

## Geluideisen voegovergangen

|          |              |
|----------|--------------|
| Document | : NBD00401   |
| Uitgave  | : 30-07-2010 |
| Status   | : Definitief |
| Versie   | : 2          |

## INDEX

1.0 Voorwoord

2.0 Onderwerp en toepassingsgebied

3.0 Normatieve verwijzingen

4.0 Begrippenlijst

5.0 Geluideisen aan een voegovergang

Bijlage 1 Berekening geluideisen

Bijlage 2 Meetmethode geluidemissie voegovergangen

Bijlage 3 ALARA principe

Bijlage 4 Criterium geluideis voegovergangen

## 1.0 Voorwoord

Voegovergangen kunnen een belangrijke bron van geluidhinder zijn als het geluid van over de voeg passerende voertuigen duidelijk hoorbaar wordt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen geluid dat aan de bovenzijde van een kunstwerk wordt afgestraald en geluid dat bij hoog gelegen kunstwerken naar de onderzijde en zijwaarts wordt afgestraald.

Extra geluidemissie treedt op bij bepaalde voegovergangtypes en als voegovergangen onvlak in het wegdek zijn ingebouwd. Het geluid van voertuigpassages zal bij deze voegovergangen als geluidpieken duidelijk herkenbaar worden boven het totale geluid van het wegverkeer. Kunstwerken met dergelijke voegovergangen worden door de omgeving als hinderlijk ervaren. De kans op geluidhinder neemt toe door het toepassen van stille wegdekken zoals (Tweelaags) ZOAB.

Door eisen te stellen aan de geluidemissie van voegovergangen zal de hinder voor omwonenden in de nabijheid van een voegovergang worden beperkt. Daarmee draagt deze norm bij aan een succesvolle uitvoering van het bronbeleid voor het beperken van geluidhinder bij Rijkswaterstaatswerken.

Dit document geeft de eisen waaraan de geluidemissie van een voegovergang dient te voldoen. Tevens wordt de meetmethode voor het bepalen van de geluidemissie van voegovergangen beschreven.

## 2.0 Onderwerp en toepassingsgebied

### Onderwerp

Deze norm beschrijft de eisen aan de geluidemissie van voegovergangen en vervangt de 'Leidraad geluideisen aan voegovergangen', 'Berekening, meting en toetsing', document NBD00401, uitgave 16-05-2006, status concept, versie 1.

### Toepassingsgebied

Deze norm is van toepassing op alle nieuw in te bouwen of te renoveren voegovergangen en dient tevens te worden gebruikt bij het beoordelen van de geluidemissie van voegovergangen in bestaande situaties en bij het beoordelen van een nieuw product.

### Gebruik van deze richtlijn

Het berekenen van de eis aan de geluidemissie van een voegovergang staat beschreven in hoofdstuk 5, en in bijlage 1.

Bij het ontwerp van een kunstwerk moet voor voegovergangen worden gekozen die na aanleg zullen voldoen aan de gestelde geluideisen. Een overzicht met de verschillende voegtypen, de daarbij relevante informatie over het toepassingsgebied en de te verwachten akoestische prestaties, staat weergegeven in de Meerkeuzematrix Voegovergangen.

Voor voegovergangen met een grote dilatatiecapaciteit in een zeer stil wegdek is het vanwege technische randvoorwaarden niet altijd mogelijk om aan de geluideisen uit deze norm te voldoen. In die gevallen geldt het ALARA – principe ('As Low As Reasonably Achievable'). Dit houdt in dat de **best toepasbare techniek** zal worden toegepast. Aanbevelingen over het ALARA-principe staan in bijlage 3.

De meetmethode voor het bepalen van de geluidemissie van voegovergangen staat beschreven in bijlage 2.

Bij de beoordeling van geluidhinderklachten in bestaande situaties, kan een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang plaatsvinden. Dit onderzoek is alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang. Aan het begrip "nabijheid" is in bijlage 4 invulling gegeven.

### 3.0 Normatieve verwijzingen

Verwijzing in volgorde van opeenvolgende artikelen.

| Verwijzing                     | Documentnummer      | titel                                                                                                         |
|--------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CROW 200                       | CROW-publicatie 200 | De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid                                                                |
| ISO 11819-1                    | ISO 11819-1:1996    | Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise - part 1: The Statistical Pass-By Method |
| Meerkeuzematrix Voegovergangen | Geen                | Meerkeuzematrix Voegovergangen, versie 4, 12 april 2010.                                                      |
|                                |                     |                                                                                                               |

De meest actuele waarden voor de wegdekcorrectie worden gepubliceerd op de website van CROW [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

### 4.0 Begrippenlijst

|                        | Definitie                                                                                                                                                                  |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A</b>               |                                                                                                                                                                            |
| A-weging               | Een frequentieafhankelijke weging op het geluiddrukkniveau welke de karakteristiek van het menselijk gehoorzintuig benadert.                                               |
| <b>C</b>               |                                                                                                                                                                            |
| Cwegdek, lv            | Wegdekcorrectie in dB(A) voor lichte motorvoertuigen                                                                                                                       |
| Cwegdek, zv            | Wegdekcorrectie in dB(A) voor zware motorvoertuigen                                                                                                                        |
| <b>K</b>               |                                                                                                                                                                            |
| kruisingshoek          | De hoek tussen de lengteas van de rijlijn en de voegovergang                                                                                                               |
| <b>L</b>               |                                                                                                                                                                            |
| LA,max                 | Het maximaal optredende A-gewogen geluidniveau zoals gedefinieerd in CROW-publicatie 200                                                                                   |
| Lichte motorvoertuigen | Voertuigcategorie zoals gedefinieerd in bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006. In de praktijk betreffen het personenauto's                       |
| Lvoeg_boven            | Geluideis boven het kunstwerk                                                                                                                                              |
| Lvoeg_onder            | Geluideis onder het kunstwerk                                                                                                                                              |
| <b>R</b>               |                                                                                                                                                                            |
| Referentiewegdek       | Het wegdektype met akoestische eigenschappen zoals gedefinieerd in CROW-publicatie 200                                                                                     |
| <b>Z</b>               |                                                                                                                                                                            |
| Zware motorvoertuigen  | Voertuigcategorie zoals gedefinieerd in bijlage III van het Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006. In de praktijk betreffen het vrachtwagens met meer dan twee assen |

## 5.0 Geluideisen aan een voegovergang

### 5.1 Vaststellen van de geluideis

De eis aan de geluidemissie van een voegovergang is tweeledig, namelijk een geluideis aan de bovenzijde van het kunstwerk en een geluideis aan de onderzijde van het kunstwerk.

