

EVENT ACOUSTICS



ACOUSTIC TECHNOLOGY

Feyenoord Do+

akoestiek en isolatie panelen

ALL OUR OFFERS, QUOTATIONS AND AGREEMENTS, AND THE IMPLEMENTATION OF ALL OFFERS, QUOTATIONS AND AGREEMENTS, REGARDING THE SUPPLY OF EQUIPMENT AND SERVICES BY US, ARE PROVIDED ACCORDING TO OUR GENERAL DELIVERY CONDITIONS AS DEPOSITED AT THE CHAMBERS OF COMMERCE IN UTRECHT AND PUBLISHED ON OUR WEBSITE. ON REQUEST, A COPY OF THESE CONDITIONS WILL BE SENT TO YOU FREE OF CHARGE. NO OTHER TERMS MAY BE INCLUDED UNLESS SPECIFICALLY AGREED IN WRITING IN ADVANCE.

EVENT ACOUSTICS BV • PROOSTWETERING 50 • 3543 AH UTRECHT (THE NETHERLANDS)

PHONE	+31 (0)30 2 41 26 99	FAX	+31 (0)30 2 41 43 36
MAIL	INFO@EVENTACOUSTICS.COM	WEB	WWW.EVENTACOUSTICS.COM
BANK	RABOBANK	ACCOUNT NR.	13.00.81.922
IBAN	NL26RABO0130081922	BIC	RABONL2U
VAT	NL0070.83.324.B01	C. OF C.	UTRECHT, 30073747



Inhoud

1	Inleiding	2
2	Toetsing aan laboratorium meting	2
2.1.1	Vo paneel 25 mm	2
2.1.2	Optimalisatie isolatie	10
2.1.3	Do paneel 32 mm	11
2.1.4	4 mm verdikking	14
2.2	Effect microabsorptie op geluidsisolatie	16
2.3	Conclusie microperforatie en geluidsisolatie	18
2.4	Geluidsabsorptie	18
3	Aangepast ontwerp	18
4	Eindconclusie.....	20

1 Inleiding

Voor het nieuwe stadion is de wens een transparant dak te maken met een goede geluidsisolatie en een goede isolatie voor geluid. Er zijn twee varianten onderzocht het gehele dak van een transparant materiaal voorzien geleverd door de firma Sabic en een combinatie van een transparant geluidsabsorberend dak met boven de tribunes een dichte geluidsabsorberende variant.

Van dichte materialen zijn er uitgebreide databases met zowel de geluidsisolerende als geluidsabsorberende eigenschappen voorhanden. Van het voorgestelde transparante materiaal is een geluidsisolatie rapport voorhanden. Wij hebben echter twijfels bij de in dat rapport gepresenteerde waarde in het 63 Hz octaaf (bastonen). Verder willen wij een aangepaste versie van het materiaal maken waarbij het materiaal door microperforatie (gaatjes <0,5 mm) ook geluidsabsorberende eigenschappen krijgt. Om deze reden zijn door ons in een tweetal computermodellen te weten Insul 9.0 en Winflag 2.4 de materialen gemodelleerd en getoetst aan de laboratorium metingen.

De volgende vragen zijn verder onderzocht;

- Het effect van het aanbrengen van extra 4 mm dikke polycarbonaat laag op de geluidsisolatie.
- Het effect van microperforatie op de geluidsisolatie van het paneel
- Eventuele optimalisaties ten aanzien van geluidsisolatie
- Aangepast ontwerp

De geluidsabsorberende berekeningen zijn gebruikt in het akoestisch model van het stadion om de waarden voor spraakverstaanbaarheid, galm en andere akoestisch waarden in het toekomstige stadion te berekenen.

Op 29 april is door de leverancier een aangepast ontwerp gepresenteerd. In hoofdstuk 3 wordt de isolatie van dit paneel doorgerekend.

2 Toetsing aan laboratorium meting

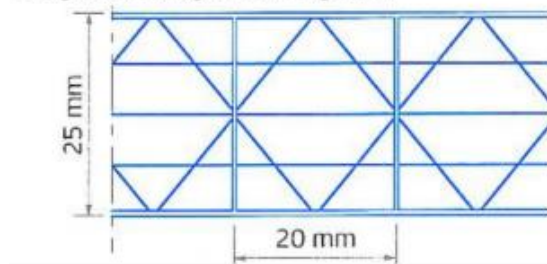
2.1.1 Vo paneel 25 mm

Versimpelde berekening van de door Peutz in het lab gemeten van de variant die in het Vo tot nu toe geselecteerd was. Dat is de volgende variant;

