

Meten aan geluidschermen

De eisen die aan de geluidschermen worden gesteld zijn gebaseerd op metingen in het laboratorium. Recent zijn er echter ook meetmethoden ontwikkeld om geluidschermen in-situ te kunnen meten. In dit artikel zal blijken dat er veel standaardisatie rondom meetmethoden aan geluidschermen heeft plaatsgevonden en dat er nieuwe manieren zijn om geluidschermen te testen en te beoordelen. Maar we zullen ook zien dat er nog werk te doen is.

Door: Willem-Jan van Vliet en Wout Schwanen

Over de auteurs:

Willem-Jan van Vliet is werkzaam als adviseur geluidmaatregelen bij Rijkswaterstaat GPO. Wout Schwanen is senior adviseur geluid en trillingen door weg en railverkeer bij M+P.

INLEIDING

Een geluidscherm is een veel toegepaste maatregel om geluidoverdracht te verminderen. De effectiviteit van het scherm is afhankelijk van veel factoren: denk hierbij aan de hoogte, lengte, en de positie van het scherm, de geluidbron zelf, de omgeving en de meteorologische omstandigheden. Daarnaast zijn ook de intrinsieke eigenschappen van het geluidscherm zeer belangrijk: de isolatie, de absorptie en de diffractie.

- De isolatie vermindert de transmissie van het geluid door het scherm;
- De absorptie vermindert de reflectie van geluid op scherm. Hierdoor zal er minder geluid reflecteren naar de overzijde;
- De diffractie van het scherm heeft te maken met het buigen van de geluidgolven over het scherm.

Hoe kunnen we nu bepalen hoe het scherm werkt? Natuurlijk zijn er rekenmodellen, die voorspellen wat het effect van een geluidscherm is, maar we kunnen ook geluidmetingen uitvoeren om vast te stellen wat de akoestische eigenschappen zijn van een geluidscherm. De afgelopen jaren is er veel werk verricht op het gebied van meten aan geluidschermen. Welke meetmethoden zijn er om schermen te testen? Welke ontwikkelingen zien we voor de komende jaren?

WELKE MEETMETHODEN ZIJN BESCHIKBAAR?

Er is een meetmethode beschikbaar om het schermeffect direct vast te stellen. ISO 10847 beschrijft deze meetmethode. Het verschil in geluidniveau tussen de situatie met en zonder scherm, bepaalt de schermwerking. Voorwaarden hierbij zijn dat de geluidbron, het overdrachtsgebied en de weersomstandigheden tijdens beide metingen gelijkwaardig zijn. Praktisch is dit echter

nauwelijks uitvoerbaar en daarom wordt deze meetmethode vrijwel nooit toegepast.

Als alternatief worden dan vaak metingen uitgevoerd om de akoestische absorptie en isolatie vast te stellen. Traditioneel worden deze eigenschappen gemeten in het laboratorium maar sinds een aantal jaren zijn er meetmethoden beschikbaar om dit in-situ uit te voeren.

Metingen in het laboratorium

De akoestische isolatie in het laboratorium wordt gemeten volgens de standaard EN 1793-2², gebaseerd op de methoden uit ISO 10140-2 en ISO 10140-4. Het resultaat van deze methode is de geluidreductie index R_i als functie van de frequentie. Vaak gebruikt men een ééngetalswaarde om de isolerende eigenschappen van het geluidscherm te beschrijven, waarbij een weging plaatsvindt met een genormaliseerd verkeersspectrum. De ééngetalswaarde wordt aangeduid met DL_R .

De Europese standaard EN 1793-1¹ beschrijft de meetmethode om de akoestische absorptie te bepalen. Deze methode is gebaseerd op de ISO 354 standaard. De akoestische absorptie wordt bepaald uit het verschil in nagalmtijd met en zonder test sample in de nagalmkamer. Het resultaat van deze meting is de geluidabsorptie α_{SI} als functie van de frequentie. Ook hiervoor is een ééngetalswaarde beschikbaar, DL_{α} .