De hoogte van de geluideis is direct afhankelijk van de concrete situatie waar de voegovergang wordt ingebouwd. Naarmate er meer geluidmaatregelen zijn toegepast, in de vorm van een stil wegdek en/of geluidschermen, wordt de geluideis strenger.

De geluideis is uitgedrukt als een geluidniveau in dB(A) en wordt afgerond op een geheel getal.

#### 5.1.1 Geluideis boven het kunstwerk

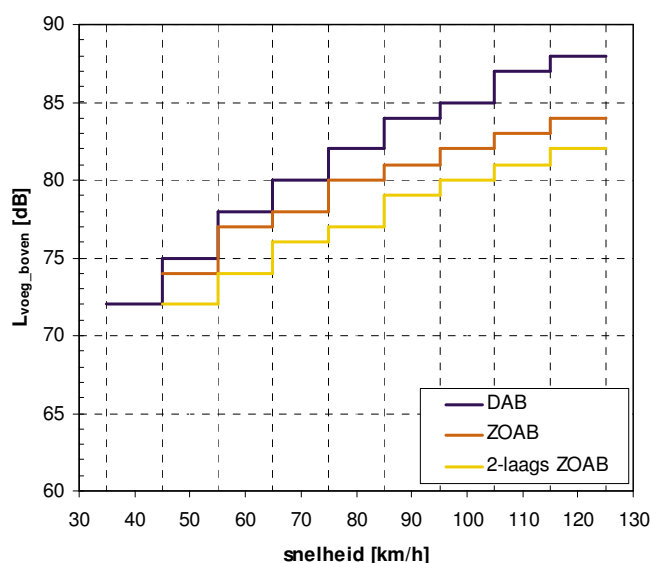
Voor de geluidemissie boven het kunstwerk is de eis geformuleerd als:

“het geluidniveau boven het kunstwerk, als gevolg van passages van lichte motorvoertuigen over de voegovergang, dient het geluidniveau van het stilste aangrenzende wegdek met niet meer dan 5 dB(A) te overschrijden”

De wijze waarop de geluideis voor een concrete situatie wordt berekend is weergegeven in bijlage 1. De basis van de eis is het geluidniveau van lichte motorvoertuigen, zoals geformuleerd is in de CROW-publicatie 200. Het is niet noodzakelijk om voor de bepaling van de eis eerst een meting uit te voeren om de geluideigenschappen van het wegdek ter plaatse te bepalen.

De geluideis ( $L_{\text{voeg, boven}}$ ) wordt berekend voor de representatieve voertuigsnelheid in de concrete situatie waar de voegovergang wordt aangelegd. In de praktijk is dit de lokaal geldende maximum snelheid voor personenauto's.

Figuur 1 is een grafische weergave van de geluideis boven het kunstwerk, voor verschillende snelheden en drie wegdektypes, berekend conform de methode in bijlage 1.



*Figuur 1: Geluideisen boven het kunstwerk voor DAB, ZOAB en 2-laags ZOAB als stilste aangrenzende verharding.*

### 5.1.2 Geluideis onder het kunstwerk

Voor de geluidemissie onder het kunstwerk is de eis geformuleerd als:

“het geluidniveau onder het kunstwerk, als gevolg van passages van zware motorvoertuigen over de voegovergang, dient ten opzichte van het stilste wegdektype naast de voegovergang minimaal 10 dB(A) lager te zijn bij afwezigheid van geluidschermen en minimaal 15 dB(A) lager te zijn bij aanwezigheid van geluidschermen”

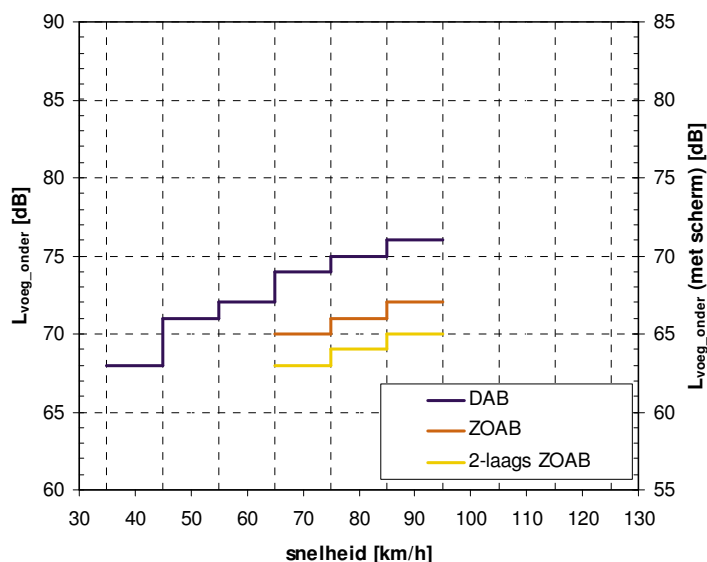
Deze geluideis is uiteraard slechts van belang als er ook daadwerkelijk geluid van onder het kunstwerk afstraalt naar de omgeving, zoals bij een brug of viaduct. In overige gevallen, zoals bij een tunnelbak, kan deze eis vervallen.

De wijze waarop de geluideis ( $L_{voeg\_onder}$ ) voor een concrete situatie wordt berekend is weergegeven in bijlage 1. De basis van de eis is het geluidniveau voor zware motorvoertuigen, zoals geformuleerd in de CROW-publicatie 200.

