

# Geluid van voegovergangen

ing. R.C.L. van Loon  
*M+P – raadgevende ingenieurs*

ing W.J.A. van Vliet  
*RWS Dienst Verkeer en Scheepvaart*

ir. J.N. Booij  
*RWS Dienst Infrastructuur*

## **Samenvatting**

In 2010 is de nieuwe norm NBD00401 “Geluideisen aan Voegovergangen” van kracht. Hierin zijn de geluideisen opgesteld waaraan elke nieuw in te bouwen voegovergang op het rijkswegennet moet voldoen. Het doel van deze norm is om de hinder van voegen in geluidgevoelige situaties zoveel mogelijk te beperken. Ook in bestaande situaties kan de norm van toepassing worden verklaard bij geluidhinder.

Wat voor gevolgen heeft het stellen van geluideisen op het huidige arsenaal aan voegtypen in Nederland? En wat als een voegtype akoestisch niet kan voldoen? Wat zijn de alternatieven?

Deze paper geeft de resultaten van een grootschalige inventarisatie van geluidmetingen aan voegovergangen. Van de meeste in Nederland gehanteerde voegen is onderzocht hoe deze presteren ten opzichte van de geluideisen. Ook blijkt uit het onderzoek dat er voor een lawaaiige voegovergang niet altijd een alternatief bestaat vanwege civieltechnische redenen. Voor die gevallen hebben de producenten geluidarme varianten ontwikkeld zodat deze ingezet kunnen worden als het akoestisch meest aantrekkelijke alternatief.

## **1. Inleiding**

Voegovergangen zijn in veel gevallen de oorzaak van geluidoverlast in de buurt van snelwegen. Zeker wanneer er een stil wegdek zoals ZOAB of tweelaags ZOAB is toegepast, valt het voeggeluid des te meer op. Met de toepassing van stille wegdekken is een weg dus nog niet per definitie stil. Pas als ook de voegovergangen geluidarm zijn, wordt de weg pas echt stil.

Vijf jaar geleden heeft de Dienst Infrastructuur van Rijkswaterstaat een protocol opgesteld om te komen tot een eenduidige manier van omgaan met het geluid van voegovergangen. Het protocol is vastgelegd in de conceptleidraad NBD00401 'Geluideisen aan Voegovergangen' [1]. Het doel van deze conceptleidraad was de mogelijkheid van het stellen van functionele contracteisen, het controleren van de producteigenschappen en het classificeren van productgroepen. In de afgelopen jaren zijn veel voegovergangen beoordeeld volgens deze leidraad. Dat heeft er toe geleid dat van veel van de in Nederland gehanteerde voegen bepaald is hoe deze akoestisch presteren.

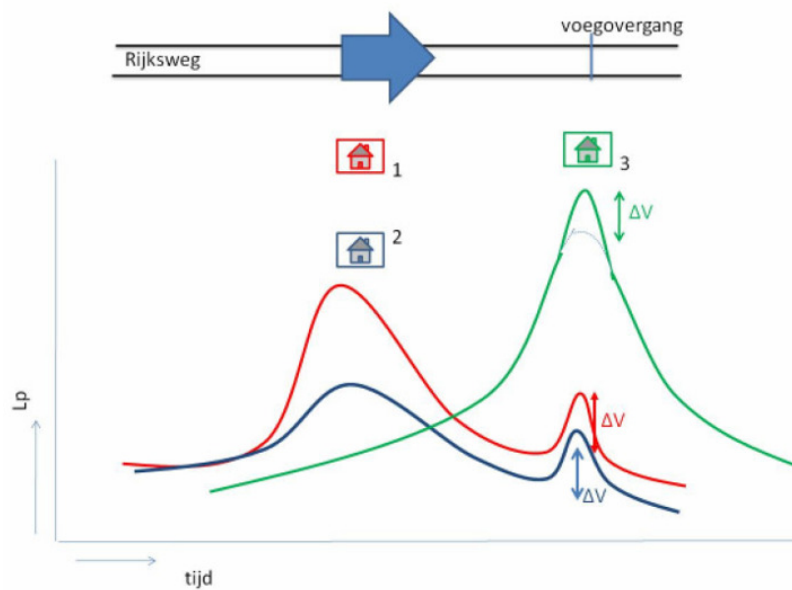
In het afgelopen jaar heeft een grootschalige inventarisatie van geluidmetingen aan voegovergangen plaats gevonden. Er is een begin gemaakt met de classificatie van de geluideigenschappen van verschillende voegtypen. Verder zijn de ervaringen met de conceptleidraad geëvalueerd en zijn er voorstellen gedaan voor de verbetering van de leidraad. In de loop van 2010 zal de nieuwe norm NBD00401 "Geluideisen Voegovergangen" van kracht zijn.

