



## **Stadhuisplein te Rotterdam**

*Muziekgeluidreductie van midden van de ruimte naar de gevel*



## Stadhuisplein te Rotterdam

*Muziekgeluidreductie van midden van de ruimte naar de gevel*

Opdrachtgever: DCMR Milieudienst Rijnmond  
Rapportnummer: L 1023-47-RA-002  
Datum: 4 juli 2024  
Referentie: FS/SK/DvdH/L 1023-47-RA-002  
Verantwoordelijke: ir. F.A.G.M. Schermer  
Opsteller: ing. S.A.C. Kleijwegt  
+31 85 8228789  
s.kleijwegt@peutz.nl

## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Simulaties</b>	<b>5</b>
2.1	Muziekgeluidniveau bij de gevel en midden van de ruimte	5
2.2	Ruimte-akoestiek	6
2.3	Uitgaansfunctie	7
2.3.1	Skihut - Omni Subwoofer achterin	7
2.3.2	Skihut - Omni Subwoofer in de bar	8
2.3.3	Skihut - Cardioïde Subwoofer achter in de gelegenheid	8
2.3.4	Skihut - Cardioïde Subwoofer voor in de gelegenheid	10
2.3.5	Coconuts - Omni Subwoofer achterin	10
2.4	Restaurantfunctie	12
2.4.1	Skihut - Simulaties full-range luidsprekers	12
2.4.2	Coconuts - Simulaties full-range luidsprekers	12
<b>3</b>	<b>Conclusie</b>	<b>13</b>
3.1	Uitgaansfunctie	13
3.2	Restaurantfunctie	14

## 1 Inleiding

Om de geluidisolatie van de horecagelegenheden te verbeteren, wordt er een nieuwe dubbele gevel geplaatst, met een spouw van 100 cm bij de Skihut en Getback en 80 cm bij Café Plein, Café 't Fust en Coconuts.

Bij de Skihut komt deze gevel circa 5 meter verder te staan dan de bestaande gevel, waardoor meer binnenruimte ontstaat. Bij de overige gelegenheden komt deze ongeveer ter plaatse van de gevel van de huidige uitbouw. In eerder uitgevoerde onderzoeken in het kader van het bestemmingsplan en de maatwerkvoorschriften voor de gelegenheden is aangenomen dat de muziekweergave in het midden van de ruimte plaatsvindt en dat er een afname van het geluidniveau tussen het midden van de ruimte en de nieuwe gevel van 5 dB kan worden gerealiseerd.

Uit de rekenmodellen voor de geluidbelasting in de omgeving is gebleken dat in de uitgaansfunctie de 63 Hz bepalend is voor het geluidniveau in de woningen in het tegenovergelegen Luciagebouw. Er is twijfel ontstaan of bij alle frequenties een 5 dB lager geluidniveau zal optreden voor de gevel van de uitbouw, in het bijzonder bij de 63 Hz octaafband.

In voorliggende notitie staat een berekening van de verwachte haalbare afname van het geluidniveau bij 63 Hz ter plaatse van de gevel ten opzichte van het midden van de ruimte. Hierbij is een aantal variaties beschouwd voor de plaatsing van de subwoofers.

In de restaurantfunctie is de pui geopend. Hierbij is gekeken wat de afname is bij de full-range luidsprekers ten opzichte van het midden van de ruimte richting de pui. Uit de rekenmodellen voor de geluidbelasting in de omgeving is gebleken dat in de restaurantfunctie de 500 Hz en 1 kHz bepalend zijn voor het geluidniveau op de gevels van de woningen in de omgeving.

De Skihut en Getback zijn wat smallere en diepere gelegenheden en Café Plein, Café 't Fust en Coconuts zijn juist wat breder en minder diep. In dit onderzoek is de Skihut onderzocht als referentie voor de smalle diepere gelegenheden en de Coconuts voor de bredere en minder diepe gelegenheden.

## 2 Simulaties

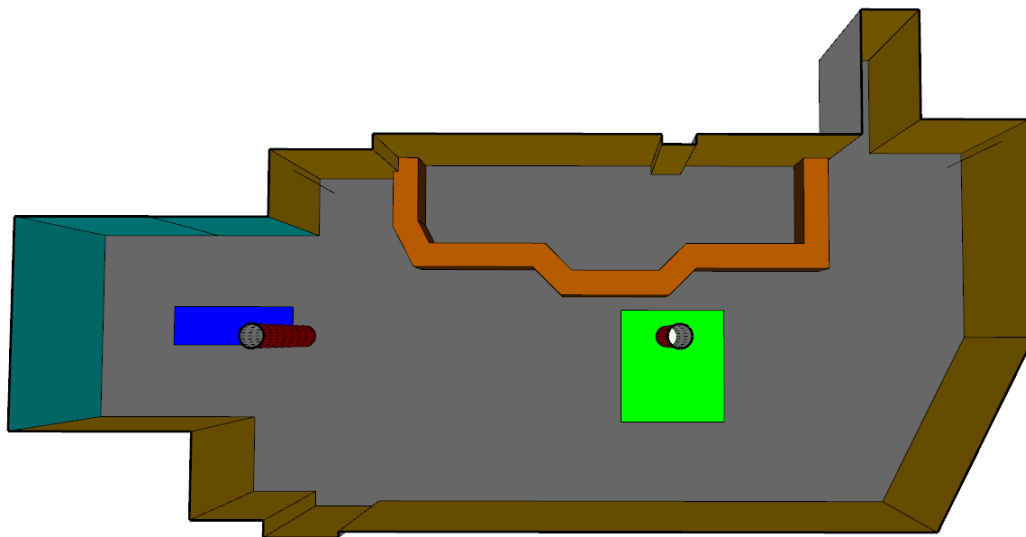
Het geluidniveau in een ruimte wordt bepaald door het directe geluid + de reflecties die ontstaan in de ruimte (de akoestische bijdrage). Voor de simulaties is gebruikgemaakt van CATT-acoustics voor de octaafbanden 125 Hz – 2 kHz, waarbij het directe geluid als het galmveld zijn meegenomen.

CATT-acoustics heeft een ondergrens van 125 Hz octaafband. Voor het onderzoek bij 63 Hz is het CATT-acoustics model geschaald en zijn de simulaties uitgevoerd bij 125 Hz.

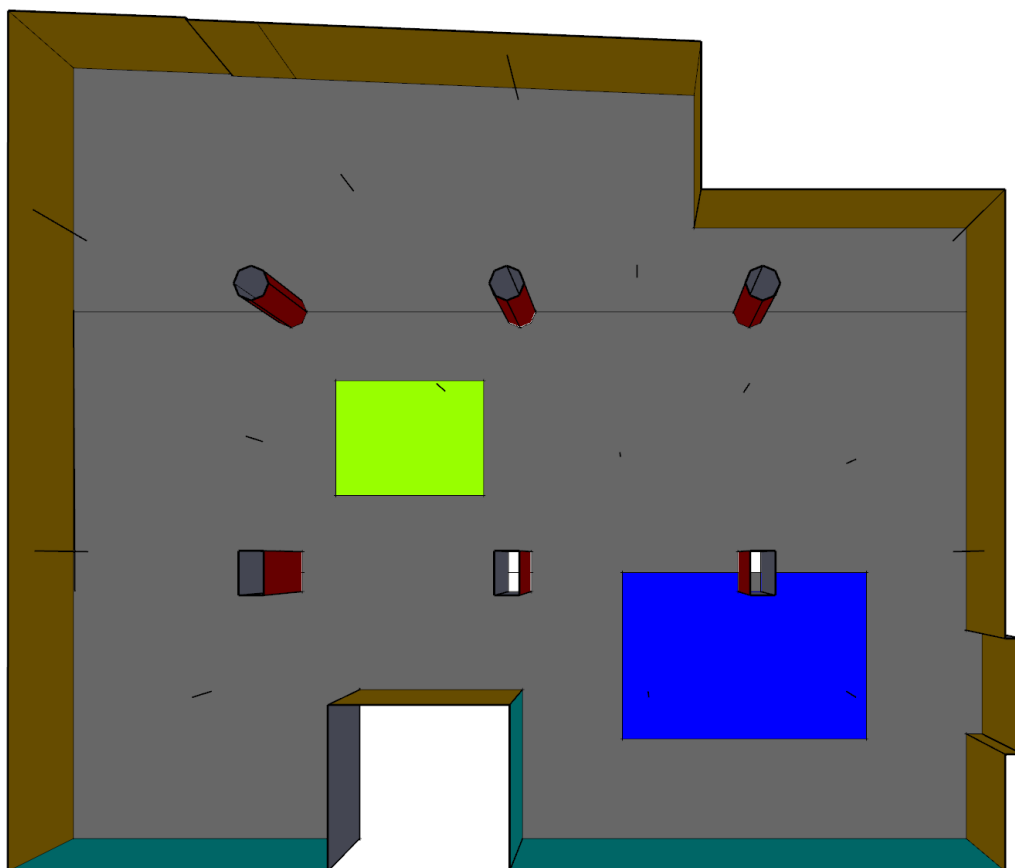
### 2.1 Muziekgeluidniveau bij de gevel en midden van de ruimte

