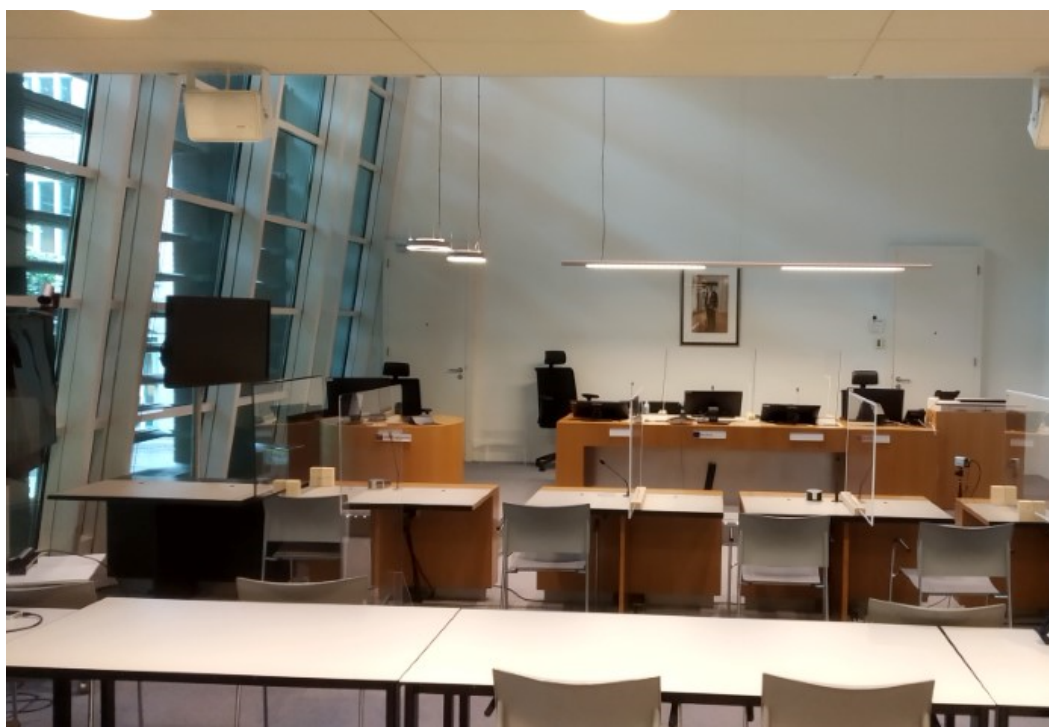


Rechtbank Midden-Nederland, locatie Utrecht

*Site survey zittingzaal B; akoestiek en
toespreekinstallatie*





Rechtbank Midden-Nederland, locatie Utrecht

*Site survey zittingzaal B; akoestiek en
toespreekinstallatie*

opdrachtgever	IVO Rechtspraak
rapportnummer	GN 18332-1-RA
datum	1 oktober 2021
referentie	DdL/DdL/AvdS/GN 18332-1-RA
verantwoordelijke	ing. D.W. de Leeuw
opsteller	ing. D.W. de Leeuw +31 85 8228503 d.deleeuw@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 85 822 87 00, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

mook – zoetermeer – groningen – eindhoven – düsseldorf – dortmund – berlijn – nürnberg – leuven – parijs – lyon

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Criteria	5
2.1	Spraakverstaanbaarheid	5
2.2	Ruimteakoestiek en akoestische defecten	6
2.3	Akoestische versterking en achtergrondgeluidniveau	7
2.4	Geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied	8
2.5	Ringleiding	8
3	Situatie en meetresultaten zittingzaal B	9
3.1	Aangetroffen situatie	9
3.2	Metingen nagalmtijd en akoestische defecten	10
3.3	Meting achtergrondgeluidniveau	11
3.4	Meting geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied	12
3.5	Onderzoek spraakverstaanbaarheid bestaande toespreekinstallatie	13
3.6	Voorziening voor slechthorenden	15
4	Samenvatting site survey	17
4.1	Oplossingsrichtingen	18
4.1.1	Nagalm en reflecties	18
4.1.2	Geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied	18
4.1.3	Geluidversterking en spraakverstaanbaarheid	18
4.1.4	ringleiding	19

1 Inleiding

Op basis van de gunning van de aanbesteding ROKAV2018 perceel C zijn in opdracht van IVO op 17 september 2021 metingen uitgevoerd in zittingzaal B van de Rechtbank Midden-Nederland, locatie Utrecht. Om de huidige bouwkundige situatie vast te leggen en te beoordelen is een site survey uitgevoerd naar de akoestiek en spraakverstaanbaarheid via de bestaande toespreekinstallatie. Tevens is de voorziening voor slechthorenden beoordeeld. In dit rapport worden de bevindingen van de site survey gerapporteerd.

In hoofdstuk 2 worden de voor (digitale) zittingzalen gebruikelijke criteria beschreven, onderverdeeld in:

- spraakverstaanbaarheid;
- ruimteakoestiek;
- achtergrondgeluidniveau;
- geluidreductie;
- ringleiding.

De verrichte metingen worden in hoofdstuk 3 beschreven. In hoofdstuk 4 wordt middels een tabel aangegeven waar aanvullend advies wenselijk of noodzakelijk is, om te kunnen voldoen aan de beoogde spraakverstaanbaarheid na vervanging van de toespreekinstallatie.

2 Criteria

De hieronder gestelde criteria zijn samengesteld uit eisen als beschreven in de TSRO2016. Deze zijn aangescherpt/geconcretiseerd met eisen door Peutz, gebaseerd op jarenlange ervaringen inzake de advisering van akoestische en bouwfysische invulling van zittingzalen.

2.1 Spraakverstaanbaarheid

Verstaanbaarheid is de mate waarin informatie - een boodschap, een idee, een gevoel, - succesvol overgedragen wordt tussen mensen. Spraakverstaanbaarheid kijkt meer specifiek naar de overdracht via spraak. Het is een breed begrip, met veel aspecten, die het louter technische overstijgen. Spraakverstaanbaarheid is afhankelijk van de spreker en zijn boodschap, alsmede de toehoorder en zijn aandacht. En daartussen is er de overdracht via de zaal en via de geluidversterking. In het onderzoek wordt het begrip spraakverstaanbaarheid tot dit objectieve deel beperkt: de kwaliteit van de overdracht van spraak via de ruimte, eventueel met behulp van geluidversterking.

Als “meetbare” en voorspelbare maat voor de spraakverstaanbaarheid wordt doorgaans het percentage verkeerd verstane medeklinkers AL_{cons} (articulation loss of consonants) en/of de STI (Speech Transmission Index) gehanteerd. Bij een gering aantal verkeerd verstane medeklinkers zullen de hersenen uit de context van het verhaal de juiste medeklinkers aanvullen, hetgeen bij een toename van verkeerd verstane medeklinkers niet langer mogelijk is.

Vanwege de specifieke functie van de zittingzalen, waarbij besluitvorming mede wordt bepaald op basis van de interpretatie van gesproken informatie en de mogelijkheid bestaat dat de spreektaal niet de moedertaal van de toehoorders is, dient voor zittingzalen uitgegaan te worden van een goede tot zeer goede spraakverstaanbaarheid. In de Technische Specificaties gerechtelijke Organisatie 2016 (hierna genoemd TSRO2016) worden voor zittingzalen in paragraaf 5.6.7 de onderstaande eisen aan de spraakverstaanbaarheid gesteld:

- Spraakverstaanbaarheid installatie $STI \geq 0,6$; streven naar $STI \geq 0,7$

Bij gebruik van een minimaal aantal luidsprekers kunnen deze eisen behaald worden bij een nagalmtijd conform beschreven in de TSRO die tijdens het ontwerp van de zittingzalen in het verleden is gehanteerd ($T60 \leq 0,8$ seconde). Bij toepassing van een verdeeld luidsprekersysteem en/of gedigitaliseerde zittingzaal met beeldschermen in het tafelblad (ongunstiger positionering inspreekmicrofoon en lokale luidspreker) kan deze eis echter alleen bereikt worden wanneer een kortere nagalmtijd wordt gerealiseerd dan als eis door de vroegere TSRO gesteld, zie paragraaf 2.2. Dit is in de TSRO2016 ondervangen.

2.2 Ruimteakoestiek en akoestische defecten

De geluidoverdracht van een geluidbron naar een luisteraar wordt beïnvloed door de akoestiek van de ruimte. Hiermee wordt bedoeld het totaal aan geluidreflecties met verschillende tijdvertraging, richting, sterkte en frequentie-inhoud dat bij de luisteraar arriveert.

De akoestiek in een ruimte wordt door een groot aantal factoren bepaald. Een belangrijke indicator is de nagalmtijd. Gezien het belang van de nagalmtijd voor de akoestiek, maar ook omdat deze grootheid een eenvoudig voor te stellen en goed hanteerbaar begrip is, wordt de nagalmtijd vaak gebruikt om de akoestiek van een ruimte te karakteriseren.

De nagalmtijd in een ruimte is een functie van onder meer de grootte van de ruimte, de in die ruimte aanwezige geluidabsorptie en de plaats van die geluidabsorptie. Behalve de nagalmtijd is ook de geluidverdeling over de zaal van belang. Deze geluidverdeling dient bij voorkeur over het gehele luistervlak gelijk te zijn. Hier dient, bij het ontwerp van de elektroakoestische installatie, rekening mee gehouden te worden. Tevens dienen ruimte akoestische defecten zoals echo's en flutters vermeden te worden.

Of de akoestiek als positief of negatief ervaren wordt, hangt mede af van de geluidbron en de functie hiervan. Bij een spreker zal de spraakverstaanbaarheid voorop staan en is een minimum aan vervorming en versmelting van geluid gewenst. Dit kan gerealiseerd worden bij een korte nagalmtijd.

In de TSRO die als ontwerpuitgangspunt voor bestaande zittingzalen is gehanteerd, is voor ingerichte zittingzalen een gemiddelde nagalmtijd over de octaafbanden (125 Hz t/m 2 kHz) van maximaal 0,8 seconde omschreven. De afwijking van de gemiddelde nagalmtijden mag per octaafband ten hoogste de volgende waarden hebben:

- 125 Hz: +40%
- 250 Hz: +15%
- 500 Hz: -10%
- 1 kHz: -20%
- 2 kHz: -20%

In bovengenoemde eisen van de TSRO is de locatie van de geluidabsorptie niet verdisconteerd. Deze locatie in relatie tot het afstraalgedrag van de luidsprekers is van belang om een goede spraakverstaanbaarheid te kunnen realiseren.

Tijdens digitalisering van zittingzalen worden beeldschermen in het meubilair geplaatst, waardoor meubilair moet worden vergroot, deelnemers verder uit elkaar komen te zitten en microfoons en luidsprekers minder optimaal geplaatst kunnen worden. Om aan de streefwaarden voor de spraakverstaanbaarheid van $STI > 0,70$ te kunnen voldoen, is in de TSRO2016 voor te renoveren en nieuwe digitale zittingzalen daarom een maximale nagalmtijd van 0,5 seconde als streefwaarde beschreven.

Akoestische defecten

Als een late reflectie aanzienlijk sterker is dan het directe geluid, kunnen deze de lokalisatie van het geluid verstoren of een ongewenste kleuring van het geluid veroorzaken. Een specifiek voorbeeld hiervan is een echo: een late reflectie die als verstorend wordt waargenomen doordat het niveau van de reflectie significant (≥ 3 dB) boven het gemiddelde of gesmoothde reflectiepatroon uitsteekt.

Een ander hinderlijk akoestisch fenomeen is een zogenaamde flutterecho: repetitieve reflecties tussen twee evenwijdige of convergerende, akoestisch harde oppervlakken in een ruimte. Deze repeterende reflecties veroorzaken een ongewenste kleuring van het geluid. In een impulsresponsie kunnen deze fenomenen, indien aanwezig, zichtbaar worden.

2.3 Akoestische versterking en achtergrondgeluidniveau

De akoestische versterking van een geluidinstallatie wordt beperkt door het fenomeen "rondzingen". Dit is een instabiele toestand van de audio-installatie die zich uit in piepen of fluiten en wordt veroorzaakt door een akoestische koppeling. Wanneer het geluid, geproduceerd door de luidsprekers (direct of indirect) weer wordt opgevangen door een microfoon en vervolgens weer versterkt wordt, ontstaat een (al dan niet luider wordende) rondgaande versterking. Bij aanvang van deze toestand (beperkte mate van terugkoppeling) ontstaat er een hoger galmgeluidniveau. Wanneer de rondzinggrens genaderd wordt, gaat het geluid kleuren en in lichte mate onprettig klinken.

In de TSRO zijn voor zittingzalen diverse eisen gesteld aan de achtergrondgeluidniveaus. Daarnaast mag het permanente achtergrondgeluidniveau ten gevolge van AV-randapparatuur de 35 dB(A) niet overstijgen. In de zaal mag, ten gevolge van rumoer door aanwezigen, een dynamisch achtergrondgeluidniveau van maximaal 40 dB(A) verwacht worden. Het stoorgeluidniveau van elektrisch verstelbaar meubilair of beweegbare beeldschermen mag vanwege het incidentele gebruik op oorhoogte maximaal 45 dB(A) bedragen.

