



Sportzalen te Voorburg, Leidschendam en Stompwijk

akoestisch onderzoek



Sportzalen te Voorburg, Leidschendam en Stompwijk

akoestisch onderzoek

opdrachtgever	Gemeente Leidschendam-Voorburg
rapportnummer	JA 376-1-RA-001
datum	20 december 2018
referentie	BL/BL/DP/JA 376-1-RA-001
verantwoordelijke	ing. B.C.J. Leer
opsteller	ing. B.C.J. Leer +31 79 3470354 b.leer@peutz.nl

peutz bv, postbus 696, 2700 ar zoetermeer, +31 79 347 03 47, zoetermeer@peutz.nl, www.peutz.nl
kvk 12028033, opdrachten volgens DNR 2011, lid NLingenieurs, btw NL.004933837B01, ISO-9001:2015

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

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
2	Metingen	5
2.1	Meetlocaties	5
3	Beoordelingscriteria	6
4	Metingen	8
4.1	Meetmethode en meetinstrumenten	8
4.2	Meetresultaten	8
5	Bespreking en adviezen	10

1 Inleiding

In opdracht van de gemeente Leidschendam-Voorburg is akoestisch onderzoek verricht naar de ruimteakoestiek in een aantal gymzalen in Leidschendam, Voorburg en Stompwijk. De zalen worden onder meer door deze scholengemeenschap gebruikt voor het beoefenen van diverse sporten.

Een aantal zalen kan door middel van een flexibele wand in twee delen of in drieën worden verdeeld. Zo kunnen meerdere groepen tegelijk sporten. Voor alle situaties is de ruimteakoestiek onderzocht.

In het kader van het onderzoek zijn geluidmetingen verricht. De resultaten worden beoordeeld aan de hand van eisen zoals geformuleerd in het document 'Akoestiek in de gymzaal/sporthal' van de Koninklijke Vereniging van Leraren Lichamelijke opvoeding.

In dit rapport zijn de meetresultaten opgenomen en beoordeeld in relatie tot de gestelde eis. Vervolgens worden – waar nodig geacht – adviezen gegeven.

2 Metingen

2.1 Meetlocaties

In Voorburg, Leidschendam en Stompwijk zijn de volgende zalen onderzocht:

- gymzaal aan de Leenkamp 11, Leidschendam;
- gymzaal aan de Prinses Carolinalaan 1, Leidschendam;
- spiegelzaal en gymzaal Prinsenhof 4, Leidschendam;
- gymzaal aan de Van Ruysdaellaan 93, Leidschendam;
- sporthal Kastelenring, Sportparkweg 1-3, Leidschendam;
- sporthal De Meerhorst, Klaverblad 13, Stompwijk;
- sporthal Essesteijn, Elzendreef 18-20, Voorburg;
- sporthal De Bocht, Fluitpolderplein 3, Leidschendam;
- sporthal De Tas, Fluitpolderplein 3, Leidschendam.

Alle zalen zijn voorzien van een sportvloer. De zalen hebben ook gemetselde wanden, waarvan een aantal met porisosteent. De daken/plafonds variëren: stalen dak, lattenplafond.

3 Beoordelingscriteria

Conform de Koninklijke Vereniging van Leraren Lichamelijke Opvoeding (KVLO) worden eisen gesteld inzake nagalmtijd. De nagalmtijd is een maat om de ruimteakoestiek te beoordelen.

In onderstaande tabel zijn de maximale nagalmtijden voor de diverse indelingen van een sportruimte weergegeven.

t3.1 Maximale gemiddelde nagalmtijd, zoals gesteld door de KVLO

Soort ruimte		Maatvoering [m]	Nagalmtijd [s]
A.1	Gymnastieklokaal	14 x 22 x 5,5	≤ 1,0
A.2	Sportzaal	13 x 22 x 7	≤ 1,1
A.3	1/3 sporthal/sportzaal	14 x 24 x 7	≤ 1,2
B.1	Sportzaal	16 x 28 x 7	≤ 1,3
B.2	Sportzaal	22 x 28 x 7	≤ 1,4
B.3	2/3 sporthal	32 x 28 x 7	≤ 1,5
C.1	Sporthal	24 x 44 x 7	≤ 1,7
C.2	Sporthal	28 x 48 x 7	≤ 1,8
C.3	Sporthal	28 x 48 x 9	≤ 1,9
D.1	Sporthal	28 x 88 x 7	≤ 2,0
D.2	Sporthal	35 x 80 x 10	≤ 2,3

In onderstaande tabel is een overzicht van de onderzochte zalen gegeven, met de categorie waaronder deze zalen zouden kunnen vallen.

t3.2 Categorie per locatie

Locatie zalen	Categorie	Tijd [s]
Leenkamp	A.1	≤1,0
Prinses Carolinalaan	A.1	≤1,0
Spiegelzaal Prinsenhof	A.1	≤1,0
Gymzaal Prinsenhof	A.2	≤1,1
Van Ruysdaellaan	A.1	≤1,0
Kastelenring Sportparkweg	C.3	≤1,9
Meerhorst, gehele zaal	C.3	≤1,8
Meerhorst, 2/3 zaal	B.3	≤1,5
Meerhorst, 1/3 zaal	A.3	≤1,2
Essesteijn, gehele zaal	C.3	≤1,9
Essesteijn middendeel	A.3	≤1,2
Essesteijn 1/3 deel achter	A.3	≤1,2
Essesteijn 1/3 deel voor	A.3	≤1,2

Locatie zalen	Categorie	Tijd [s]
Essesteijn 2/3 zaal voor	B.3	≤1,5
Essesteijn 2/3 zaal achter	B.3	≤1,5
De Bocht ,gehele zaal	C.3	≤1,9
De Bocht, achter	B.2	≤1,4
De Bocht, voor	B.2	≤1,4
De Tas, gehele zaal	C.3	≤1,9
De Tas, linkerdeel	B.2	≤1,4
De Tas, rechterdeel	B.2	≤1,4

Tevens dienen zogenaamde flutterecho's te worden voorkomen. Deze flutterecho's zijn repeterende reflecties tussen evenwijdige reflecterende constructies die de nagalmtijd verlengen en de spraakverstaanbaarheid nadelig beïnvloeden.

4 Metingen

4.1 Meetmethode en meetinstrumenten

De metingen zijn verricht conform de voorschriften, zoals vastgelegd in de norm NEN 5077 2001, 'Geluidwering in gebouwen'.

De metingen zijn uitgevoerd met behulp van de volgende instrumenten:

- Precision Sound Level Meter, fabricaat Brüel & Kjær, type 4188;
- Akoestische ijkbron, fabricaat Brüel & Kjær, type 4230.

In het laboratorium zijn de metingen geanalyseerd met behulp van analysesoftware Spectralyzer, door Peutz, versie 3.6.3.

De nauwkeurigheid van de geluidniveaumeter bedraagt volgens IEC 60651 type 1 voor de octaafband met middenfrequentie van 63 Hz $\pm$ 1,5 dB, voor de octaafbanden met middenfrequenties 125 t/m 4000 Hz $\pm$ 1,0 dB en kan voor de octaafband met middenfrequentie van 8000 Hz $\pm$ 1,5 tot -3 dB bedragen.

4.2 Meetresultaten

In augustus en oktober 2018 zijn in de zalen de nagalmtijden gemeten. In onderstaande tabel zijn de gemeten nagalmtijden, gemiddeld over de octaafbanden met de middenfrequenties van 125 Hz tot en met 4000 Hz per locatie, weergegeven.

t4.1 Gemeten nagalmtijd per locatie

Locatie gymzalen	Tijd (s) gemeten
Leenkamp	1,36
Prinses Carolinalaan	1,24
Spiegelzaal Prinsenhof	1,39
Gymzaal Prinsenhof	2,20
Van Ruysdaellaan	1,46
Kastelenring Sportparkweg	3,46
Meerhorst, gehele zaal	1,56
Meerhorst, 2/3 zaal	1,77
Meerhorst, 1/3 zaal	1,36
Essesteijn, gehele zaal	2,03
Essesteijn middendeel	1,80
Essesteijn 1/3 deel achter	1,90
Essesteijn 1/3 deel voor	2,04
Essesteijn 2/3 zaal voor	1,73

Locatie gymzalen	Tijd (s) gemeten
Essesteijn 2/3 zaal achter	1,87
De Bocht ,gehele zaal	2,04
De Bocht, achter	2,68
De Bocht, voor	1,93
De Tas, gehele zaal	2,56
De Tas, linkerdeel	2,77
De Tas, rechterdeel	2,42

In bijlage 1 zijn de meetresultaten grafisch per octaafband weergegeven.