Naast het type wegdek wordt ook rekening gehouden met het aanwezig zijn van een geluidscherm langs de weg. Met een geluidscherm langs de weg zal het geluid van onder het kunstwerk voor de omwonenden een belangrijker geluidbron zijn. Bij aanwezigheid van een geluidscherm is de eis daarom strenger.

De geluideis ( $L_{voeg\_onder}$ ) wordt berekend voor de representatieve voertuigsnelheid in de concrete situatie waar de voegovergang wordt aangelegd. In de praktijk is dit de lokaal geldende maximum snelheid voor vrachtwagens.

Figuur 2 is een grafische weergave van de geluideis onder het kunstwerk, voor verschillende snelheden en drie wegdektypes, berekend conform de methode in bijlage 1.



**Figuur 2:** Geluideisen onder het kunstwerk voor DAB, ZOAB en 2-laags ZOAB als stilste aangrenzende verharding. Op de verticale as aan de rechterzijde staan de geluideisen weergegeven bij aanwezigheid van een geluidscherm.

## 5.2 Verificatiemethoden

In de aanleg- en renovatiecontracten van Rijkswaterstaat dient de geschiktheid van een toe te passen voegovergang vooraf te worden aangetoond. Verificatiemethoden daarbij kunnen zijn de Meerkeuzematrix Voegovergangen en/of documentatie van de leverancier.

Bij de realisatie van de voegovergang is de verwachting dat de geluidemissie van de voegovergang conform de specificatie in de ontwerpfase zal zijn. Met de vooraf aangetoonde geschiktheid is de verwachting dat ook de realisatie bij een zorgvuldige uitvoering aan de gestelde geluideisen zal voldoen.

## 5.3 Validatie

Validatie van de geluidemissie door middel van het uitvoeren van geluidmetingen na realisatie van het werk is alleen noodzakelijk indien er gerede twijfel is ten aanzien van het voldoen aan de geluideis. Daarnaast is een onderzoek op basis van metingen alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang. Aan het begrip “nabijheid” is in bijlage 4 een invulling gegeven.

Bij validatie met geluidmetingen dienen de volgende stappen te worden doorlopen:

Uitgangspunt: Door middel van een geluidmeting aantonen dat de voegovergang in de betreffende situatie voldoet aan de eisen. De meetmethode is gebaseerd op de SPB-methode ISO 11819-1 en staat beschreven in bijlage 2.

- (1) Uitvoeren geluidmeting aan de bovenzijde van het kunstwerk en indien nodig aan de onderzijde van het kunstwerk.
- (2) Het resultaat van de meting naar boven afronden op een geheel getal. Het meetresultaat bestaat uit een geluidniveau boven het kunstwerk en indien van toepassing een geluidniveau onder het kunstwerk.
- (3) Het resultaat toetsen aan de geluideisen.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet als het gemeten geluidniveau ten hoogste gelijk is aan de berekende geluideis:

$$\text{- Bovenzijde kunstwerk : } L_{SPB,voeg,lv} \leq L_{voeg\_boven}$$

$$\text{- Onderzijde kunstwerk : } L_{SPB,voeg,zv} \leq L_{voeg\_onder}$$

## 5.4 Verschilmeting

Indien het gemeten geluidniveau aan de bovenzijde van het kunstwerk wordt beïnvloed door bijvoorbeeld reflectie van het geluid aan een geluidsscherm ter plaatse van de voegovergang, dan zal het resultaat van de SPB-meting mogelijk een te hoge waarde opleveren. Toetsing van het gemeten geluidniveau zal in dat geval sneller leiden tot een overschrijding van de geluideis.

Als ter plaatse van de voegovergang niet wordt voldaan aan de voorwaarden van de SPB-methode, kan toetsing toch plaatsvinden door middel van een verschilmeting zoals beschreven in bijlage 2. In dat geval wordt niet alleen de geluidemissie bij de voegovergang gemeten, maar ook bij de stilste aangrenzende wegverharding.



Het resultaat van de verschilmeting zijn twee SPB geluidniveaus bij de representatieve snelheid, namelijk bij de voegovergang  $L_{SPB,voeg}$  en bij de wegverharding  $L_{SPB,wegdek}$ .

De geluidniveaus worden bepaald op basis van een regressieanalyse. Het resultaat wordt afgerond op 1 decimaal.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet indien voldaan wordt aan de voorwaarde:

Bovenzijde kunstwerk : 
$$L_{SPB,voeg} - (L_{SPB,wegdek} + W^x) \leq 5 \text{ dB(A)}$$

met:

$L_{SPB,voeg,lv}$  : het gemeten geluidniveau van de voeg bij de representatieve snelheid;

$L_{SPB,wegdek,lv}$  : het gemeten geluidniveau van het wegdek bij de representatieve snelheid;

$W^x$  : een correctie van 2 dB die moet worden toegepast als de verschilmeting is uitgevoerd aan nieuw aangelegd wegdek. Indien het wegdek ouder is dan 2 jaar dan is de correctie 0 dB; door veroudering van het wegdek zal na ca 2 jaar een hoger geluidniveau gemeten worden.

---

## **Bijlagen**

Bijlage 1 Berekening geluideisen

Bijlage 2 Meetmethode geluidemissie voegovergangen

Bijlage 3 ALARA principe

Bijlage 4 Criterium geluideis voegovergangen

## Bijlage 1 Berekening geluideisen

In deze bijlage wordt beschreven op welke wijze de geluideisen voor voegovergangen worden berekend.

Uitgangspunt bij de berekening van de geluideis is de geluidemissie van voertuigen op het stilste aangrenzende wegdek, zoals beschreven wordt in de CROW publicatie 200.

De eis aan de geluidemissie van een voegovergang is tweeledig, namelijk een geluideis aan de bovenzijde van het kunstwerk en een geluideis aan de onderzijde van het kunstwerk.

De hoogte van de geluideis is direct afhankelijk van de concrete situatie waar de voegovergang wordt ingebouwd. Naarmate er meer geluidmaatregelen zijn toegepast, in de vorm van een stil wegdek en/of geluidschermen, wordt de geluideis strenger.