## **2. Geluid van voegovergangen**

### **Hinder**

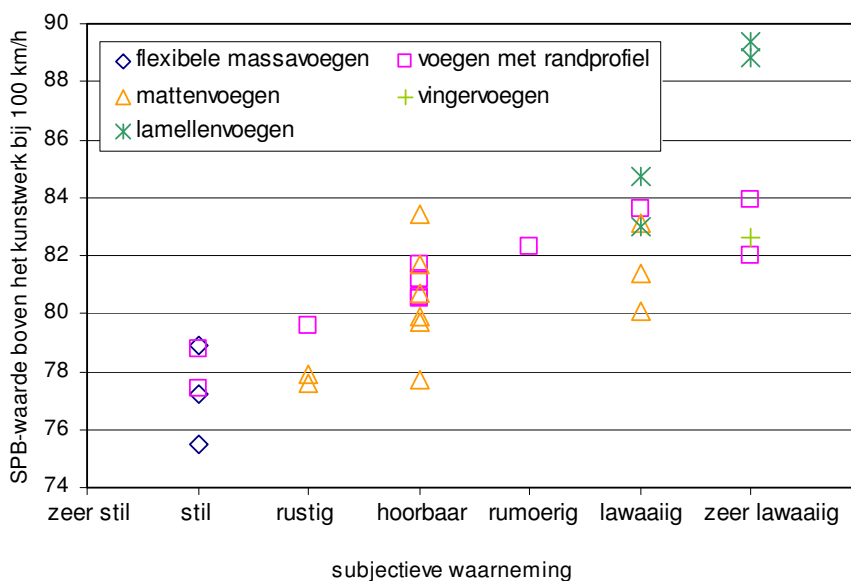
Extra geluidemissie bij een voegovergang kan optreden indien deze als een discontinuïteit of onvlakheid in het wegdek aanwezig is. Het geluid van voertuigen die een voegovergang passeren kan als geluidpieken duidelijk herkenbaar worden boven het totale ruisachtige geluid van het wegverkeer. Het geluid van de voegovergang is vaak duidelijk hoorbaar op grotere afstand omdat een brug of viaduct meestal op een forse hoogte ligt. De uitstraling van het geluid is daarmee erg effectief. Een weg met daarin lawaaiige voegovergangen zal hierdoor als extra hinderlijk worden ervaren door de omgeving. Dit wordt nog eens versterkt wanneer geluidreducerende maatregelen zijn getroffen aan een weg. Bij een geluidarm wegdek zal het geluid van de voeg meer opvallen en in situaties met een geluidscherm wordt het geluid dat via de onderzijde van het kunstwerk uitstraalt naar de omgeving niet afgeschermd.

De wijze waarop een voegovergang wordt waargenomen, hangt af van de positie van de ontvanger. Logischerwijs is de geluidpiek van de voeg het hoogst wanneer de ontvanger zich dicht bij de voeg bevindt. Maar ook op grotere afstand kan een voegovergang als hinderlijk ervaren worden. In de figuur hieronder is te zien dat voor de woningen op positie 2 en 3 het wegdekgeluid van het passerend voertuig weliswaar hoger is dan het voeggeluid, maar dat het voeggeluid nog steeds als een afzonderlijke piek wordt waargenomen.