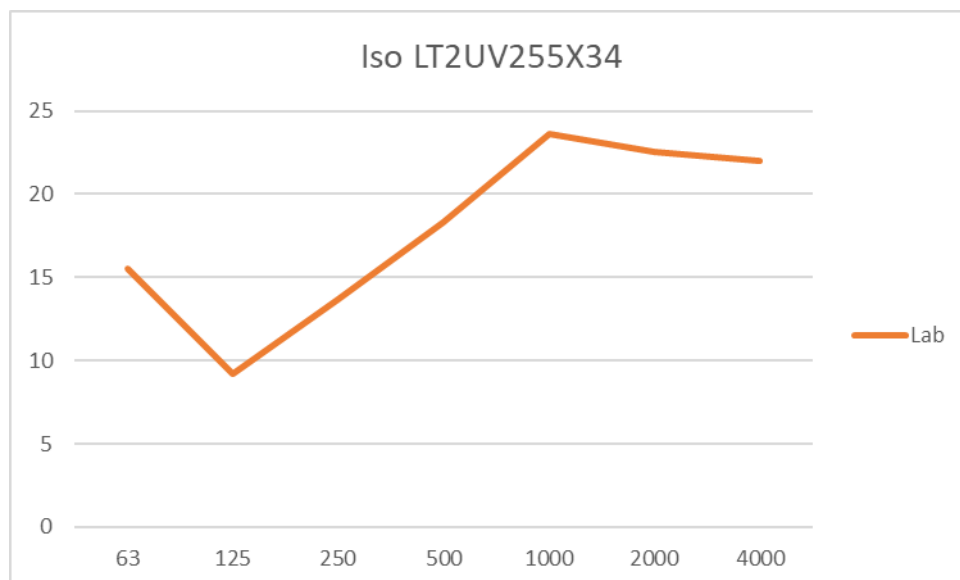
**Variant 4: LT2UV255X34**

Dimensions: 1490 mm x 1243 mm

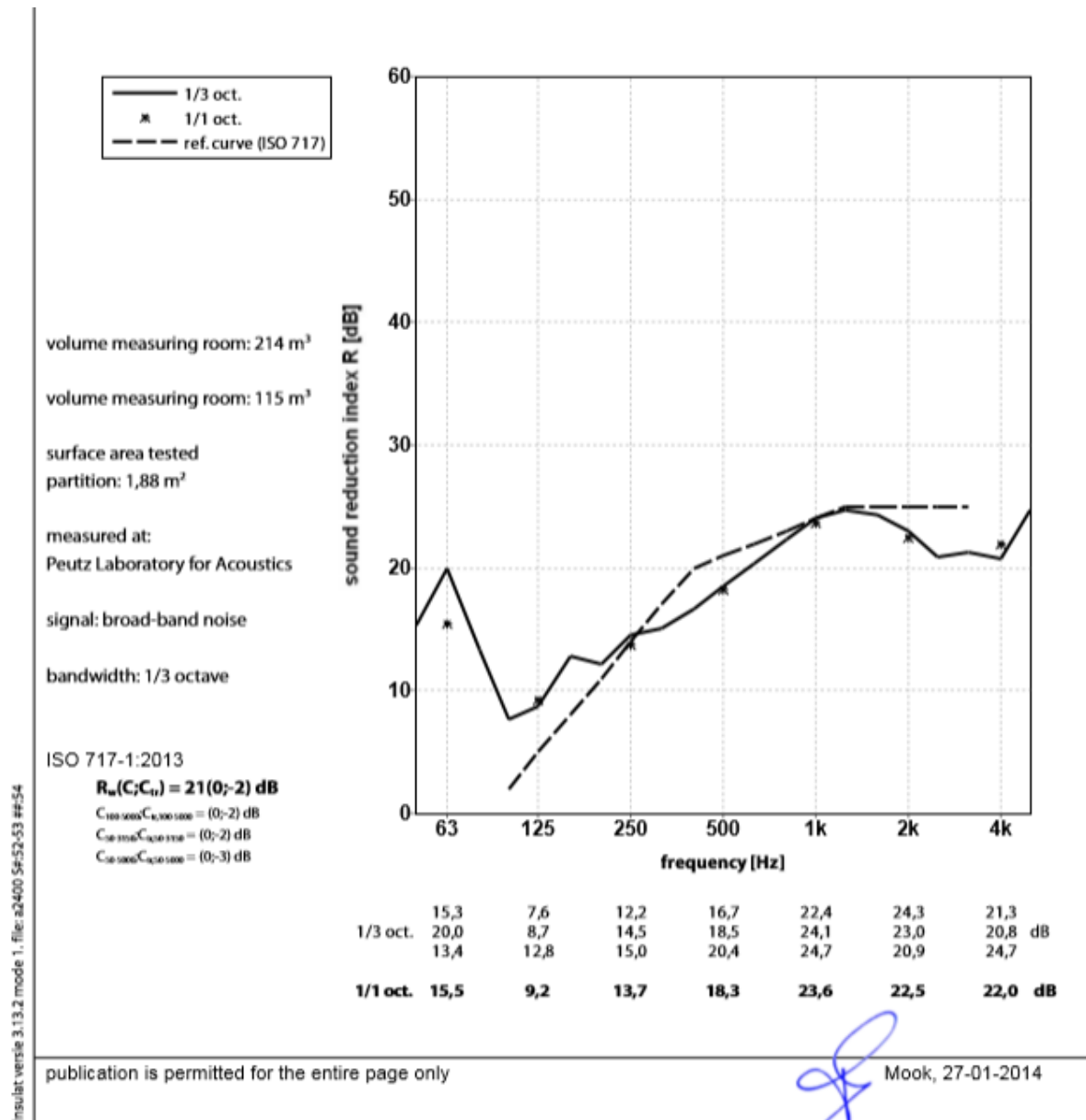
thickness: 25 mm

weight: 6,45 kg (ca 3,5 kg/m²)

Deze heeft de volgende isolatiewaarden volgens de meting



63	125	250	500	1000	2000	4000	Hz
15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22	dB



De R_w van de labmeting is 21 dB

In het simulatieprogramma Insul 9.0 is een vereenvoudigde modelberekening gemaakt. De vereenvoudiging is dat er alleen 2 platen Lexaan (polycarbonaat) op een spouw geplaatst zijn.

In eerste instantie is gerekend met een paneel grote van 9,6 m en volume van de ontvangende ruimte van 50 m³. Dit geeft vrij realistische waarden voor de isolatie van een materiaal.



Panel Dimensions

Wall/Ceiling

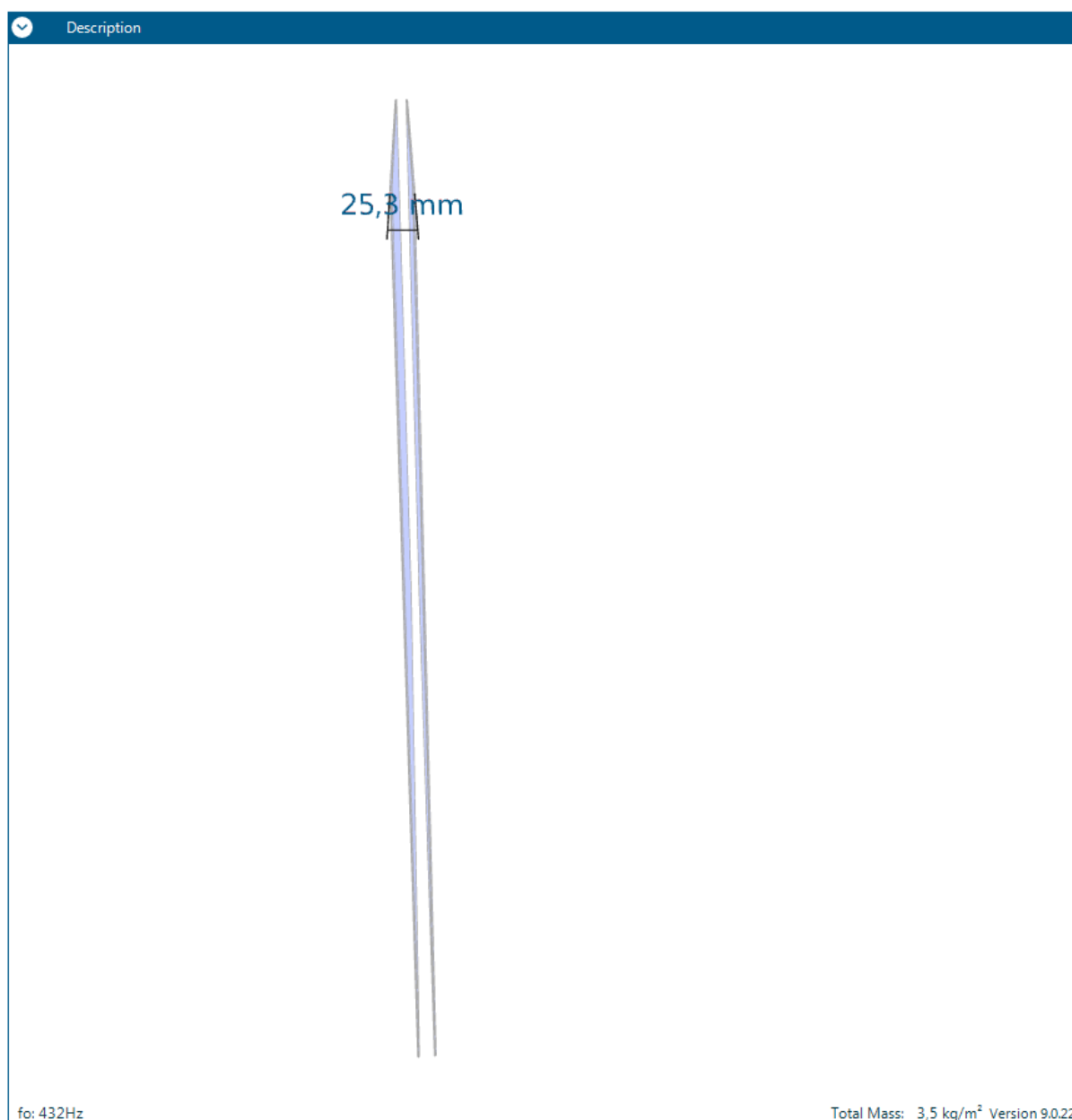
Height m

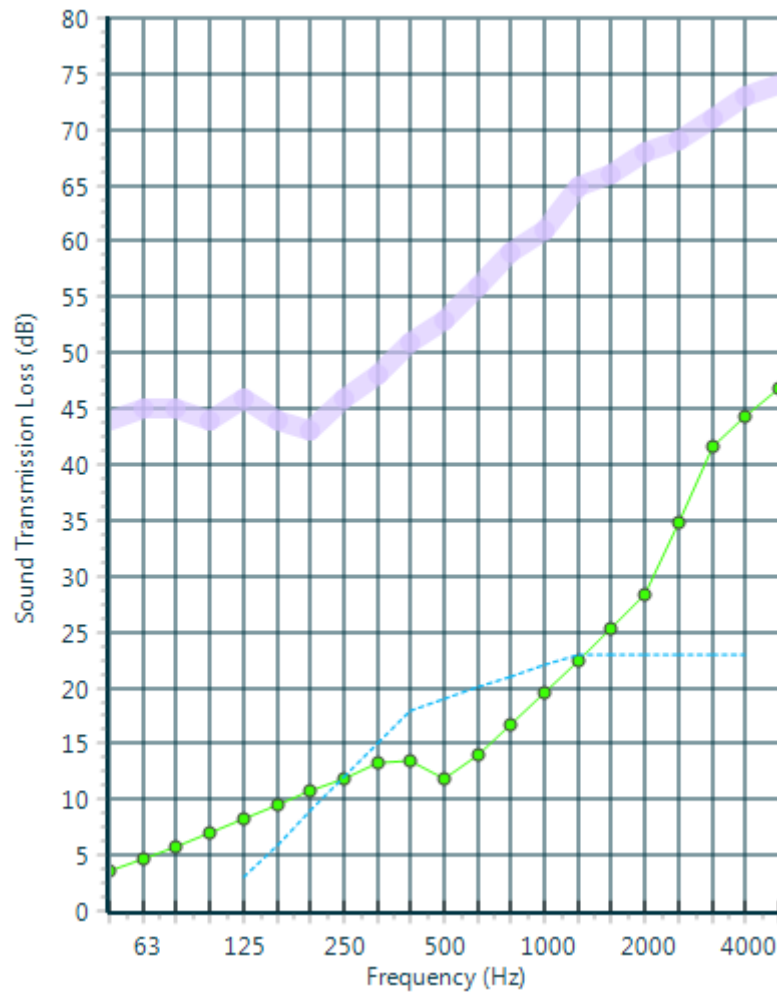
Length m

De resultaten zijn als volgt volgens Insul.