In de onderstaande tabel zijn de randvoorwaarden samengevat, waarbij als akoestisch uitgangspunt een nagalmtijd van gemiddeld 0,8 seconde is aangehouden.

t2.1 Samenvatting eisen geluidproductie stoorbronnen

Stoorbron	Maximaal toelaatbare geluidniveau op oorhoogte zitplaats
Gebouwgebonden installaties (TSRO)	30 dB(A)
Stoorbronnen uit omliggende vertrekken (TSRO)	35 dB(A)
AV-randapparatuur in zittingzaal (1 m van racken)	35 dB(A)
In hoogte verstelbaar meubel (incidenteel gebruik)	45 dB(A)
Elektrisch verstelbare beeldschermen (incidenteel gebruik)	45 dB(A)

Middels de akoestische versterking dient het versterkte spraaksignaal het achtergrondgeluidniveau tenminste 15 dB en bij voorkeur 20 dB te overstijgen. Op dat moment zal de spraakverstaanbaarheid niet langer noemenswaardig beïnvloed worden door het aanwezige achtergrondgeluidniveau. Het minimale versterkte spraakniveau op oorhoogte dient derhalve 55 tot 60 dB(A) te bedragen, om aan bovengenoemde signaal-/ruisverhouding te kunnen voldoen.

2.4 Geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied

In de TSRO worden bouwfysische eisen gesteld aan de luchtgeluidisolatie vanaf een zittingzaal naar naastgelegen ruimten en verkeersgebieden, om af luisteren te voorkomen. Daarnaast worden eisen gesteld aan de lucht- en contactgeluidisolatie vanaf ruimten naar de zittingzaal, om verstoring als gevolg van een verhoogd achtergrondgeluidniveau te voorkomen. In de zittingzaal mag het hieruit resulterende achtergrondgeluidniveau de 35 dB(A) niet overschrijden.

Aangezien de site survey onderzoek verricht aan de bouwkundige omstandigheden teneinde de digitalisering van de zittingzaal te kunnen realiseren, wordt in de beoordeling alleen de mogelijke verhoging van het achtergrondgeluidniveau in de zittingzaal meegenomen, ten opzichte van de toegestane grenswaarde van 35 dB(A). Hiermee wordt voorkomen dat het achtergrondgeluidniveau in de zaal de spraakverstaanbaarheid nadelig beïnvloedt.

2.5 Ringleiding

De vigerende TSRO beschrijft:

De primaire voorzieningen voor slechthorenden bestaan per zaal uit één of meerdere vast aangesloten ringleidingen. Bij een besloten zitting moet de voorzitter de ringleiding kunnen uitschakelen. Het moet mogelijk zijn tijdelijke voorzieningen zoals Infraroodsystemen aan te sluiten.

De informatie van een ringleiding van een zaal, buiten de betrokken zaal mag niet met standaard gehoorapparaten hoorbaar (lees af luisterbaar) zijn.

In de onderstaande tabel 2.2 zijn de geconcretiseerde ringleiding-eisen samengevat, zoals beschreven in de NEN-EN-IEC 60118-4:2014, dan wel uit literatuur afgeleid.

t2.2 Samenvatting geconcretiseerde eisen NEN-EN-IEC 60118-4:2014

Advies Peutz voor herziening TSRO *	
Variatie veldsterkte ringleiding zaal	-9 tot -15 dB **
Maximale veldsterkte stoorveld in zaal	≤ -47 dB(A) **
Maximale veldsterkte overspraak:	
– in nabijheid zaal	≤ -32 dB **
– bij zitplaatsen in naast-, boven- en ondergelegen ruimten	≤ -40 dB ** met streven ≤ -50 dB **

* deze criteria zijn eveneens als uitgangspunt gehanteerd in reeds gedigitaliseerde zittingzalen.

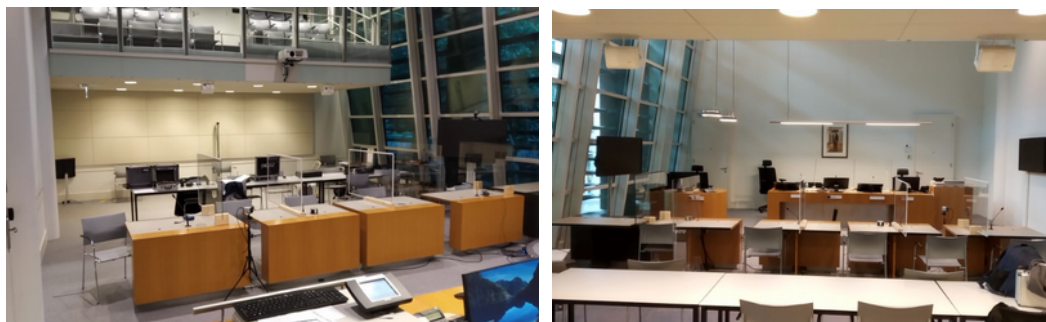
** referentieniveau elektromagnetische veldsterkte 400 mA/m.

3 Situatie en meetresultaten zittingzaal B

3.1 Aangetroffen situatie

Op 17 september 2021 zijn metingen verricht in de bestaande ingerichte zittingzaal B, zie voor een plattegrond van de huidige situatie bijlage 1. De zaal heeft een inhoud van circa 560 m³, de afmetingen zijn L 12,1 m x B 7,2\8,1 m x H 6,1 m. Opgemerkt wordt dat deze zaal, binnen deze afmetingen en volume, een afgesloten publieke tribune bezit. De schuine buitengevel, bestaande uit glas, staat onder een hoek van circa 82°.

f1 Aangetroffen situatie Zittingzaal B te Utrecht d.d. 17 september 2021



Het plafond van de zittingzaal en bijhorende publieke tribune is opgebouwd uit 600 x 600 mm plafondelementen van geperforeerd aluminium. Verwacht wordt dat deze plafondelementen akoestisch geluidabsorberend zijn uitgevoerd, waarbij achter de geperforeerde aluminium beplating een ingesalde mineraalwol deken is aangebracht. Het verlaagde plafond onder de publieke tribune is uitgevoerd met een akoestisch lichte, harde beplating. De korte wand achter de magistratuur alsmede de langswand aan de binnenzijde bestaat uit metal stud met gipsen beplating, akoestisch reflecterend afgewerkt met stucwerk. De interne metal stud-profielen kunnen in resonantie worden gebracht en zijn derhalve onvoldoende verankerd. De korte wand aan de achterzijde onder de publieke tribune is voornamelijk uit een akoestisch lichte, harde beplating opgebouwd in een 40mm diep kader. De tweede langswand is de glazen buitengevel, zie figuur 1.

Het zaalgedeelte is voorzien van een betonnen ondervloer, afgewerkt met een laagpolig tapijt. Ter hoogte van de magistratuur bevindt zich een 200mm verhoogd podium, bestaande uit een houten ondervloer, eveneens voorzien van laagpolig tapijt.

Het meubilair van de zittingzaal bestaat uit massief houten tafelbladen met houten ombouw. Voor de magistratuur zijn 3 gestoffeerde stoelen aanwezig met uit leer afgewerkte armleuningen. Voor de procespartijen, verdachten/pers en publiek zijn ter plaatse van de zittingzaal (vanwege beperkingen ivm Covid) in totaal 15 stoelen aangetroffen, allen voorzien van een kunststoffen zitting en rugleuning. Daarnaast zijn, als Covid19-maatregel tussen de afzonderlijke plekken, transparante perspex spatschermen geplaatst.

3.2 Metingen nagalmtijd en akoestische defecten

Met een kunstmatige rondomstralende bron zijn nagalmmetingen verricht op verschillende posities in zittingzaal B en de publieke tribune. De gemeten nagalmtijd ter plaatse van zittingzaal B bedraagt gemiddeld 0,9 seconde (middeling 125 – 2000 Hz octaafband), gemeten bij een relatieve luchtvochtigheid van 62% en een temperatuur van 21,6°C. Indien de lichtwerende rolgordijnen tot aan vloerniveau zijn uitgerold, neemt de gemiddelde nagalmtijd af tot 0,73s.

De spectrale eigenschappen van de nagalmtijd zijn weergegeven in bijlage 2.

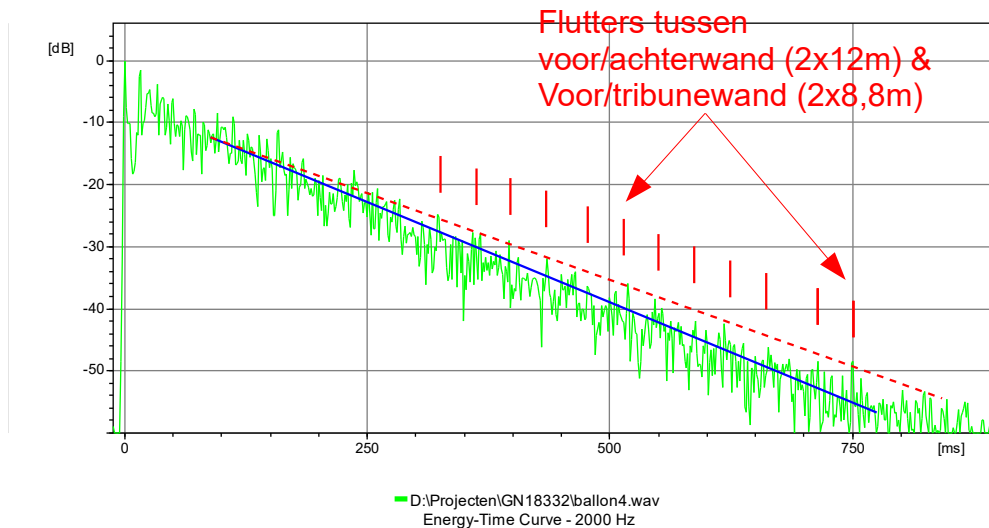
Impulsresponsies (akoestische defecten)

Middels een rondom stralende geluidbron en een rondom gevoelige microfoon zijn impulsresponsie metingen verricht. Een impulsresponsie geeft de geluidsdruk op een bepaalde ontvangstpositie (in volt microfoonspanning) als functie van de tijd, nadat een impuls is afgegeven door de puntbron. Een ETC (Energy Time Curve) is een andere presentatie van de, in dit geval gefilterde, impulsresponsie en geeft de geluidsenergie in decibel als functie van de tijd. Uit deze figuren kan worden opgemaakt of reflecties voldoende energie bevatten om als storend te worden ervaren. Wanneer verstorende reflecties optreden, zullen deze in de ETC duidelijk zichtbaar zijn als pieken die boven de afnemende curve uitsteken. Flutterecho's hebben daarbij als kenmerk dat deze periodiek in de tijd terugkomen.

Deze metingen zijn bedoeld om de mogelijke aanwezigheid van akoestische defecten in de ruimte vast te stellen. Vanwege de akoestisch harde afwerking van de evenwijdige korte dwarswanden zijn er in de zittingzaal flutterecho's te verwachten en ook gehoormatig vastgesteld. In figuur 2 is een registratie te zien van de flutterecho's in de zaal, in de lengterichting. Uit de metingen blijkt dat de flutterecho's voornamelijk hoogfrequent waarneembaar zijn, vanaf de 2 kHz octaafband. Aangezien de nagalmtijd met gemiddeld 0,9 seconde relatief lang is en de periodieke reflecties zowel tussen voor- en achterwand als tussen voorwand en de glazen tribunewand ontstaan, zijn de fluttereffecten in deze zaal minder prominent zichtbaar in de figuur.

Repeterende reflecties treden in de breedterichting niet tot nauwelijks op, vanwege de diffuserende werking en schuine stand van de glasgevel-elementen. Dit zorgt voor een breking van het horizontale geluidveld in de breedterichting.

f2 Flutterecho's tussen beide korte wanden



Beoordeling nagalmtijd en akoestische defecten:

De gemeten nagalmtijd ter plaatse van zittingzaal B van gemiddeld 0,9 seconde voldoet niet aan de huidige normstelling van de TSRO van gemiddeld 0,8 seconde in een ingerichte situatie. Inclusief de aanwezige rolgordijnen, voldoet de nagalmtijd wel aan de gestelde eisen, echter er mag worden aangenomen dat de rolgordijnen niet permanent maar slechts incidenteel worden neergelaten.

Uit de impulsresponsiemetingen blijkt dat de akoestische harde, evenwijdige wanden van Zittingzaal B flutterecho's veroorzaken. Deze flutterecho's treden voornamelijk op tussen de korte wanden, die akoestisch sterk reflecterend zijn uitgevoerd. Deze flutterecho's zorgen er tevens voor dat de ervaren nagalmtijd gering langer is dan op basis van de hoeveelheid geluidabsorberend oppervlak verwacht zou mogen worden. (zie rood gestippelde lijn in figuur 2). Bij gebruik van de rolgordijnen worden reflecties via de langswanden onderdrukt, waardoor de flutterecho's tussen de korte wanden nog prominenter waarneembaar zijn.

