander afschermend object naast de weg. Voor de rijlijnen die tussen een geluidscherm in de middenberm en het en het afscherpende object naast de weg zijn gesitueerd, wordt ook de reflectie tegen het middenbermscherm in rekening gebracht. Voor de rijlijnen die, gezien vanuit het afscherpende object naast de weg, achter het middenbermscherm liggen wordt een octaafbandafhankelijke correctie toegepast  $C_{mbs}$  op de schermwerking van het object naast de weg.

$C_{mbs}$  wordt voor iedere bron, per sector en per octaafband bepaald. De toetsing of een afschermend object in de middenberm voldoet aan de voorwaarden zoals in hoofdstuk 6 wordt beschreven, wordt eveneens per bron-waarneempunt-pad uitgevoerd.

#### Onderscheiden gebieden

Er worden een drietal gebieden onderscheiden. De schermwerking van het middenbermscherm in gebied A wordt met de bestaande formules van hoofdstuk 2 berekend, met uitzondering van de correctie voor een schermtop en de profielafhankelijke correctie. Voor gebied B is de schermwerking afhankelijk van de hoek tussen de lijnen over beide schermen en de situatie van de lijn van bron naar waarnemer. Voor gebied C geldt een constante waarde die mede afhankelijk is van de van de hoek tussen de lijnen over beide schermen.

7.1.13 *Lijst van definities*

| symbool          | eenheid | omschrijving   | paragraaf        |
|------------------|---------|--|------------------|
| $\alpha$         | -       | geluidsabsorptiecoëfficiënt van het object in de betreffende octaafband  | 2.11             |
| $\alpha$         | dB(A)   | emissiekental  | 2.4              |
| $\beta$          | dB(A)   | emissiekental  | 2.4              |
| $\delta_{lucht}$ | dB/m    | de luchtdempingscoëfficiënt  | 2.7              |
| $\delta_{refl}$  | dB(A)   | de niveaureductie ten gevolge van één reflectie  | 2.11             |
| $\varepsilon$    | m       | akoestische omweg  | 2.10             |
| $\Phi$           | °       | de openingshoek van de sector  | 2.6              |
| $\Phi$           | °       | de gemiddelde hoek tussen de gemiddelde windrichting tijdens de meting en de kortste verbindingslijn tussen het waarneempunt en de weg | 3.3              |
| $\Theta$         | °       | de hoek die het sectorvlak maakt met het rijlijnsegment  | 2.6              |
| $\gamma$         | -       | functies die gebruikt worden om de bodemdemping te berekenen   | 2.8              |
| $a$              | m       | de afstand van het waarneempunt tot het midden van het obstakel  | 1.6; 2.5         |
| $B$              | -       | de bodemfactor   | 1.9              |
| $B_b$            | -       | de absorptiefractie van het brongebied   | 2.8              |
| $B_m$            | -       | de absorptiefractie van het middengebied   | 2.8              |
| $B_w$            | -       | de absorptiefractie van het waarneembied   | 2.8              |
| $b_m$            | dB(A)   | snelheidsindex per decade snelheidstoename   | 1.5; 2.4;<br>5.1 |
| $C_H$            | dB(A)   | de hellingscorrectie   | 2.4              |
| $C_{kruispunt}$  | dB(A)   | de correctie vanwege een kruispunt   | 1.6              |
| $C_M$            | dB(A)   | de meteocorrectieterm  | 2.2; 2.9;<br>3.1 |
| $C_{obstakel}$   | dB(A)   | de correctie vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt   | 1.6              |