Het geluidniveau bij de gevel is gedefinieerd als: "Het muziekgeluidniveau dat gemiddeld wordt gemeten in het gebied dat ligt op 1,5 meter van de binnenzijde van de gevel en zich uitstrekt tot 4 meter afstand van de binnenzijde van de gevel", zie blauw gemarkeerd gebied in figuur f 2.1.

Voor het geluidniveau midden van de ruimte is gekozen voor het groene vlakje in figuur f 2.1.



f 2.1 Skihut: Geluidniveau bij de gevel (blauwe markering) en midden van de ruimte (groene markering)



*f 2.2 Coconuts: Geluidniveau bij de gevel (blauwe markering) en midden van de ruimte (groene markering)*

## 2.2 Ruimte-akoestiek

Ten eerste zijn de ruimte-akoestische eigenschappen van de ruimte ingevoerd, op basis van foto's van de materialisatie. Hierbij is uitgegaan van akoestisch harde wanden en een hard plafond. Bij de berekeningen is uitgegaan van een bezette situatie met 1 persoon per 3 m<sup>2</sup>. In de simulaties is geen interieur meegenomen. De verwachting is dat het interieur in de bezette situatie nauwelijks tot geen invloed heeft op de resultaten. Zie tabel t 2.1 met de berekende nagalmtijden voor de Skihut en Coconuts.

*t 2.1 Berekende nagalmtijd  $T_{60}[s]$  in een bezette situatie*

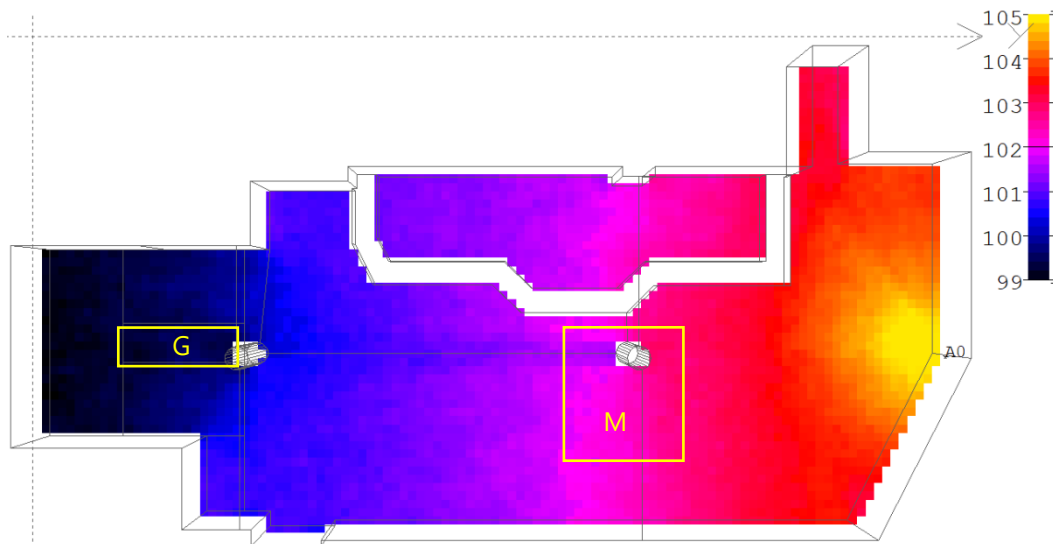
	Gevel	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Skihut	Dicht	2,0	2,0	2,0	1,4	1,3	1,1	0,9
Skihut	Open	n.v.t.	1,6	1,5	1,1	1,0	0,9	0,8
Coconuts	Dicht	2,0	2,1	2,1	1,5	1,3	1,2	0,9
Coconuts	Open	n.v.t.	1,0	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6

## 2.3 Uitgaansfunctie

### 2.3.1 Skihut - Omni Subwoofer achterin

Een conventionele subwoofer benadert het afstraalgedrag van een puntbron, afstraling in alle richtingen gelijk. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de subwoofer achter in de gelegenheid staat. In figuur f 2.3 is een figuur van het rekenmodel van de Skihut te zien, links is de entree en rechts is de achterkant van de gelegenheid.

Uit de berekeningen blijkt dat het galmveld bepalend is boven het directe geluid. Uit onderstaand plaatje blijkt dat het geluidsniveau bij de gevel circa 100 dB is (vak G in de figuur) en 102 dB in het midden van de ruimte (vak M in de figuur). Het verschil tussen gevel en midden van de ruimte bedraagt hiermee circa 2 dB

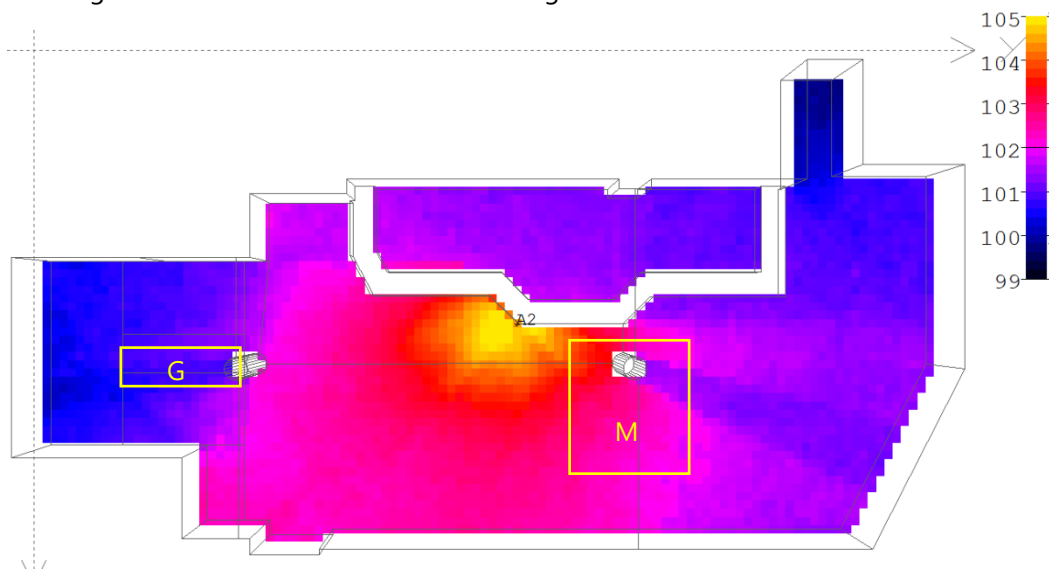


f 2.3 Skihut, omni subwoofer @63 Hz achterin

## 2.3.2 Skihut - Omni Subwoofer in de bar

Er is ook een variant onderzocht met de subwoofer ingebouwd in de bar. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de subwoofer meer in het midden van de gelegenheid staat. In figuur f 2.4 is de contour van de Skihut te zien, links is de entree en rechts is de achterkant van de gelegenheid.