3.3 Meting achtergrondgeluidniveau

Ten tijde van de metingen is het achtergrondgeluidniveau in zittingzaal B vastgesteld. Het gemeten achtergrondgeluidniveau bedroeg 30,0 dB(A) in de aangetroffen situatie zonder apparatuurrack, zie bijlage 3. Ten tijde van de metingen stond het klimaatsysteem ingesteld op 20° C, een temperatuur van 21,6° C is in de ruimte vastgesteld.

Inclusief ingeschakelde toespreekinstallatie, neemt het achtergrondgeluidniveau in het midden van de zaal met 2 dB(A) toe ten gevolge van het apparatuurrack. Deze produceert een geluidniveau @1m van 36,4 dB(A) en op oorhoogte van de griffier bedraagt het achtergrondgeluidniveau hierdoor 33,6 dB(A).

indicatieve beoordeling warmtelast vergelijking

Uitgangspunt is dat de aangetroffen instelling voor het ventilatiesysteem afdoende is voor normaal gebruik van de zaal in huidige situatie, inclusief de mogelijke maximale bezettingsgraad.

Volgens specificaties uit het verleden zal bij het inrichten van digitale zittingzalen de toename in warmtelast als gevolg van AV-voorzieningen en PC's circa 500W bedragen. Afhankelijk van het aantal personen dat in de nieuwe situatie zal/kan deelnemen aan de zittingen, heeft de toename van de warmtelast consequenties voor de luchtbehandeling.

Beoordeling achtergrondgeluidniveau:

Het gemeten achtergrondgeluidniveau als gevolg van de technische installatie voldoet in de aangetroffen situatie aan de in de TSRO gestelde eis van maximaal 30 dB(A). Of dit geluidniveau nog toeneemt bij sterk afwijkende vraagtemperatuur ten opzichte van de buitentemperatuur, kon niet worden vastgesteld.

Het achtergrondgeluidniveau ten gevolge van het apparatuurrack voldoet niet aan de gestelde eisen van paragraaf 2.3.

3.4 Meting geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied

Vanaf het naastgelegen trappenhuis, de verbindingsgang naar de raadkamers en het wachtgebied is de geluidreductie naar de zittingzaal B bepaald. In de onderstaande tabel zijn de gemeten reducties naar verschillende representatieve locaties in de zittingzaal weergegeven, alsmede de berekende brongeluidniveaus die hierdoor in de naastgelegen ruimte of verkeersgebied toelaatbaar zijn. De resultaten zijn weergegeven in bijlage 4.

t3.1 Gemeten reducties en toelaatbare brongeluidniveaus naastgelegen ruimten zittingzaal B

bronlocatie	Ontvangstlocatie zaal	Geluidniveau reductie D'_w	Max ontvangstniveau	Max brongeluidniveau
		[dB]	[dB(A)]	[dB(A)]
Trappenhuis t.f.5 (D1)	Officier van justitie zaal B	32	35	67
Trappenhuis t.f.5 (D1)	Midden zittingzaal B	37	35	72
Verbindingsgang f1.22 (D2)	Griffier	28	35	63
Verbindingsgang f1.22 (D2)	Midden zittingzaal B	35	35	70
Wachtgebied f1.27 (D3)	Zitplaats publiek nabij deur	30	35	65
Wachtgebied f1.27 (D3)	Midden zittingzaal B	35	35	70
Tribune	Zitplaatsen publiek	31	35	66
Tribune	Midden zittingzaal B	36	35	71

Beoordeling geluidniveaureductie:

Om het maximaal toegestane achtergrondgeluidniveau van 35 dB(A) ten gevolge van geluidproductie in aanliggende ruimten te kunnen garanderen, mag het bronniveau in het wachtgebied bezoekers f1.27 maximaal 65 dB(A) bedragen. In het trappenhuis t.f.5 mag het maximale brongeluidniveau 67 dB(A) bedragen, terwijl bronsignalen tot 63 dB(A) in verbindingsgang f1.22 naar de raadkamers mogen optreden om aan de gestelde eisen kunnen voldoen.

Van de aanliggende ruimten geldt dat gelijktijdig gebruik met de zittingzaal verwacht mag worden en is het aannemelijk dat lokale brongeluidniveaus de bovengenoemde grenswaarden zullen overstijgen. Ook het rumoer in de tribune kan de 70 dB(A) overstijgen. Zonder aanpassingen aan de ruimtescheidende deurconstructies, zal het achtergrondgeluidniveau in zittingzaal B niet voldoen aan de gestelde criteria. De detailmetingen worden spectraal weergegeven in bijlage 4.9 t/m 4.11.

3.5 Onderzoek spraakverstaanbaarheid bestaande toespreekinstallatie

De toespreekinstallatie bestaat uit 2 deels verzonken tafelluidsprekers bij de magistratuur en 1 deels verzonken luidspreker voor de OvJ. Voor de magistratuur is dus 1 luidspreker per 2 zitplaatsen beschikbaar, midden tussen de zitplaatsen. Het (tijdelijke) spatscherm tussen de werkplekken resulteert in een afscherming van directe geluidafstraling.

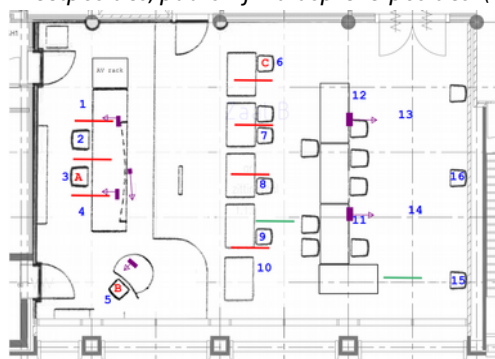
Voor de magistratuurtafel is een enkele korte zuilluidspreker aanwezig, die mogelijk voor de procespartijen is bedoeld. Deze korte zuilluidspreker stond echter richting de OvJ gedraaid. Voor het publiek zijn twee luidsprekers aan de voorrand van het verlaagd plafond gesitueerd. Deze luidsprekers hangen op een hoogte van 2,4m boven de vloer en zijn circa 20° omlaag gekanteld. Deze publieksluidsprekers onder het balkon bleken niet actief tijdens gebruik van de toespreekinstallatie.

Ter bepaling van de spraakverstaanbaarheid en gelijkmatigheid, zijn middels een impulsresponsie programma en een rondom gevoelige microfoon op verschillende luisterposities metingen van de geluidsoverdracht van de geluidinstallatie verricht. Hierbij is een zogenaamde Talkbox als bron gebruikt. De Talkbox is een luidspreker die een menselijke stem representeert. De representatieve inspreekafstand tussen de talkbox en de microfoon bedraagt 30cm. In de plattegrond van bijlage 1 en onderstaande figuur f3 zijn de posities A, B en C van de talkbox zichtbaar en zijn de meetposities weergegeven.

Opgemerkt dient te worden dat door de aanwezigheid van plexiglas schermen (corona-voorzieningen) de directe, onversterkte spraakoverdracht tussen naastgelegen zitplaatsen wordt verminderd. De gemeten onversterkte spraakverstaanbaarheid zal, zonder deze plexiglas schermen, in de nabijheid van de spreker verbeteren.

De resultaten van de metingen aan de spraakverstaanbaarheid zijn samengevat in tabel 3.2.

f3 bronposities (A,B,C) en meetposities, paars zijn luidsprekerposities (rood+groen=spatscherm)



3.2 Gemeten spraakverstaanbaarheid en geluidniveau via toespreekinstallatie (tussen haakjes = volumestand ++)

Bronpositie Talkbox (TB)	meetpositie	Onversterkte spraak *		versterkte spraak via installatie	
		spraakniveau [dB(A)]	STI [0-1]	spraakniveau [dB(A)]	STI [0-1]
TB1 (mp3) 30 cm afstand	1 griffier	54,4	0,64	58,7	0,59
" "	2 rechter	58,0	0,72	61,0	0,65
" "	4 rechter	57,3	0,69	59,9	0,63
" "	5 OvJ	53,4	0,62	59,7	0,62
" "	6 Partij	51,0	0,62	57,6	0,59
" "	7 Partij	51,4	0,65	58,6	0,63
" "	8 Partij	51,2	0,65	58,6	0,64
" "	9 partij	52,4	0,65	59,5	0,65
" "	10 Partij	51,3	0,62	58,3	0,62
" "	11 Publiek	49,6	0,65	56,2	0,61
" "	12 pers	49,1	0,64	55,7	0,60
" "	13 publiek	48,5	0,63	55,2	0,58
" "	14 publiek	47,7	0,61	54,9	0,58
" "	15 publiek	48,0	0,61	55,0	0,58
" "	16 publiek	47,7	0,65	54,5	0,61
TB2 (mp5) 30 cm afstand	1 griffier	51,1	0,61	56,7	0,57
" "	2 rechter	52,1	0,60	57,8	0,57
" "	3 voorzitter	52,9	0,62	57,8 (60,9)	0,58 (0,57)
" "	4 rechter	54,1	0,66	57,7	0,61
" "	6 Partij	50,7	0,62	57,6	0,60
" "	7 Partij	52,3	0,66	58,1 (61,5)	0,64 (0,62)
" "	8 Partij	52,5	0,70	58,6	0,67
" "	9 partij	52,1	0,63	59,4	0,65
" "	10 Partij	52,3	0,65	58,5	0,64
" "	11 Publiek	49,5	0,62	55,1	0,58
" "	12 pers	50,2	0,63	54,7	0,58
" "	13 publiek	48,3	0,63	53,8	0,59
" "	14 publiek	48,4	0,60	54,2	0,59
" "	15 publiek	47,6	0,60	53,9	0,59
" "	16 publiek	47,6	0,60	53,7	0,58
TB3 (mp6) 30 cm afstand	1 griffier	52,9	0,71	59,0	0,67
" "	2 rechter	52,9	0,69	64,8	0,77
" "	3 voorzitter	51,6	0,66	63,2 (66,7)	0,75 (0,75)
" "	4 rechter	51,1	0,63	61,5	0,71
" "	5 OvJ	51,4	0,62	61,3 (64,8)	0,73 (0,73)
" "	7 Partij	53,0	0,63	57,1 (60,1)	0,60 (0,59)
" "	8 Partij	52,3	0,62	57,7	0,60
" "	9 partij	51,8	0,63	58,4	0,59
" "	10 Partij	50,3	0,61	57,6	0,60
" "	11 Publiek	50,8	0,61	55,5	0,58
" "	12 pers	51,2	0,60	55,3	0,58
" "	13 publiek	49,9	0,59	54,7	0,57
" "	14 publiek	49,2	0,59	54,6	0,56
" "	15 publiek	48,1	0,57	54,0	0,57
" "	16 publiek	48,6	0,59	53,7	0,56

*: nog nadelig beïnvloed door de plexiglazen corona-schermen

Uit de metingen blijkt dat het gemiddelde spraakniveau onversterkt circa 51 dB(A) bedraagt, met een ondergrens van 47,6 dB(A) achterin de zaal. Bij gebruik van geluidversterking, stijgt het spraakniveau naar gemiddeld 57 dB(A), met een ondergrens van 53,7 dB(A) achterin de zaal. Alleen vanaf de procespartij naar magistratuur en OvJ wordt een versterkt spraakniveau van meer dan 60 dB(A) gerealiseerd.

De spraakverstaanbaarheidseis van $STI \geq 0,60$ wordt voor 23 van de 45 metingen in de zittingzaal behaald, de streefwaarde van $STI \geq 0,70$ wordt voor 4 meetposities behaald (proces → magistratuur en OvJ).

Beoordeling spraakverstaanbaarheid

In de aangetroffen situatie ligt de nadruk op de spraakversterking vanaf procespartijen naar magistratuur en OvJ. De procespartijen en publieksgebied worden momenteel niet van direct geluid vanaf luidsprekers voorzien, waarmee de versterkte spraakverstaanbaarheid lokaal beperkt blijft. Uit de metingen blijkt dat de onversterkte spraakverstaanbaarheid (in een voldoende stille zaal) beter is dan met spraakversterking.

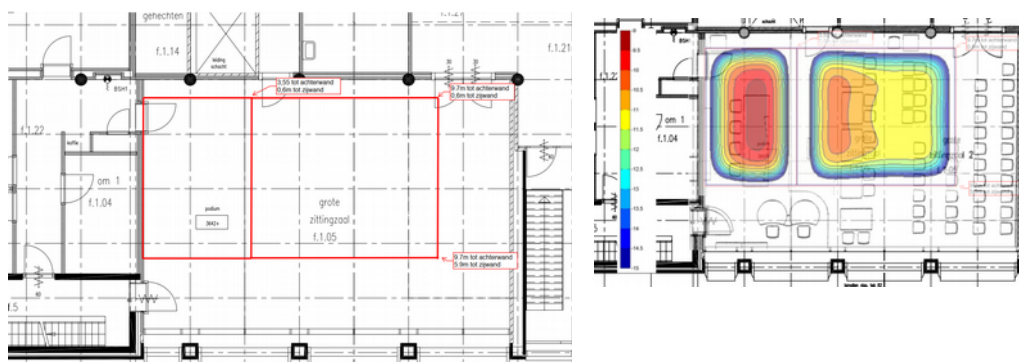
In een rustige zaal met weinig achtergrondrumoer zullen zich niet snel klachten voordoen, echter bij een rumoerige zaal is een hoger versterkt spraakniveau noodzakelijk. Het niveau van de versterking dient voor alle zitplaatsen ≥ 60 dB(A) te bedragen om bij een achtergrondniveau van ≥ 40 dB(A) nog voldoende spraakverstaanbaarheid te kunnen realiseren. De volumestand ++ levert 3 dB(A) meer geluidversterking op, wat echter achterin de zaal nog altijd onvoldoende is om aan de gestelde eisen te voldoen.