Door randeffecten is de nauwkeurigheid van deze methode beperkt en kunnen er ook absorptiewaarden boven 1 gemeten worden. Daarnaast maakt men tijdens deze metingen gebruik van een diffuus geluidveld. In de praktijk komt een dergelijk geluidveld echter niet vaak voor. Daarnaast zijn deze metingen niet geschikt om controles uit te voeren aan gerealiseerde producten, terwijl dit wel een wens was. Daarom zijn er methoden ontwikkeld om in-situ de intrinsieke eigenschappen van geluidschermen te kunnen meten.



FIGUUR 1: BEPALING VAN DE AKOESTISCHE ISOLATIE EN ABSORPTIE IN HET LABORATORIUM

In situ metingen

De norm EN 1793-5³ beschrijft de meetmethode om in-situ de geluidisolatie vast te stellen. Hierbij maakt men gebruik van een array met 9 microfoons. Aan een zijde stuurt een geluidbron een signaal uit. Het array staat aan de andere zijde achter het scherm en hier wordt het geluidniveau gemeten (figuur 2). Vervolgens wordt een referentiemeting uitgevoerd zonder geluidscherm tussen de microfoons en de geluidbron. Uit het verschil in gemeten geluidsignalen tussen beide metingen wordt de geluidisolatie index SI bepaald tussen 100 en 5000 Hz. Hieruit volgt de ééngetalswaarde DL_{SI} .

Er is ook een Europese standaard die de in-situ methode beschrijft om de geluidreflectie van geluidschermen te meten, EN 1793-6⁴. Deze methode maakt gebruik van hetzelfde array, dat ook gebruikt wordt voor de isolatiemetingen. Het array staat tussen de geluidbron en het geluidscherm, zie Figuur 3. De microfoons meten hierbij dus zowel het directe geluid afkomstig van de geluidbron als ook het gereflecteerde geluid. Daarnaast wordt ook een referentiemeting uitgevoerd zonder geluidscherm. De microfoons meten dan alleen het directe geluid. Door toepassing van een zogenaamde subtractietechniek wordt het directe geluid verwijderd uit de meting aan het geluidscherm en blijft alleen het gereflecteerde geluid over. De verhouding tussen het gereflecteerde geluid en het directe geluid bepaalt de reflectie index RI. Op basis van de reflectie index wordt de ééngetalswaarde DL_{RI} bepaald.



FIGUUR 2: IN SITU METEN VAN DE GELUIDISOLATIE. DE LINKER FOTO TOONT DE GELUIDBRON, DE RECHTER FOTO, TOONT HET MICROFOONARRAY ACHTER HET SCHERM

Samen met de ontwikkeling van de bovengenoemde meetmethoden is ook het toepassingsbereik van de metingen in het laboratorium aangepast. Zij mogen enkel nog toegepast worden wanneer het geluidreducerend element dat getest wordt, ook daadwerkelijk onder diffuse omstandigheden toegepast zal worden. Hiermee is de weg vrijgemaakt dat de in-situ metingen de nieuwe manier worden om geluidschermen te beoordelen. In Nederland zijn de eisen, die gesteld worden aan geluidschermen, echter (nog) gebaseerd op laboratorium metingen. Om mogelijk in de toekomst over te gaan op eisen op basis van in-situ metingen, moet nog ervaring worden opgedaan met de nieuwe meetmethoden.

