



DE GELUIDPRAKTIJK
SPECIALISTEN IN GELUID



DE GELUIDPRAKTIJK
SPECIALISTEN IN GELUID

ONDERZOEK RUIMTEAKOESTIEK

RAADZAAL | GEMEENTEHUIS IN DOKKUM

Project:

Ruimteakoestiek | Raadzaal in gemeentehuis in Dokkum

Projectnummer:

1409-1727

Datum

20 januari 2026

Opdrachtgever:

Gemeente Noardeast-Fryslân

Postbus 1

9100 AA Dokkum

Uitgevoerd door:

De Geluidpraktijk

Veengang 1

8431 NJ Oosterwolde

0516 211 036

info@degeluidpraktijk.nl

Opsteller rapport:

info@degeluidpraktijk.nl



Inhoudsopgave

1.	Inleiding	2
2.	Raadzaal en bijzaal (kantine)	3
3.	Akoestische richtlijnen	4
4.	Geluidmetingen	5
5.	Meetresultaten	6
6.	Advies	8
7.	Conclusie	9

Bijlagen

1. Overzicht nagalmmetingen

1. Inleiding

In opdracht van de Gemeente Noardeast-Fryslân is een geluidonderzoek uitgevoerd met betrekking tot de ruimteakoestiek van de raadzaal (ruimte 0.08) en de bijzaal (ruimte 0.07) van het gemeentehuis in Dokkum van gemeente Noardeast-Fryslân.

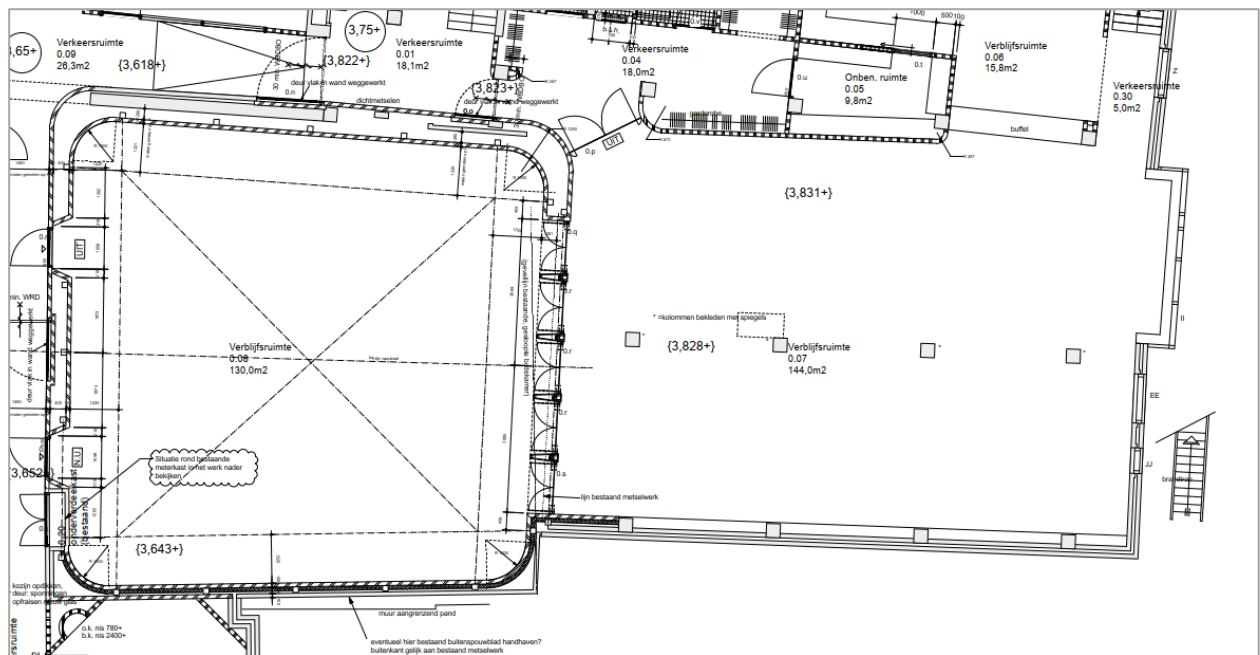
De aanleiding voor het onderzoek zijn klachten van gebruikers over slechte verstaanbaarheid, wanneer er mensen spreken in de raadzaal. Te veel galm in combinatie met het stemgeluid leidt tot een slecht akoestisch comfort en wordt als rumoerig en onrustig ervaren. Slechte akoestiek in zalen wordt vrijwel altijd veroorzaakt door gebrek aan absorptie in de zaal. Het gevolg is veel galm en een lange nagalmtijd.

