

Globale beoordeling binnenakoestiek en geluid arbeidsplaats in sporthal

Uitgevoerd door Noordelijk Akoestisch Adviesburo BV
 Noorderstaete 26 9402 XB Assen
 Postbus 339 9400 AH Assen
telefoon (0592) 340630
telefax (0592) 340830
e-mail naa@naabv.nl

Behandeld door Arend Donker

Datum 30 maart 2010

Kenmerk A05-3964/NAA/ad/fw/2



Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Uitgangspunten	4
3	Beoordeling nagalmtijd	5
3.1	Richtlijnen	5
3.2	Uitvoering metingen	6
4	Wettelijke grondslagen arbeidsplaatslawaaï	7
4.1	Wetgeving	7
4.2	Uitvoeren metingen	8
5	Meet- en rekenresultaten	9
5.1	Meting nagalmtijd	9
5.2	Meetresultaten diverse activiteiten	9
5.3	Bespreking meetresultaten	10
6	Samenvatting en conclusies	11
	Begrippenlijst	12

Bijlagen

- 1 Grafieken indruk verloop geluidsniveau in sporthal

1 Inleiding

In samenwerking met een school in Groningen is een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar de geluidssituatie tijdens een sportles in een sporthal in Groningen.

De aanleiding voor het onderzoek zijn vragen vanuit de de school over de nagalmtijden en geluidsniveaus in sporthallen. Er is sprake van een sporthal waarin de 'akoestiek' als hinderlijk wordt ervaren.

Aangezien daar vaker vragen over komen, en in aanvulling op eerder verricht onderzoek, zijn geluidsmetingen door het Noordelijk Akoestisch Adviesburo B.V. uitgevoerd.

Het doel van het onderzoek is ten eerste het vaststellen van de nagalmtijd in de sporthal. Ten tweede zijn een aantal globale metingen uitgevoerd naar het geluidsniveau in de sporthal, onder meer om het geluidsniveau op de arbeidsplaats te beoordelen. De metingen zijn algemeen uitgevoerd om een oordeel te geven over het geluid in de sporthal, het zijn geen specifieke metingen van het geluid op een concrete arbeidsplaats.

Op bladzijde 12 worden enkele akoestische begrippen nader toegelicht.

2 Uitgangspunten

De sporthal heeft de binnenafmetingen van circa 25 bij 42.50 meter, met aan een korte zijde een tribune.



De wanden lopen vanaf een hoogte van 2.60 meter rond naar binnen, en gaan over in het dak met een maximale hoogte van 8.0 meter. De gemiddelde hoogte van de hal is geschat op 6.4 meter, waarmee het volume van de hal circa 6.800 m³ is.

De ronding van de wand en het dak is voorzien van een geprofileerd en geperforeerd binnenpaneel. Dit binnenpaneel is, voorzover is te zien, niet voorzien van een absorberend materiaal.

In de sporthal kan aan twee groepen door twee leerkrachten apart les worden gegeven. Het gaat om normale lessen sport en lichamelijke oefening.



3 Beoordeling nagalmtijd

3.1 Richtlijnen

De nagalmtijd is gedefinieerd als de tijd in seconden waarin het geluidsniveau met 60 dB afneemt. De nagalmtijd is onder meer afhankelijk van de gebruikte materialen en de toegepaste constructie. Bepaalde materialen als bijvoorbeeld noppenschuim absorberen veel geluid, andere materialen als bijvoorbeeld glas reflecteren het grootste deel. Met het toepassen van verschillende materialen kan de nagalmtijd en daarmee de akoestiek worden beïnvloed.

Aan de nagalmtijd in een sporthal zijn geen wettelijke eisen gesteld. Een richtlijn is de publicatie "Bouwfysische kwaliteit Rijkshuisvesting. Wettelijke eisen en Rgd-richtlijnen" van de Rijksgebouwendienst, waarin waarden zijn gegeven voor de nagalmtijden. Afhankelijk van de functie van de ruimte wordt de waarde van de nagalmtijd aangegeven voor lege en ingerichte ruimten.

Voor gymnastieklokalen geldt een richtlijn van 1.0 - 1.5 seconde; voor sporthallen zijn geen richtlijnen opgegeven.

Voor een sporthal is een norm beschikbaar, de NOC*NSF norm ISA-US1-BS1 "Nagalmtijden en achtergrondgeluidniveau" van juni 2005. Afhankelijk van het type zaal en de afmetingen zijn maximaal toegestane nagalmtijden gegeven.

