

Geluidproblemen in een sociaal-cultureel centrum te Gilze

Citation for published version (APA):

Eggels, J. G. M. (1987). *Geluidproblemen in een sociaal-cultureel centrum te Gilze*. (TU Eindhoven. Fac. Bouwkunde : publicaties Bouwkundewinkel). Technische Universiteit Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1987

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

GELUIDPROBLEMEN IN EEN SOCIAAL-
CULTUREEL CENTRUM TE GILZE.

Een onderzoek van de bouwkunde-
winkel van de technische
universiteit te Eindhoven.
november 1987

De boukundewinkel is een van de acht wetenschapswinkels aan de technische universiteit te Eindhoven. Dit onderzoek is gedaan in het kader van projectwerk bij de faculteit der bouwkunde, vakgroep FAGO.

De TUE aanvaardt geen aansprakelijkheid voor schade aan personen en zaken die voortvloeien uit de toepassing of gebruik van resultaten van het verrichte onderzoek, behoudens in geval van opzet, grove schuld of grove nalatigheid van de TUE of de onderzoekers.

J.G.M. Eggels
begeleiding: dr. ir H.J. Martin

	pag.	
<u>0 inhoudsopgave</u>		1
<u>1 inleiding</u>		2
<u>2 situatie</u>		3
2.1 algemene beschrijving		3
2.2 gebruik van het gebouw		3
2.3 probleemomschrijving		4
<u>3 probleemstelling</u>		5
3.1 criteria		5
3.2 meting		6
3.3 getalmatige probleemstelling		6
<u>4 isolatievoorstellen</u>		9
4.1 inleiding		9
4.2 scheidingsvlak		9
4.2.1 theorie		9
4.2.2 verbeteringsvoorstellen		10
4.2.3 uitvoering		12
4.2.4 isolatieberekening		12
4.2.5 praktijkresultaten		14
4.3 omloopgeluid		16
4.3.1 theorie		16
4.3.2 verbeteringsvoorstellen		17
4.3.3 uitvoering		18
4.3.4 isolatieberekening		18
4.3.5 praktijkresultaten		18
4.4 omloopgeluid door ventilatiekanaal		21
4.4.1 theorie		21
4.4.2 verbeteringsvoorstellen		22
4.4.3 uitvoering		23
4.4.4 isolatieberekening		24
4.4.5 praktijkresultaten		24
4.5 flankerende geluidoverdracht		25
4.5.1 theorie		25
4.5.2 verbeteringsvoorstellen		25
4.5.3 uitvoering		26
4.5.4 isolatieberekening		26
4.5.5 praktijkresultaten		27
<u>5 berekeningsresultaten</u>		28
<u>6 aanbevelingen</u>		30
6.1 oplossing		30
6.2 verbeteringsvoorstellen		30
<u>7 literatuur</u>		31
<u>8 bijlagen</u>		32
8.1 tekeningen		33
8.2 meetresultaten		34
8.3 meetapparatuur		37
8.4 D_n,T berekeningen		39
8.5 berekeningen		40
8.5.1 podiumvloer en steenswand		41
8.5.2 halletje		44
8.5.3 ventilatiekanaal		46
8.5.4 flankerende geluidoverdracht		48
8.6 voorbeeld discotheek te Tilburg		49

1 inleiding

In het sociaal-cultureel centrum de Schakel te Gilze hebben we te maken met geluidoverlast vanuit het discotheek gedeelte naar de grote zaal binnen hetzelfde gebouw. Bij gebruik van de disco is het vaak onmogelijk om enige activiteiten (zoals concerten en toneelvoorstellingen) te ondernemen in de grote zaal. In akoestische zin betekent dit een geluidoverdracht van binnen naar binnen, waarbij wordt aangenomen dat zowel in zend-, als ontvangvertrek een diffuus geluidveld aanwezig zal zijn.

2 situatie

2.1 algemene beschrijving

Het sociaal-cultureel centrum de Schakel is gelegen aan de kerkstraat te Gilze. Het gebouw werd in 1981 gerenoveerd en uitgebreid. Plattegronden en doorsneden zijn weergegeven in bijlage 8.1. Zoals op de tekeningen te zien is, ligt de discotheek onder het podium en de twee peuterspeelzalen. De scheidingsconstructie tussen discotheek en zaal bestaat grotendeels (80m²) uit een houten podiumvloer en voor het andere deel (15m²) uit een steenswand.

2.2 gebruik van het gebouw

Ten aanzien van het gebruik van het gebouw maken we onderscheid tussen de verschillende functies. (disco, grote zaal, peuterspeelzaal)

peuterspeelzaal:	-ma t/m vr	9.00-13.00	peuters, maken ook gebruik van grote zaal.
	-za en zo		geen activiteit
grote zaal	:-ma t/m vr	9.00-13.00	peuters
		13.00-18.00	wisselende culturele voorstellingen
		18.00-	sportzaal of voorstellingen
	-za en zo	12.00-23.00	culturele voorstellingen o.a. lezingen, toneelvoorstellingen, muziekconcerten, kooroptredens, filmavonden.
discotheek	:-ma t/m vr		overdag geen activiteiten, behoudens een enkele keer een vergadering.
	-vr, za, zo	vr: 20.00-01.00	disco (60a70 pers)
		za: 19.00-23.00	disco (>200 pers)
		zo: 13.00-18.00	disco (>125 pers)
			opm. in de disco maakt men altijd gebruik van mechanische muziek, bij live optredens wordt gebruik gemaakt van de grote zaal.

Daarnaast vinden er nog enkele activiteiten plaats, die met betrekking tot de geluidsoverlast, van minder of geen belang zijn. We noemen hierbij:

- vergaderingen op de eerste verdieping in daarvoor bestemde vergaderruimten
- activiteiten van de fotoclub, eveneens op de eerste verdieping
- activiteiten in de foyer van het gebouw (biljarten, kaarten)

2.3 probleemstelling

Zoals reeds uit 1 en 2.1 blijkt, doet het geluidprobleem zich voor tussen discotheek en grote zaal. Wanneer er mechanische muziek wordt geproduceerd in de discotheek, is het geluiddrukkniveau in de grote zaal, en met name op het podium, zo hoog dat dit als zeer storend wordt ervaren tijdens de genoemde culturele voorstellingen. Uit 2.2 blijkt dat dit probleem zich voortdurend voordoet tijdens het weekend, dwz vanaf vrijdag 20.00 tot zondag 18.00. Met uitzondering van zaterdagmorgen en -middag, is het bijna onmogelijk om de grote zaal te gebruiken voor culturele activiteiten. Op het moment dat de grote zaal het meest geschikt is voor genoemde activiteiten, nl tijdens het weekend, wordt het gebruik hiervan belemmerd door teveel stoorlawaai. Geluidoverlast uit de overige twee categorieën (zie inleiding) doet zich niet voor, hetgeen inhoudt dat de directe omgeving geen overlast ondervindt van de discotheek en dat het stoorlawaai in de zaal niet wordt verhoogd door geluidbronnen buiten het gebouw.

3 probleemstelling

3.1 criteria

Om te bepalen of de aanwezige geluidwering te kort schiet ... is het nodig om criteria vast te stellen. Hierbij stellen we zowel het zendniveau (=geluidproductie in de discotheek) als het maximaal aanvaardbare ontvangniveau (=stoorlawaai in de grote zaal) vast. Het normale gemiddelde geluidniveau LA_{eq} voor een discotheek met mechanische muziek bedraagt 95 dB(A) (lit.2, pag 60, tabel 3.8). Aangezien we willen werken met octaafbanden moeten we dit niveau terugrekenen naar octaafbandniveaus. Het normale gemiddelde geluidniveau LA_{eq} moet voor muziekgeluiden met een vaststaand bedrag worden gecorrigeerd (lit 2, pag 61). Wanneer we daarbij nogeens de genormaliseerde A-correctie optellen (lit 1, pag 145, tabel 6.4), vinden we het geluiddrukkniveau per octaafband. (tabel 1)

tabel 1: geluiddrukkniveau voor het zendvertrek per octaafband.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	
LA_{eq}	95	95	95	95	95	95	dB(A)
muziekcrr.	-19,1	-10,6	-6,2	-6,0	-3,8	-2,2	dB
A-correctie	+16,1	+8,6	+3,2	+0,0	-1,0	-1,1	dB
L_z zendniveau	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7	dB

De grote zaal wordt beschouwd als geluidgevoelige ruimte, waarbij grenswaarden worden gesteld aan de geluidbelasting binnen. De binnengrenswaarde voor gebouwen voor sociaal-cultureel of maatschappelijk gebruik (leeszalen, expositieruimten, vergaderruimten, toneel-, en overige zalen) bedraagt 35 dB(A) (lit.2, pag 25 tabel 2.1). Daarnaast wordt ook een maximaal toelaatbaar achtergrondniveau voor de spraakverstaanbaarheid aangegeven. (lit.2 pag 28 tabel 2.4) In dit geval bedraagt het toelaatbare geluidniveau 30 ± 5 dB(A). De aangenomen binnengrenswaarde van 35dB(A) geldt dus voor de spraakverstaanbaarheid als een bovengrens. Deze binnengrenswaarde moet echter met 5 a 10 dB(A) worden verminderd, daar muziekgeluiden een sterk informatief en wisselend karakter bezitten (lit.2, pag 61). Het maximaal aanvaardbare ontvangniveau wordt hierdoor 25 dB(A). Wanneer we deze waarde $LA_{eq} < 25$ dB(A) vertalen naar een NR-curve (=curven van gelijke hinderlijkheid), betekent dit dat bij geluidproductie in de discotheek het ontvangniveau (=stoorlawaai) in de zaal NR-curve 20 niet mag

overschrijden. Het maximaal aanvaardbare ontvangniveau per octaafband ligt hiermee ook vast. (tabel 2)

tabel 2: toelaatbare geluiddrukkniveau voor het ontvangvertrek per octaafband (uit lit.3 pag 28) (= NR-20)

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
ontvangniveau Lo	39,4	30,6	24,3	20,0	16,8	14,4	dB

3.2 meting

Op vrijdag 25-9-87 van 13.00-16.00 werden in de Schakel geluidmetingen uitgevoerd. Hierbij werden op 13 meetposities, t.w. 5 in de discotheek, 2 in het halletje en 6 in de grote zaal, geluidniveau metingen uitgevoerd volgens de voorgeschreven procedure ontwerp NEN 5077. De 13 meetposities alsmede de 2 bronposities zijn weergegeven op de tekeningen in bijlage 8.1. Bij twee verschillende bronposities in de discotheek werden zowel zendniveau als ontvangniveau op de genoemde posities gemeten. Vervolgens werden op dezelfde meetposities bandopnamen gemaakt, waaruit later de nagelmtijd voor disco en zaal werden bepaald. Alle meetresultaten zijn weergegeven in bijlage 8.2. De hiervoor benodigde meetapparatuur is vermeld in bijlage 8.3. De metingen werden uitgevoerd door twee personen, terwijl er tijdens de meting niemand anders in zend- en/of ontvangvertrek is geweest. Het achtergrondniveau bij uitgeschakelde geluidbron was meer dan 10dB lager dan het geluiddrukkniveau bij ingeschakelde geluidbron, zodat de gemeten waarden niet hoeven te worden gecorrigeerd. Bij de metingen zijn de volgende zaken nog opgevallen:

- uit de twee ventilatieroosters kwam veel geluid, voornamelijk hoogfrequent.
- bij bronpositie B waren duidelijk trillingen voelbaar in de podiumvloer.

3.3 getalmatige probleemstelling

Door de gemeten geluiddrukkniveaus en nagelmtijden te combineren kunnen we de praktische luchtgeluidisolatie bepalen. Dit is gedaan voor de twee bronposities. De gemeten geluiddrukkniveaus werden indien gewenst logaritmisch gemiddeld. Dit geldt voor situaties waarin een geluiddrukkniveau moest worden bepaald uit meerdere gemeten geluiddrukkniveaus. De praktische luchtgeluidisolatie, als functie van de frequentie is weergegeven in bijlage 8.4. De meest interessante praktische luchtgeluidisolatie is die van positie 4,5 naar positie 7-12 (opdrachtnummer 6 en 6, bron b) Dit is de aanwezige luchtgeluidisolatie tussen discotheek

en grote zaal. De $D_{n,T}$ voor deze weg bedraagt gemiddeld (tabel 3):

tabel 3: gemiddelde $D_{n,T}$ (gemeten) tussen disco en zaal

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
$D_{n,T}$ (opdrnr 6)	32,4	42,9	50,8	56,1	61,5	63,4	dB
$D_{n,T}$ (opdrnr 6 bron b)	35,6	42,9	51,4	56,8	63,1	64,7	dB
logaritmisch gemiddelde $D_{n,T}$	34,3	42,9	51,1	56,5	62,4	64,1	dB

Vervolgens kunnen we uit deze logaritmisch gemiddelde $D_{n,T}$ bij gegeven zendniveau (tabel 1) het ontvangniveau berekenen volgens de formule:

$$L_o = L_z - D_{n,T} + 10 \lg (T_{zaal}/T_o)$$

(lit. 1, pag 174, form. 8.10.a)

L_o : ontvangniveau per octaaf in zaal [dB]
 L_z : zendniveau per octaaf in discotheek [dB]
 $D_{n,T}$: genormeerd verschil in geluiddruk niveau [dB]
 T_{zaal} : nagalmtijd in ontvangvertrek [s]
 T_o : referentie nagalmtijd [s] ($T_o=0.5$ s)

De resultaten zijn weergegeven in tabel 4.

tabel 4: berekende ontvangniveau in bestaande situatie.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
L_z (tabel 1)	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7	dB
$D_{n,T}$ (tabel 3)	34,3	42,9	51,1	56,5	62,4	64,1	dB
T_{zaal} (bijlage 8.2)	2,3	2,5	2,5	2,9	2,3	1,8	s
$10 \lg \frac{T_{zaal}}{T_o}$	6,6	7,0	7,0	7,6	6,6	5,6	dB
L_o	64,3	57,1	47,9	40,1	34,4	33,2	dB

Wanneer we deze L_0 uitzetten in ISO-grenscurven diagram (uit lit. 1, pag 146) oftewel NR-curven zien we dat het ontvangniveau net niet NR-50 overschrijdt (figuur 1). Uit 3.2 blijkt dat het ontvangniveau maximaal NR-20 mag raken, waaruit we dus kunnen concluderen dat de aanwezige geluidisolatie in deze situatie onvoldoende is.

figuur 1: NR-curven

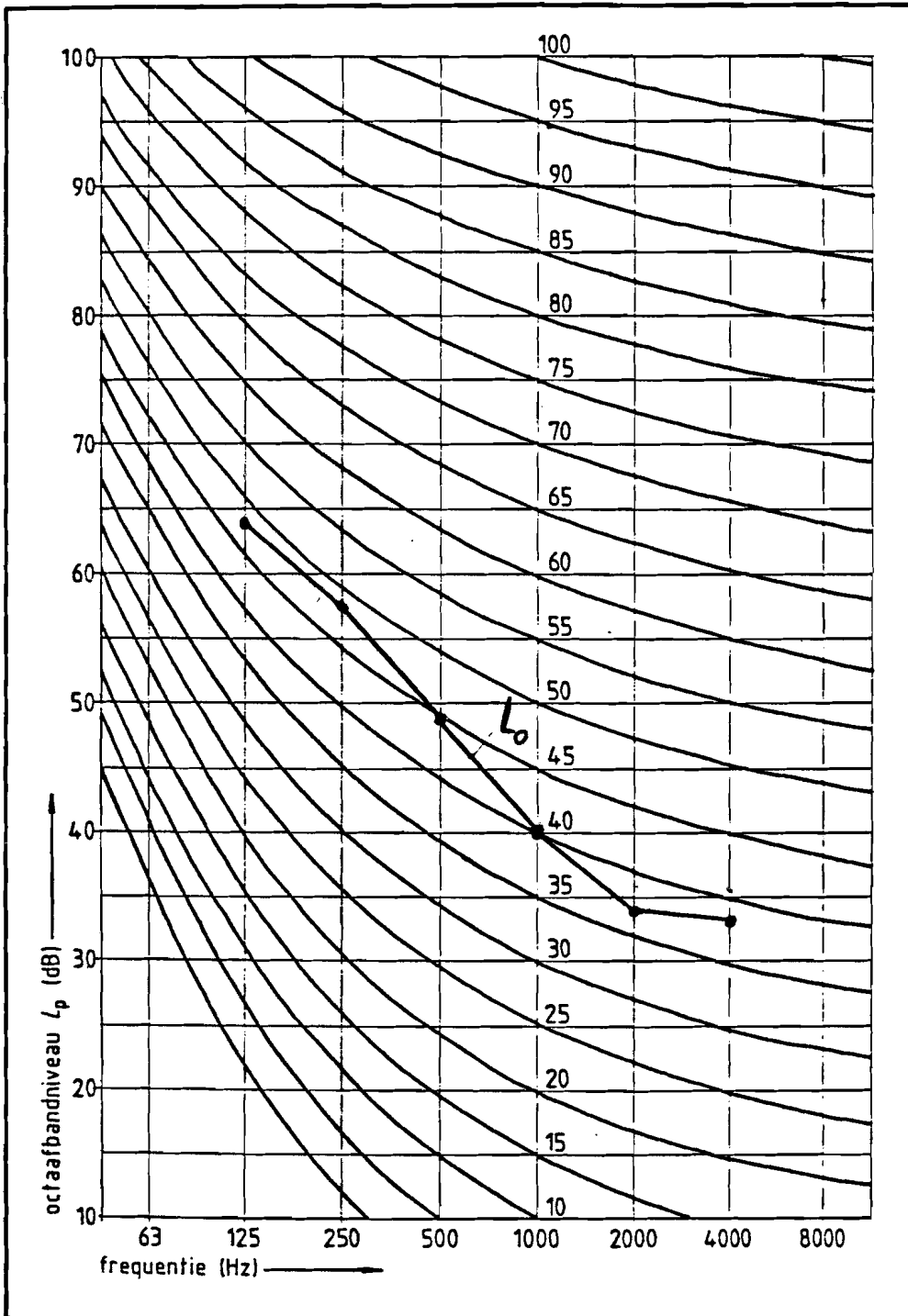


Fig. 6.14
ISO-grenscurven of
Noise-Rating (NR)
curven [5]

4 Isolatievoorstellen

4.1 Inleiding

Om ervoor te zorgen dat in de nieuwe, verbeterde, situatie het ontvangniveau bij gegeven zendniveau laag genoeg is, is het belangrijk om alle mogelijke geluidwegen van zendvertrek naar ontvangvertrek afzonderlijk te bekijken. Wanneer immers het geluid na het aanbrengen van extra geluidisolatie via een bepaalde weg nog steeds makkelijk in het ontvangvertrek kan komen, is het effect van de extra aangebrachte geluidisolatie slechts gering. Daarom moeten alle geluidwegen apart in staat zijn het geluid uit de discotheek voldoende te reduceren. In de gegeven situatie hebben we te maken met talrijke geluidwegen, waarvan de volgende 4 vermoedelijk de meest belangrijke zijn:

- 1: geluid dat via het scheidingsvlak (podiumvloer en steenswand) vanuit de discotheek in de zaal komt.
- 2: geluid dat vanuit de discotheek via het halletje (positie 6) en de stoelenberging in de zaal komt. Dit is het zgn. omloopgeluid.
- 3: geluid dat vanuit de discotheek door het ventilatiesysteem in de zaal komt.
- 4: geluid dat vanuit de discotheek dmv doorgegeven trillingen in wanden en vloeren in de zaal komt. Dit is het zgn. flankerende geluid.

In de volgende paragrafen 4.2 t/m 4.5 wordt voor elke geluidweg indien mogelijk aangegeven

- wat de oorzaak is van de te geringe geluidisolatie,
- wat er aan gedaan kan worden,
- waar men bij de uitvoering vooral op moet letten en
- wat de te verwachten resultaten zijn.

Vooral ten aanzien van het laatste punt, dient men er op bedacht te zijn dat het resultaat een uitkomst is van een, ten opzichte van de praktijksituatie, vereenvoudigd rekenmodel. De rekenresultaten zijn slechts een indicatie en dienen ook als zodanig te worden geïnterpreteerd.

4.2 scheidingsconstructie

4.2.1 theorie

De scheidingsconstructie vormt de directe scheiding tussen twee ruimten. In dit geval bestaat de scheidingsconstructie uit twee gedeelten t.w.

- 1: een houten podiumvloer. (8 * 10 m²)
- 2: een steenswand, waar het podium op rust.
(1.20 * 12 m²)

Uit de resultaten van de meting (bijlage 8.4, opdracht nr. 5 en 5 bron b) blijkt dat de luchtgeluidisolatie van de scheidingsconstructie niet wordt beïnvloed door de aanwezigheid van geluidlekken. Was dit wel het geval geweest, dan zou de D_n,T bij de hoge frequenties veel lager zijn geweest. Een belangrijke oorzaak van de lage geluidisolatie, m.n. bij de lage frequenties, is de betrekkelijk geringe massa per m² van de houten podiumvloer. Hoge geluiddruk niveaus bij lage

frequenties zijn eigenlijk alleen maar te reduceren door veel massa per m² aan te brengen. Daarom is het verbeteringsvoorstel voor de podiumvloer er voornamelijk op gericht om de massa per m² te verhogen.

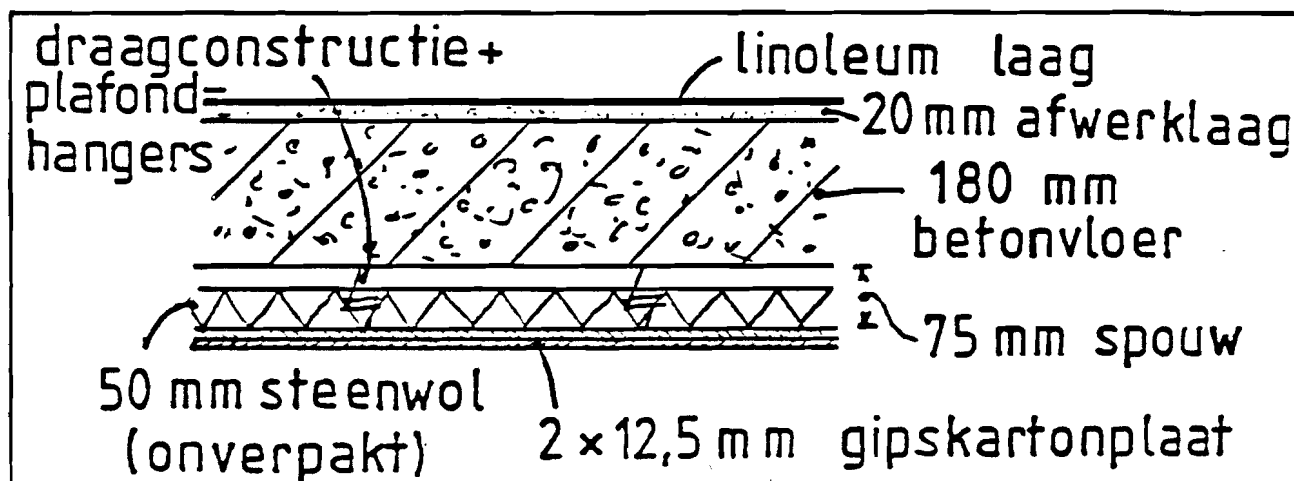
4.2.2 verbeteringsvoorstellen

Het verbeteringsvoorstel voor de scheidingsconstructie bestaat uit twee gedeelten:

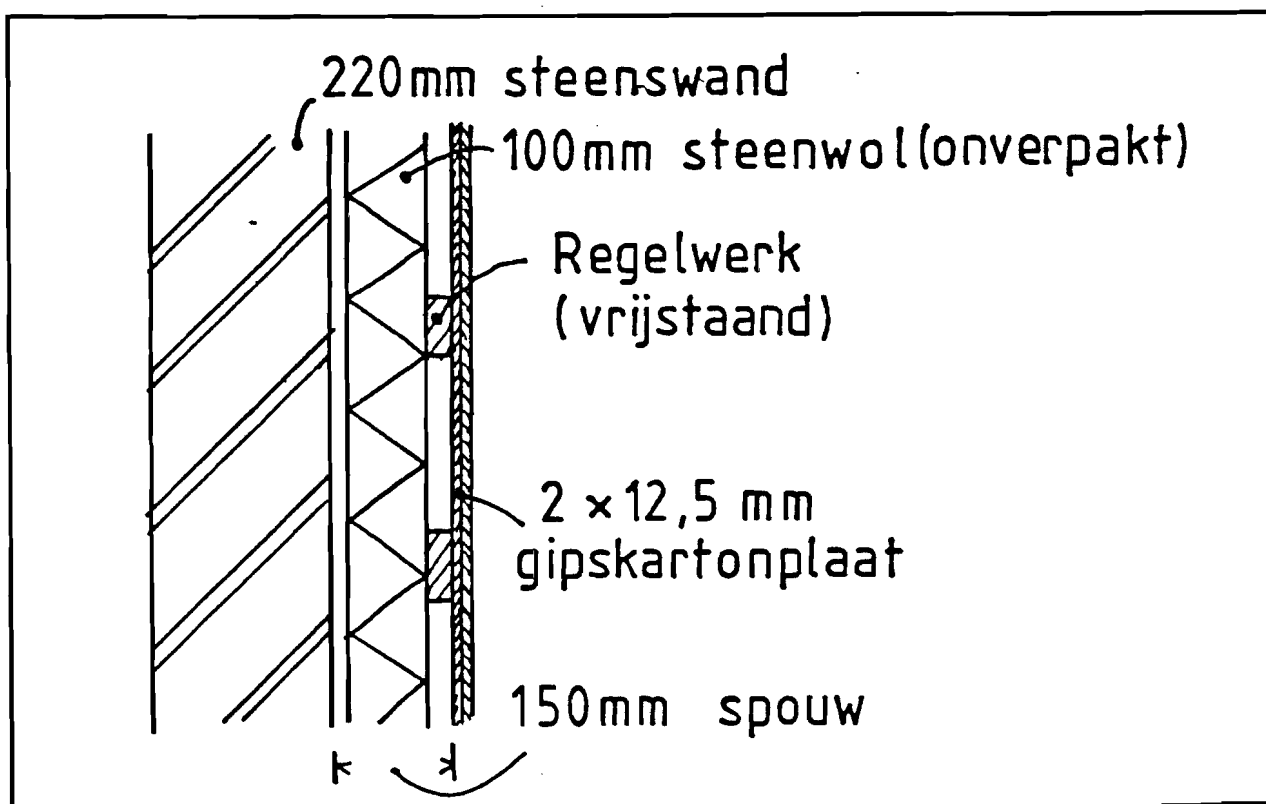
- 1: verbeteringsvoorstel voor de podiumvloer (figuur 2).
- 2: verbeteringsvoorstel voor de wandconstructie (figuur 3). Dit is ook belangrijk ivm flankerende overdracht.