| symbool          | eenheid | omschrijving   | paragraaf             |
|------------------|---------|--|-----------------------|
| $C_{optrek}$     | dB(A)   | correctieterm in verband met eventuele met verkeerslichten geregelde kruisingen van wegen, of in verband met obstakels in de weg die de gemiddelde snelheid sterk verlagen | 1.4; 1.6              |
| $C_p$            | dB(A)   | de profielafhankelijke correctieterm   | 2.10                  |
| $C_{reflectie}$  | dB(A)   | correctieterm in verband met eventuele reflecties tegen bebouwing of andere verticale vlakken  | 1.4; 1.7              |
| $C_T$            | dB(A)   | correctieterm vanwege een schermtop  | 2.10; 6.1;<br>6.2     |
| $C_{temp,licht}$ | dB(A)   | temperatuurcorrectie voor lichte motorvoertuigen   | 5.4                   |
| $C_{temp,zwaar}$ | dB(A)   | temperatuurcorrectie voor (middel)zware motorvoertuigen  | 5.4                   |
| $C_{wegdek}$     | dB(A)   | de wegdekcorrectie   | 1.5; 2.4;<br>5.1; 5.3 |
| 95% <i>c.i.</i>  | dB(A)   | 95%-confidentie-interval van een SPB-meting  | 5.4                   |
| $D_{afstand}$    | dB(A)   | term die de verzwakking als gevolg van de afstand in rekening brengt   | 1.4; 1.8              |
| $D_{bodem}$      | dB(A)   | term die de verzwakking als gevolg van het bodemeffect in rekening brengt  | 1.4; 1.9              |
| $D_{lucht}$      | dB(A)   | term die de verzwakking als gevolg van luchtdemping in rekening brengt   | 1.4; 1.9              |
| $DL_R$           | dB(A)   | niveaureductie door geluidsisolatie  | 6.1                   |
| $DL_\alpha$      | dB(A)   | niveaureductie door geluidsabsorptie   | 6.1                   |
| $D_{meteo}$      | dB(A)   | term die het verschil tussen de meteorologisch gemiddelde geluidsoverdracht en de als referentie genomen meewindsituatie in rekening brengt                                | 1.4                   |
| $d$              | m       | horizontale afstand tussen waarneempunt en rijlijn   | 1.1                   |
| $d_C$            | m       | verticale afstand tussen de kromme C en de ontvanger   | 6.2                   |
| $d_r$            | m       | horizontale afstand van reflectievlak tot de dichtst bij de waarneempunt gelegen rijlijn   | 1.7                   |
| $d_w$            | m       | horizontale afstand tot de meest nabij gelegen rijlijn   | 1.7                   |

| symbool      | eenheid | omschrijving  | paragraaf                                       |
|--------------|---------|---|---|
| $E$          |         | emissiegetal  | 1.4; 1.5  |
| $\Delta E$   | dB(A)   | verschil in de geluidsemis­sie tussen de maatgevende verkeers­situatie en de tijdens de meting optredende verkeers­situatie | 3.1   |
| $E_{lv}$     | dB(A)   | emissiegetal van lichte motorvoertuigen   | 1.5   |
| $E_{maatg}$  | dB(A)   | het emissiegetal uitgaande van de maatgevende verkeers­intensiteiten en -snelheden  | 3.1   |
| $E_{meting}$ | dB(A)   | het emissiegetal uitgaande van de verkeers­intensiteiten en -snelheden optredende tijdens de meetperiode                    | 3.1   |
| $E_{mv}$     | dB(A)   | emissiegetal van middelzware motorvoertuigen  | 1.5   |
| $E_{zv}$     | dB(A)   | emissiegetal van zware motorvoertuigen  | 1.5   |
| $f_{obj}$    | -       | objectfractie   | 1.7   |
| $H$          | -       | de effectiviteit van het scherm   | 2.10  |
| $h_b$        | m       | de hoogte van het bronpunt boven de gemiddelde maaiveld­hoogte in het brongebied  | 2.8; 2.9;<br>2.10; 3.1;<br>3.3; 3.5             |
| $h_e$        | m       | de effectieve scherm­hoogte   | 2.10  |
| $h_T$        | m       | de hoogte van de top van de afscherming t.o.v. het plaatselijke maaiveld  | 2.10  |
| $h_w$        | m       | de hoogte van het waarneempunten boven de gemiddelde maaiveld­hoogte in het waarneembied                                    | 1.1;1.9;<br>2.8; 2.9;<br>2.10; 3.1;<br>3.3; 3.5 |
| $h_{weg}$    | m       | hoogte van wegdek t.o.v. maaiveld   | 1.1; 1.9  |
| $i$          | -       | octaafbandindex   | 2.4; 2.10;<br>2.12                              |
| $j$          | -       | aanduiding van een sector   | 2.2; 2.12                                       |
| $K$          | -       | het snijpunt van het scherm met de zichtlijn  | 2.10  |
| $L$          | -       | het snijpunt van het scherm met een gekromde geluids­straal die onder meewind­condities van bron- naar                      | 2.10  |

