



SINTEF

2022:00962 - Fortrolig

Prøvingsrapport



Otretek Akusmart

Laboratiemåling av lydabsorpsjon til åtte varianter

Forfatter

Gjermund Holøyen



**AKKREDITERT
PRØVEMETODE:**
NS-EN ISO 354**ANGITT YTELSE:**
NS-EN ISO 11654**BYGNINGSDEL:**
Absorbenter**EMNEORD:**
Laboratorie-
undersøkelse,
lydabsorpsjon

Prøvingsrapport

Otretek Akusmart

Laboratiemåling av lydabsorpsjon til åtte varianter

Versjon
1**Dato**
2022-11-25**Forfatter**
Gjermund Holøyen**Oppdragsgiver**
Otretek AS
Kåsvegen 4
7340 OPPDAL**Oppdragsgivers ref.**
Jonas Langseth**Prosjektnummer**
102022247-2**Antall sider og vedlegg**
12 + 26**Prøveobjekt**
Absorbenter**Prøveobjekt mottatt**
2021-11-30**Prøveprogram**
NS-EN ISO 354
KS 14-05-48-516**Prøvested**
Børrestuveien 3, Oslo**Prøvedato**
2021-11-30
2021-12-01**Sammendrag**

SINTEF Community har på oppdrag fra Otretek AS målt lydabsorpsjon i laboratorium for åtte absorbenter. Målingene er utført i samsvar med NS-EN ISO 354. Klassifisering er beregnet i samsvar med NS-EN ISO 11654. Alle målinger er foretatt i SINTEF Communitys akustikklaboratorium i Børrestuveien 3, Oslo.

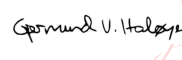
Målt lydabsorpsjonsdata i henhold til NS-EN ISO 11654:

Variant	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	α_w	Klasse
A	0,25	0,85	1,00	0,95	0,85	0,65	0,85	B
B	0,10	0,35	0,85	0,95	0,75	0,65	0,65 (M)	C
C	0,45	0,90	0,85	0,75	0,85	0,65	0,80 (L)	C
D	0,30	0,85	1,00	0,95	0,90	0,75	0,90	A
E	0,25	0,80	1,00	1,00	0,95	0,65	0,85	B
F	0,10	0,20	0,50	0,85	0,95	0,85	0,50 (MH)	D
G	0,20	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A
H	0,35	0,75	0,90	0,80	0,80	0,60	0,80	B

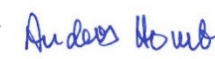
Prøveresultatene gjelder kun de objekter som er prøvd.

Utarbeidet av
Gjermund Holøyen

SIGNATUR


Digitally signed by Holøyen
Gjermund Valdemar
DN: cn=Holøyen Gjermund
Valdemar
Date: 2022.11.25 09:30:06 +01'00'**Kontrollert av**
Anders Homb

SIGNATUR

**Godkjent av**
Monica Strøm Nodland

SIGNATUR

**Rapportnummer**
2022:00962**Gradering**
Fortrolig

Historikk

Versjon	Dato	Versjonsbeskrivelse
1	2022-11-25	Prøvingsrapport

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	4
2	Lydlaboratoriet	4
3	Akkreditert prøving	4
4	Prøveobjekter	4
4.1	Beskrivelse av testvariantene	5
5	Målinger	6
5.1	Usikkerhet	6
5.2	Sporbarhet	6
5.3	Avvik.....	6
6	Resultater	7
7	Vurderinger	11
7.1	Vurdering av absorpsjonsklasser	11
7.2	Vurdering av frekvensspekter	11
8	Konklusjon	12
Bilag/vedlegg		
A	Fotodokumentasjon	13
B	Måleutstyr	19
C	Usikkerhet	20
D	Lydlaboratoriet.....	21
E	Tegninger.....	22
F	Måledata	26
G	Måleblader	27

1 Innledning

SINTEF Community har på oppdrag fra Otrettek AS målt lydabsorpsjon i laboratorium for åtte absorberter. Målingene er gjennomført som et ledd i produktutvikling av Otrettek Akusmart. Målingene er utført i samsvar med NS-EN ISO 354. Ett-tallsverdier er beregnet i samsvar med NS-EN ISO 11654.

Morten Fosslund har vært kontaktpersoner ved gjennomføringen av måleprogrammet for Otrettek AS. Anders Homb har vært kontaktperson for SINTEF Community. Målingene er utført av Gjermund Holøyen.

2 Lydlaboratoriet

Akustikklaboratoriene i SINTEF Community er lokalisert i Børrestuveien 3 i Oslo. Det er to lydlaboratorier; ett for store fullskala bygningsdeler og ett for små bygningsdeler som dører, vinduer og ventiler.

Akustikklaboratoriet for store bygningsdeler ligger i prøvehallen og ble bygget i 2002. Laboratoriet oppfyller kravene til lydlaboratorier i NS-EN ISO 10140 *Akustikk – Laboratoriemåling av lydisolasjon for bygningsdeler* og NS-EN ISO 354 *Akustikk – Måling av lydabsorpsjon i klangrom*. Informasjon om sporbarhet av måleutstyr, forventet usikkerhet og målsatte tegninger av laboratoriet, er lagt ved rapporten i vedlegg B, C og D.

Klangrommet er bygd som kombinert mottakerrom for lydisolasjonsmålinger og klangrom for lydabsorpsjonsmålinger. Omsluttende flater er utført i 200 mm plasstøpt betong, og det er doble ståldører inn i rommet. Romvolum for klangrommet er 200 m³. Etterklangstiden reguleres med lydabsorberter, og tilpasses til å tilfredsstillere kravene til etterklangstid ved måling av en lydisolasjon eller lydabsorpsjon.

3 Akkreditert prøving

SINTEF Communitys akustikklaboratorium er akkreditert for prøving av Norsk akkreditering (NA Test 107). Norsk akkreditering definerer en akkreditering som: "Akkreditering er en offisiell anerkjennelse av en organisasjons kompetanse og evne til å utføre angitte oppgaver i samsvar med gitte krav." Norsk akkreditering er Norges representant i europeiske og internasjonale samarbeid som European cooperation for Accreditation (EA), International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) og International Accreditation Forum (IAF). For mer informasjon, se www.akkreditert.no.

Dette betyr at SINTEF Community og lydlaboratoriet tilfredsstiller alle krav til NS-EN ISO 17025. Akkrediteringen omfatter prøving av luftlydisolasjon, trinnlydnivå og -forbedring etter NS-EN ISO 10140-serien og lydabsorpsjon etter NS-EN ISO 354.

Formålet med akkrediteringsordningen er todelt. En akkreditering betyr at SINTEF Community foretar målinger med høy kvalitet, og stiller krav til hver enkelt operatørs kompetanse. Resultatene er sporbare, repeterbare og reproducerbare. Det andre formålet er at målinger utført hos SINTEF Community kan benyttes som produktdokumentasjon til SINTEF Teknisk Godkjenning eller andre europeiske godkjenningsordninger. Målinger utført hos en europeisk akkreditert institusjon anerkjennes ofte, men ikke alltid, av andre lands godkjenningsordninger.

4 Prøveobjekter

Prøveobjektene ankom akustikklaboratoriet 30. november 2021, og ble lagret inne under samme forhold som ved prøving. Monterings- og prøvedatoer er oppsummert i Tabell 1. Totalt åtte varianter ble testet.

Variantene er nærmere beskrevet i kapittel 4.1–4.8, og en sammenstilling av variantenes ulike egenskaper kan ses i tabell 2. Bilder fra prøvingen kan ses i vedlegg A. Snitt-tegninger av variantene kan ses i vedlegg E.

Alle variantene ble montert rett på gulvet i klangrommet, i henhold til kriteriene for *Type A mounting* i NS-EN ISO 354. Lengde og bredde var henholdsvis 4,0 og 2,8 meter, med et totalareal på 11,2 m².

Tabell 1: Monterings og prøvedatoer for målevariantene

Variant	Montert	Målt
A	30.11.2021	30.11.2021
B	30.11.2021	30.11.2021
C	01.12.2021	01.12.2021
D	30.11.2021	01.12.2021
E	30.11.2021	30.11.2021
F	30.11.2021	30.11.2021
G	30.11.2021	30.11.2021
H	01.12.2021	01.12.2021

Tabell 2: Variantenes ulike egenskaper

Variant	Hulromsdybde	Isolasjon i hulrom	Spiletykkelse	Spilebredde	Spileavstand
A	48 mm	Ja	21 mm	45 mm	21 mm
B	48 mm	Nei	21 mm	45 mm	21 mm
C	198 mm	Nei	21 mm	45 mm	30 mm
D	48 mm	Ja	13 mm	35 mm	15 mm
E	48 mm	Ja	21 mm	45 mm	21 mm
F	48 mm	Nei	Ingen spiler	Ingen spiler	Ingen spiler
G	48 mm	Ja	Ingen spiler	Ingen spiler	Ingen spiler
H	48 mm	Ja	25 mm	55–95 mm	20 mm

4.1 Beskrivelse av testvariantene

4.1.1 Variant A

Variant A bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa·s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom fylt med Rockwool med densitet 30 kg/m³. På toppen av plata var spiler av eik med tykkelse 21 mm, bredde 45 mm og spileavstand 21 mm. Se Figur E.1.

4.1.2 Variant B

Variant B bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom med luft. På toppen av plata var spiler av eik med tykkelse 21 mm, bredde 45 mm og spileavstand 21 mm. Se Figur E.2.

4.1.3 Variant C

Variant C bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 148 mm hulrom med luft. På toppen av plata var spiler av eik med tykkelse 21 mm, bredde 45 mm og spileavstand 30 mm. Se Figur E.3.

4.1.4 Variant D

Variant D bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom fylt med Rockwool med densitet 30 kg/m³. På toppen av plata var spiler av eik med tykkelse 13 mm, bredde 35 mm og spileavstand 15 mm. Se Figur E.4.

4.1.5 Variant E

Variant E bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom fylt med Rockwool med densitet 30 kg/m³. På toppen av plata var trapesformede spiler av eik med tykkelse 21 mm, største bredde 45 mm og spileavstand 21 mm. Se Figur E.5.

4.1.6 Variant F

Variant F bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom med luft. Det var ingen spiler på denne varianten. Se Figur E.6.

4.1.7 Variant G

Variant G bestod av en 9 mm tykk plate av resirkulert polyester med strømningsmotstand 282 Pa s/m og densitet 132 kg/m³ over et 48 mm hulrom fylt med Rockwool med densitet 30 kg/m³. Det var ingen spiler på denne varianten. Se Figur E.7.

4.1.8 Variant H

Variant H var en spesialvariant med spiler av eik plassert på et 48 mm hulrom fylt med Rockwool med densitet 30 kg/m³. Spilene hadde tykkelse 25 mm, og alternerende bredder 55, 75 og 95 mm, med spileavstand 20 mm. Spilene var bundet sammen med en 4 mm tykk plate av resirkulert polyester. Se Figur E.8.

5 Målinger

Målinger er utført i samsvar med NS-EN ISO 354 og SINTEF Communitys prosedyre KS 14-05-48-516.