Tijdens de metingen is in diverse zalen een flutterecho waargenomen, welke de ruimtakoestiek (nagalmtijd) negatief heeft beïnvloed.

5 Bespreking en adviezen

In onderstaande tabel zijn de meetresultaten in relatie tot de richtwaarden uit de KVLO opgenomen.

t5.1 Beoordeling ruimteakoestiek

Locatie gymzalen	Tijd (s)	Tijd [s]
	gemeten	volgens KVLO
Leenkamp	1,36	≤1,0
Prinses Carolinalaan	1,24	≤1,0
Spiegelzaal Prinsenhof	1,39	≤1,0
Rode zaal Prinsenhof	2,20	≤1,1
Van Ruysdaellaan	1,46	≤1,0
Kastelenring Sportparkweg	3,46	≤1,9
Meerhorst, gehele zaal	1,56	≤1,8
Meerhorst, 2/3 zaal	1,77	≤1,5
Meerhorst, 1/3 zaal	1,36	≤1,2
Essesteijn, gehele zaal	2,03	≤1,9
Essesteijn middendeel	1,80	≤1,2
Essesteijn 1/3 deel achter	1,90	≤1,2
Essesteijn 1/3 deel voor	2,04	≤1,2
Essesteijn 2/3 zaal voor	1,73	≤1,5
Essesteijn 2/3 zaal achter	1,87	≤1,5
De Bocht, gehele zaal	2,04	≤1,9
De Bocht, achter	2,68	≤1,4
De Bocht, voor	1,93	≤1,4
De Tas, gehele zaal	2,56	≤1,9
De Tas, linkerdeel	2,77	≤1,4
De Tas, rechterdeel	2,42	≤1,4

Uit de resultaten komt naar voren dat in alle sportruimten de nagalmtijd te lang is, dit kan mede worden veroorzaakt door de flutterecho's. Flutterecho's kunnen als zeer hinderlijk worden ervaren.

In de kleinere zalen, zoals de Prinses Carolinalaan en de Van Ruydaellaan alsmede Meerhorst, is de beleving van de ruimteakoestiek redelijk goed. In deze ruimten dient een afweging gemaakt te worden of aanvullende maatregelen gewenst zijn. In de overige sportzalen is de nagalmtijd mede door flutterecho's beduidend langer dan de streefwaarden zoals aangegeven in het document van de KVLO.

Voor deze ruimte wordt derhalve sterk aanbevolen akoestische voorzieningen te treffen. Dit kan worden gerealiseerd door toevoeging van geluidabsorberend materiaal. Om direct daarmee de flutterecho's te minimaliseren is het gewenst om dit materiaal aan te brengen vanaf vloerniveau tot met een hoogte van 2,5 m tegen ten minste één langswand en één dwarswand.

In onderstaande tabel zijn de minimaal benodigde hoeveelheden m² aangegeven uitgaande van een goed geluidabsorberend materiaal. De hoeveelheden zijn er met name ook op gericht om de focussing te minimaliseren.

f5.1 Gewenste m² geluidabsorberend materiaal

Locatie gymzalen	m ²
Leenkamp	circa 80
Prinses Carolinalaan	circa 30
Spiegelzaal Prinsenhof	circa 30
Rode zaal Prinsenhof	circa 115
Van Ruysdaellaan	circa 36
Kastelenring Sportparkweg	circa 300
Meerhorst,	circa 80
Essesteijn	circa 270
De Bocht	circa 180
De Tas	circa 250

Belangrijk is dat de geluidabsorptie verspreid wordt aangebracht, van vloerniveau tot en met ten minste een hoogte van 2,5 m. Bij zalen welke opgedeeld kunnen worden ,dient dit aan beide kanten van de Trenomatscheidingswanden op de dwarswanden te worden voorzien. Indien een middeldeel aanwezig is (zaal Essesteijn) kan er nog een flutterecho ontstaan tussen de Trenomatten. Dit kan alleen in voldoende mate worden voorkomen door ten minste één zijde geperforeerd uit te voeren. Indien deze maatregel overwogen wordt kan eerst aan de hand van een meting, na voorziening op de langswand, worden gezien of dit nog gewenst is.

De geluidabsorberende afwerking dient een geluidabsorptiecoëfficiënt te bezitten van circa 70% in de octaafbanden 250–2000 Hz.

Hierbij kan gedacht worden aan wandpanelen bestaande uit geluidabsorberend materiaal (kunststof schuim met een akoestisch open textielafwerking) van het fabricaat Acour Lawaaibestrijding BV, type Sportwall 70 mm, type 2 of van de leverancier Nevima het IVI-Sporthalsysteem.

Als alternatief kunnen bijvoorbeeld Lawapan geperforeerde houten panelen (perforatiegraad 25%) van het fabricaat Lambri worden toegepast, aan de achterzijde voorzien van mineraalwoldekens met een dikte van 50 mm en een volumegewicht van circa 40 kg/m³. Zo nodig dienen de mineraalwoldekens ingeseald te worden in Firetvlies of in een folie met een dikte van ten hoogste 0,03 mm.

Eveneens kan gedacht worden aan geperforeerde stalen panelen (perforatiegraad $\geq 25\%$), met daarachter een mineraalwoldeken van 50 mm dik (persingsgewicht circa 35 kg/m²).

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de ruimteakoestiek in met name de grote zalen bepaald wordt door flutterecho's. Door toepassing van de voornoemde hoeveelheden en materialen zal de ruimteakoestiek sterk verbeteren, het kan in deze zalen echter nog wel wenselijk zijn een hermeting te verrichten indien de richtwaarden van de KVLO worden gevolgd, daar in deze zalen door het fluttereffect de nagalmtijd op basis van de nagalmtijd niet met volledige zekerheid kon worden vastgesteld: hierbij wordt met name gedacht aan de zalen Kastelenring en Essesteijn daar hier zeer sterke flutterecho's zijn vastgesteld.

Indien overwogen wordt om in sportzalen verdere opdeling te maken, wordt geadviseerd om een Trenomat met een geperforeerde (geluidabsorberde) uitvoering te selecteren. De perforatiezijde dient aan de zijde van het middengebied te worden opgenomen (of zo mogelijk aan beide zijden).

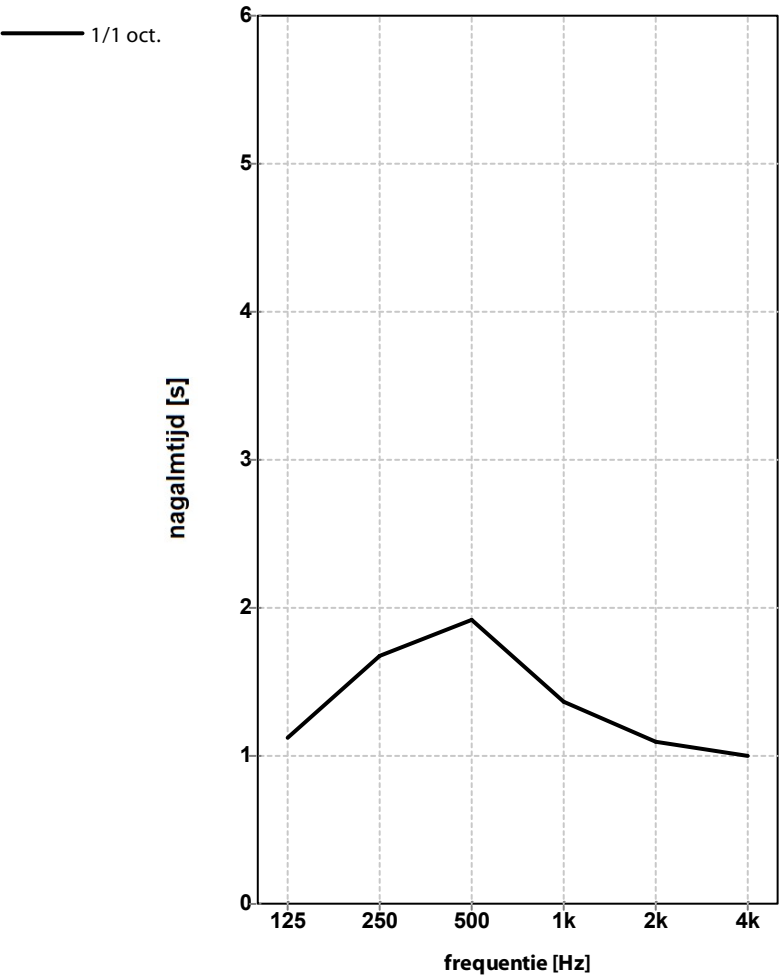
Voorgesteld wordt de keuzes/uitwerking en eventuele alternatieven voor een akoestische beoordeling voor te leggen.