De tekeningen zijn schaal 1:10.

figuur 2: verbeteringsvoorstel voor podiumvloer

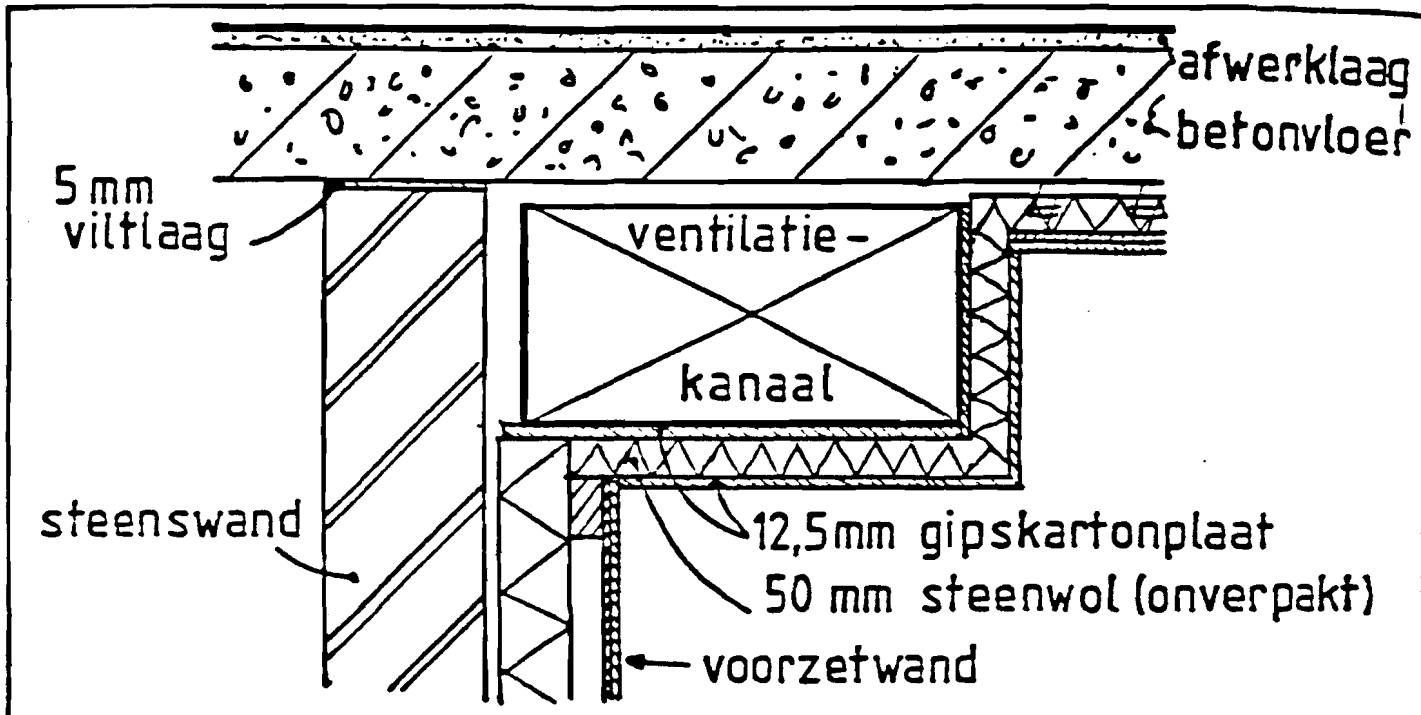


figuur 3: verbeteringsvoorstel voor steenswand



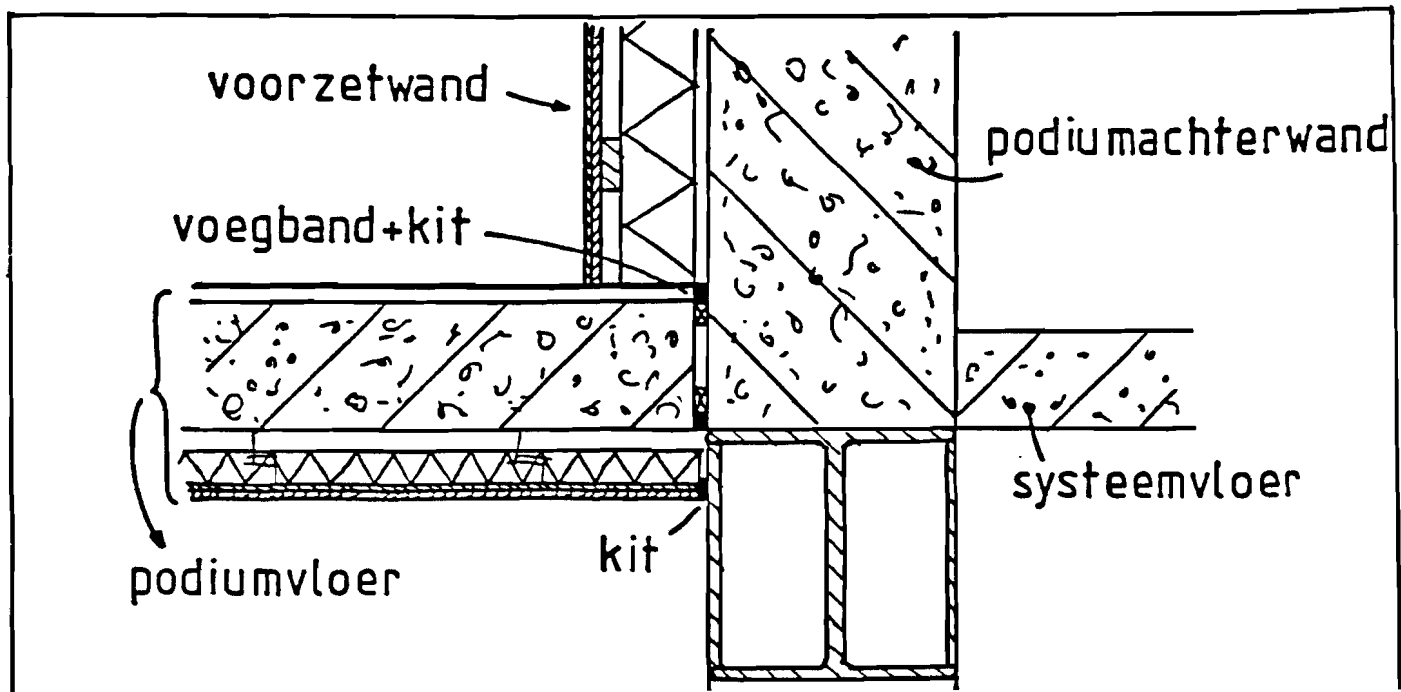
Belangrijk hierbij is ook het aansluitdetail van podiumvloer en steenswand. Hierbij wordt het ventilatiekanaal ook direct van extra geluidisolatie voorzien (zie ook 4.4). Het aansluitdetail is weergegeven in figuur 4 (schaal 1:10).

figuur 4: aansluitdetail podiumvloer en steenswand



Het aansluitdetail van de podiumvloer met de podium-achterwand is ook belangrijk. Hierbij mag de podiumvloer niet star verbonden worden met de podiumachterwand. Dit zou ongunstig zijn ivm flankerende overdracht (zie ook 4.5). De luchtspleet die hierdoor wel ontstaat moet zeer goed worden afgesloten. Het aansluitdetail is weergegeven in figuur 5 (schaal 1:10). Opm. De podiumachterwand wordt ook voorzien van een voorzetwand (zie ook 4.5).

figuur 5: aansluitdetail podiumvloer en achterwand.



4.2.3 uitvoering

De uitvoering van de verbeteringsvoorstellen dient onder deskundige leiding van een constructeur en een aannemer te gebeuren. Belangrijk hierbij is dat zaken die op het eerste oog onbelangrijk schijnen, voor het bereiken van de gewenste geluidisolatie van groot belang kunnen zijn. Zo zal een kierdichting ook bij kleine naden en voegen nodig zijn om de invloed van deze naden en voegen op de geluidisolatie te verkleinen. Bijzondere aandacht dient tijdens de uitvoering besteed te worden aan de volgende punten:

- het vervangen van de gehele houten vloer, ook in de kleedruimten, door een betonvloer met een buigslap plafond (voor zover dit constructief mogelijk is)
- het voorkomen van kieren en spleten. Deze geluidlekken kunnen het effect van de verbeterde scheidingsconstructie verminderen.
- het voorkomen van contact tussen betonvloer en podiumachterwand (figuur 5)
- het voorkomen van direct contact tussen betonvloer en oplegpunten. Indien mogelijk verdient het de voorkeur dat tussen vloer en oplegpunten een viltlaag wordt aangebracht (dit verhindert het doorgeven van trillingen in de constructie).
- proberen zo weinig mogelijk verbindingen aan te brengen tussen gipskartonplaten en betonvloer, resp. steenswand. Bij de voorzetwand is dit goed te realiseren door gebruik te maken van een zelfdragend regelwerk waarop de gipskartonplaten kunnen worden aangebracht, bij het plafond dient men echter zo weinig mogelijk slappe plafondverbindingen toe te passen.
- de persing van de steenwol ongeveer gelijk te nemen aan 40 kg/m³.
- de dimensionering van de betonvloer is een zaak voor de constructeur. Deze dient wel op de hoogte te zijn van de hierboven genoemde punten.

4.2.4 isolatieberekeningen

Bij de berekening van de te verwachten geluidisolatie is uitgegaan van een theoretisch rekenmodel. Het zal duidelijk zijn dat de optredende geluidisolatie verschillend zal zijn van de berekende geluidisolatie. De in de praktijk optredende geluidisolatie is afhankelijk van de wijze van uitvoering (zie 4.2.3). De berekeningen, die betrekking hebben op de scheidingsconstructie zijn weergegeven in bijlage 8.5.1. De uiteindelijke resultaten zijn vermeld in tabel 5 en 6.

tabel 5: berekende luchtgeluidisolatie van de betonvloer, inclusief buigslap plafond.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
geluid- isolatie A	62	72	80	86	96	110 dB

In hoofdstuk 4.2.5 is aan de hand van praktijkresultaten nog een keer de luchtgeluidisolatie van de betonvloer berekend,

waarbij nu ook rekening gehouden is met de onvermijdelijke koppelingen tussen betonvloer en buigslap plafond.

tabel 6: berekende luchtgeluidisolatie van de steenswand, inclusief voorzetwand.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
geluid- isolatie R	67	74	80	87	97	111 dB

Met deze berekende geluidisolatiewaarden is het mogelijk om bij een gegeven zendniveau (tabel 1) het ontvangniveau in de zool te berekenen per geluidweg. Dit gebeurt mbv de volgende formule:

$$L_o = L_z - R + 10 \lg S/A_o \quad (\text{lit.1, pag 173, formule 8.6})$$

L_o : geluiddrukkniveau in ontvangvertrek [dB]

L_z : geluiddrukkniveau in zendvertrek [dB]

R : berekende luchtgeluidisolatie [dB]

S : scheidingsoppervlak [m²]

A_o : totale absorptie in ontvangvertrek [m²]

De totale absorptie A_o wordt berekend mbv de formule van Sabine:

$$A_o = \frac{1}{6} \cdot \frac{V}{T_o} \quad (\text{lit.1, pag 173, formule 8.7})$$

A_o : totale absorptie in het ontvangvertrek [m²]

V : volume ontvangvertrek [m³]

T_o : nagelmtijd in ontvangvertrek [s]

De theoretisch berekende L_o is weergegeven in tabel 7 en 8

tabel 7: berekende L_o , bijdrage door betonvloer

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
T_o	2,3	2,5	2,5	2,9	2,3	1,8 s
A_o V=1900 m ³	138	127	127	109	138	176 m ²
$10 \lg S/A_o$ S=80 m ²	-2,4	-2,0	-2,0	-1,3	-2,4	-3,4 dB
R	62	72	80	86	96	110 dB
L_z	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7 dB
L_o	27,6	19,0	10,0	1,7	-	- dB

tabel 8: berekende L_0 , bijdrage door steenswand

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
To	2,3	2,5	2,5	2,9	2,3	1,8 s
Ao V=1900 m ³	138	127	127	109	138	176 m ²
10 lg S/Ao S = 15 m ²	-9,6	-9,3	-9,3	-8,6	-9,6	-10,7 dB
R	62	74	80	87	97	111 dB
Lz	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7 dB
Lo	15,4	9,7	2,7	-	-	- dB

(- : dit betekent eigenlijk dat $L_0 < 0$ dB is;
maar we nemen dan aan $L_0 = 0$ dB)

4.2.5 praktijkresultaten

De berekende geluidisolatiewaarden zijn slechts een indicatie voor de geluidisolatie die in de praktijk zou kunnen optreden. Om enige betrouwbaarheid te krijgen over deze waarden zijn hieronder (tabel 9) geluidisolatiewaarden weergegeven van praktische metingen aan soortgelijke constructies. Deze resultaten zijn te vinden in verschillende publikaties van de TPD (lit.4).

tabel 9: praktische geluidisolatiewaarden in laboratorium-situaties.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
constructie 1	45	50	58	70	75	82 dB
constructie 2	38	43	53	60	68	74 dB

constructie 1 : 11 cm betonvloer , zwevende dekvloer van 2 * 12 mm isopanel op 35mm akoestikfoam
constructie 2 : steenswand, waarbij in de laboratorium-opstelling ook flankerende overdracht is meegenomen.

Aan de hand van deze praktische geluidisolatiewaarden in laboratoriumsituaties kunnen we opnieuw de luchtgeluidisolatie van de betonvloer berekenen, waarbij we nu ook rekening houden met de onvermijdelijke koppelingen tussen betonvloer en buigslap plafond. We nemen aan dat de geluidisolatie van de 20 cm dikke betonvloer ongeveer overeenkomen met de praktijkwaarden van constructie 2. (de massa van de betonvloer is ongeveer 500 kg/m² en de massa van de steenswand is ongeveer 440 kg/m²).

In lit. 2 pag 94 tabel 4.7 zijn geluidisolaties van enkelvoudige steenachtige muren weergegeven. In dit geval (massa per m² tussen 401 en 500 kg) vinden we de volgende waarden: (tabel 10)

tabel 10 geluidisolaties van enkelvoudige, steenachtige muren.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
geluid- isolatie R	42	45	50	55	60	65	dB

De praktijkwaarden van constructie 1 zijn hoger als gevolg van de aanwezigheid van een zwevende dekvloer. De praktijkwaarden van constructie 2 zijn laagfrequent wat lager als gevolg van de flankerende geluidoverdracht. Verder nemen we aan dat tussen betonvloer en plafond gemiddeld een koppeling per m² aanwezig is. Het gevolg hiervan is, dat de maximaal te behalen isolatieverbetering dR_{max} wordt beperkt tot 19 dB (lit.5 pag 41T) (grensfrequentie gipskartonplaten ongeveer 1500 Hz, zie bijlage 8.5.1). De isolatieverbetering begint bij f₀ (f₀ = 41 Hz). Vanaf de grensfrequentie neemt deze isolatieverbetering eigenlijk weer af. De geluidisolatiewaarden voor de betonvloer worden dan: (tabel 11)

tabel 11: geluidisolatie van de betonvloer, met koppelingen

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
geluid- isolatie R	42	45	50	55	60	65	dB
dR _{max}	19	19	19	19	19	19	dB
R _{totaal}	61	64	69	74	79	84	dB

Met deze geluidisolatiewaarden kunnen we opnieuw de bijdrage van de betonvloer tot het totale ontvangniveau berekenen. (tabel 12).

tabel 12: berekende Lo, bijdrage door betonvloer.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Lz	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7	dB
10 lg S/A S=80 m ²	-2,4	-2,0	-2,0	-1,3	-2,4	-3,4	dB
R _{totaal}	61,0	64,0	69,0	74,0	79,0	84,0	dB
Lo	28,6	27,0	21,0	13,7	8,8	4,3	dB

Uit de berekening van de geluidisolatie van de steenswand (bijlage 8.5.1) blijkt dat de geluidisolatiewaarden voor de steenswand redelijk goed overeenstemmen met de praktische waarden uit tabel 9 en 10. Alleen in het 125 Hz octaaf is de berekende waarde 4 dB (in vergelijking tot tabel 10) tot 6dB (in vergelijking tot tabel 9) te hoog. Dit levert in de berekende bijdrage in tabel 8 een te lage Lo in het 125 Hz octaaf. In tabel 13 staan de gecorrigeerde resultaten weergegeven:

tabel 13: berekende Lo, bijdrage door steenswand

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Lo	21,4	9,7	2,7	-	-	-	dB

Bij de steenswand wordt aangenomen dat de gipskartonplaten op een vrijstaand regelwerk worden bevestigd, zodat er geen direct contact is tussen steenswand en voorzetwand. De resultaten uit tabel 12 en 13 zijn weergegeven in hoofdstuk 5 tabel 22.

4.3 omloopgeluid

4.3.1 theorie

Naast het in 4.2 genoemde directe geluid door de scheidingsconstructie, is het ook mogelijk dat geluid via een omweg in het ontvangvertrek komt. De invloed van deze geluidweg op het totale geluiddrukkniveau wordt groter, naarmate de geluidisolatie van de directe scheidingsconstructie hoger wordt. Daarom is het belangrijk om ervoor te zorgen, dat ook het omloopgeluid voldoende weerstand ondervindt, waardoor de invloed van deze geluidweg weer wordt verminderd. In de gegeven situatie bestaat de mogelijkheid, dat geluid vanuit het zendvertrek via het halletje, trap en stoelenberging uiteindelijk in het ontvangvertrek komt. De totale geluidreductie van deze geluidweg is gering, gezien het gemeten geluiddrukkniveau op positie 13 (zie bijlage 8.2 en 8.4). Het is de bedoeling om deze geluidreductie te verhogen zodat het ontvangniveau via deze weg zal worden verlaagd.

4.3.2 verbeteringsvoorstel

In principe zijn er verschillende mogelijkheden waardoor de geluidisolatie kan worden verhoogd.

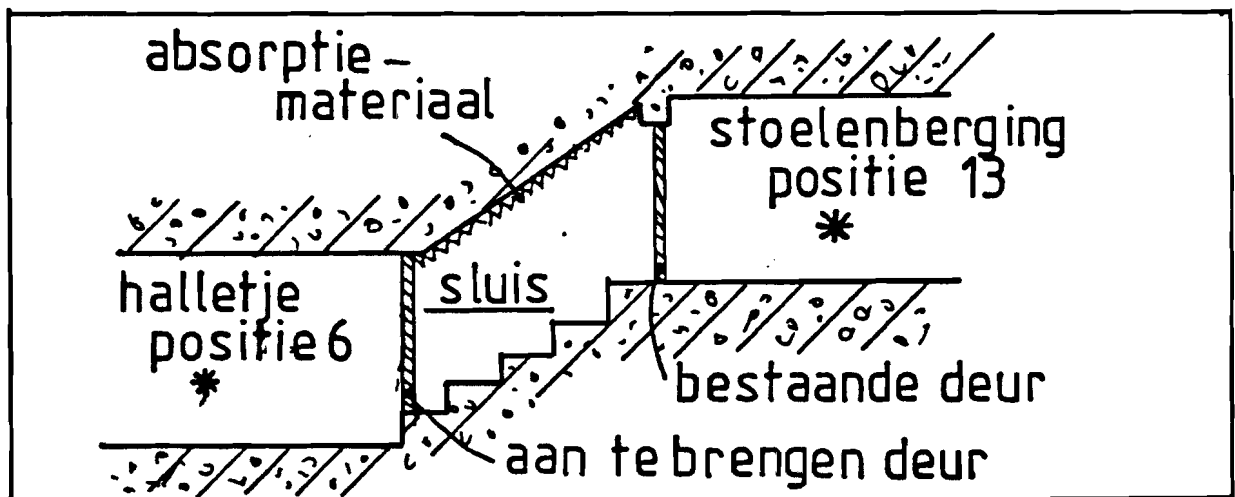
- 1: verbeteren van wandconstructie tussen discotheek en halletje. (zie bijlage 8.4, opdrnr. 2 en 2 bron b)
- 2: verbeteren van deurconstructie tussen halletje en stoelenberging. (zie bijlage 8.4, opdrnr. 3 en 3 bron b).
- 3: verbeteren van nooduitgang tussen stoelenberging en zaal. (zie bijlage 8.4, opdrnr. 4 en 4 bron b)

Mogelijkheid 1 wordt bemoeilijkt door het feit dat door deze wandconstructie een ventilatiekanaal loopt, hetgeen het moeilijk maakt grote geluidisolatiewaarden te behalen.

Mogelijkheid 3 wordt bemoeilijkt door het feit dat een nooddeur een veiligheidssluiting kent, daardoor makkelijk te openen moet zijn (mag niet klemmen), hetgeen inhoudt dat zulke constructies dikwijls lek zijn.

Mogelijkheid 2 biedt in verhouding de beste perspectieven. Het verbeteringsvoorstel bestaat uit het aanbrengen van een extra deur, waardoor een sluis ontstaat. In deze sluis wordt op de wanden en het plafond absorptiemateriaal aangebracht (zie figuur 6).

figuur 6: verbeteringsvoorstel voor omloopgeluid

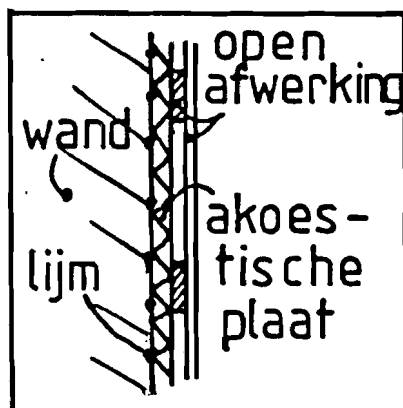


De aan te brengen materialen zijn:

deur: 40 mm massief spaanplaat of hout, incl. goede kierdichting (massa 30 à 40 kg/m²).

De bestaande deur voldoet aan deze eisen.

absorptiemateriaal: zoveel mogelijk absorptiemateriaal aanbrengen (plafond en wanden zijn hiervoor uitermate geschikt). In de berekening is uitgegaan van 7.5 m² akoestische plaat, 20mm dik direct aangebracht op wand en plafond. (bv. plakken) Op het absorptiemateriaal kan dan vervolgens een open wandafwerking worden aangebracht, bv. latten. (open, wil zeggen, dat het geluid wel nog het absorptiemateriaal moet kunnen bereiken) (zie ook de figuur 7 hiernaast).



De absorptiecoëfficiënten van deze plaat bedragen (tabel 14):

tabel 14: absorptiecoëfficiënten akoestische plaat.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
α abs. coëff.	0.05	0.15	0.55	0.90	1.00	1.00	-

Het is ook mogelijk een ander materiaal aan te brengen, dat dan wel dezelfde absorptiecoëfficiënten als aangegeven in tabel 14 moet bezitten.

4.3.3 uitvoering

Bij het aanbrengen van de deur en het absorptiemateriaal is het gewenst de hierna genoemde aanwijzingen te volgen:

- zorg voor een goede kierdichting bij beide deuren. Een lekkende constructie zal snel in geluidisolatie achteruitlopen (zie ook 4.2.3).
- zorg ervoor dat voldoende absorptiemateriaal wordt aangebracht. In principe kunnen zijwanden en plafond zonder problemen worden voorzien van absorptiemateriaal.
- eventueel een zelfsluitende constructie op de deuren aanbrengen (bv. een veer), waardoor men er zeker van is dat de deuren ook altijd gesloten zijn.
- de situatie zoals die nu bestaat, buiten de genoemde verbeteringsvoorstellen, zo weinig mogelijk te veranderen, om beïnvloeding van de geluidisolatie te voorkomen.