### Geluidniveau van een passerend voertuig in de tijd voor verschillende waarneempisities

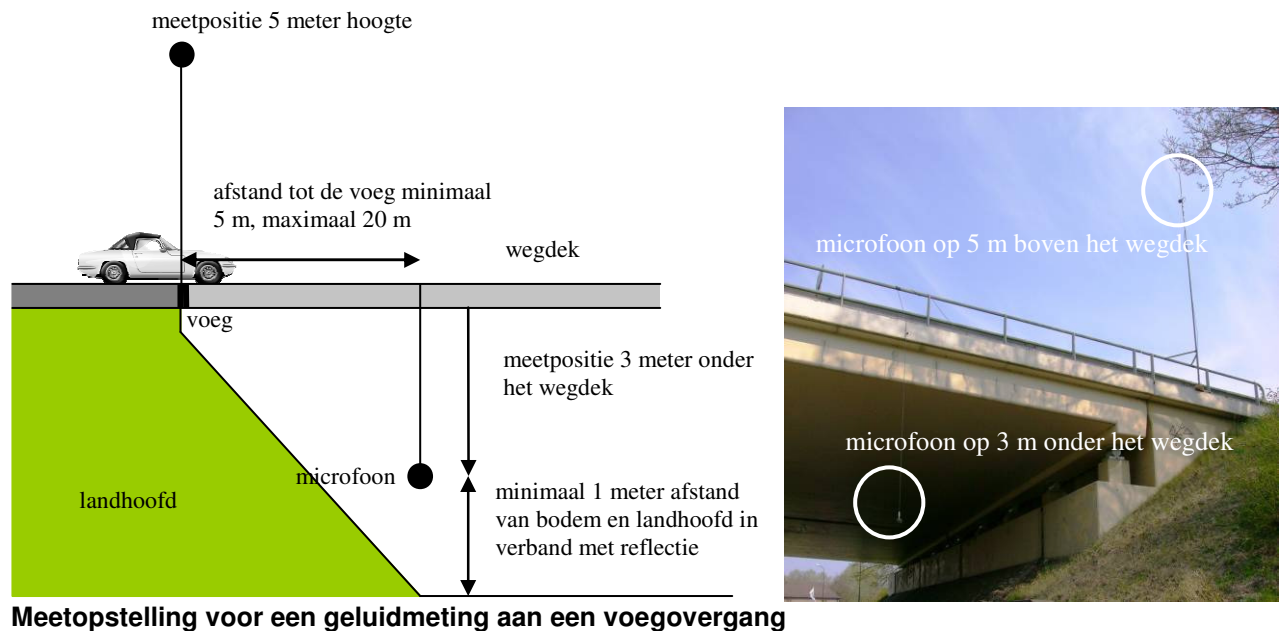
Om de extra geluidemissie bij voegovergangen vast te leggen, dient de meetmethode een goede relatie te hebben met de hinderbeleving van voeggeluid. Uit onderzoek is gebleken dat de maximaal optredende piekniveaus bij voegen een goede relatie hebben met de hinder [2]. Het meetprotocol voor de beoordeling van voegovergangen is gebaseerd op de Statistical Pass-by (SPB) methode. Bij deze methode wordt op een vaste afstand tot de rijbaan het maximale geluidniveau van passerende voertuigen gemeten. Deze methode is ook gebruikt bij de classificatie van de akoestische eigenschappen van wegdekken volgens CROW-publicatie 200 [3].



### Een relatie tussen de gemeten geluidniveau's en een subjectieve beoordeling van de voeg.

## Metten en beoordelen

Bij een geluidmeting aan voegovergangen worden op twee posities het geluid gemeten. Zowel aan de bovenzijde als aan de onderzijde van het kunstwerk wordt het geluidniveau bepaald. In de NBD00401 zijn voor zowel boven als onder het kunstwerk geluideisen gedefinieerd. Wanneer de gemeten waarde de geluideis overschrijdt, voldoet de voeg niet.



De geluideis aan voegovergangen is niet in elke situatie hetzelfde. Deze is afhankelijk van enkele omgevingskenmerken. Bij de eisstelling van geluid aan voegovergangen is bewust gekozen voor een directe relatie aan de geluideigenschappen van de aangrenzende wegverharding. Dit betekent dat in geval van toepassing van een stil wegdek er ook een strengere eis gesteld wordt aan de akoestische eigenschappen van de voegovergang. Verder wordt de eis aan de onderzijde van het kunstwerk strenger wanneer er een geluidscherm aanwezig is. Het geluidscherm dient ervoor om de geluidbelasting ten gevolge van het wegverkeer naar de omgeving te reduceren. Om de hinder ten gevolge van een voegovergang te beperken wordt de eis in die gevallen aangescherpt.