Tabel 1: Nagalmtijd per categorie wedstrijdruimte

Categorie		Breedte x Lengte [m]	Hoogte [m]	Inhoud [m ³]	T _(gem) [s]
A.1	Gymnastieklokaal	14 x 22	5.5	≤ 1.700	≤ 1.0
A.2	Sportzaal	13 x 22	7	1.701 - 2.100	≤ 1.1
A.3	1/3 sporthal / sportzaal	14 x 24	7	2.101 - 2.400	≤ 1.2
B.1	Sportzaal	16 x 28	7	2.401 - 3.200	≤ 1.3
B.2	Sportzaal	22 x 28	7	3.201 - 4.350	≤ 1.4
B.3	2/3 sportzaal	32 x 28	7	4.351 - 6.300	≤ 1.5
C.1	Sporthal	24 x 44	7	6.301 - 7.400	≤ 1.7
C.2	Sporthal	28 x 48	7	7.401 - 9.500	≤ 1.8
C.3	Sporthal	28 x 48	9	9.501 - 12.400	≤ 1.9
D.1	Sporthal	28 x 88	7	12.401 - 17.250	≤ 2.0
D.2	Sporthal	32 x 88	10	17.251 - 29.000	≤ 2.3

Uitgaande van de afmetingen van circa 25 bij 42.50 meter, en een volume van circa 6.800 m³ valt deze sporthal onder de categorie C.1, waarbij de nagalmtijd kleiner moet zijn dan 1.7 seconde.

3.2 Uitvoering metingen

De nagalmtijd is met inachtneming van de NEN 5077 gemeten en uitgewerkt.

De metingen in de lege sporthal zijn uitgevoerd met behulp van een geluidsniveau-analysator Brüel & Kjær 2250. 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 ruisgenerator Decabel 1HE Power 800 met een aangesloten luidsprekersysteem. De sporthal wordt gevuld met geluid. Door de ruisbron plotseling uit te schakelen, kan de tijd worden gemeten waarin het geluidsniveau tot een bepaalde waarde is afgenomen. De ruisbron wordt vanuit de analysator 2250 aangestuurd.

Er is gemeten op vijf posities in de sporthal, waarbij per positie telkens drie meetcurven worden geregistreerd.

4 Wettelijke grondslagen arbeidsplaatslawaai

4.1 Wetgeving

Voor geluid op de arbeidsplaats gelden wettelijke eisen. Vooraf wordt opgemerkt dat deze wetgeving meer gericht is op de industrie, dan op bijvoorbeeld onderwijs.

Lawaai op de arbeidsplaats is een potentieel gezondheidsrisico. Lawaai kan niet alleen hinderlijk zijn, maar is vanaf bepaalde niveaus ook schadelijk voor het gehoor. De ernst van de gehoorschade hangt af van de geluidssterkte en de blootstellingsduur. In de bijlage (niet in deze versie) wordt een en ander verder toegelicht.

In de wetgeving zijn twee begrippen van belang: het equivalente geluidsniveau (L_{Aeq}) en het geluidsexpositieniveau ($L_{EX, 8h}$ voorheen $L_{EX,T}$). Het **equivalente geluidsniveau** is het energetisch gemiddelde geluidsniveau dat op een bepaalde arbeidsplaats (sporthal) heerst. Het **geluidsexpositieniveau** ($L_{EX, 8h}$) is een maat om de dagelijkse blootstelling van een werknemer aan lawaai -over een werkdag- weer te geven. Een werknemer zal over het algemeen aan het geluid van verschillende activiteiten, werkzaamheden en/of geluidsbronnen worden blootgesteld gedurende een bepaalde tijd.

Het geluidsexpositieniveau ($L_{EX, 8h}$) is een (logaritmische) sommatie van alle equivalente geluidsniveaus van de verschillende werkzaamheden en activiteiten waaraan de werknemer blootstaat, waarbij de duur van de werkzaamheid verrekend is en wordt gecorrigeerd naar een werkdag van 8 uur.

Op hoofdlijnen kan worden gesteld dat de grenswaarde voor het geluid op de arbeidsplaats 80 dB(A) is.