Uit de berekeningen blijkt dat het galmveld bepalend is boven het directe geluid. Uit onderstaand plaatje blijkt dat het geluidsniveau bij de gevel circa 101 á 102 dB is (vak G in de figuur) en 102 á 104 dB in het midden van de ruimte (vak M in de figuur). Het verschil tussen gevel en midden van de ruimte bedraagt hiermee circa 2 dB.

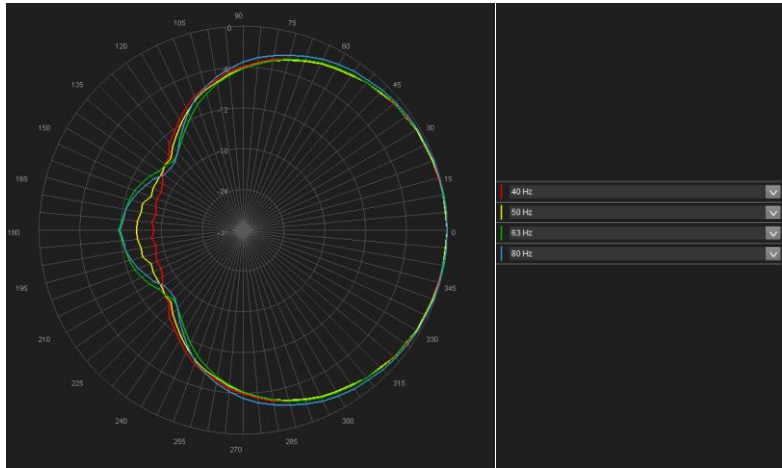


f 2.4 Skihut, omni subwoofer @63 Hz in de bar

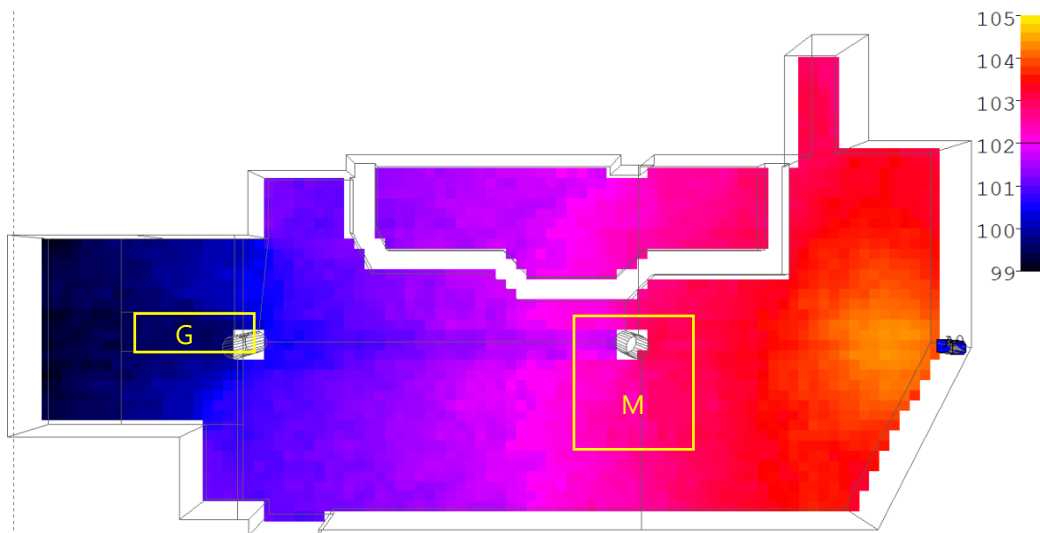
## 2.3.3 Skihut - Cardioïde Subwoofer achter in de gelegenheid

Een cardioïde subwoofer is een subwoofer met één (of meerdere) driver(s) aan de voorkant en één driver aan de achterkant. De driver aan de achterkant staat uit fase, waardoor er uitdoving aan de achterkant ontstaat. In figuur f 2.5 staat een afbeelding met het afstralgedrag van een cardioïde sub. De -6 dB punten zitten bij  $\pm 90^\circ$ , openingshoek  $180^\circ$ . De achterzijde is bij 63 Hz circa -12 dB.





f 2.5 Polarplot d&b Audio - 27s



f 2.6 Skihut, cardioïde subwoofer (@63 Hz)

Bij de simulaties is gebruikgemaakt van een d&b 16c cardioïde luidspreker, welke bij 125 Hz een vergelijkbare afstraal gedrag heeft als de d&b 27s bij 63 Hz.

Ondanks de hogere mate van richtwerking is ook hier het galmveld bepalend, waardoor het totale geluidniveau een vergelijkbaar geluidniveau heeft als de omni subwoofer. Deze subwoofer heeft in het midden een geluidniveau van 102 á 103 dB en 100 á 101 dB bij de gevel (G). De afname is hiermee met 2 dB gelijk aan die van de omni-directionele subwoofer.

## 2.3.4 Skihut - Cardioïde Subwoofer voor in de gelegenheid

Bij deze variant is de subwoofer voorin de gelegenheid gezet en gericht naar de achterwand van de gelegenheid. De simulaties zijn gedaan met dezelfde d&b 16c cardioïde luidspreker als in paragraaf 2.3.3.



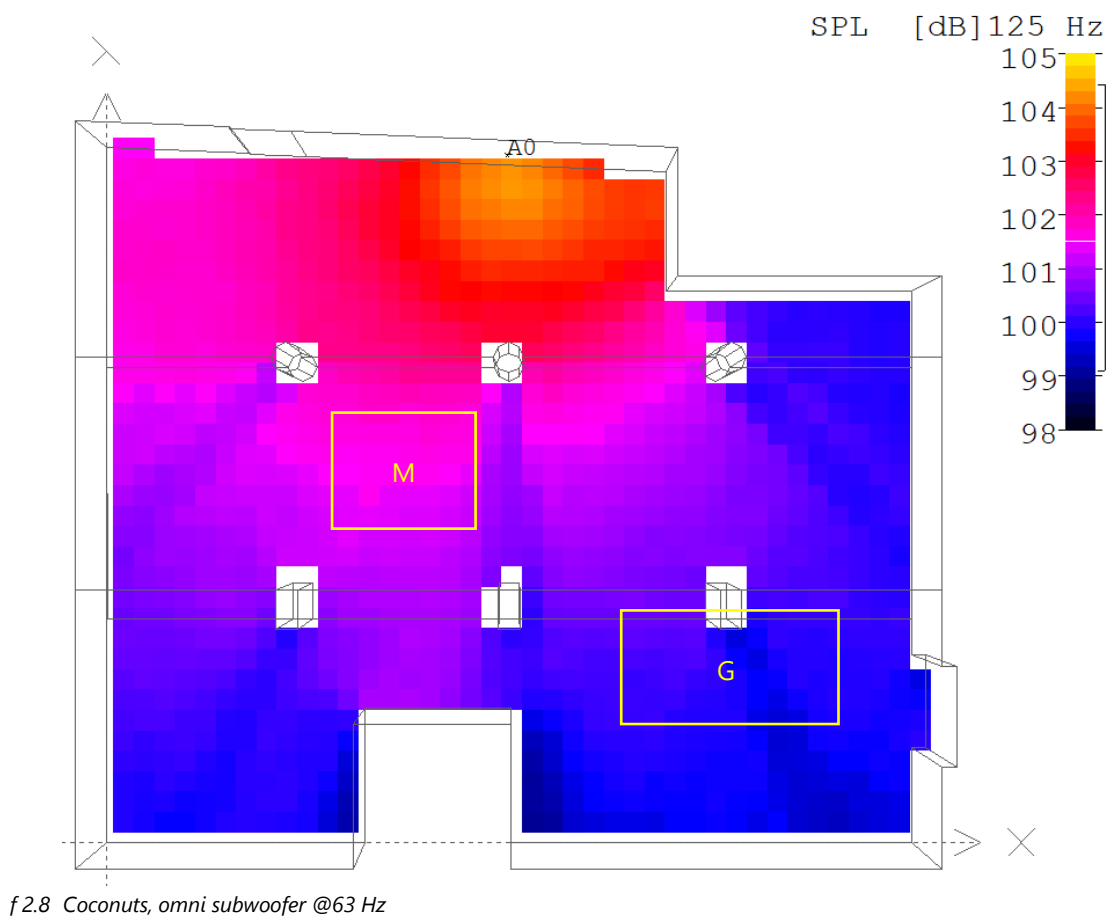
f 2.7 Skihut, cardioïde subwoofer voor (@63 Hz)