63	125	250	500	1k	2k	4k
5	8	12	13	19	28	44

STC 19 α_{TC} 14





	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27		20
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22		21 dB
Berekening Insul	9,6	5	8	12	13	19	28	44		19 dB
verschil bestek eis		-4	-4	-1	-2	-1	4	17		2 dB
verschil Lab meting		-10,5	-1,2	-1,7	-5,3	-4,6	5,5	22		dB

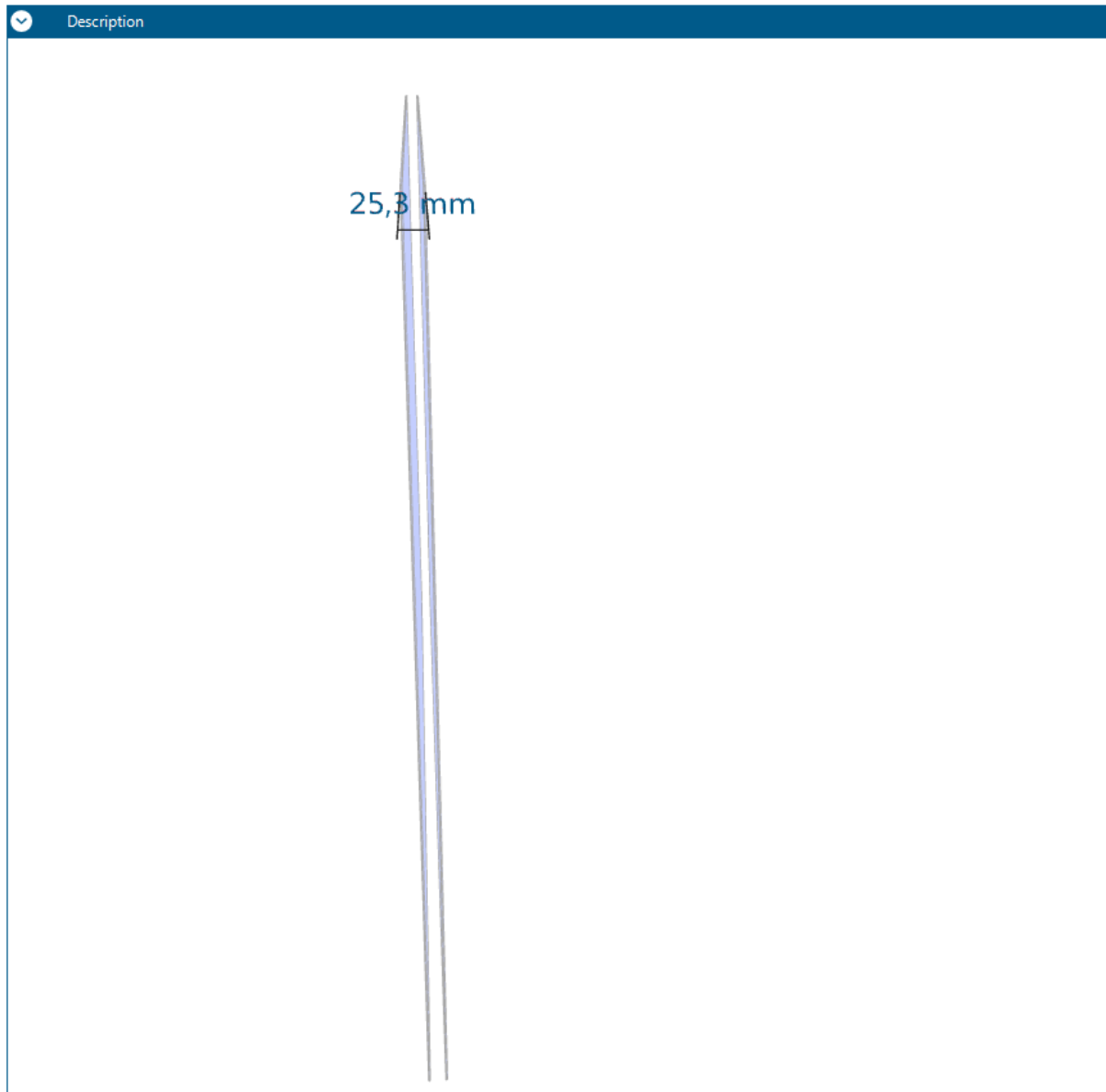
Te zien is dat de R_w 2 dB lager uitkomt dan de Peutz meting en dat er tot 1000 Hz 2 tot 4 dB te kort is met de bestek eis. Het verschil bij dit oppervlak met de Lab meting is aanzienlijk 10,5 dB in het 63 Hz octaaf.

Wij veronderstellen dat de betere isolatiewaarde in het laboratorium voortkomen uit de kleine (1,88 m²) afmeting van het proefstuk tijdens de laboratorium meting. Om deze reden is ook de isolatiewaarde berekend zoals gebruikt met de afmeting in het laboratorium. De resultaten zijn als volgt.



63	125	250	500	1k	2k	4k
10	11	14	14	20	29	45

STC 21

 OPTC 16


	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27	20	
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22	21	dB
Berekening Insul	9,6	5	8	12	13	19	28	44	19	dB
verschil bestek eis		-4	-4	-1	-2	-1	4	17	2	dB
verschil Lab meting		-10,5	-1,2	-1,7	-5,3	-4,6	5,5	22		dB
Berekening Insul	1,88	8	9	12	13	18	27	42	19	dB
verschil bestek eis		-1	-3	-1	-2	-2	3	15	2	dB
verschil Lab meting		-7,5	-0,2	-1,7	-5,3	-5,6	4,5	20	0	-2 dB

De verschillen worden dan inderdaad kleiner bij het verkleinen van het paneel. Het scheelt 1-3 dB bij de lagere octaven (63 en 125 Hz) ten opzichte van de laboratorium metingen.



Wat opvalt is dat de theoretische berekeningen lager uitvallen dan de meting met name bij de lagere frequenties. Dit is in het algemeen andersom. Om deze reden is nog een extra variant onderzocht.

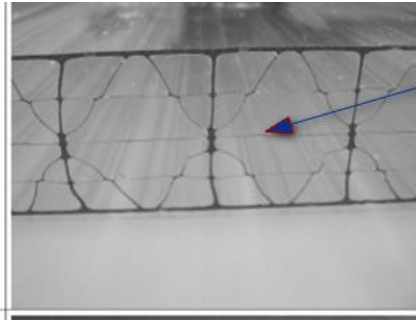
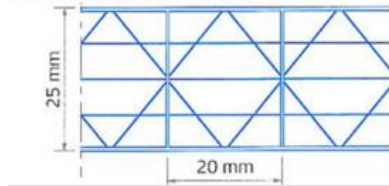
Het verschil met de meting wordt mogelijk verklaart door dat er niet enkel lucht tussen de panelen zit maar een fijne structuur van zeer dun plastic die kanaaltjes vormen en waarschijnlijk een geluidsabsorberende werking hebben.

Variant 4: LT2UV255X34

Dimensions: 1490 mm x 1243 mm

thickness: 25 mm

weight: 6,45 kg (ca 3,5 kg/m²)



zeer dunne kanalen

In de volgende berekening 50% absorberend materiaal in de spouw gesimuleerd.

