

Tijd om na te denken over nieuwe, stille bruggen

Een beweegbare brug is steeds vaker een bron van geluidhinder. Door de constructie van het val van de brug ontstaat er veel laagfrequent geluid wanneer voertuigen de brug passeren. Die hinder is door het toegenomen verkeer en het stiller worden van het asfalt rondom de brug sterk toegenomen. Veel bruggen in Nederland zijn kort na de oorlog gebouwd en zijn nu aan het einde van de levensduur. Tijd om na te denken over nieuwe stille bruggen.

Sinds de opmars van stille wegdekken en andere geluidmaatregelen zoals geluidschermen en stille voegovergangen, is het in Nederland langs de weg steeds stiller geworden. Desondanks zijn er situaties waar de geluidhinder toeneemt of zelfs ontstaat. Juist delen in de weg die niet aangepakt worden, gaan opvallen zodra omliggende delen stiller worden. Een bekend voorbeeld is de voegovergang tussen landhoofd en brugdek. Met het oude lawaaiige wegdek viel de voegovergang niet op. Na vervanging van het wegdek door een stille variant blijkt de voeg plotseling voor hinder in de omgeving te zorgen. Dit fenomeen blijkt ook voor stalen bruggen te gelden. Enerzijds komt dit doordat op provinciale wegen stil asfalt wordt aangelegd. De brug zelf is niet veranderd maar valt door het stiller worden van de omgeving meer op. Anderzijds worden laatste jaren ook veel brugdekken vernieuwd. Oude stalen vakwerk-



Vreelandbrug in de N201 te Vreeland.

constructies of betonnen constructies worden vervangen door veel lichtere en sterkere orthotrope stalen dekken. Het gewicht per m² van het 'standaard' stalen rijkdek is in de periode 1970-1990 al met bijna de helft gereduceerd naar circa 250 kg/m². De gewichtsafname bij vervanging van een betonnen rijkdek door een stalen dek, is nog vele malen hoger. Stijve lichtgewicht constructies hebben belangrijke constructieve voordelen maar lichtere constructies kunnen gemakkelijker in trilling worden gebracht en daardoor potentieel geluid naar de omgeving afstralen.

Hoorbaar geluid

M+P deed de afgelopen jaren onderzoek naar geluid- en trillingseigenschappen van verschillende stalen (beweegbare) bruggen in Nederland. Uit metingen die wij aan verschillende bruggen hebben uitgevoerd, is gebleken dat delen van de stalen constructie hoge trillingsniveaus laten zien. Deze trillingen kunnen niet alleen worden gevoeld, maar ook gehoord. Trillingen met een frequentie boven de 20 Hz stralen namelijk af als hoorbaar geluid. Van 20 tot 200 Hz spreekt men van laagfrequent geluid (LFG). Zo kan het dat door vervanging van een oude stalen brug door een modern stalen exemplaar plotseling geluidklachten ontstaan bij omwonenden. Op veel probleemlocaties liggen bruggen

midden in een dorp. Het laagfrequente geluid dat ontstaat op het moment dat het val van de brug wordt aangestoten door het verkeer, wordt vooral aan de onderkant van de brug, dicht bij het water, afgestraald en komt daardoor gemakkelijk bij de woningen terecht. Het hoogfrequente band/wegdekgeluid is in veel gevallen een minder groot probleem voor naastgelegen huizen doordat het door het brugdek wordt afgeschermd. Daarnaast speelt hoogfrequent geluid een beduidend kleinere rol bij de geluidniveaus die binnenshuis hoorbaar zijn. Het laagfrequente geluid dringt gemakkelijk door de gevel naar binnen waardoor vrachtautopassages in de vroege ochtend voor veel hinder kunnen zorgen.

Geluidopwekkingsmechanismen

De mate van geluidhinder van een stalen brug wordt in de eerste plaats veroorzaakt door plotselinge aanstoting van het val ter plaatse van de voegovergang. De brug wordt door de rijdende voertuigen in trilling gebracht waardoor deze afhankelijk van de eigenschappen van de brug meer of minder geluid zal gaan afstralen. Wij onderscheiden bij het geluidopwekkingsstelsel van een stalen brug de volgende subsystemen:

- Aanstoting (door het verkeer op de brug);
- Ingangsimpedantie: opname van energie door de brug van de aanstoting;



Ketenrelatie van subsystemen van het geluidopwekkingsstelsel van bruggen en de waarneming van geluid in de omgeving.

- Trillingsoverdracht: afhankelijk van massa-stijfheid en demping worden brugdelen in trilling gebracht;
- Afstraalefficiëntie: stijfheid, vorm en omgeving bepalen hoe gemakkelijk trillende brugdelen geluid afstralen.

