

Geluidwering meten in tertsbanden moet!

In tegenstelling tot wat velen denken, zijn bouwakoestische metingen niet in octaafbanden maar in tertsbanden voorgeschreven. Deze leveren meer informatie over de bouwconstructie op en stellen lagere eisen aan de luidspreker(s).

Door: Maarten van der Niet

Over de auteur:

ir. Maarten van der Niet werkt bij M+P raadgevende ingenieurs.

Veel bouwakoestische metingen in het veld worden nog altijd in octaafbanden uitgevoerd. Het lijkt erop dat in NEN 5077:2019 een overgang naar tertsbanden wordt gemaakt. Maar is de voorgaande bepalingmethode beschreven in NEN 5077:2006 eigenlijk wel net als de eerdere NEN 5077:2001 gebaseerd op octaafbanden? Nee, tot mijn eigen verbazing hebben veel bouwakoestici (inclusief mijzelf tot voor kort) niet goed beseft dat de tertsbanden al sinds 2006 in de norm staan! De publicatie van NPR 5097:2006 maar ook de reactie van de normcommissie op mijn ingediende commentaar op Ontw. NEN 5077:2017 ten aanzien van metingen in tertsbanden [GELUID 2017-3] zijn daarvan het bewijs. In dit artikel wordt aangegeven hoe ernstig deze (collectieve) omissie is voor de praktijk van de afgelopen jaren. Zijn er massaal bouwconstructies ten aanzien van de luchtgeluidsisolatie ten onrechte goed- of afgekeurd?

TERTSBANDEN VERPLICHT

In het eerder gepubliceerde artikel [Geluid 2017-3] heb ik gesteld dat Ontw. NEN 5077:2017 als grote wijziging heeft dat voortaan alles in tertsbanden wordt gemeten en de uitwerking in octaafbanden achterwege wordt gelaten. Inmiddels is mijn standpunt gewijzigd en zouden alle bouwakoestische metingen die worden uitgevoerd voor de bepaling van de luchtgeluidsisolatie en geluidwering van de gevel (hierna geluidniveaverschilmetingen genoemd) in tertsbanden moeten worden uitgevoerd. Om het in de uitvoering uniform te houden, zouden de contactgeluidsisolatie metingen ook in tertsbanden moeten worden gemeten. Hoewel het strikt genomen hier niet uitmaakt of je in plaats daarvan in octaafbanden meet. Voor de overige metingen die bouwakoestici vaak uitvoeren (ISO 16032 (installatie) en ISO 3382 (ruimte-akoestiek)) geldt dat deze beter in octaafbanden kunnen worden uitgevoerd. Uitzondering hierop is uiteraard de meting van de nagalmtijd bij geluidniveaverschilmetingen ten behoeve van correctie voor de hoeveelheid

geluidsabsorptie in de ontvangruimte. Die moet in tertsbanden worden uitgevoerd.

De afgelopen twee jaar hebben wij binnen M+P consequent dubbel gemeten in octaaf- en tertsbanden. Ook zijn de metingen dubbel uitgewerkt. Hieruit volgt dat dezelfde beginwaarden in terts- of octaafbanden voor geluidniveaverschilmetingen soms een 1 dB andere eengetal-aanduiding opleveren, ook als volledig volgens ISO 16283 wordt gewerkt (meten in tertsen en op het laatst alles naar octaafbanden omzetten). De oorzaak bij dit laatste zit hem in de referentiewaarden uit ISO 717-1 die op gehele getallen worden gegeven. Hierdoor ontstaat aan het einde van de bepalingmethode een kans dat bij de ene uitwerking op X,49 of lager en de andere uitwerking juist op X,50 of hoger als eindresultaat wordt uitgekomen. De afronding op 0 decimalen geeft dan vervolgens de 1 dB verschil. Dit verschil zit in de bepalingmethode ingebakken.