Ook in deze variant is het galmveld bepalend en blijkt dat er nauwelijks verschil in geluidniveau is tussen het beoordelingsgebied bij de gevel en in het midden van de ruimte, beide gebieden zijn circa 102 dB bij 63 Hz. Hierbij dient opgemerkt te worden dat het gebied tussen G en M plaatselijk een hoger niveau heeft, waarbij de afname naar de gevel (G) wel circa 1 á 2 dB bedraagt.

## 2.3.5 Coconuts - Omni Subwoofer achterin

In figuur f 2.8 is de contour van de Coconuts te zien, aan de onderkant is de entree en boven is de achterkant van de gelegenheid.

Uit de berekeningen blijkt dat het galmveld bepalend is boven het directe geluid. Uit onderstaand plaatje blijkt dat het geluidniveau bij de gevel circa 100 dB is (vak G in de figuur) en 101 á 102 dB in het midden van de ruimte (vak M in de figuur). Het verschil tussen gevel en midden van de ruimte bedraagt hiermee circa 1 á 1,5 dB.



## 2.4 Restaurantfunctie

Bij de restaurantfunctie zijn de simulaties uitgevoerd met de pui open.

### 2.4.1 Skihut - Simulaties full-range luidsprekers

Er is bij de berekeningen van uitgegaan dat er 4 luidsprekers in de verschillende hoeken van de bestaande bouw van de Skihut hangen en gericht zijn op het midden van de ruimte in de restaurantfunctie.

In tabel t 2.2 en bijlage 1 staan de simulatieresultaten van de Skihut. Hierbij zijn de absolute waarden fictief, het gaat om het verschil tussen in het geluidniveau midden van de ruimte (M) en bij de gevel (G).

t 2.2 Simulatieresultaten full-range luidsprekers restaurantfunctie Skihut

	SPL [dB] midden ruimte	SPL [dB] gevel	Afname SPL [dB]
125 Hz	90-91	88-89	2
250 Hz	79-80	76-77	3
500 Hz	74-75	70-71	3
1 kHz	72-73	69-70	3
2 kHz	67-68	71-72	4

Uit de resultaten blijkt dat bij een geopende pui de verschillen tussen midden van de ruimte en bij de gevel de bepalende 500 Hz en 1 kHz ca. 3 dB bedragen.

### 2.4.2 Coconuts - Simulaties full-range luidsprekers

Er is bij de berekeningen van uitgegaan dat er 4 luidsprekers in de verschillende hoeken van de bestaande bouw van de Coconuts hangen en gericht zijn op het midden van de ruimte in de restaurantfunctie.

In tabel t 2.3 en bijlage 2 staan de simulatieresultaten van de Coconuts. Hierbij zijn de absolute waarden fictief, het gaat om het verschil tussen het midden (M) van de ruimte en de gevel (G).

t 2.3 Simulatieresultaten full-range luidsprekers restaurantfunctie Coconuts

	SPL [dB] midden ruimte	SPL [dB] gevel	Afname SPL [dB]
125 Hz	86-87	85-86	1
250 Hz	77-78	76-77	1
500 Hz	72-73	70-71	2
1 kHz	70-71	68-69	2
2 kHz	68-69	66-67	2

Uit de resultaten blijkt dat bij een geopende pui de verschillen tussen midden van de ruimte en bij de gevel bij 500 Hz tot 1 kHz ca. 2 dB bedragen.

## 3 Conclusie

De verschillende horecagelegenheden hebben verschillende afmetingen, er zijn smallere en langer gelegenheden (Skihut en Getback) en bredere minder diepe gelegenheden (Café Plein, Café 't Fust en Coconuts). In dit onderzoek zijn de Skihut en de Coconuts onderzocht als referentie voor respectievelijk de smallere en diepere gelegenheden en de bredere ondiepere gelegenheden.

Voor beiden gelegenheden is zowel de uitgaansfunctie als de restaurantfunctie onderzocht. In de uitgaansfunctie is uitgegaan van een gesloten gevel en is berekend wat de afname van midden van de gelegenheid is naar de gevel bij 63 Hz, de bepalende situatie bij de gesloten gevel.

In de restaurantfunctie is uitgegaan van een open gevel en is berekend wat de afname van midden van de gelegenheid is naar de gevel van de full-range luidsprekers (125 Hz tot 2 kHz), de bepalende situatie bij een geopende gevel.

### 3.1 Uitgaansfunctie

Bij de berekeningen op basis van de ingevoerde materialen is een nagalmtijd van 2,0 s bij 63 Hz berekend in de Skihut en 2,1 s in de Coconuts. Deze nagalmtijd wordt als een realistisch uitgangspunt gezien voor de berekeningen.

In tabel t 3.1 zijn de berekende afname van het geluidniveau in de verschillende situaties verzameld.

t 3.1 Afname geluidniveau bij 63 Hz van midden ruimte (M) naar gevel (G)

Gelegenheid	Situatie	Afname SPL [dB]
Skihut	Omni subwoofer – achter in de gelegenheid	2
Skihut	Omni subwoofer – in de bar – midden gelegenheid	2
Skihut	Cardioïde subwoofer – achter in de gelegenheid	2
Skihut	Cardioïde subwoofer – voor in de gelegenheid	0
Coconuts	Omni subwoofer – achter in de gelegenheid	1

Het blijkt niet haalbaar om een 5 dB afname te realiseren tussen het midden van de ruimte en de gevel, zowel niet met akoestische maatregelen als met cardioïde subwoofers.

Door de grote openingshoek van de subwoofers, 360° bij een omni-sub en 180° bij een cardioïde subwoofer, is in alle berekende situaties het diffuse veld bepalend ter hoogte van de gevel. Hierdoor is er nauwelijks verschil tussen het geluidniveau in het midden van de ruimte en ter hoogte van de gevel.

## *Skihut*

In de situatie dat de subwoofer (omni of cardioïde) achterin staat treedt er een afname op vanaf het midden naar de gevel van 2 dB.

Bij het plaatsen van een cardioïde subwoofer voor in de gelegenheid, welke van de gevel afgericht is, wordt geen afname behaald tussen de gedefinieerde gebieden (M) en (G), in mindere mate geldt dat ook voor de subwoofer in de bar.

Voor alle situaties geldt dat wanneer men dicht bij de subwoofer komt er lokaal een hoger geluidniveau waargenomen wordt omdat men dan in het nabijheidsveld van de subwoofer komt.

## *Coconuts*

De Coconuts is minder diep dan de Skihut, hierdoor is de afname van het geluidniveau tussen het midden van de ruimte naar de gevel 1 dB.

### 3.2 Restaurantfunctie

Uit de simulaties bij een open pui volgt een afname van het midden van de ruimte naar de gevel van 1 of 2 dB bij 125 Hz tot 2 á 4 dB vanaf 2 kHz en hoger.

t 3.2 Afname geluidniveau full-range luidspreker van midden ruimte (M) naar de gevel (G) [dB]

Afname [dB]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz
Skihut	2	3	3	3	4
Coconuts	1	1	2	2	2

## *Skihut*

Bij de Skihut is de afname van het midden van de gelegenheid (M) naar de gevel (G) ca. 3 dB bij 500 Hz en 1 kHz.