Dit rapport bevat 12 pagina's en 21 figuren.

Zoetermeer,

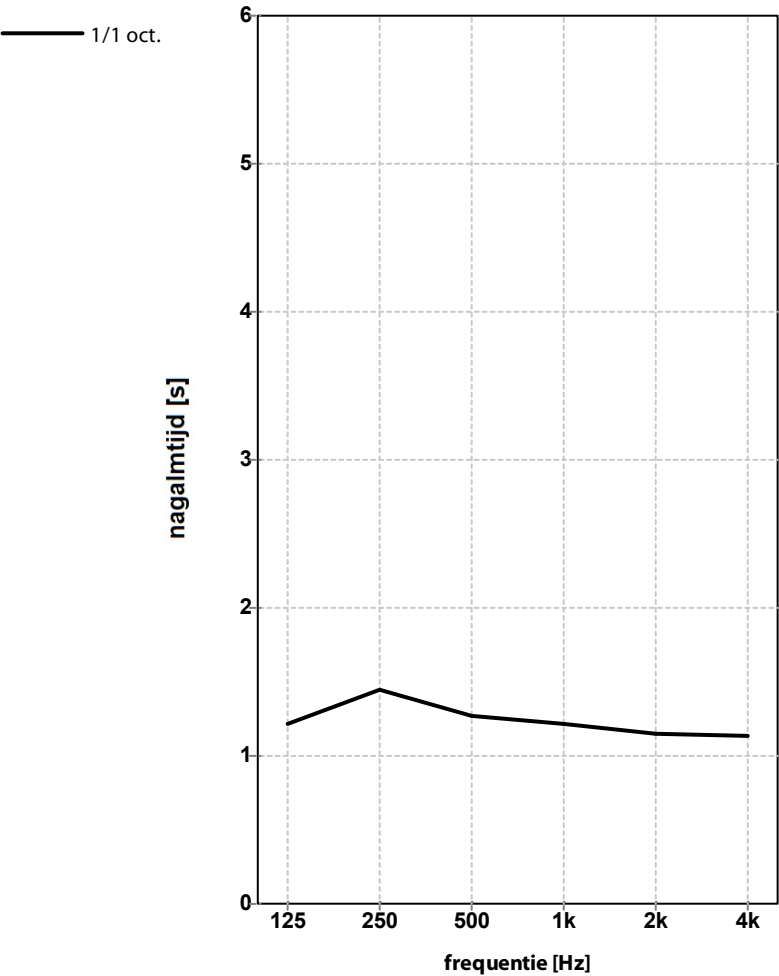


meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



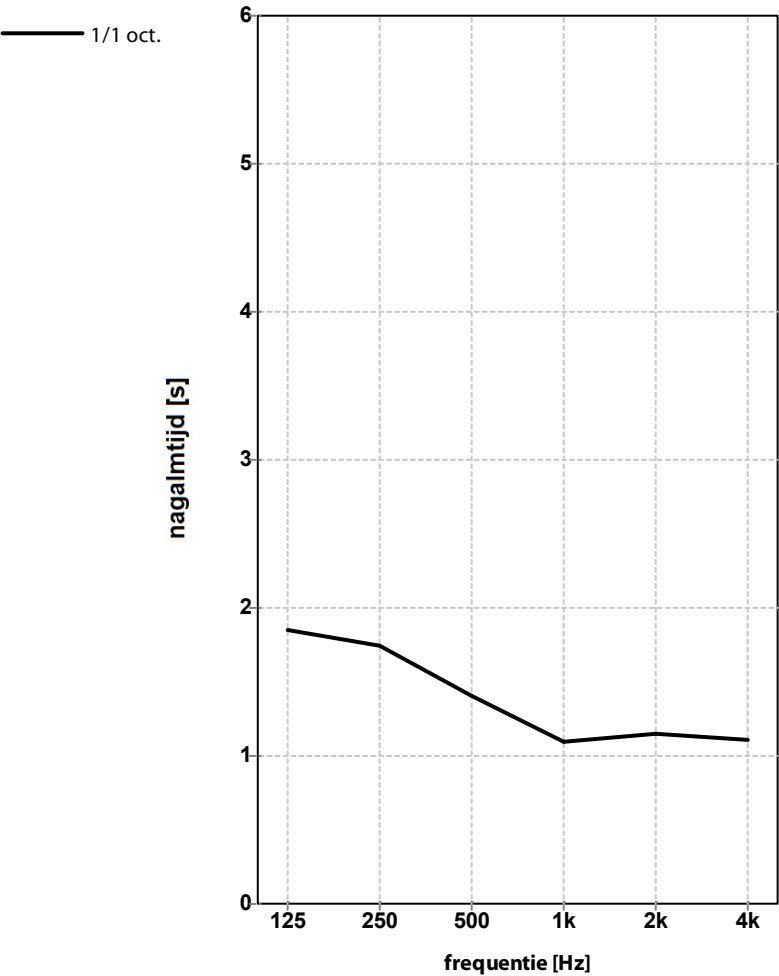
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 2-11)

meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



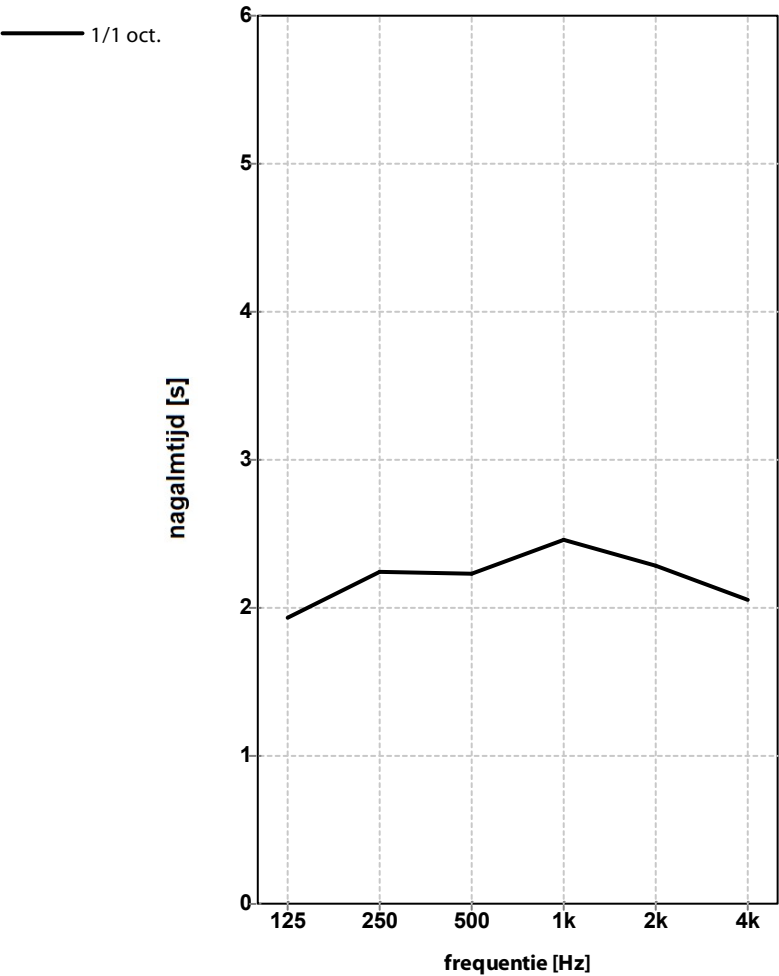
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	1,22	1,45	1,27	1,22	1,15	1,14 s

meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



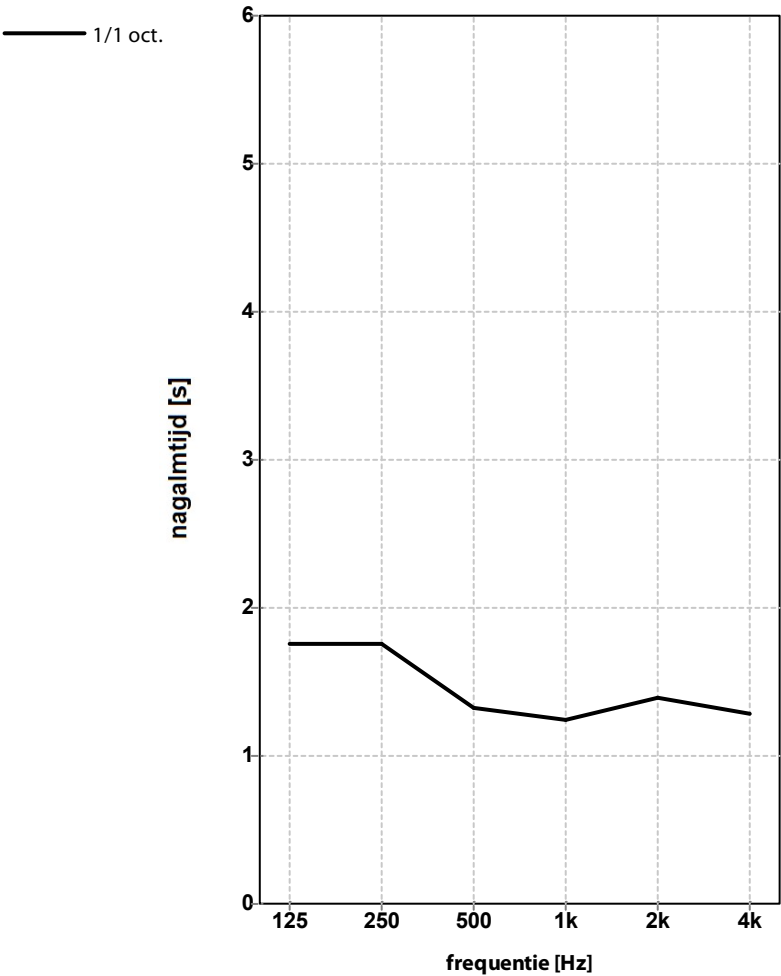
freq.	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1/1 oct.	1,85	1,74	1,41	1,09	1,15	1,11	s

meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



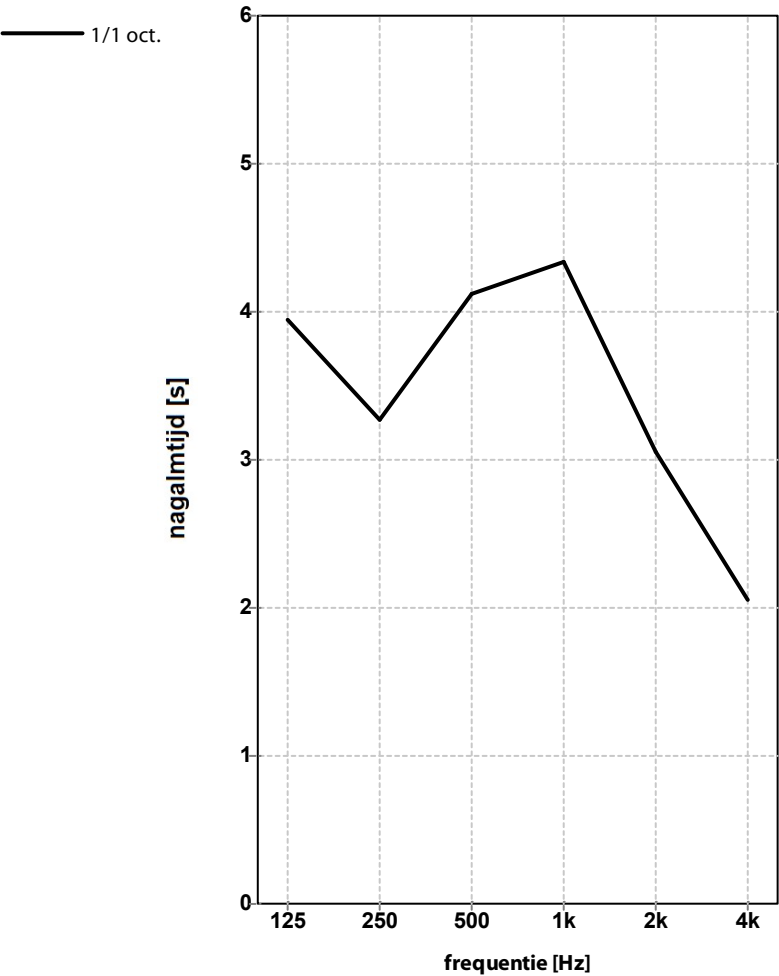
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
1/1 oct.	1,93	2,24	2,23	2,46	2,28	2,06

meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



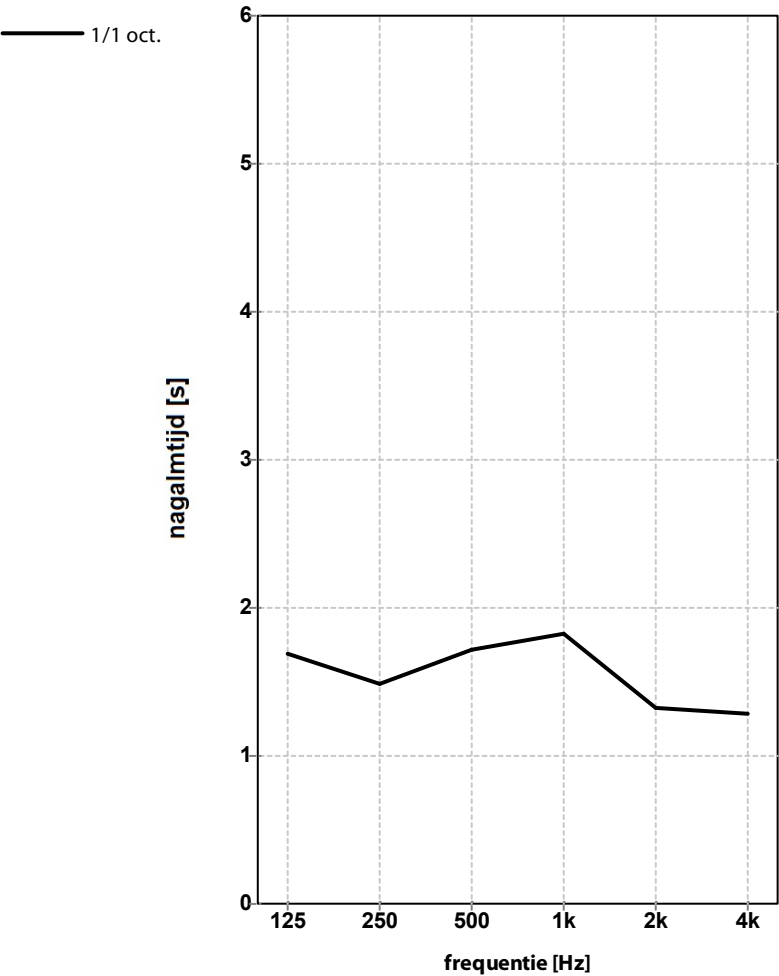
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
1/1 oct.	1,76	1,75	1,32	1,25	1,39	1,28

meetdatum 01112018
bestandsnaam ja376.lvn



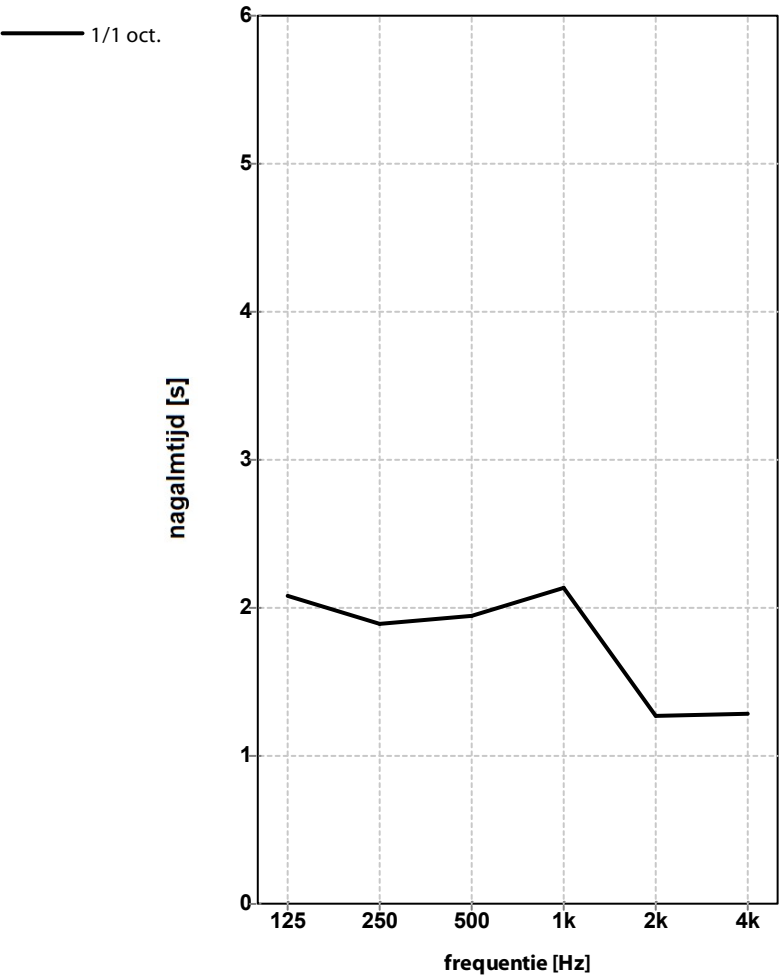
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 51-62)