5.1 Usikkerhet

Usikkerheter for målingene er lagt ved i vedlegg C. Usikkerhet for sammenligning av måleresultater fra SINTEF mot resultater fra andre laboratorier er gitt som standard usikkerhet for reproduserbarhet, i henhold til publiserte vitenskapelige studier. Verdiene er basert på variasjonen i måleresultater der en rekke produkter er målt ved flere laboratorier.

Usikkerhet for sammenligning av måleresultater fra SINTEF er gitt som standard usikkerhet for repeterbarhet.

5.2 Sporbarhet

En liste med oversikt over brukt måleutstyr er lagt ved i vedlegg B.

5.3 Avvik

Det ble ikke foretatt avvik fra målestandarden.

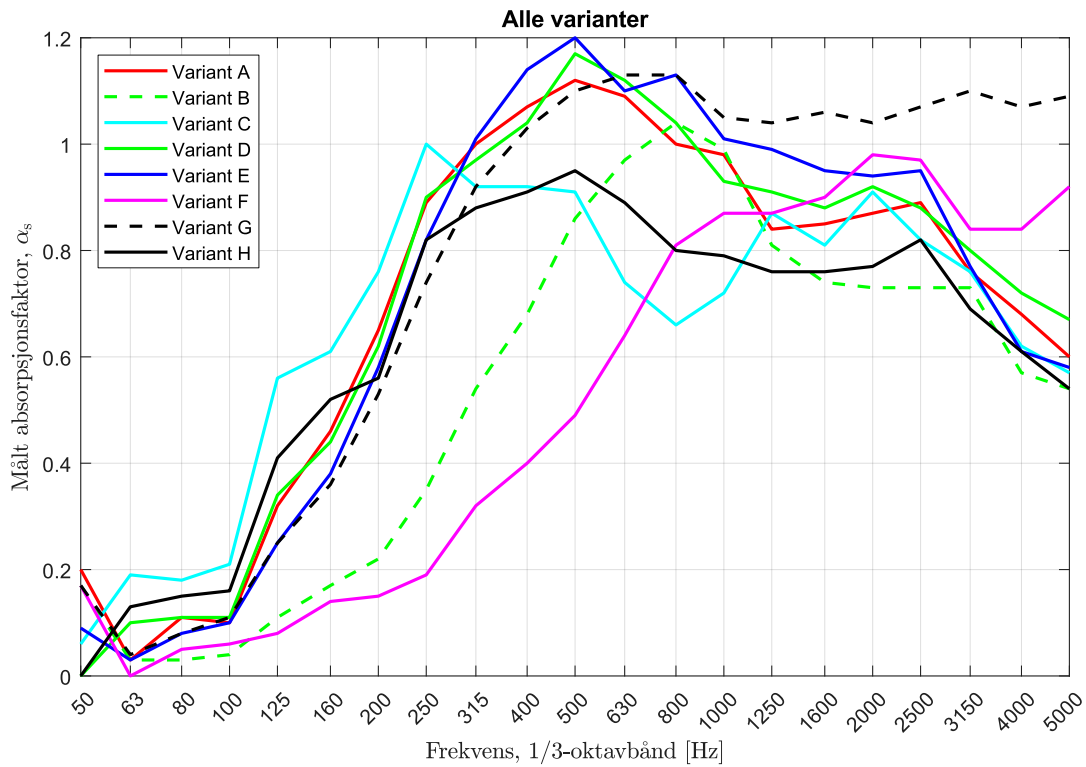
6 Resultater

Lydabsorpsjonsverdier i oktavbånd, veid lydabsorpsjonsfaktor og klassifisering i samsvar med NS-EN ISO 11654 for hver variant er vist i Tabell 3. Grafisk fremstilling av absorpsjonsfaktor i 1/3-oktavbånd er vist i figur 1 til figur 7. Resultater i 1/3-oktavbånd er gitt i tabellform i vedlegg F. Måledatablad er vedlagt i vedlegg G.

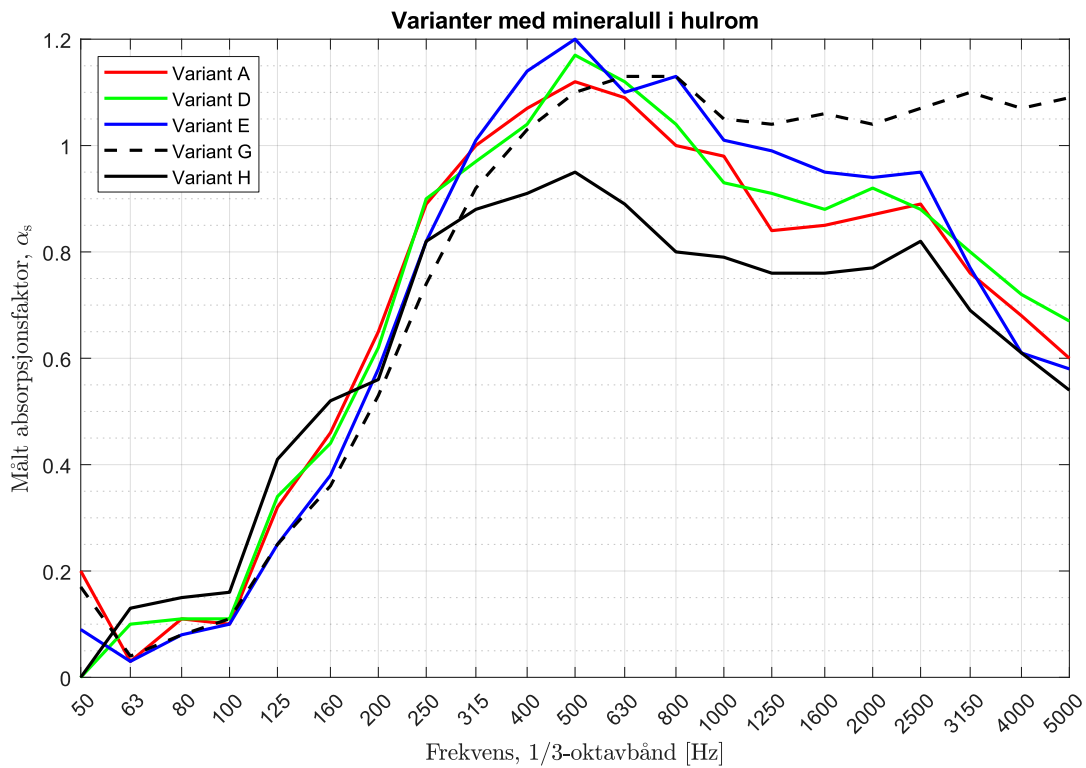
Tabell 3: Målte absorpsjonsverdier for praktisk lydabsorpsjonsfaktor, α_p , i oktavbånd, veid lydabsorpsjonsfaktor, α_w , og klassifisering i samsvar med NS-EN ISO 11654.

Variant	Måleblad	NS-EN ISO 11654						α_w	Klasse
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz		
A	102022247-2-1	0,25	0,85	1,00	0,95	0,85	0,65	0,85	B
B	102022247-2-2	0,10	0,35	0,85	0,95	0,75	0,6	0,65 (M)	C
	102022247-2-3								
C	102022247-2-4	0,45	0,90	0,85	0,75	0,85	0,65	0,80 (L)	C
	102022247-2-5								
D	102022247-2-6	0,30	0,85	1,00	0,95	0,90	0,75	0,90	A
E	102022247-2-7	0,25	0,80	1,00	1,00	0,95	0,65	0,85	B
F	102022247-2-8	0,10	0,20	0,50	0,85	0,95	0,85	0,50 (MH)	D
	102022247-2-9								
G	102022247-2-10	0,20	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A
H	102022247-2-11	0,35	0,75	0,90	0,80	0,80	0,60	0,80	B

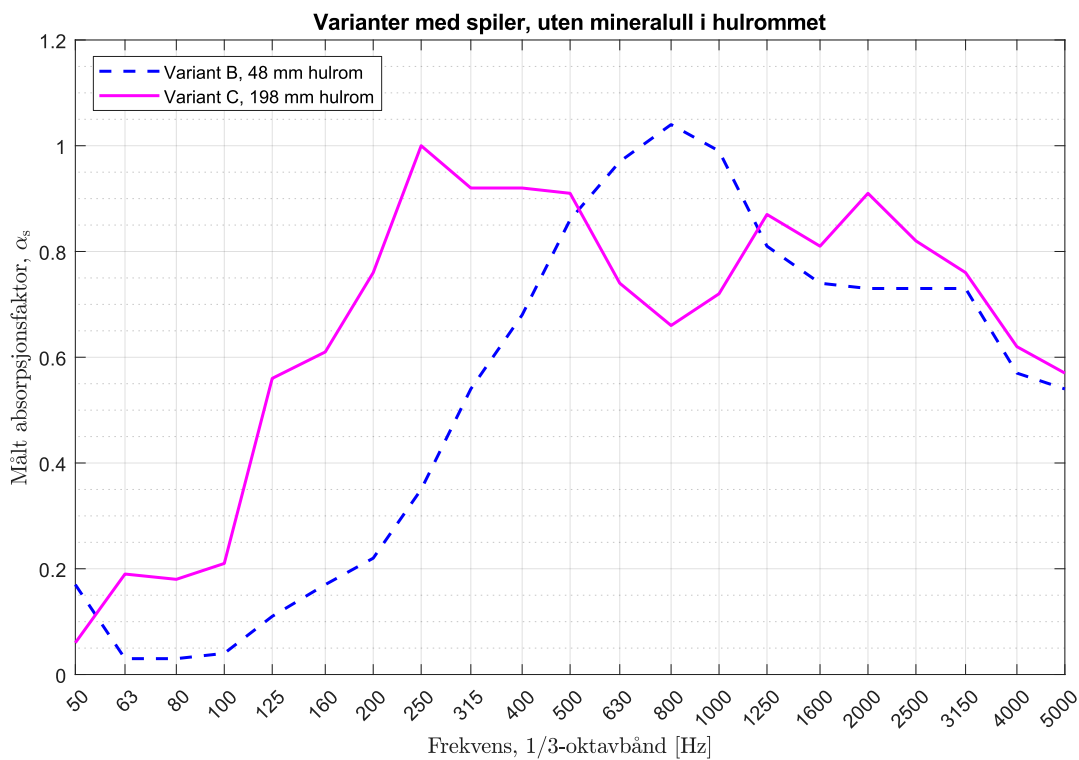
Variant B, C og F har formindikatorer, henholdsvis M, L og MH. Dette innebærer at lydabsorpsjonsfaktoren ved én eller flere frekvenser er betydelig høyere enn verdiene i den forskjøvede referansekurven som ligger til grunn for ett-tallsverdien α_w . For disse variantene bør hele kurven for lydabsorpsjonsfaktor angis sammen med ett-tallsverdien, og for disse variantene er det derfor også utarbeidet måledatablad i 1/3-oktavbånd etter NS-EN ISO 354.