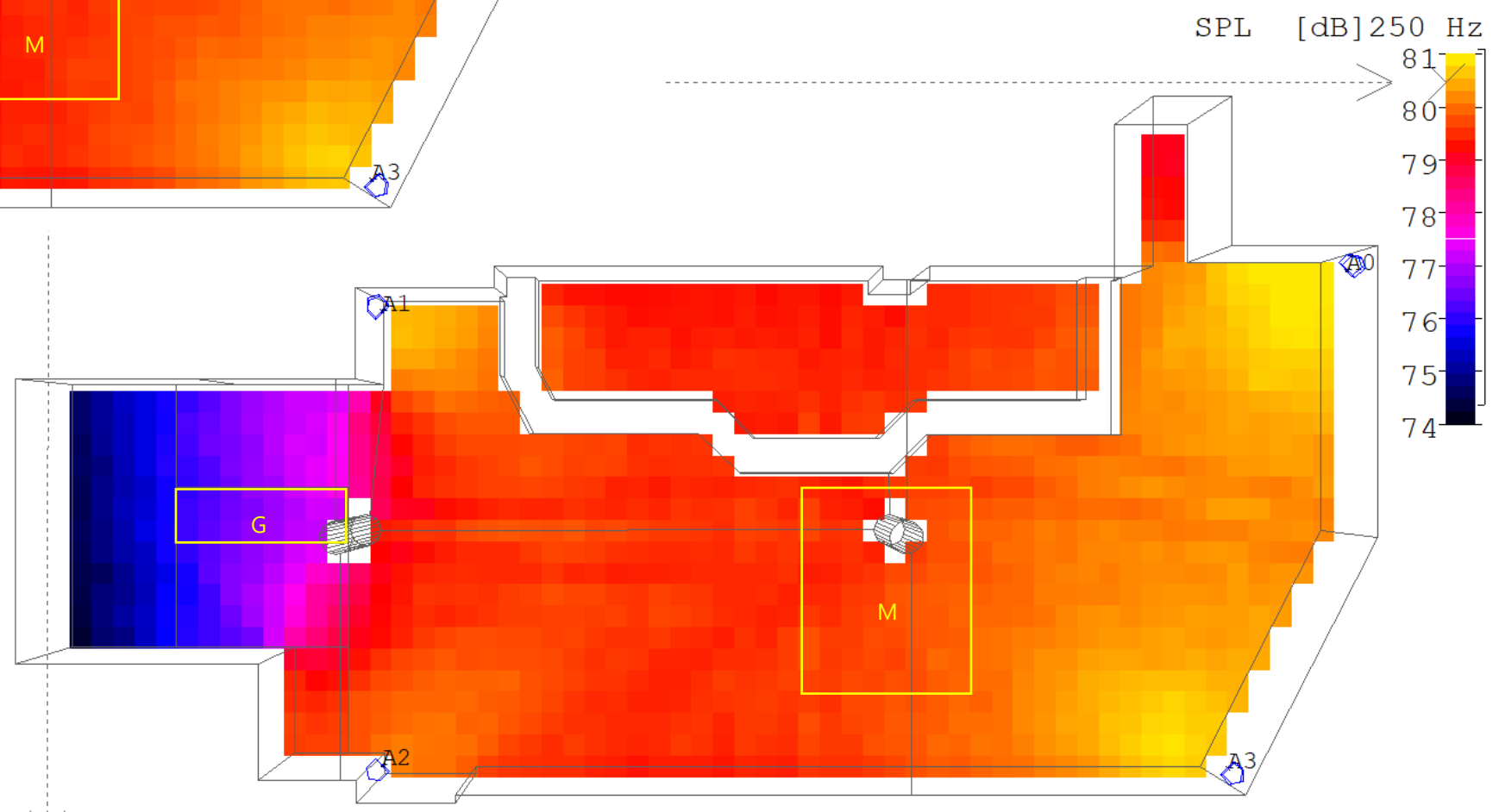
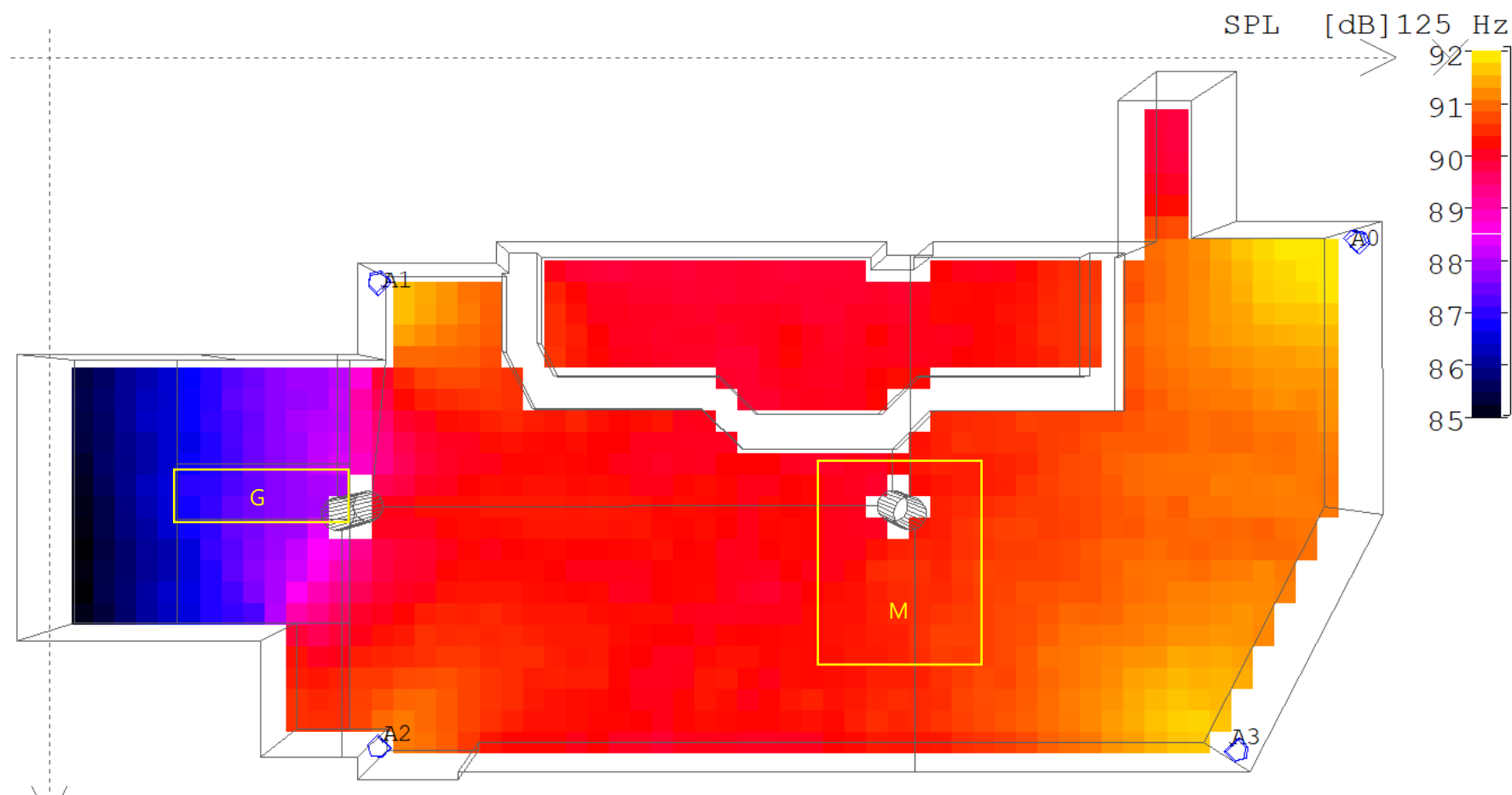
## *Coconuts*