4.3.4 isolatieberekening

In bijlage 8.5.2 is berekend wat de bijdrage van het omloopgeluid op het totale geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek is bij gegeven geluiddrukkniveau in het zendvertrek (tabel 1). Het resultaat berust op een theoretisch rekenmodel (zie ook 4.2.4) en het in de praktijk werkelijk optredende geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek is o.a. afhankelijk van de wijze van uitvoering. Het resultaat van de berekening is vermeld in tabel 15.

tabel 15: berekende L_0 , bijdrage door omloopgeluid.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
L_0	19.1	16.0	4.8	-	-	-	dB

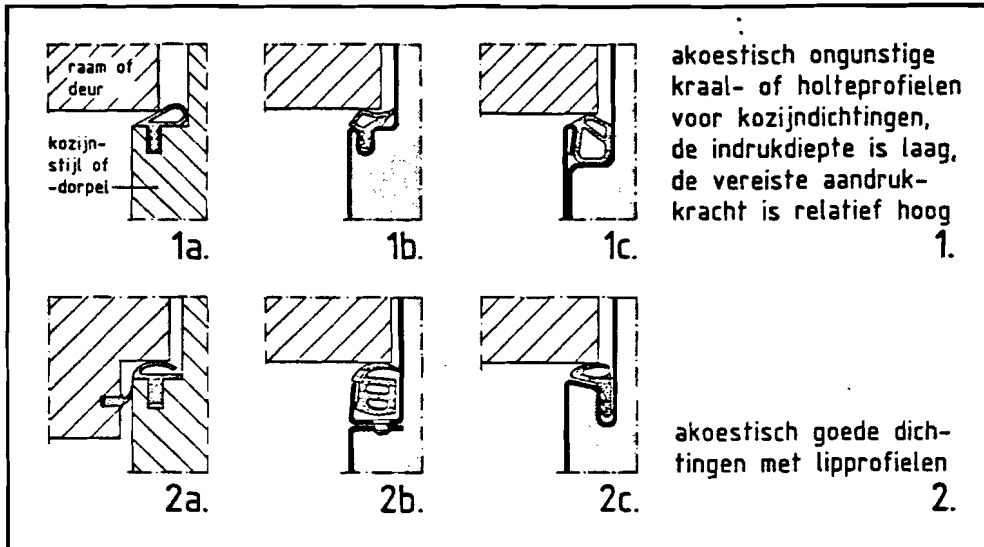
4.3.5 praktijkresultaten

De geluidisolatiewaarden voor de massieve spaanplaat deuren zoals die aangehouden zijn in de berekening, zijn te vinden in lit.2 pag 171 figuur 2. Deze figuur geeft het schematisch verloop weer van de luchtgeluidisolatie afhankelijk van de frequentie voor de voornaamste typen deurbladen. In de praktijksituatie zullen de aangehouden geluidisolatie-

waarden wel gehaald worden, mits een goede kierdichting wordt aangebracht. Gunstige profielen hiervoor zijn de zgn. lipprofielen. (zie figuur 8)

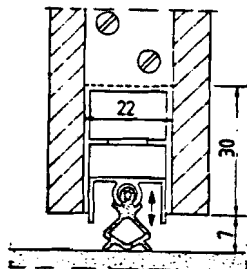
figuur 8: kierdichtingen (uit lit 2, pag 174)

Fig. 5.39 Voorbeelden van akoestisch gunstige en minder goede kierdichtingen [39]

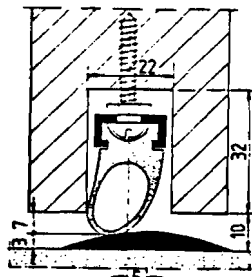


Voor de onderdorpel is de keuze van een rubber sleepprofiel tegen een bolle dorpel een geschikte keuze. (zie figuur 9)

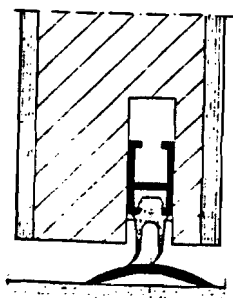
figuur 9: kierdichtingen (uit lit. 2, pag 176).



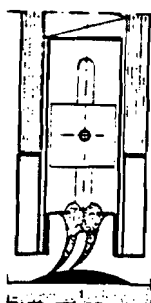
voorbeeld van een automatische drempelafdichting voor deuren 1a.



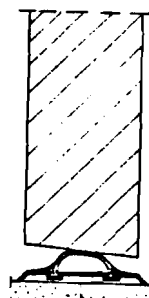
voorbeeld van een vast gemonteerde, maar wel in de hoogte verstelbare rubber sleepluchting tegen een bolle dorpel van metaal 2a.



3a.



3b.



3c.

andere uitvoeringen van sleepluchtingen met profielen tegen een bolle dorpel 3.

Om de in de berekening aangehouden geluidisolatiewaarden van de deur te behalen, moeten we aan de volgende voorwaarden voldoen:

- aansluiting deur-kozijn: goede afdichting met lipprofiel in enkele aanslag
- aansluiting deur-vloer : geluidabsorberende rand boven tapijt of nastelbaar vast PVC profiel op bolle dorpel of automatische dorpelafdichting.
- kozijn : 2-zijdig afgedichte vormvaste houten kozijnen of gevulde of 2-zijdig gedichte stalen kozijnen.

4.4 omloopgeluid door ventilatiekanaal

4.4.1 theorie

De hoeveelheid verse lucht, die nodig is in de zaal, wordt dmv een ventilatiesysteem vanuit de cv ruimte in de kelder aangevoerd. Het ventilatiesysteem wordt hiervoor ook door de discotheekruimte geleid. Hierbij is het mogelijk dat geluid in de discotheek het ventilatiekanaal in trilling zet en daardoor de lucht in het ventilatiesysteem laat trillen. Het geluid komt dan ahw door het ventilatiesysteem via de twee uitblaasroosters in de zaal. Hierbij ondervindt het geluid relatief weinig weerstand. Het geluidvermogeniveau L_w , dat in het ventilatiesysteem ontstaat, wordt beschreven met de volgende formule:

$$L_w = L_p - R + 10 \lg (S_k * S / A) \quad (\text{lit. 4 formule 7.11})$$

L_w : geluidvermogeniveau in ventilatiekanaal [dB]
 L_p : geluiddrukkniveau in de discotheek [dB]
 R : geluidisolatie van de kanaalbekleding [dB]
 S_k : oppervlak van ventilatiekanaal, dat geluid opvangt. [m²]
 S : doorsnede van het ventilatiekanaal [m²]
 A : absorptie in het kanaal [m²]

Hierbij kunnen we A vervangen door:

$$A = 2 * S + \alpha * S_k$$

α : absorptiecoëfficiënt van de kanaalwand
 (binnenzijde) [-]

In de berekening nemen we aan dat α voor alle frequenties gelijk is aan 0. Dan wordt de nieuwe relatie voor het geluidvermogeniveau:

$$L_w = L_p - R + 10 \lg (S_k / 2)$$

Dit geluidvermogeniveau wordt vervolgens nog gereduceerd door:

- damping in rechte kanaalstukken
- damping in twee bochten
- damping bij inblaasroosters

Het resulterende geluidvermogeniveau L_w' geeft dan in het ontvangvertrek een bepaald geluiddrukkniveau volgens:

$$L_p = L_w' + 10 \lg (4 / A) \quad (\text{lit.4 formule 6.3.a})$$

L_p : geluiddrukkniveau in ontvangvertrek [dB]
 L_w' : gereduceerde geluidvermogeniveau in kanaal [dB]
 A : totale absorptie in ontvangvertrek [m²]

Met al deze formules kunnen we in de oude, ongewijzigde situatie de bijdrage door omloopgeluid via het ventilatiekanaal tot het totale ontvangniveau berekenen. De damping D die optreedt is berekend in bijlage 8.5.3. De geluidisolatie R van de kanaalwand (1 mm staalplaat) is te vinden in lit.2 pag 95 tabel 4.9. De berekening is weergegeven in tabel 16.

tabel 16: berekende bijdrage van het ventilatiekanaal tot het totale ontvangniveau (oude situatie).

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Lp(disco)	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7	dB
R (kanaal- wand)	19,0	23,0	29,0	32,0	36,0	41,0	dB
10 lg Sk/2	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	dB
Lw	80,0	77,0	70,0	64,0	61,2	57,7	dB
D (bijlage B.5.3)	4,0	13,0	16,0	8,0	6,0	6,0	dB
Lw'	76,0	64,0	54,0	56,0	55,2	51,7	dB
10 lg 4/A	-15,0	-15,0	-15,0	-14,0	-15,0	-16,0	dB
Lp oude sit.	61,0	49,0	39,0	42,0	40,2	35,7	dB

Uitgedrukt in een NR-getal komt dit niveau overeen met NR-45. Dit is veel hoger dan de maximaal aanvaardbare NR-20. Het is dus noodzakelijk om deze geluidweg te verbeteren.

4.4.2 verbeteringsvoorstellen

Om ervoor te zorgen dat Lp in het ontvangvertrek voldoende laag wordt, kunnen we twee maatregelen treffen:

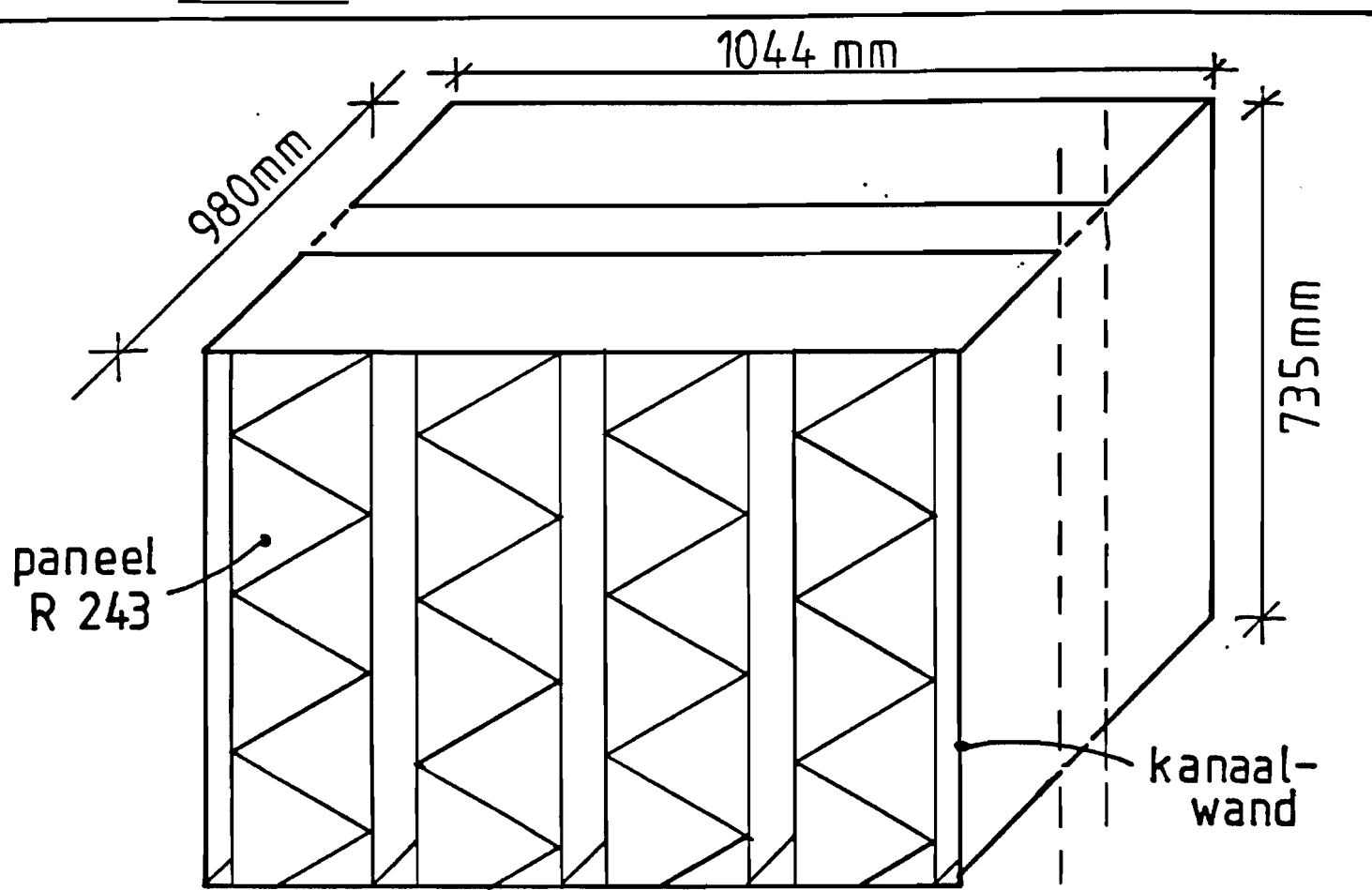
- 1 : we zorgen ervoor dat minder geluid in het ventilatiekanaal komt, door R te vergroten.
- 2 : we zorgen ervoor dat het aanwezige geluid in het kanaal meer damping ondervindt door de aanwezigheid van geluiddempers.

Een combinatie van deze twee geeft echter het beste resultaat.

ad 1 : het ventilatiekanaal wordt in de discotheek bekleed zoals aangegeven in figuur 4. We brengen 50 mm steenwol aan op het kanaal met aan weerszijde 12.5 mm gipskartonplaat. Overal waar het ventilatiekanaal in de kelderruimte zichtbaar is, wordt het kanaal zoals aangegeven bekleed.

ad 2 : In de verticale gedeelten van het ventilatiekanaal is ruimte om zgn. kulissendempers aan te brengen. Deze verhogen de inwendige absorptie van het kanaal, waarbij we er wel voor moeten zorgen dat de netto kanaaldoorsnede gelijk blijft. Het beste kan gekozen worden voor een kulissendemper van het merk Grunzweig + Hartmann AG. De hiervoor benodigde panelen zijn van het type R 243. De doorsnede van het ventilatiekanaal ziet er als volgt uit (figuur 10).

figuur 10: doorsnede ventilatiekanaal.



De extra demping die behaald wordt in dit stuk ventilatiekanaal bedraagt: (tabel 17) (Deze informatie stamt uit de documentatie van G + H : Relaxations-, Schalldämpfer-Kulissen für Luftkanäle nr. 718.)

tabel 17: extra demping door kulissendemper.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
demping D	19	31	40	40	40	40 dB

opm. door langsgeleiding door de staalplaat is de maximaal haalbare demping beperkt tot 40 dB

4.4.3 uitvoering

De uitvoering van de verbeteringsvoorstellen kan het beste worden overgelaten aan een installatiebureau. De geluid-dempers kunnen eenvoudig vanuit de kleedkamer cq zijkant van het toneel worden aangebracht. Het is wel belangrijk dat de dempers aangebracht worden op het einde van het ventilatiekanaal, dwz zo dicht mogelijk bij de uitblaasroosters. Het spreekt voor zich dat in elk van beide kanaaltakken een demper moet worden aangebracht. Bij het aanbrengen van de kanaalbekleding moet op de volgende punten gelet worden:

- het kanaal overal bekleden waar het zichtbaar is, dus ook in het halletje.

-geen starre verbindingen maken tussen buitenste gipskartonplaat en staalplaat. Men kan de gipskartonplaat bevestigen aan een regelwerk, dat weer opgehangen wordt aan het plafond.

Het staat de installateur vrij wijzigingen aan te brengen mbt de kulissendemper, mits de gewijzigde versie ongeveer dezelfde demping geeft als aangegeven in tabel 17.

4.4.4 isolatieberekening

In bijlage 8.5.3 is mbv de theoretische gegevens uit 4.4.1 berekend wat de bijdrage tot het ontvangniveau in de zaal is nadat de verbeteringsvoorstellen zijn uitgevoerd. De resultaten zijn weergegeven in tabel 18.

tabel 18: berekende L_0 , bijdrage door omloopgeluid door ventilatiekanaal.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
L_0	33,0	-	-	-	-	- dB

Het blijkt dat in de nieuwe situatie het ventilatiekanaal alleen laagfrequent nog van enige invloed is. De overige frequentiebanden zijn dan slechts nog van zeer geringe invloed op het ontvangniveau in de zaal, mits natuurlijk de uitvoering correct is gebeurd.

4.4.5 praktijkresultaten

Hierbij kunnen we onderscheid maken tussen de kulissendemper en de bekleding. Wat betreft de kulissendemper kunnen we alleen maar zeggen dat de demping berekend is mbv formules en tabellen die door de fabrikant zelf zijn verstrekt. We nemen aan dat deze resultaten in de praktijk ook gehaald zullen worden. Ten aanzien van de bekleding is in een TPD-publicatie (lit.4) een praktijkresultaat gegeven van dezelfde constructie. De resultaten zijn vermeld in tabel 19.

tabel 19: resultaten uit berekening en meting van dezelfde constructie.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
constructie 1	28	41	57	66	59	59 dB
constructie 2	28	43	57	69	69	77 dB

constructie 1 = constructie 2, bestaande uit:
 50 mm steenwol 2-zijdig 12.5 mm gipskartonplaat.
 constructie 1 : meetresultaten uit TPD-publicatie
 constructie 2 : berekeningsresultaten uit bijlage 8.5.3

conclusie:

De resultaten zijn ongeveer gelijk, alleen hoog frequent is de berekening optimistischer. Dit is echter geen probleem omdat de kulissendemper een hoge demping bezit bij deze frequenties. Het ontvangniveau was hier zelfs al behoorlijk "negatief". De eindresultaten zijn dan ook betrouwbaar.

4.5 flankerende overdracht

4.5.1 theorie

Flankerende geluidoverdracht bestaat uit luchtgeluid dat door wanden, vloer en/of plafond wordt afgestraald, doordat dit constructiedeel direct of indirect gekoppeld is met een constructiedeel van het zendvertrek. Zo kan de systeemvloer resp. steenswand in de disco geluid opvangen en dit dmv trillingen doorgeven aan podiumachterwand resp. betonvloer van de zaal of scheidingsconstructie. Deze vlakken kunnen deze trillingen als luchtgeluid afstralen. In de gegeven situatie gaan we van drie vereenvoudigingen uit:

- 1: de podiumachterwand is niet gekoppeld aan de betonnen podiumvloer, zodat trillingen in podiumachterwand niet worden doorgegeven naar podiumvloer.
- 2: de zijwanden van de discotheek en de zaal doen in dit model niet mee. Er treedt nl zoveel verbindingsdemping op door het aantal aansluitingen, dat deze transmissieweg voor de flankerende geluidoverdracht mag worden verwaarloosd.
- 3: het scheidingsvlak bestaat voor een gedeelte (80m²) uit de podiumvloer en voor een gedeelte (15m²) uit de steenswand. Toch wordt het oppervlak van het scheidingsvlak op 105 m² gesteld ipv 95 m² omdat de overstek van het podium ook in staat is geluid af te stralen. Hierbij wordt ook verondersteld dat de geluidisolatie van het scheidingsvlak gelijk is aan die van de betonvloer incl. buigslap plafond. De steenswand heeft in principe zelfs een iets betere geluidisolatie, hetgeen hier verwaarloosd wordt.

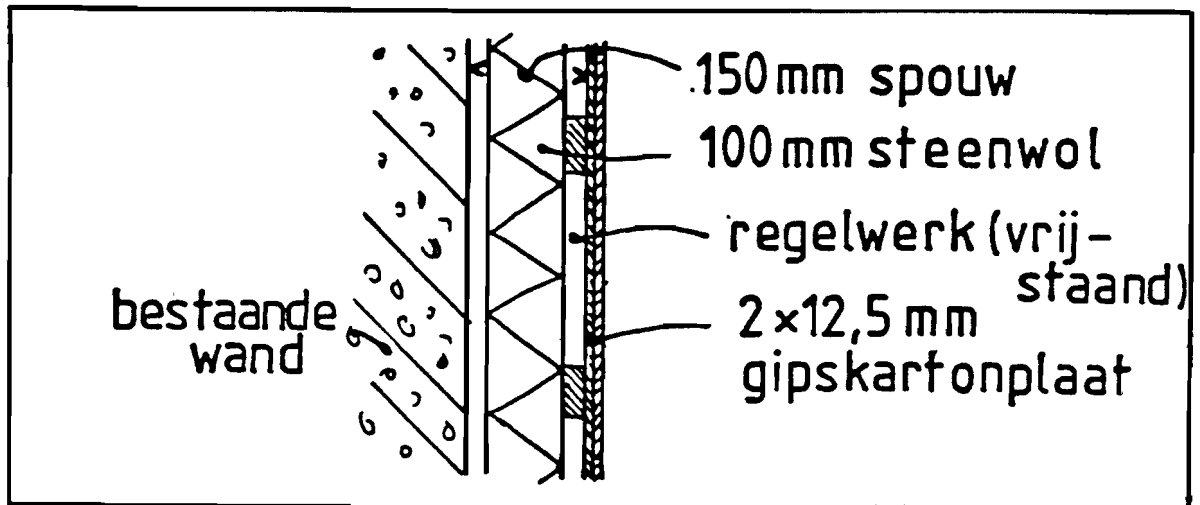
4.5.2 verbeteringsvoorstellen

Om de invloed van de flankerende overdracht op het uiteindelijke ontvangniveau in de zaal te verminderen zijn twee maatregelen getroffen:

- 1: een voorzetwand plaatsen in het zendvertrek voor de steenswand (zie ook 4.2.2 en figuur 3)
- 2: een voorzetwand plaatsen in het ontvangvertrek voor de podiumachterwand (zie ook 4.2.2 en figuur 5)

In principe zijn de voorzetwanden identiek en opgebouwd volgens figuur 11.

figuur 11: opbouw voorzetwanden.



De aansluitdetails zijn reeds weergegeven in figuur 4 en 5. Deze twee verbeteringsvoorstellen, tesamen met de nieuwe podiumvloer, moeten de invloed van de flankerende geluidsoverdracht verminderen.

4.5.3 uitvoering

De uitvoering kan het beste geschieden onder deskundige leiding van een aannemer. Aan de volgende punten moet ook hierbij weer aandacht worden besteed (zie ook 4.2.3):

- voorkomen van spleten en kieren
- vermijden van contact tussen gipskartonplaten en bestaande wand. Dit kan weer gerealiseerd worden door de gipskartonplaten aan te brengen op een zelfdragend regelwerk.

4.5.4 isolatieberekening

Voor de berekening werd gebruik gemaakt van het computer rekenprogramma ILUKO. Hiermee is het mogelijk de geluidisolatie $D_{n,T}$ te bepalen per weg. Voor deze situatie zijn alleen de volgende wegen van belang:

- de $D_{n,T}$ direct (door scheidingsconstructie)
- de $D_{n,T}$ via L (via steenswand naar betonvloer in de zaal en naar podiumvloer)
- de $D_{n,T}$ via N (via systeemvloer peuterspeelzaal naar de podiumachterwand)
- de $D_{n,T}$ totaal.

Dit is gedaan voor zowel de nu nog aanwezige situatie, als voor de nieuwe situatie. In de aanwezige situatie blijkt dat de totale $D_{n,T}$ bijna in het geheel bepaald wordt door het scheidingsvlak. De slechtst geluidisolierende weg bepaalt de geluidisolatie van het totaal. We zien ook dat bij verbetering van de geluidisolatie van het scheidingsvlak de totale $D_{n,T}$ niet beter kan worden dan die welke bepaald wordt door de zwakste weg. In de oude situatie zou dit betekenen dat, hoe hoog we de geluidisolatie van het scheidingsvlak ook opvoeren, de maximaal totaal haalbare $D_{n,T}$ bepaald wordt door weg N.

In de nieuwe situatie is de totale $D_{n,T}$ behoorlijk verhoogd door zowel scheidingsvlak als weg L en N te verbeteren. Bij gegeven zendniveau (tabel 1) kunnen we nu het ontvangniveau

berekenen volgens de formule:

$$L_o = L_z - D_{n,T} + 10 \lg \left(\frac{T_{zeal}}{T_o} \right)$$

(lit.1 pag 174 formule 8.10.a)

- L_o : geluiddrukkniveau in ontvangvertrek [dB]
- L_z : geluiddrukkniveau in zendvertrek [dB]
- D_{n,T} : genormeerde verschil in geluiddrukkniveau [dB]
- T_{zeal}: nagelmtijd in zaal [s]
- T_o : referentie nagelmtijd [s] T_o = 0.5 s

Dit is gedaan voor geluidweg L (tabel 20) en N (tabel 21)

tabel 20: berekende L_o, bijdrage flankerende overdracht door weg L.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
L _z	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7 dB
D _{n,T}	76,1	85,5	93,3	99,5	107,3	116,6 dB
T _{zeal}	2,3	2,5	2,5	2,9	2,3	1,8 s
$10 \lg \frac{T_{zeal}}{T_o}$	6,6	7,0	7,0	7,6	6,6	5,6 dB
L _o	22,5	14,5	5,7	-	-	- dB

tabel 21: berekende L_o, bijdrage flankerende overdracht door weg N.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
L _z	92,0	93,0	92,0	89,0	90,2	91,7 dB
D _{n,T}	72,4	80,8	89,9	97,1	105,8	116,2 dB
T _{zeal}	2,3	2,5	2,5	2,9	2,3	1,8 s
$10 \lg \frac{T_{zeal}}{T_o}$	6,6	7,0	7,0	7,6	6,6	5,6 dB
L _o	26,2	19,2	9,1	-	-	- dB

4.5.5 praktijkresultaten

Het is niet mogelijk om praktijkresultaten te geven over flankerende overdracht, daar er vrijwel geen twee constructies zijn die identiek zijn. De betrouwbaarheid van de resultaten is afhankelijk van de nauwkeurigheid van het rekenprogramma. Aangenomen wordt dat deze nauwkeurigheid voldoende is, zodat ook de resultaten betrouwbaar zijn.