VERBAND TUSSEN LABORATORIUM EN IN-SITU METINGEN

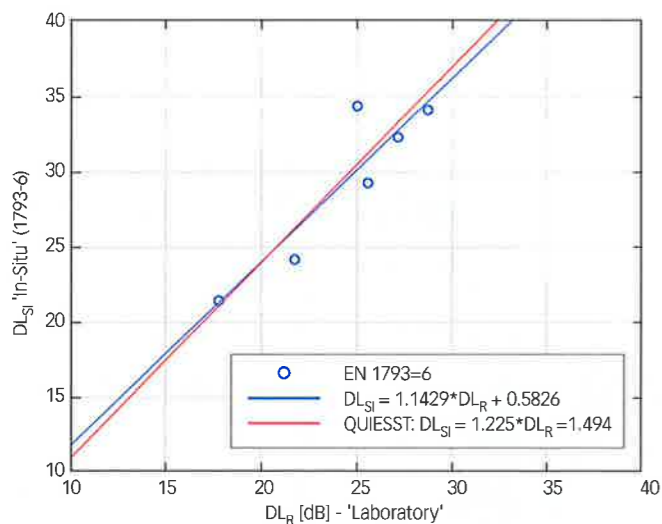
De resultaten van laboratorium en in-situ metingen zijn niet direct met elkaar vergelijkbaar. De voornaamste oorzaak hiervoor is het verschillend geluidveld bij de metingen. In het laboratorium wordt gebruik gemaakt van een diffuus geluidveld, terwijl er bij de in-situ metingen gebruik gemaakt wordt van een direct geluidveld. Er zijn diverse onderzoeken uitgevoerd naar de relatie tussen beide meetmethoden met verschillend 'geluidveld'. Zo is binnen het Europese onderzoeksproject QUIESST uitgebreid gekeken naar het verband tussen de verschillende meetmethoden. Hieruit blijkt dat er potentieel een goede relatie bestaat tussen de isolatiewaarden gemeten in het laboratorium en gemeten in-situ. Deze relatie is alleen vastgesteld over alle typen geluidschermen. Op dit moment is niet zinvol om voor deze relatie een uitsplitsing te



FIGUUR 3: IN SITU METEN VAN DE REFLECTIE INDEX. LINKS: METING AAN HET GELUIDSCHERM. RECHTS: REFERENTIEMETING

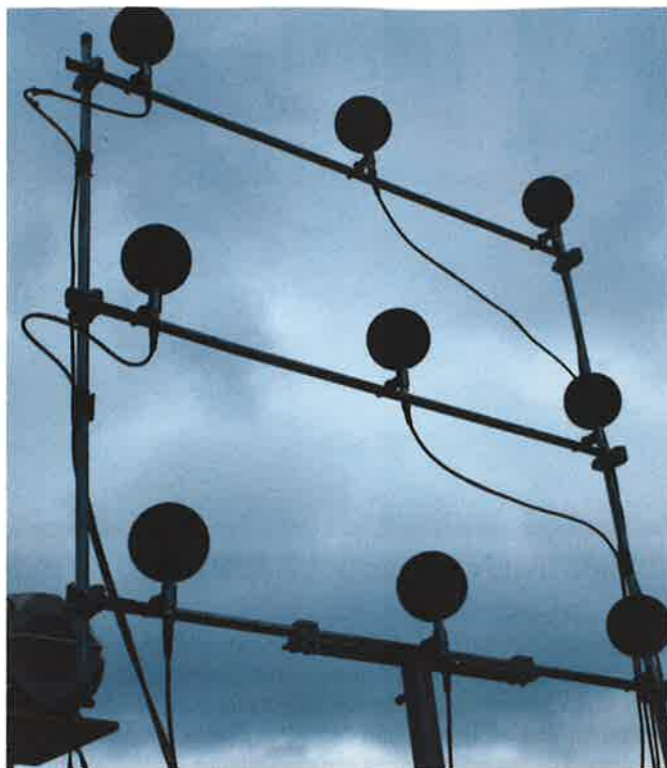
maken naar verschillende soorten geluidschermen. Hiervoor is op dit moment nog onvoldoende data beschikbaar om een nauwkeurige relatie vast te stellen.

Ook M+P heeft een (beperkt) onderzoek uitgevoerd naar het verband tussen de in situ metingen en de metingen in de nagalmkamer⁵. Hiervoor hebben we metingen uitgevoerd aan 'geluidschermen' van multiplex met verschillende diktes en dus met variërende massa. De resultaten van deze metingen (figuur 4) laten zien dat de gevonden meetpunten goed passen binnen de meetdata in QUIESST. Het resulterende verband tussen beide meetmethoden is vergelijkbaar met de relatie zoals deze is gevonden in QUIESST. Door het geringe aantal datapunten is de nauwkeurigheid echter beperkt.