De geluideis is uitgedrukt als een geluidniveau in dB(A) en wordt afgerond op een geheel getal.

### 1.1 Geluideis boven het kunstwerk

De geluideis boven het kunstwerk wordt als volgt berekend:

$$L_{\text{voeg\_boven}} = L_{\text{SPB, wegdek, lv}} + 5 \text{ dB(A)} \quad [1]$$

$$\text{waar } L_{\text{SPB, wegdek, lv}} = L_{lv} + W + C_{\text{wegdek, lv}} \quad [2]$$

met:

$L_{lv}$  : de SPB-waarde van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen voor de representatieve voertuigsnelheid, zoals opgenomen in tabel 1.

$W$  : een correctie voor het feit dat de referentiewaarde en de wegdekcorrectie gebaseerd zijn op initiële eigenschappen van het wegdek; door veroudering van het wegdek zal gemiddeld een hoger geluidniveau gemeten worden, deze correctie is voor alle wegdektypen gelijkgesteld aan 2 dB(A).

$C_{\text{wegdek, lv}}$  : wegdekcorrectie voor lichte motorvoertuigen bij dezelfde voertuigsnelheid als genomen bij  $L_{lv}$ . Voor veelvoorkomende wegdektypen zijn de waarden opgenomen in tabel 2. De meest actuele waarden van  $C_{\text{wegdek, lv}}$  voor andere wegdektypen zijn gepubliceerd op de CROW-website [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

In de berekening worden de op 1 decimaal afgeronde getallen gebruikt voor  $L_{lv}$  en  $C_{\text{wegdek, lv}}$ .

| snelheid [km/h] | $L_{lv}$ [ dB(A) ] |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                 | 40                 | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  | 130  |
| lichte mvt (lv) | 64,8               | 68,0 | 70,7 | 72,9 | 74,8 | 76,5 | 78,0 | 79,3 | 80,6 | 81,7 |

Tabel 1: De SPB-waarden  $L_{lv}$  van het referentiewegdek voor lichte motorvoertuigen, zoals opgenomen in CROW-publicatie 200

| snelheid [km/h]  | $L_{lv}$ [ dB(A) ] |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                  | 50                 | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  | 110  | 120  |
| ZOAB             | -1,0               | -1,6 | -2,1 | -2,6 | -3,0 | -3,4 | -3,7 | -4,0 |
| Dunne deklagen A | -3,0               | -3,4 | -3,7 | -4,0 | -4,3 | -4,5 | -4,7 | -4,9 |
| Tweelaags ZOAB   | -3,9               | -4,4 | -4,7 | -5,1 | -5,3 | -5,6 | -5,8 | -6,0 |

Tabel 2: De wegdekcorrectie ( $C_{\text{wegdek, lv}}$ ) voor lichte motorvoertuigen van enkele veel voorkomende wegdektypen voor diverse snelheden ([www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl))

De geluideis is de berekende waarde, naar boven afgerond op een geheel getal.

Voorbeeld voor een tweelaags ZOAB wegdek, bij 100 km/u:

$$L_{\text{voeg\_boven}} = 78,0 + 2 - 5,6 + 5 = 79,4 \text{ wordt afgerond naar } 80 \text{ dB(A)}.$$

|                  | Geluideis $L_{\text{voeg\_boven}}$ [ dB(A) ] |       |        |        |
|------------------|----------------------------------------------|-------|--------|--------|
|                  | 50 km                                        | 80 km | 100 km | 120 km |
| DAB              | 75                                           | 82    | 85     | 88     |
| ZOAB             | -                                            | 80    | 82     | 84     |
| Dunne deklagen A | 72                                           | 78    | 81     | 83     |
| Tweelaags ZOAB   | 72                                           | 77    | 80     | 82     |

Tabel 3: De eis voor de geluidemissie van de voegovergang boven het kustwerk  $L_{\text{voeg\_boven}}$ , afhankelijk van de voertuigsnellheid en het type wegdek.

## 1.2 Geluideis onder het kunstwerk

De geluideis onder het kunstwerk wordt als volgt berekend:

$$L_{\text{voeg\_onder}} = L_{\text{SPB, wegdek, zv}} - Y \text{ dB(A)} \quad [3]$$

$$\text{waar } L_{\text{SPB, wegdek, zv}} = L_{\text{zv}} + C_{\text{wegdek, zv}} \quad [4]$$

met:

$L_{\text{zv}}$  : de SPB-waarde van het referentiewegdek voor zware motorvoertuigen voor de representatieve voertuigsnellheid, zoals opgenomen in tabel 4.

$C_{\text{wegdek, zv}}$  : de wegdekcorrectie voor zware motorvoertuigen bij de representatieve voertuigsnellheid van zware motorvoertuigen. Voor veelvoorkomende wegdektypen zijn de waarden opgenomen in tabel 5. De meest actuele waarden van  $C_{\text{wegdek, zv}}$  voor andere wegdektypen zijn gepubliceerd op de CROW-website [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

$Y$  : de verzwakkingsterm naar de onderzijde van het kunstwerk.  $Y = 10 \text{ dB(A)}$  als geen geluidscherm aanwezig is en  $Y = 15 \text{ dB(A)}$  als er wel een geluidscherm aanwezig is.

Hier is gekozen om geen correctie  $W$  voor veroudering toe te passen. Reden hiervoor is dat de geluidreductie van zwaar verkeer maar beperkt afneemt in de tijd.