63	125	250	500	1k	2k	4k
10	11	14	15	22	33	54

STC 22 OITC 17



400Hz

Total Mass: 3,5 kg/m² Version 9.0.22

	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27	20	
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22		21 dB
Berekening Insul	9,6	5	8	12	13	19	28	44		19 dB
verschil bestek eis		-4	-4	-1	-2	-1	4	17		2 dB
verschil Lab meting		-10,5	-1,2	-1,7	-5,3	-4,6	5,5	22		dB
Berekening Insul	1,88	8	9	12	13	18	27	42		19 dB
verschil bestek eis		-1	-3	-1	-2	-2	3	15		2 dB
verschil Lab meting		-7,5	-0,2	-1,7	-5,3	-5,6	4,5	20	0	-2 dB
berekening Insul met 50% absorptie		8	11	14	16	22	32	52		22 dB
verschil bestek eis	1,88	-1	-1	1	1	2	8	25		0 dB
verschil Lab meting		-7,5	1,8	0,3	-2,3	-1,6	9,5	30	0	dB

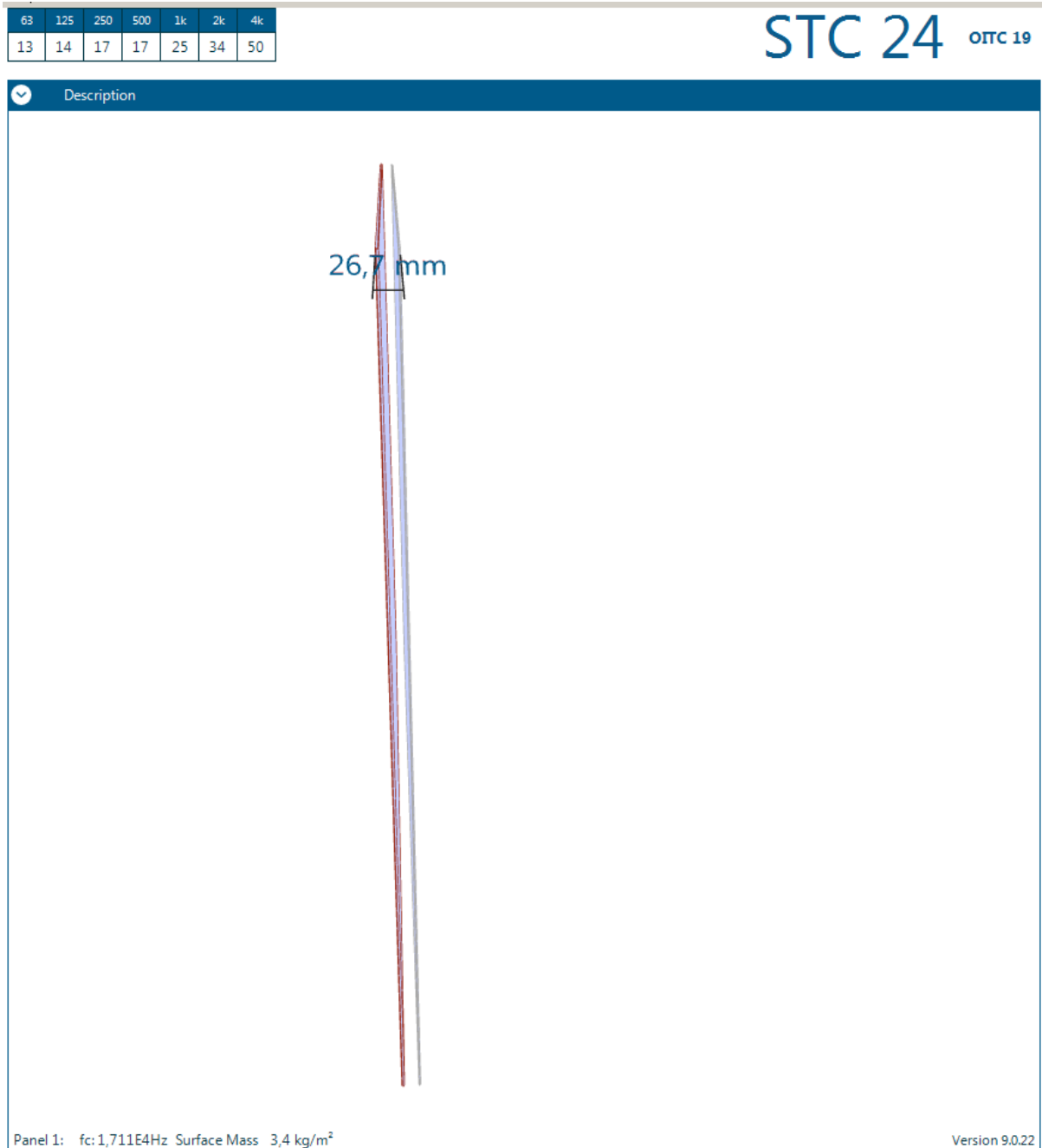
Te zien is dat de RW-waarde nu gelijk is aan de laboratorium meting en voldoet aan de bestek eis. De afwijkingen in de lage frequenties ten opzichte van de bestekseis zijn 1 dB.

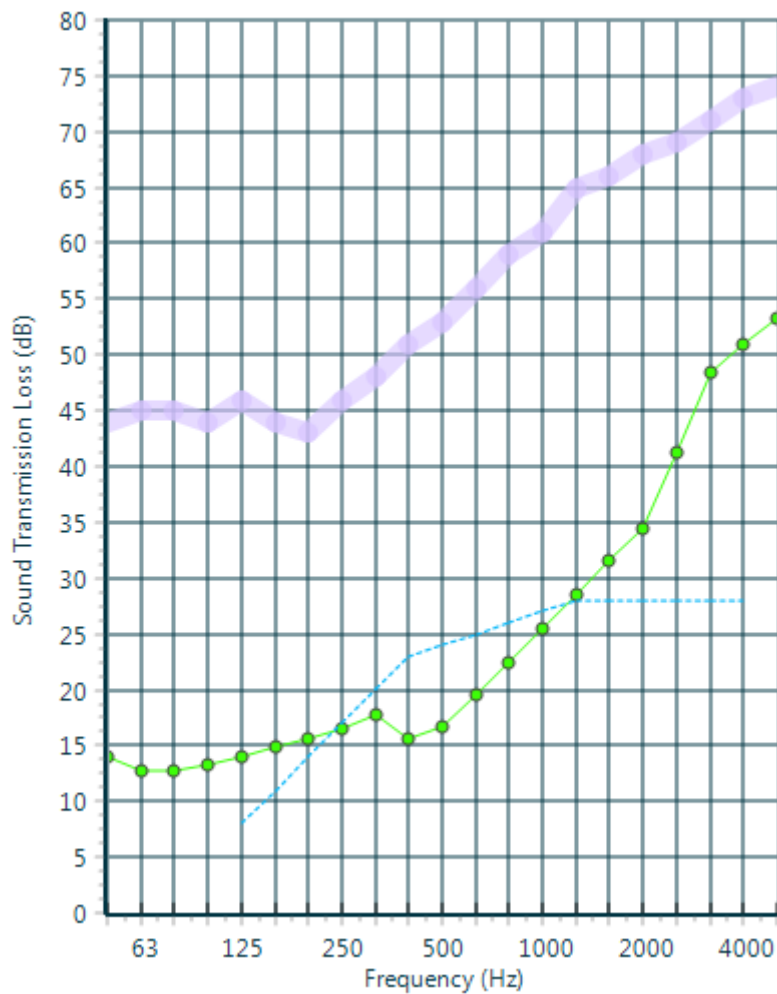


2.1.2 Optimalisatie isolatie

In de volgende berekening is onderzocht welke maatregel noodzakelijk is om het paneel te laten voldoen aan de bestekseis. Onderzocht is het effect van het verdubbelen van de bovenste laag van het paneel van 1,4 naar 2,8 mm.

De resultaten zijn als volgt.