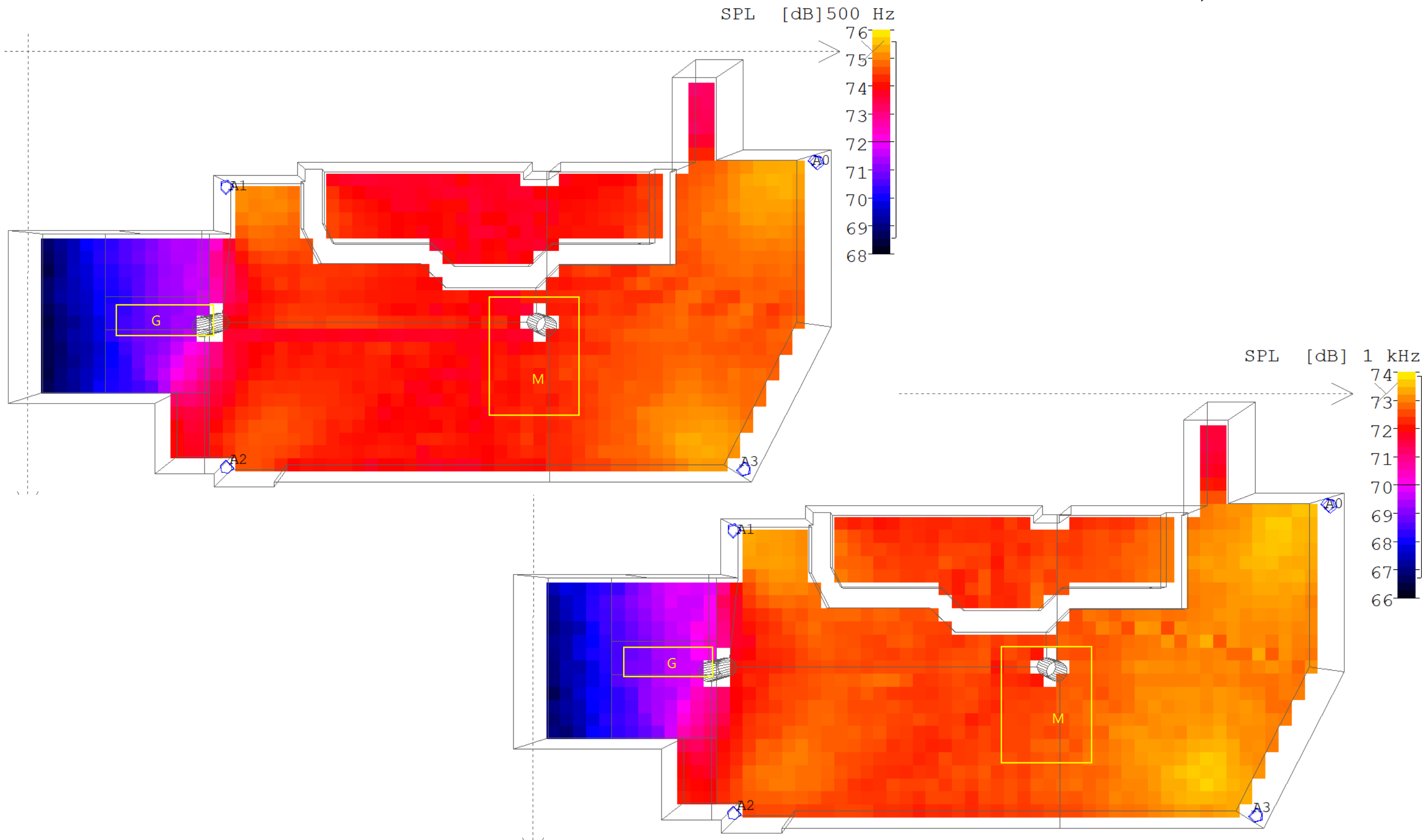
Bij de Coconuts is de afname van het midden van de gelegenheid (M) naar de gevel (G) ca. 2 dB bij 500 Hz en 1 kHz.

Door het aanbrengen van extra absorptie in de nieuwe uitbouw (absorberend interieur, systeemplafond) is deze afname misschien nog te vergroten.

Dit rapport bevat 14 pagina's en 2 bijlagen.

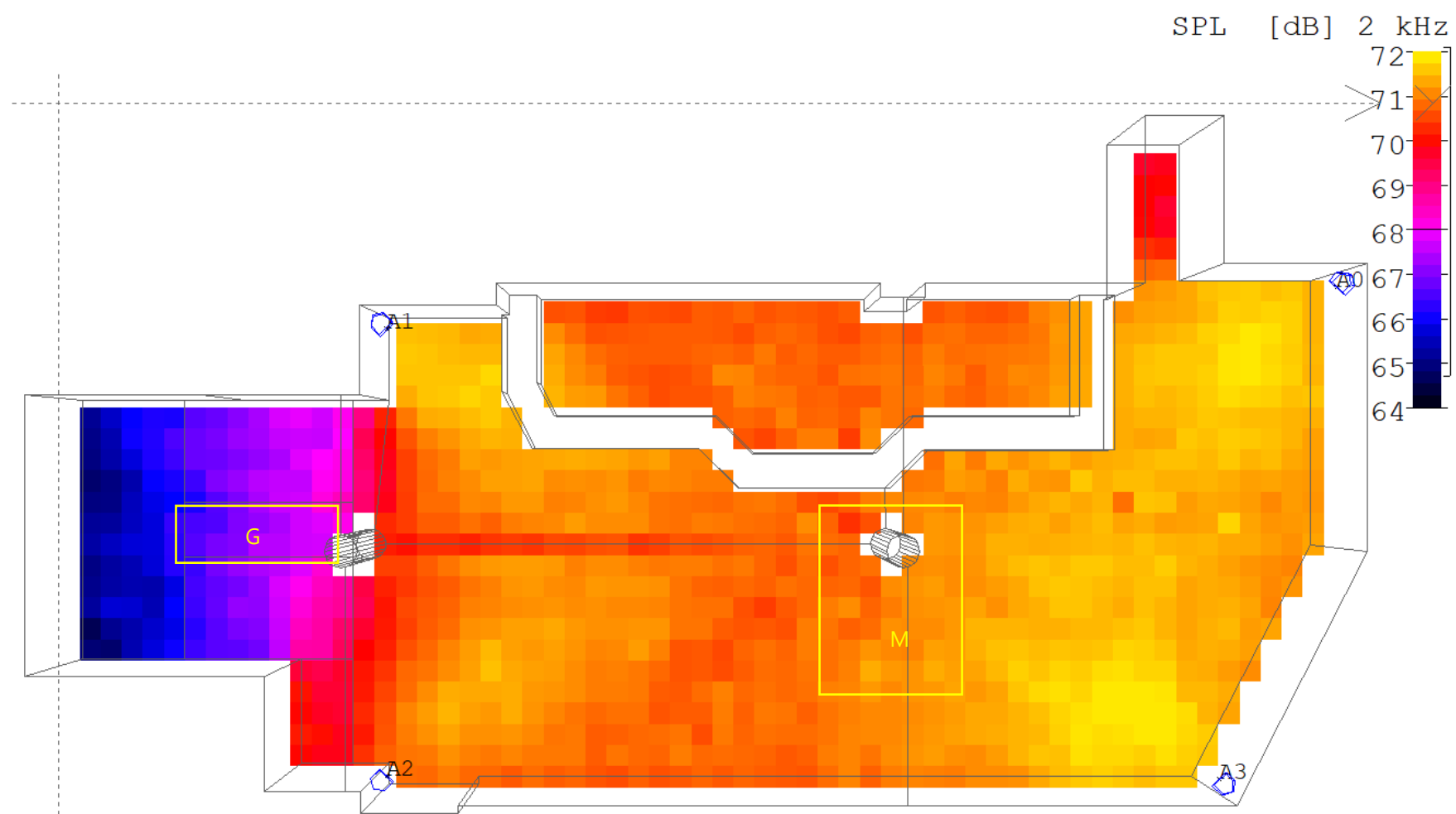
## Bijlage 1 Simulaties Skihut - full-range luidsprekers met de pui open

