

PERCEPTIEVE EVALUATIE WEGDEKGELUID

Ir. J. Hooghwerff

M+P Raadgevende ingenieurs bv
Bruistensingel 232
5232 AD 's-Hertogenbosch
tel: 073-6408851
fax: 073-6408852
<http://www.mp.nl>
email: hooghwerff@db.mp.nl

Samenvatting

In de Nederlandse wetgeving en bij wegdekonderzoek is de dB(A)-waarde ingeburgerd als maat voor de sterkte van het geluid. Onderzocht is in hoeverre deze maat een goede indicator is om verschillen in geluidproductie tussen wegdekken weer te geven.

De geluiden van vier wegdektypen zijn met behulp van drie verschillende luidheidsmaten geanalyseerd en vergeleken in een psychofysisch onderzoek (met proefpersonen).

Het blijkt dat de volgorde in luidheid van de wegdekgeluiden voor de verschillende luidheidsmaten gelijk is, mits de wegdekstimuli tenminste circa 1 dB in (A-gewogen) geluidsdrukkniveau van elkaar verschillen.

De luidheid volgens Zwicker is de maat die het beste aansluit bij de resultaten van het psychofysisch onderzoek. Het A-gewogen geluidsdrukkniveau is geen onbetrouwbare maat om het verschil in luidheid van wegdekken weer te geven. Doordat een niet-gewogen geluidsdrukkniveau de spectrale verschillen tussen de wegdekken beter tot zijn recht laat komen dan een A-gewogen niveau, scoort deze maat iets beter dan het A-gewogen geluidsdrukkniveau.

Inleiding

In de Nederlandse wetgeving is de dB(A)-waarde ingeburgerd als maat voor de sterkte van het geluid dat veroorzaakt wordt door industrie, wegverkeer en railverkeer. Vrijwel alle berekeningen en metingen die gedaan worden om een geluidbelasting te bepalen, gaan uit van A-gewogen geluiddrukkniveaus (dB(A)). Dit geldt ook voor het vaststellen van de geluidproductie van wegverkeer op verschillende typen wegdekken en de verschillen in geluidproductie tussen wegdekken met de bekende Statistical Pass-by-methode (SPB, volgens ISO 11819-1).

De achterliggende gedachte bij het gebruiken van het dB(A)-niveau is dat deze waarde een goede indicator is voor de luidheid en daarmee waarschijnlijk voor de geluidhinder. Uit diverse onderzoeken is echter gebleken dat de A-weging voor specifieke signalen een misleidende maat kan zijn om de luidheid weer te geven.

Dit 'kortschrift' doet verslag van een onderzoek naar het gebruik van de dB(A)-waarde als maat voor de luidheid voor wegdekonderzoek. Het onderzoek is uitgevoerd bij de sectie Akoestische Perceptie van de Faculteit der Technische Natuurkunde van de Technische Universiteit in Delft in samenwerking met M+P Raadgevende ingenieurs bv.

Maten voor de luidheid

Hinder is geen fysische grootheid, maar berust op een subjectieve ervaring van de mens, waarbij veel factoren een rol spelen. Naast niet-individu-gebonden factoren bepalen individuele aspecten de mate waarin iemand zich gehinderd voelt. Het is uiteraard van belang om naar een (objectief te bepalen) maat te zoeken die goed aansluit bij de geluidhinder veroorzaakt door wegverkeer. Het blijkt dat luidheid een maat is die bij een zelfde type lawaaibron in hoge mate correleert met geluidhinder. Luidheid heeft alles te maken met de sterkte van geluid, maar heeft naast objectieve (fysische meetbare) ook subjectieve (ons "hoorsysteem") eigenschappen. Er zijn verschillende maten die de luidheid beschrijven, zoals het (A-gewogen) geluiddrukkniveau en de luidheidsbepaling volgens Zwicker.

- geluiddrukkniveau (dB)

Bij het geluiddrukkniveau wordt de gemiddelde drukvariatie gemeten ten opzichte van de gemiddelde luchtdruk, een fysisch "objectieve" maat;

- A-gewogen geluiddrukkniveau (dB(A))