5 Berekeningsresultaten

De in hoofdstuk 4 berekende bijdragen van elke weg tot het totale ontvangniveau kunnen we nu logaritmisch gaan sommeren om het uiteindelijke geluiddrukkniveau in de zaal te bepalen. Deze resultaten zijn weergegeven in tabel 22.

tabel 22: berekende Lo uit de afzonderlijke bijdragen.

middenfreq. octaafband	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
Lo (tabel 12)	28,6	27,0	21,0	13,7	8,8	4,3	dB
Lo (tabel 13)	21,4	9,7	2,7	-	-	-	dB
Lo (tabel 15)	19,1	16,0	4,8	-	-	-	dB
Lo (tabel 18)	33,0	-	-	-	-	-	dB
Lo (tabel 20)	22,5	14,5	5,7	-	-	-	dB
Lo (tabel 21)	26,2	19,2	9,1	-	-	-	dB
<u>Lo totaal</u>	35,5	28,2	21,6	14,5	11,0	8,9	dB

tabel 12: bijdrage door betonvloer.

tabel 13: bijdrage door steenswand.

tabel 15: bijdrage door omloopgeluid.

tabel 18: bijdrage door omloopgeluid door ventilatie-
kanaal.

tabel 20: bijdrage door flankerende overdracht (weg L)

tabel 21: bijdrage door flankerende overdracht (weg N)

Vervolgens kunnen we de totale Lo weer uitzetten in een ISO-grenscurven diagram (figuur 12). Aangezien de eis was NA-20 niet te raken, blijkt dus dat de voorgestelde verbeteringsvoorstellen voldoende geluidisolatie bezitten. Voor figuur 12 :z.o.z.(uit lit.1 pag 146)

figuur 12:NR-curve

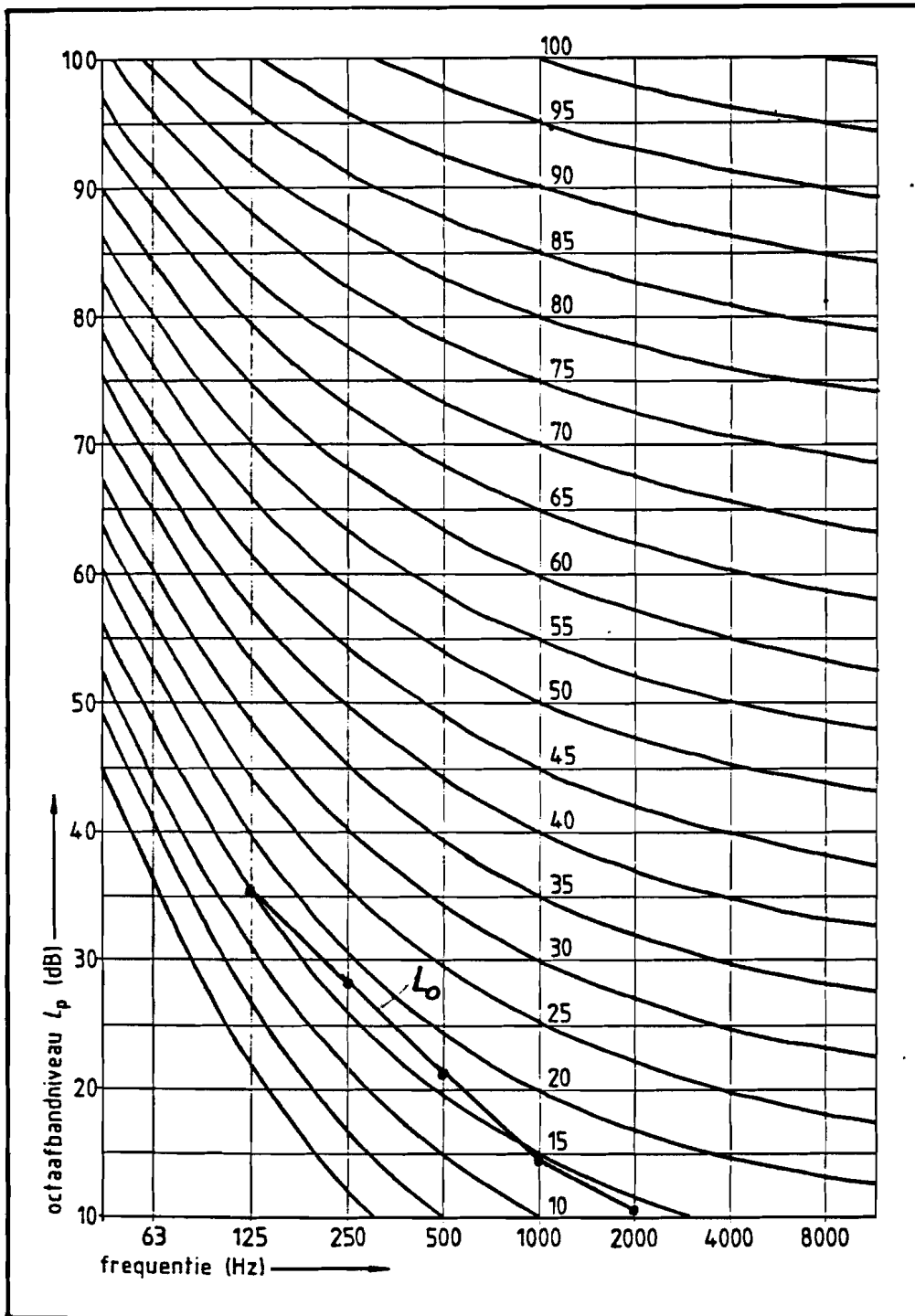


Fig. 6.14
ISO-grenscurve
Noise-Rating (NR)
curve [5]

6 Aanbevelingen

6.1 oplossing

De beste oplossing, hetgeen ook al uit de criteria bleek, is het scheiden van de functies discotheek en cultureel centrum. Deze twee functies passen in dit gebouw in deze onderlinge ligging niet bij elkaar. Dit zou de beste oplossing zijn voor het geluidprobleem. Maar de uitvoering van deze oplossing is niet zo eenvoudig. Daarom zijn er in dit rapport verbeteringsvoorstellen uitgewerkt. Enkele tips die ook bijdrage tot een verlaging van het stoorlawaai in de grote zaal:

- 1: het geluiddrukkniveau in de zendruimte verlagen, m.a.w de muziek in de disco niet te hard zetten.
- 2: alleen de luidsprekers gebruiken in het gedeelte onder de peuterspeelzaal. Dit geeft al snel een verlaging van het stoorniveau in de zaal van ongeveer 10 dB t.o.v de situatie waarbij ook de luidsprekers in het gedeelte onder het podium in gebruik zijn. (zie hiervoor bijlage 8.4 :de Dn,T berekening van positie 1,2,3 naar 4,5).

6.2 verbeteringsvoorstellen

Om het stoorlawaai in de zaal te verminderen zijn in paragraaf 4.2.2 t/m 4.5.2 verbeteringsvoorstellen gegeven. Het is verstandig om deze veranderingen door deskundigen te laten uitvoeren vanwege de nauwkeurigheid waarmee het een en ander moet worden uitgevoerd. Zij kunnen ook enige indicatie geven over de te maken kosten, waarover tot nu toe nog helemaal niet gesproken is. Mocht men toch overgaan tot het uitvoeren van de verbeteringsvoorstellen, dan zijn de volgende opmerkingen van belang:

- 1: het stoorlawaai in de zaal zal pas aanzienlijk dalen, wanneer alle voorstellen correct worden uitgevoerd. Men zal alle wegen moeten verbeteren om uiteindelijk een goed resultaat te krijgen.
- 2: de uiteindelijke resultaten zijn in belangrijke mate afhankelijk van de wijze van uitvoering. Bij elk voorstel wordt daarom gewezen op specifieke punten die bijzondere aandacht verdienen.
- 3: de resultaten uit alle berekeningen vormen geen garantie voor de resultaten in de praktijksituatie. Bij alle hand-en computerberekeningen zijn vereenvoudigingen gemaakt om een resultaat te krijgen. Het is echter wel mogelijk om in de nieuwe situatie opnieuw metingen uit te voeren om te controleren of de benodigde geluidisolatie gehaald wordt.

7 literatuur

- 1: Jellema Bouwkunde 7a uitgever: Waltman-Delft
- 2: Jellema Bouwkunde 7c uitgever: Waltman-Delft
- 3: Akustik für den Luftungs- und Klimatechniker (uit: 1971)
auteur: Heinz Brockmeyer
uit: Berichte aus der Kälte-, Wärme-, Klima- und
Regeltechnik Band 6.
- 4: TPD-publicaties no:407.120, no: 418.235 en no: 618.001/2
- 5: diktaat Geluidisolatie TUE nr. 7769.2
faculteit der Bouwkunde vakgroep FAGO
- 6: ontwerp VDI 2081 Lärminderung bei Raumlufttechnischen
Anlagen.

8 bijlagen

In deze bijlagen zijn opgenomen:

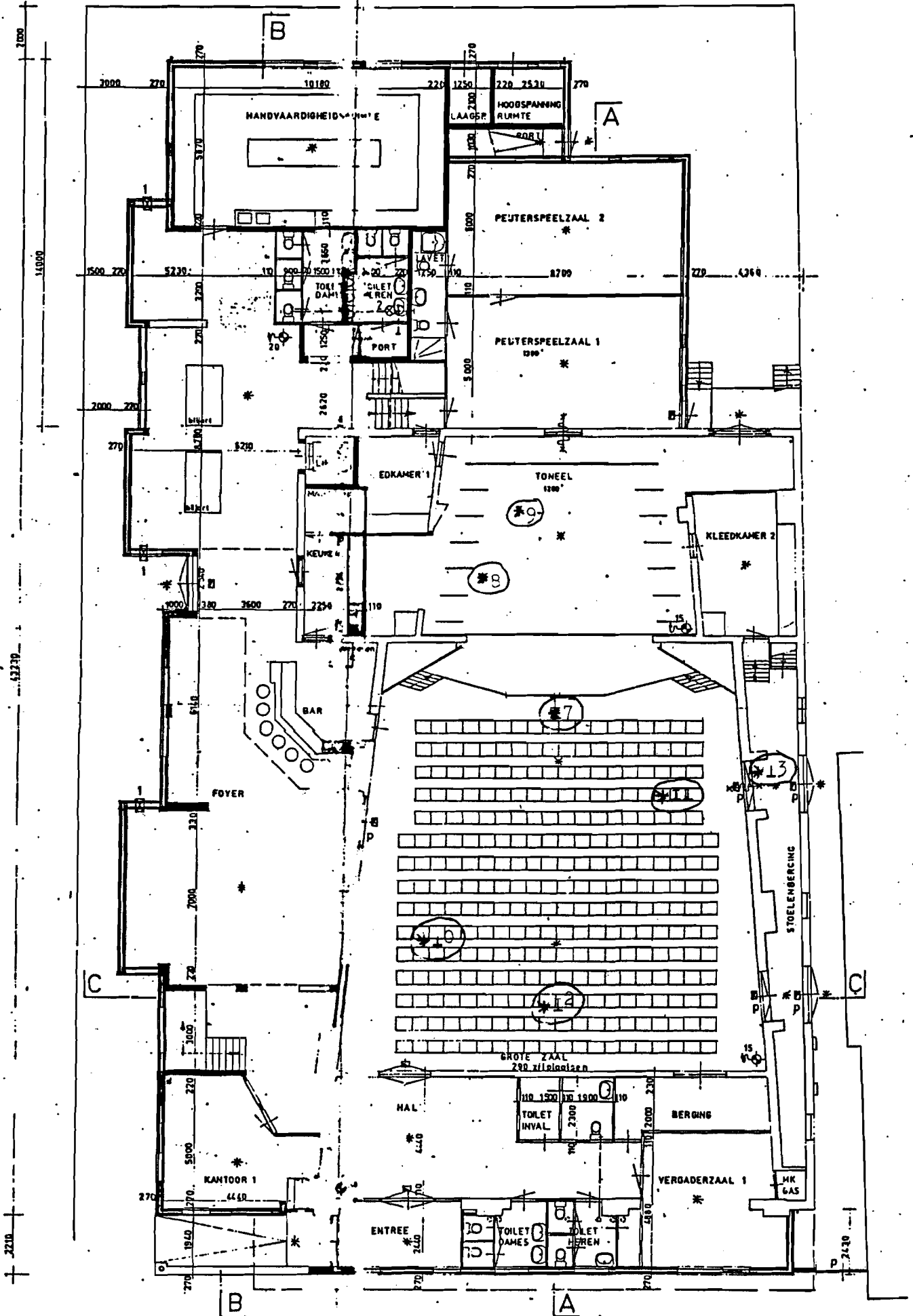
- 8.1 tekeningen
- 8.2 meetresultaten
- 8.3 meetapparatuur
- 8.4 D_n, T berekeningen
- 8.5 berekeningen
 - 8.5.1 podiumvloer en steenswand
 - 8.5.2 halletje
 - 8.5.3 ventilatiekanaal
 - 8.5.4 flankerende overdracht
- 8.6 voorbeeld soortgelijk probleem in een discotheek te Tilburg.

8.1 de tekeningen van sociaal-cultureel centrum
de schakel te Gilze

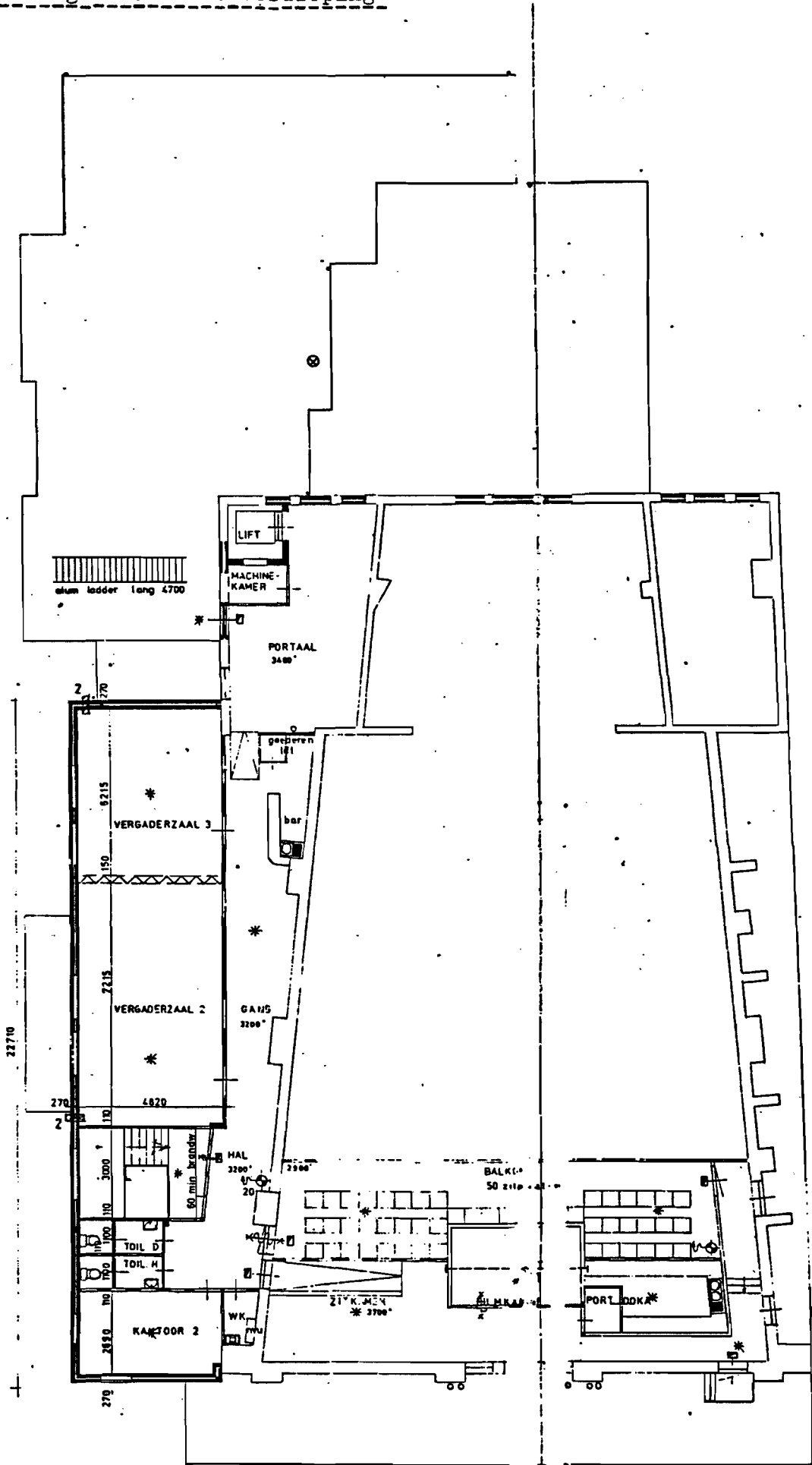
Op de tekeningen zijn de meetposities en de bronposities aangegeven, zoals die aangehouden zijn tijdens de meting.

Plattegrond: begane grond

meetposities 7 t/m 13



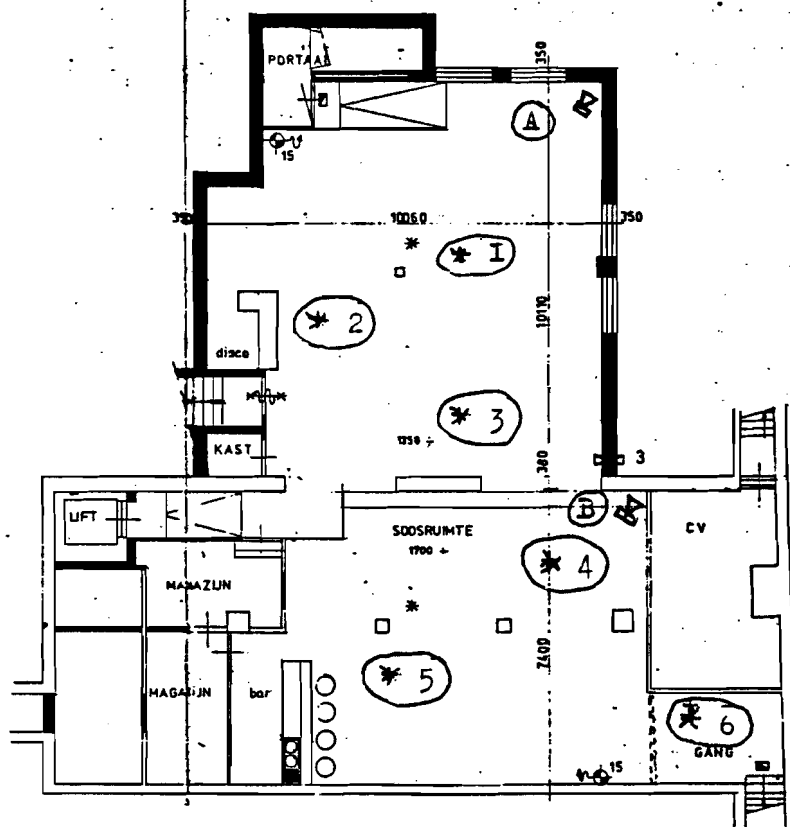
plattegrond: eerste verdieping



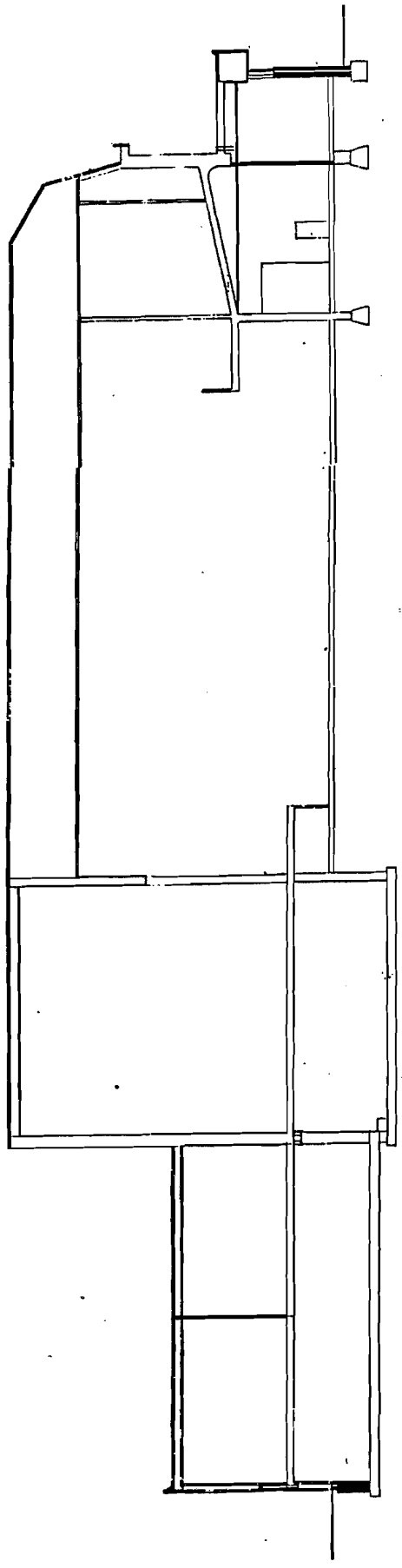
plattegrond : kelder

meetposities **I**t/m 6

bronposities **A** en **B**

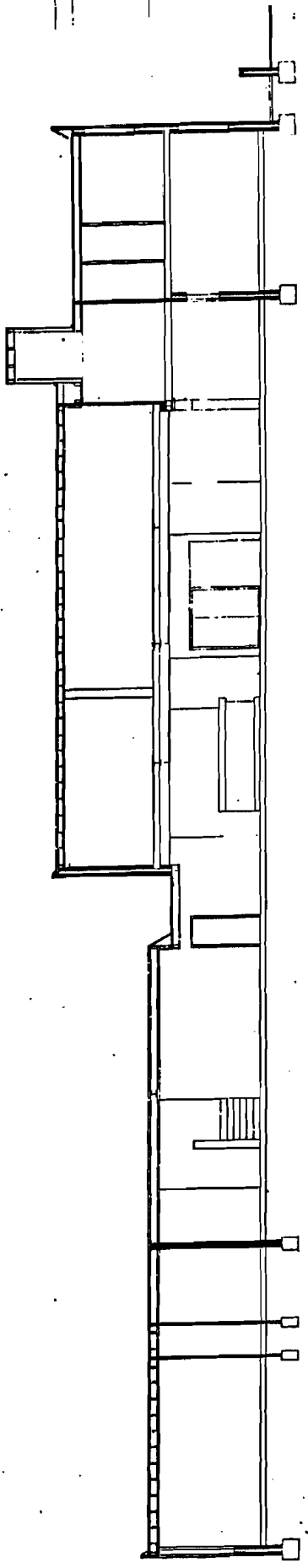


KELDER



DOORSNEDE A-A

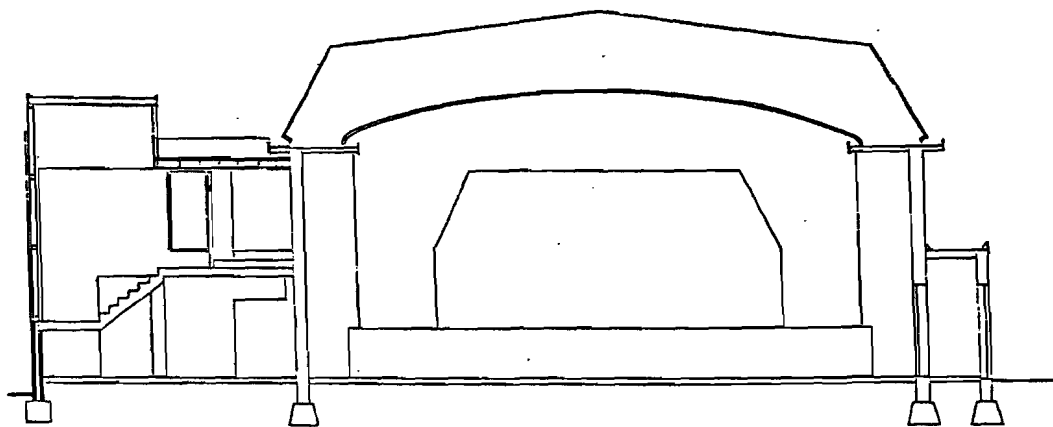
4590
 1230
 PEIL
 1350
 1700 +



DOORSNEDE B-B

3100
 2800
 PEIL
 1100

doorsnede c-c



DOORSNEDE C-C

8.2 meetresultaten van geluidmeting op 25-9-87

1: Het geluiddrukkniveau werd bij twee bronposities A en B op 13 plaatsen gemeten. Hierbij werd een octaëfbandfilter gebruikt. Later werden uit deze gegevens het A-gewogen geluiddrukkniveau bepaald. De meetposities zijn aangegeven in bijlage 8.1. De meting werd uitgevoerd zoals beschreven in ontwerp NEN 5077. De resultaten zijn vermeld in tabel 8.2.a en 8.2.b.

tabel 8.2.a. gemeten geluiddrukkniveaus per octaëfband bij bronpositie A.

middenfreq. octaëfband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	A-gewogen
1	93,5	98	102	100	97,5	91 dB	104,3 dB(A)
2	91	97	100	97,5	95	92,7dB	102,4 dB(A)
Lz disco 3	91	98	100,5	97	95,3	88,3dB	102,2 dB(A)
4	83	90,5	96,5	93,3	90,8	83,6dB	97,9 dB(A)
5	82	91	95	92	89,2	82,8dB	96,6 dB(A)
Lo halletje 6	75	82	86	82,5	79	71,5dB	87,1 dB(A)
7	56	52	51	44	35,5	26,5dB	50,9 dB(A)
8	58,5	57	53	44	34,5	24 dB	53,2 dB(A)
Lo zaal 9	60	58	54	45	33,5	23 dB	54,3 dB(A)
10	52	53	50,5	44	36	26 dB	50,6 dB(A)
11	53,5	53	51	44	35,5	26 dB	50,9 dB(A)
12	55	52	51	44	35	26 dB	50,8 dB(A)
Lo stoelenberging 13	53,5	58	59	53	51	41 dB	59,3 dB(A)

tabel 8.2.b. gemeten geluiddrukkniveaus per octaëfband bij bronpositie B.