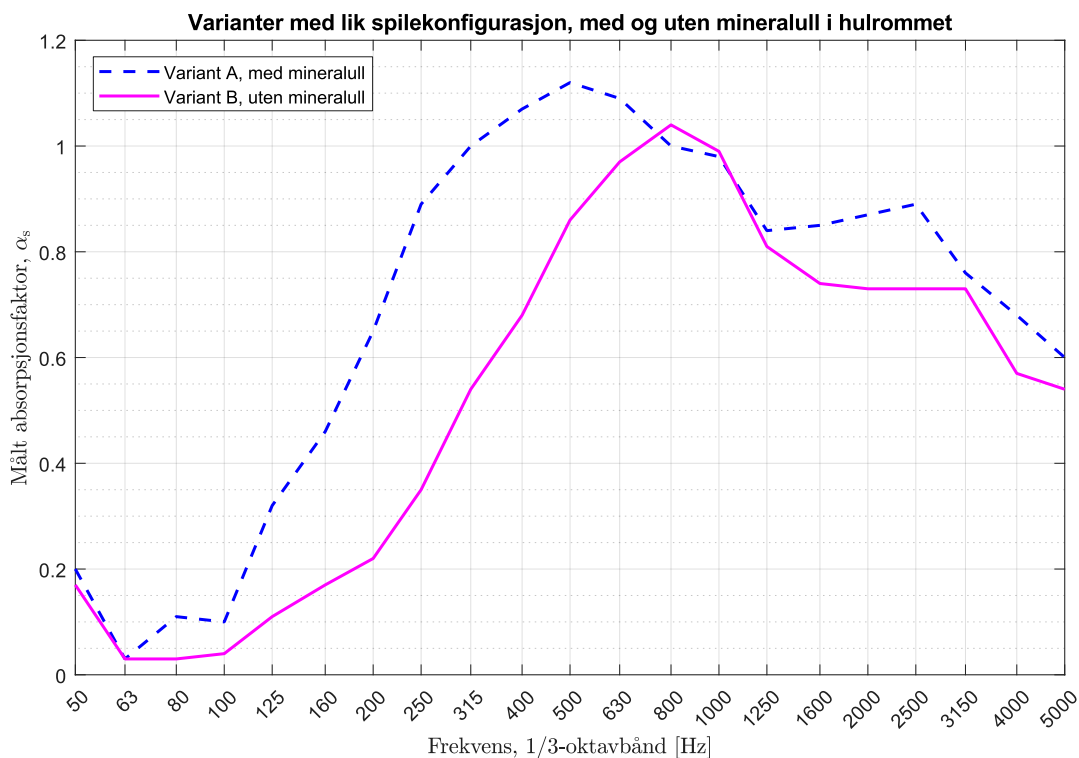
Figur 1: Frekvensdiagram for alle variantene samlet



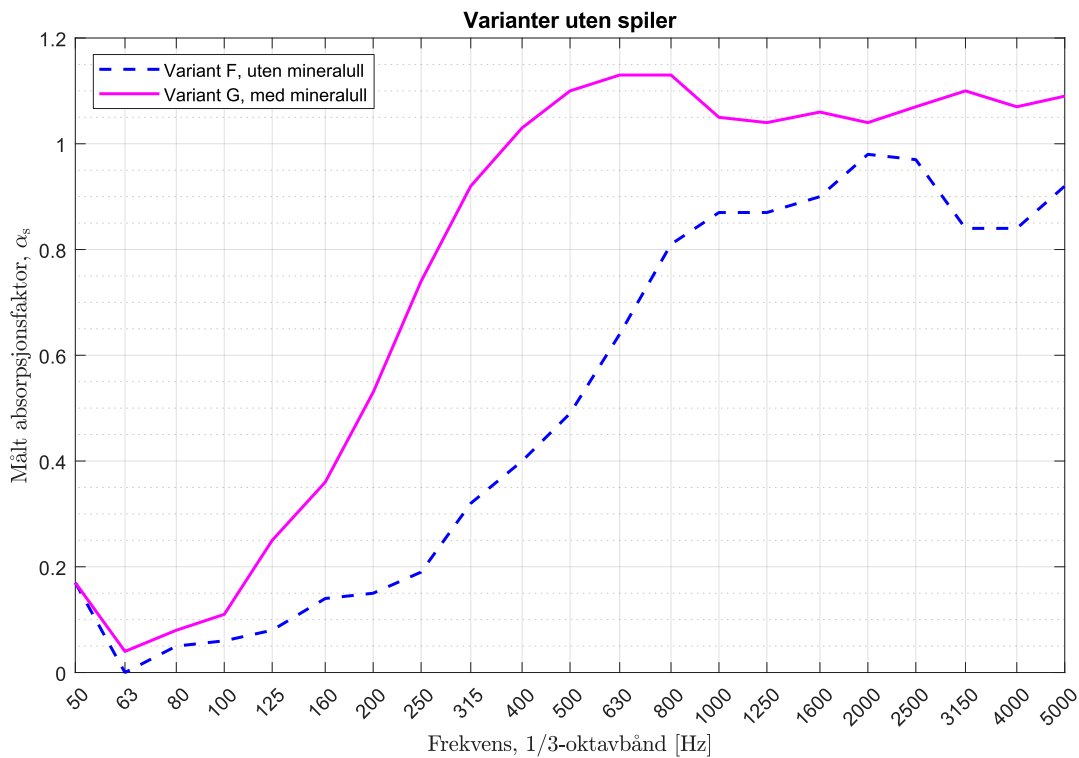
Figur 2: Frekvensdiagram for varianter med mineralull i hulrom



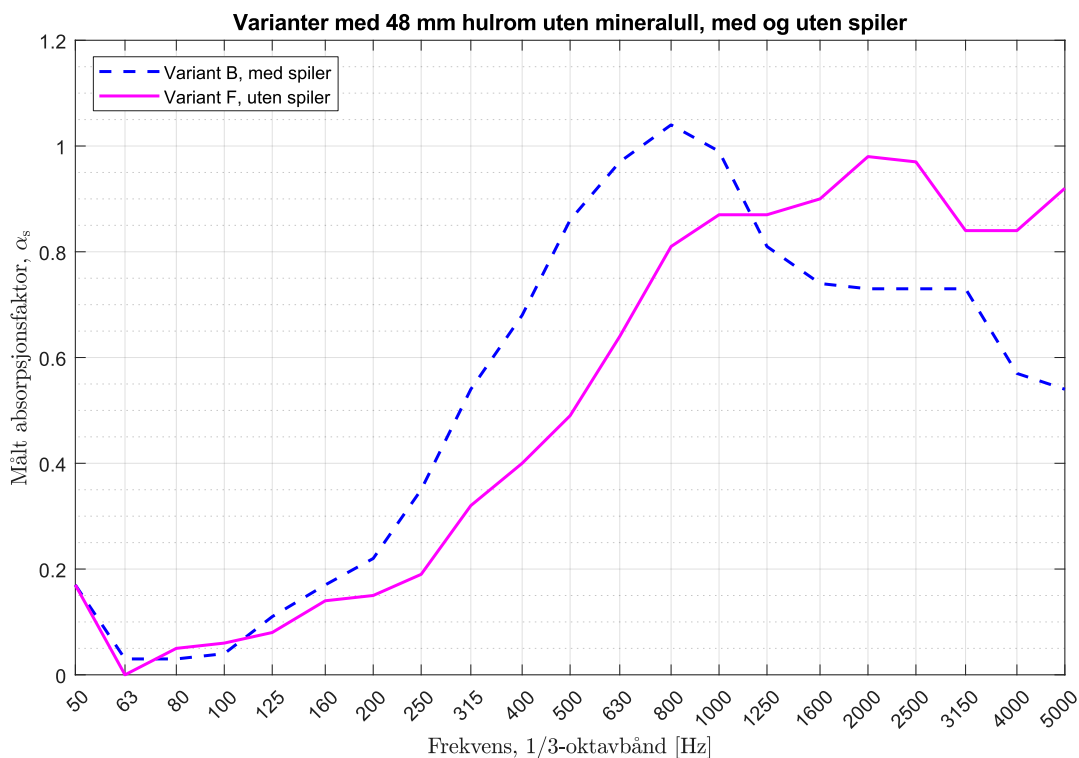
Figur 3: Frekvensdiagram for varianter med spiler, uten mineralull i hulrommet



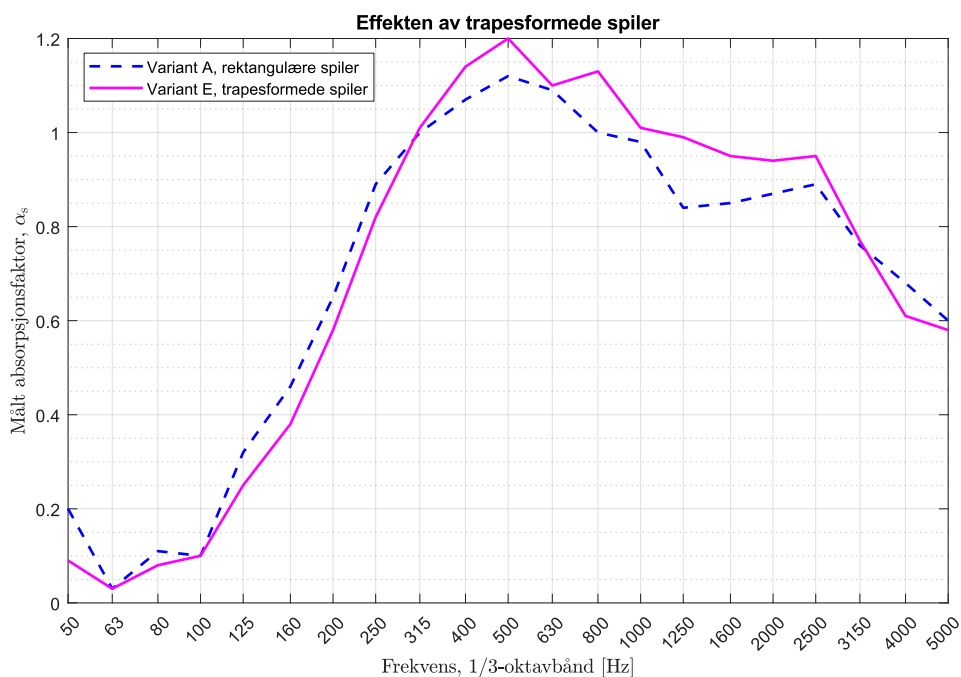
Figur 4: Frekvensdiagram for varianter med lik spilekonfigurasjon, med og uten mineralull i hulrommet



Figur 5: Frekvensdiagram for varianter uten spiler



Figur 6: Frekvensdiagram for varianter med 48 mm hulrom uten mineralull, med og uten spiler



Figur 7: Frekvensdiagram som illustrerer effekten av trapesformede spiler

7 Vurderinger

7.1 Vurdering av absorpsjonsklasser

Variant D og G oppnår begge klasse A i henhold til NS-EN ISO 11654. Av disse er variant G den beste, noe som skyldes ekstra gode høyfrekvente egenskaper. Det skyldes fraværet av spiler, som gjør at hele den porøse overflaten er eksponert. Spilene gir som ventet variant D bedre ytelse ved lavere frekvenser. Av variantene med spiler og mineralull i hulrommet er variant D den beste. Sammenliknet med variant A, er variant D bedre eller like god i alle oktavnånder. Trapezevarianten E har på sin side de beste høyfrekvente egenskapene av alle variantene med spiler, mens spesialvarianten H har de beste egenskapene fra 160 Hz og nedover. Det er for praktiske formål liten forskjell på absorpsjonsegenskapene til variant A, D og E.