De metingen zijn uitgevoerd om een oordeel te geven over het geluid in de raadzaal en bijbehorende naastgelegen zaal, die samen één grote ruimte vormen. In het voorliggende rapport zijn de werkwijze, resultaten en de conclusies van de geluidmetingen weergegeven. Een eventueel maatregelenadvies kan in een later stadium worden uitgevoerd.

2. Raadzaal en bijzaal (kantine)

De raadzaal heeft een oppervlakte van circa 145 m² (volume is circa 1000 m³) en de bijzaal (kantine) een oppervlakte van circa 130 m² (volume is circa 360 m³). Op de vloeren zijn relatief harde materialen aangebracht. Het plafond is uitgevoerd als akoestisch plafond, bestaande uit een combinatie van systeemplafonplaten en houten schroten, waarbij in de kieren zwart vilt is aangebracht. Daarnaast zijn in delen van het plafond geperforeerde platen toegepast. Op meerdere plaatsen zijn ramen aanwezig. De wanden bestaan grotendeels uit harde, reflecterende materialen, waaronder beglazing en metselwerk.

Afbeelding 2.1: plattegrond onderzochte ruimten



Afbeelding 2.2: bijzaal (kantine)



Afbeelding 2.2: raadzaal



3. Akoestische richtlijnen

De nagalmtijd van een ruimte is een maatstaf voor het akoestische gedrag van die ruimte, die afhangt van de totale absorptie en het volume van de ruimte. De nagalmtijd T is gedefinieerd als de tijd die nodig is voor een geluidafname met 60 dB. Deze tijd hangt als volgt af van het volume van de zaal (formule van Sabine):

Wet van Sabine :
$$T = \frac{1}{6} \frac{V}{A}$$

Waarin :

T = Nagalmtijd in seconden

V = Volume van de ruimte in m^3

A = Totale absorptie in m^2 open raam

Berekening absorptie :
$$A = \sum_{i=1}^n (S_i * \alpha_i)$$

Waarin :

S = Het absorptieoppervlak

V = Volume van de ruimte in m^3

Dit is een statistische, algemene formule waarmee de gemiddelde nagalmtijd voor de gehele ruimte kan worden bepaald. Voor deze situatie is de nagalmtijd in centrale vastgesteld met geluidmetingen, zie hoofdstuk 3. Bij ruimten geschikt voor spraak is een relatief korte nagalmtijd gewenst. In het vakgebied ruimteakoestiek ontbreekt het voor ruimten zoals de centrale hal aan wettelijke normen waaraan moeten worden voldaan. Wel zijn er richtlijnen en streefwaarden voor een goede ruimteakoestiek, zoals weergegeven in tabel 2.1

Tabel 2.1: richtlijnen nagalmtijd

Zakelijk	Sport	Educatief	Industrie	Muziek	Horeca	Thuis
Kantoor 0,5 - 0,7 sec	Zwembad 1,2 - 1,5 sec	Leslokaal 0,5 - 0,7 sec	Magazijn 0,7 - 1,0 sec	Woonkamer 0,4 - 0,7 sec	Restaurant 0,5 - 0,7 sec	Opnameruimte 0,2 - 0,4 sec
Callcenter 0,5 - 0,7 sec	Sportzaal 1,2 - 1,5 sec	Praktijkruimte 0,5 - 0,7 sec	Werkplaats 0,7 - 1,0 sec	Praatcafé 0,5 - 0,7 sec	Oefenruimte 0,7 - 0,9 sec	
Vergaderruimte 0,5 - 0,7 sec		Kinderdagverblijf 0,5 - 0,7 sec	Muziekcafé 0,8 - 1,0 sec			