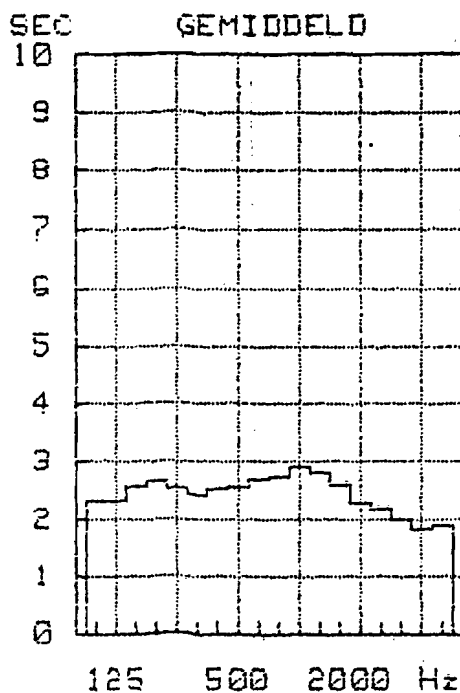
middenfreq. octaëfband	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	A-gewogen
1	85	92,5	95	93,7	91,5	84,7dB	98 dB(A)
2	87,5	95	97,5	94,8	93,3	86,5dB	99,7 dB(A)
Lz disco 3	87	95,5	97,5	95,5	94,5	87,8dB	100,4 dB(A)
4	96	97,5	101	99	97	89,8dB	103,5 dB(A)
5	92	98,5	101	97,8	95	89 dB	102,6 dB(A)
Lo halletje 6	87,5	89,5	90,5	87,5	83,5	77 dB	92 dB(A)
7	64	59,5	56	50	40	31 dB	56,9 dB(A)
8	67	64	57	48,5	39	28,8dB	59,0 dB(A)
Lo zaal 9	69	66	59	49	38,5	27 dB	60,8 dB(A)
10	62	59	55	50	40,5	31,5dB	56,2 dB(A)
11	63	58	55	48,5	40	31 dB	55,7 dB(A)
12	63	60	56	49	39,5	30,8dB	56,7 dB(A)
Lo stoelenberging 13	61	63	63,5	58	55	45,5dB	63,9 dB(A)

2: De resultaten van de nagalmtijdmetingen zijn op de volgende pagina's weergegeven. De nagalmtijd werd mbv een analysator met een daaraan gekoppelde computer uitgewerkt en is daarom weergegeven in tertsbanden ipv octaafbanden. In de zaal werden 16 bandopnamen gemaakt, waarvan er gemiddeld 14 zijn gebruikt om de nagalmtijd te bepalen. In de discotheek werden 10 bandopnamen gemaakt, waarvan er gemiddeld 5 geschikt bleken om de nagalmtijd uit te bepalen.

NAGALMMETING

METINGNR: 2

LABORATORIUM VOOR AKOESTIEK TH EINDHOVEN

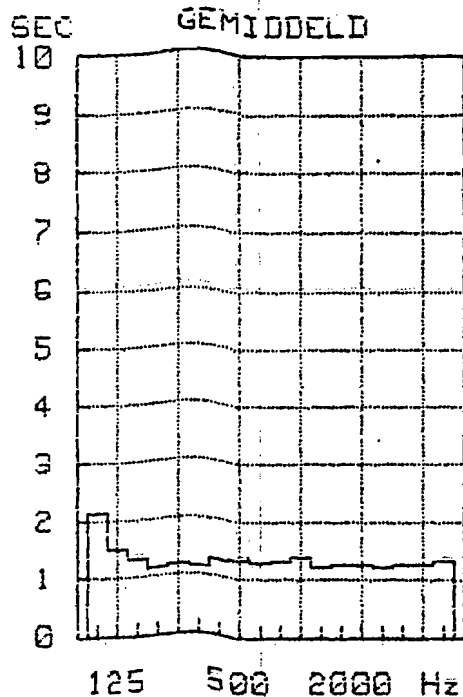


FREQ. Hz	T sec	AANTAL	SIGMA sec	DETERMINATIE COEFFICIENT	MINIMAAL VERVAL
100	2.32	14	.46	.970	15
125	2.30	14	.47	.962	25
160	2.56	14	.46	.974	25
200	2.67	14	.62	.972	25
250	2.52	14	.54	.979	30
315	2.41	14	.16	.981	30
400	2.51	14	.11	.992	30
500	2.54	14	.11	.992	30
630	2.70	14	.12	.992	30
800	2.74	14	.16	.995	30
1000	2.90	14	.16	.992	30
1250	2.81	14	.15	.992	25
1600	2.63	14	.08	.985	25
2000	2.26	14	.08	.992	25
2500	2.20	14	.11	.989	25
3150	2.00	14	.14	.988	20
4000	1.81	12	.14	.985	20
5000	1.90	4	.07	.988	15

NAGALMMETING

METINGNR: 2K

LABORATORIUM VOOR AKOESTIEK TH EINDHOVEN



FREQ. Hz	T sec	AANTAL	SIGMA sec	DETERMINATIE COEFFICIENT	MINIMAAL VERVAL
100	2.14	4	1.01	.625	10
125	1.49	2	.05	.757	20
160	1.36	5	.80	.806	15
200	1.14	5	.35	.876	25
250	1.17	5	.27	.941	25
315	1.14	5	.12	.948	25
400	1.29	5	.11	.956	25
500	1.37	5	.13	.959	25
630	1.30	5	.10	.958	20
800	1.32	5	.03	.975	25
1000	1.41	5	.12	.972	25
1250	1.23	5	.12	.966	20
1600	1.25	5	.09	.979	25
2000	1.25	5	.12	.987	20
2500	1.23	5	.09	.974	20
3150	1.24	5	.11	.967	15
4000	1.24	5	.08	.969	15
5000	1.36	4	.13	.934	10

Tijdens de meting en het uitwerken van de resultaten werd de volgende apparatuur gebruikt:

meting:

- Sony stereo taperecorder EL-D8
- Sony elcaset LC-90 FeCr type 2
- Rion precision integrating sound level meter NL-11
incl. Rion octaveband filter NX-01A
- half-duims microfoon merk:Bruel en Kjaer type 4134
- sound level calibrator merk:Bruel en Kjaer
type 4230 3.
- sound source merk:Bruel en Kjaer type 4224

uitwerking:

- digital frequency analyser merk:Bruel en Kjaer
type 2131
- Hewlett peckard computer 9825b en 9895a
printer/plotter 7245b
computer 200-serie
programmatuur

8.4 Dn,T berekeningen

RAKTIJK LUCHTGEUIDISOLATIEMETING

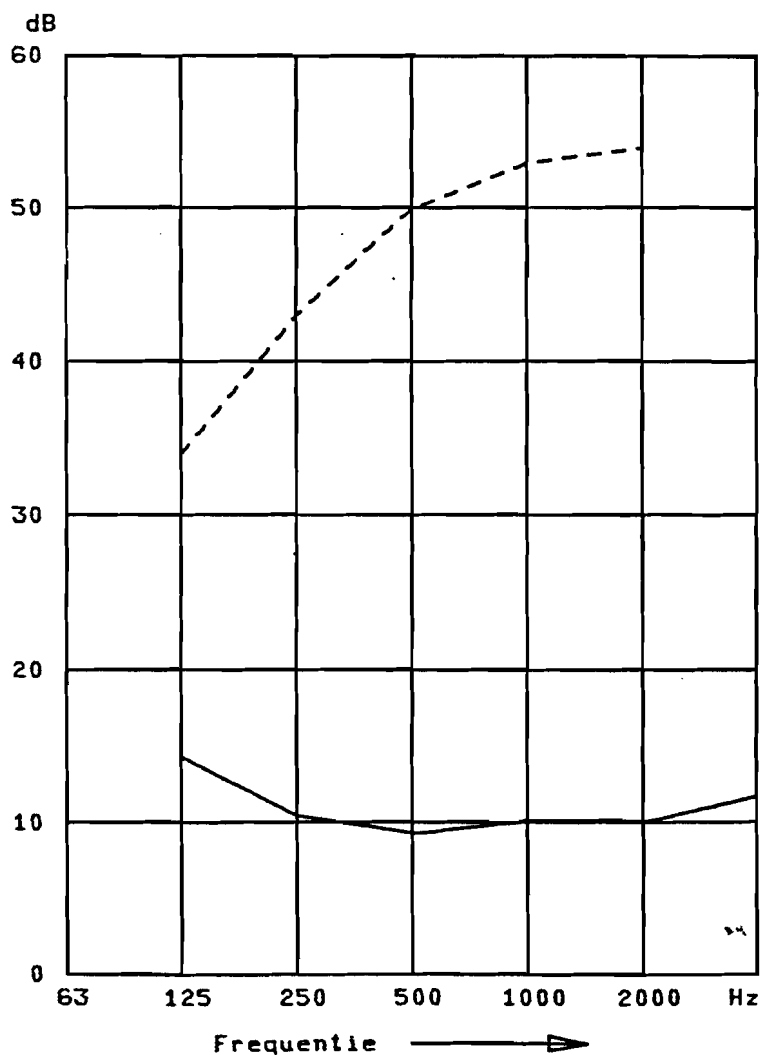
drachnummer : 1
 jekt : gilze
 aatsaanduiding: disco1,2,3 naar disco 4,5

freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	92.0	82.5	1.5	4.77	14.3
250	97.5	90.8	1.2	3.73	10.4
500	100.9	95.8	1.3	4.18	9.3
1000	98.4	92.7	1.4	4.50	10.2
2000	96.1	90.0	1.3	3.98	10.1
4000	91.0	83.2	1.3	3.98	11.8

signaal: ruis
 filter: Oktaaffilter
 referentie nagalmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : -41 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



PRAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

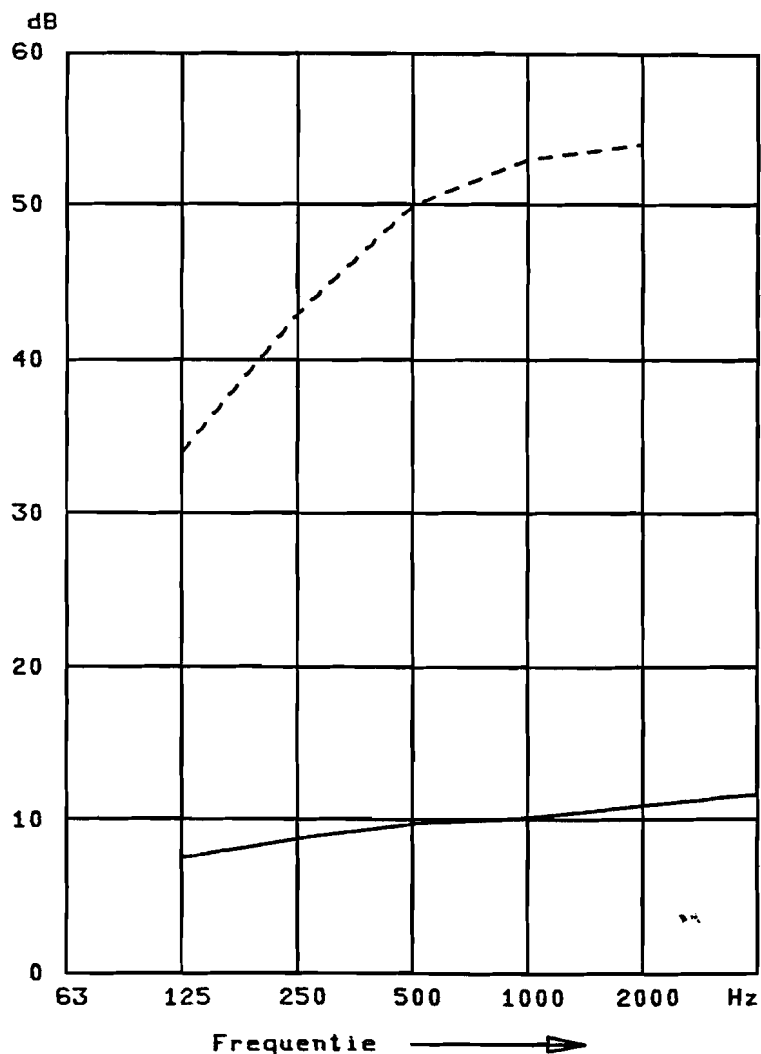
Opdrachtnummer : 2
 Objekt : gilze
 Plaatsaanduiding: disco 4,5 ruimte 6

Freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	82.5	75.0	0.5	0.00	7.5
250	90.8	82.0	0.5	0.00	8.8
500	95.8	86.0	0.5	0.00	9.8
1000	92.7	82.5	0.5	0.00	10.2
2000	90.0	79.0	0.5	0.00	11.0
4000	83.2	71.5	0.5	0.00	11.7

Signaal: ruis
 Filter: Oktaaffilter
 Referentie nagalmtijd: 0,5 s

Isolatie-index I_{lu} : -41 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



PRAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

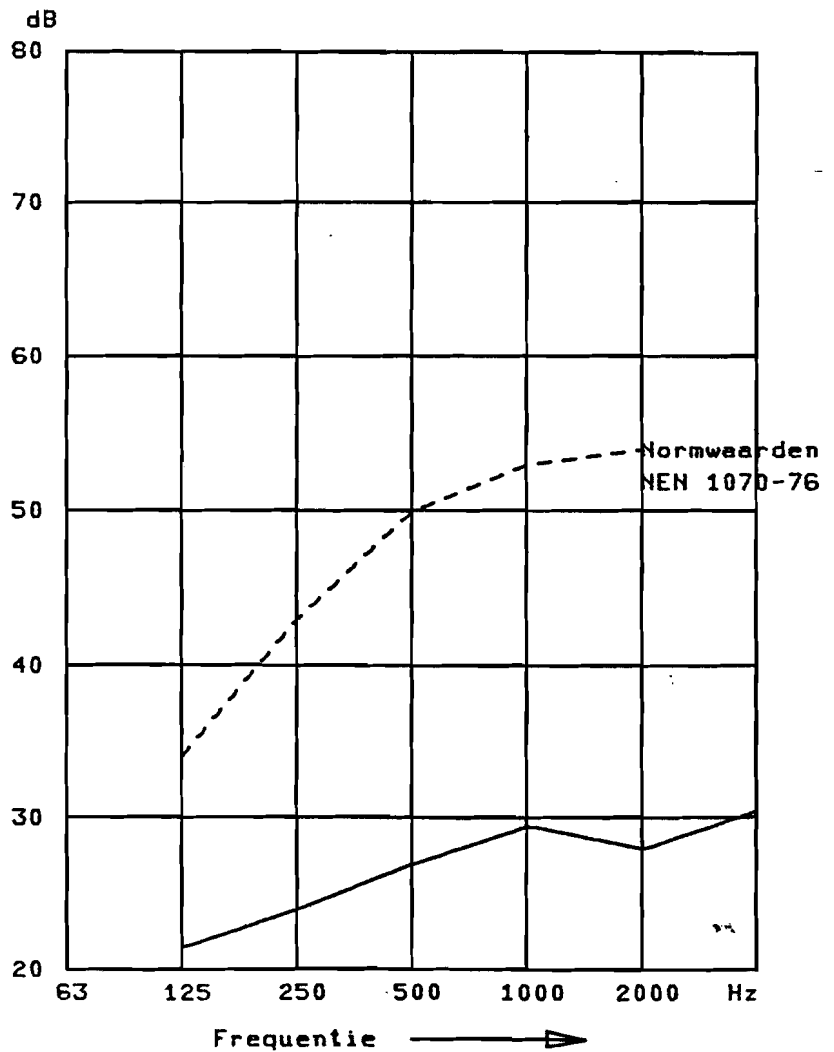
opdrachtnummer : 3
 object : gilze
 plaatsaanduiding: ruimte 6 naar ruimte 13

freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	75.0	53.5	0.5	0.00	21.5
250	82.0	58.0	0.5	0.00	24.0
500	86.0	59.0	0.5	0.00	27.0
1000	82.5	53.0	0.5	0.00	29.5
2000	79.0	51.0	0.5	0.00	28.0
4000	71.5	41.0	0.5	0.00	30.5

signaal: ruis
 filter: Oktaaffilter
 referentie nagelmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : -23 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

Opdrachtnummer : 4
 Objekt : gilze
 Plaatsaanduiding: ruimte 13 naar zaalpositie 11

Freq Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	53.5	53.5	2.3	6.63	6.6
250	58.0	53.0	2.5	6.99	12.0
500	59.0	51.0	2.5	6.99	15.0
1000	53.0	44.0	2.9	7.63	16.6
2000	51.0	35.5	2.3	6.63	22.1
4000	41.0	26.0	1.8	5.56	20.6

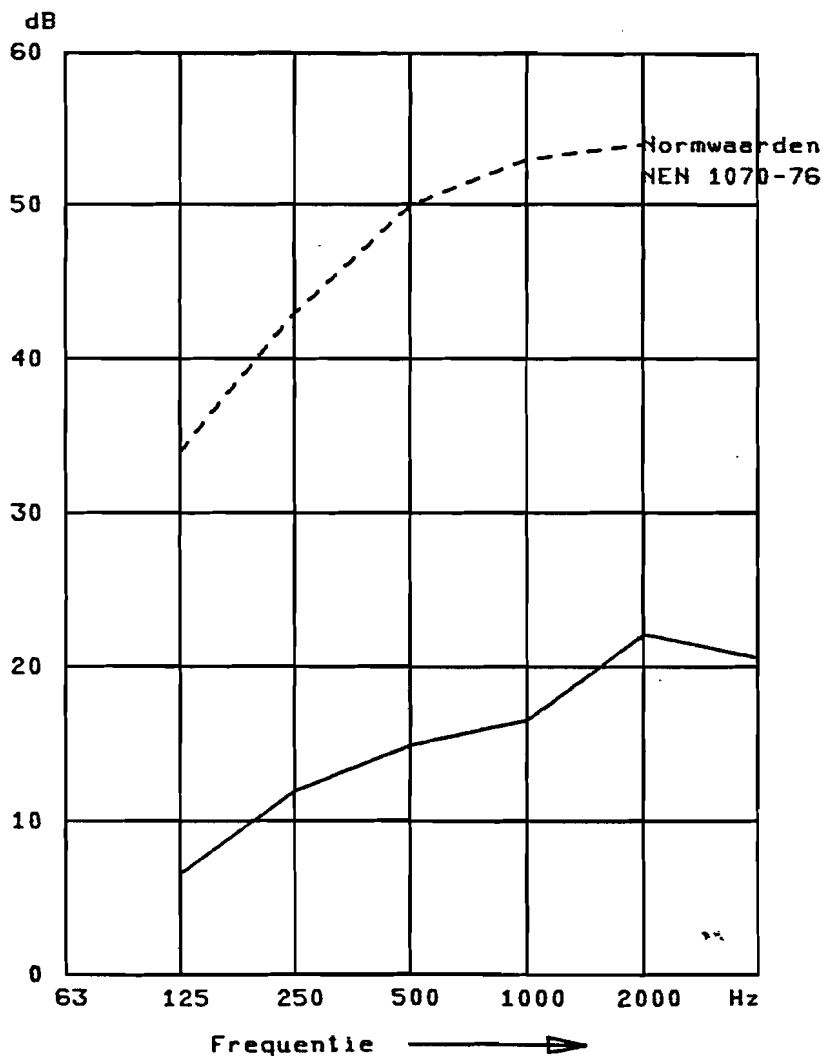
Signaal: ruis

Filter: Oktaaffilter

Referentie nagalmtijd: 0,5 s

Isolatie-index I_{lu} : -34 dB

Genormeerde
luchtgeluid-
isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

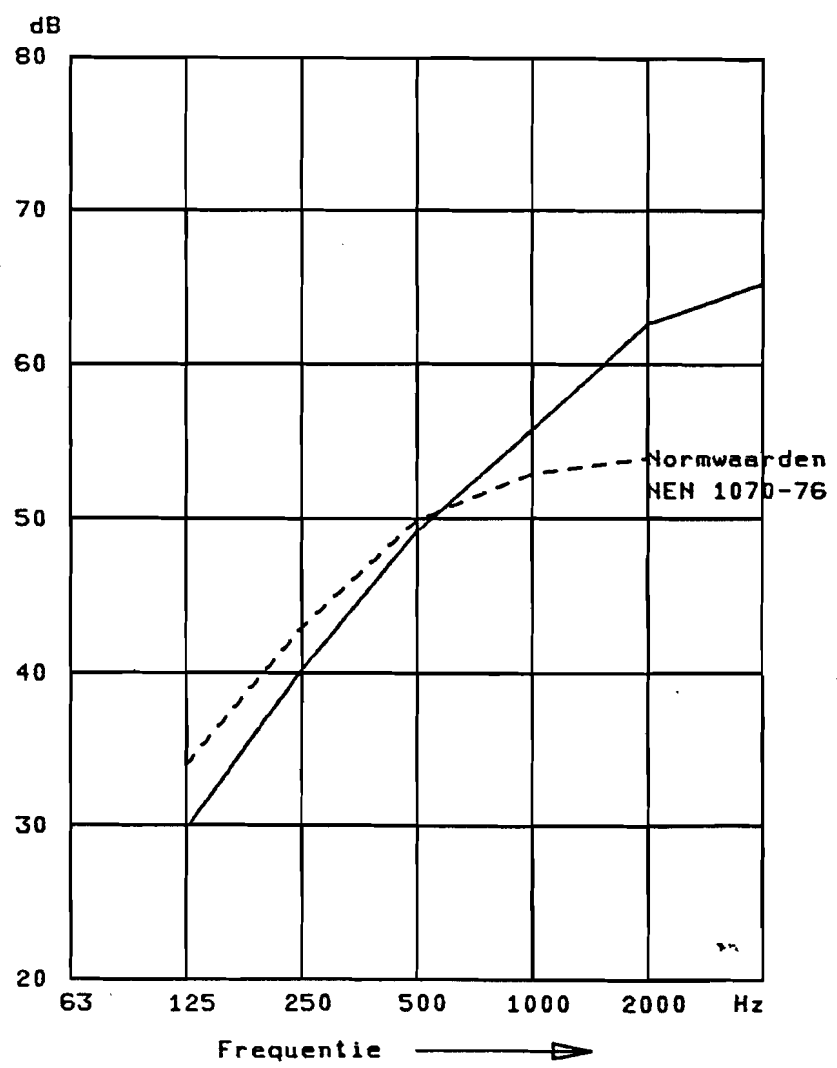
opdrachtnummer : 5
 object : gilze
 plaatsaanduiding: disco 4,5 naar podium 8,9

freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	82.5	59.3	2.3	6.63	29.8
250	90.8	57.5	2.5	6.99	40.3
500	95.8	53.5	2.5	6.99	49.3
1000	92.7	44.5	2.9	7.63	55.8
2000	90.0	34.0	2.3	6.63	62.6
4000	83.2	23.5	1.8	5.56	65.3

signaal: ruis
 filter: Oktaaffilter
 referentie nagelmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : -1 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