FIGUUR 4: VERBAND TUSSEN DE ISOLATIEWAARDEN GEMETEN IN HET LABORATORIUM EN GEMETEN IN-SITU. ROOD: RELATIE UIT HET ONDERZOEKSPROJECT QUIESST. BLAUW: VERBAND GEVONDEN EIGEN ONDERZOEK.

In QUIESST is ook gekeken naar het verband voor de absorptie, gemeten in het lab en in-situ. Dit verband is echter zeer matig. Er



zijn grote verschillen tussen de ééngetalswaarden van beide meetmethoden. In het laboratorium worden waarden gemeten tot 20 dB. Terwijl in-situ er ééngetalswaarden gevonden worden tussen 0 en 9 dB. Ook is er een flinke spreiding rondom de trendlijn. De vraag kan gesteld worden of het vergelijk zoals dit gemaakt is in QUIESST wel zinvol is. Het is immers ook mogelijk om met enige kennis over de opbouw van de absorberende laag met modellen de mate van absorptie te voorspellen voor verschillende geluidvelden.

WAT KUNNEN WE NU MET DE IN-SITU METINGEN?

De nieuwe in-situ metingen bieden nieuwe kansen, zoals productiecontrole in het veld en het monitoren van het akoestisch gedrag in de tijd. Vooral in Vlaanderen zijn ze hierin erg actief. De Vlaamse overheid voert een onderzoeksproject uit om te bepalen hoe de akoestische eigenschappen zijn van de geluidschermen in Vlaanderen. Hiervoor voeren zij metingen aan 80 geluidschermen in een periode van vier jaar⁶. Daarnaast stelt de Vlaamse overheid ook aanvullende eisen aan nieuw te plaatsen geluidschermen. Naast eisen aan de waarden gemeten in het laboratorium, zijn er ook minimale waarden voor de in-situ gemeten reflectie en isolatie. Producenten dienen vooraf aan te tonen dat hun product voldoet aan de gestelde eisen. Maar daarmee houdt het niet op. Ook na realisatie moet de producent aantonen dat er daadwerkelijk is voldaan aan de gestelde eis. Er dienen dan dus wederom metingen uitgevoerd te worden.

Het uitvoeren van productiecontrolemetingen brengt echter weer nieuwe vragen met zich mee. Hoe vaak moet je meten, op hoeveel plekken langs het scherm? Er moet immers voorkomen worden dat de toetsing van een volledig geluidscherm afhangt van een toevallig gekozen meetlocatie. In Nederland is hiervoor een aantal jaren geleden een protocol opgesteld. Dit schrijft voor op hoeveel plekken er minimaal gemeten moet worden en met hoeveel herhalingen. Dit protocol gaat er van uit dat de metingen op elke positie met met negen microfoons uitgevoerd worden. Dit hoeft natuurlijk echter niet. In Oostenrijk heeft men een alternatieve methode om de reflectie van geluidschermen te meten ontwikkeld⁷. Deze methode bestaat uit een combinatie van me-

tingen met het microfoon array en metingen met slechts één microfoon. Op een aantal posities langs het scherm wordt gemeten met het microfoon array. Op alle overige locaties wordt de reflectie gemeten met slechts één microfoon. Door de resultaten van beide metingen te combineren ontstaat een goed beeld van de akoestische prestaties van het gehele geluidscherm.

Wanneer gebruiken we in-situ metingen?

In Nederland worden op dit moment weinig in-situ metingen uitgevoerd. Dit gebeurt alleen wanneer twijfels zijn over de effectiviteit van het scherm of wanneer er klachten zijn vanuit de omgeving. Het meten van de isolatie is dan vaak de eerste stap om vast te stellen of het scherm voldoende effect heeft. Wanneer blijkt dat er bijvoorbeeld aan de rand van de elementen naden zijn, kan door deze tijdelijk dicht te zetten, eenvoudig bepaald worden wat het effect hiervan is.