Receptie:

0,6 - 1,0 sec

Wachtruimte

0,5 - 1,0 sec

Voor een ruimte waar een relatief grote groep mensen met elkaar communiceert ligt de gewenste nagalmtijd tussen de 0,5 en 0,7 seconden. In dit onderzoek wordt voor de nagalmtijd in de raadzaal met een volume van ongeveer 1000 m^3 en de bijzaal met een volume van ongeveer 400 m^3 wordt uitgegaan van een streefwaarde van 0,6 seconden.

4. Geluidmetingen

De metingen in de centrale hal zijn uitgevoerd op 19 januari 2026. Voor en na de metingen is de meter gecontroleerd met behulp van een akoestische kalibrator. Hierbij zijn geen afwijkingen geconstateerd.

Als ruisbron voor de meting van het luchtgeluid is gebruik gemaakt van een (roze) ruisgenerator Brüel & Kjær 4224. De nagalmtijd is met inachtneming van de NEN 5077 gemeten en uitgewerkt. Hierbij zijn er in de centrale op negen meetposities (raster) metingen uitgevoerd.

De geluidmetingen zijn verricht met behulp van onderstaande meetapparatuur.

Tabel 4.1: gebruikte meetapparatuur

Benaming	Fabrikant	Type	Bijzonderheden
Microfoon	01dB	GRAS 40 CD	rondom gevoelig
Geluidniveaumeter	01dB	FUSION	real-time analyser
Kalibrator	Bruël & Kjær	4231	type 1 kalibrator
Windbol	01dB	--	conform eisen
Ruisbron	Bruël & Kjær	4224	geen

Voor en na de metingen is het geluidmeetsysteem inclusief de microfoon geïjkt door middel van een 1000 Hz toonijking.

5. Meetresultaten

Meetresultaten zonder personen in de zaal

De nagalmtijd is op verschillende posities in de raadzaal en bijbehorende zaal vastgesteld, waarbij ook de ruisbron op verschillende locaties is opgesteld. De verkregen meetwaarden zijn vervolgens gemiddeld met als resultaat de uiteindelijk gemiddelde nagalmtijd.

In onderstaande tabel 5.1 en 5.2 is de gemiddelde nagalmtijd per frequentieband weergegeven.

Tabel 5.1: gemiddelde nagalmtijd in seconden | raadzaal

Frequentie	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	Gem.
Gem. nagalmtijd	0,93	0,88	0,80	1,02	1,14	1,07	0,92	0,96

Uit tabel 5.1 blijkt dat de gemiddelde nagalmtijd in de raadzaal boven de gewenste 0,6 s ligt voor vrijwel alle frequentiebanden. Met name in het spraakrelevante gebied van 500 Hz tot 2 kHz worden waarden gemeten tussen 1,02 s en 1,14 s. Dit is aanzienlijk hoger dan wenselijk voor een goede spraakverstaanbaarheid. Daarnaast is er sprake van:

- Grote spreiding tussen de metingen, vooral bij lage frequenties (63–125 Hz) en rond 500 Hz.
- Een onbalans in het frequentiespectrum, waarbij midden- en hoge frequenties duidelijk te lang nagalmen.

Hieruit kan worden geconcludeerd dat de raadzaal akoestisch te “hard” is en in de huidige situatie onvoldoende geschikt is voor optimale spraakverstaanbaarheid, met name tijdens vergaderingen en raadsbijeenkomsten.

Tabel 5.2: gemiddelde nagalmtijd in seconden | bijzaal (kantine)

Frequentie	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	Gem.
Gem. nagalmtijd	0,69	0,79	0,74	0,73	0,8	0,77	0,61	0,73

De bijzaal (kantine) laat in tabel 5.2 een meer gelijkmatige en lagere nagalmtijd zien. De gemiddelde waarden liggen tussen 0,61 s en 0,79 s, wat dichterbij de streefwaarde van 0,6 s ligt.