| symbool                  | eenheid | omschrijving  | paragraaf                          |
|--------------------------|---------|---|------------------------------------|
|                          |         | waarneempunt loopt  |                                    |
| $lv$                     | -       | categorie lichte motorvoertuigen  | art. 3.1                           |
| $L_{Aeq}$                | dB(A)   | het equivalente geluidsniveau   | 1.1; 1.4;<br>2.2; 2.3;<br>3.1; 3.2 |
| $L'_{Aeq}$               | dB(A)   | het gemeten equivalente geluidsniveau   | 3.1; 3.4                           |
| $L_{Aeq,i}$              | dB(A)   | $L_{Aeq}$ vanwege de $i$ -de rijlijn  | 1.4; 3.5                           |
| $L_{A,max}$              | dB(A)   | maximale A-gewogen geluidsniveau  | 5.4                                |
| $\Delta L_B$             | dB(A)   | de bodemdemping   | 2.2; 2.8                           |
| $L_E$                    | dB(A)   | de emissie-term   | 2.2; 2.4                           |
| $L_{eq,i}$               | dB(A)   | het A-gewogen equivalente geluidsniveau in octaafband $i$                                       | 2.12                               |
| $L_{eq,i,j,n,m}$         | dB(A)   | bijdrage aan het $L_{Aeq}$ in 1 octaaf, van 1 sector, van 1 bronpunt en van 1 voertuigcategorie | 2.2                                |
| $\Delta L_{GU}$          | dB(A)   | de geometrische uitbreidingsterm  | 2.2; 2.6                           |
| $\Delta L_{kruispunt,m}$ | dB(A)   | de toeslag vanwege een kruispunt  | 2.5                                |
| $\Delta L_L$             | dB(A)   | de luchtdemping   | 2.2; 2.7                           |
| $\Delta L_m$             | dB(A)   | verschil bij referentiesnelheid $v_0$   | 1.5; 5.1                           |
| $\Delta L_{m,i}$         | dB(A)   | verschil voor een oktaafband bij de referentiesnelheid $v_0$                                    | 2.4; 5.1                           |
| $\Delta L_{obstakel,m}$  | dB(A)   | de toeslag vanwege een situatie die de gemiddelde snelheid sterk beperkt                        | 2.5                                |
| $\Delta L_{OP}$          | dB(A)   | de optrektoeslag  | 2.2; 2.5                           |
| $\Delta L_{SW}$          | dB(A)   | de schermwerking  | 2.2; 2.10                          |
| $\Delta L_R$             | dB(A)   | de niveaureductie t.g.v. reflecties   | 2.2; 2.11                          |
| $l_1$ en $l_2$           | -       | begrenzingslijnen   | 1.1                                |
| $m$                      | -       | voertuigcategorie   | 1.5; 2.2;<br>2.4                   |
| $mv$                     | -       | categorie middelzware motorvoertuigen   | art. 3.1                           |
| $N$                      | -       | het aantal rijlijnen  | 1.4                                |
| $N$                      | -       | het aantal metingen dat in een bepaalde situatie is vereist                                     | 3.5                                |