Naast langdurige blootstelling aan geluidsniveaus is geluidschade ook mogelijk als gevolg van kortstondig zeer hoge geluidspieken. Conform het Arbo-besluit dient van deze geluidspieken het C-gewogen momentane piekgeluidsdrukniveau ($L_{C, piek}$) te worden bepaald en beoordeeld.

Een piekgeluidsdruk vanaf 112 Pa, dat is 135 dB(C), wordt geacht schadelijk te zijn voor de gezondheid.

Verder geldt de algemene regel dat ter voorkoming of beperking van de blootstelling aan lawaai, zodanige technische of organisatorische maatregelen worden genomen dat de risico's van blootstelling worden weggenomen aan de bron of tot een minimum beperkt, waarbij rekening wordt gehouden met de technische vooruitgang en de beschikbaarheid van maatregelen.

4.2 Uitvoeren metingen

De geluidsmetingen zijn gedurende een les uitgevoerd. Er stond een leerkracht voor een groep van 22 leerlingen.

Tijdens de eerste meting werden instructies gegeven aan de groep.

Vervolgens werd de zaal in drie velden opgedeeld. Op twee velden in de zaal werd unihockey gespeeld (met plastics sticks en ballen), op het derde veld basketbal. Met de verschillende teams werden telkens meerdere wedstrijden basketbal of unihockey gespeeld. Tijdens de metingen is het geluidsniveau gelogd.

De metingen tussen 14:45 en 15:30 uur geven een indruk van de geluidsniveaus in de sporthal.

Ook deze metingen zijn uitgevoerd met behulp van de geluidsniveau-analysator Brüel & Kjær 2250.

5 Meet- en rekenresultaten

5.1 Meting nagalmtijd

De volgende gemiddelde nagalmtijden zijn berekend uit de metingen.

Tabel 2: Gemeten nagalmtijden in sporthal (seconden)

Ruimte	Octaafband middenfrequentie in Hz						Gemiddeld
	125	250	500	1.000	2.000	4.000	
Sporthal	1.27	2.85	2.95	2.52	1.97	1.80	2.23

De NOC*NSF norm voor de nagalmtijd is kleiner dan 1.7 seconde. Met een gemiddeld gemeten nagalmtijd van 2.23 seconde wordt deze richtlijn overschreden. In het spraakgebied, dat zich globaal bevindt rond de 500 tot 2.000 Hz, is de nagalmtijd maximaal bijna 3 seconde.

5.2 Meetresultaten diverse activiteiten

Tijdens de les zijn geluidsmetingen verricht. In de onderstaande tabel worden de meetresultaten in de sporthal kort samengevat.

Tabel 3: Geluidsniveau in sporthal

Activiteit	Gemeten geluidsniveau in dB(A)	
	gemiddeld geluidsniveau	maximaal geluidsniveau
202 Instructies/uitleg	65.5	81.4
203 Basketbal nabij rand veld	67.9	82.7
204 Basketbal en unihockey, tussen velden	70.1	81.7
205 Basketbal en unihockey, tussen velden	69.4	86.9
206 Basketbal en unihockey, tussen velden	70.9	87.1
207 Basketbal en unihockey, tussen velden	71.0	86.2
208 Basketbal en unihockey, tussen velden	70.0	93.4

Bij niet alle metingen zijn de LCpiek waarden geregistreerd. Bij een LAmax van 93 dB(A) is een LCpiek van 107.4 dB(C) geregistreerd. Deze voldoet ruimschoots aan de norm.

Hoge geluidsniveaus komen voor bij rennen naar de basket, gooien met de bal, of bij schreeuwen. Het verloop van het geluidsniveau over de tijd is voor de indruk weergegeven in bijlage 1.

Opgemerkt wordt dat het hier niet gaat om geluidsmetingen op de arbeidsplaats van de leerkracht, ofwel ter plaatse van het oor van de betreffende medewerker. De metingen zijn bedoeld om een oordeel te geven over het geluid in de sporthal. De locatie is uiteraard wel in de directe omgeving van de leerlingen, daar waar de leerkracht ook kan staan.

De leerling zelf, of de leerkracht, die zelf bijvoorbeeld met een bal loopt, kan een hoger geluidsniveau ondervinden.

5.3 Bespreking meetresultaten

De nagalmtijd in de sporthal loopt in de belangrijkste octaafbanden op tot bijna 3 seconde. Daarmee wordt de richtlijn van kleiner dan 1.7 seconde overschreden. De lange nagalmtijd is een gevolg van het gebruik van de materialen in de hal. De hal is strak afgewerkt, met eigenlijk alleen maar harde materialen, waardoor in de hal een langere nagalmtijd ontstaat.