## 3. Analyse

### Categoriseren van voegen

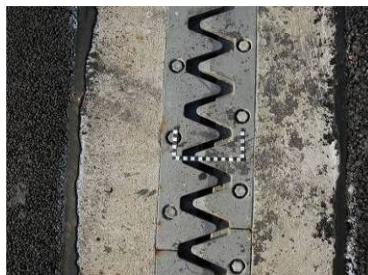
De verschillende type voegovergangen worden in Nederland ingedeeld in zeven voegfamilies, genummerd van 1 t/m 7. Per familie is er weer een onderscheid gemaakt in voegconcepten. Alle voegconcepten (in totaal 23 stuks) zijn uitvoering beschreven in de 'Meerkeuzematrix Voegovergangen' van de Dienst Infrastructuur van Rijkswaterstaat [4]. De verschillen tussen de concepten hebben veelal een constructieve grondslag. Op basis van ruim 80 geluidmetingen aan voegovergangen is er ook een categorisatie voorgesteld op basis van akoestische eigenschappen. Het is logisch om aan te sluiten bij de indeling zoals die in de Meerkeuzematrix wordt gehanteerd. Van een aantal concepten zijn de verschillen aan de

bovenzijde van de voeg echter zodanig dat ze als akoestisch gelijkwaardig kunnen worden beschouwd. De akoestische indeling van voegovergangen is daarom als volgt:

<i>nummer</i>	<i>omschrijving</i>	<i>Concepten uit de meerkeuzematrix</i>
1	Randprofiel zonder geluidmaatregel	1.1a; 1.1b; 1.2a1; 1.2b1; 1.4a; 1.5a; 1.5b
1s	Randprofiel met geluidmaatregel	1.2a2; 1.2b2
2	Vingervoeg	2.1; 2.2a; 2.2b
3.1	Gewapende mattenvoeg	3.1
3.2	Geperforeerde mattenvoeg	3.2
3.3	Gewelfde mattenvoeg	3.3
4	Flexibele voeg	4.1a; 4.1b; 4.2
6	Bijzondere voeg	6
7	Lamellenvoeg zonder geluidmaatregel	7a; 7b
7s	Lamellenvoeg met geluidmaatregel	7a+b