Activering van de Bose luidsprekers aan het verlaagd plafond achterin de zaal zou tot een betere balans van de spraakversterking leiden. Deze extra geluidbronnen zorgen echter ook voor extra galmgeluid, wat nadelig is voor de spraakverstaanbaarheid bij de magistratuur.

3.6 Voorziening voor slechthorenden

Ter ondersteuning van slechthorende bezoekers is zittingzaal B voorzien van een ringleiding die in een zogenaamde "8-lus" in de vloer is opgenomen, zie onderstaande figuur f4 (links). Tijdens de site survey bleek de ringleiding niet actief. Zowel de rechtbank als AV-leverancier (op afstand) konden hierin onvoldoende faciliteren, waardoor veldsterktemetingen niet mogelijk waren. Rekenkundig is de veldsterkte en horizontale en verticale overspraak van het lussysteem in kaart gebracht, zie figuur f4 (rechts) en bijlage 5.

f4 Positionering bestaande ringleiding in rood (links) en berekende veldsterkte (rechts)





Uit de berekende veldsterkte blijkt dat deze niet voor de gehele zittingzaal voldoet aan de gestelde eisen. Bijvoorbeeld de OvJ en glasgevelzijde van procestafels en vrijwel gehele publiek bevinden zich buiten de luscontour, waardoor de lokale veldsterkte onvoldoende is. Tevens is berekend dat de overspraak naar naast- en boven/ondergelegen ruimten niet voldoet aan de gestelde eisen zoals deze voor nieuwe ringleiding-ontwerpen worden gehanteerd, zie bijlage 5. Dit is het gevolg van de relatief eenvoudige lusvorm waardoor zelfs overspraak naar cellen op de begane grond ontstaat. Dat kan een reden zijn dat de huidige ringleiding in de aangetroffen situatie is uitgeschakeld.

4 Samenvatting site survey

Op 17 september 2021 is onderzoek verricht naar de bouwkundige uitgangssituatie in Zittingzaal B van de Rechtbank Midden-Nederland te Utrecht. In hoofdstuk 3 zijn de meetresultaten per onderdeel beschreven. In onderstaande tabel wordt een samenvatting gegeven van de bevindingen. Daarbij wordt per onderwerp aangegeven of:

- geen aanpassingen noodzakelijk zijn (groen);
- aanpassingen wenselijk zijn voor optimaal gebruik (oranje);
- aanpassingen noodzakelijk zijn om aan de randvoorwaarden voor een goed gebruik als digitale zittingzaal te kunnen voldoen (rood).

t4.1 Samenvatting bevindingen site survey Zittingzaal B Rechtbank Utrecht

	Eisen	Gemeten/berekend	Beoordeling	hoofdstuk
Spraakverstaanbaarheid # installatie	STI $\geq 0,70$ (primair proces + 80%) STI $\geq 0,60$ (overige 20% zitplaatsen)	0,56-0,77 51% metingen $< 0,6$	Onvoldoende	H 3.5
Spraakniveau installatie	≥ 60 dB(A)	Max 64,8 dB(A) gemiddeld 57,3 dB(A)	Aanpassing noodzakelijk	H 3.5
Geluidniveau verstelbaar meubilair + beeldscherm	nvt	nvt	-	
Nagalmtijd #	T60 $\leq 0,8$ s (voor STI $\geq 0,60$); T60 $\approx 0,5$ s (voor STI $\geq 0,70$)	0,9 s	Aanpassing noodzakelijk om eisen aan STI te realiseren	H 3.2
Akoestische defecten	Geen verstoring	Fluttereffecten tussen korte wanden	Voldoet niet, oplossing i.c.m. nagalmtijd	H 3.2
Achtergrondgeluidniveau ventilatiesysteem / AV-rack	≤ 30 dB(A) luchtbehandeling; ≤ 35 dB(A) AV-rack	30 dB(A) zaal; 36,4 dB(A) rack	Voldoet = grenswaarde; Aanpassing noodzakelijk	H 3.3
Warmtelast	Geen toename bij digitalisering	Toename circa 500 Watt	Controleer capaciteit luchtbehandeling op toename	H 3.3
Achtergrondgeluidniveau t.g.v. naastgelegen ruimten	≤ 35 dB(A)	> 35 dB(A)	Aanpassing nodig om eisen aan achtergrondniveau te realiseren	H 3.4
Daglichttoetreding	Geen verstoring, e.g.	nvt	-	
luminantieverhouding	$\leq 1 : 3 : 10$			
Kunstlicht verhouding horizontaal/verticaal	Geen verstoring, e.g. 1 : 1,5	nvt	-	
Kunstlicht verlichtingssterkte op tafelblad	400-500 lux	nvt	-	
Kunstlicht verhouding beeldscherm-spiegeling	Geen verstoring, e.g. $\geq 1 : 10$	nvt	-	
Voorziening voor slechthorenden	Ringleiding veldsterkte -9dB tot -15dB Veldsterkte overspraak ≤ 40 dB	Niet actieve ringleiding aangetroffen, kan rekenkundig niet voldoen	Aanpassing noodzakelijk	H 3.6

#: De nagalmtijd is bepalend voor de te realiseren spraakverstaanbaarheid en geluidversterking en wordt als zodanig als bouwkundige randvoorwaarde gesteld om aan de eisen uit de aanbesteding te kunnen voldoen.

4.1 Oplossingsrichtingen

4.1.1 Nagalm en reflecties

In de toekomstige situatie met een gedigitaliseerde zittingzaal kan een verdeeld luidsprekersysteem op tafelbladniveau worden toegepast, waarbij de luidsprekers relatief veel geluidenergie in het horizontale veld produceren. Het horizontale geluidsveld zal door het gebrek aan wandabsorptie slechts beperkt afnemen, waardoor de maximaal haalbare versterking via de toespreekinstallatie beperkt wordt. Een voice lifting ontwerp met hoog geplaatste omnidirectionele luidsprekers is een heel goed alternatief, waarbij het lokaliseren van de spreker optimaal blijft gewaarborgd, (haas of precedence effect). Om aan de gestelde eisen inzake spraakverstaanbaarheid van AL_{cons} kleiner dan 3,8% ($\approx STI \geq 0,70$) te kunnen voldoen, wordt geadviseerd de gemeten nagalmtijd (spectraal) te verkorten tot circa 0,5 seconde. Het plafond is reeds voorzien van geluidabsorptie. De bijkomende akoestische voorzieningen dienen evenwichtig verdeeld te worden over de lengte- en de breedterichting van de zaal, waarbij ook rekening gehouden dient te worden met afdoende laagfrequente geluidabsorptie. Vanwege de complexe ruimte-vorm met tribune en significante overschrijding van de gestelde nagalmtijd-eisen en streefwaarde, wordt voor zaal B geadviseerd om met behulp van een 3D-model akoestiek simulaties uit te voeren. Hierin kan het uiteindelijk benodigde oppervlak, locatie en het type materiaal bepaald worden. Uiteindelijke voorzieningen kunnen vervolgens in overleg met de architect/rechtbank bepaald worden.

4.1.2 Geluidreductie naastgelegen ruimten en verkeersgebied

Voor wachtgebied, tribune en de gangen achter de magistratuur is te verwachten dat lokale brongeluidniveaus de grenswaarden kunnen overstijgen. De remedie in deze, uitgaande dat de bestaande voorzieningen zijn gedimensioneerd op de benodigde/gewenste geluidreductie, is het plegen van onderhoud en herstel van de bestaande geluidsisolerende voorzieningen. Dit betreft herstel van de kierdichting van de deuren, aanslag-rubbers, valdorpels en drempels.

4.1.3 Geluidversterking en spraakverstaanbaarheid

Het achtergrondgeluidniveau ten gevolge van het apparatuurrack is te hoog. Er dienen geluidsisolerende voorzieningen getroffen te worden om het ventilatiegeluid van randapparatuur te verminderen, terwijl lucht-circulatie t.b.v. koeling geborgd blijft.

Er dient een hoger versterkt spraakniveau gerealiseerd te worden via de geluidinstallatie. De geluidversterking dient in de gehele ruimte (magistratuur, projectpartijen en publiek) gelijkwaardig te zijn, waarvoor een bijgesteld luidsprekersysteem benodigd is. Naast een gelijkmatiger spraakniveau dient het nieuwe luidsprekerconcept tevens een verbeterde spraakverstaanbaarheid te realiseren.

Desgewenst kan Peutz de criteria opstellen die gesteld dienen te worden aan het nieuwe geluidstelsel in relatie tot de in dit rapport vermelde randvoorwaarden. Daarbij kunnen

direct de ruimte-akoestische mutaties, zoals aanvullende akoestische voorzieningen, verdisconteerd worden.

4.1.4 ringleiding

De huidige ringleiding kan slechts een deel van het vloervlak van de zaal bedienen en zorgt tevens voor een te hoog overspraakniveau. Mogelijk dat de huidige ringleiding daarom momenteel is uitgeschakeld.

Door Peutz kan onderzocht worden of een low-spill orthogonale ringleiding kan worden ingezet in de gegeven omstandigheden. Hierbij dient bepaald te worden of aan de eisen inzake veldverdeling (-9dB tot -15dB) in de gehele zittingzaal kan worden voldaan, inclusief minimalisering van de horizontale en verticale overspraak $\leq 40\text{dB}$ naar omliggende ruimtes.