7.2 Vurdering av frekvensspekter

Måleresultatene viser som forventet at det er variant C som har de beste lavfrekvente egenskapene. Kombinasjonen av spiler og stor avstand til underlaget gjør den godt egnet som lavfrekvent absorberende. Den presterer langt bedre enn variant B i alle frekvenser utenom området 500–1250 Hz. Spesielt stor er forskjellen i 800 Hz, hvor bølgelengden er ca. 0,425 meter. For variant C havner da den absorberende filtplate ca. en halv bølgelengde fra underlaget.

Den kraftige absorpsjonen ved 800 Hz for variant B, kan imidlertid ikke tilskrives den motsatte effekten alene. Filtplate kommer her 1/8 bølgelengde fra underlaget, noe som ikke kan tilskrives optimal avstand i henhold til generell teori direkte. Derimot er det spaltesonansen som står for det store utslaget. Dette illustreres også i Figur 6, hvor variant F er sammenstilt med variant B. Her er det i området hvor avstanden fra underlaget til filtplate er ca. 1/4 bølgelengde at absorpsjonen er størst.

Ved detaljert prosjektering av lydabsorpsjon og etterklangstid i rom anbefaler vi at dette baserer seg på oktavnånderverdier for lydabsorpsjonsfaktor som er presentert i tabell 3 og vedlegg G.

8 Konklusjon

SINTEF Community har på oppdrag fra Otretek AS målt lydabsorpsjon i laboratorium for åtte absorbenter. Målingene er utført i samsvar med NS-EN ISO 354. Klassifisering er beregnet i samsvar med NS-EN ISO 11654. α_w for de åtte prøveobjektene ligger mellom 0,5 og 1.

A Fotodokumentasjon



Figur A.1: Montering av variant A



Figur A.2: Variant B ferdig montert



Figur A.3: Variant C ferdig montert



Figur A.4: Variant D ferdig montert



Figur A.5: Montering av variant E



Figur A.6: Variant H ferdig montert

B Måleutstyr

Tabell B.1: Oversikt over benyttet måleutstyr

Utstyr	Modell	Serienummer
Analysator	Nor850	8501175
Forforsterker	Nor1201	30566
Mikrofon	Nor1220	35058
Kalibrator	Nor1251	17365
Forsterker	Nor280	2803891
Høytaler	Nor270	30762
Mikrofonbom	Nor265	29337

C Usikkerhet

Tabell C.1: Beskrivelse av standardavvik og usikkerhet

Usikkerhet	Symbol	Beskrivelse
Variabelt ledd	m	Proporsjonalitetsfaktor for hvert tredjedelsoktavbånd
Konstantledd	n	Konstantledd for hvert tredjedelsoktavbånd
Reproduserbarhet	$\sigma_R = m \cdot \alpha + n$	Forventet standardavvik for målinger utført ved ulike laboratorier
Repeterbarhet	$\sigma_r = 0,6 \cdot \sigma_R$	Forventet standardavvik ved gjentatte målinger hos SINTEF
Usikkerhet	U	Standard usikkerhet i måleresultat med 95 % konfidensintervall: $\alpha = \alpha_{\text{målt}} \pm U$

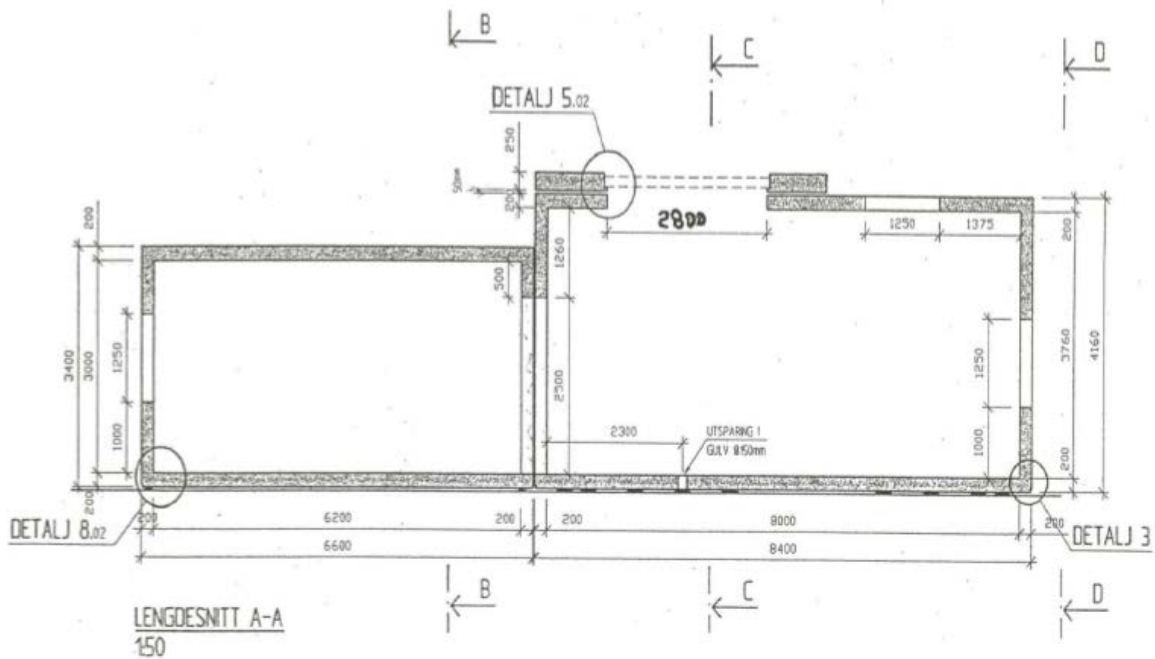
Tabell C.2: Proporsjonalitetsfaktor, konstantledd og standard usikkerhet for reproduserbarhet etter NS-EN ISO 12999-2 for lydabsorpsjonsfaktor i tredjedelsoktavbånd målt i samsvar med NS-EN ISO 354

NS-EN ISO 354			Standard usikkerhet for reproduserbarhet, U_R									
Frekvens [Hz]	Koeffisienter		Målt lydabsorpsjonskoeffisient, α_s									
	m	n	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
63	0,450	0,015	0,12	0,21	0,30	0,39	0,48	0,57	0,66	0,75	0,84	0,93
80	0,330	0,015	0,10	0,16	0,23	0,29	0,36	0,43	0,49	0,56	0,62	0,69
100	0,240	0,015	0,08	0,13	0,17	0,22	0,27	0,32	0,37	0,41	0,46	0,51
125	0,180	0,015	0,07	0,10	0,14	0,17	0,21	0,25	0,28	0,32	0,35	0,39
160	0,140	0,015	0,06	0,09	0,11	0,14	0,17	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31
200	0,110	0,015	0,05	0,07	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,21	0,23	0,25
250	0,090	0,015	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21
315	0,070	0,015	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,18
400	0,060	0,015	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15
500	0,050	0,015	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
630	0,045	0,015	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12
800	0,040	0,015	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
1 000	0,040	0,015	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11
1 250	0,040	0,016	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11
1 600	0,037	0,018	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11
2 000	0,035	0,021	0,05	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11
2 500	0,030	0,026	0,06	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11
3 150	0,030	0,032	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12
4 000	0,030	0,040	0,09	0,09	0,10	0,10	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,14
5 000	0,026	0,060	0,13	0,13	0,14	0,14	0,15	0,15	0,16	0,16	0,17	0,17

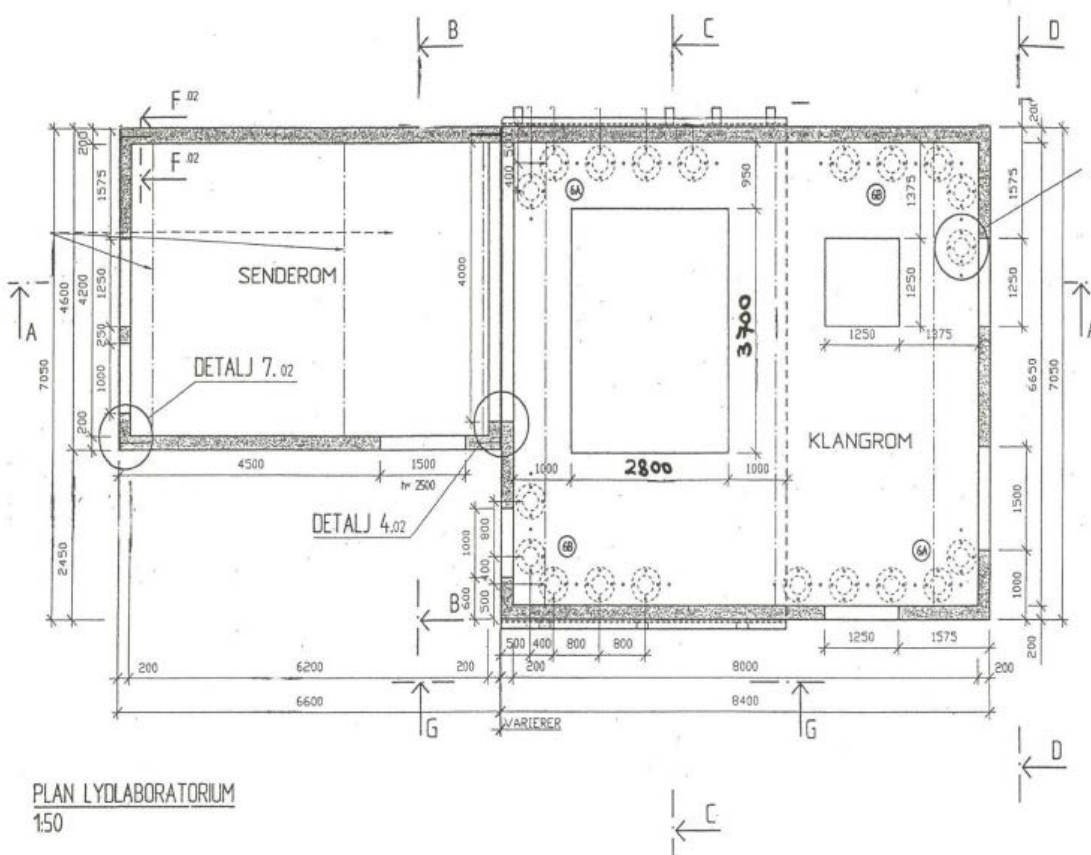
Tabell C.3: Proporsjonalitetsfaktor, konstantledd, standardavvik og standard usikkerhet for reproduserbarhet etter NS-EN ISO 12999-2 for praktisk lydabsorpsjonsfaktor beregnet i samsvar med NS EN ISO 11654

NS-EN ISO 11654			Standard usikkerhet for reproduserbarhet, U_R									
Frekvens [Hz]	Koeffisienter		Målt praktisk lydabsorpsjonskoeffisient, α_p									
	m	n	0,10	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00
250	0,059	0,016	0,04	0,05	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15
500	0	0,040					0,08					
1 000	0	0,040					0,08					
2 000	0	0,040					0,08					
2 000	0	0,040					0,10					
α_w	-	-	$\sigma_R = 0,035$				$\sigma_r = 0,020$				$U_R = 0,07$	