Hoewel enkele frequentiebanden (met name 250 Hz en 2 kHz) nog boven de gewenste waarde uitkomen, kan worden gesteld dat:

- De bijzaal (kantine) akoestisch beter in balans is dan de raadzaal.
- De nagalmtijd over het algemeen acceptabel tot licht verhoogd is voor spraakdoeleinden.

Berekeningsresultaten met personen in de zaal

Wanneer er bezoekers zijn zal de nagalmtijd verbeteren, omdat per persoon een deel van het geluid absorbeert door kleding, etc. Aanwezige personen werken akoestisch als

geluidsabsorbers, vooral in het spraakfrequentiegebied (ongeveer 500 Hz – 4 kHz). Gemiddeld levert één zittende persoon een equivalente absorptie op van ongeveer 0,4–0,6 m² (Sabine), afhankelijk van kleding en houding.

Bij ongeveer 20 personen betekent dit:

- Een extra absorptie van circa 8–12 m², voornamelijk in het midden- en hoogfrequente gebied.
- Een merkbare verkorting van de nagalmtijd, vooral bij 500 Hz, 1 kHz en 2 kHz.
- Nauwelijks effect op de lage frequenties (63–250 Hz).

Gezien de huidige gemeten gemiddelde nagalmtijden in de raadzaal kan globaal worden verwacht dat bij 20 personen:

- In het gebied 500 Hz – 2 kHz de nagalmtijd met ongeveer 15–30% afneemt.
- De nagalmtijd rond 1 kHz hierdoor daalt van circa 1,15 s naar ongeveer 0,8–0,9 s.
- De lage frequenties (63–250 Hz) relatief lang blijven nagalmen en slechts beperkt veranderen.
- Hoewel deze verbetering duidelijk hoorbaar zal zijn, blijft de nagalmtijd nog steeds boven de gewenste 0,6 s voor een raadsaal.

Benodigde absorptie op basis situatie zonder personen

Op basis van de gemeten nagalmtijden en het berekende volume van de ruimten kan de hoeveelheid absorptie worden bepaald. De geluidabsorptie geeft aan welke fractie van het invallende geluidvermogen door een vlak wordt geabsorbeerd. Het is een getal tussen 0 (perfect reflecterend) en 1 (perfect absorberend). De hoeveelheid absorptie van de bestaande ruimte is weergegeven in onderstaande tabellen.

Tabel 5.3: huidige en benodigde geluidabsorptie - raadzaal

Ruimte	Volume (m ³)	Huidige nagalmtijd (s)	Absorptie (m ²)
Raadzaal	1000	0,96 sec.	167
Ruimte	Volume (m ³)	Gewenste nagalmtijd (s)	Benodigde absorptie (m ²)
Raadzaal	1000	0,6 sec.	267 - 167 = 100

Tabel 5.4: huidige en benodigde geluidabsorptie – bijzaal (kantine)

Ruimte	Volume (m ³)	Huidige nagalmtijd (s)	Absorptie (m ²)
Raadzaal	360	0,73 sec.	79
Ruimte	Volume (m ³)	Gewenste nagalmtijd (s)	Benodigde absorptie (m ²)
Raadzaal	360	0,6 sec.	96 - 79 = 17

Om de gewenste nagalmtijd te behalen dient er aanvullende geluidabsorptie te worden aangebracht. De meeste materialen hebben geen absorptie waarde van 1, dus zal er meer materiaal (m²) toegevoegd moeten worden dan in tabel 5.3 en 5.4 is vermeld. Na een gewenste materiaalkeuze kan hierover pas worden geadviseerd.