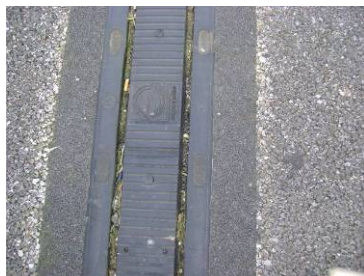
1. randprofiel zonder geluidmaatregel



1s. randprofiel met geluidmaatregel



2. vingervoeg



3.1 gewapende mattenvoeg



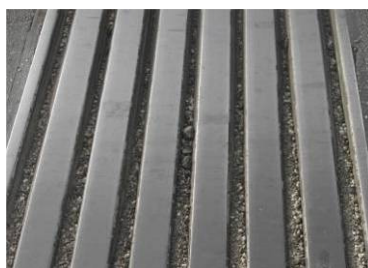
3.2 geperforeerde mattenvoeg



3.3 gewelfde mattenvoeg



4. flexibele voeg



7. lamellenvoeg zonder geluidmaatregel

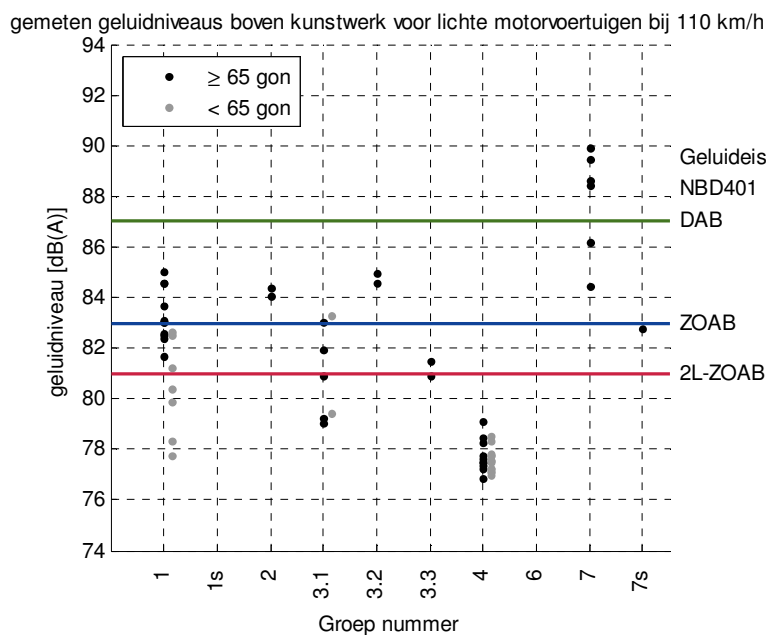


7s lamellenvoeg met geluidmaatregel

Elke voegovergang heeft zijn eigen toepassingsgebied. Grofweg kunnen twee toepassingsgebieden worden onderscheiden, namelijk bij dilataties groter en dilataties kleiner dan 100 mm. Met de dilatatie wordt de opening bedoeld die de bewegingen ten gevolge van temperatuursverschillen, thermische effecten en verkeersbelastingen opvangt. Voor dilataties groter dan 100 mm zijn alleen de vingervoegen (2) en de lamellenvoegen (7) geschikt. In de praktijk betekent dit dat bij grote overspanningen alleen vinger- of lamellenvoegen worden toegepast. Anderzijds zijn de bitumineuze voegen (4), verborgen voegen (5) en de bijzondere voegen (6) alleen geschikt voor toepassing bij kleine overspanningen. De dilatatie wordt in die gevallen opgenomen door een verkorting, respectievelijk verlenging van de verharding boven de voegovergang. Deze voegovergangen kenmerken zich over het algemeen ook nog eens door een kortere levensduur.

## Classificeren

Van alle tot nu toe gemeten voegovergangen zijn de resultaten geïnventariseerd en onderverdeeld volgens de akoestische indeling van de voegconcepten. Verder is er onderscheid gemaakt in de kruisingshoek waaronder de voeg is aangebracht. De kruisingshoek wordt voor voegovergangen uitgedrukt in decimale graden [gon]. Een voeg welke haaks op de rijrichting ligt heeft dus een kruisingshoek van 100 gon (ofwel 90 °).



**Een resultaat uit de inventarisatie akoestische eigenschappen van voegovergangen [5]. Er is onderscheid gemaakt in de kruisingshoek waarin de voeg is aangebracht (kleiner of groter dan 65 gon)**

Uit de resultaten volgt welke voegtypen in bepaalde situaties zouden voldoen aan de leidraad. Dergelijk informatie is zinvol bij de keuze van het voegtype. Een bitumineuze voeg (4) bijvoorbeeld zal in alle gevallen voldoen aan de geluideisen. Verder valt uit de analyse op te maken dat binnen sommige categorieën nog steeds een behoorlijke spreiding aanwezig is. Bij de randprofielen zonder geluidmaatregel (1) kan de spreiding in resultaten voor een groot deel verklaard worden door het verschil in kruisingshoek.



**Bij een voeg met randprofiel met een lagere kruisinghoek is vaak ook de geluidemissie lager**

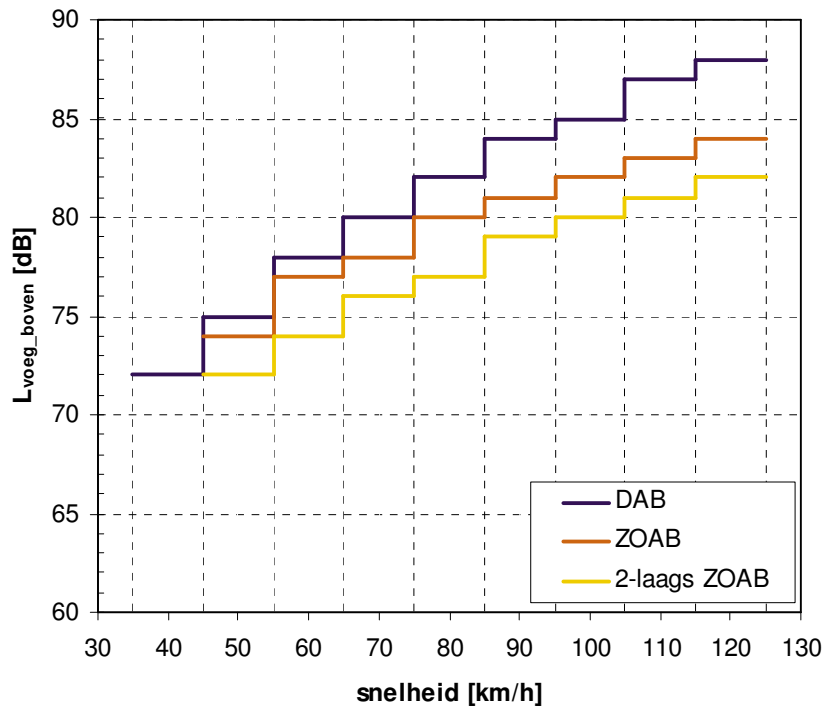
Bij een lamellenvoeg zonder geluidmaatregel (7) is het aantal lamellen van invloed op de hoogte van de geluidniveaus. Hoe meer lamellen een voeg heeft, des te meer geluid zal deze produceren.