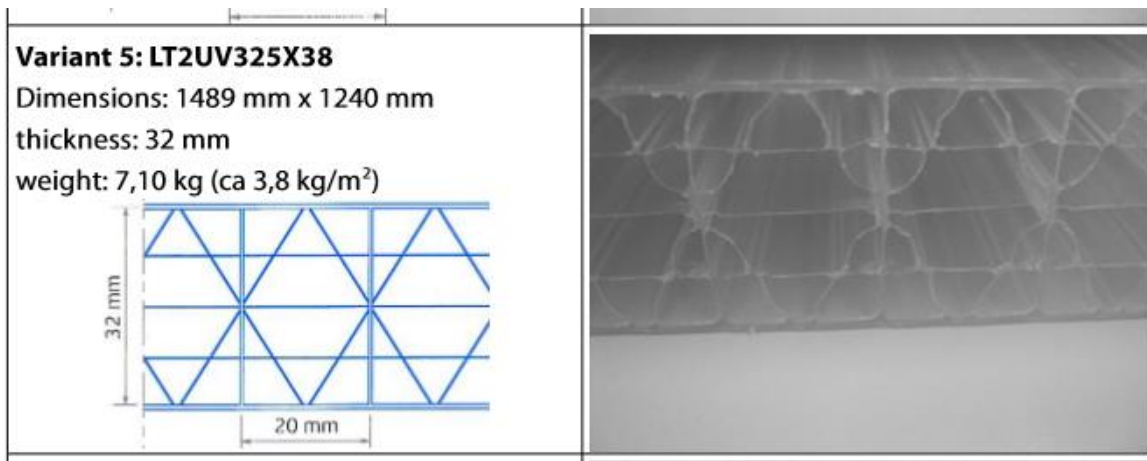


	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27	20	
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22		21 dB
Berekening Insul	9,6	5	8	12	13	19	28	44		19 dB
verschil bestek eis		-4	-4	-1	-2	-1	4	17		2 dB
verschil Lab meting		-10,5	-1,2	-1,7	-5,3	-4,6	5,5	22		dB
Berekening Insul	1,88	8	9	12	13	18	27	42		19 dB
verschil bestek eis		-1	-3	-1	-2	-2	3	15		2 dB
verschil Lab meting		-7,5	-0,2	-1,7	-5,3	-5,6	4,5	20	0	-2 dB
berekening Insul met 50% absorptie		8	11	14	16	22	32	52		22 dB
verschil bestek eis	1,88	-1	-1	1	1	2	8	25		0 dB
verschil Lab meting		-7,5	1,8	0,3	-2,3	-1,6	9,5	30	0	dB
berekening Insul met 2,8 mm paneel		13	14	17	17	25	34	50		24 dB
verschil bestek eis	1,88	4	2	4	2	5	10	23		2 dB

Te zien is dat met deze simpele ingreep ruimschoots aan de bestek eisen voldaan kan worden.

2.1.3 Do paneel 32 mm

Om de plaat geluidsabsorberend te maken is in het Do+ gekozen om met een dikkere (32mm) plaat te gaan werken.

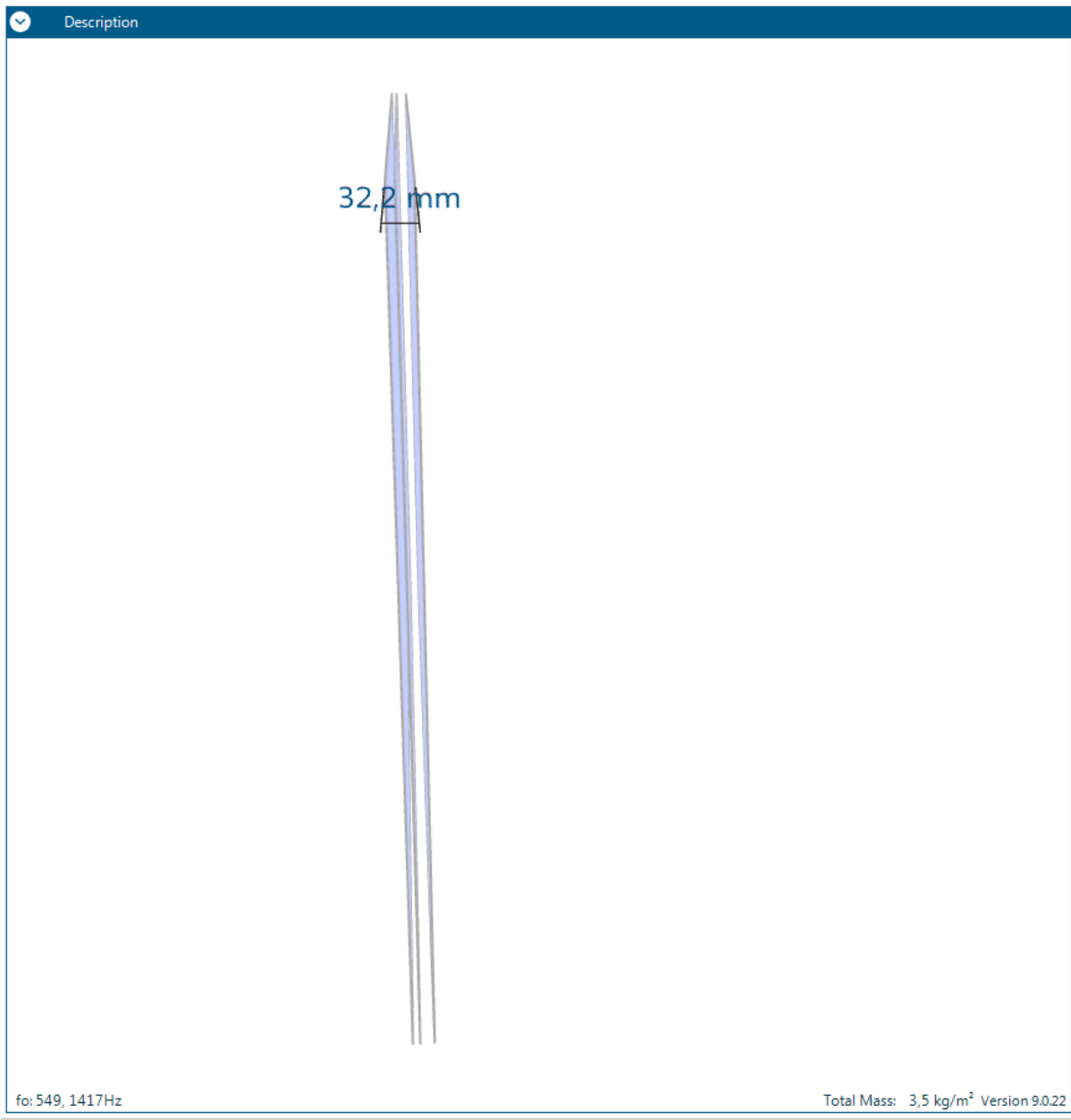


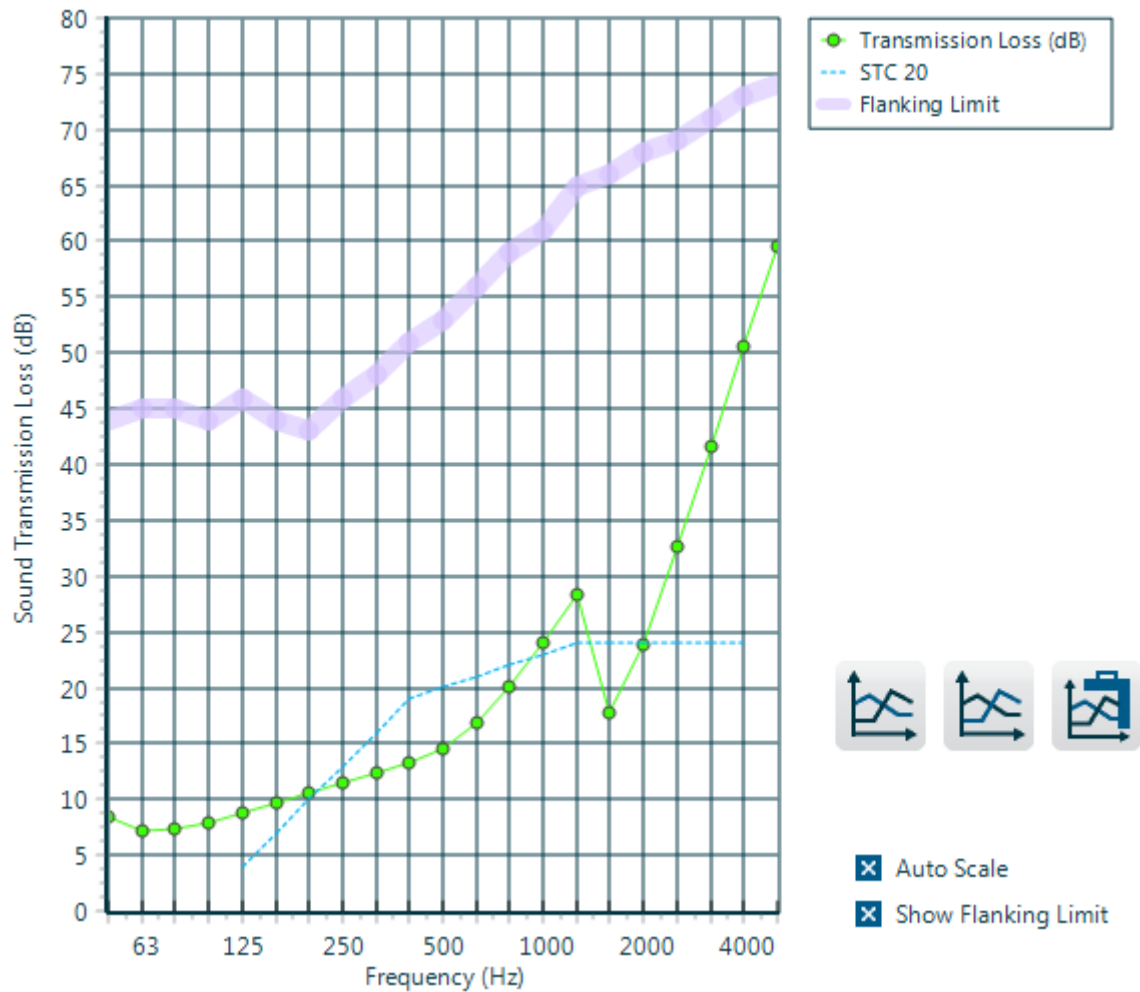
variant nr.	5	
	LT2UV325X38	
record nr.	#61	
figure nr.	7	
frequency [Hz]	1/3 oct.	1/1 oct.
50	15,4	
63	16,3	15,8
80	15,7	
100	10,1	
125	9,1	10,4
160	12,9	
200	13,0	
250	15,4	14,6
315	16,1	
400	17,7	
500	19,2	19,1
630	21,0	
800	22,9	
1000	23,9	23,3
1250	23,3	
1600	22,3	
2000	20,8	20,8
2500	19,7	
3150	19,1	
4000	24,4	22,2
5000	27,1	
$R_w(C;C_{80})$	21(-1;-2) dB	
$C_{100-5000}/C_{80,100-5000}$	(0;-2) dB	
$C_{50-3150}/C_{80,50-3150}$	(-1;-2) dB	
$C_{50-5000}/C_{80,50-5000}$	(0;-2) dB	