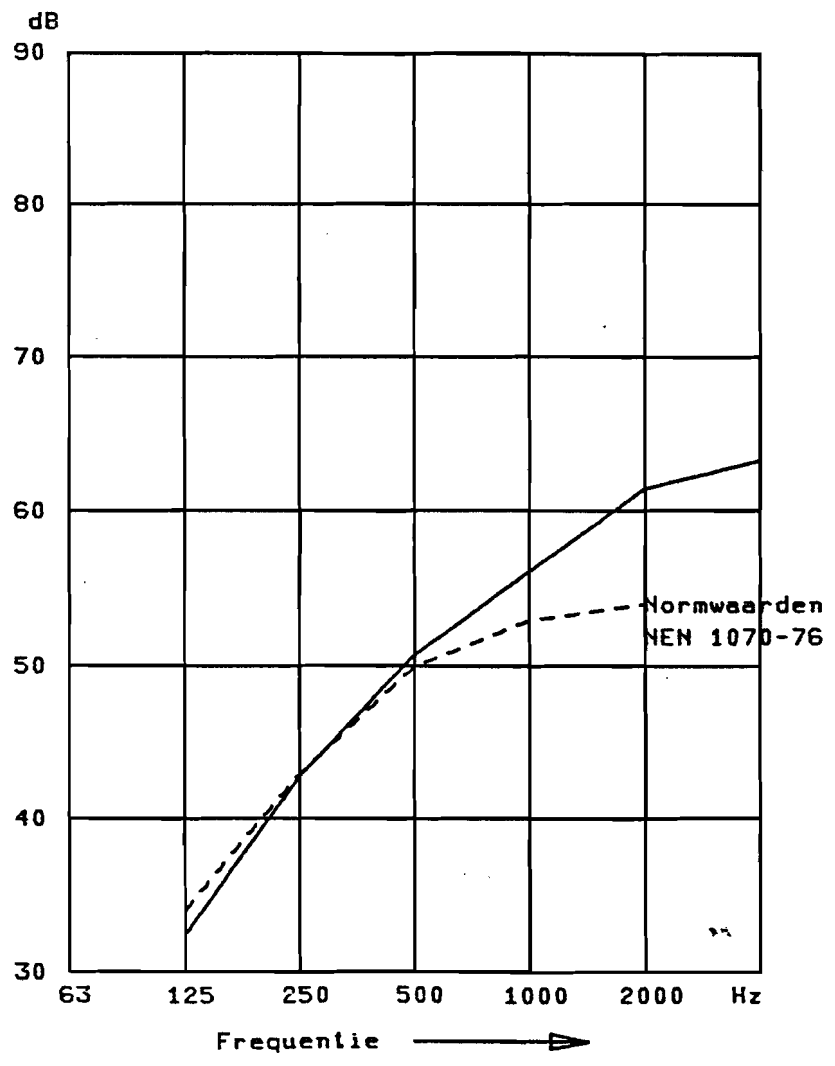
Opdrachtnummer : 6
 Object : gilze
 Locaatsaanduiding: disco 4,5 naar zaal positie 7-12

freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	82.5	56.7	2.3	6.63	32.4
250	90.8	54.9	2.5	6.99	42.9
500	95.8	52.0	2.5	6.99	50.8
1000	92.7	44.2	2.9	7.63	56.1
2000	90.0	35.1	2.3	6.63	61.5
4000	83.2	25.4	1.8	5.56	63.4

Signaal: ruis
 Filter: Oktaaffilter
 Referentie nagalmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : 1 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

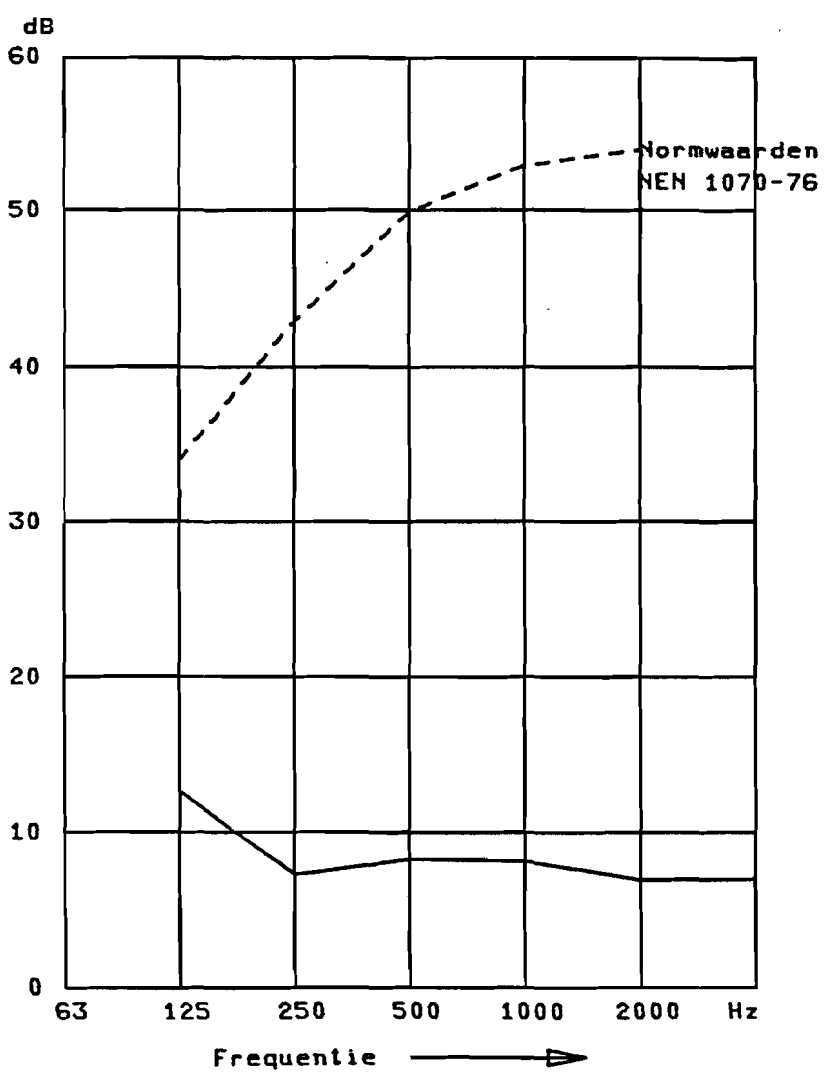
pdrachtnummer : 1, bron b
 bject : gilze
 laatste aanduiding: disco 4,5 naar disco 1,2,3

req Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	94.4	86.6	1.5	4.77	12.6
250	98.0	94.5	1.2	3.80	7.3
500	101.0	96.8	1.3	4.15	8.3
1000	98.4	94.7	1.4	4.47	8.2
2000	96.1	93.3	1.3	4.15	6.9
4000	89.4	86.5	1.3	4.15	7.0

signaal: ruis
 filter: Oktaaffilter
 referentie nagelmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : -44 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



Opdrachtnummer : 2,bron b
 Objekt : gilze
 Plaatsaanduiding: disco 4,5 naar ruimte 6

Freq Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	94.4	87.5	0.5	0.00	6.9
250	98.0	89.5	0.5	0.00	8.5
500	101.0	90.5	0.5	0.00	10.5
1000	98.4	87.5	0.5	0.00	10.9
2000	96.1	83.5	0.5	0.00	12.6
4000	89.4	77.0	0.5	0.00	12.4

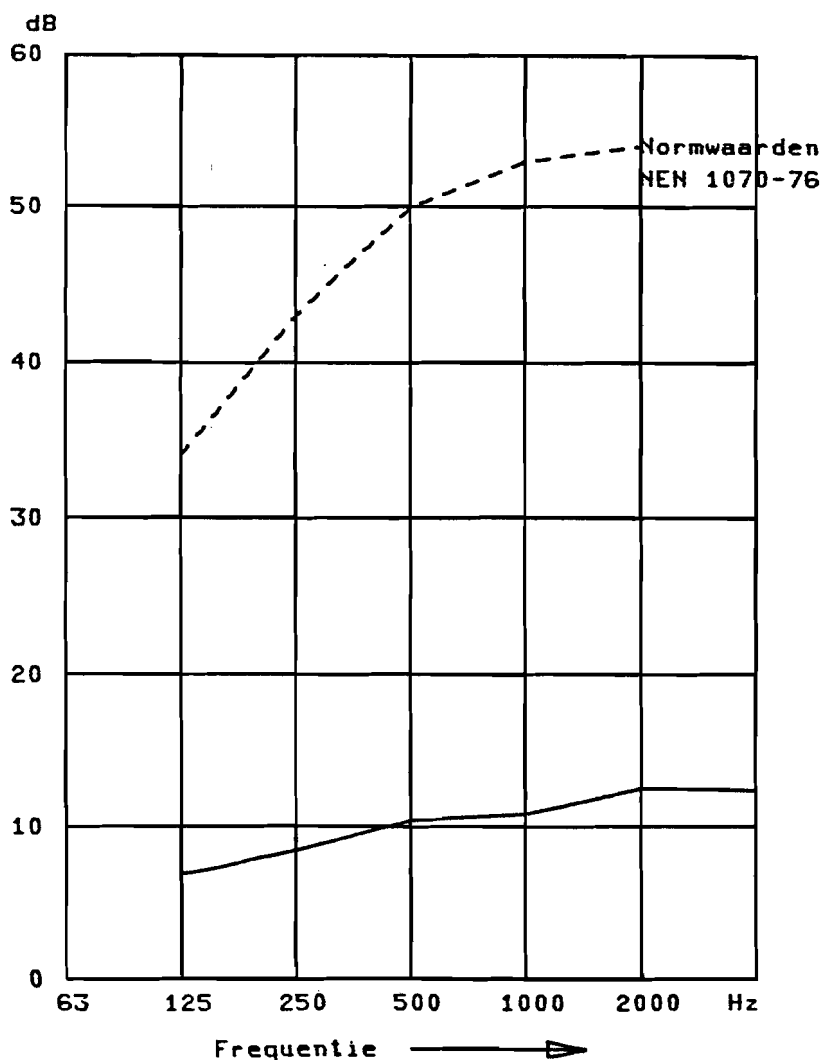
Signaal: ruis

Filter: Oktaaffilter

Referentie nagalmtijd: 0,5 s

Isolatie-index I_{lu} : -40 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



PRAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

Opdrachtnummer : 3, bron b
 Object : gilze
 Plaatsaanduiding: ruimte 6 naar ruimte 13

Freq Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(O) dB	D dB
125	87.5	61.0	0.5	0.00	26.5
250	89.5	63.0	0.5	0.00	26.5
500	90.5	63.5	0.5	0.00	27.0
1000	87.5	58.0	0.5	0.00	29.5
2000	83.5	55.0	0.5	0.00	28.5
4000	77.0	45.5	0.5	0.00	31.5

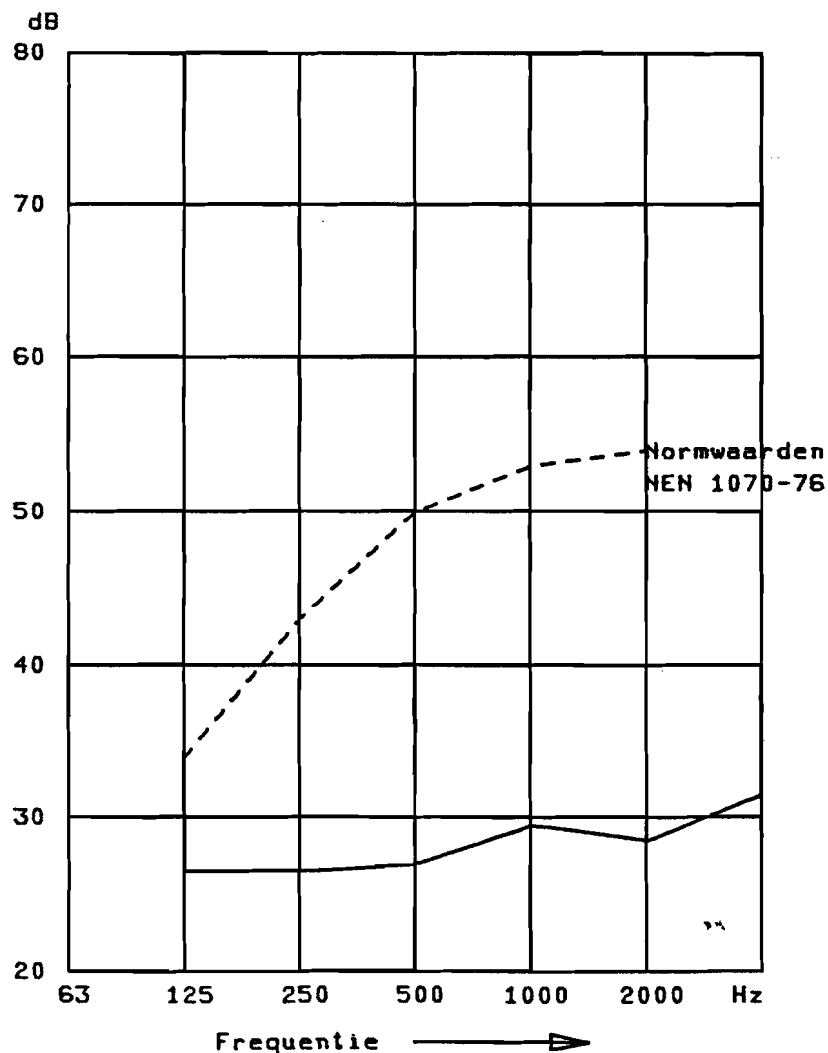
Signaal: ruis

Filter: Oktaaffilter

Referentie nagalmtijd: 0,5 s

Isolatie-index I_{lu} : -22 dB

Genormeerde
luchtgeluid-
isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGEUIDISOLATIEMETING

opdrachtnummer : 4, bron b
 object : gilze
 plaatsaanduiding: ruimte 6 naar zaalpositie 11

freq Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(O) dB	D dB
125	61.0	63.0	2.3	6.63	4.6
250	63.0	58.0	2.5	6.99	12.0
500	63.5	55.0	2.5	6.99	15.5
1000	58.0	48.5	2.9	7.63	17.1
2000	55.0	40.0	2.3	6.63	21.6
4000	45.5	31.0	1.8	5.56	20.1

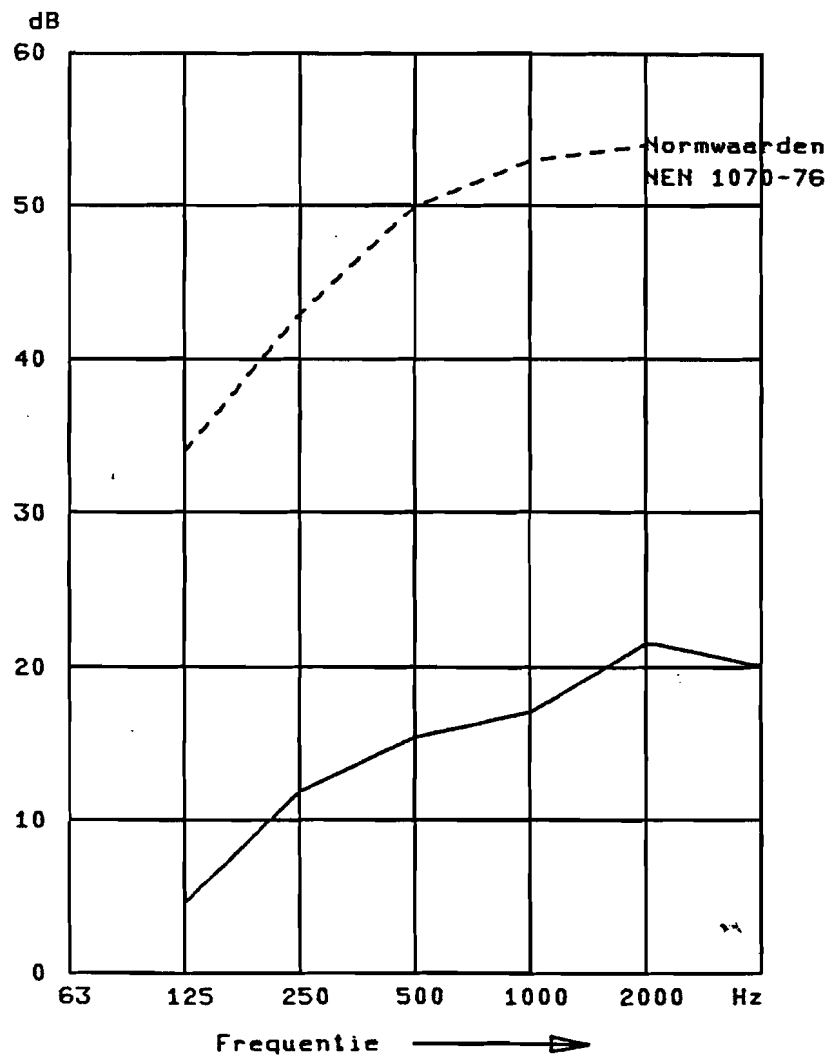
signaal: ruis

filter: Oktaaffilter

referentie nagalmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : -33 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

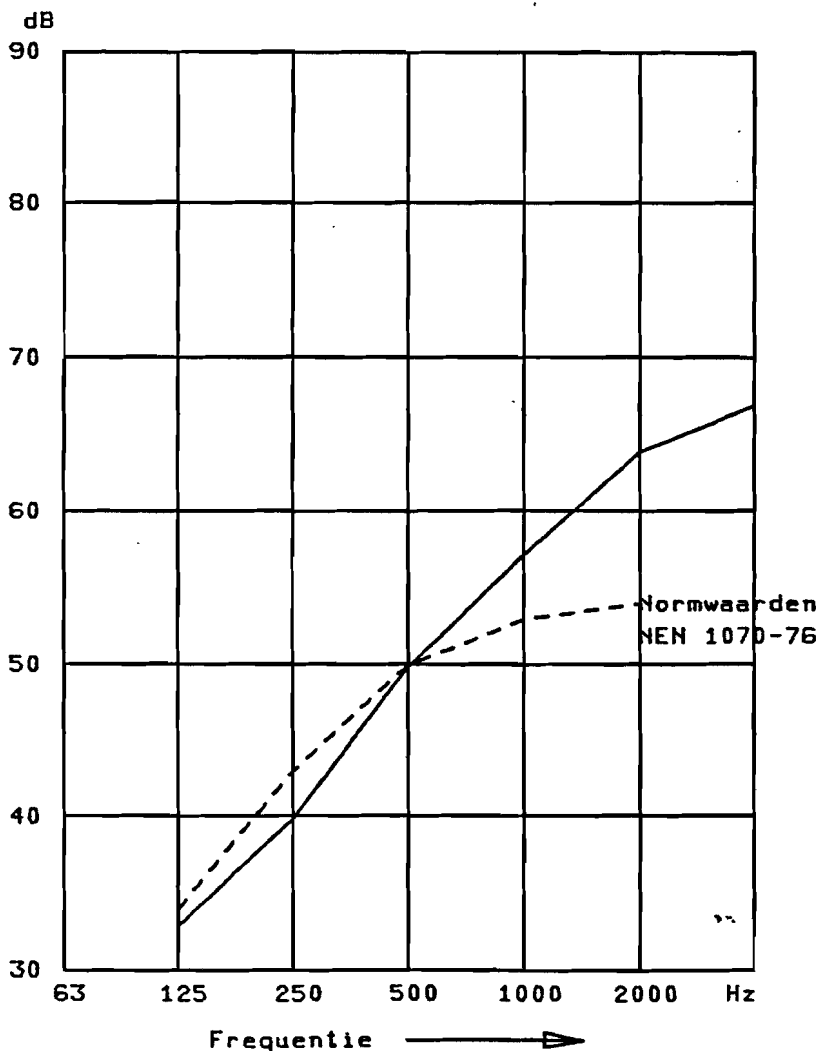
drachtnummer : 5, bron b
 jekt : gilze
 zaatsaanduiding: disco 4,5 naar podium 8,9

freq Hz	L(Z) dB	L(D) dB	T s	C(D) dB	D dB
125	94.4	68.1	2.3	6.63	32.9
250	98.0	65.1	2.5	6.99	39.9
500	101.0	58.1	2.5	6.99	49.9
1000	98.4	48.8	2.9	7.63	57.2
2000	96.1	38.8	2.3	6.63	63.9
4000	89.4	28.0	1.8	5.56	67.0

signaal: ruis
 filter: Oktaaffilter
 referentie nagalmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : 0 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



RAKTIJK LUCHTGELUIDISOLATIEMETING

opdrachtnummer : 6, bron b
 object : gilze
 plaatsaanduiding: disco 4,5 naar zaal positie 7-12

freq Hz	L(Z) dB	L(O) dB	T s	C(O) dB	D dB
125	94.4	65.4	2.3	6.63	35.6
250	98.0	62.1	2.5	6.99	42.9
500	101.0	56.6	2.5	6.99	51.4
1000	98.4	49.2	2.9	7.63	56.8
2000	96.1	39.6	2.3	6.63	63.1
4000	89.4	30.3	1.8	5.56	64.7

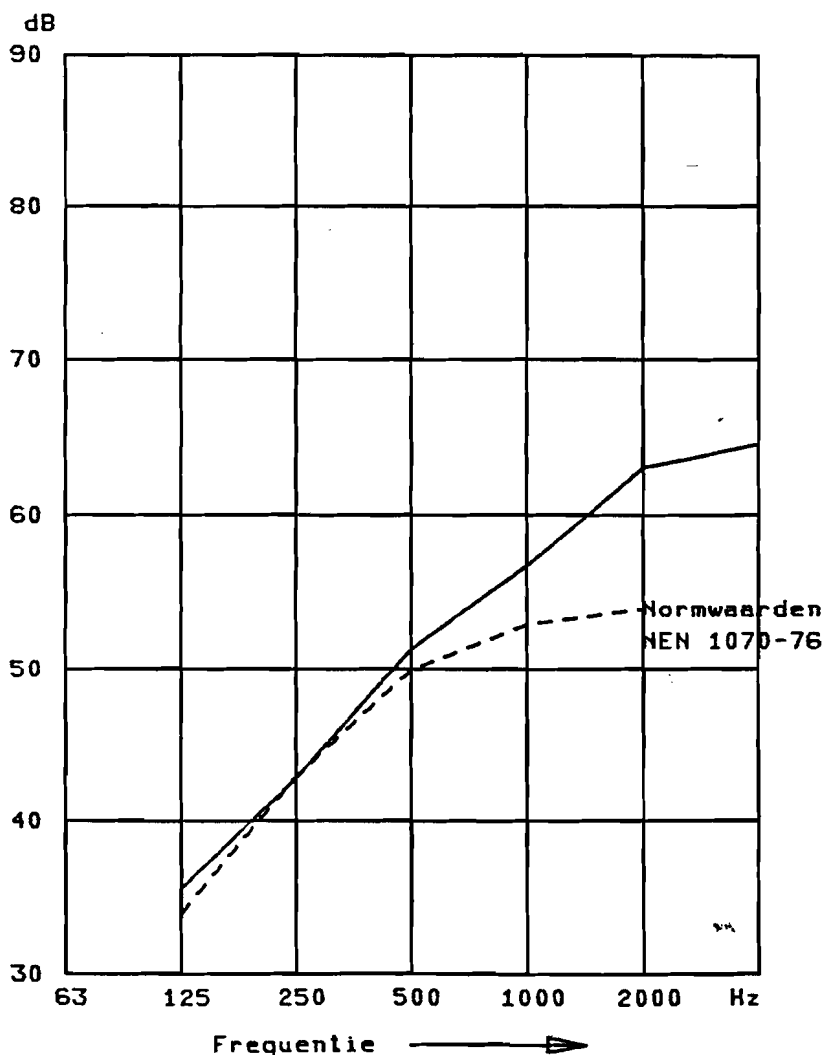
signaal: ruis

filter: Oktaaffilter

referentie nagalmtijd: 0,5 s

isolatie-index I_{lu} : 3 dB

Genormeerde
 luchtgeluid-
 isolatie (D_{nT})



8.5 berekeningen

De berekeningen zijn onderverdeeld in de volgende paragrafen:

- 8.5.1 podiumvloer en steenswand : directe geluidtransmissie
- 8.5.2 halletje : omloopgeluid , indirecte geluidtransmissie
- 8.5.3 ventilatiekanael : omloopgeluid , indirecte geluidtransmissie
- 8.5.4 flankerende geluidoverdracht : indirecte geluidtransmissie

8.5.1 berekening podiumvloer en steenswand (zie ook lit.5 hoofdstuk 3)

1 podiumvloer

De constructie is opgebouwd volgens figuur 2 paragraaf 4.2.2. Dit betekent: een betonvloer van 200 mm dik, daaronder 2 * 12.5 mm gipskartonplaat op een spouw van 75 mm, gevuld met 50 mm steenwol.

*gipskarton : $d = 0,025$ m
 $fg * d = 35,5$ Hzm $fg = 1420$ Hz
 $m = 30$ kg/m² $f1 = 500$ Hz
 $R_{plateau} = 35$ dB

isolatiewaarden per tertsbands:

terts	R dB	terts	R dB	terts	R dB
100	21	400	33	1600	36
125	23	500	35	2000	38
160	25	630	35	2500	40
200	27	800	35	3150	43
250	29	1000	35	4000	45
315	31	1250	35	5000	47

isolatiewaarden per octaafband:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
R	23	29	35	35	38	45	dB

*beton : $d = 0,200$ m
 $fg * d = 17,3$ Hzm $fg = 100$ Hz
 $m = 500$ kg/m² $f1 = 20$ Hz
 $R_{plateau} = 29$ dB
 $dR_{plateau} = 20$ lg $200/70 = 17$ dB

isolatiewaarden per tertsbands:

terts	R dB	R+dR dB	terts	R dB	R+dR dB
100	29	46	800	50	50
125	31	46	1000	52	52
160	33	46	1250	54	54
200	36	46	1600	57	57
250	38	46	2000	59	59
315	40	46	2500	61	61
400	43	46	3150	64	64
500	45	46	4000	66	66
630	47	47	5000	68	68

isolatiewaarden per octaaf:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
R	46	46	46	52	59	66	dB

*nu gipskarton, beton en steenwol samenstellen ; zonder koppelingen

$$F_0 = \frac{60}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}} = \frac{60}{\sqrt{0,075}} \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{500}} = 41 \text{ Hz}$$

α van 50 mm steenwol uit lit.3 pag 80

octaaf band	R1 gips	R2 beton	t1 gips	t2 beton	α	t1+t2+ α	R1+R2+10lg (t1+t2+ α)
125	23	46	0,005	<< α	0,20	0,21	62
250	29	46	<< α	<< α	0,53	0,53	72
500	35	46	<< α	<< α	0,74	0,74	80
1000	35	52	<< α	<< α	0,78	0,78	86
2000	38	59	<< α	<< α	0,75	0,75	96
4000	45	66	<< α	<< α	0,77	0,77	110
[Hz]	[dB]	[dB]	[-]	[-]	[-]	[-]	[dB]

2 steenswand

De constructie is opgebouwd volgens figuur 3, paragraaf 4.2.2. Dit betekent: een steenswand met een voorzetwand bestaande uit 2 * 12,5 mm gipskartonplaat op een vrijstaand regelwerk op 150 mm spouw, gevuld met 100 mm steenwol.