Uit de analyse blijkt ook dat een aantal voegtypen geluidtechnisch niet zal voldoen in situaties waar een 2-laags ZOAB wordt toegepast. De lamellenvoeg (met of zonder geluidmaatregel) (7 en 7s)) is zo'n categorie. Bij grote overspanningen is het vaak niet mogelijk om een ander voegtype toe te passen in verband met de verwachte dilataties.

Informatie over de geluidemissie van voegovergangen is opgenomen in de Meerkeuze matrix, die in de ontwerpfase kan worden gebruikt bij het kiezen van een geschikte constructie.

#### **4. Geluideisen**

De ervaringen van de afgelopen jaren met geluidmetingen aan voegovergangen en de analyse van de gegevens hebben geleid tot verbeteringsvoorstellen voor de Leidraad 'Geluideisen aan voegovergangen' uit 2006. In de nieuwe norm worden de geluideisen opgesteld waaraan elke nieuw in te bouwen voegovergang op het rijkswegennet moet voldoen. Ook in bestaande situaties kan de norm van toepassing worden verklaard bij klachten over het geluid.



### Geluideisen volgens de 'nieuwe' NBD00401 aan de bovenzijde van het kunstwerk bij verschillende typen aangrenzende verharding

Het kunnen voldoen aan de gestelde geluideis is mogelijk door het onderbouwen van de juiste keuze in het ontwerp. Dit kan met de meerkeuze-matrix of met een rapportage van een leverancier waarmee aantoonbaar is dat aan de eis zal worden voldaan.

## 5. ALARA-principe

Het stellen van de geluideisen in alle nieuwbouwsituaties op het rijkswegennet heeft gevolgen voor de toepassing van een aantal voegtypen in Nederland. Voor voegovergangconstructies 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. Indien het technisch 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. Voorbeelden in de praktijk laten zien dat het geluidniveau onderzijde kunstwerk in alle gevallen is te realiseren met een juiste detaillering.

Er zijn twee voegtypen waarbij bovenstaand ALARA-principe vaak van toepassing zal zijn. Dat zijn de voegen met randprofiel (1) in combinatie met een stil wegdek en de lamellenvoegen (7) bij grote kunstwerken. Het ALARA-principe resulteert in die gevallen tot het volgende:

1. Enkelvoudige stalen voegovergangen in combinatie met een stil wegdek. Bij dilataties groter dan 70 mm bestaat er voornamelijk 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. Met deze maatregel wordt een geluidreductie van 2 tot 3 dB bereikt.

## 2. 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 de zogenaamde sinusplaten op de lamellen of een vingervoeg constructie. Met sinusplaten wordt een geluidreductie van ca 5 dB bereikt.



Links een voeg met randprofiel en geluidmaatregel (1s), rechts een lamellenvoeg met geluidmaatregel (7s)

## **6. Literatuur**

- [1] NBD00401 'Leidraad geluideisen aan voegovergangen', Bouwdienst Rijkswaterstaat, 16 mei 2006;
- [2] M+P.RWBD.06.01.2 'Geluidmetingen aan 30 voegovergangen op rijkswegen', 29 juni 2007;
- [3] CROW-publicatie 200, 'De methode Cwegdek 2002 voor wegverkeersgeluid', Ede, april 2004;
- [4] Meerkeuzematrix Voegovergangen, Rijkswaterstaat Dienst Infrastructuur, 10 april 2009;
- [5] M+P.DVS.09.03.1 'Analyse akoestische eigenschappen voegovergangen', 8 februari 2010.