D Lydlaboratoriet

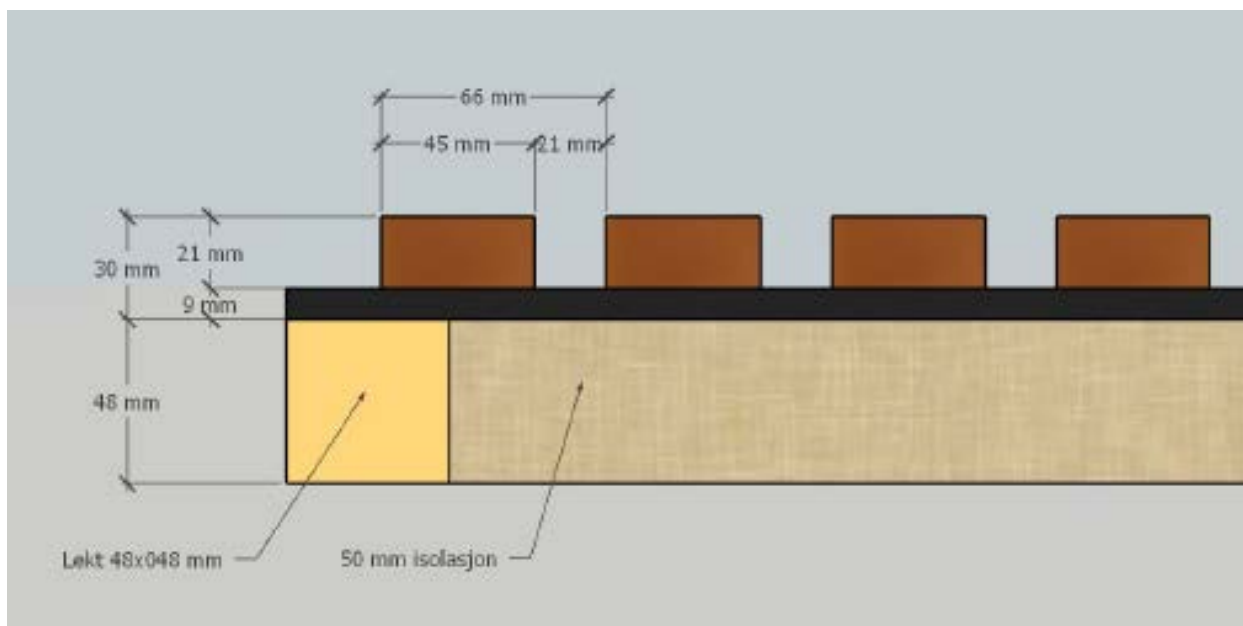


Figur D.1: Vertikalsnitt av lydlaboratoriet

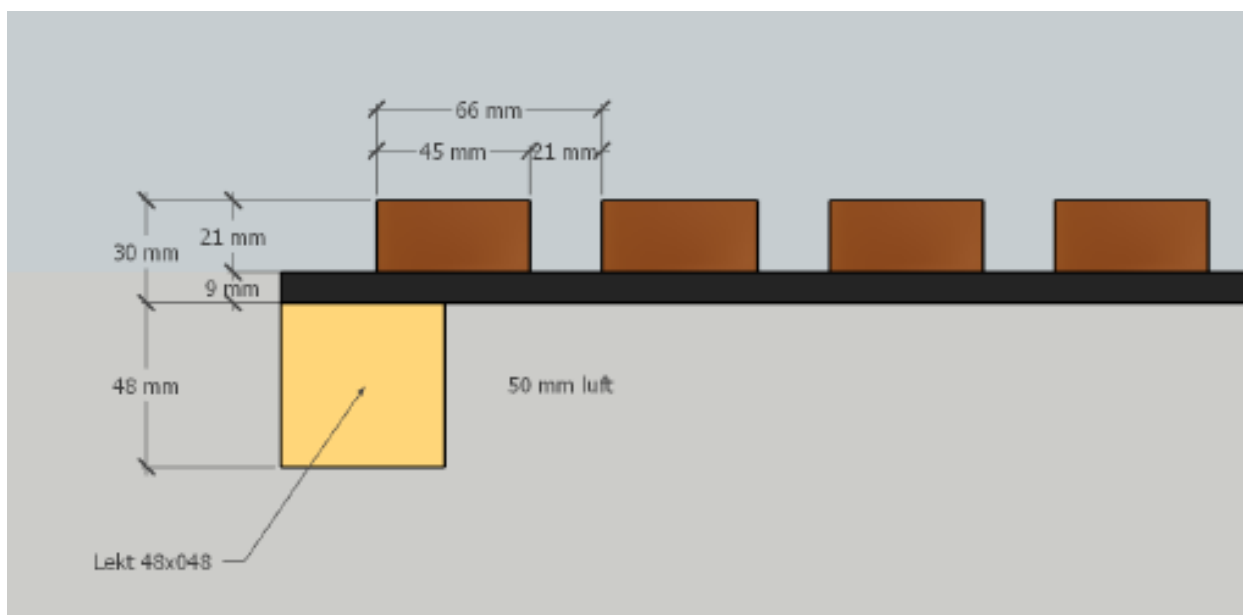


Figur D.2: Horisontalsnitt av lydlaboratoriet

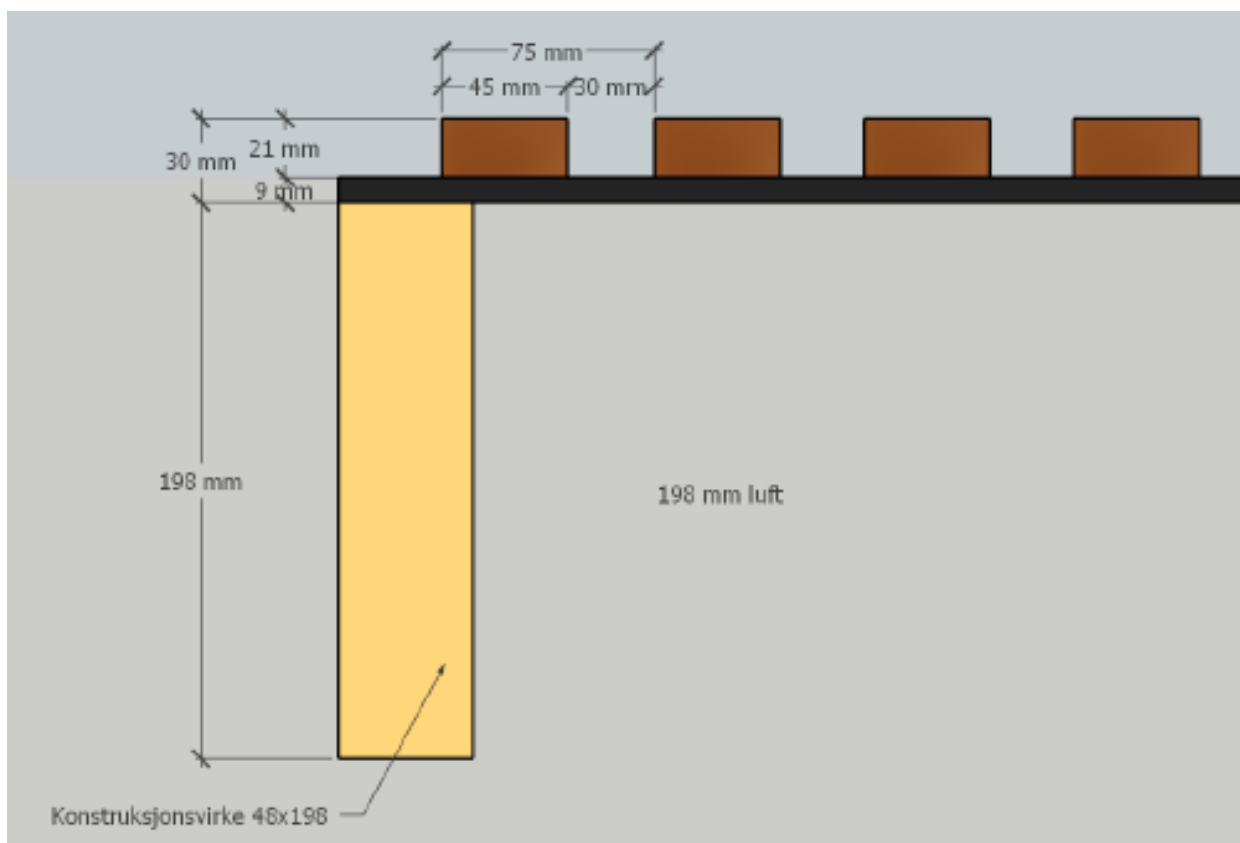
E Tegninger



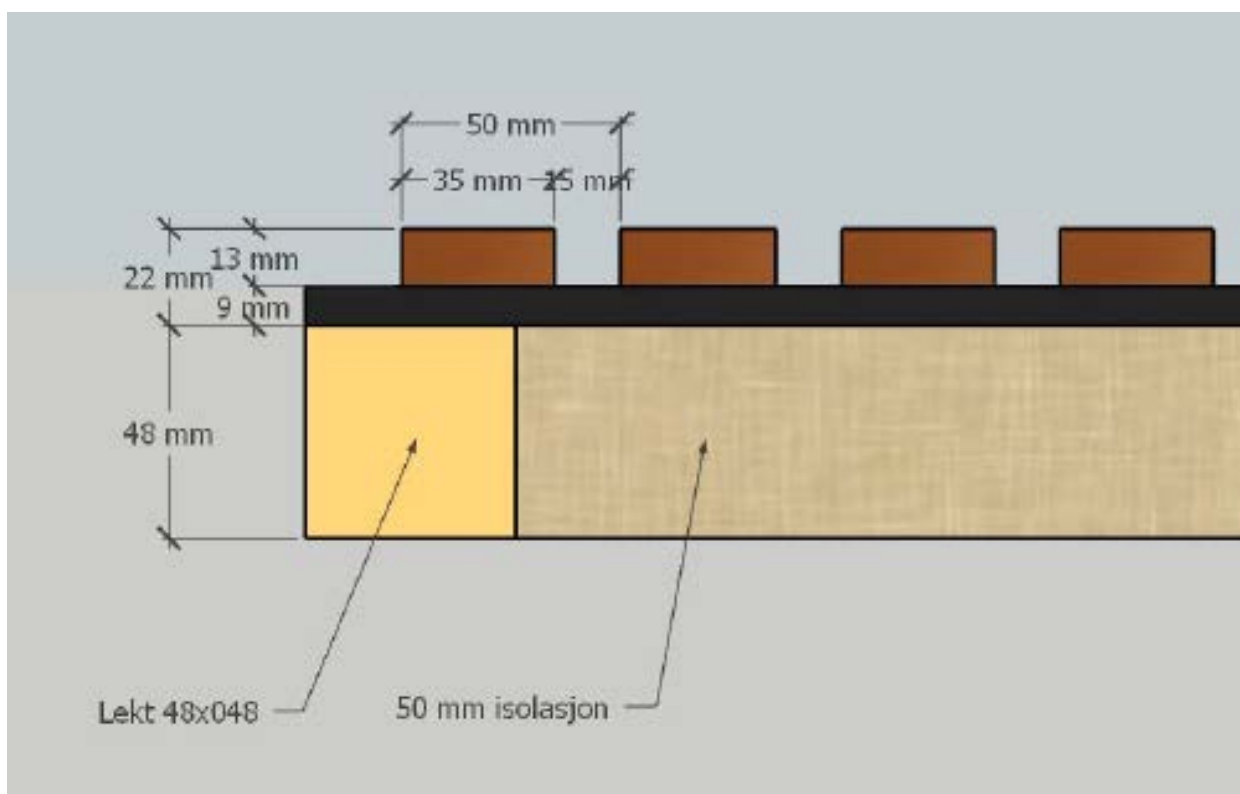
Figur E.1: Variant A



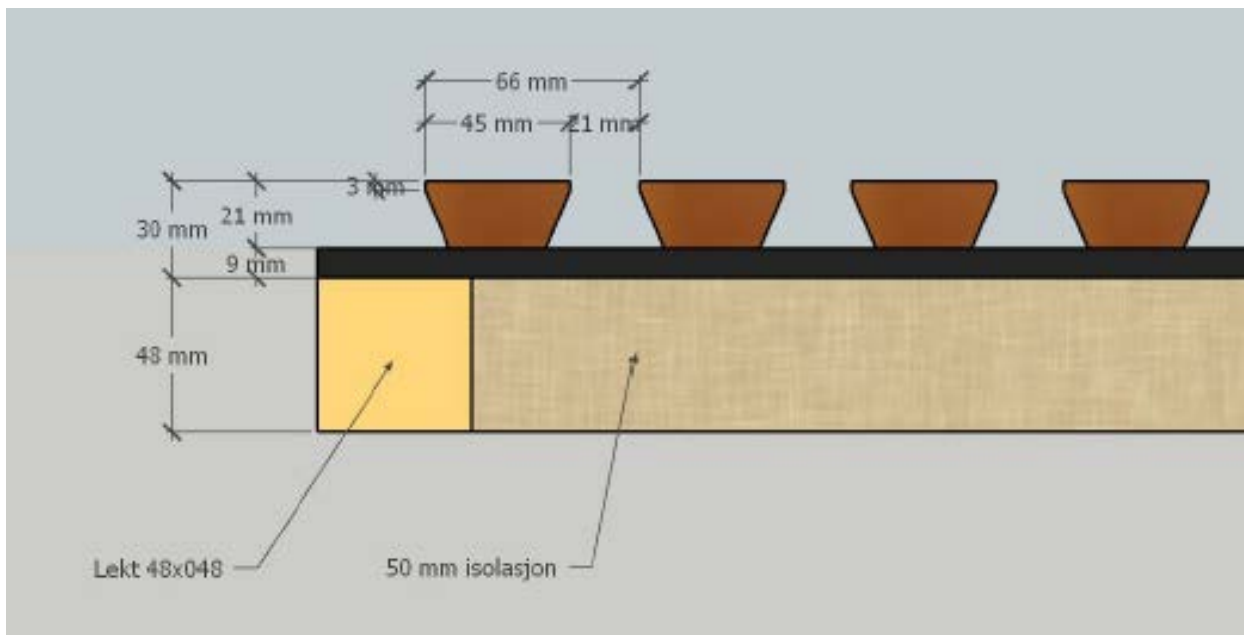
Figur E.2: Variant B



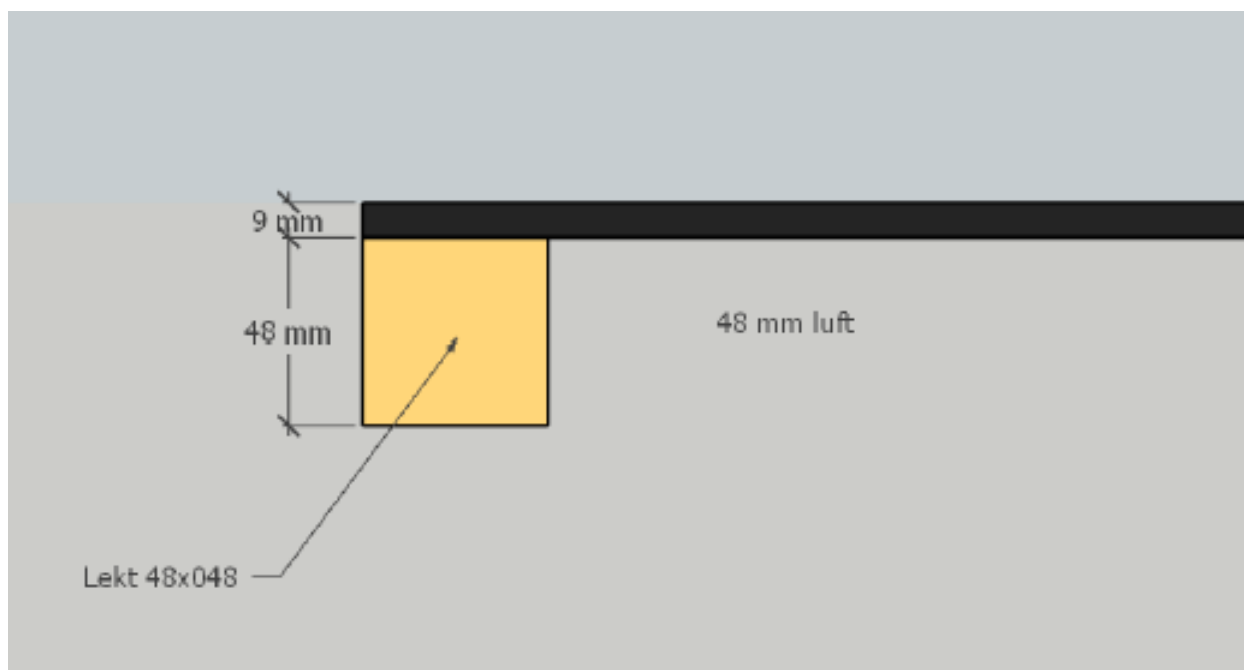
Figur E.3: Variant C



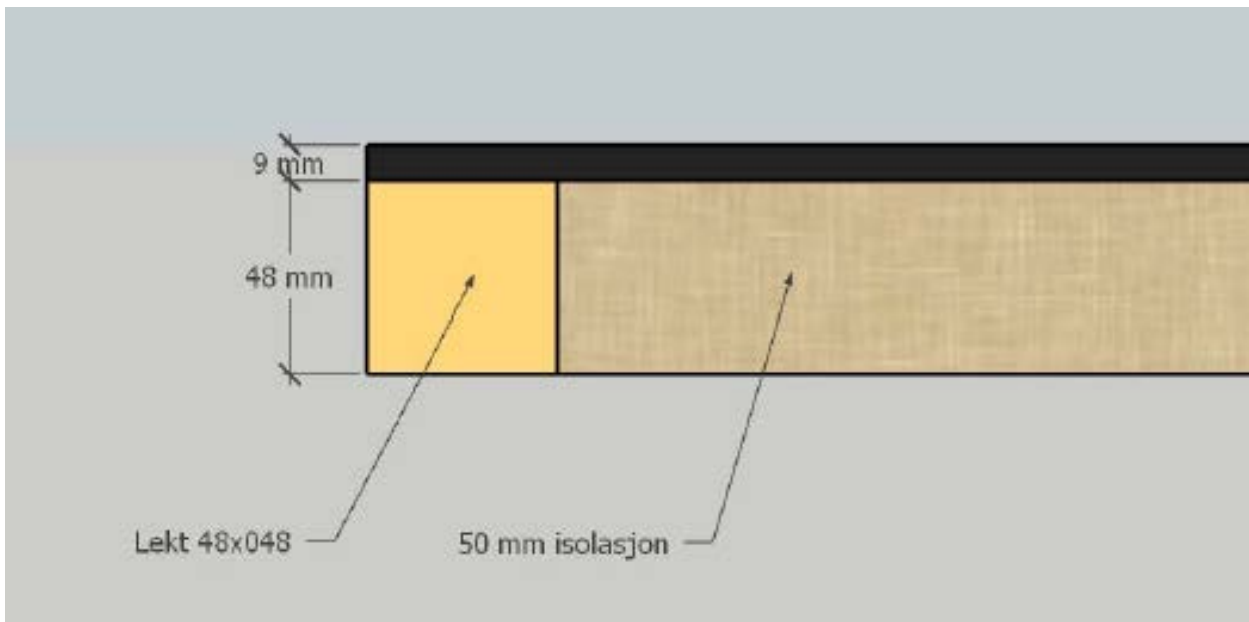
Figur E.4: Variant D



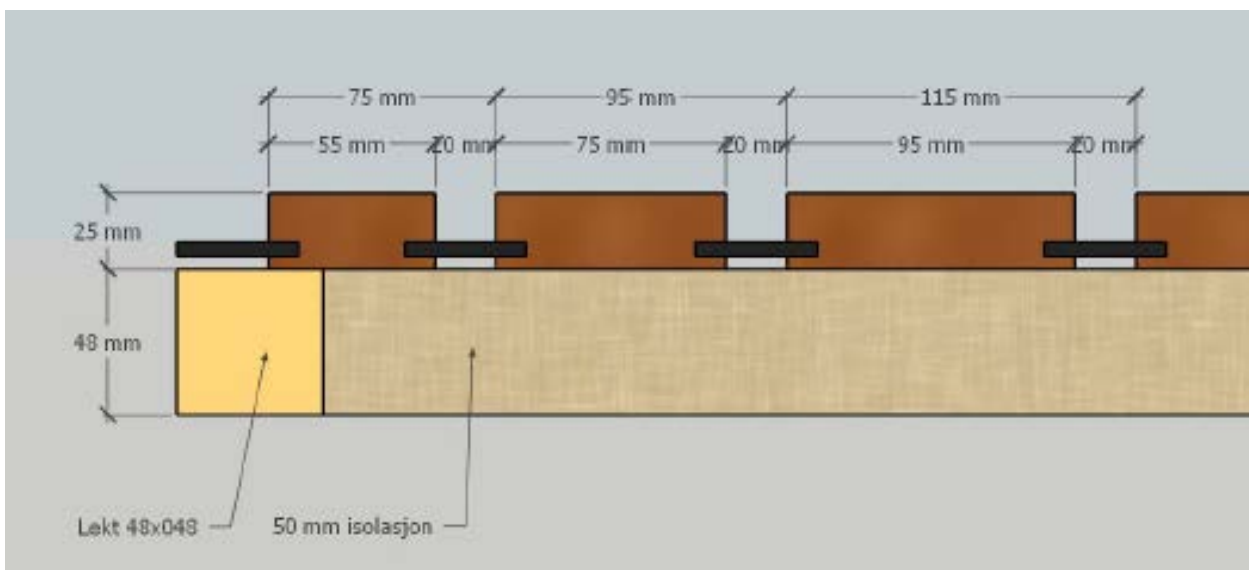
Figur E.5: Variant E



Figur E.6: Variant F



Figur E.7: Variant G



Figur E.8: Variant H

F Måledata

Tabell F.1: Måledata i 1/3-oktavnband

Frekvens [Hz]	Variant A	Variant B	Variant C	Variant D	Variant E	Variant F	Variant G	Variant H
50	0,20	0,17	0,06	-0,01	0,09	0,17	0,17	-0,01
63	0,03	0,03	0,19	0,10	0,03	-0,01	0,04	0,13