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



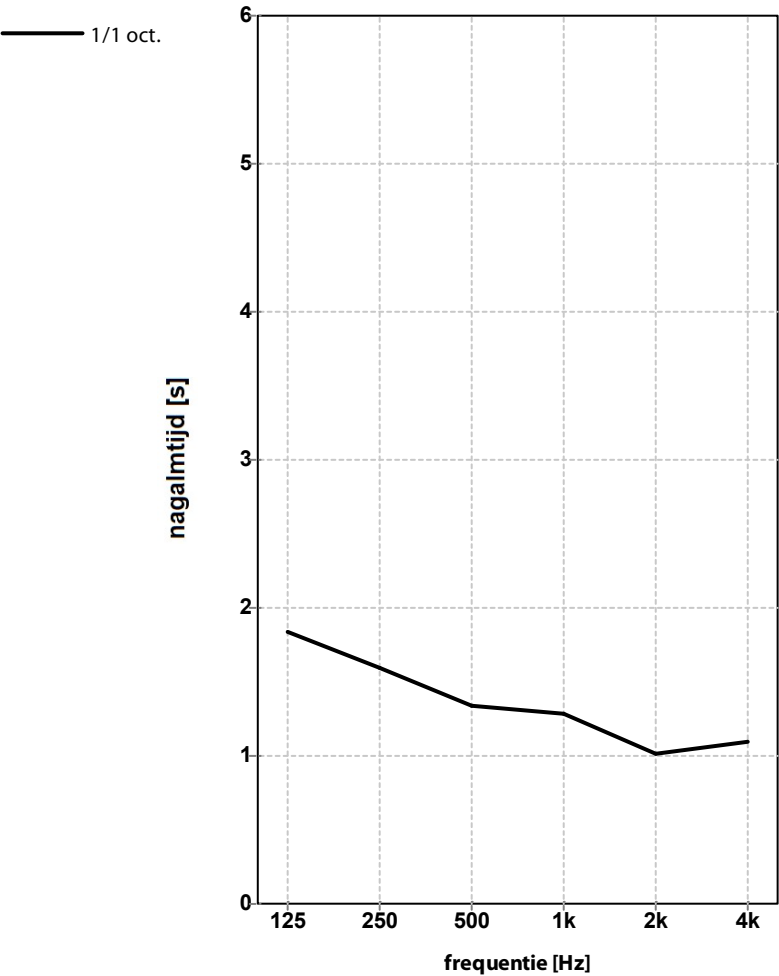
freq.	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1/1 oct.	1,69	1,49	1,72	1,82	1,33	1,29	s

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



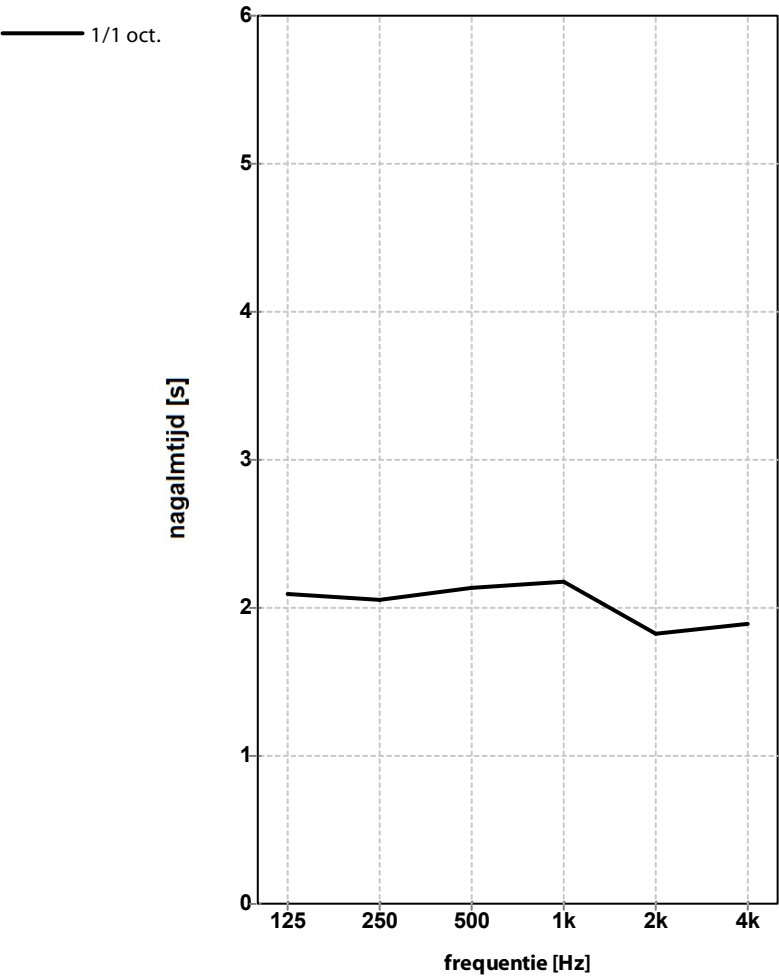
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 88-97)

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 98-109)

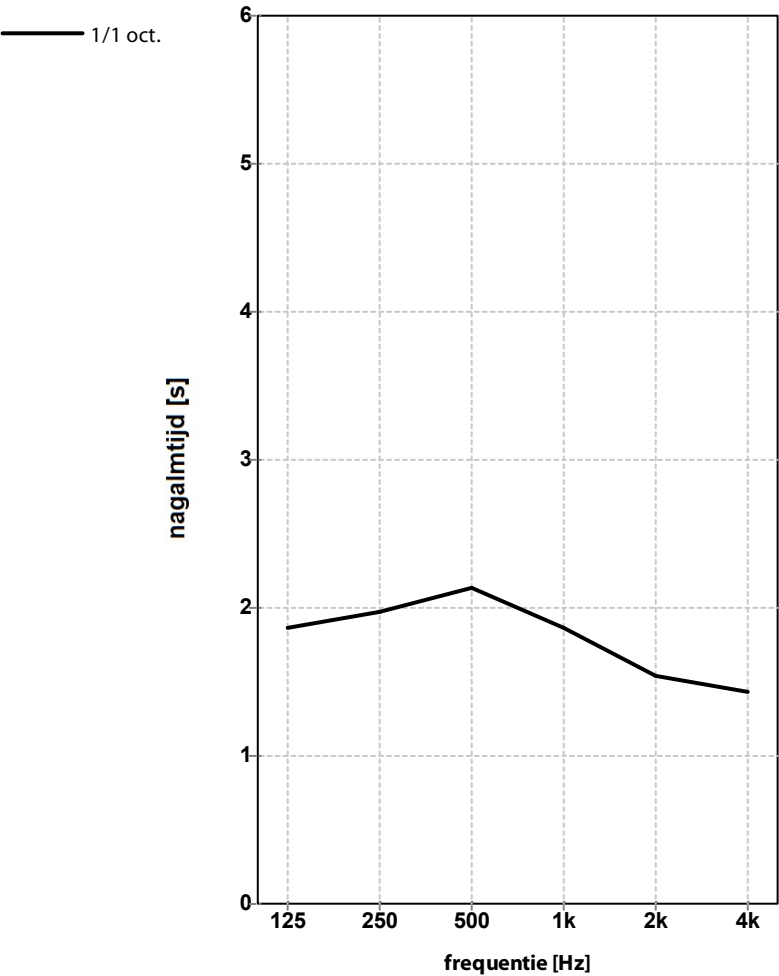
meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