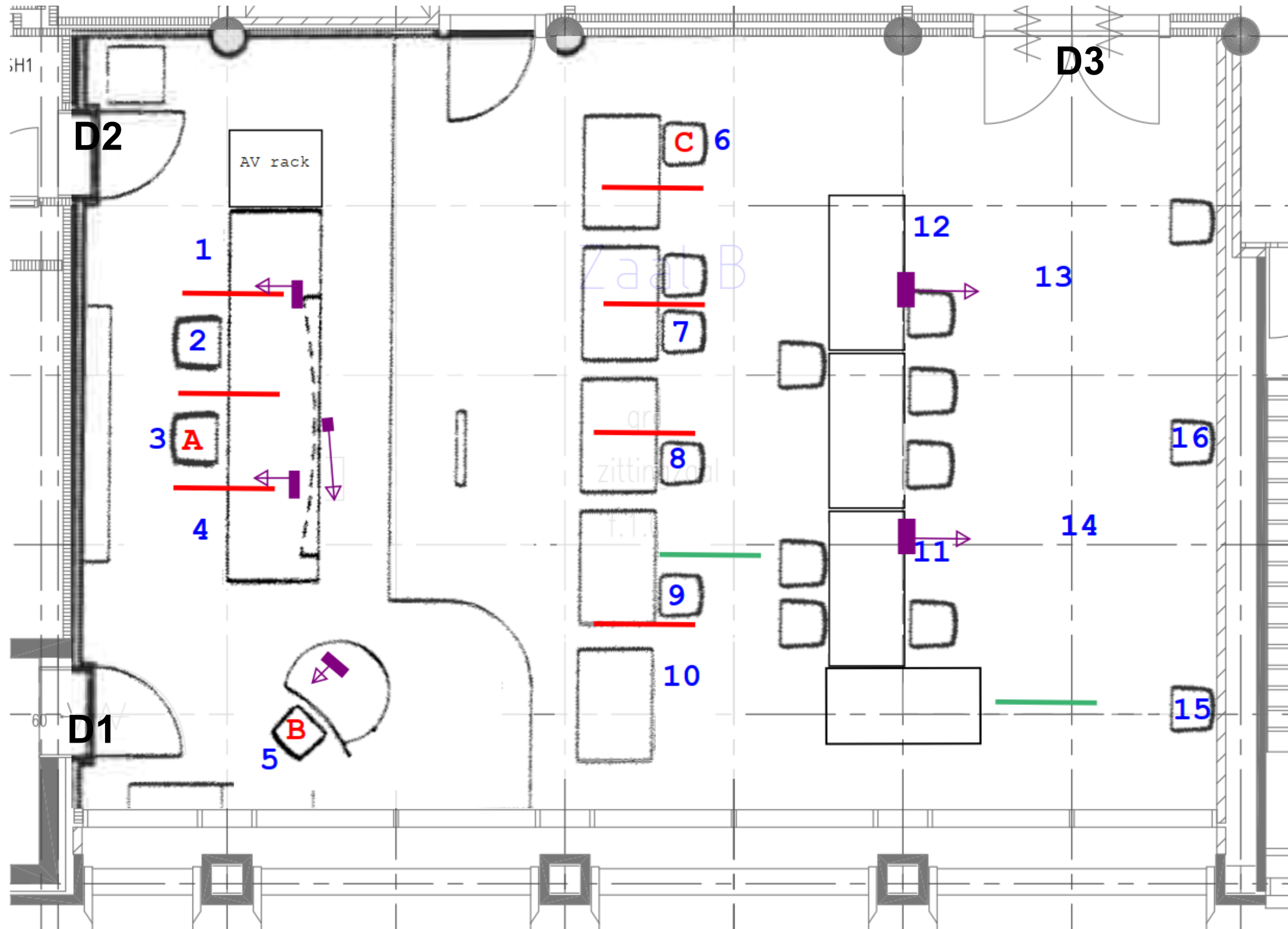
Zoetermeer,

Dit rapport bevat 19 pagina's,
5 bijlagen

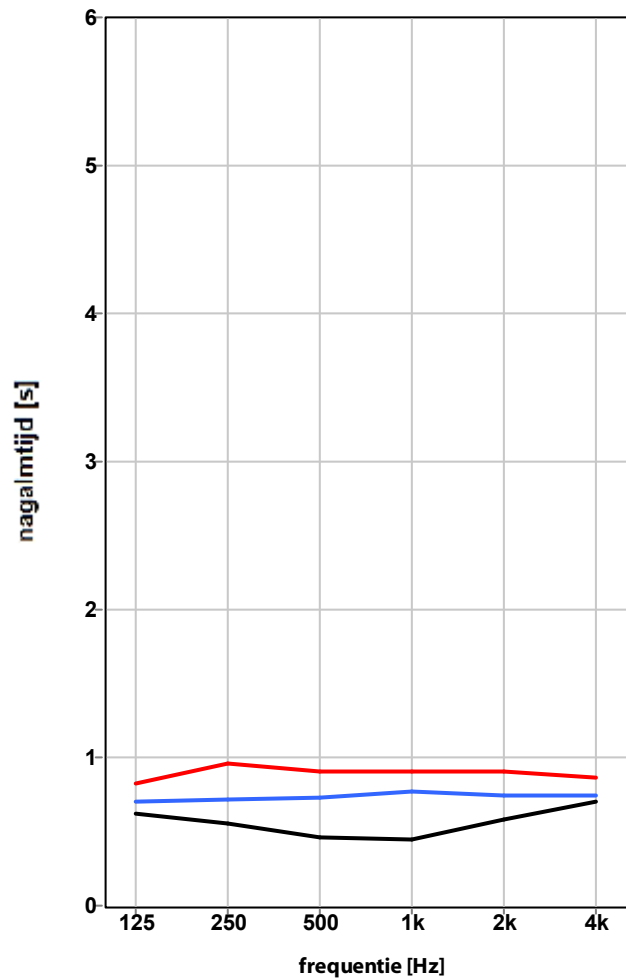


Bijlage 1 Plattegrond zittingzaal B, inclusief bron- en meetposities

— : spatscherm tafel — : spatscherm vloer

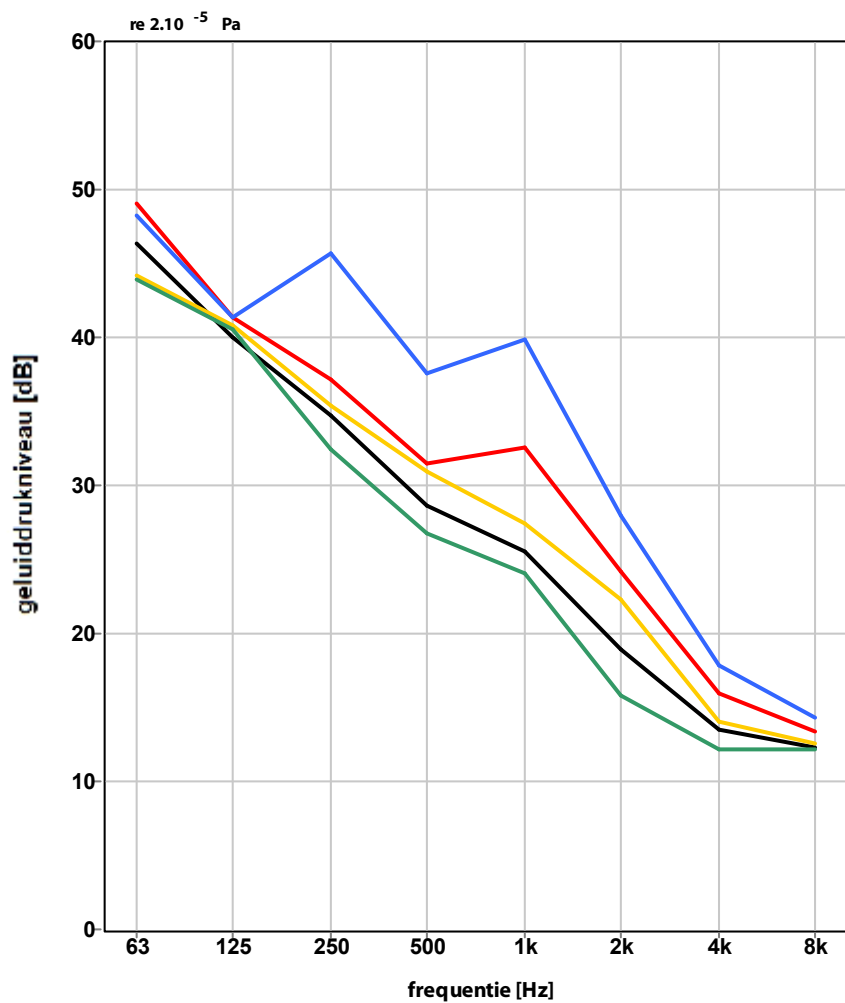


NR.	Rec-Nr.	OMSCHRIJVING
100	#50	Publieke tribune - gemiddelde nagalmtijd
101	#79	Zittingzaal B - gemiddelde nagalmtijd
102	#88	Zittingzaal B - gemiddelde nagalmtijd incl. lichtwering



Rec.nr	125	250	500	1k	2k	4k
#50	0,62	0,56	0,46	0,45	0,58	0,70 s
#79	0,82	0,96	0,91	0,91	0,90	0,86 s
#88	0,70	0,72	0,73	0,77	0,74	0,74 s

	NR.	Rec-Nr.		OMSCHRIJVING
—	SPLA	#33	31,9 dB(A)	Achtergrondniveau midden zaal - incl. apparatuurrek
—	SPLA-1m	#34	36,4 dB(A)	Achtergrondniveau apparatuurrek @1m
—	SPLA10cm	#35	43,1 dB(A)	Achtergrondniveau apparatuurrek @10 cm
—	SPLAgrif	#36	33,6 dB(A)	Achtergrondniveau apparatuurrek thv griffier
—	SPLA2	#37	30,0 dB(A)	Achtergrondniveau midden zaal, zonder apparatuurrek



Rec.nr	Leq							
#33	46,4	40,0	34,7	28,7	25,5	18,9	13,5	12,3 dB
#34	49,1	41,4	37,1	31,5	32,6	24,2	15,9	13,4 dB
#35	48,2	41,4	45,7	37,6	39,8	28,0	17,8	14,3 dB
#36	44,2	40,8	35,4	30,9	27,4	22,3	14,0	12,6 dB
#37	43,9	40,5	32,4	26,7	24,0	15,8	12,2	12,2 dB

METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Trappenhuis t.f.5 - Officier van justitie Zittingzaal B

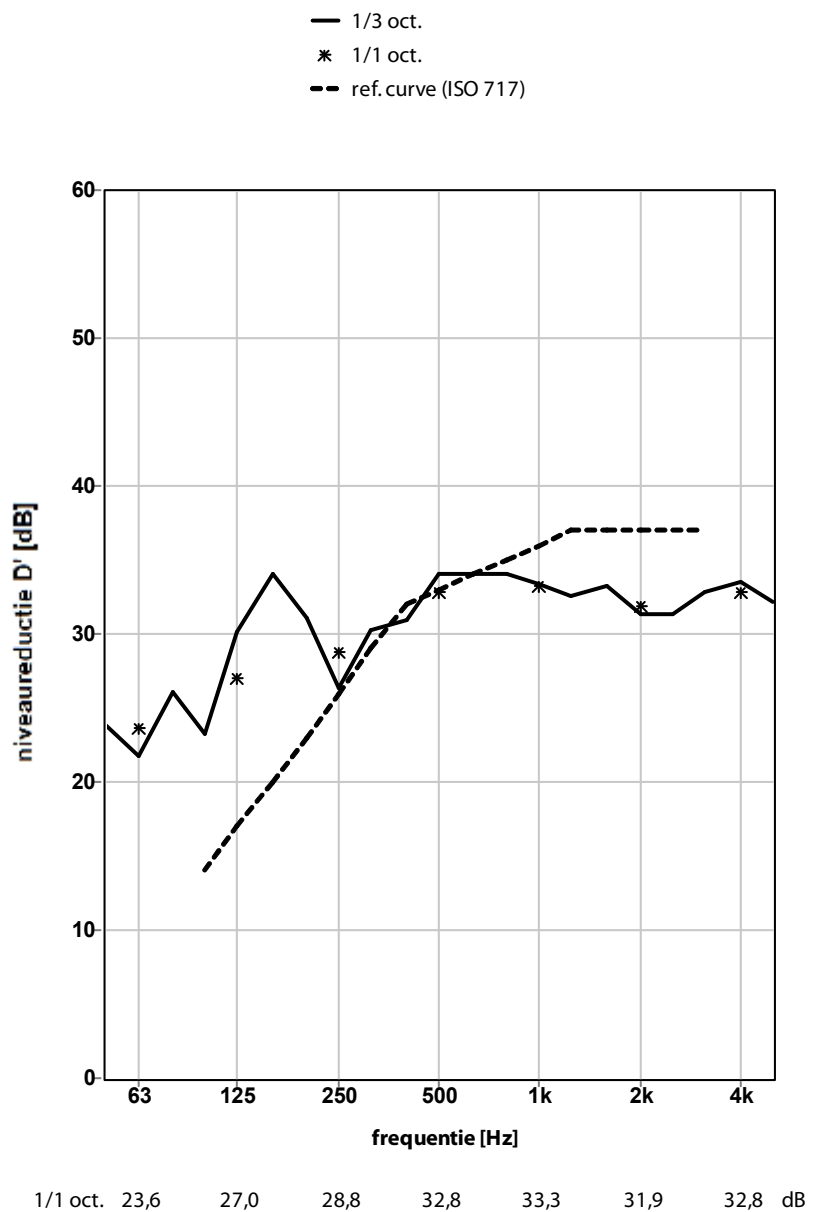
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 33(-1;-1) \text{ dB}$$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Trappenhuis t.f.5 - Midden Zittingzaal B

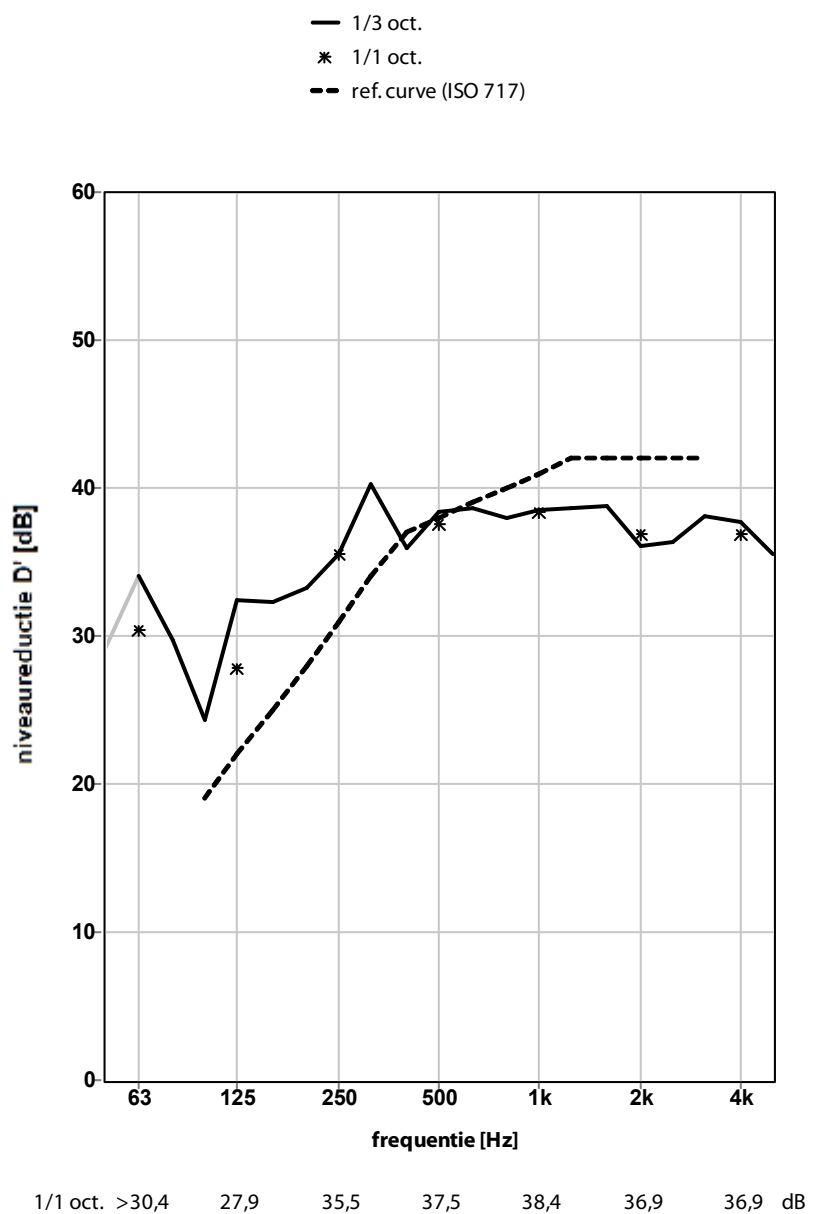
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 38(-1;-1) \text{ dB}$$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Verbindingsgang f1.22 - Griffier