De activiteiten in de sporthal tijdens een sportles geven een gemiddeld geluidsniveau van rond de 70 dB(A). De hoogte van het geluidsniveau is niet uitzonderlijk voor een werksituatie.

De oorzaak van de hinderlijkheid is de lange nagalmtijd. Door deze nagalmtijd is de spraakverstaanbaarheid slecht. Bij een lange nagalmtijd zijn de afzonderlijke klanken (lettergrepen) van een spreker niet goed te verstaan. De spreker moet dan langzaam, en duidelijk articulerend spreken, om zich verstaanbaar te maken. Ook kan stemverheffing nodig zijn. De leerkrachten moeten dus extra op het spreken letten, waarmee het lesgeven in dit werklokaal vermoeiend en inspannend kan worden.

Met name de instructies moeten goed en duidelijk overgebracht kunnen worden. Wanneer dat aan het begin van de les gebeurt, terwijl leerlingen stil zijn, dan gaat dat nog. Het wordt lastiger, wanneer er een bepaald geluidsniveau in de hal heerst, bijvoorbeeld omdat aan twee groepen door twee leerkrachten tegelijk les wordt gegeven. Ook tijdens de les, wanneer extra uitleg wordt gegeven, of tijdens het opruimen is dat moeilijker.

Voor de leerlingen geldt dat het 'stil' moet zijn. Wanneer de leerlingen rumoerig zijn, ontstaat een druk geluidsbeeld, waarin de leerkracht niet meer verstaanbaar is. Verstaan, en dan ook nog verwerken van de instructies, vraagt van de leerling extra inspanning. De gymles kan dan in de beleving 'onrustig' zijn met veel geschreeuw.

6 Samenvatting en conclusies

In samenwerking met een school is een akoestisch onderzoek uitgevoerd naar de geluidssituatie in een sporthal in Groningen.

Het totale geluidsbeeld in de sporthal is lawaaiig. Door de harde afwerking van de hal ontstaat een nagalmtijd tot bijna 3 seconde in de voor spraak belangrijkste octaafbanden. Met een gemiddeld gemeten nagalmtijd van 2.23 seconde wordt de NOC*NSF norm van 'kleiner dan 1.7 seconde' overschreden.

De activiteiten in de sporthal tijdens een sportles geven een gemiddeld geluidsniveau van rond de 70 dB(A). De hoogte van het geluidsniveau is niet uitzonderlijk voor een werksituatie.

De geregistreerde piekgeluidsniveaus tot 93 dB(A) zijn hoog, maar zijn niet uitzonderlijk voor een werksituatie.

Vanwege de lange nagalmtijd is de spraakverstaanbaarheid slecht. De leerkrachten moeten dus extra op het spreken letten (duidelijk en goed gearticuleerd spreken, gebruik stemverheffing), waarmee het lesgeven in de sporthal vermoeiend en inspannend kan worden.