freq.	125	250	500	1k	2k	4k
1/1 oct.	2,10	2,06	2,14	2,17	1,83	1,89 s

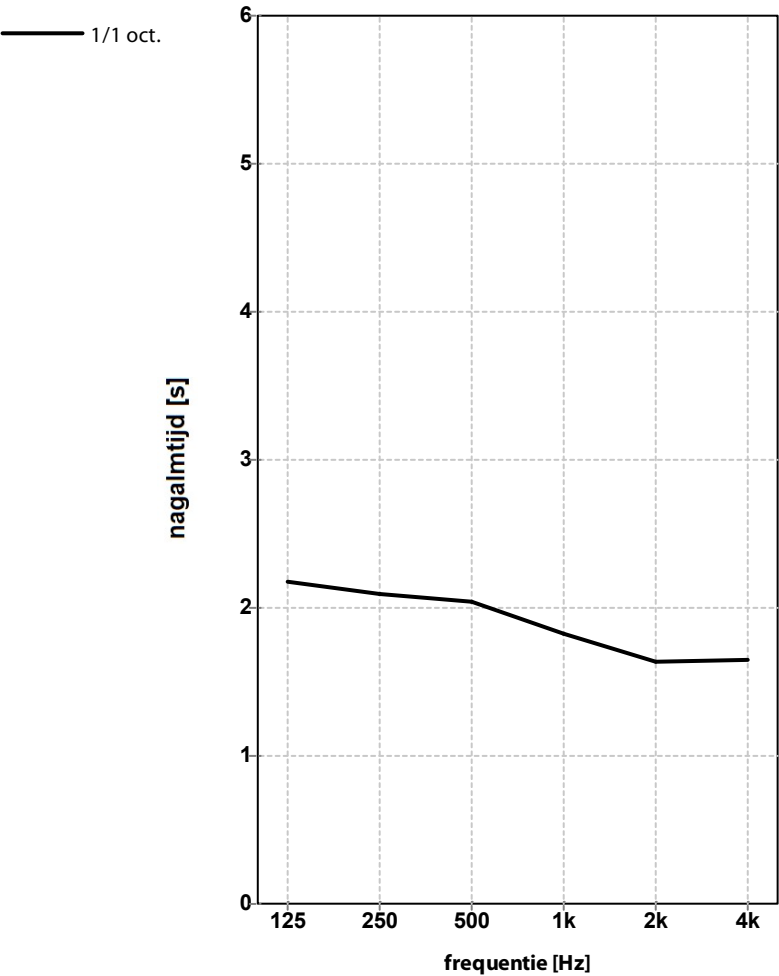
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 112-125)

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



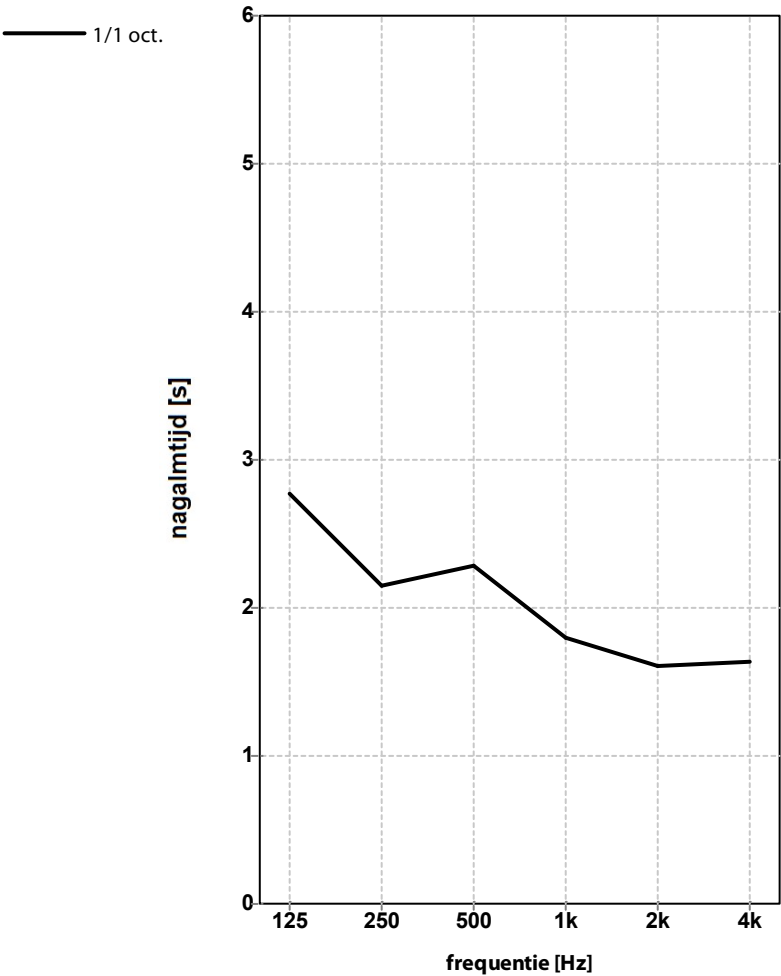
freq.	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1/1 oct.	1,86	1,97	2,13	1,87	1,54	1,43	s

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



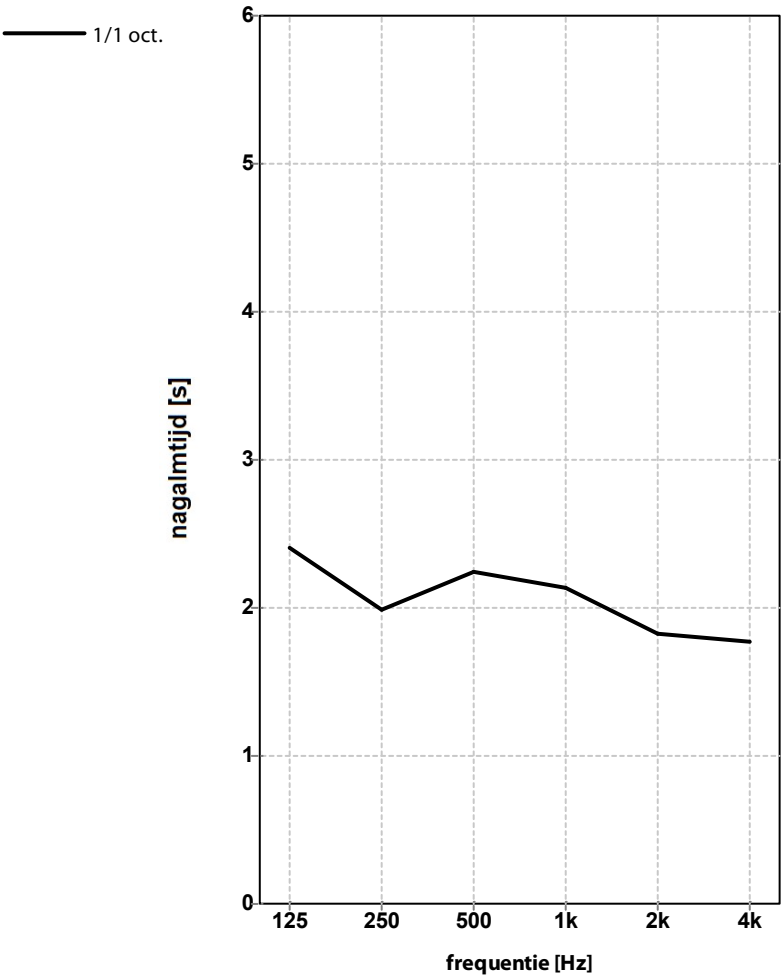
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	2,17	2,10	2,04	1,83	1,63	1,65 s