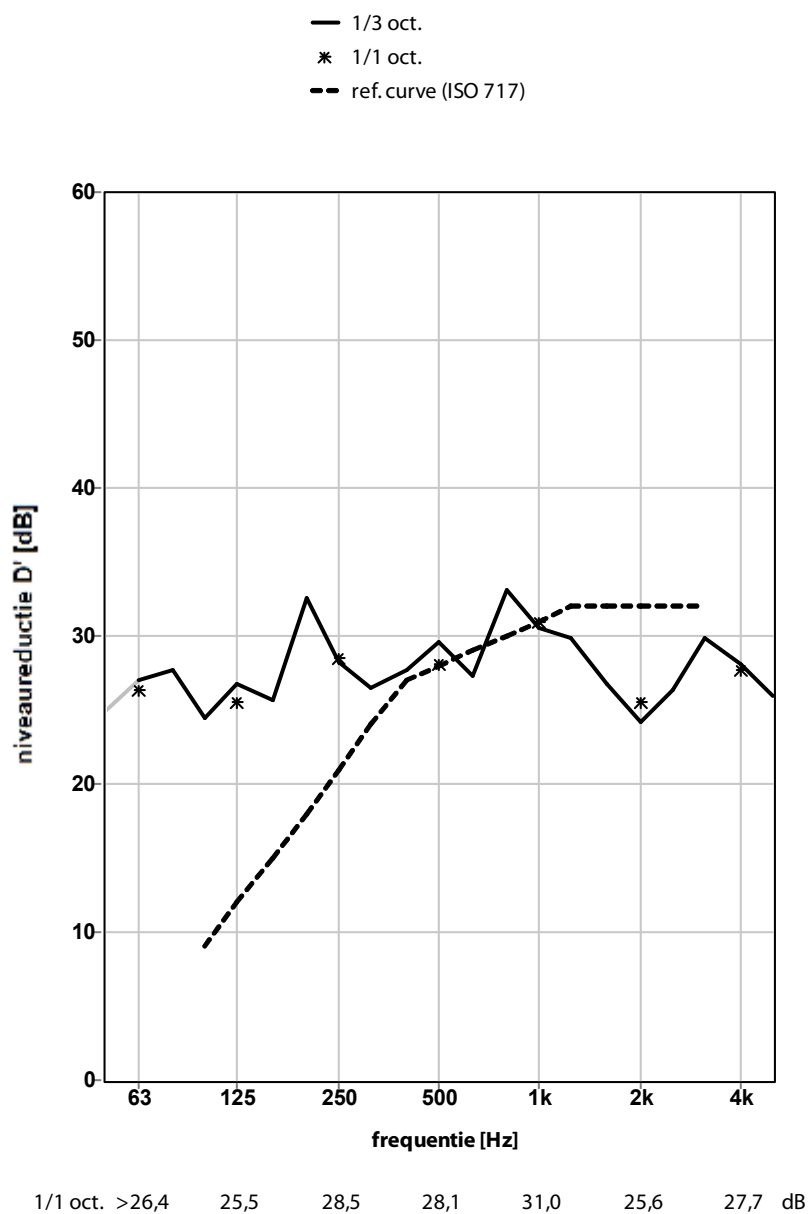
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$D'_w(C;C_{tr}) = 28(0;0) \text{ dB}$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Verbindingsgang f1.22 - Midden zittingzaal B

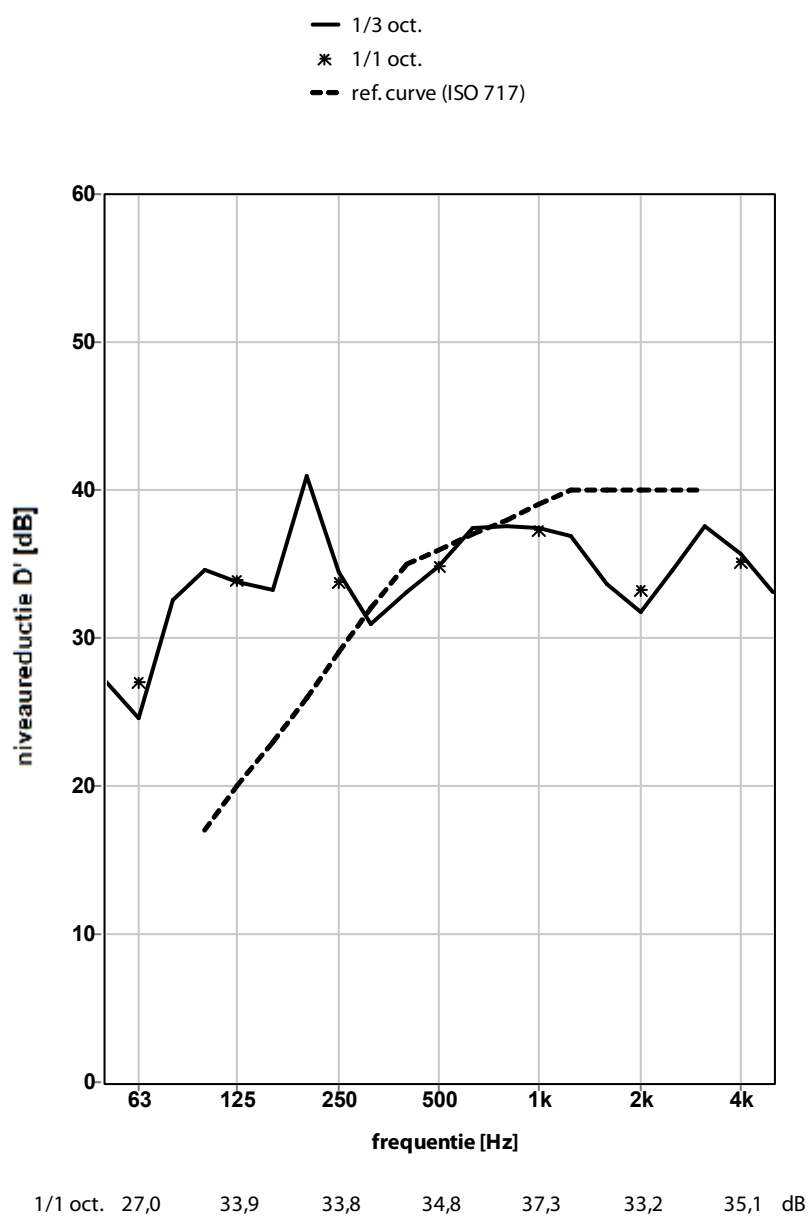
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 36(-1;-1) \text{ dB}$$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Wachtgebied f1.27 - Zitplaats publiek nabij deur

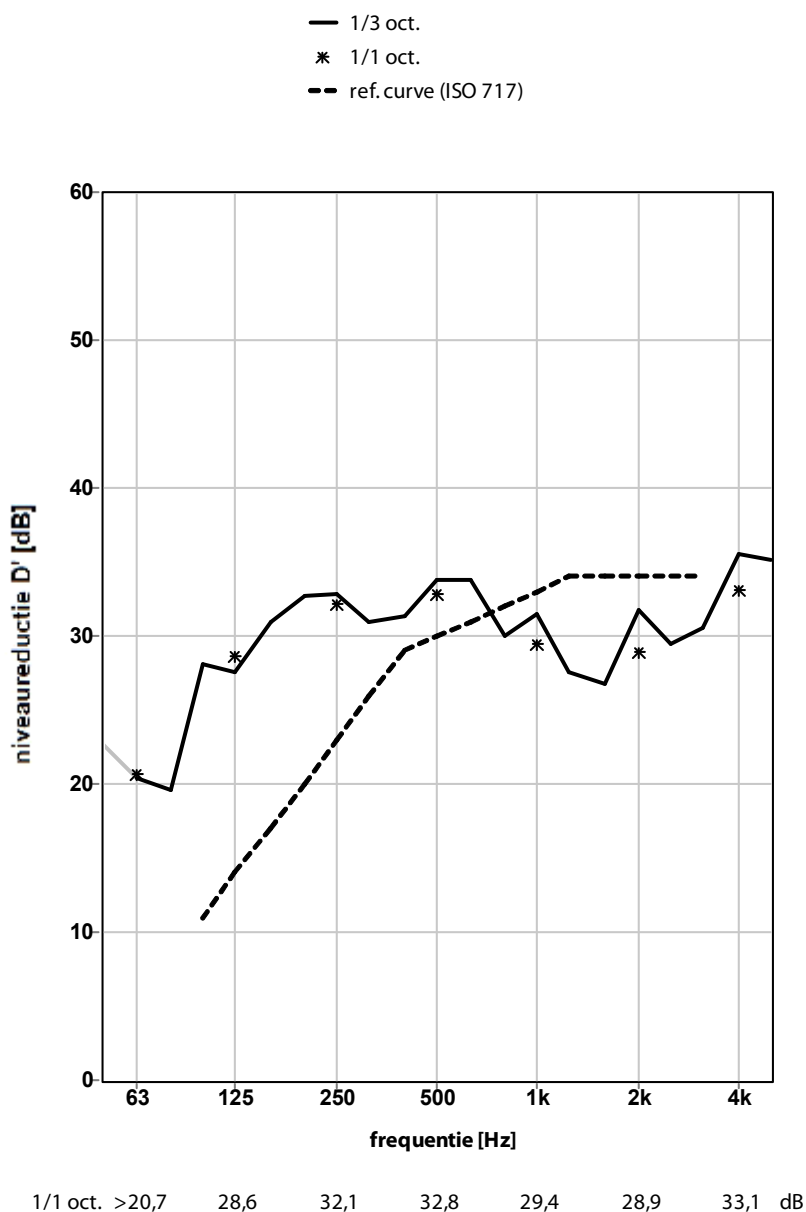
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 30(0;0) \text{ dB}$$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Wachtgebied f1.27 – Midden zittingzaal B

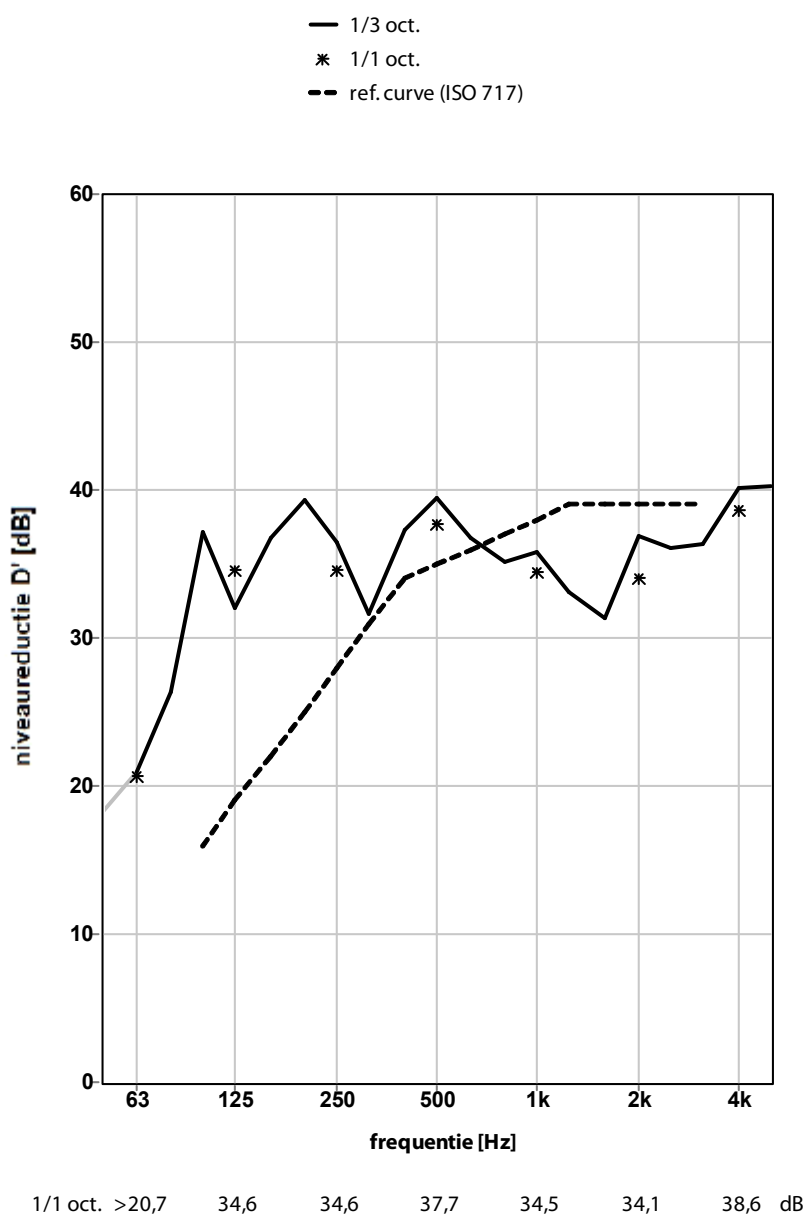
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$D'_w(C;C_{tr}) = 35(0;0) \text{ dB}$



METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Zendniveau publieke tribune - Zitplaatsen publiek naast de tribune

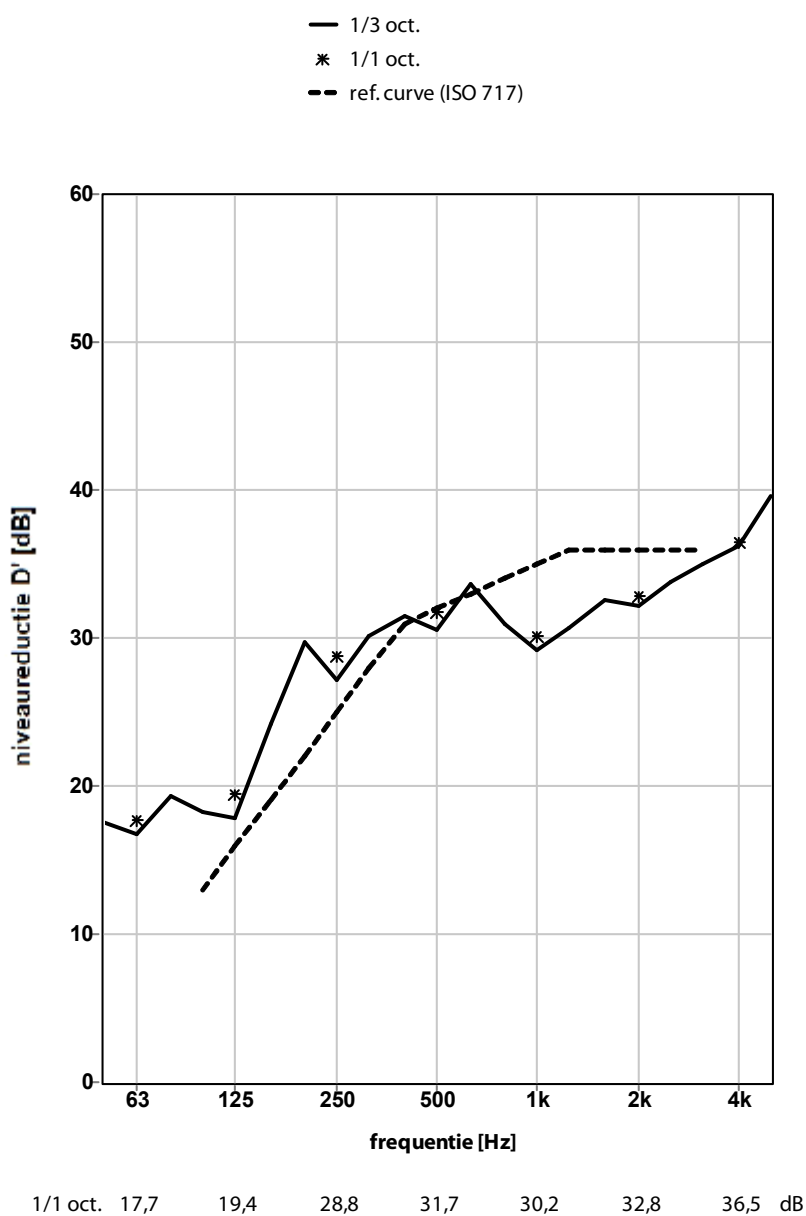
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 32(-1;-3) \text{ dB}$$



17-09-2021

rapport GN18332-1-RA

Bijlage IV.7

METING VAN LUCHT-GELUIDNIVEAUVERSCHIL D CONFORM NEN 5077:2006+C3:2012

onderzochte constructie: Zendniveau publieke tribune - Midden zittingzaal B

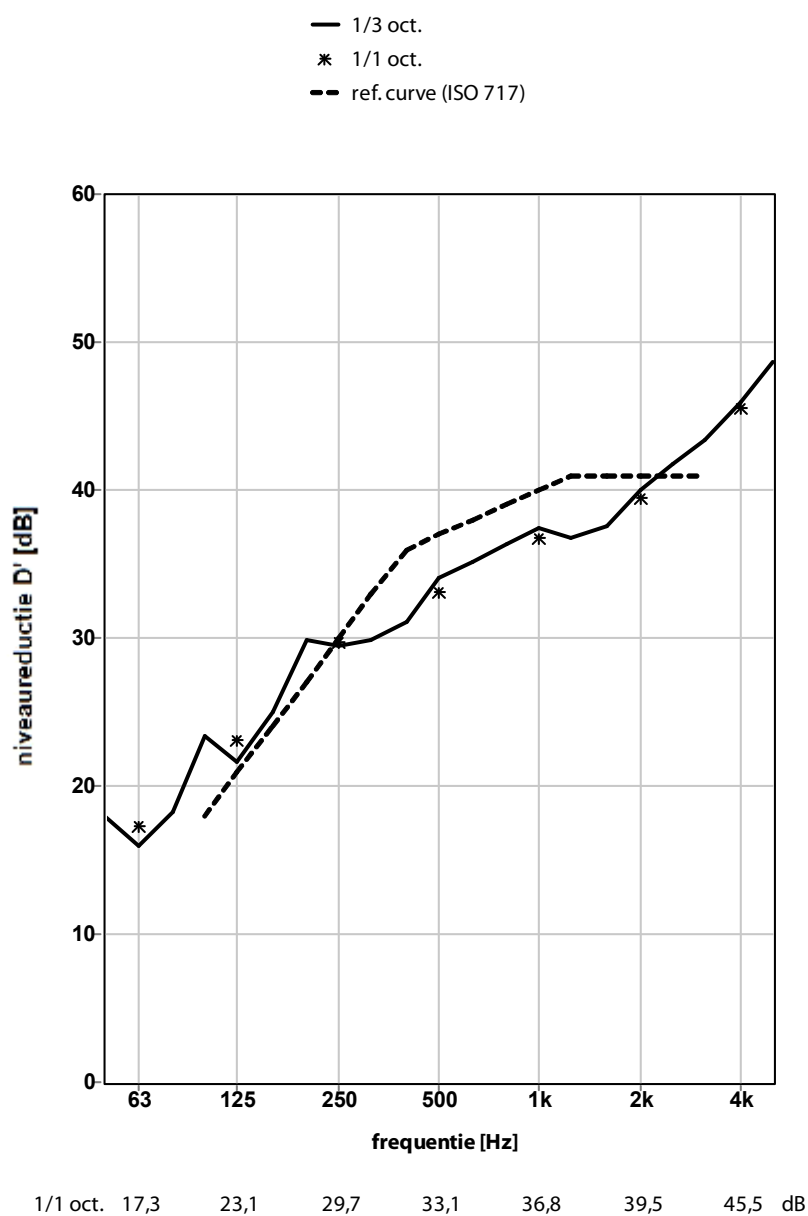
gemeten in: praktijk

signaal: breedband ruis

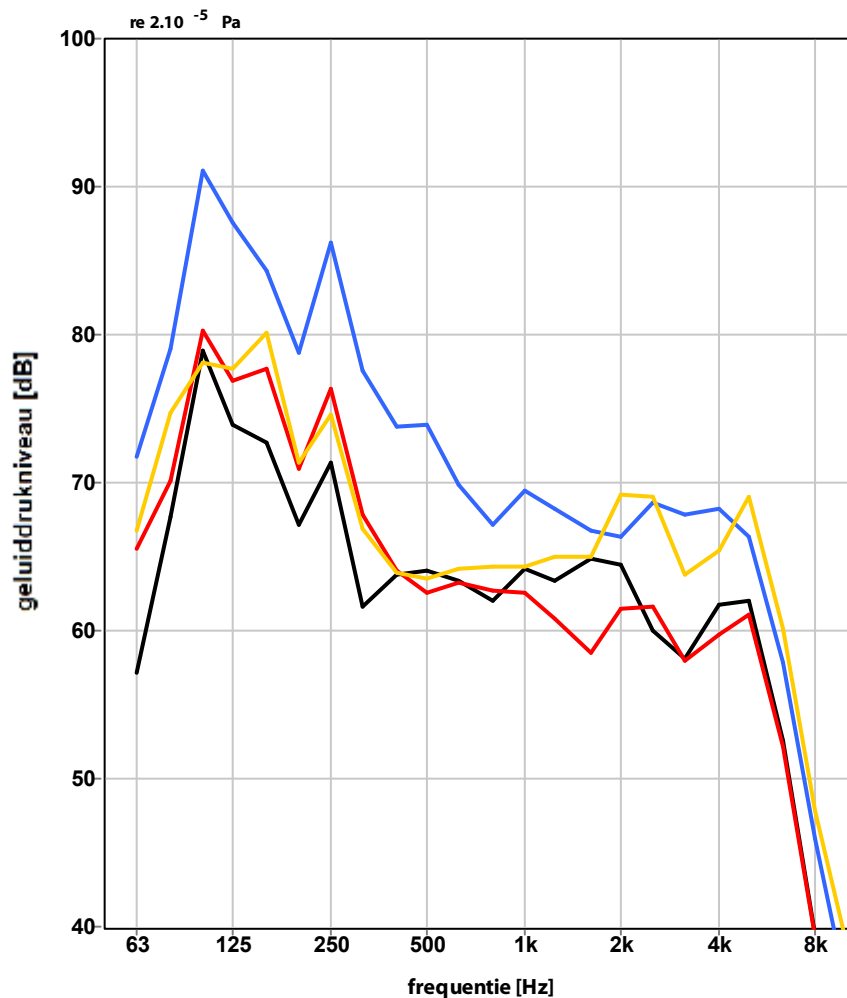
bandbreedte: 1/3 octaaf

ISO 717-1:2013

$$D'_w(C;C_{tr}) = 37(-1;-4) \text{ dB}$$

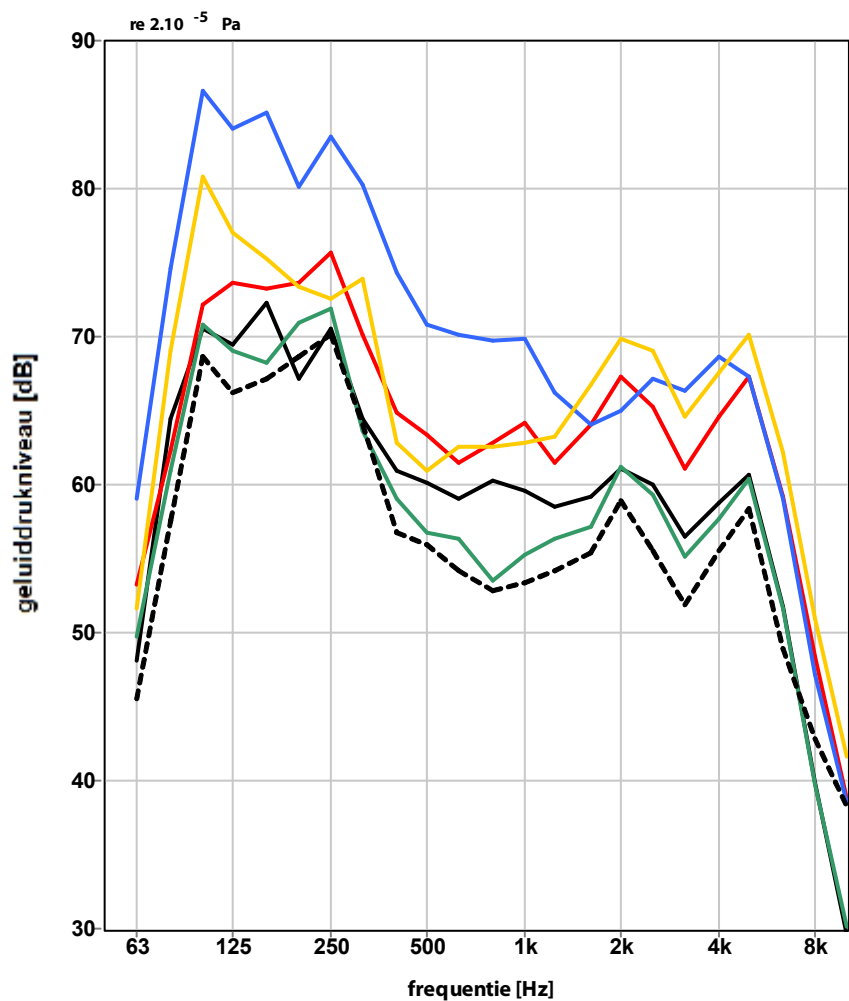


NR.	Rec-Nr.		OMSCHRIJVING
—	DC-DB #30	74,6 dB(A)	Deur D1 - Detail bovenzijde
—	DC-DL #29	74,8 dB(A)	Deur D1 - Detail links scharnier
—	DC-DO #32	83,3 dB(A)	Deur D1 - Detail onderzijde
—	DC-DR #31	78,4 dB(A)	Deur D1 - Detail rechterzijde klink