In de berekening worden de op 1 decimaal afgeronde getallen gebruikt voor  $L_{\text{zv}}$  en  $C_{\text{wegdek, zv}}$ .

|                  | $L_{\text{zv}}$ [dB(A)] |      |      |      |      |      |      |
|------------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|
| snellheid [km/h] | 40                      | 50   | 60   | 70   | 80   | 90   | 100  |
| zware mvt (zv)   | 78,0                    | 80,2 | 82,0 | 83,5 | 84,8 | 85,9 | 87,0 |

Tabel 4: De SPB-waarden  $L_{\text{zv}}$  van het referentiewegdek voor zware motorvoertuigen, zoals opgenomen in CROW-publicatie 200

|                  | $L_{\text{zv}}$ [dB(A)] |      |      |      |      |
|------------------|-------------------------|------|------|------|------|
| snellheid [km/h] | 50                      | 60   | 70   | 80   | 90   |
| ZOAB             | -                       | -    | -3,9 | -4,3 | -4,6 |
| Dunne deklagen A | -3,9                    | -3,6 | -3,4 | -3,2 | -3,1 |
| Tweelaags ZOAB   | -                       | -    | -6,3 | -6,2 | -6,2 |

Tabel 5: De wegdekcorrectie ( $C_{\text{wegdek, zv}}$ ) voor zware motorvoertuigen van enkele veel voorkomende wegdektypen voor diverse snelheden ([www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl))

De geluideis is de berekende waarde, naar boven afgerond op een geheel getal.

Voorbeeld voor een tweelaags ZOAB wegdek, bij 80 km/u, en met een geluidscherm:

$$L_{\text{voeg\_onder}} = 84,8 - 6,2 - 15 = 63,6 \text{ wordt afgerond naar } 64 \text{ dB(A).}$$

| $L_{\text{voeg\_onder}}$ [ dB(A) ] | Zonder scherm |       | Met scherm |       |
|------------------------------------|---------------|-------|------------|-------|
|                                    | 50 km         | 80 km | 50 km      | 80 km |
| DAB                                | 71            | 75    | 66         | 70    |
| ZOAB                               | -             | 71    | -          | 66    |
| Dunne deklagen A                   | 67            | 72    | 62         | 67    |
| Tweelaags ZOAB                     | -             | 69    | -          | 64    |

Tabel 6: De eis voor de geluidemissie van de voegovergang,  $L_{\text{voeg\_onder}}$  onder het kunstwerk, afhankelijk van de voertuigsnelheid en het type wegdek, en in de situatie zonder en met geluidscherm.

## Bijlage 2 Meetmethode geluidemissie voegovergangen

Voor de akoestische beoordeling van voegovergangen is een meetprotocol opgesteld dat is gebaseerd op de Statistical Pass-By methode (ISO 11819-1;1996). Een korte toelichting is weergegeven in 2.1. De SPB-methode wordt in Nederland toegepast bij het bepalen van de geluidreductie van stille wegdekken. Een uitgebreide beschrijving is te vinden in de CROW publicatie 200 of op [www.stillerverkeer.nl](http://www.stillerverkeer.nl).

Voor geluidmetingen aan voegovergangen zijn in 2.2 aanvullende eisen gesteld aan de lange termijn omgevingstemperatuur. Doel is om niet representatieve metingen uit te sluiten.

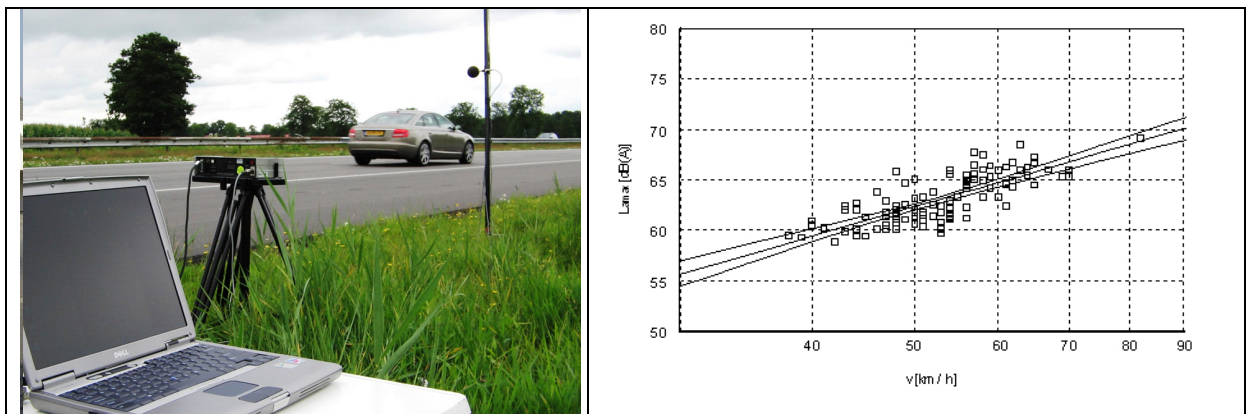
Omdat de beoordeling van de voeg aan de bovenzijde en aan de onderzijde van het kunstwerk plaats vindt, worden ten opzichte van de ISO-norm afwijkende microfoonposities voorgeschreven, zoals beschreven in 2.3 en 2.4.

De aanwezigheid van reflecterende objecten zoals een geluidscherm of een groot verkeersbord, kunnen het resultaat van de geluidmeting beïnvloeden. Toetsing van de geluidemissie is in deze gevallen mogelijk met een zogenaamde verschilmeting zoals beschreven in 2.5.

### 2.1 SPB Meetmethode

Bij een SPB-meting conform CROW 200, wordt op een hoogte van 5 meter boven het wegdek het geluid van passerende voertuigen gemeten. Van individuele voertuigpassages wordt per passage zowel het maximale A-gewogen geluidniveau ( $L_{A,max}$ ) als de snelheid geregistreerd. Het doel van deze meting is om voor een specifiek wegdek een verband te leggen tussen het band/wegdekgeluid per voertuigcategorie en de snelheid. De SPB-methode is vastgelegd in de norm ISO 11819-1.

In figuur 1 is een foto opgenomen van de uitvoering van een SPB-meting.



Figuur 1: *Uitvoering van de SPB-methode (links) en het resultaat in de vorm van een scatterdiagram (rechts)*

Van de metingen wordt in een scatterdiagram het maximale geluidniveau van elke voertuigpassage uitgezet als functie van de logaritme van de voertuigsnelheid (zie figuur 1 rechts). Hieruit wordt de best passende lineaire functie bepaald en berekend in welk snelheidsgebied het resultaat statistisch betrouwbaar is. De resultaten kunnen worden vergeleken met de waarden van het referentiewegdek zoals beschreven in de CROW publicatie 200.