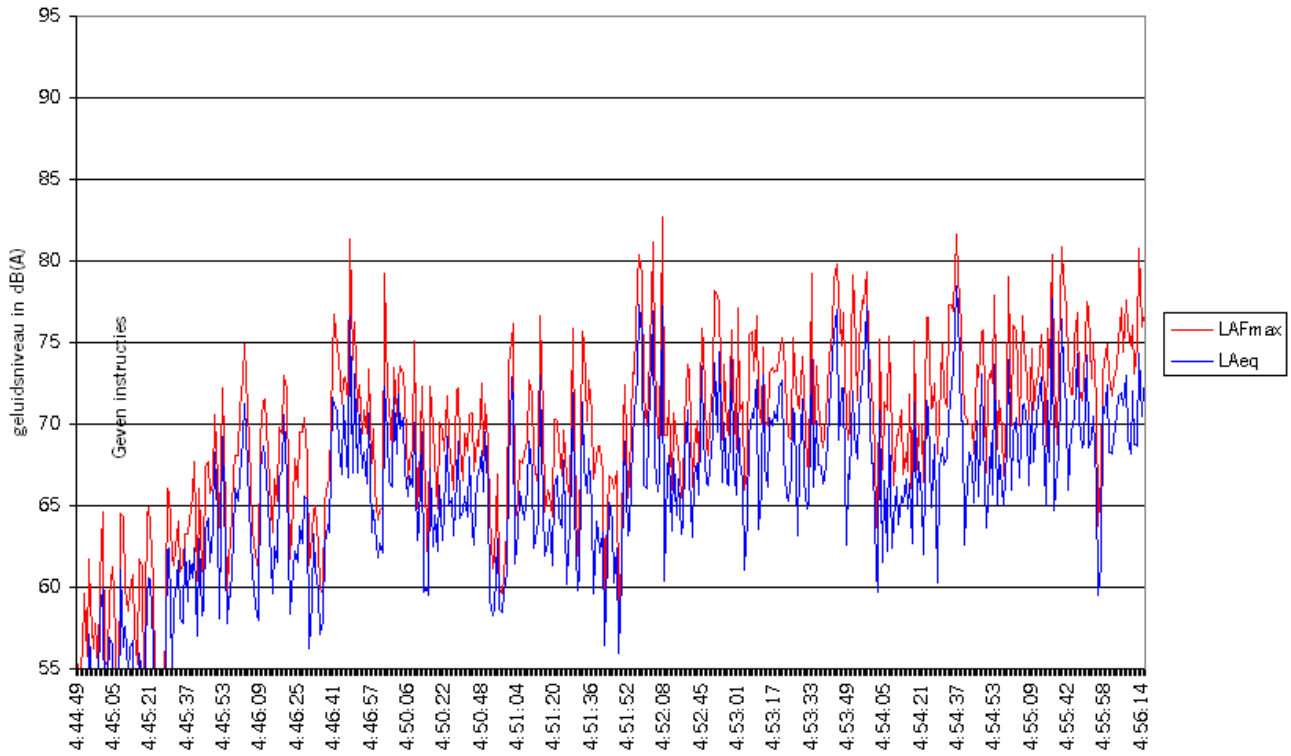
De leerlingen moeten de leerkracht allereerst verstaan, ofwel weten wat er gezegd wordt, maar dan ook nog begrijpen, ofwel weten wat er verwacht wordt. En dat is in een dergelijk geluidsklimaat lastig. De gymles kan dan in de beleving 'onrustig' zijn met veel geschreeuw.

Om de situatie te verbeteren kan op een of andere manier absorberend materiaal worden toegevoegd.