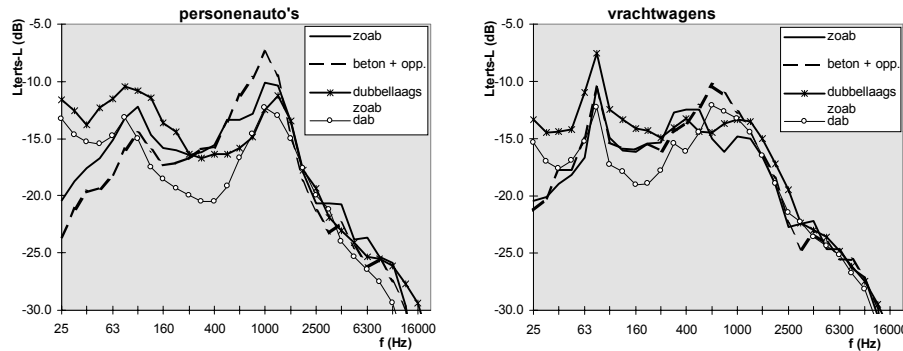
Bij de meting van het geluiddrukkniveau wordt een weging toegepast die hoge en lage frequenties verzwakt ten opzichte van de frequenties in het middengebied. Deze weging is gebaseerd op het verschil in gevoeligheid van ons oor voor hoge en lage frequenties bij een luidheid van 40 dB, de 40-foon curve. Omdat bij verkeerslawaaai de geluidbelastingen hoger zijn, is een weging die gebaseerd is op de 40-foon curve niet erg realistisch. De dB(A)-methode is gebaseerd op objectieve en subjectieve elementen, dat wil zeggen combineert fysisch meetbare elementen met kennis van ons "hoorsysteem";

- de luidheid volgens de methode van Zwicker (ISO 532 B / DIN 45631)

Zwickers methode om de luidheid van een signaal te bepalen is gebaseerd op kennis vanuit de psycho-akoestiek (de subjectieve ervaring van de mens van geluid) met betrekking tot het auditief systeem. In de methode is onder andere verwerkt dat ons "oor" rekening houdt met de frequentie-inhoud bij het optellen van meerdere geluiden (kritieke bandbreedte), de mogelijkheid dat "tonen" in ruisachtige signalen soms niet hoorbaar zijn (maskering) en het effect van ons buitenoor (oorschelp en gehoorgang) op het geluid.

Perceptief onderzoek

Voor vier verschillende wegdektypen (dicht asfalt beton, zeer open asfalt beton (ZOAB), tweelaags ZOAB, cementbeton met oppervlaktebehandeling) is onderzocht hoe de rangschikking van de berekende luidheid volgens de bovengenoemde methoden zich verhoudt met de rangschikking volgens een luistertest met proefpersonen. De spectra van deze wegdektypen zijn weergegeven in Figuur 1 voor zowel personenauto's als vrachtwagens.



Figuur 1 Gemiddelde ongewogen (genormeerde) spectra van personenauto's (linksboven) en (zware) vrachtwagens (rechtsboven) voor de vier verschillende wegdektypen

Aan vijf normaalhorende proefpersonen is gevraagd om geluiden die in een willekeurige volgorde werden aangeboden, te rangschikken. Hierbij is gebruikgemaakt van de methode van paarsgewijs vergelijken. De proefpersoon krijgt een groot aantal keren twee geluiden kort na elkaar aangeboden en moet een keuze maken uit 7 antwoorden, als “de eerste stimulus is veel luider / luider / iets luider dan de tweede” etc. Om voldoende betrouwbare resultaten te krijgen zijn de proeven tien keer herhaald. Door de resultaten van de psychofysische proef uit te zetten in een spreidingsdiagram tegen de berekende luidheidsmaten, is voor elke maat een correlatiecoëfficiënt bepaald.

Resultaten en conclusies

Het blijkt dat de volgorde van de wegdekstimuli in luidheid gelijk is voor de verschillende luidheidsmaten, mits de wegdekstimuli tenminste ca. 1 dB in (A-gewogen) geluidsdrukkniveau van elkaar verschillen, het voor ons oor kleinst waarneembare verschil.

De correlatie tussen de luidheid volgens Zwicker en de psychofysische luidheidsschaal (van de proefpersonen) is voor wegdekstimuli van zowel personenauto's als vrachtwagens groter dan 95%. De correlatie tussen het A-gewogen geluidsdrukkniveau en de psychofysische luidheidsschaal is voor wegdekstimuli van personenauto's groter dan 95% en voor vrachtwagens tenminste 90% (zie Tabel 1).

Tabel 1 Correlatiecoëfficiënten van de correlatie tussen drie berekende luidheidsmaten en de gemeten psychofysische luidheidsafstand van vier wegdekstimuli

	Zwicker	L_A (dB(A))	L (dB)
personenauto's	0.99	0.97	0.98
vrachtwagens	0.96	0.91	0.95

De luidheid volgens Zwicker is de maat die het beste aansluit bij de psychofysische luidheidsafstand. Doordat een ongewogen geluidsdrukkniveau de spectrale verschillen tussen de wegdekken beter tot zijn recht laat komen dan een dB(A)-niveau (zie Figuur 1) scoort deze maat iets beter dan het A-gewogen geluidsdrukkniveau. Het A-gewogen geluidsdrukkniveau is echter (gezien de hoge correlatie) geen onbetrouwbare maat om het verschil in luidheid van wegdekken weer te geven.