## 2.2 Temperatuur

Vooral voor grote kunstwerken zal de omgevingstemperatuur van invloed zijn op het te meten geluidniveau van voegovergangen. Bij een lage omgevingstemperatuur zal de lengte van het kunstwerk afnemen. Daardoor wordt de dilatatie van de voeg groter en neemt het geluidniveau toe. Bij een hoge omgevingstemperatuur zal het geluidniveau lager zijn. De lengte van een kunstwerk varieert echter maar langzaam op de omgevingstemperatuur.

Om het effect van temperatuur op het meetresultaat beperkt te houden zijn grenzen gesteld aan de lange termijn omgevingstemperatuur. De vijfdaagse gemiddelde luchttemperatuur in de periode voorafgaand aan de meetdag moet liggen tussen de 5 en 20 °C.

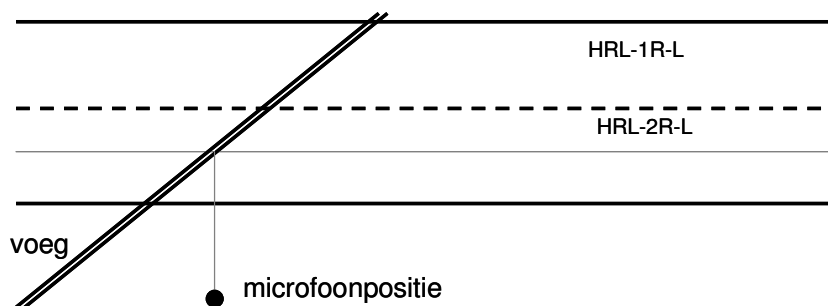
De informatie over de luchttemperatuur dient te worden geraadpleegd van het dichtst bijzijnde KNMI-meetstation (zie <http://www.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/index.cgi>).

De meting zelf kan worden uitgevoerd bij een luchttemperatuur tussen de 5 en 30 °C.

Op de meetresultaten wordt geen temperatuurcorrectie toegepast zoals dat gebruikelijk is voor SPB-metingen. Er is namelijk te weinig onderbouwing om een temperatuurcorrectie voor voegovergangen vast te stellen.

## 2.3 Geluidmeting boven het kunstwerk

Het maximale A-gewogen geluidniveau wordt ter plaatse van de voegovergang bepaald conform de SPB-methode. De positie van de microfoon is: 7,5 m uit het hart van de gemeten rijstrook en 5,0 m boven het wegdek. De microfoon wordt geplaatst ter hoogte van de locatie waar het hart van de rijstrook de voegovergang kruist.



*Figuur 2: Voorbeeld van de microfoonpositie wanneer de voegovergang een kruisingshoek heeft, kleiner dan 100 gon. De microfoon wordt geplaatst waar de hartlijn van de rijstrook de voegovergang kruist.*

Uit de regressielijn wordt het maximale A-gewogen geluidniveau bepaald voor lichte motorvoertuigen bij de representatieve voertuigsnelheid in die situatie.

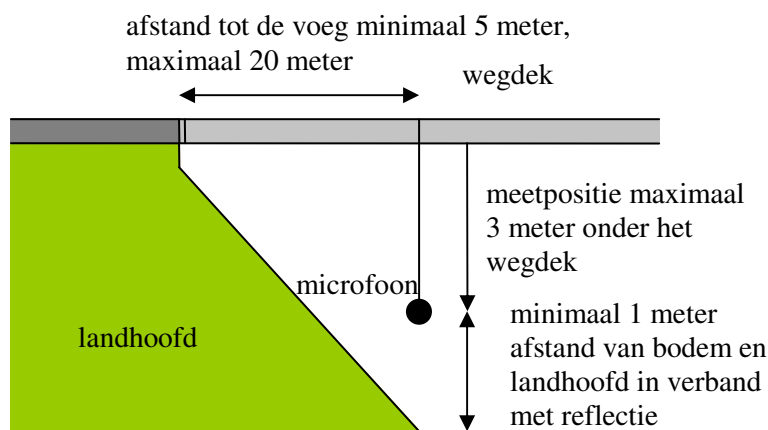
Om een voldoende nauwkeurige bepaling te doen moeten bij de meting ten minste 100 lichte motorvoertuigen gemeten worden. Het maximale A-gewogen geluidniveau bij de genoemde maximumsnelheid wordt bepaald op basis van de regressielijn. Het resultaat wordt naar boven afgerond op een geheel getal.

## 2.4 Geluidmeting onder het kunstwerk

deze meting is gebaseerd op de SPB-methode, waarbij de microfoonpositie afwijkt van bij een SPB-meting gangbare positie. Onder het kunstwerk wordt het geluidniveau ( $L_{A,max}$ ) bepaald van zware motorvoertuigen op een meethoogte van maximaal 3 meter onder het rijdek, aan de rand van het kunstwerk. Extra randvoorwaarde is dat de microfoon minstens 1 meter afstand heeft van reflecterende objecten als het grondvlak, de zijkant van het landhoofd of pijlers van het kunstwerk.

De afstand van de microfoon tot de voegovergang bedraagt in horizontale richting minimaal 5 meter en maximaal 20 meter (zie figuur 3).

Voorkeurspositie is de microfoon daar te plaatsen waar het landhoofd eindigt. Op die positie hebben reflecties de minste invloed op de geluidmeting en is er minder kans op hinder van het verkeer dat onder het viaduct doorrijdt. Deze meetpositie is voor de meeste kunstwerken eenduidig te definiëren en de geluidniveaus zijn niet sterk afhankelijk van de exacte positie.



Figuur 3 Schematische weergave van de microfoonpositie aan de onderzijde van het kunstwerk.

Om een voldoende nauwkeurige bepaling te doen moeten bij de meting ten minste 50 zware motorvoertuigen gemeten worden. Het maximale A-gewogen geluidniveau bij de representatieve snelheid van zware motorvoertuigen wordt bepaald op basis van de regressielijn. Het resultaat wordt naar boven afgerond op een geheel getal.