Elk van deze subsystemen vormt een schakel die relevant is voor het uiteindelijke waargenomen geluid in de omgeving. De bijdrage van de subsystemen is afhankelijk van de brugspecifieke eigenschappen zoals het hoogtepunt van de brug, kwaliteit van deklaag en voegovergangen, snelheid en massa van het verkeer, beweeglijkheid van de brug, geometrie, massa en stijfheid van de brug. De eigenschappen van de subsystemen zijn niet per definitie van elkaar afhankelijk. Het geheel van deze subsystemen bepaalt wel het uiteindelijke geluid in de omgeving.

Case: Vreelandbrug

De Vreelandbrug is een ophaalbrug met een orthotrope stalen dek, gelegen in de N201 in Vreeland. De brug zorgt al tien jaar voor geluid- en trillingshinder bij omwonenden. In 2014 zijn de eerste geluidmetingen gedaan waaruit bleek dat de laagfrequente geluidaf-

straling van de brug zorgt voor een sterke toename van de geluidhinder in de omgeving. Provincie Utrecht heeft gevraagd om na te gaan of er kosteneffectieve maatregelen aan de bestaande brug mogelijk zijn die de (laagfrequente) geluidhinder in de omgeving beperken. Randvoorwaarde is dat er geen ingrijpende wijzigingen aan de constructie en of significantie gewichtstoename is toegestaan. Om tot deze eerste maatregelen te komen, zijn de eigenschappen van de brug in kaart gebracht. Hiervoor zijn geluidmetingen uitgevoerd conform het 'Beoordelingsprotocol geluid bij bruggen' (opgesteld in opdracht van provincie Noord-Holland). Aanvullend is een inspectie uitgevoerd en zijn er impedantiemetingen aan het val van de brug gedaan om inzicht te krijgen in de beweeglijkheid van het val op de posities waar deze door het verkeer wordt aangestoten.

Door de eerder genoemde ketenrelatie van subsystemen en de gemeten eigenschappen van de brug in ogenschouw te nemen, konden verbeterpunten worden geïdentificeerd. Om deze punten te kunnen oplossen, zijn maatregelen bedacht en afgewogen op basis van kosten, civieltechnische haalbaarheid en verwacht akoestisch effect.



Voorbeeld van een provinciale weg met een stalen brug middenin een waterrijk dorp.

Dit heeft geresulteerd in een 'menukaart' met maatregelen met een schatting van de geluidwinst per maatregel. Samenvattend zijn dit:

- Handhaven van de maximaal toegestane verkeerssnelheid, 1-4 dB (breedbandig);
- Uitlijning hoogtepunt en verbeteren kwaliteit voegovergang, 2-5 dB (puls geluid);
- Wegnemen speling in de secundaire oplegpunten, 1-5 dB (puls geluid vrachtverkeer);
- Verhogeningangsimpedantie door verstijving en/of massatoevoeging, 3-10 dB (puls geluid);
- Slijtlaag optimaliseren door de steengraadering akoestisch te optimaliseren, 1-3 dB (breedbandig).

Provincie Utrecht heeft de civieltechnische haalbaarheid van deze maatregelen onderzocht en heeft de voor de concrete uitwerking gespecialiseerde marktpartijen benaderd. Op dit moment wordt een overzicht met kosten en baten per maatregel gemaakt. Het bestuur krijgt zo de mogelijkheid een afweging te maken op basis van kosten en vermindering van de geluidhinder. In de zomer van 2016 worden een aantal maatregelen uitgevoerd. De belangrijkste zijn de uitlijning van het val, het vervangen van de voegovergang, het vernieuwen van de slijtlaag en het vervangen van de oplegpunten. Na realisatie van de maatregelen worden opnieuw metingen uitgevoerd waarna het effect van de maatregelen inzichtelijk wordt.

Geluid 'meenemen'

Stalen bruggen liggen vaak dicht bij woningen en kunnen door de aard van de constructie gemakkelijk voor geluidhinder in de omgeving zorgen. Bij nieuwbouw en/of renovatie moet het thema geluid in het ontwerp worden meegenomen. In bestaande situaties is het mogelijk om maatregelen te ontwerpen. De gekozen aanpak maakt het mogelijk om op een efficiënte manier tot vermindering van de geluidhinder in de omgeving van de brug te komen.

Christiaan Tollenaar en Erik de Graaff werken bij M+P raadgevende ingenieurs; Rien Bakker werkt bij provincie Utrecht.

IN 'T KORT - Stille bruggen

Door onder meer meer stille wegdekken valt het geluid van bruggen nu meer op

Het blijkt dat delen van stalen constructies een hoog trillingsniveau laten zien

Binnen het geluidopwekkingsstelsel worden vier subsystemen onderscheiden

Er is een 'menukaart' samengesteld met verschillende 'smaken' geluidwinst