Ook dit paneel is gesimuleerd op afmeting 1,88 m² en zonder absorptie in de spouw

63	125	250	500	1k	2k	4k
8	9	11	15	23	21	46

STC 20 OITC 15





	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27		20
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22		21 dB
Berekening Insul	1,88	8	9	11	15	23	21	46		20 dB
verschil bestek eis		-1	-3	-2	0	3	-3	19		2 dB
verschil Lab meting		-7,5	-0,2	-2,7	-3,3	-0,6	-1,5	24		dB

Dit geeft vergelijkbare waarden als het 25 mm dikke paneel. Wij gaan ervan uit dat de onderzochte effecten zoals een massa verdubbeling van het bovenste laag van het paneel en het absorptie effect van de kanalen ook te vergelijken zijn.

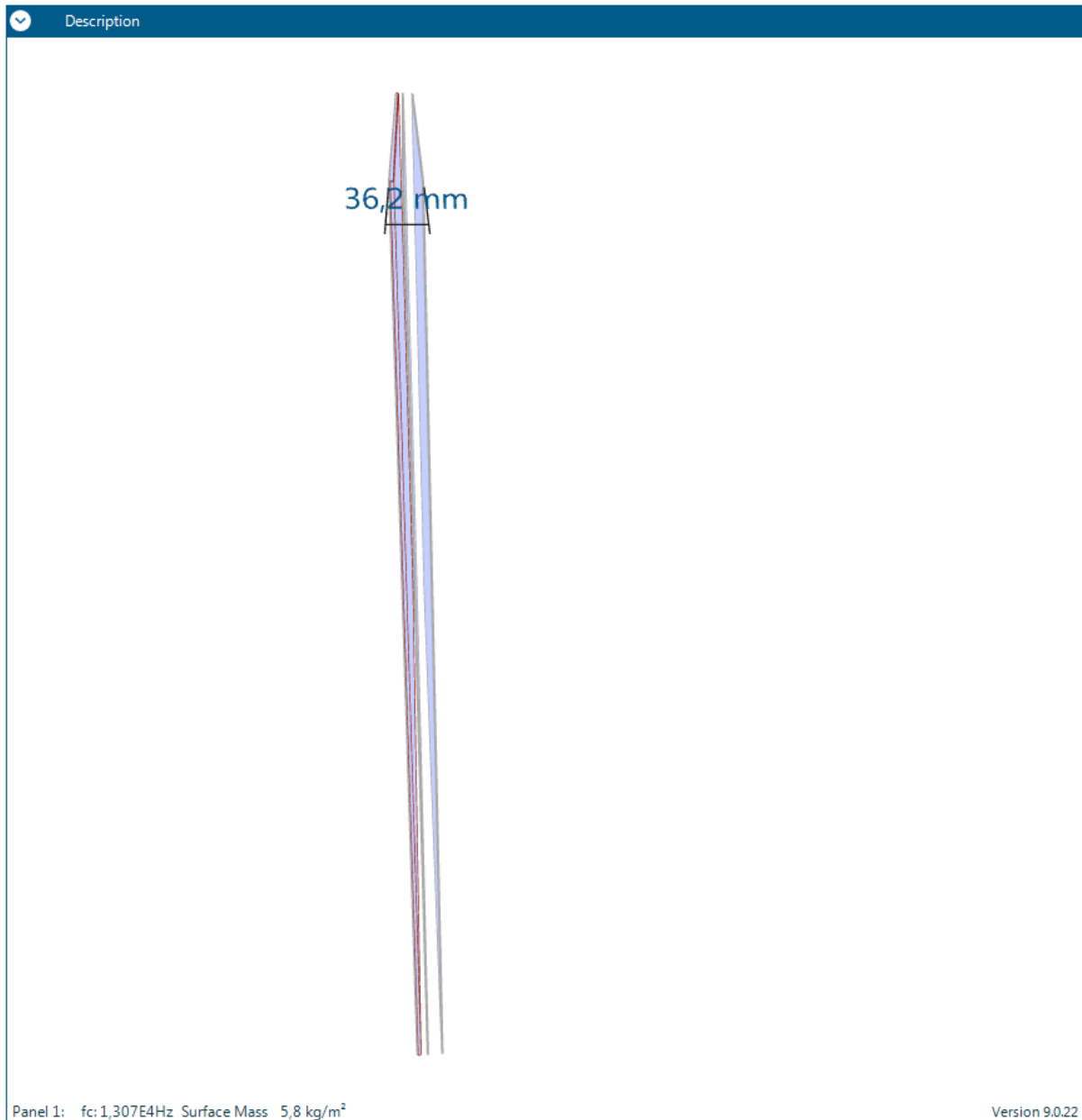
2.1.4 4 mm verdikking

Voor de zijwanden kwam de vraag wat het effect is van het aanbrengen van een 4 mm extra plaat op het paneel. De resultaten zijn berekend met het 32 mm paneel als basis.