WAT MOET ER NOG GEBEUREN?

Er is de afgelopen jaren veel gebeurd rondom geluidschermen. Nieuwe meetstandaarden zijn ontwikkeld waarmee de weg openligt naar nieuwe manieren om geluidschermen te specificeren en te beoordelen. Hier zijn we echter nog niet. De CEDR, het samenwerkingsverband van Europese wegbeheerders, onderschrijft

dit in hun State of the art rapport over geluidschermen⁸. De CEDR benoemt een aantal punten waarop meer onderzoek nodig is. Een punt van aandacht is de relatie tussen de metingen in het laboratorium en de in-situ metingen, waarbij er voornamelijk aandacht gevraagd wordt voor de relaties tussen beide meetmethoden voor individuele typen geluidschermen. Verder concludeert de CEDR dat er groot hiaat zit in beschikbare data en dus in kennis, over de prestaties van geluidschermen gedurende de levensduur.

Naast de punten, die CEDR benoemt, zijn er nog meer openstaande items. Een belangrijk onderdeel is de nauwkeurigheid van de in-situ meetmethode. Onze ervaring is dat vooral het meten van de reflectie zeer gevoelig is voor invloeden die de nauwkeurigheid kunnen beïnvloeden. Later dit jaar vindt er vergelijkingstest plaats voor de in-situ metingen. Hiermee krijgen we een goed inzicht in de reproduceerbaarheid en reproduceerbaarheid van de meetmethoden.

De nauwkeurigheid van de meetmethoden speelt een belangrijke rol bij het opstellen van toekomstige eisen aan geluidschermen. Op dit moment zijn alle eisen nog gebaseerd op meetresultaten in het laboratorium. Deze eisen worden ook als invoer gebruikt om met modellen geluidberekeningen uit te voeren. De vraag is dan ook welke eisen er in de toekomst aan geluidschermen moeten worden gesteld. Deze zullen dan ook vooraf aangetoond moeten worden en ook na plaatsing van het scherm. En met welke nauwkeurigheid kan dan bepaald worden of aan de eis wordt voldaan?

We concluderen dan ook dat er veel veranderingen zijn geweest rondom geluidschermen afgelopen jaren, maar als we vooruitkijken, weten we dat er nog werk te doen is.

REFERENTIES

1. EN 1793-1 Verkeersgeluidbeperkende constructies langs wegen - Beproevingmethode voor de bepaling van de akoestische prestaties - Deel 1: Intrinsieke eigenschappen van geluidabsorptie onder diffuus veld condities.
2. EN 1793-2 Verkeersgeluidbeperkende constructie langs wegen - Beproevingmethode voor de bepaling van de akoestische prestaties - Deel 2: intrinsieke eigenschappen van de geluidisolatie onder diffuus veld condities.
3. EN 1793-5 Verkeersgeluidbeperkende constructie langs wegen - Beproevingmethode voor de bepaling van de akoestische prestatie - Deel 5: Intrinsieke eigenschappen - In-situ waarden voor geluidreflectie in vrije veld condities.
4. EN 1793-6 Verkeersgeluidbeperkende constructie langs wegen - Beproevingmethode voor de bepaling van de akoestische prestatie - Deel 5: Intrinsieke eigenschappen - In-situ waarden voor luchtgeluidisolatie onder directe geluidveldcondities.
5. Wout Schwanen & Bert Peeters, "In-situ testing of acoustic properties of noise barriers", proceedings Internoise 2016
6. Peter Houtave e.a. "Acoustic performances of roadside noise barriers: wide scale on-site measurement survey in Flanders", Internoise 2016
7. Andreas Fuchs, Reinhard Wehr en Marco Conter, "proposal for an in situ approval testing and quality assurance procedure for assessing sound reflection properties of noise barriers, ICSV24 2017.
8. CEDR Technical Report 2017-02, Stat of the art in managing road traffic noise: noise barriers