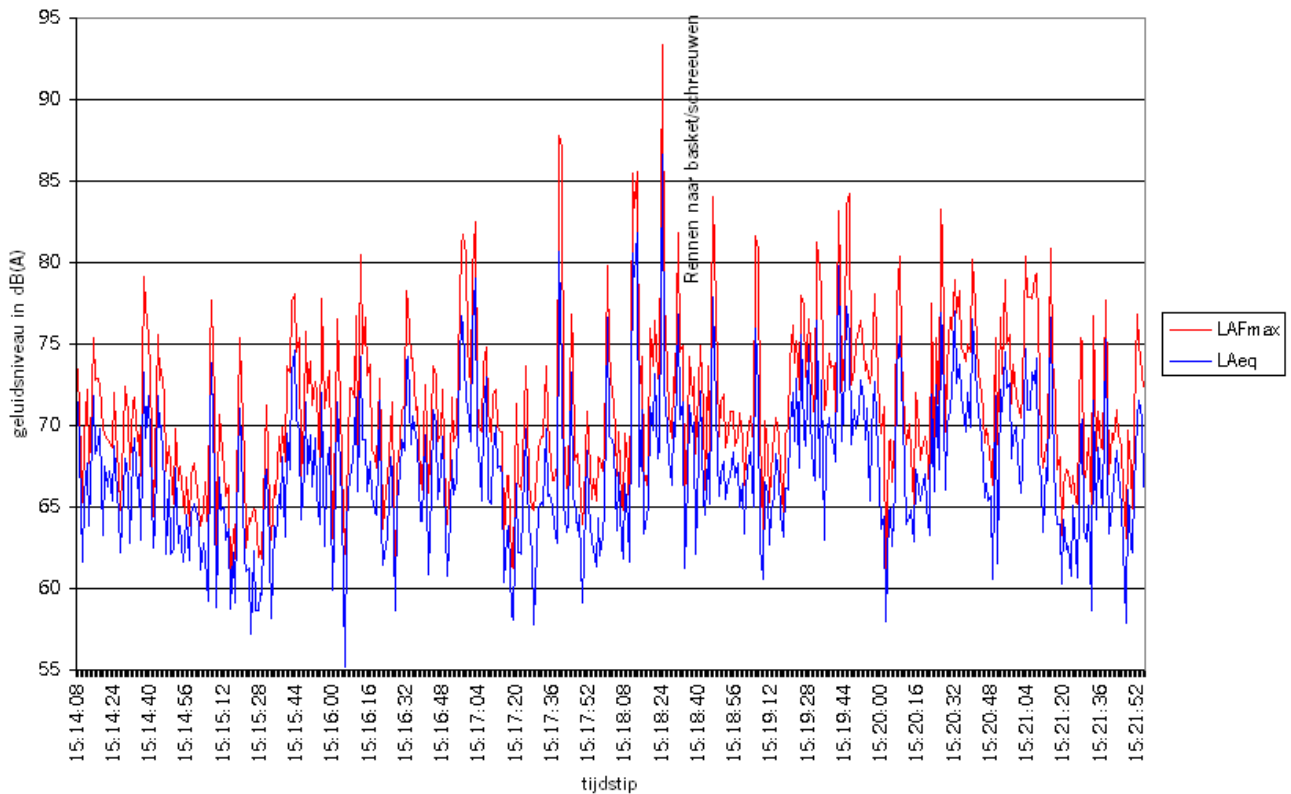
Begrippenlijst

Begrip/terminologie	Notatie [eenheid]	Omschrijving [herkomst omschrijving]
A-gewogen		behandeld met een <i>frequentieweging</i> die overeenkomt met de 40 dB <i>contour voor gelijke luidheid</i> van het menselijk oor [IEC 651, ISO 226]
bedrijfsperiode	T_b [uren]	tijdsinterval waarin een bepaalde en gespecificeerde bedrijfs-toestand binnen een <i>beoordelingsperiode</i> optreedt [Handleiding]
beoordelingshoogte	h_o [m]	de hoogte van het <i>beoordelingspunt</i> boven het plaatselijk maai-veld [Handleiding]
dagdosis		het equivalente geluidsniveau waaraan een persoon gedurende een achturige werkdag wordt blootgesteld
dB		decibel, eenheid waarin het <i>geluidsdruk niveau</i> wordt uitgedrukt
dB(A)		<i>geluidsdruk niveau</i> gecorrigeerd (volgens de A-curve, dus A-gewogen) voor de gevoeligheid van het menselijk gehoor
equivalent geluidsniveau	$L_{eq,T}$ [dB] / $L_{Aeq,T}$ [dB(A)]	het energetisch gemiddelde van de fluctuerende niveaus van het ter plaatse, in de loop van een bepaalde periode, optredende geluid [Handleiding]
frequentie		toonhoogte
frequentieweging		frequentie-afhankelijke signaalbewerking waarbij voor verschillende frequenties een uiteenlopende kwalificatie (weging) wordt toegepast [IEC 651]
geluid		met het menselijk oor waarneembare luchttrillingen [Wgh]
geluidsdruk	p [Pa]	door geluidsgolven veroorzaakte drukverschillen t.o.v. de atmosferische druk
geluids(druk)niveau	L_p [dB/dB(A)]	de gemeten of berekende momentane geluidsdruk uitgedrukt in dB of dB(A) t.o.v. 20 μ Pa
geluidsoverdracht		wijze waarop het transport van geluid van bron naar ontvanger plaatsvindt
maximaal geluidsniveau	L_{Amax} [dB(A)]	het maximaal te meten <i>geluidsniveau</i> in de meterstand 'fast' en gecorrigeerd met de <i>meteocorrectieterm</i> C_m [Handleiding/ Handreiking]. Indien beoordeeld volgens IL-HR-13-01 van 1981: het maximaal te meten geluidsniveau in de meterstand 'fast'
octaafband		frequentieband met een constante procentuele <i>bandbreedte</i> van 70% van de middenfrequentie; de middenfrequentie van elke volgende band is het dubbele van de middenfrequentie van de voorgaande band [IEC 225]
ongewogen / lineair		zonder enige vorm van <i>frequentieweging</i> [IEC 651]

Metingen sporthal tijdens gymles



Metingen sporthal tijdens gymles



Binnenakoestiek en geluid arbeidsplaats in sporthal Groningen

Grafieken indruk verloop geluidsniveau in sporthal