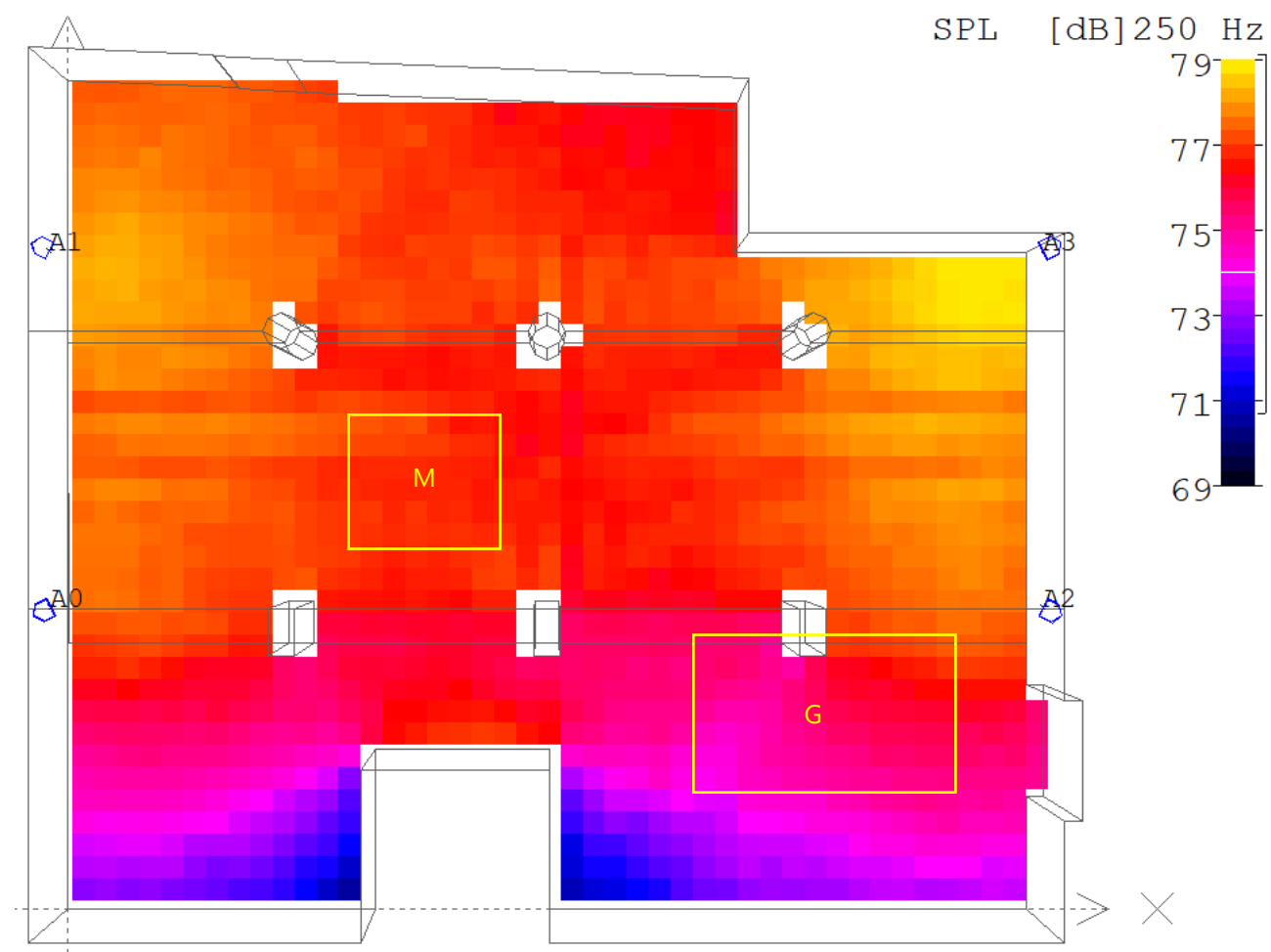
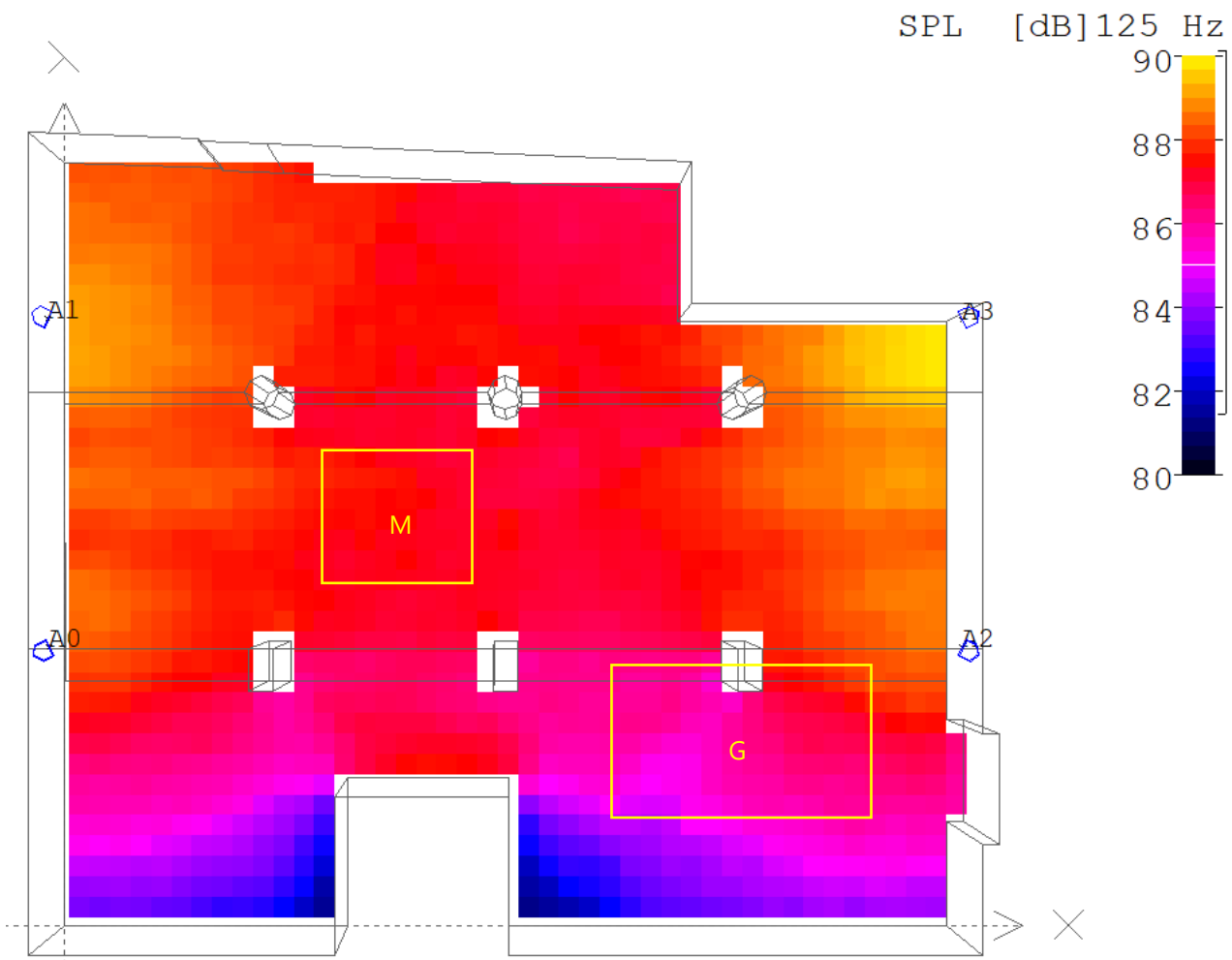