63	125	250	500	1k	2k	4k
17	17	19	23	36	35	61

STC 30 OITC 24



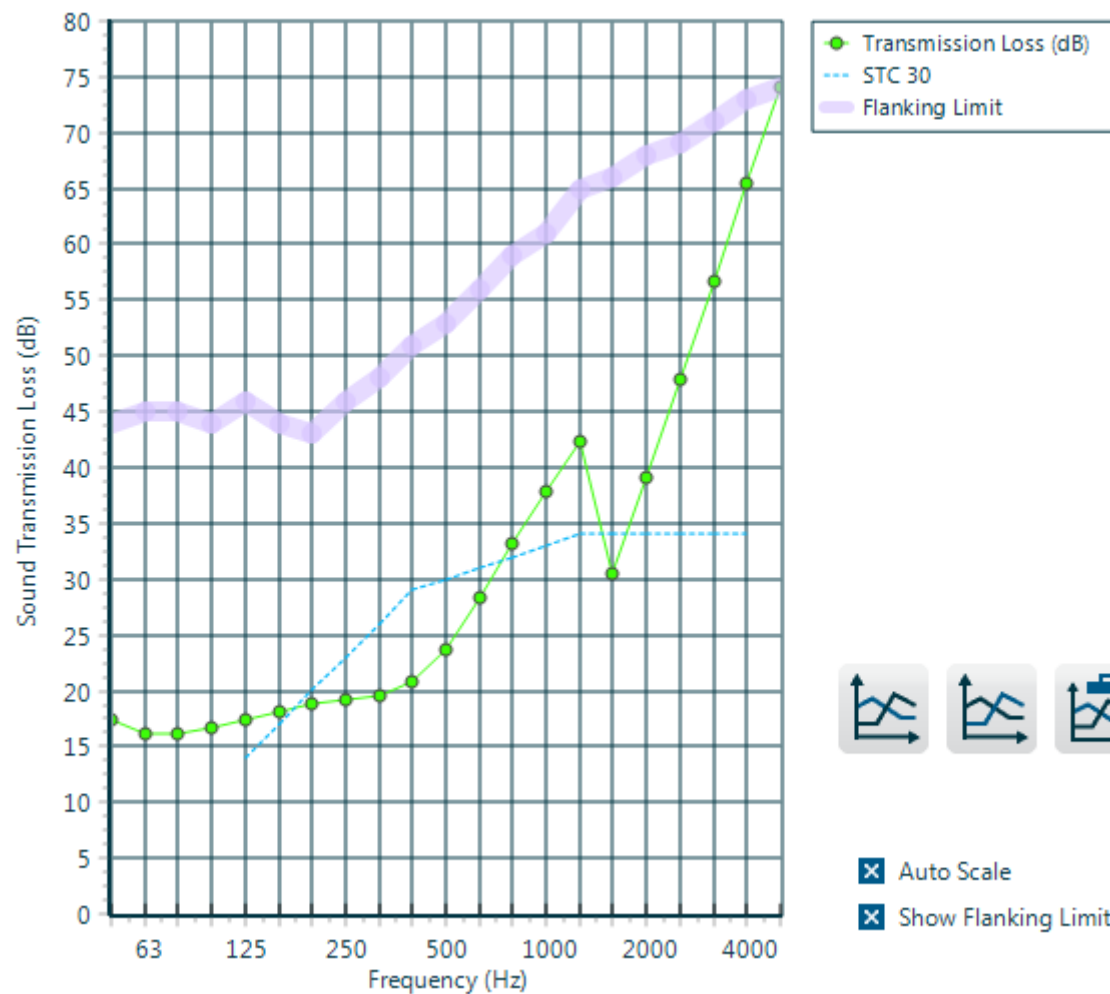
Voor de berekening is gerekend met 9,6 m²

Panel Dimensions

Wall/Ceiling

Height m

Length m

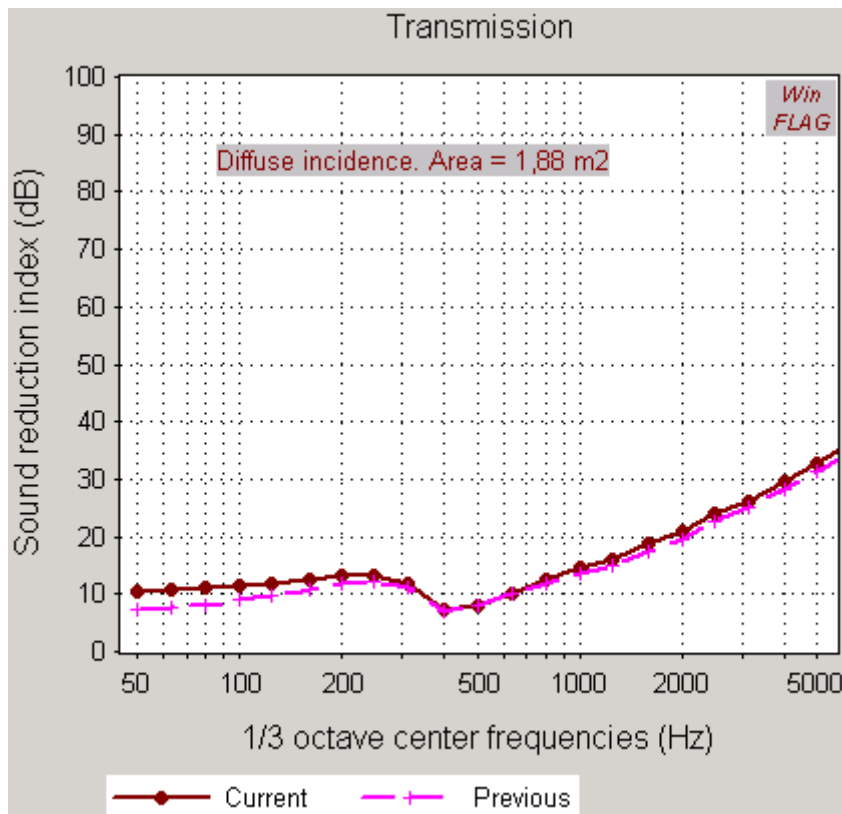


		63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Berekening Insul + 4mm	9,6	17	17	19	23	36	35	61		30 dB
verschil Lab meting ("verbetering")		1,5	7,8	5,3	4,7	12,4	12,5	39		dB

2.2 Effect microabsorptie op geluidsisolatie

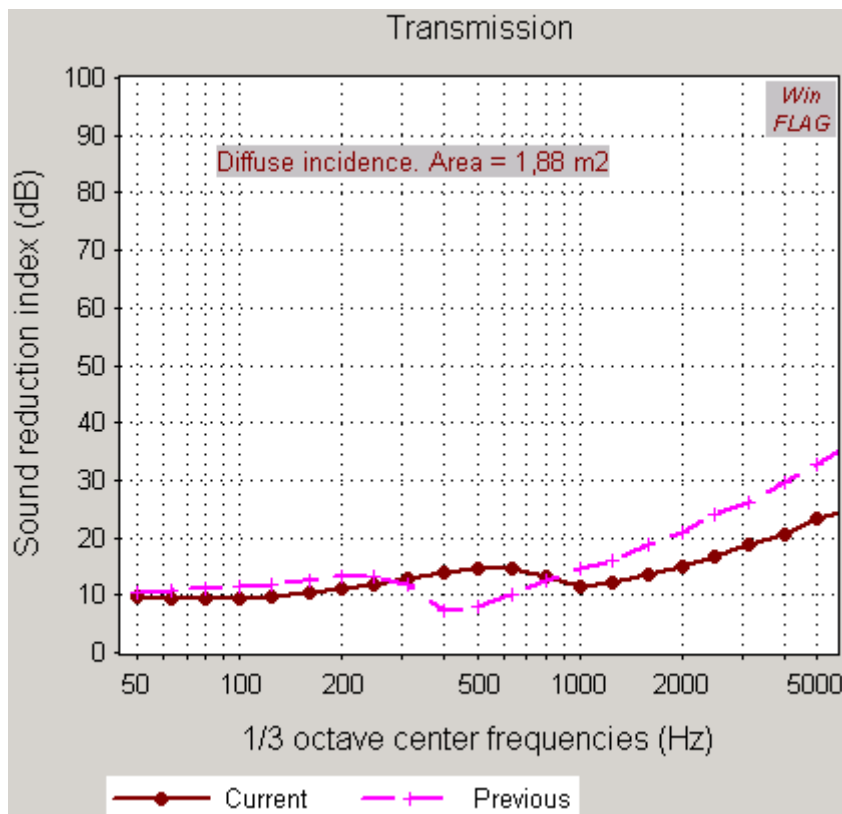
Om dit te onderzoeken is overgestapt op het Winflag model. Het Insul model kan geen geluidsabsorptie berekenen. In Winflag is zowel de geluidsisolatie als de geluidsabsorptie met microperforatie (<0,5 mm) onderzocht op basis van het 32 mm paneel.

De volgende grafiek laat het verschil in isolatie zien.



Current=1,88 m² previous= 10 m²

In de volgende grafiek is er in 1 wand microperforatie toegepast.