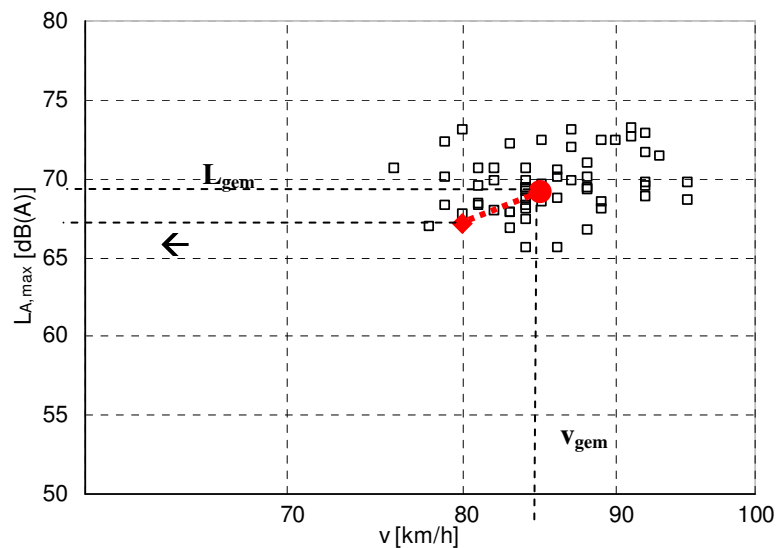
Het komt voor dat bij de meting aan de onderzijde van het kunstwerk geen goede correlatie bestaat tussen de voertuigsnelheid en de maximaal optredende geluidniveaus van de zware motorvoertuigen. Wanneer bij de regressie het percentage verklaarde variatie kleiner is dan 30% ( $R^2 < 0,30$ ) dan is de relatie tussen geluidniveau en snelheid onvoldoende bepaald. Het geluidniveau bij de representatieve snelheid zal dan als volgt worden bepaald met een vaste waarde voor de snelheidsafhankelijkheid:

$$L_{A\max} = L_{gem} + 22,5 \cdot \log\left(\frac{v_{repr}}{v_{gem}}\right) \quad [5]$$

met:

- $L_{A\max}$ : het geluidniveau bij de representatieve snelheid
- $L_{gem}$ : het gemiddelde gemeten geluidniveau
- $v_{repr}$ : de representatieve snelheid
- $v_{gem}$ : de gemiddelde gemeten snelheid.





**Figuur 4:** Voorbeeld van de bepaling van het geluidniveau  $L_{A,max}$  bij de representatieve snelheid van 80 km/h voor zware motorvoertuigen, indien de correlatie tussen voertuigsnelheid en gemeten geluidniveaus onvoldoende is.

## 2.5 De verschilmeting boven het kunstwerk

Bij de SPB-methode is het belangrijk dat het gemeten geluidniveau niet beïnvloed wordt door reflecterende objecten in de nabijheid van de meetopstelling, of door afschermdende objecten tussen de weg en de microfoon.

Dat houdt in dat bijv. bij de aanwezigheid van een geluidsschermd, of bij verdiepte ligging van de weg, geen SPB-meting conform ISO-11819-1 mogelijk is. Het geluidniveau zal in dat geval beïnvloed worden door reflectie, diffractie, dan wel afscherming van het geluidsschermd.

In die gevallen waarbij een officiële SPB meting aan de bovenzijde van het kunstwerk volgens de meetnorm niet mogelijk is, kan toetsing van de geluidemissie plaatsvinden met een zogenaamde verschilmeting. Bij de verschilmeting wordt op korte afstand voor of na de voegovergang een extra SPB meting uitgevoerd aan de stilste aangrenzende wegverharding.

Toetsing van het geluidniveau van de voegovergang, gemeten aan de bovenzijde van het kunstwerk, vindt vervolgens plaats ten opzichte van het gemeten geluidniveau van de stilste aangrenzende wegverharding. De eis is daarbij geformuleerd als:

“het geluidniveau van de voegovergang mag de gemeten waarde van de stilste aangrenzende wegverharding met niet meer dan 5 dB(A) overschrijden”.

Vanwege de toename van de geluidemissie door veroudering van stille wegdekken moet bij metingen aan nieuw wegdek (niet ouder dan 2 jaar) de correctie W van 2 dB(A) worden opgeteld bij de gemeten waarde van de wegverharding.

Met de correctie factor W is de toetsing aan gemeten waarden consistent met de berekening van de geluideis (zie in bijlage 1.1).

**Procedure**

De geluidemissie van de voegovergang aan de bovenzijde van het kunstwerk wordt gemeten zoals voorgeschreven volgens de SPB-methode. Indien nodig kan afgeweken worden van de afstand van de microfoon tot de rijlijn van de te meten voertuigen (7,5 meter). Ook kan een andere meethoogte dan 5 meter worden gekozen.

Simultaan vindt langs de stilste aangrenzende wegverharding eenzelfde meting plaats.

De afstand tot de voeg moet daarbij zodanig groot worden gekozen dat de meetresultaten niet beïnvloed worden door het geluid van de voegovergang. Een afstand van 50 meter zal in de meeste gevallen voldoende zijn. De microfoon wordt op dezelfde afstand van de rijlijn, en op dezelfde hoogte gepositioneerd als bij de meting aan de voegovergang.

Bijvoorbeeld : In het geval van de aanwezigheid van een geluidscherm wordt in beide gevallen bij het geluidscherm gemeten. Het gemeten geluidniveau wordt zo op dezelfde wijze beïnvloed.

Het resultaat van de verschilmeting zijn twee geluidniveaus bij de representatieve snelheid, namelijk bij de voegovergang  $L_{SPB,voeg}$  en bij de wegverharding  $L_{SPB,wegdek}$ . De geluidniveaus worden wederom bepaald op basis van een regressieanalyse. Het resultaat wordt afgerond op 1 decimaal.