80	0,11	0,03	0,18	0,11	0,08	0,05	0,08	0,15
100	0,10	0,04	0,21	0,11	0,10	0,06	0,11	0,16
125	0,32	0,11	0,56	0,34	0,25	0,08	0,25	0,41
160	0,46	0,17	0,61	0,44	0,38	0,14	0,36	0,52
200	0,65	0,22	0,76	0,62	0,58	0,15	0,53	0,56
250	0,89	0,35	1,00	0,90	0,82	0,19	0,74	0,82
315	1,00	0,54	0,92	0,97	1,01	0,32	0,92	0,88
400	1,07	0,68	0,92	1,04	1,14	0,40	1,03	0,91
500	1,12	0,86	0,91	1,17	1,20	0,49	1,10	0,95
630	1,09	0,97	0,74	1,12	1,10	0,64	1,13	0,89
800	1,00	1,04	0,66	1,04	1,13	0,81	1,13	0,80
1 000	0,98	0,99	0,72	0,93	1,01	0,87	1,05	0,79
1 250	0,84	0,81	0,87	0,91	0,99	0,87	1,04	0,76
1 600	0,85	0,74	0,81	0,88	0,95	0,90	1,06	0,76
2 000	0,87	0,73	0,91	0,92	0,94	0,98	1,04	0,77
2 500	0,89	0,73	0,82	0,88	0,95	0,97	1,07	0,82
3 150	0,76	0,73	0,76	0,80	0,77	0,84	1,10	0,69
4 000	0,68	0,57	0,62	0,72	0,61	0,84	1,07	0,61
5 000	0,60	0,54	0,57	0,67	0,58	0,92	1,09	0,54

G Måleblader

Måleblader er vedlagt på de elleve påfølgende sidene.