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



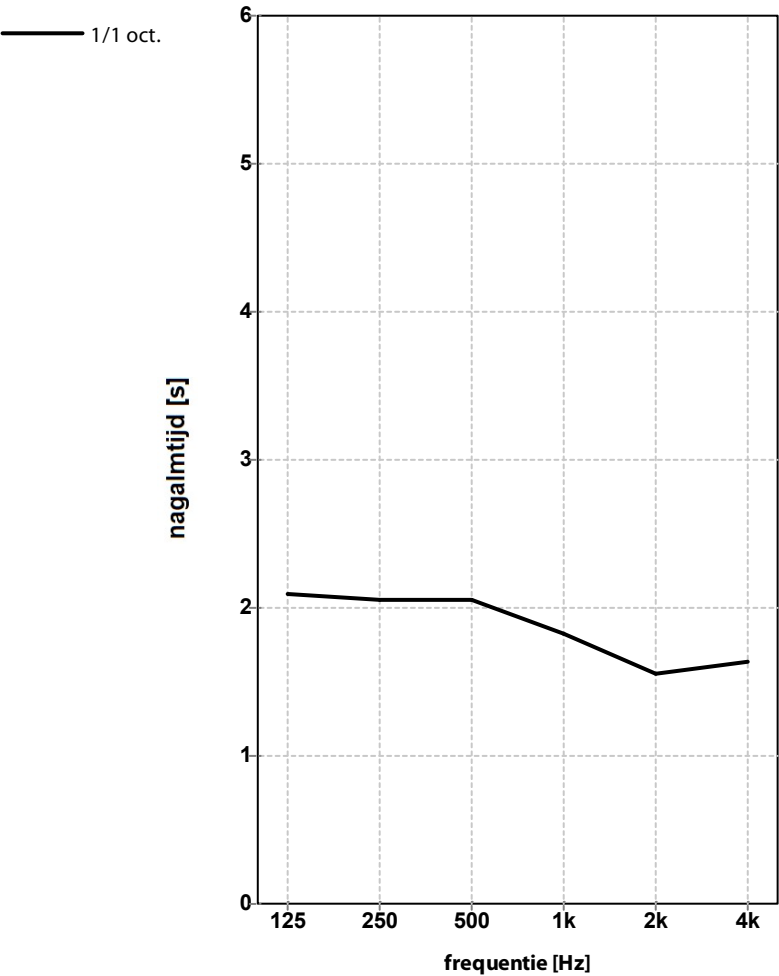
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	2,77	2,15	2,29	1,80	1,61	1,63 s

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



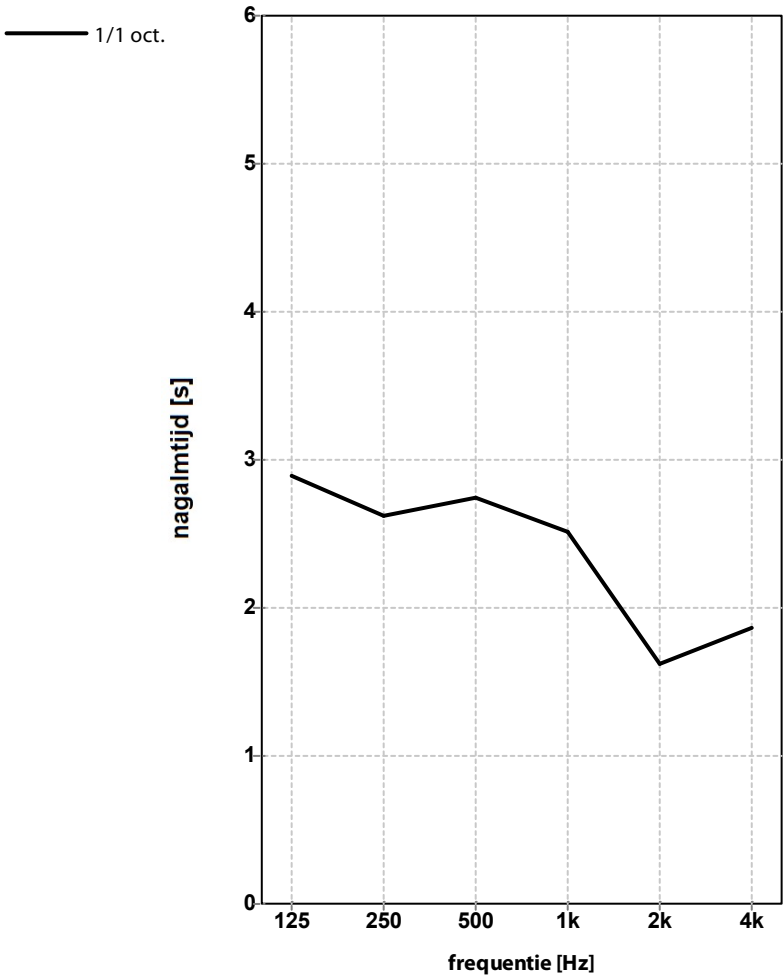
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 150-161)

meetdatum 10082018
bestandsnaam ja376.lvn



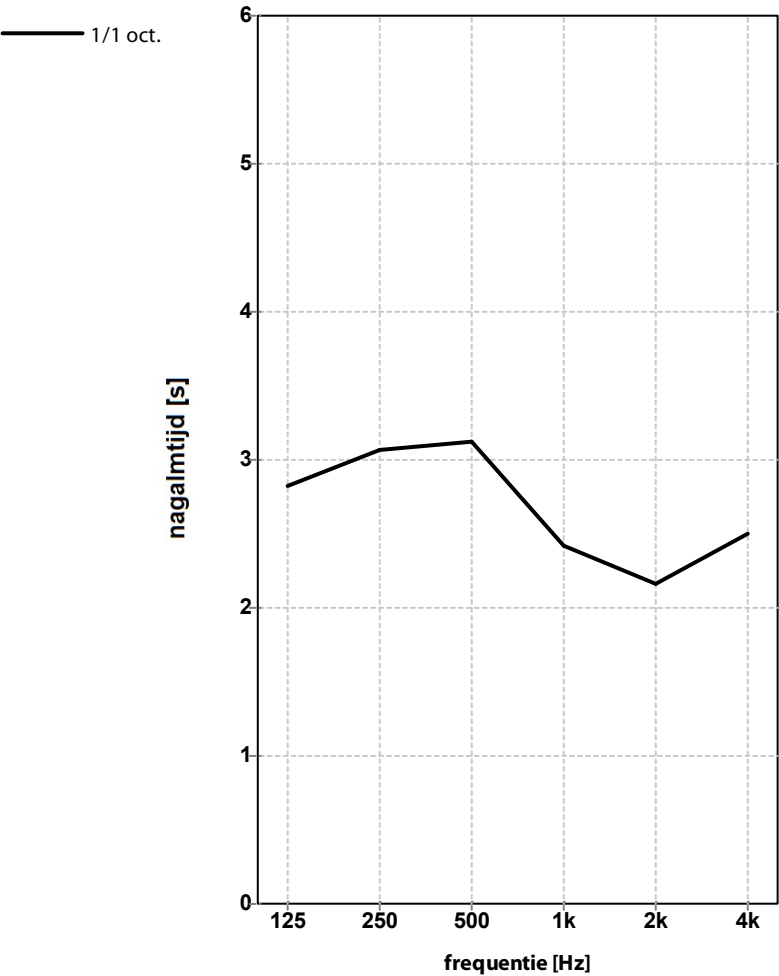
freq.	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1/1 oct.	2,09	2,05	2,05	1,82	1,56	1,63	s

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn



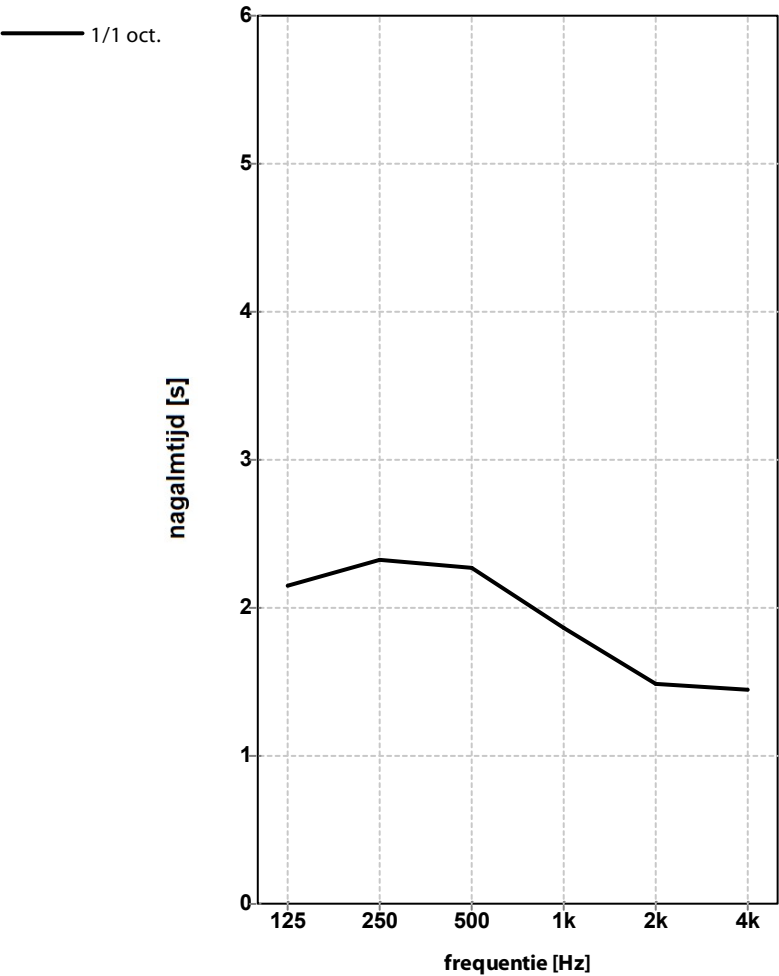
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
1/1 oct.	2,89	2,62	2,74	2,51	1,62	1,87 s