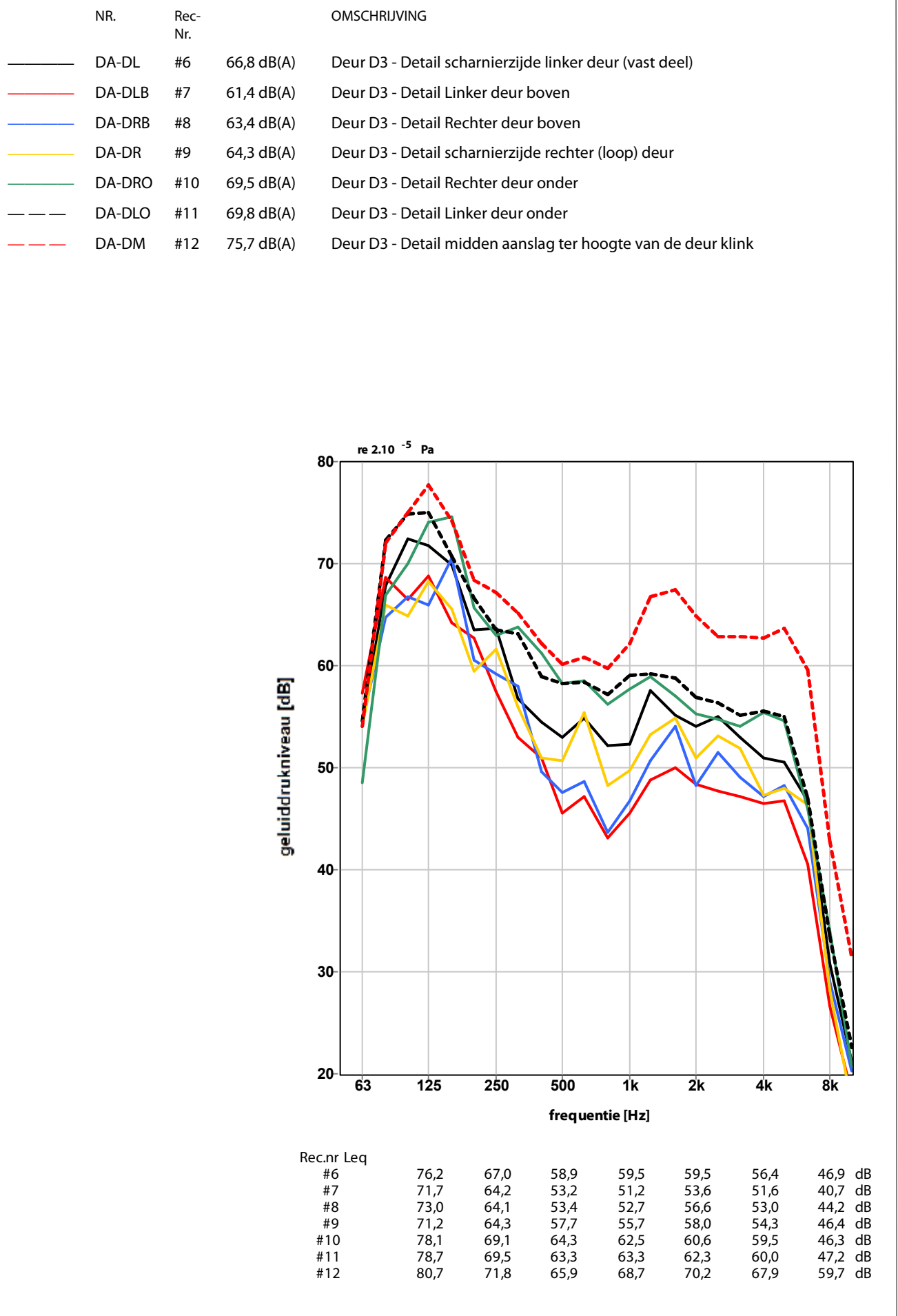


Rec.nr	Leq							
#30	80,8	73,0	68,5	68,1	68,4	65,7	52,7	dB
#29	83,3	77,9	68,1	66,9	65,5	64,6	52,4	dB
#32	93,3	87,4	77,6	73,2	72,2	72,3	58,2	dB
#31	83,6	76,7	68,6	69,3	72,9	71,5	60,5	dB

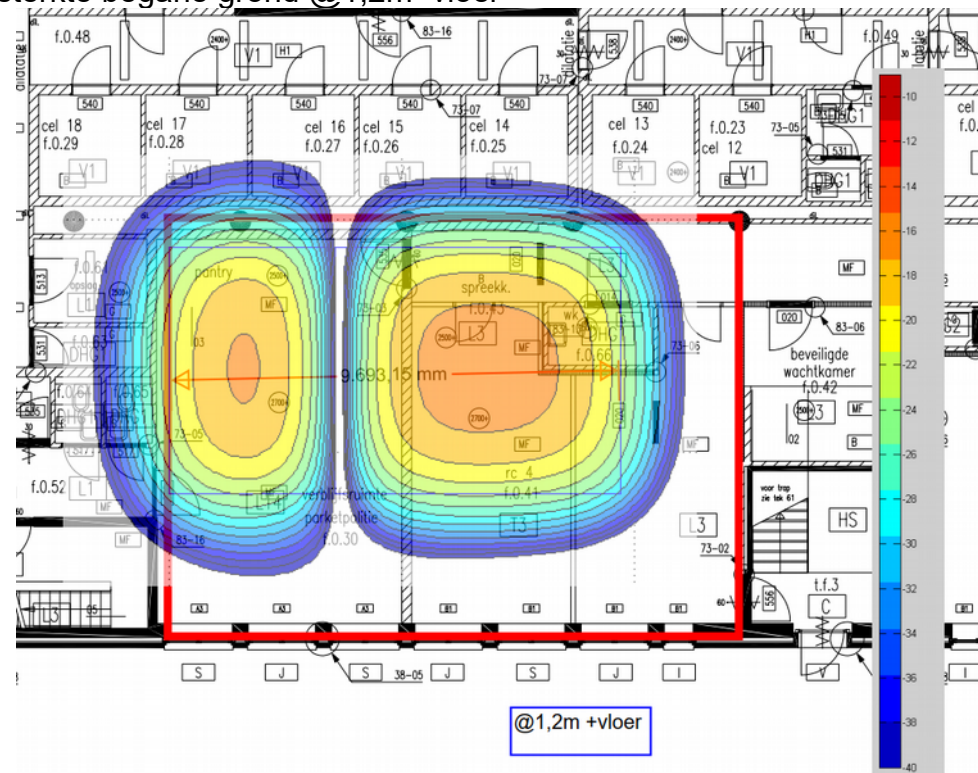
NR.	Rec-Nr.	OMSCHRIJVING
DB-DB	#19	71,7 dB(A) Deur D2 - Detail Boven
DB-DL	#18	76,7 dB(A) Deur D2 - Detail Links bij klink
DB-DO	#21	82,2 dB(A) Deur D2 - Detail onder
DB-DR	#20	78,8 dB(A) Deur D2 - Detail Rechts bij scharnier
DB-O@1m	#22	70,9 dB(A) Deur D2 - Ontvang @ 1m middels hang/sluitwerk
DB-O@1mV	#23	68,8 dB(A) Deur D2 - Ontvang @ 1m aangedrukt



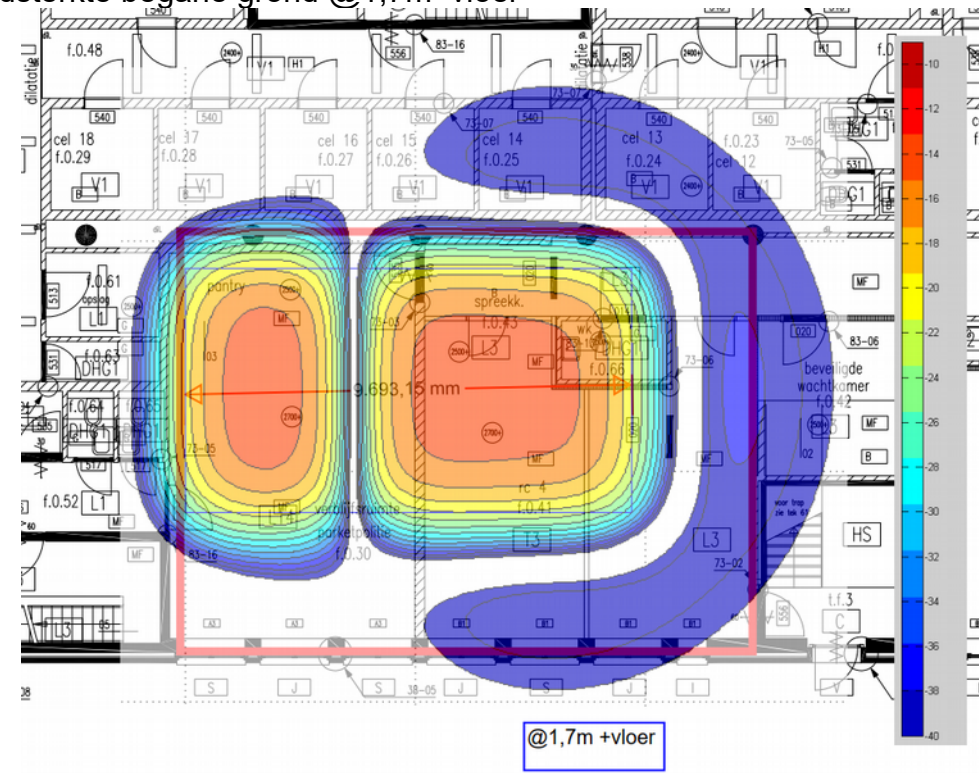
Rec.nr	Leq						
#19	75,7	72,9	64,8	64,3	64,9	63,8	52,0 dB
#18	77,8	78,5	68,3	67,7	70,5	69,8	59,6 dB
#21	90,2	86,4	76,9	73,6	70,3	72,3	59,4 dB
#20	83,1	78,1	66,9	67,7	73,5	72,8	62,6 dB
#22	74,3	74,8	62,4	60,0	64,3	63,0	51,9 dB
#23	72,2	73,1	60,5	58,3	61,7	60,8	50,1 dB



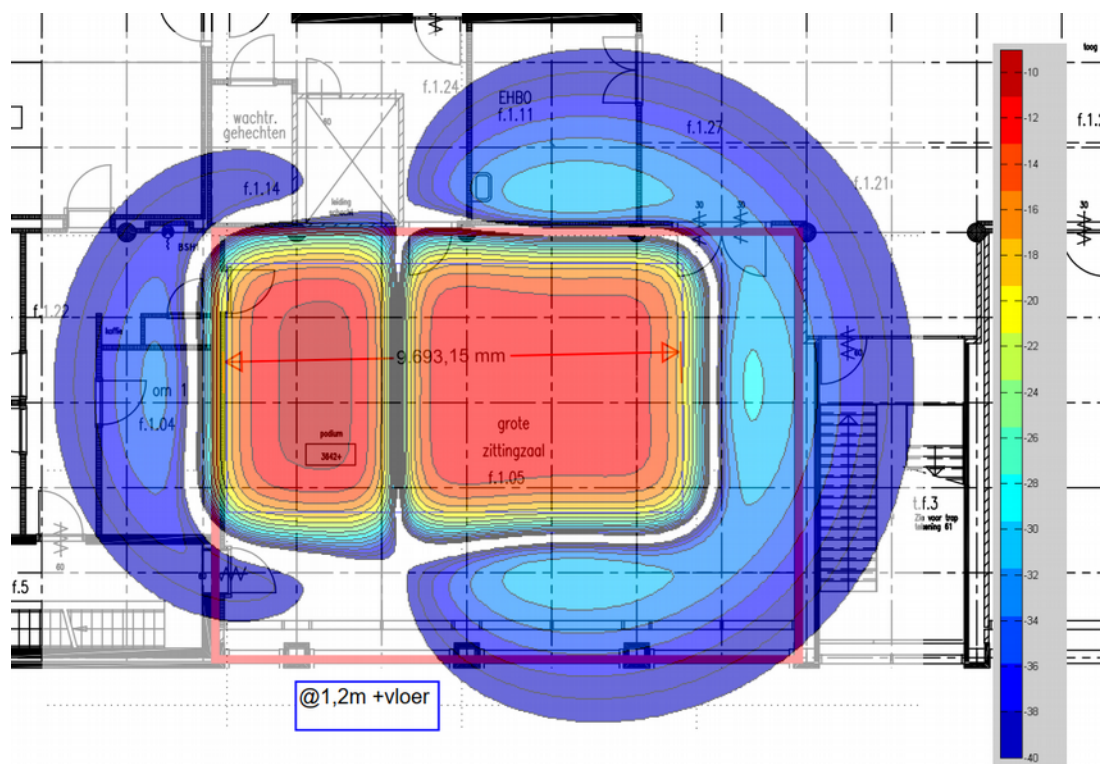
Berekende veldsterkte begane grond @1,2m+vloer



Berekende veldsterkte begane grond @1,7m+vloer



Berekende veldsterkte eerste verdieping (zaal B) @1,2m+vloer



Berekende veldsterkte derde verdieping (zaal F) @1,2m+vloer