Wij waren dus al vanaf NEN 5077:2006 (sinds 2012 aangewezen door het Bouwbesluit) verplicht om alles in tertsbanden te meten en zover mogelijk uit te werken. Dat dit destijds ook door de normcommissie onvoldoende scherp is gezien, bewijst NPR 5097:2006 die alle voorbeelden in octaafbanden geeft. Dit is goed te verklaren. NEN 5077:1991 en NEN 5077:2001 hadden namelijk als grondslag om alle metingen in octaafbanden uit te voeren, metingen in tertsbanden waren de uitzondering. Aanvullend werden eisen gesteld (NEN 5077:2001 paragraaf 7.2.1) aan de vlakheid van het spectrum als in octaafbanden werd gemeten (zie rekenvoorbeeld voor invloed vlakheid spectrum).

REKENVOORBEELD

Voorbeeld 1: vlak zendspectrum A voor een tertsband

f [Hz]	Lz [dB]	Lo [dB]	D [dB]
100	90	80	10
125	90	70	20
160	90	60	30

Voorbeeld 2: scheef zendspectrum B voor een tertsbands

f [Hz]	Lz [dB]	Lo [dB]	D [dB]
100	87	77	10
125	90	70	20
160	93	63	30

Voorbeeld 3: scheef zendspectrum C voor een tertsbands

f [Hz]	Lz [dB]	Lo [dB]	D [dB]
100	93	83	10
125	90	70	20
160	87	57	30

Het verschil (D) is telkens het rekenkundige verschil tussen het zendniveau (Lz) en het ontvangniveau (Lo). Volgens de norm moet het verschil van de octaafbandwaarde worden bepaald als energetisch gemiddelde van de drie verschillen in tertsbands. Voor alle drie de voorbeelden is dat 14,3 dB.

Een meting in uitsluitend octaafbanden is hetzelfde als het energetisch optellen van de geluidniveaus gemeten in tertsbands. We kunnen dit dus simuleren door de niveaus uit voorbeeld 1 tot en met 3 energetisch op te tellen.

Vergelijking van de drie voorbeelden indien 'gemeten' in octaafbanden

	A	B	C
Lz [dB]	94,8	95,4	95,4
Lo [dB]	80,5	77,9	83,2
D [dB]	14,3	17,5	12,2

Alleen bij een volledig vlak spectrum is het verschil bepaald bij metingen in octaafbanden gelijk aan het verschil bepaald bij metingen in tertsbands.

Als de rekenvoorbeelden worden uitgebreid met alle tertsbands en de wegingscurve uit ISO 717-1:2013 om te komen tot een eengetal-aanduiding, zijn de verschillen gelukkig minder groot. De wegingscurves uit ISO 717 is vergelijkbaar met de bekendere A-weging. De wegingscurves uit ISO 717 zijn een combinatie de A-weging en de spectrale verdeling van geluid die kenmerkend is voor buurlawaai (spectrum 1, hiermee is in het rekenvoorbeeld gerekend) en verkeerslawaai (spectrum 2).

Invoerwaarden van berekeningen in tertsbands

f [Hz]	vlak spectrum		scheef spectrum	
	Lz	Lo	Lz	Lo
100	100	75	98	73
125	100	72	101	73
160	100	69	104	73
200	100	66	107	73
250	100	63	110	73
315	100	60	107	67
400	100	57	104	61
500	100	54	101	55
630	100	51	98	49
800	100	48	95	43
1000	100	45	92	37
1250	100	42	89	31
1600	100	39	86	25
2000	100	36	83	19
2500	100	33	80	13
3150	100	30	77	7

De waarden zijn zodanig gekozen dat aan de voorwaarde uit paragraaf 7.2.1 NEN 5077:2001 min of meer wordt voldaan. Hierbij is wel de vereenvoudiging doorgevoerd dat het zendniveau gelijk is gesteld aan het geluidvermogeniveau. De waarden uit voorgaande tabel worden gebruikt als invoerwaarde voor verschillende berekeningen, waarvan de eindresultaten zijn opgenomen in onderstaande tabel.