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom med mineralull. Spiletykkelse 21 mm, spilebredde 45 mm og spileavstand 21 mm.

Object: Varaint A

Empty reverberation room:

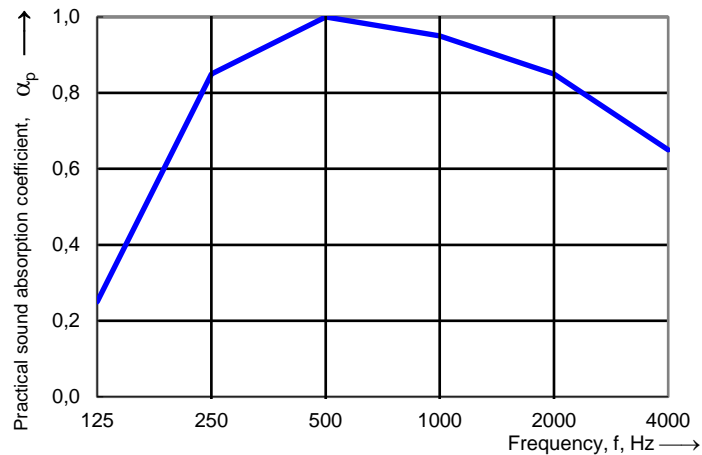
Relative humidity: 30,5 %
Temperature: 18,6 °C
Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
Temperature: 18,9 °C
Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_t : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,25
125	
160	
200	0,85
250	
315	
400	1,00
500	
630	
800	0,95
1000	
1250	
1600	0,85
2000	
2500	
3150	0,65
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,85$$

Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-1

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Spiletykkelse 21 mm, spilebredde 45 mm og spileavstand 21 mm.

Object: Variant B

Empty reverberation room:

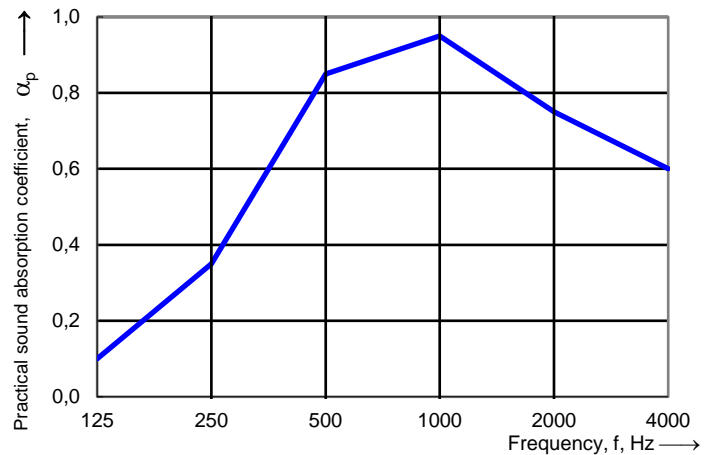
Relative humidity: 30,5 %
Temperature: 18,6 °C
Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
Temperature: 18,9 °C
Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_i : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,10
125	
160	
200	0,35
250	
315	
400	0,85
500	
630	
800	0,95
1000	
1250	
1600	0,75
2000	
2500	
3150	0,60
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,65 \text{ (M)}$$

Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-2

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 354

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

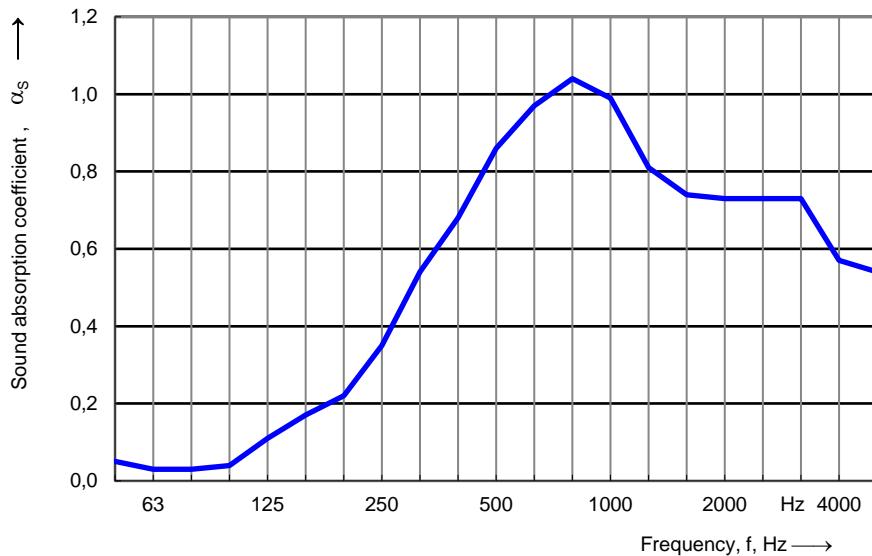
Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
 Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Spiletykkelse 21 mm, spilebredde 45 mm og spileavstand 21 mm.

Object: Variant B

Empty reverberation room:	Reverberation room with object:
Relative humidity: 30,5 %	Relative humidity: 31,6 %
Temperature: 18,6 °C	Temperature: 18,9 °C
Barometric pressure: 983,3 hPa	Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
 Room volume: 200,0 m³
 Total room area S_r: 216 m²

Frequency f [Hz]	α_s 1/3 octave
50	0,05
63	0,03
80	0,03
100	0,04
125	0,11
160	0,17
200	0,22
250	0,35
315	0,54
400	0,68
500	0,86
630	0,97
800	1,04
1000	0,99
1250	0,81
1600	0,74
2000	0,73
2500	0,73
3150	0,73
4000	0,57
5000	0,54



Name of test institute: SINTEF Community
 No. of test report: 102022247-2-3

Date: 30.11.2021

Signature:



Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 01.12.2021
 Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 198 mm hulrom uten mineralull. Spiletykkelse 21 mm, spilebredde 45 mm og spileavstand 21 mm.

Object: Variant C

Empty reverberation room:

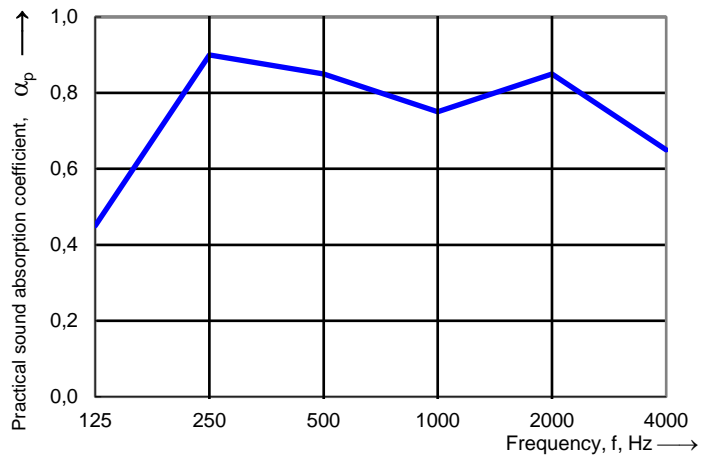
Relative humidity: 31,7 %
 Temperature: 18,3 °C
 Barometric pressure: 981,6 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,7 %
 Temperature: 18,2 °C
 Barometric pressure: 981,6 hPa

Surface area: 11,20 m²
 Room volume: 200,0 m³
 Total room area S_i: 216,0 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,45
125	
160	
200	0,90
250	
315	
400	0,85
500	
630	
800	0,75
1000	
1250	
1600	0,85
2000	
2500	
3150	0,65
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,80 \text{ (L)}$$

Name of test institute: SINTEF Community
 No. of test report: 102022247-2-4

Date: 01.12.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 354

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 01.12.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 198 mm hulrom uten mineralull. Spiletykkelse 21 mm, spilebredde 45 mm og spileavstand 21 mm.

Object: Variant C

Empty reverberation room:

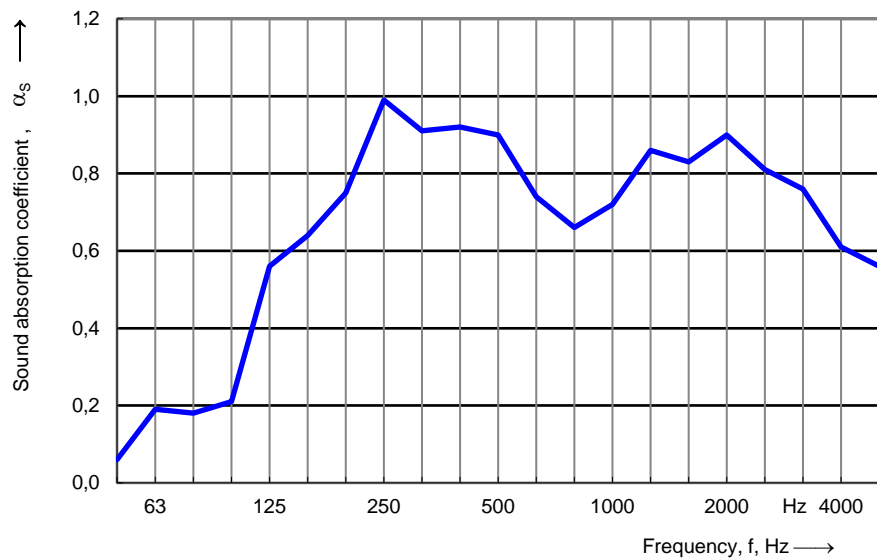
Relative humidity: 31,0 %
Temperature: 18,0 °C
Barometric pressure: 981,6 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,0 %
Temperature: 18,2 °C
Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_i : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_s 1/3 octave
50	0,06
63	0,19
80	0,18
100	0,21
125	0,56
160	0,64
200	0,75
250	0,99
315	0,91
400	0,92
500	0,90
630	0,74
800	0,66
1000	0,72
1250	0,86
1600	0,83
2000	0,90
2500	0,81
3150	0,76
4000	0,61
5000	0,56



Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-5

Date: 01.12.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Spiletykkelse 13 mm, spilebredde 35 mm og spileavstand 15 mm.