6. Advies

Op basis van de gemeten nagalmtijden en het berekende volume van de ruimten kan de hoeveelheid absorptie worden bepaald. De geluidabsorptie geeft aan welke fractie van het invallende geluidvermogen door een vlak wordt geabsorbeerd. Het is een getal tussen 0 (perfect reflecterend) en 1 (perfect absorberend).

Raadzaal

Om de nagalmtijd in de raadzaal terug te brengen naar circa 0,6 s, worden de volgende maatregelen geadviseerd:

1. Toevoegen van extra geluidsabsorptie, met name in het midden- en hoogfrequente gebied (500 Hz – 2 kHz), bijvoorbeeld door:
 - Akoestische plafondpanelen of een akoestisch systeemplafond.
 - Wandabsorptie op reflecterende achter- en zijwanden.
2. Aanpak van lage frequenties, waar de nagalmtijd sterk varieert:
 - Toepassing van dikkere absorbers of bass traps, bijvoorbeeld in hoeken of tegen achterwanden.
3. Verbeteren van de ruimtelijke verdeling van absorptie, om meetverschillen tussen posities te verkleinen en een gelijkmatiger akoestisch veld te realiseren.
4. Stoelen met akoestische werking
 - Gebruik van gestoffeerde stoelen met absorberende zitting en rugleuning, zodat ook bij minder aanwezigen een stabielere nagalmtijd ontstaat.
5. Spraakondersteuning
 - Eventueel gebruik van een goed afgesteld geluidsinstallatiesysteem, maar alleen als aanvulling en niet als vervanging van akoestische maatregelen.

Bijzaal (kantine)

Voor de bijzaal zijn ingrijpende maatregelen niet noodzakelijk. Wel kan worden overwogen om:

- Beperkt extra absorptiemateriaal toe te passen om de nagalmtijd verder richting 0,6 s te brengen, vooral rond 250 Hz en 2 kHz.
- Eventuele toekomstige functiewijzigingen (bijv. meer spraakgebruik) mee te nemen in een akoestische optimalisatie.

7. Conclusie

In opdracht van de Gemeente Noardeast-Fryslân is een ruimteakoestisch onderzoek uitgevoerd in de raadzaal (ruimte 0.08) en de bijzaal/kantine (ruimte 0.07) van het gemeentehuis te Dokkum. Aanleiding voor het onderzoek waren klachten over een slechte spraakverstaanbaarheid in de raadzaal.

De raadzaal heeft een oppervlakte van circa 145 m² en een volume van ongeveer 1000 m³. De huidige nagalmtijden liggen, zonder personen aanwezig, voor vrijwel alle frequenties boven de streefwaarde van 0,6 seconden. Met name in het spraakrelevante gebied (500 Hz – 2 kHz) wordt een nagalmtijd van circa 1,0 tot 1,15 seconden gemeten. Dit duidt op een akoestisch “harde” ruimte met onvoldoende absorptie, waardoor spraakverstaanbaarheid verminderd is en de ruimte als rumoerig wordt ervaren. De nagalmtijd in de lage frequenties is bovendien ongelijkmatig en lang.

De bijzaal (kantine) van circa 130 m² met een volume van circa 400 m³ toont relatief lagere en meer gebalanceerde nagalmtijden (rond 0,6–0,8 s), waardoor deze akoestisch beter geschikt is voor spraakgebruik. Bij aanwezigheid van circa 20 personen in de raadzaal kan door de absorptie van kleding en lichamen een nagalmtijdreductie van 15–30% in het midden- en hoogfrequente gebied worden verwacht. Dit leidt tot een nagalmtijd van circa 0,8–0,9 seconden, nog altijd boven de streefwaarde. De lage frequenties blijven nauwelijks veranderen.

Op basis van de meetresultaten wordt geconcludeerd dat de raadzaal structurele akoestische maatregelen nodig heeft om te voldoen aan de eisen voor een goede vergader- en raadsruimte. Voor de bijzaal zijn ingrijpende maatregelen niet noodzakelijk, al kan beperkte optimalisatie worden overwogen. Desgewenst kan, zodra de materiaalkeuze is vastgesteld, worden geadviseerd over de benodigde hoeveelheid akoestisch absorberend oppervlak (in m²).