Resultaten variantberekeningen voor spectrum 1 uit ISO 717-1:2013

omschrijving	1	2	3
vlak spectrum	46,12	45,24	45,24
scheef spectrum	46,12	45,24	45,62
scheef spectrum met extra piek van 10 dB bij 250 Hz	46,12	45,24	45,75

- = meting en uitwerking in tertsbands volgens ISO 16283-1:2014 voor spectrum 1 uit ISO 717-1:2013 (NEN 5077:2006).
- = meting in tertsbands en uitwerking in octaafbanden volgens ISO 16283-1:2014 voor spectrum 1 uit ISO 717-1:2013 (NEN 5077:2006).
- = meting en uitwerking in octaafbanden volgens NEN 5077:2001 voor spectrum 1 uit ISO 717-1:2013.

Het verschil tussen methode 1 en 2 bij het vlakke spectrum ontstaat doordat de tertsbands met middenfrequentie 3.150 Hz niet in de uitwerking in octaafbanden wordt meegenomen. Dit is een bijkomend probleem, maar de focus van dit artikel gaat over het verschil tussen methode 2 en 3.

Voor de gevel (spectrum 2 uit ISO 717-1:2013) kan een vergelijkbare rekenexercitie worden uitgevoerd.

Resultaten variantberekeningen voor spectrum 2 uit ISO 717-1:2013

omschrijving	1	2	3
vlak spectrum	40,60	39,82	39,82
scheef spectrum	40,60	39,82	40,65
scheef spectrum met extra piek van 10 dB bij 125 Hz	40,60	39,82	40,34

BESPREKING REKENVOORBEELD

Hoe ernstig is het dat metingen zijn uitgevoerd in octaafbanden in plaats van tertsbands? Op zich geldt dat metingen die zijn uitgevoerd met een voldoende vlak bronspectrum geen last hebben van de effecten uit het rekenvoorbeeld. Aangezien de meeste akoestische bureaus hun luidsprekers al decennialang in gebruik hebben, lijkt het redelijk om te veronderstellen dat vrijwel alle luidsprekers die in de periode vanaf 2012 zijn gebruikt nog stammen uit de tijd daarvoor. Het zendspectrum zal dus voldoende vlak zijn geweest. Het risico is echter dat bij vervanging van deze luidsprekers niet meer wordt gelet op de vlakheid van het spectrum. Het staat immers niet meer in de norm.

VOORDELEN VAN TERTSBANDFILTERS

Als we een aantal zaken aannemen waaruit een geluidsmeter is opgebouwd, dan zijn er geen noemenswaardige voordelen meer te bedenken voor octaafbandfilters. De aannames zijn:

- het gemeten signaal wordt niet stap voor stap door afzonderlijke bandfilters gehaald (geen tijdsverlies tijdens metingen);
- alle signaalverwerking na de voorversterker is digitaal (geen veroudering van elektronische componenten);
- de bandfilter karakteristieken voldoen aan de specificaties uit IEC-EN 61260 (beperkte overlap van filters).

De voordelen van tertsbandfilters zijn dan:

- minder stabiele luidsprekers noodzakelijk voor het afspelen van het zendsignaal;
- een eventuele isolatiedip in de curve is veel scherper zichtbaar (= aanwijzing oorzaak verminderde prestatie bouwconstructie);
- bouwconstructies zijn onderling beter te vergelijken.

Aan geluidsmeters wordt dus wel de eis gesteld dat deze in tertsbandfilters kunnen meten.

ADVIES ONDERZOEK RIVM

Voor lucht-geluidniveaunderschilmetingen (en contact-geluidniveaunderschilmetingen) zijn de referentiespectra zowel in octaaf als tertsbanden beschikbaar. De omzetting van terts- naar octaafbanden is daarmee al goed geregeld. Voor gevel-geluidniveaunderschilmetingen ligt dat anders.

Mijn advies aan het RIVM, in haar rol als beheerder van “Reken- en meetvoorschrift geluid 2012”, is om hoofdstuk 6 aan te passen. De spectra in octaafbanden blijven bestaan zodat geen aanpassingen noodzakelijk zijn voor:

- a. bestaande akoestische onderzoeken;
- b. werkprocedures (werkprocessen wijzigen roept op de werkvloer altijd weerstand op);
- c. rekensoftware.