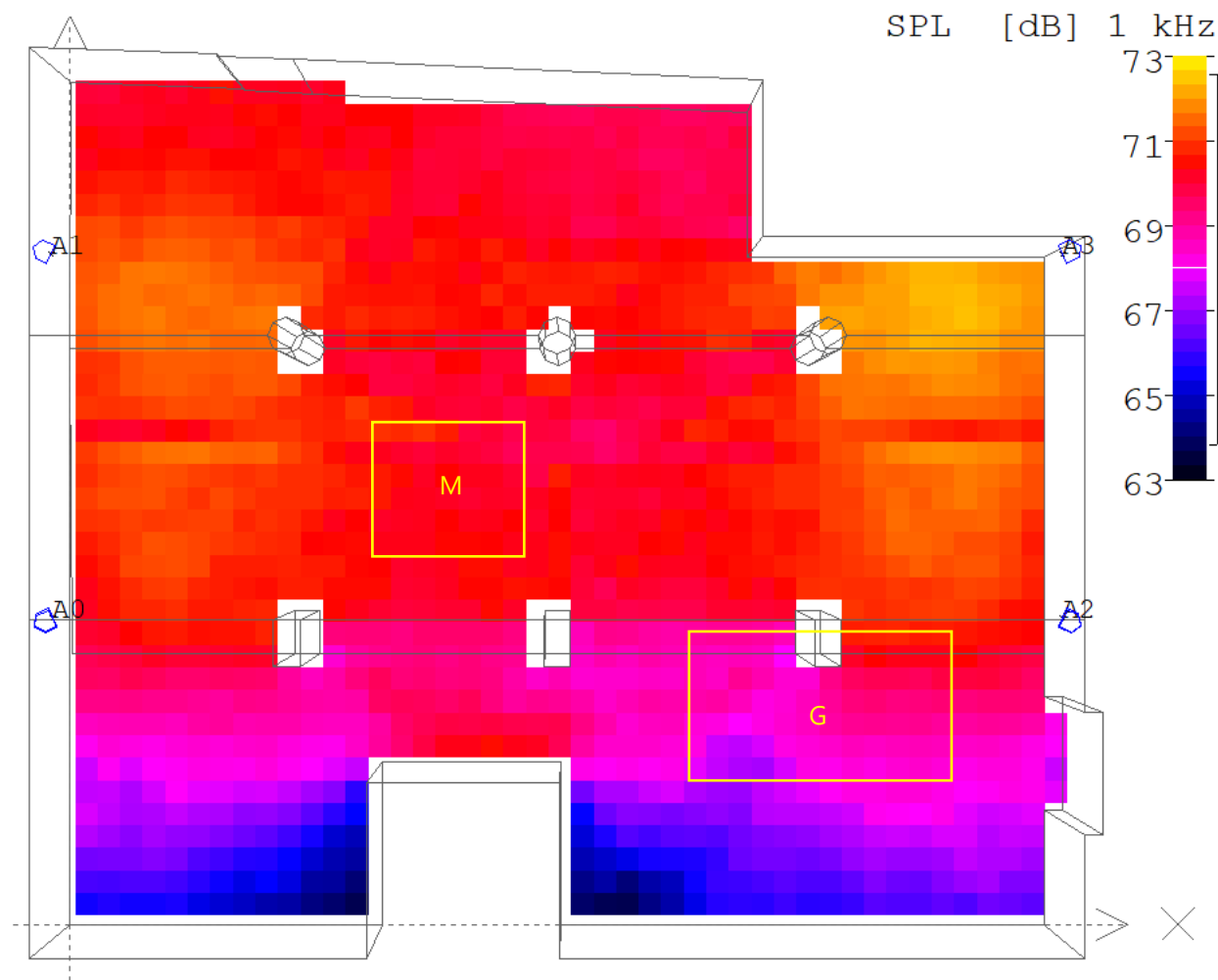
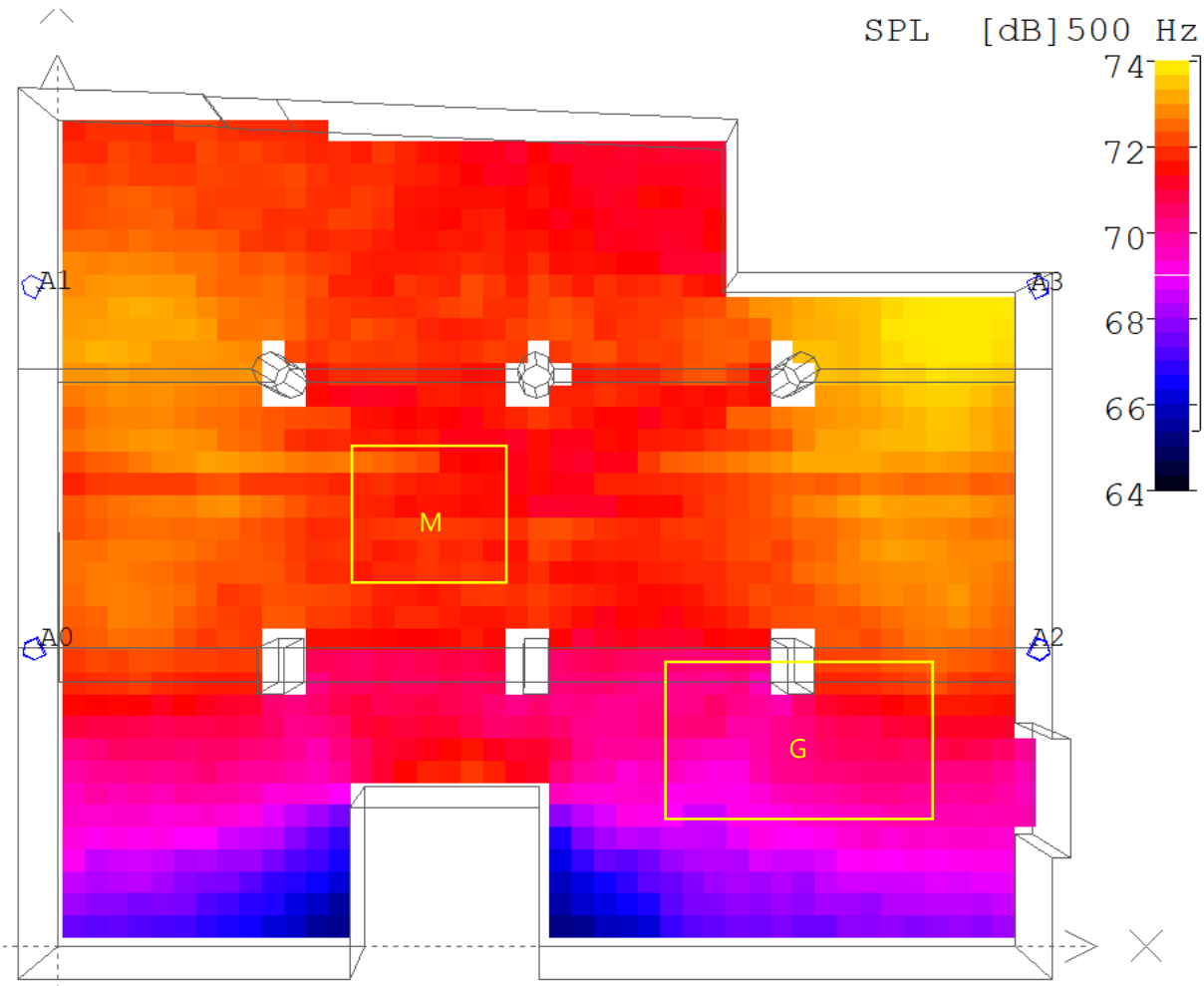




## Bijlage 1 Simulaties Skihut - full-range luidsprekers met de pui open







## Bijlage 2 Simulaties Coconuts – full-range luidsprekers met de pui open