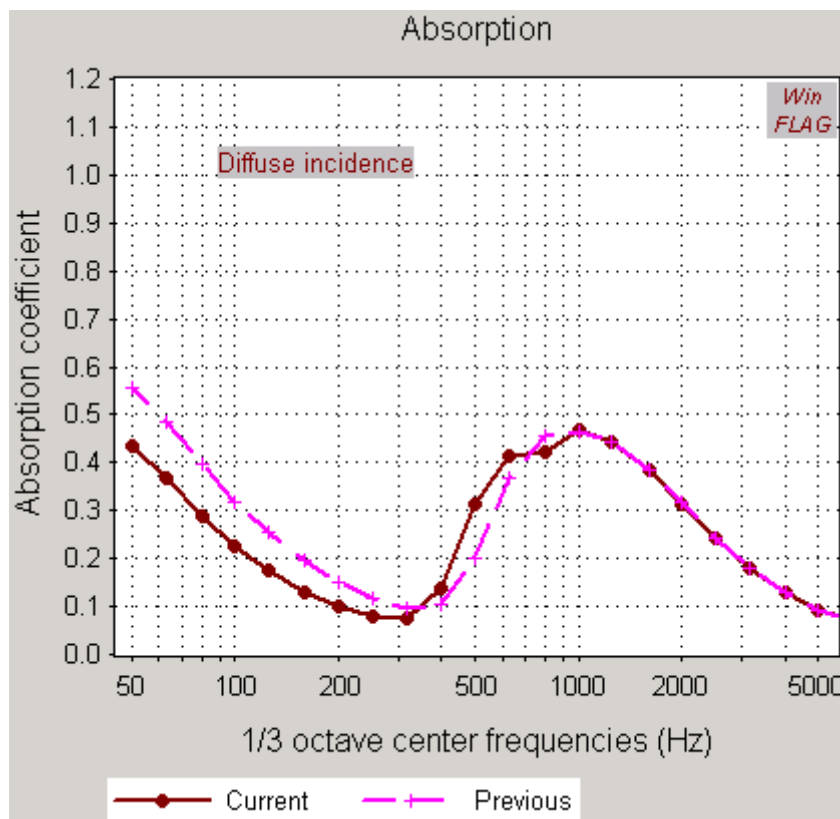
Te zien is dat er een geringe verslechtering optreedt bij het 63 en 125 Hz octaaf, iets geringere massa, een verbetering in het 250 en 500 Hz octaaf en een verslechtering in de 1 kHz en hogere octaven.

2.3 Conclusie microperforatie en geluidsisolatie

Uit de berekeningen blijkt dat het effect van microperforatie gering is op de geluidsisolatie met name op de lagere frequenties. Gezien de voorgaande berekeningen en de bereidheid van de fabrikant een aangepast paneel te maken kunnen met geringe aanpassingen de bestek eisen of zelfs hogere waarden bereikt worden. Vanzelfsprekend zal dit paneel wel in een groot lab nagemeten moeten worden of de berekende waarden ook daadwerkelijk behaald worden.

2.4 Geluidsabsorptie

In de volgende figuur is te zien wat op basis van het geselecteerde paneel maximaal aan geluidsabsorptie behaald kan worden.



3 Aangepast ontwerp

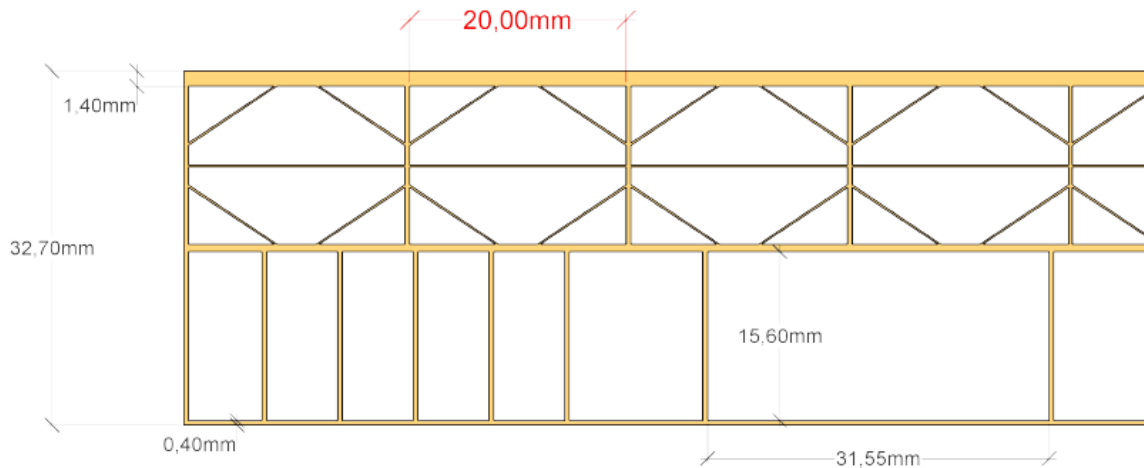
Op 29 april is door de leverancier een aangepast ontwerp ingediend.

Hierbij is de massa verhoogd van het paneel en micro absorptie toegepast



De volgende figuur laat de opbouw zien.

Calculated weight = 4.36 Kg/m²



Feynenoord sheet V3-1

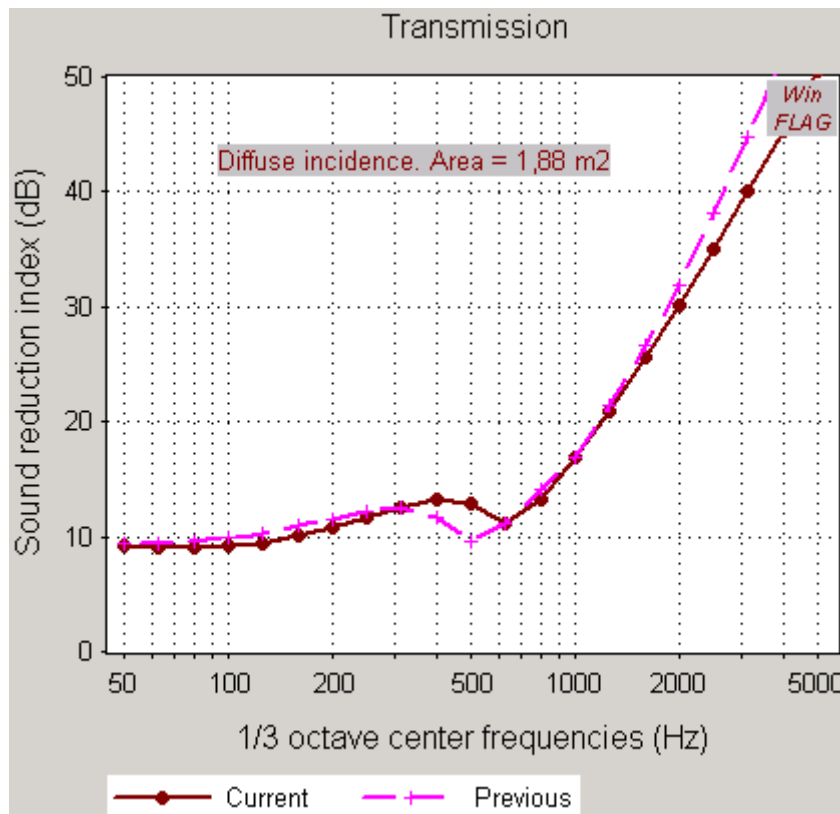
Eric Gervais
03 April 2020



Met Winflag 2.4 is berekend wat de te verwachten geluidsisolatie wordt.

	size m2	63	125	250	500	1000	2000	4000 Hz	RW	
Bestek eis		9	12	13	15	20	24	27	20	
meting Peutz	1,88	15,5	9,2	13,7	18,3	23,6	22,5	22	21	dB
Berekening Winflag	1,88	9,0	9,5	11,6	12,3	15,9	28,6	43,5	21	dB
verschil bestek eis		0,0	-2,5	-1,4	-2,7	-4,1	4,6	16,5	0	dB
verschil Lab meting		-6,5	0,3	-2,1	-6,0	-7,7	6,1	21,5		dB

In de volgende figuur is het effect van de microperforatie op de geluidsisolatie te zien.



De bruine lijn is het paneel met microperforatie de roze lijn het paneel zonder microperforatie. Bij de lage tonen nauwelijks verlies bij de 400-500 Hz een verbetering.

4 Eindconclusie

Het is mogelijk met geoptimaliseerde transparante panelen zowel een goede geluidsisolatiewaarde als een geluidsabsorberende werking te behalen.

Het nieuwe paneel geeft een verbetering door de massa toename. Het voldoet net aan de eisen uit het bestek. Wij adviseren de tweede laag ook als 1,4 mm dik uit te voeren.

Uit de eerste analyse bleek dat de theoretische berekende waarden vergeleken met de gemeten waarden aan pessimistische kant bleven. Om deze reden adviseren wij het paneel eerst in een laboratorium te meten en deze waarden in de berekening te gebruiken.

Ten aanzien van brand verwachtte wij geen negatieve effecten van microperforatie aangezien de brandwerendheid van kunststofmaterialen met name bepaald wordt door de aanwezige massa van het materiaal en die veranderd door microperforatie nauwelijks, (gaatjes van minder dan 0,5 mm per m²). Vanzelfsprekend zal deze hypothese in een laboratorium getest moeten worden.



Peter van der Geer

Utrecht 1 mei 2020