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn



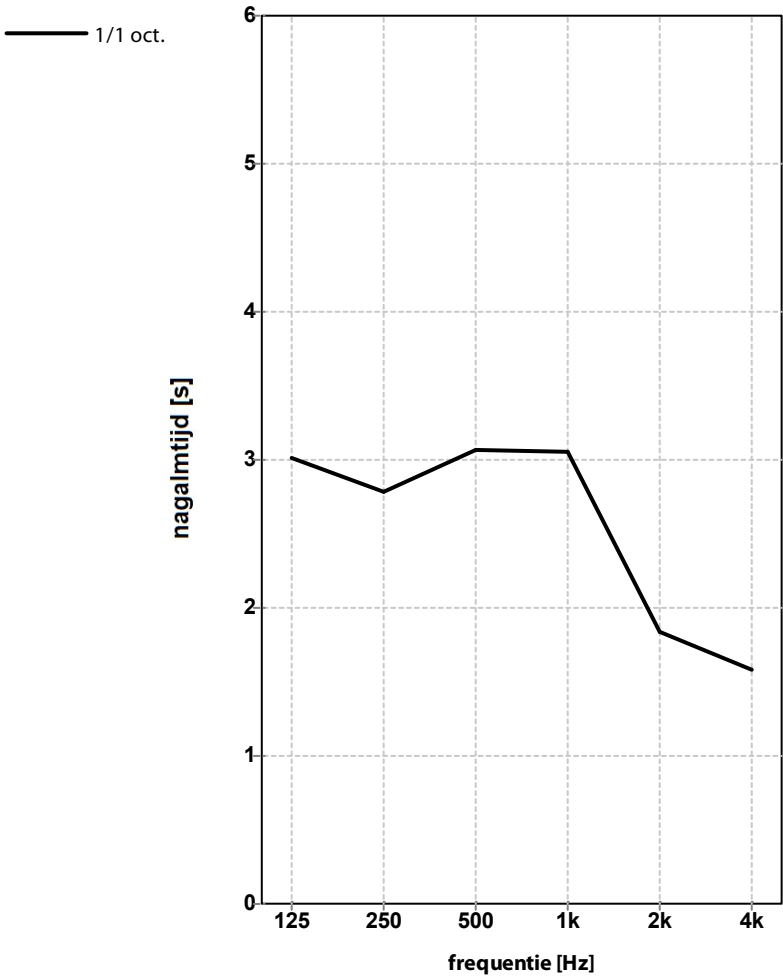
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	2,82	3,07	3,12	2,42	2,16	2,50 s

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn
meting nr. AVER. 6



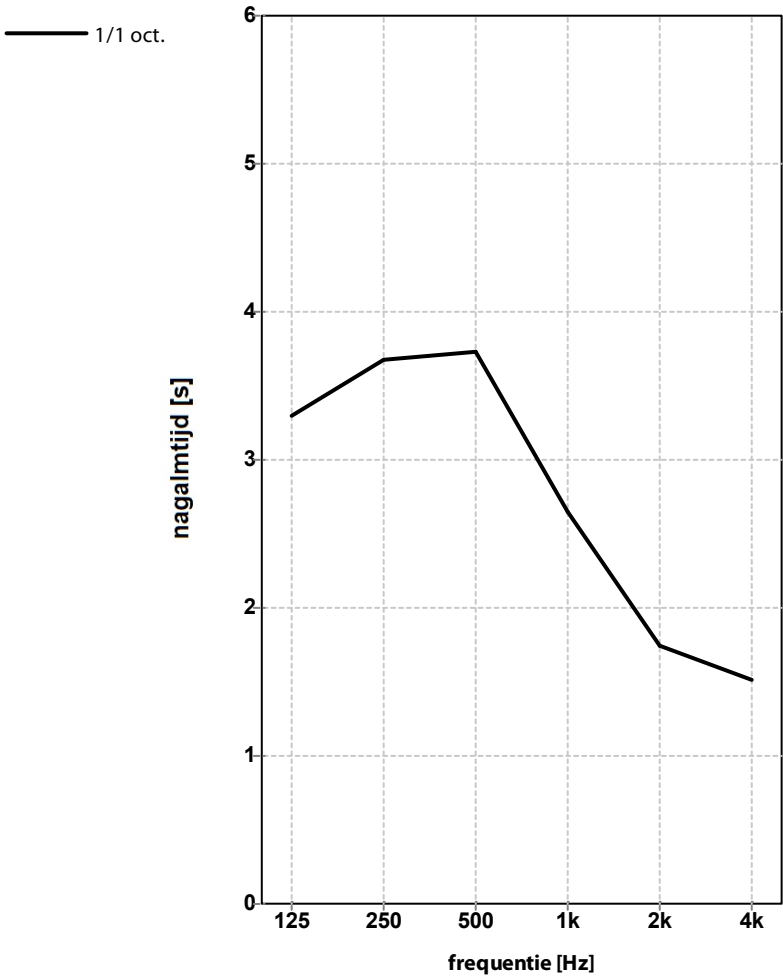
Calculat versie 3.8.9 bestandsnaam: ja376.lvn (rec. 194-205)

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn



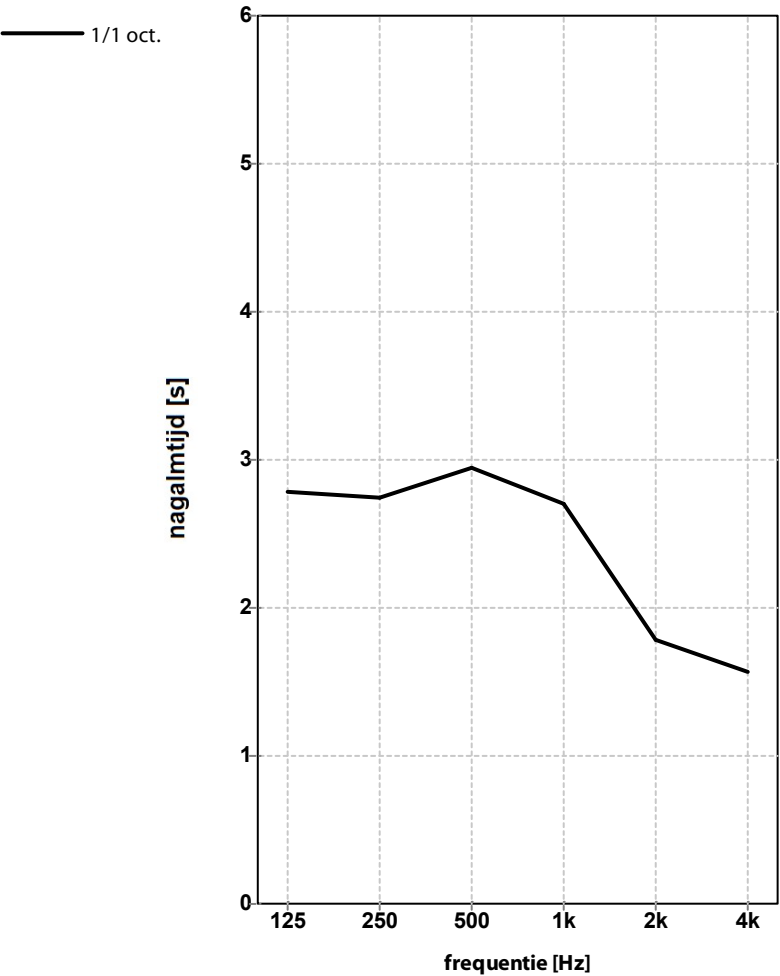
freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	3,02	2,79	3,07	3,06	1,84	1,58 s

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn



freq.	125	250	500	1k	2k	4k	Hz
1/1 oct.	3,30	3,67	3,73	2,65	1,74	1,52	s

meetdatum 22102018
bestandsnaam ja376.lvn



freq.	125	250	500	1k	2k	4k
Hz						
1/1 oct.	2,78	2,74	2,94	2,70	1,79	1,57 s