Object: Variant D

Empty reverberation room:

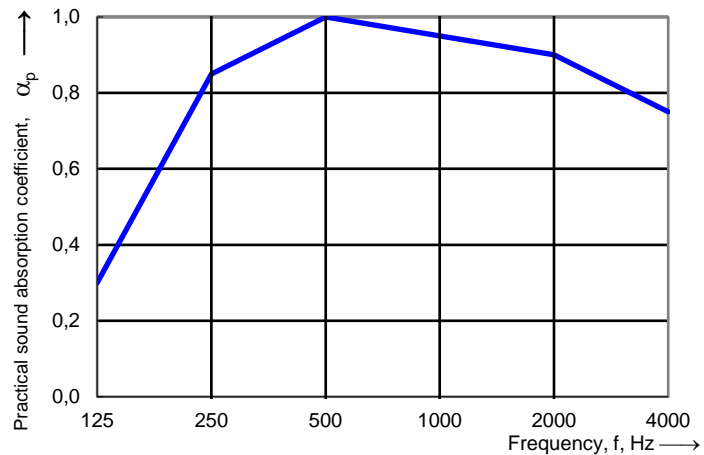
Relative humidity: 31,7 %
Temperature: 18,3 °C
Barometric pressure: 981,6 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,7 %
Temperature: 18,2 °C
Barometric pressure: 981,6 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_i : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,30
125	
160	
200	0,85
250	
315	
400	1,00
500	
630	
800	0,95
1000	
1250	
1600	0,90
2000	
2500	
3150	0,75
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,90$$

Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-6

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Trapesformede spiler med spiletykkelse 21 mm, største spilebredde 45 mm og minste spileavstand 21 mm.

Object: Variant E

Empty reverberation room:

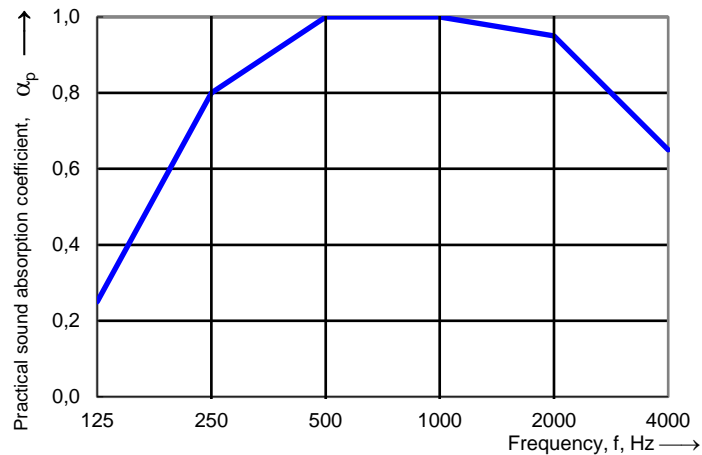
Relative humidity: 30,5 %
Temperature: 18,6 °C
Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
Temperature: 18,9 °C
Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_i : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,25
125	
160	
200	0,80
250	
315	
400	1,00
500	
630	
800	1,00
1000	
1250	
1600	0,95
2000	
2500	
3150	0,65
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,85$$

Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-7

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
 Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Uten spiler.

Object: Variant F

Empty reverberation room:

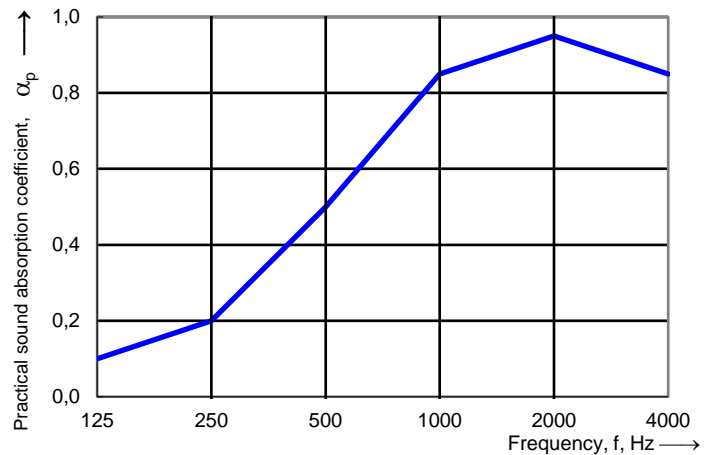
Relative humidity: 30,5 %
 Temperature: 18,6 °C
 Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
 Temperature: 18,9 °C
 Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
 Room volume: 200,0 m³
 Total room area S_i: 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100 125 160	0,10
200 250 315	0,20
400 500 630	0,50
800 1000 1250	0,85
1600 2000 2500	0,95
3150 4000 5000	0,85



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,50 \text{ (MH)}$$

Name of test institute: SINTEF Community
 No. of test report: 102022247-2-8

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 354

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
 Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom uten mineralull. Uten spiler.

Object: Variant F

Empty reverberation room:

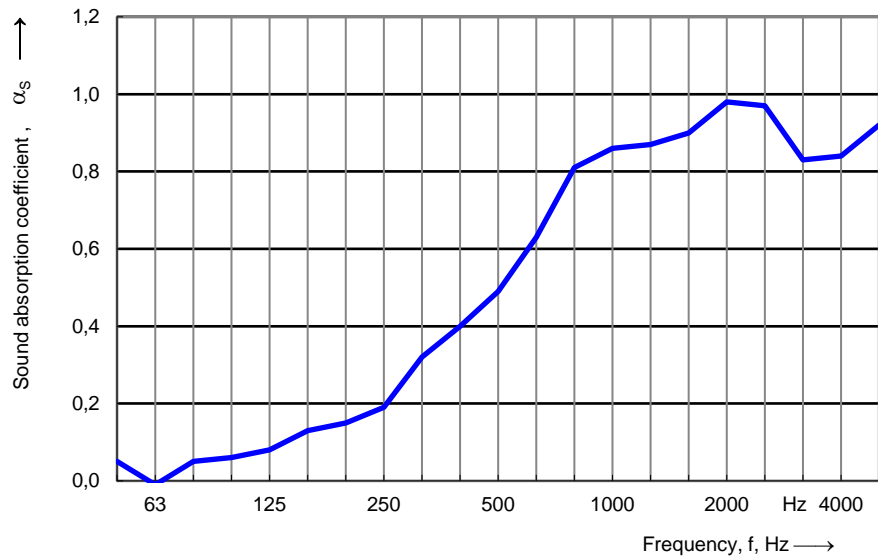
Relative humidity: 30,5 %
 Temperature: 18,6 °C
 Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
 Temperature: 18,9 °C
 Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
 Room volume: 200,0 m³
 Total room area S_t : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_s 1/3 octave
50	0,05
63	-0,01
80	0,05
100	0,06
125	0,08
160	0,13
200	0,15
250	0,19
315	0,32
400	0,40
500	0,49
630	0,63
800	0,81
1000	0,86
1250	0,87
1600	0,90
2000	0,98
2500	0,97
3150	0,83
4000	0,84
5000	0,92



Name of test institute: SINTEF Community
 No. of test report: 102022247-2-9

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
 Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom med mineralull. Uten spiler.

Object: Variant G

Empty reverberation room:

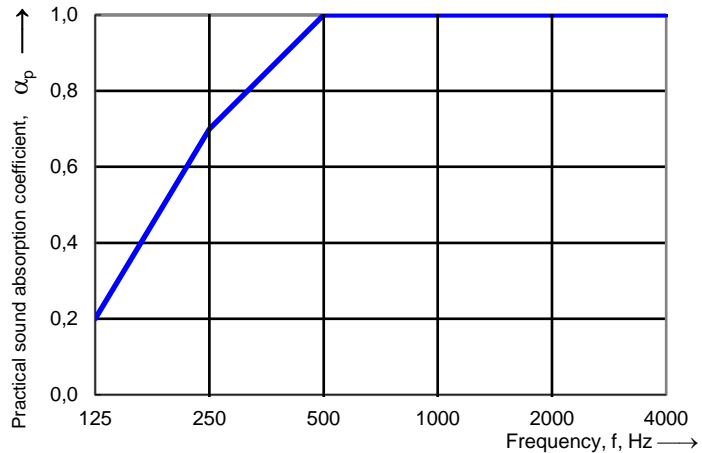
Relative humidity: 30,5 %
 Temperature: 18,6 °C
 Barometric pressure: 983,3 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,6 %
 Temperature: 18,9 °C
 Barometric pressure: 983,8 hPa

Surface area: 11,20 m²
 Room volume: 200,0 m³
 Total room area S_i: 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,20
125	
160	
200	0,70
250	
315	
400	1,00
500	
630	
800	1,00
1000	
1250	
1600	1,00
2000	
2500	
3150	1,00
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 1,00$$

Name of test institute: SINTEF Community
 No. of test report: 102022247-2-10

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF

Sound absorption coefficient according to ISO 11654

Measurement of sound absorption coefficient in a reverberation room

Client: Otretek AS Date of test: 30.11.2021
Description: 9 mm plate av resirkulert polyester over 48 mm hulrom med mineralull. Spiletykkelse 25 mm, spilebredde varierende mellom 55 og 95 mm, og spileavstand 15 mm.

Object: Variant H

Empty reverberation room:

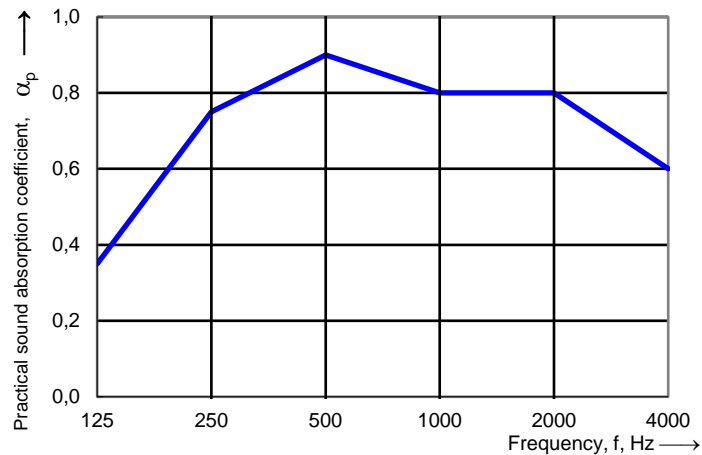
Relative humidity: 31,7 %
Temperature: 18,3 °C
Barometric pressure: 981,6 hPa

Reverberation room with object:

Relative humidity: 31,7 %
Temperature: 18,2 °C
Barometric pressure: 981,6 hPa

Surface area: 11,20 m²
Room volume: 200,0 m³
Total room area S_i : 216 m²

Frequency f [Hz]	α_p 1/1 octave
100	0,35
125	
160	
200	0,75
250	
315	
400	0,90
500	
630	
800	0,80
1000	
1250	
1600	0,80
2000	
2500	
3150	0,60
4000	
5000	



Weighted sound absorption coefficient according to ISO 11654

$$\alpha_w = 0,80$$

Name of test institute: SINTEF Community
No. of test report: 102022247-2-11

Date: 30.11.2021

Signature:



SINTEF



SINTEF

Teknologi for et bedre samfunn