De geluidemissie van de voegovergang voldoet indien voldaan wordt aan de voorwaarde:

$$\text{Bovenzijde kunstwerk : } L_{SPB,voeg} - (L_{SPB,wegdek} + W^x) \leq 5 \text{ dB}(A)$$

met:

$L_{SPB,voeg,lv}$  : het gemeten geluidniveau van de voeg bij de representatieve snelheid;

$L_{SPB,wegdek,lv}$  : het gemeten geluidniveau van het wegdek bij de representatieve snelheid;

$W^x$  : een correctie van 2 dB die moet worden toegepast als de verschilmeting is uitgevoerd aan nieuw aangelegd wegdek. Indien het wegdek ouder is dan 2 jaar dan is de correctie 0 dB;

## Bijlage 3 ALARA principe

De keuze voor een bepaald type voegovergang hangt sterk af van het toepassingsgebied waarvoor de voegovergang geschikt is. In de regel bepalen de lengte van de overspanning en de daarbij te verwachten dilatatiebewegingen voor een belangrijk deel de keuze voor het type toe te passen voegovergang.

Een overzicht met de verschillende typen voegovergangen en de daarbij relevante informatie over het toepassingsgebied en de verwachte akoestische prestatie staan weergegeven in de Meerkeuzematrix Voegovergangen.

Voor voegovergangen die worden toegepast bij grote dilataties kan het voorkomen dat de geluidemissie aan de bovenzijde van het kunstwerk niet kan voldoen aan de gestelde geluideis.

Uitgangspunt is dat het door middel van een juist ontwerp en uitvoering, in alle gevallen mogelijk zal zijn om de geluidemissie aan de onderzijde van een kunstwerk te laten voldoen aan de eis.

Indien het vanwege technische randvoorwaarden niet mogelijk is om aan de geluideisen in deze norm te voldoen, geldt het **ALARA – principe** "As Low As Reasonably Achievable" (zo laag als redelijker wijze bereikbaar is). In die gevallen moet ten minste **de best toepasbare techniek** worden toegepast.

Er zijn twee situaties waarbij bovenstaand ALARA-principe van toepassing zal zijn.

- **Meervoudige voegovergangen** bij kunstwerken met een grote overspanning. Hier worden vaak lamellenvoegen toegepast. Kenmerk van dit type constructie is een hoge geluidemissie boven en onder het kunstwerk. Beschikbare alternatieven met een lagere geluidemissie zijn het toepassen van zogenaamde sinusplaten op de lamellen (indien mogelijk), of het toepassen van een vingervoeg constructie. Echter ook met deze alternatieven is het niet altijd mogelijk om te voldoen aan de geluideisen in de onderhavige norm.
- **Enkelvoudige stalen voegovergangen** in combinatie met een stil wegdek. Bij dilataties groter dan 70 mm bestaat er vooralsnog geen alternatief voor een stalen randprofiel voegovergang. Bij toepassing onder een kruisingshoek van 100 gon, zal dit type voeg in combinatie met een stil wegdek niet voldoen aan de geluideisen. De best toepasbare techniek is in dat geval een randprofielvoeg met sinusplaten.

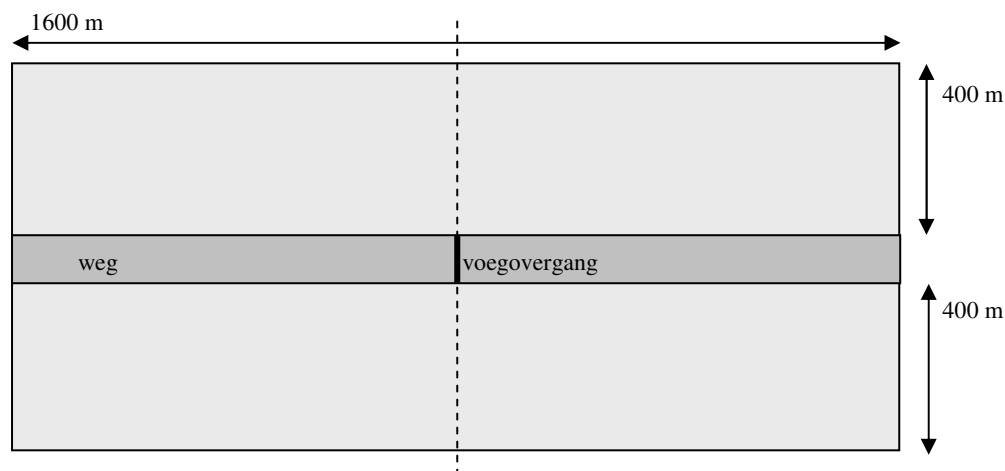
## Bijlage 4 Criterium geluideis voegovergangen

Bij de beoordeling van bestaande situaties zoals bij een klacht over een lawaaiige voegovergang, kan een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang plaatsvinden. Dit onderzoek is alleen dan noodzakelijk wanneer er woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen aanwezig zijn in de nabijheid van de voegovergang.

Om een invulling te geven aan het begrip “nabijheid” is een aandachtsgebied rond de voegovergang gedefinieerd. Bij klachten van bewoners binnen het aandachtsgebied is het redelijkerwijs te verwachten dat piekgeluiden van een lawaaiige voegovergang de oorzaak kan zijn van de hinderklacht en ligt een onderzoek naar de geluidemissie van de voegovergang in de rede.

Indien een klacht van buiten het aandachtsgebied wordt geuit, is de verwachting dat het geluidniveau van de voegovergang zodanig laag is dat er geen grond is voor nader onderzoek. Hiermee willen we overigens niet zeggen dat de voegovergang in dat geval niet hoorbaar zal zijn.

Het aandachtsgebied is gedefinieerd als een rechthoek met een lengte van 800 m voor tot 800 m na de voegovergang en een breedte van 400 m vanaf de linkerkant verharding tot 400 m vanaf de rechterkant verharding. De afmetingen zijn vastgesteld op basis van expert judgement en waarnemingen bij een aantal situaties met lawaaiige voegovergangen.



*Figuur 5: Aandachtsgebied voor de beoordeling van geluidhinder van luide voegovergangen. Bij klachten ligt nader onderzoek voor de hand als zich binnen het gebied woningen of andere geluidgevoelige bestemmingen bevinden.*