| symbool    | eenheid  | omschrijving  | paragraaf                      |
|------------|----------|---|--------------------------------|
| $N$        | -        | het aantal bronpunten   | 2.2                            |
| $N_f$      | -        | het fresnelgetal  | 2.10                           |
| $N_{refl}$ | -        | het aantal reflecties tussen bron- en waarneempunt  | 2.11                           |
| $n$        | -        | bronpunt  | 2.2; 2.12                      |
| $n$        | -        | aantal gemeten voertuigen   | 5.4                            |
| $p$        | %        | de som van het percentage $mz$ en $zv$  | 1.6                            |
| $p_h$      | %        | het hellingspercentage van het betreffende wegvak   | 2.4                            |
| $Q$        | $h^{-1}$ | de gemiddelde intensiteit van de betreffende voertuigcategorie                            | 1.5; 2.4                       |
| $q$        | -        | het type kruispunt  | 2.5                            |
| $R_0$      | m        | de afstand tussen bron- en waarneempunt, gemeten langs de kortste verbindinglijn          | 2.6; 2.7;<br>2.10              |
| $R$        | m        | de horizontaal gemeten afstand tussen bron- en waarneempunt                               | 2.8; 2.9;<br>2.10; 3.1;<br>3.3 |
| $R_B$      | m        | de horizontaal gemeten afstand tussen de bron en het geluidsscherm                        | 6.2                            |
| $R_L$      | m        | de som van de lengtes van de lijnstukken BL en LW   | 2.10                           |
| $R_T$      | m        | de som van de lengtes van de lijnstukken BT en TW   | 2.10                           |
| $R_w$      | m        | de horizontaal gemeten afstand tussen waarneempunt en scherm                              | 2.10; 6.2                      |
| $R_{BL}$   | m        | de afstand tussen bron en geluidsscherm gemeten langs de kortste verbindinglijn           | 6.2                            |
| $R_{WL}$   | m        | de afstand tussen geluidsscherm en waarneempunt gemeten langs de kortste verbindinglijn   | 6.2                            |
| $r$        | m        | de kortste afstand tussen waarneempunt en de betreffende rijlijn                          | 1.1; 1.8;<br>1.9               |
| $r_{TW}$   | m        | de horizontale afstand tussen de rand van de schermtop (aan de bronzijde) en de ontvanger | 6.2                            |

| symbool | eenheid | omschrijving   | paragraaf             |
|---------|---------|--|-----------------------|
| $S_b$   | -       | de effectiviteit van de bodemdemping in het brongebied   | 2.8; 2.10             |
| $S_w$   | -       | de effectiviteit van de bodemdemping in het waarneemgebied                                     | 2.8; 2.10             |
| $T$     | °       | de tophoek van het scherm  | 2.10                  |
| $v$     | km/h    | de gemiddelde snelheid van de betreffende voertuigcategorie                                    | 1.5; 2.4;<br>3.3; 5.1 |
| $v_o$   | km/h    | de referentiesnelheid van de betreffende voertuigcategorie                                     | 1.5; 2.4;<br>5.1      |
| $W$     | -       | waarneempunt/waarnemer   | 1.1; 2.10             |
| $z_v$   | -       | categorie zware motorvoertuigen  | art. 3.1              |
| $z_o$   | m       | de hoogte van de zichtlijn van de bron ter plaatse van het waarneempunt                        | 6.2                   |
| $z_B$   | m       | de hoogte van de bron t.o.v. het referentiepeil  | 2.10                  |
| $z_C$   | m       | de hoogte van de kromme C ten opzichte van het referentiepeil ter plaatse van het waarneempunt | 6.2                   |
| $z_K$   | m       | de hoogte van punt K (snijpunt scherm en zichtlijn) t.o.v. het referentiepeil                  | 2.10                  |
| $z_L$   | m       | de hoogte van punt L (snijpunt scherm en gekromde geluidsstraal) t.o.v. het referentiepeil     | 2.10                  |
| $z_T$   | m       | de hoogte van de top van de afscherming t.o.v. het referentiepeil                              | 2.10; 6.2             |
| $z_w$   | m       | de hoogte van het waarneempunt t.o.v. het referentiepeil                                       | 2.10; 6.2             |