Oosterwolde, 20 januari 2026
De Geluidpraktijk



Bijlagen

Bijlage 1



Raadzaal		50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2k	2.5k	3.15k	4k	5k	
Meting																							
1	s	0,3	0,51	1,14	1,23	0,82	0,7	0,62	0,89	0,62	1,03	0,75	1,25	1,14	1,05	1,12	1,1	1,09	1,03	0,88	1,01	0,88	
2	s	0,26	0,47	1,5	1,2	1,04	1,1	1	0,54	1,35	0,9	0,87	1,01	1,16	1,06	1,05	1,1	1,1	0,99	1,02	0,94	0,83	
3	s	0,22	0,43	1,01	0,74	0,69	0,89	0,71	0,71	0,95	1,14	0,83	1,21	1,28	1,1	0,99	1,14	1,19	1,01	0,94	0,99	0,88	
4	s	0,34	0,55	1,03	1,39	1,4	0,06	0,9	0,92	0,81	0,74	1,03	0,96	1,26	1,27	1,23	1,04	1,16	1,04	1,05	0,95	0,82	
5	s	0,65	0,86	0,93	0,58	0,82	0,86	0,82	0,64	1,05	1,22	1,14	0,95	1,27	1,28	1,07	0,97	1,17	1,06	1,1	0,87	0,87	
6	s	1,17	1,38	0,33	0,77	0,95	0,55	0,8	1,05	0,78	0,71	1,38	0,99	1,22	1,16	1,11	1,11	0,95	1	0,99	0,89	0,85	
7	s	0,29	0,5	8,11	1,04	0,66	0,96	0,47	0,67	0,98	1,22	1,23	1,07	1,09	1,1	1,09	1,01	1,12	1,11	0,98	1,04	0,87	
		0,46	0,67	2,01	0,99	0,91	0,73	0,76	0,77	0,93	0,99	1,03	1,06	1,20	1,15	1,09	1,07	1,11	1,03	0,99	0,96	0,86	
Bijzaal																							
1	s	0,76	0,85	0,96	0,89	0,46	0,43	0,88	0,71	0,95	0,84	0,5	1,07	1,24	0,79	0,99	1,03	1,04	1,06	0,94	0,98	0,86	
2	s	0,68	0,77	0,89	0,66	0,5	0,16	0,82	0,7	0,67	0,91	0,76	0,52	0,97	0,8	0,84	0,68	0,95	0,78	0,72	0,74	0,62	
3	s	0,47	0,56	1,08	1,19	0,64	0,61	0,71	0,87	0,8	0,82	0,5	0,68	0,52	0,43	0,66	0,72	0,71	0,66	0,91	0,66	0,53	
4	s	0,62	0,71	0,73	1,33	1,29	0,6	0,83	1,01	0,69	0,83	0,67	0,81	0,73	0,56	0,82	0,76	0,85	0,81	0,68	0,59	0,65	
5	s	0,56	0,65	1	1,19	0,62	1,02	0,59	0,73	0,5	0,88	0,97	0,68	0,49	0,55	0,77	0,56	0,63	0,72	0,59	0,62	0,46	
6	s	0,59	0,68	1,85	1,24	0,83	0,5	0,17	0,72	0,7	0,69	0,86	0,67	0,94	0,87	0,54	0,56	0,56	0,57	0,7	0,31	0,54	
		0,61	0,70	1,09	1,08	0,72	0,55	0,67	0,79	0,72	0,76	0,71	0,74	0,82	0,67	0,77	0,72	0,79	0,77	0,76	0,65	0,59	

Kantine

Raadzaal

Octaaf (Hz)	Gem. waarde	Octaaf (Hz)	Gem. waarde
63	0,93	63	0,69
125	0,88	125	0,79
250	0,8	250	0,74
500	1,02	500	0,73
1k	1,14	1k	0,8
2k	1,07	2k	0,77
4k	0,92	4k	0,61