*gipskarton (zie 1 betonvloer)

isolatiewaarden per octaafband:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
R	23	29	35	35	38	45 dB

*steenswand

d = 0,22 m

fg * d = 21,4 Hzm

fg = 100 Hz

m = 440 kg/m²

f1 = 20 Hz

Rplateau = 30 dB

dRplateau = 20 lg 440/70 = 16 dB

isolatiewaarden per tertsbands:

terts	R dB	R+dR dB	terts	R dB	R+dR dB
100	30	46	800	51	51
125	32	46	1000	53	53
160	34	46	1250	55	55
200	37	46	1600	58	58
250	39	46	2000	60	60
315	41	46	2500	62	62
400	44	46	3150	65	65
500	46	46	4000	67	67
630	48	48	5000	69	69

isolatiewaarden per octaafband:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000 Hz
R	46	46	46	53	60	67 dB

*nu gipskarton, steenswand en steenwol samenstellen, zonder koppelingen

$$F_0 = \frac{60}{\sqrt{d}} \sqrt{\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2}} = \frac{60}{\sqrt{0,15}} \sqrt{\frac{1}{30} + \frac{1}{440}} = 30 \text{ Hz}$$

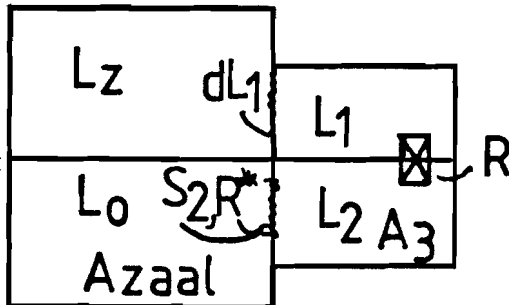
α van 100 mm steenwol uit lit.3 pag 80

octaaf band	R1 gips	R2 wend	t1 gips	t2 wand	α	t1+t2+ α	R1+R2+10lg (t1+t2+ α)
125	23	46	0,005	<< α	0,68	0,69	67
250	29	46	<< α	<< α	0,84	0,84	74
500	35	46	<< α	<< α	0,82	0,82	80
1000	35	43,53	<< α	<< α	0,78	0,78	87
2000	38	60	<< α	<< α	0,75	0,75	97
4000	45	67	<< α	<< α	0,77	0,77	111
[Hz]	[dB]	[dB]	[-]	[-]	[-]	[-]	[dB]

8.5.2 berekening halletje : omloopgeluid

De nieuwe constructie is opgebouwd volgens figuur 6 paragraaf 4.3.2. Deze sluisconstructie bestaat uit twee deuren waarbij in de tussenruimte van de sluis op de wanden en plafond absorptiemateriaal is aangebracht.

schematekening voor het geluid

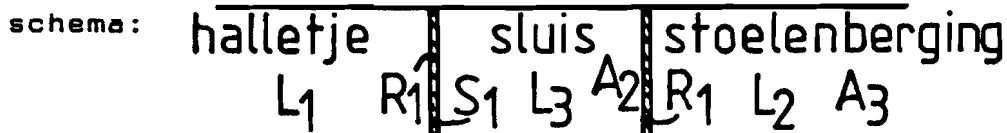


$dL1$: geluidreductie door houten panelen.
 R^* : geluidisolatie van de nooddeur. We nemen aan $R^* = 0$ dB. Dit is een veilige aanname, want in de praktijk zal R^* snel 5 à 10 dB zijn.
 R : geluidisolatie van de gehele sluis.

L_o kan als volgt worden bepaald:

- L_z naar L_1 : reductie met $dL1$
- L_1 naar L_2 : isolatie R in rekening brengen
- L_2 naar L_o : oppervlakte van de nooddeur en de zaalabsorptie in rekening brengen.

* bepaling van geluidisolatie R . (zie figuur 6)



$$L_3 = L_1 - R_1 + 10 \lg S_1/A_2$$

$$L_2 = L_3 - R_1 + 10 \lg S_1/A_3$$

$$L_2 = L_1 - 2 * R_1 + 10 \lg (S_1 * S_1 / A_2 * A_3) \quad (a)$$

verder geldt:

$$L_1 = L_z - dL1$$

$$L_o = L_2 - R^* + 10 \lg S_2/A_{zaal}$$

$$L_o = L_z - L_1 - dL1 + L_2 - R^* + 10 \lg S_2/A_{zaal} \quad (b)$$

a en b combineren levert op:

$$L_o = L_z - dL1 - R^* - 2 * R_1 + 10 \lg (S_1 * S_1/A_2 * A_3) + 10 \lg S_2/A_{zaal}.$$

- L_o : geluiddrukkniveau in zaal [dB]
- L_z : geluiddrukkniveau in discotheek [dB]
- $dL1$: geluidreductie door houten panelen [dB]
- R^* : geluidisolatie van nooddeur [dB]
- R_1 : geluidisolatie van 40 mm massief spaanplaat deur [dB]
- S_1 : oppervlak van deur [m²]
- A_2 : totale absorptie in de sluis [m²]

8.5.3 berekening omloopgeluid via ventilatiekanaal

De bijdrage van het omloopgeluid via het ventilatiekanaal op het totale geluidsdrukkniveau in het ontvangvertrek verminderen we door de kanaalwand aan de buitenzijde te bekleden zoals aangegeven in figuur 4 en door in de verticale gedeelten van het ventilatiesysteem dempers aan te brengen zoals aangegeven in figuur 10. De voor deze berekening benodigde formules zijn reeds vermeld in 4.4.1.

$$L_w = L_p(\text{disco}) - R + 10 \lg(S_k / 2)$$

L_w wordt door allerlei factoren verminderd tot L_w' en vervolgens geldt:

$$L_p(\text{zaal}) = L_w' + 10 \lg(4 / A)$$

Allereerst bepalen we de wandisolatie R :

De bekleding bestaat uit 50 mm steenwol met aan weerszijde 12.5 mm gipskartonplaat. (zie figuur 4)

*gipskarton $d = 0,0125$ m
 $f_g * d = 35,5$ Hzm $f_g = 2840$ Hz
 $f_1 = 2840/2,9 = 1000$ Hz
 $m = 15$ kg/m² per plaat $R_{\text{plateau}} = 35$ dB

isolatiewaarden per octaaf:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
R	17	23	29	35	35	39	dB

*nu de twee gipskartonplaten en steenwol samenstellen:

octaaf	2 * R	2 * t	α	2t + α	2R + 10 lg(2t + α)
125	34	0,04	0,20	0,24	28
250	46	0,01	0,53	0,54	43
500	58	<< α	0,74	0,74	57
1000	70	<< α	0,78	0,78	69
2000	70	<< α	0,75	0,75	69
4000	78	<< α	0,77	0,77	77
[Hz]	[dB]	[-]	[-]	[-]	[dB]

We bepalen nu L_w :

S_k : oppervlakte van het ventilatiekanaal,
dat geluid opvangt: $S_k = 10$ m².

octaaf	$L_p(\text{disco})$	R	10 lg $S_k/2$	L_w
125	92,0	28	7	71,0
250	93,0	43	7	57,0
500	92,0	57	7	42,0
1000	89,0	69	7	27,0
2000	90,2	69	7	28,2
4000	91,7	77	7	21,7
[Hz]	[dB]	[dB]	[dB]	[dB]

Het opgevangen geluidvermogeniveau L_w wordt gereduceerd door verschillende typen demping (zie 4.4.1). Deze totale demping bedraagt dan:

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000 [Hz]
demping in recht kanaal	2	1	-	-	-	- [dB]
demping door 2 bochten	0	12	16	8	6	6 [dB]
demping door inblazen	2	-	-	-	-	- [dB]
demping door dempers	19	31	40	40	40	40 [dB]
totale demping	23	44	56	48	46	46 [dB]

Deze getallen komen uit lit.6 t.w.

demping in recht kanaal:tabel 6

demping in bochten :tabel 10

demping door inblazen :figuur 17

De demping door de kulissendempers staat vermeld in tabel 17 paragraaf 4.2.2 van dit rapport.

Vervolgens kunnen we uit deze gegevens de bijdrage van het omloopgeluid door het ventilatiekanaal tot de totale geluiddrukkniveau in het ontvangvertrek berekenen.

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000 [Hz]
L_w	71,0	57,0	42,0	27,0	28,2	21,7 [dB]
demping	23,0	44,0	56,0	48,0	46,0	46,0 [dB]
L_w'	48,0	13,0	-	-	-	- [dB]

octaaf	125	250	500	1000	2000	4000 [Hz]
L_w'	48,0	13,0	-	-	-	- [dB]
A	138	127	127	109	138	176 [m ²]
$10 \lg 4/A$	-15	-15	-15	-14	-15	-16 [dB]
$L_p(\text{zaal}) = L_o$	33,0	-	-	-	-	- [dB]

8.5.4 flankerende geluidoverdracht

De invloed van de flankerende overdracht op het geluiddruk-niveau in het ontvangvertrek is twee maal berekend. Eenmaal voor de oude ongewijzigde situatie en eenmaal voor de situatie waarbij de verbeteringsvoorstellen zijn uitgevoerd. De resultaten zijn in deze volgorde hierna weergegeven. De R-waarden voor vlak 5 evenals de delta-R waarden voor een voorzetwand zijn hierbij met de hand ingevoerd.

K L M N

verbindingdemping

scheiding-scheiding

lan-flan

lan-scheiding

scheiding-flan

type verbinding

pannendak

lakplaat-pan

IV-pannen

abs.mat.spouw

abs.mat.boven muur

dB

dB

dB

dB

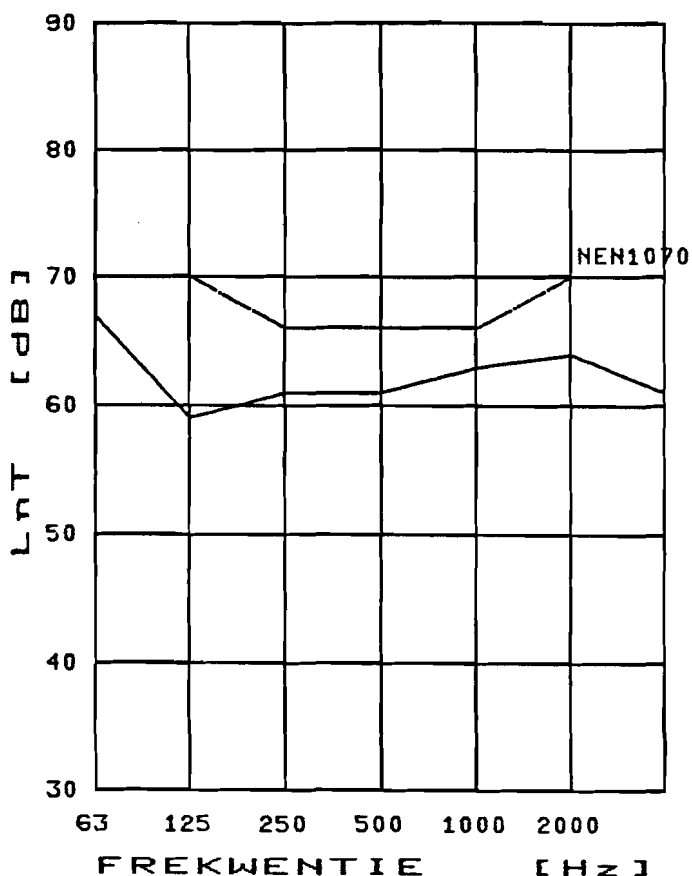
-1 -1 -1 -6

m

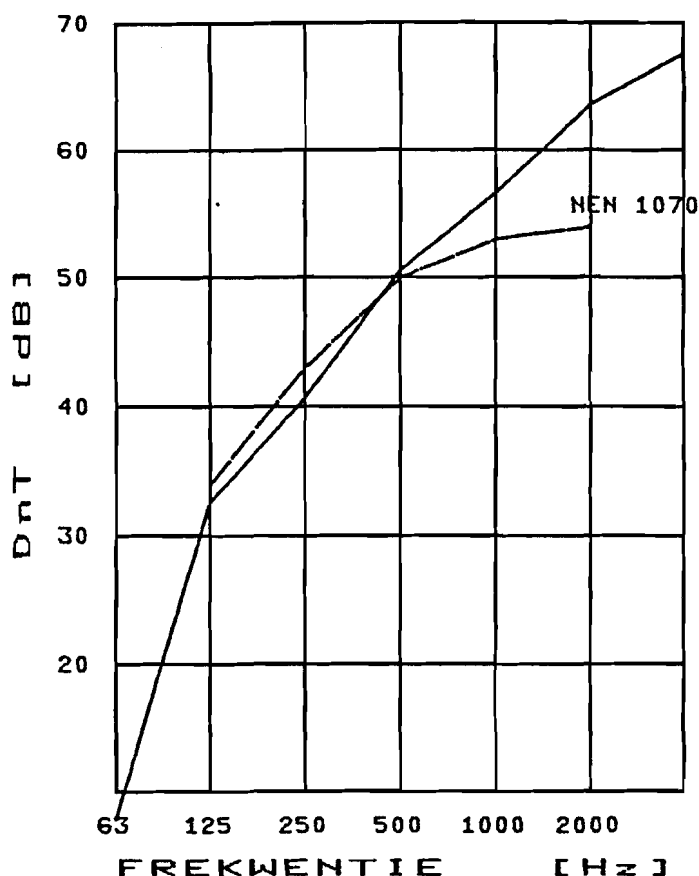
dB

Contactgeluid

luchtgeluidisolatie



I-co= 6 dB



Ilu= 0 dB

Lnt [dB]

66.5 59.4 60.6 60.9 63.1 63.8 60.8

Dnt per weg [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000
direkt	7.8	32.8	40.8	50.8	56.8	63.8	67.8
via K	50.7	66.2	73.4	81.5	87.2	84.5	87.6
via L	37.4	56.6	64.0	71.7	78.3	85.7	90.8
via M	50.7	66.2	73.4	81.5	87.2	84.5	87.6
via N	40.2	52.1	57.5	66.1	73.5	80.4	86.0
totaal	7.8	32.7	40.7	50.6	56.7	63.6	67.6

R vlakken [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000
S	0.0	25.0	33.0	43.0	49.0	56.0	60.0
A	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
B	30.2	34.9	37.1	39.1	46.8	55.4	62.9
C	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
D	29.8	38.0	39.5	48.2	56.4	63.8	70.4
E	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
F	44.6	51.2	59.6	66.9	73.4	78.9	83.4
G	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
H	42.3	44.6	53.9	61.8	68.8	74.9	80.0

Verbindingsdemping
500 HZ [dB]

	sch-sch	fl-fl	fl-sch	sch-fl
K	1000.0	32.7	17.4	17.4
L	1000.0	6.1	11.6	11.6
M	1000.0	32.7	17.4	17.4
N	1000.0	3.0	18.8	18.8

K L M N

verbindingsdemping
scheiding-scheiding
flan-flan
flan-scheiding
scheiding-flan
type verbinding
pannedak
dakplaat-pan
DV-pannen
abs.mat.spouw
abs.mat.boven muur

-1 -1 -1 -6

dB
dB
dB
dB

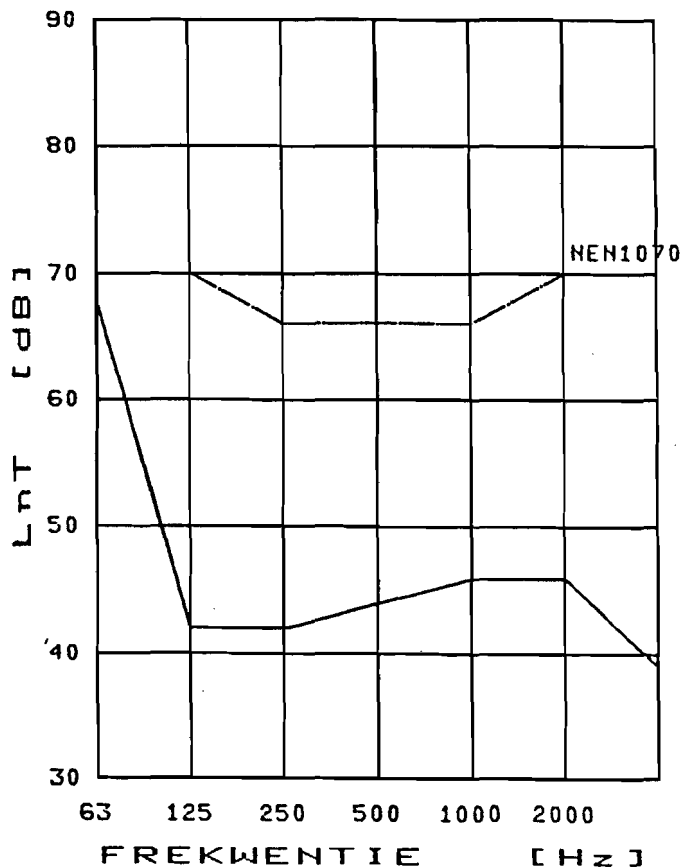
m
dB

PROJEKTOMSCHRIJVING

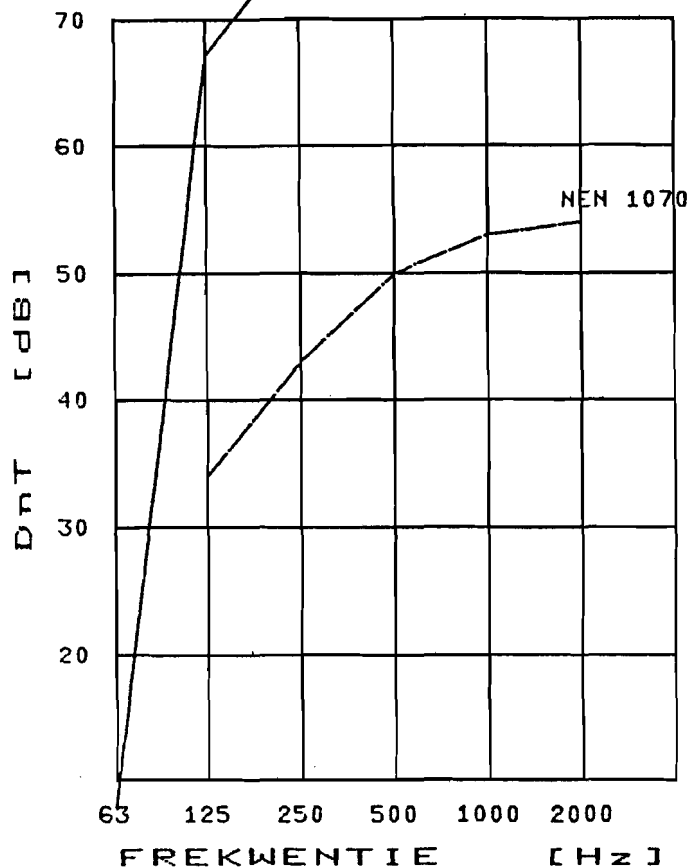
DE SCHAKEL TE GILZE

Contaktgeluid

luchtgeluidisolatie



I-co= 23 dB



Ilu= 37 dB

LnT [dB]

67.6 42.2 42.5 43.8 46.0 45.8 39.4

DnT per weg [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000
direkt	7.8	69.8	79.8	87.8	93.8	103.8	117.8
via K	53.6	87.7	95.8	102.9	108.6	113.3	116.6
via L	37.7	76.1	85.5	93.3	99.5	107.3	116.6
via M	53.6	87.7	95.8	102.9	108.6	113.3	116.6
via N	39.8	72.4	80.8	89.9	97.1	105.8	116.2
totaal	7.8	67.2	76.5	84.9	91.3	98.9	108.1

R vlakken [dB]

	63	125	250	500	1000	2000	4000
S	0.0	62.0	72.0	80.0	86.0	96.0	110.0
A	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
B	32.8	40.7	42.4	49.7	57.8	64.8	70.8
C	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
D	29.8	38.0	39.5	48.2	56.4	63.8	70.4
E	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
F	44.6	51.2	59.6	66.9	73.4	78.9	83.4
G	16.7	22.9	29.2	35.4	40.8	28.4	30.5
H	42.3	44.6	53.9	61.8	68.8	74.9	80.0

Verbindingsdemping
500 HZ [dB]

	sch-sch	fl-fl	fl-sch	sch-fl
K	1000.0	38.7	20.3	20.3
L	1000.0	7.7	11.0	11.0
M	1000.0	38.7	20.3	20.3
N	1000.0	3.0	18.3	18.3

8.6 voorbeeld discotheek te Tilburg

In deze bijlage is een artikel uit het tijdschrift geluid en omgeving van september 1987 opgenomen. Hierin wordt beschreven hoe een geluidprobleem van een discotheek werd aangepakt. Hieruit blijkt ook dat het verbeteren van de geluidisolatie meestal geen eenvoudige zaak is.

"HET NOORDERLIGT SCHIJNT WEER"

Perikelen rond een poptempel

N.H.J. JANSSEN EN A.J.G. KLOMP*

In het jaar 1984 nam de Stichting Noorderligt Theater de voormalige bioscoop Noorderlicht in Tilburg in gebruik als sociaal-cultureel jongerencentrum. Al snel werd 't Noorderligt als poptempel in het zuiden van Nederland een begrip. Minder begrip was er, wanneer het ging om de geluidsoverlast. In een in Geluid en Omgeving van september 1986 gepubliceerde uitspraak van de waarnemend Voorzitter van de Afdeling voor de Geschillen van Bestuur van de Raad van State wordt geopperd dat het afdoen de isoleren van Theater Noorderligt wellicht niet mogelijk is. De praktijk heeft anders uitgewezen; na het treffen van geluidbeperkende maatregelen konden op 5 september 1986 de deuren weer geopend worden.

ca. 15 m afstand bestaande woningen (Superior de Beerstraat), terwijl er in het bestemmingsplan voorzien is in nieuwbouw woningen over 4 bouwlagen op ca. 10 m afstand in diezelfde straat.

Al snel na de ingebruikname van het theater kwamen er bij de gemeente Tilburg – die inmiddels een hinderwetvergunning had afgegeven – klachten binnen over geluidsoverlast tijdens optredens en vooral tengevolge van het laden en lossen van apparatuur voor en na optredens. Na onderzoek moest de gemeente erkennen dat de klachten terecht waren. Daar afdoende maatregelen van gemeentewege echter uitbleven verenigden de buurtbewoners zich en probeerden zij via de Raad van State sluiting van 't Noorderligt af te dwingen. De gemeente zag zich dientengevolge alsnog genoodzaakt maatregelen te nemen, om te voorkomen dat het door de gemeente gesubsidieerde theater niet eens haar eenjarig

Historie

Na het sluiten van een Tilburgse bioscoop enkele jaren daarvoor aan de Veldhovenring 79 gingen op 1 februari 1984 de deuren van dit gebouw opnieuw voor het publiek open. Nu echter niet meer als bioscoop "Noorderlicht" maar als jongerencentrum "Theater Noorderligt". Het pand was door het gemeentebestuur van Tilburg, tezamen met een leuke startsubsidie aan de Stichting Noorderligt Theater beschikbaar gesteld ten behoeve van het jongeren-werk. Al vrij snel bleek het gebruik van de oude bioscoopzaal voor live-popmuziek voor een ongeveer 1000-koppig publiek de belangrijkste activiteit binnen 't Noorderligt te vormen, iets waarmee

poptempel

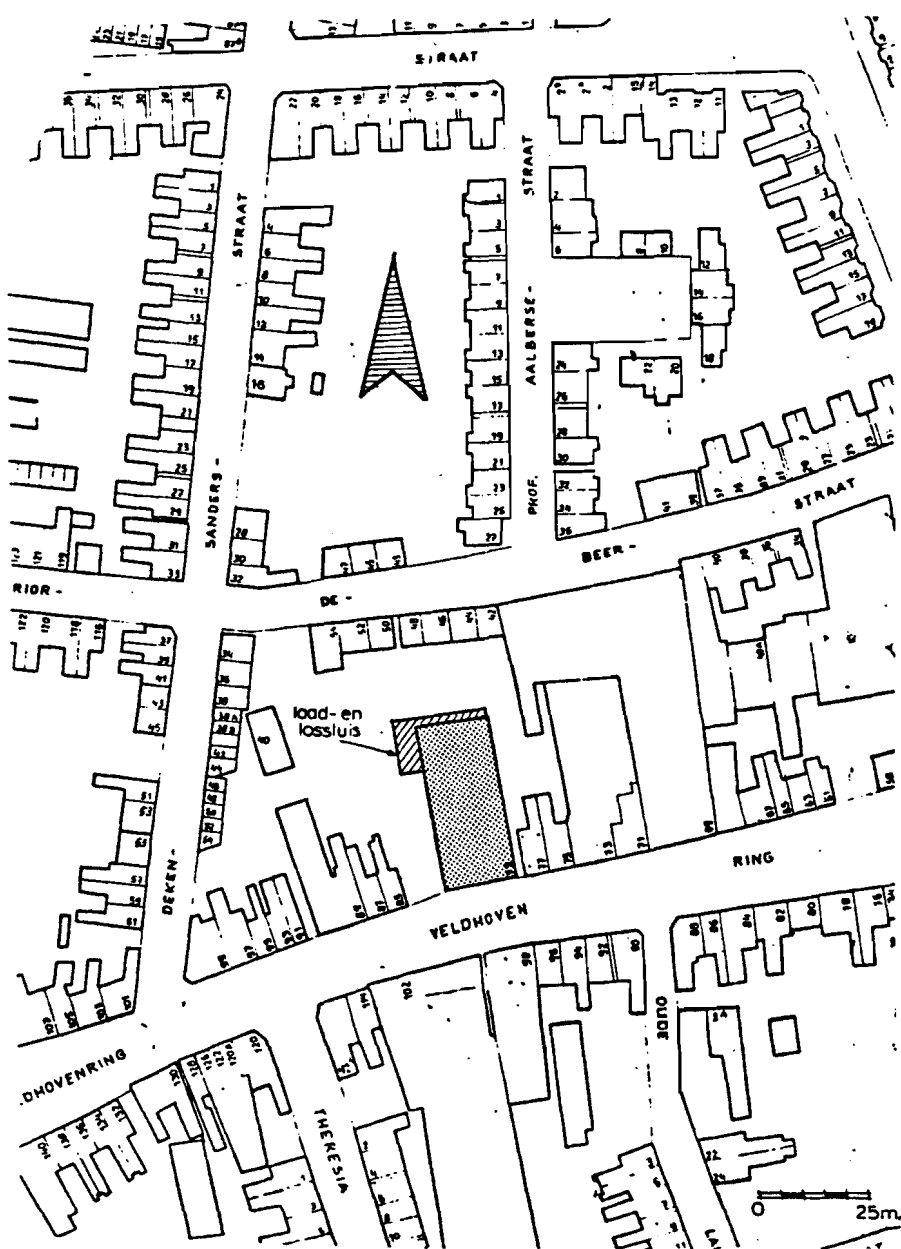
door het gemeentebestuur bij de toewijzing waarschijnlijk geen rekening was gehouden. De geluidisolatie van de gebouwschil bleek voor de gepresenteerde live-popmuziek helaas onvoldoende (buurman: "vroeger konden we de filmprojector horen lopen"), hetgeen al snel leidde tot geluidproblemen in de omgeving.