Voor wegverkeer wordt toegestaan dat de geluidwering van de gevel wordt bepaald met behulp van spectrum 2 uit ISO 7171-1:2013 in tertsbanden. Voor het doorgaand spoor is geen spectrum in tertsbanden beschikbaar. Het RIVM zou onderzoek moeten uitvoeren of:

- a. het huidige spectrum dat voor doorgaand spoor nog representatief is;
- b. welk spectrum in tertsbanden kan worden gebruikt naast het spectrum in octaafbanden, de geluidwering van de gevel mag uiteraard niet wijzigen als gewerkt wordt met een uitwerking in terts- of octaafbanden.

Voor industrielawaai geldt dat onderzoek zou moeten worden verricht naar hoe de geluidsbelasting in octaafbanden van 63 tot en met 8k Hz het beste kan worden omgezet in een referentiespectrum in octaafbanden van 125 tot en met 2k Hz. De meetinspanning van de 63 Hz voor de geluidwering van de gevel is zeer groot en de meetnauwkeurigheid blijft ondanks dat relatief laag. Volledige golfengtes van deze octaafband passen nu eenmaal niet in de grootte van woon- en slaapkamers.

Daarnaast zijn alleen zware, moeilijk verplaatsbare, luidsprekers geschikt om de voor een meting benodigde hoge geluidsniveaus te produceren met voldoende energie in het laagfrequente deel. Hierdoor wordt het meten van de geluidwering van de gevel waarbij de 63 Hz moet worden meegenomen al snel een factor 2 à 4 keer duurder dan een ‘gewone’ meting.

Bepaalde industrieën of activiteiten worden sterk gekenmerkt door laagfrequent geluid. Vanuit dat oogpunt is het wenselijk om de 63 Hz mee te nemen bij de bepaling van de geluidwering van de gevel. Voor het uitvoeren van de metingen heeft dit echter zoveel consequenties dat het noodzakelijk lijkt om een richtlijn op te stellen waarmee een uitspraak kan worden gedaan over de geluidwering bij de 63 Hz als alleen de 125 Hz (en daarboven) is gemeten.

CONCLUSIE

Hebben we het al die jaren fout gedaan en onterecht meetconstructies goed- of afgekeurd? Ja en nee. Ja, we hebben het fout gedaan. Nee, zeer waarschijnlijk zijn constructies niet ten onrechte goed- of afgekeurd. Uit de rekenvoorbeelden volgen weliswaar gevallen waarbij je 1 dB hoger of lager uitkomt met metingen in octaafbanden ten opzichte van metingen in tertsbanden, maar we weten ook dat er variatie in de gemeten waarden zit door de willekeurige plaats van bron- en microfoonposities (zie ISO/TR 140-13). De meetnauwkeurigheid in een diffuus veld is al snel 1 dB. Daarnaast blijkt ook de combinatie (in deze rekenvoorbeelden althans) van een niet vlak spectrum en octaafbanden soms gelukkig goed uit te pakken. Het valt dus nog allemaal onder de beoogde totale nauwkeurigheid van de bepalingsmethode.

Het meten in octaafbanden zou je echter niet moeten willen toestaan, omdat je dezelfde antwoorden wil en geen afwijkingen die het gevolg zijn van de keuze voor meten in terts- of octaafbanden. De zeer expliciete keuze voor metingen in tertsbanden door de normcommissie is dus toe te juichen. Echter de keuze voor bijlage B van NEN 5077:2019 is nog vreemder dan die al was. Deze bijlage promoot de octaafbanden zonder aanvullende voorwaarden (eis gelijkmatigheid van de luidspreker of eigenlijk nog beter het zendniveau) en hanteert een marge die je alleen al nodig hebt voor het rekenwerk. Daarbij komt nog de marge die nodig is voor metingen met minder bronposities. Gezien mijn voortschrijdend inzicht, trek ik mijn eerdere commentaar op metingen in tertsbanden in, maar worden mijn bezwaren tegen bijlage B des te groter. Bijlage B verwijst naar ISO 10052 die helemaal geen enkel voorschrift bevat over de gelijkmatigheid van het spectrum en deze zou dus nooit zonder aanvullingen moeten worden aangewezen.