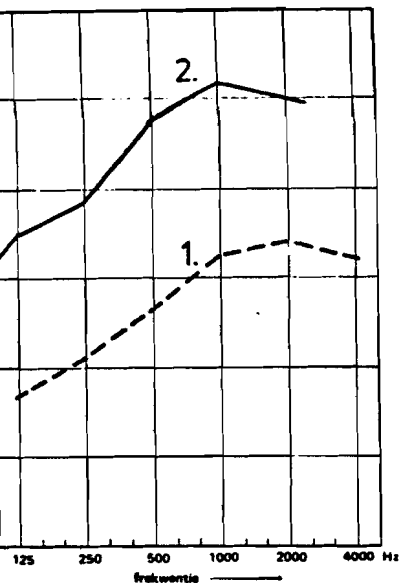
Het gebouw dat dateert van 1960 is gesitueerd binnen een woonwijk (zie figuur 1), waarbij aan een zijde aanpandig een gebouw gelegen is, dat op de begane grond een rijwielhandel huisvest – van de zaal gescheiden door een inrit – en op de eerste en tweede verdieping een bedrijfswoning.

Aan de achterzijde van de zaal liggen op

* Ing. N.H.J. Janssen en A.J.G. Klomp vervullen beide de functie van bouwakoestisch medewerker binnen het Adviesbureau Peutz & Associés B.V. te Nijmegen.

Figuur 1: Situatie aan de Veldhovenring te Tilburg





Figuur 2: Gemeten geluidniveaureductie van gevel Theater Noorderligt in bestaande toestand na aanbrengen voorzetwand

aan zou halen. Er werden – voorlopig – beperkingen in het gebruik van het theater gelegd: na 23.00 uur geen live-optredens en het verplicht gebruiken van een geluidsgrenzer (uitspraak Wnd. Vz. Afd. Gevelen van Bestuur G05.84.10063, Tilburg). Door deze beperkingen ontstond voor 't Noorderligt echter een onwerkbaar probleem, zodat andermaal – nu om exploitatieredenen – sluiting dreigde. In overleg met de gemeente werd toen besloten, alvorens over een definitieve sluiting te beslissen eerst nog eens na te gaan of niet een isolatie- en beheersplan opgesteld kon worden waarmee aan de geluidnormen uit de Wetvergunning kon worden voldaan. De gemeente verklaarde zich daarbij bereid een aanvraag tot subsidiëring van de financiële afdoende maatregelen welwillend te zullen overwegen, om te werken 't Noorderligt, dat duidelijk in een behoefte voorziet, te behouden.

Onderzoek

Alvorens op basis van de toezeggingen van de gemeente Tilburg een gefundeerde subsidie-aanvraag kon worden gedaan, moest eerst worden aangetoond dat de gevende geluidbeperkende maatregelen mogelijk waren. In de eerste plaats is hiertoe tijdens een aantal concerten het equivalente muziekgeluidniveau in de zaal gemeten. Uit de resultaten van deze metingen bleek, in tegenstelling tot de verwachting, dat de equivalente muziekgeluidniveaus bij de verschillende concerten weinig van elkaar afweken, hoewel in hoogte, noch in spectrum. Een equivalent muziekgeluidniveau van $L_{Aeq} = 100$ dB(A) volgde uit de metingen als een realis-

tisch uitgangspunt voor het bepalen van de te treffen voorzieningen. Verder werd het gebouw zelf aan een nauwkeurig onderzoek onderworpen. Het gebouw bleek daarbij te bestaan uit een poeren-fundering met ringbalken en betonvloeren, gevels van houtvezelelementen met betonkernen (Durisol-Mevriet) en een dak van betoncassette-platen op stalen vakwerkliggers. In het zaalgedeelte was onder deze vakwerkliggers een stucplafond aangebracht.

Omdat deze constructies als uitgangspunt voor de te treffen voorzieningen dienden, werd hiervan de geluidniveaureductie middels metingen bepaald. Met name in de meest kritische situatie i.c. de slaapkamers op de eerste verdieping van de aanpandige woning aan de Veldhovenring 77 bleek de gemeten geluidisolatie (figuur 2) onvoldoende om te kunnen voldoen aan de eis van $L_{Aeq} \leq 15$ dB(A) vanwege muziekgeluid gedurende de nachtperiode. Teruggerekend naar het tijdens live-optredens in de zaal gemeten bedrijfsspectrum van $L_{Aeq} = 100$ dB(A), bleek de overschrijding van de norm maar liefst zo'n 30 dB(A) te bedragen. Het was op grond hiervan al snel duidelijk dat ten aanzien van de aanpandige woning alleen een voldoende geluidisolatie bereikt kon worden, indien dit pand akoestisch volledig van 't Noorderligt werd losgekoppeld.

Op basis van metingen van de geluidisolatie van gevels en daken werd verder met behulp van de rekenmethoden uit de "Handleiding Meten en Rekenen Industrielawaai" IL-HR-13-01 berekend dat de geluidniveau reductie van gevels en dak van 't Noorderligt 55 à 60 dB(A) diende te bedragen teneinde voor de gevels van de omliggende woningen, met name aan de Superior de Beerstraat, te kunnen voldoen aan de gestelde geluidgrenswaarde $L_{Aeq} \leq 30$ dB(A) gedurende de nachtperiode. Bij de metingen bleek tevens dat de geluidniveaureductie van het totale dakpakket hoger was dan die van de gevels. Van groot belang voor de geluidemissie van de gebouwomhullende vlakken waren zoals te verwachten, de vluchtdeuren en de doorbrekingen van de gebouwschil ten behoeve van de ventilatie voorzieningen.

Op grond van het vooronderzoek werd geconcludeerd dat afdoende maatregelen mogelijk waren, mits:

- akoestisch een volledige loskoppeling tussen 't Noorderligt en de aanpandige woning gerealiseerd kon worden;
- de geluidisolatie van de gevels met ca. 15 dB(A) (voor muziekgeluid) verhoogd kon worden en die van het dak met ca. 10 dB(A);
- de geluidtransmissie via de nooduitgangen verminderd kon worden;
- de laad- en losproblemen opgelost zouden worden door het bouwen van een goede laad- en lossluit;
- een voldoende geluidgedempt ventilatiesysteem ten behoeve van de zaal aangebracht zou worden.

Dimensionering voorzieningen

– Akoestische ont koppeling aanpandige woning.

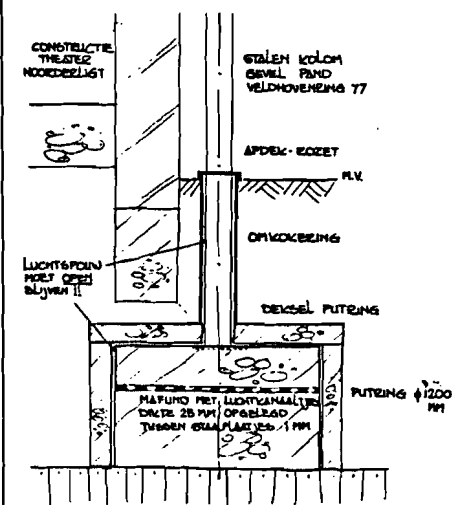
Om tot een afdoende akoestische ont koppeling van de aanpandige woning te komen werden drie oplossingen aangedragen.

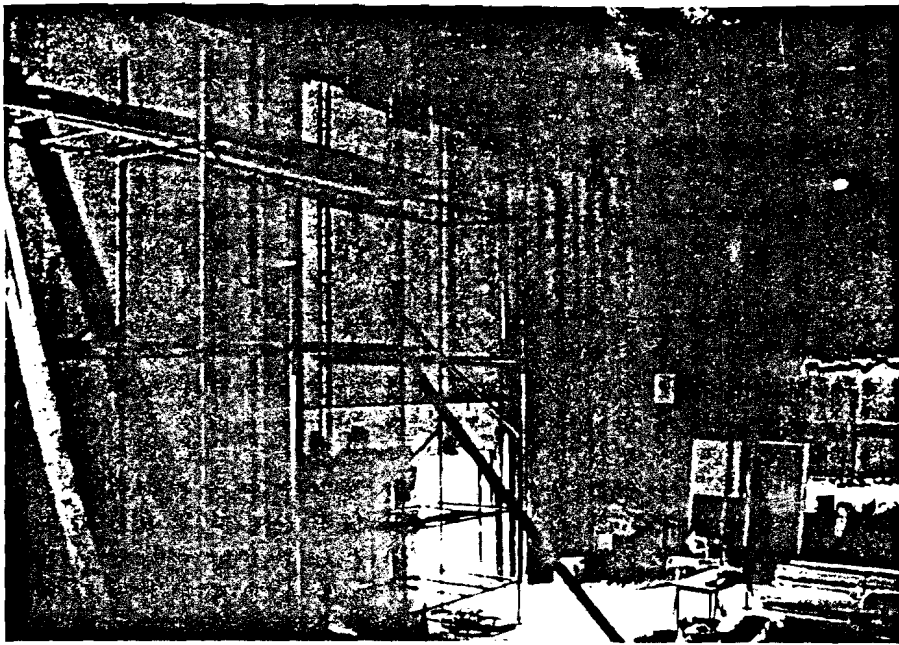
1. Het treffen van zodanige voorzieningen in de zaal van 't Noorderligt dat hiermee een volledige nieuwe contactgeluidgeïsoleerde zaal binnen de bestaande zaal gerealiseerd wordt (doos-in-doo's). Deze oplossing had in tegenstelling tot de andere mogelijkheden als groot voordeel dat hiervoor niet de medewerking van de eigenaar/bewoner van de aanpandige woning nodig was en had daarom dus de voorkeur. De grote afmetingen van de zaal en de vorm van de zaal (oplopende vloer) maakte echter de bouw van een volledige nieuwe zaal in de bestaande zaal praktisch niet realiseerbaar.

2. Het loskoppelen van de bestaande woning van de gemeenschappelijke muur tussen theater en woning, door de woning op te vangen op een nieuw te formeren eigen draagconstructie. Daar de fundering van deze nieuwe draagconstructie zeer dicht bij de bestaande fundering van het theater moest worden geplaatst was om trillingoverdracht via de grondslag te voorkomen een contactgeluidgeïsoleerde opstelling van de draagconstructie op de fundering noodzakelijk (figuur 3). Alhoewel deze oplossing constructief gecompliceerd was en daarbij zeer uitvoeringsgevoelig, werd zij praktisch uitvoerbaar geacht. Probleem echter was dat door de benodigde stalen kolommen de inrit van het aangrenzende pand versmalde, hetgeen voor de eigenaar/bewoner om bedrijfstechnische redenen onacceptabel was.

3. Het slopen van het deel van de woning boven de inrit, welk bouwvolume dan elders op het perceel voor rekening van 't

Figuur 3: Detaillering trillings-geïsoleerde fundering





Figuur 4: Aanbrengen voorzetwanden

Noorderligt en met medewerking van de gemeente herbouwd zou kunnen worden. De eigenaar/bewoner gaf aan deze laatste oplossing de voorkeur, zodat in overleg tussen 't Noorderligt, de gemeente en de eigenaar/bewoner hiertoe werd besloten.

– voorzetwanden

Om de geluidisolatie van de bestaande gevels te verhogen werd voor de langsgevels gekozen voor het aanbrengen van een buigslappe voorzetwand aan de zaalzijde (figuur 4). Bij het ontwerp hiervan diende er op gelet te worden dat met name bij de lage tonen een voldoende geluidisolatie-verbetering bereikt werd. De hiervoor noodzakelijke lage resonantie-frekwentie van het totale wandstelsel leidde tot een spouwbreedte tussen voorzetwand en bestaande gevel van minimaal 150 mm. Om een zo hoog mogelijke verbetering te verkrijgen was het verder van belang dat er zo weinig mogelijk vaste verbindingen tussen voorzetwand en bestaande gevel gemaakt werden. Om deze redenen werd gekozen voor een draagconstructie bestaande uit twee kruislings aangebrachte zgn. C-profielen van 95 en 75 mm waarop twee lagen gipskartonplaat. In de zo geformeerde spouw is een 50 mm dikke mineraalwolplaat aangebracht om de gewenste akoestische spouwdemping te verkrijgen.

De bevestiging van de voorzetwand van ca. 7500 mm hoog aan de bestaande gevels verliep niet geheel probleemloos. Bij de uitvoering bleek de gekozen draagconstructie zodanig slap dat de C-profielen de neiging hadden onder het gewicht van de beplating (ca. 20 kg/m²) uit te buigen. Dit maakte het noodzakelijk de voorzetwand in afwijking van het ontwerp vast op de vloer te plaatsen om zo het gewicht van de wand op de vloer af te dragen.

– dakconstructie

De geluidisolatie van de bestaande dak- en plafondconstructie was net niet voldoende. Om te zorgen dat de geluidtransmissie via de dakconstructie binnen de toegestane grenzen bleef werd onder het stuc-plafond in de zaal, nadat hierin de gaten van lichtornamenten enz. waren dichtgezet, een nieuw systeemplafond aangebracht, bestaande uit een raster met gipskartonplaten. In de

voorzieningen

spouw tussen het dak en het bestaande stucplafond werd verder nog enige demping aangebracht in de vorm van mineraalwol.

Op het podium waar een dergelijk verlaagd plafond om praktische redenen niet mogelijk was zijn onder het bestaande plafond twee lagen gipskartonplaat aangebracht op 200 mm spouw.

– nooduitgangen

Het moge duidelijk zijn dat de voorzieningen zoals die aan de gevels getroffen zijn het akoestisch niet toelaten, dat in deze gevels deuren worden aangebracht, die de zaal rechtstreeks met de buitenlucht verbinden. Aan de andere kant bleken vluchtwegen rechtstreeks naar buiten een voor het gebruik van de zaal bittere noodzaak.

Om de invloed van deze doorbrekingen in het isolatiepakket van de gevels op de totale geluidtransmissie zo beperkt mogelijk te houden is voor het aanbrengen van geluidsluizen gekozen met aan de binnen- en buitenzijde zware deuren (dikte 65 mm).

Rondom de deurbladen is daarbij een goede kierdichting voorzien om geluidlekken zoveel mogelijk te voorkomen. Deze kierdichting en de door de brandweer ge-

eiste panieksluiting met espagnolet verdragen elkaar echter niet best, zeker niet indien de deuren zoals hier veelvuldig gebruikt worden. Dit heeft dan ook tot gevolg gehad dat de geluidniveauredukatie van de geluidsluizen na de oplevering nog verbeterd moest worden.

– laad- en losproblemen

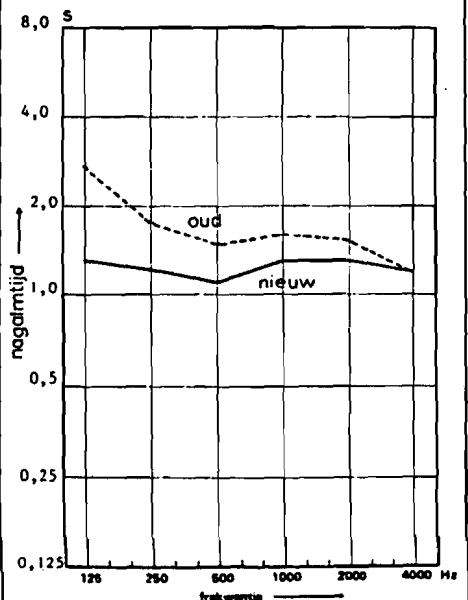
Omdat de (pop)groepen die in 't Noorderligt spelen veelal direkt na afloop van hun concert hun apparatuur (en decors) weer willen afvoeren moest een laad- en lossluis voorzien worden om met name 's nachts hinder naar de omliggende woonbebouwing te voorkomen. Hiertoe werd aan de westzijde van de zaal een ruimte gebouwd waar een vrachtwagen geheel kan binnrijden en die daarna met een roldeur kan worden afgesloten. Daar zo'n roldeur in het algemeen veel kieren en naden heeft en dus slechts een beperkte geluidisolatie bezit, is deze laad- en lossluis van een geluidabsorberende afwerking voorzien.

Aan de achterzijde van het podium is deze sluis uitgebreid met een berging waarvan behoefte bleek te bestaan en waarmee tevens een voldoende geluidisolatie van de achtergevel werd bereikt (akoestische bufferruimte).

– ventilatievoorzieningen

Daar een hoge geluidisolatie van een constructie in het algemeen tevens inhoudt een grote luchtdichtheid en een goede thermische isolatie, valter meestal niet aan te ontkomen dat een goed geluidgeïsoleerde zaal geforceerd mechanisch geventileerd moet worden. Dit dient men zich bij het maken van plannen voor het na isoleren van een (bestaande) zaal terdege bewust te zijn. Bij het ontwerp van zo'n ventilatie systeem dient men met een drietal akoestische aspecten rekening te houden.

Figuur 5: Gemeten nagalmtijden in de zaal



In de eerste plaats mogen de gebruikte ventilatoren zelf in de omgeving geen hinderlijke geluidniveaus veroorzaken.

Ten tweede dient men er voor zorg te dragen dat ook binnen het gebouw geen te hoge geluidniveaus vanwege de ventilatoren worden veroorzaakt.

Als derde moet er voor gewaakt worden dat via het ventilatiesysteem geen transmissie van muziekgeluid van binnen naar buiten plaats vindt.

Om aan al deze punten te kunnen voldoen moesten de ventilatievoorziening in 't Noorderligt van grote geluidempers voorzien worden, terwijl op het dak rond de afzuigventilatoren schermen geplaatst zijn om de geluidemissie van deze ventilatoren naar de omliggende woonbebouwing te beperken.

Zaalakoestiek

Nu de te treffen geluidisolatievoorzieningen een zo grondige verbouwing van 't Noorderligt noodzakelijk maakten werd tevens de gelegenheid aangegrepen om de ruimte akoestiek van de zaal te verbeteren. Uit eerder onderzoek in andere zalen was gebleken dat ook bij popmuziek, de zaalakoestiek van de concertruimte wel degelijk van belang is. In de zaal van 't Noorderligt, zoals die in 1984 in gebruik genomen was, werd bijvoorbeeld geklaagd over het "dreunen" van de bastonen. Metingen in de bestaande zaal toonden aan dat bij de lage tonen de nagalmtijd aanmerkelijk langer was dan bij de middenfrequenties (figuur 5).

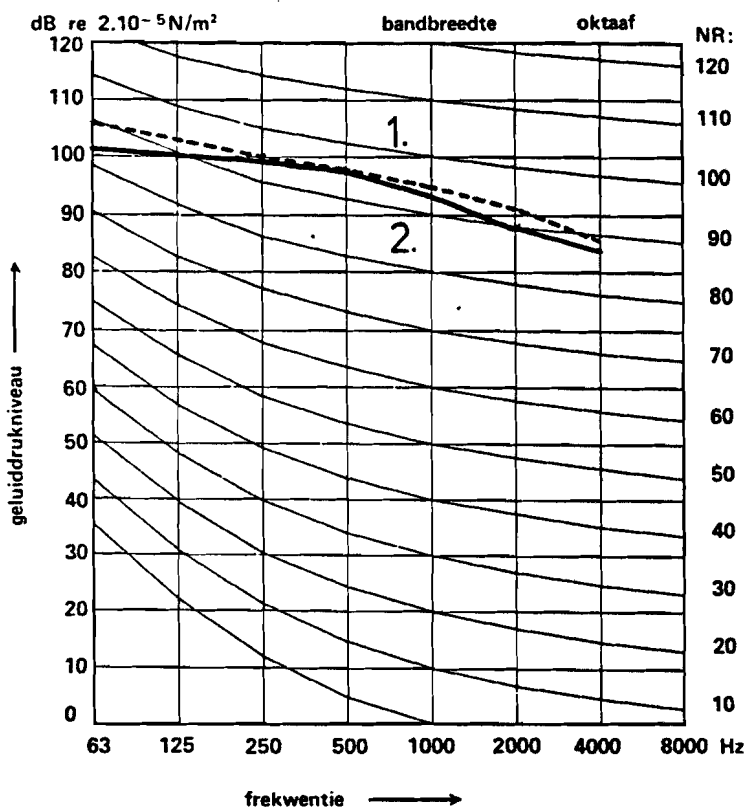
Aangezien bij popmuziek galm meestal naar wens elektronisch wordt bijgemengd is een ruimtelijke galm eigenlijk ongewenst. In de praktijk trachtte men deze ruimtelijke galm bij de lage tonen dan ook te maskeren, door het geluidniveau van basgitaar en basdrum met name op het podium op te voeren.

Hierdoor werd het geluidbeeld totaal scheef getrokken door een teveel aan lage tonen, het "dreunen". Door de geringe geluidisolatie bij de lage frequenties van de gebouwomhullende constructies had dit ook zijn repercussies ten aanzien van de geluidemissie naar de omgeving.

In overleg met de architect werd een zodanige afwerking van de zaal van 't Noorderligt gekozen dat een kortere en een voor alle frequenties ongeveer gelijke nagalmtijd resulteerde. Dit resultaat wordt in figuur 5 aangegeven in vergelijking met de vroegere nagalmtijd.

De verandering van de zaalakoestiek wordt door de gebruikers als een duidelijke verbetering ervaren. Bij metingen tijdens concerten bleken door de musici en geluids-

	63	125	250	500	1000	2000	4000	A
1: (april 1985)	106	103	100	98	95	91	85	100
2: (september 1986)	101	100	99	98	93	88	84	99



Figuur 6: Gemeten geluidrukniveaus (equivalent over minimaal 30 minuten) tijdens popconcerten in Theater Noorderligt voor de zaalaanpassing (1) en erna (2)

technici inderdaad ook de lage tonen minder uitgestuurd te worden dan vroeger, hetgeen leidt tot een in het kader van de geluidemissie naar de omgeving gunstiger bedrijfsspectrum (figuur 6).

Samenvatting

- De situering van zalen voor elektrisch versterkte popmuziek binnen een woonbebouwing brengt ingrijpende bouwkundige voorzieningen met zich mee.
- In bestaande situaties moeten de problemen samenhangende met de geluidisolatie van de gebouwomhullende vlakken niet onderschat worden.
- In het geval dat aan een gebouw als 't Noorderligt woningen bouwkundig gekoppeld zijn, is het zonder adequate akoestische ont koppeling in principe niet mogelijk aan de te stellen normen te voldoen.
- Voor het laden en lossen is een volkomen gesloten laad- en lossuis onontbeerlijk.
- Toegangsconstructies met deuren blijven akoestisch zwakke schakels. Vooral bij

veelvuldig gebruikte deuren is het blijvend goed functioneren van de kierdichting een probleem.

- De in goed geïsoleerde zalen noodzakelijke ventilatiesystemen behoeven uitgebreide akoestische voorzieningen en vragen een niet te verwaarlozen deel van de totale investeringskosten (in 't Noorderligt ca. 20%).
- Ook popmuziek stelt eisen aan de zaalakoestiek van de concertruimte en vraagt niet te lange nagalmtijden.
- Alvorens men zich een oordeel kan vormen over de noodzakelijke akoestische voorzieningen en de praktische en economische haalbaarheid hiervan is een grondige analyse en bestudering van de voorkomende problemen noodzakelijk.
- De projektkosten bedroegen ca. f 500.000,— inclusief B.T.W. en honoraria.

