

Hovedkontor Oslo:
Forskningsveien 3b
Postadresse:
Postboks 123 Blindern
0314 OSLO
Telefon: 22 96 55 00
Telefax: 22 69 94 38
Postgiro: 0806 4 160 495
Bankgiro: 5048.05.10058
Foretaksnr.: 9438 13361

Trondheimsavdelingen:
Høgskoleringen 7
Postadresse:
Høgskoleringen 7
7034 TRONDHEIM
Telefon.: 73 59 33 90
Telefax: 73 59 33 80

Prosjekt nr.: O 7691	Sted/dato: Oslo 30.10.96
-------------------------	-----------------------------

Prosjektleder/forfatter: Sigurd Hveem
--

Oppdragsgiver: AS Lett-Tak Systemer
--

Oppdragsgivers adresse: Hegdal, 3261 Larvik
--

Oppdragsgivers referanse: Rolf Døvle

RAPPORT

om

Lydabsorpsjonsmåling av Lett-Tak elementer

Kort sammendrag:

Norges byggforskningsinstitutt har på oppdrag fra AS Lett-Tak Systemer utført målinger i NBI's lydlaboratorium (ventilasjonslaboratoriet) av lydabsorpsjonsfaktor for ulike varianter av Lett-Tak elementer med og uten lydabsorberende underside.

Pga for stor måleusikkerhet i lavfrekvensområdet er måleresultatene i det laveste frekvensområdet stipulert/beregnet, se anmerkning i resultater for hver målevariant.

Resultatene viser at lydabsorpsjonen for Lett-tak elementer er svært god når utførelsen er med perforert plate og tilleggisolasjon på 30 - 50 mm.

Standardutførelsen (type 5) med tett plate har som forventet forholdsvis lav absorpsjonsfaktor (veiet verdi 0,20).

Alle typene (2, 3, 4 og 6) med perforert plate og tilleggisolasjon (30-50 mm mineralull) gir svært god lydabsorpsjon, alle med veiet verdi fra 0,85 til 1,00.

Det er gitt en vurdering av effekten av ulike endringer (perforeringsgrad, isolasjonstykkelse, bruk av plastfolie osv.)

Faste emneord: Feltundersøkelse ☐ Laboratorieundersøkelse ☒ Utredning ☐ Beregning ☐ Skade ☐

Andre godkjente emneord: Tak Himling Lyd	Byggverkets adresse :	Vår ref.: SH/-
		Kvalitetssikring: ANH
	Byggeår:	Ansv.sign.: LTO

Lydabsorpsjonsmåling av Lett-Tak elementer

1. GENERELT

Norges byggforskningsinstitutt har på oppdrag fra AS Lett-Tak Systemer utført målinger i NBI's lydlaboratorium (ventilasjonslaboratoriet) av lydabsorpsjonsfaktor for ulike varianter av Lett-Tak elementer med og uten lydabsorberende underside.

Målingene er utført av Terje Retteråsen og Sigurd Hveem henholdsvis 11.10.96 og 14.10.96. Kontaktperson hos oppdragsgiver var Rolf Døvre. Lett-Tak Systemer AS v/ Lars Martin Løwe stod selv for monteringen.

2. BESKRIVELSE

Lett-Tak elementer med type 13-profil. Totalt 4 stk elementer med dimensjon 2,4 m x 1,2 m ble lagt ut på golvet i prøverommet med undersiden opp. Totalt prøveareal er 11,5 m².

Elementene består av følgende (regnet fra undersiden slik elementene er lagt ut):

- Kryssfinerplate, 15,5 mm
- 70 mm trelekter, 70 mm mineralull (Rockwool B)
- 130 mm tynnplateprofiler i stål, 130 mm mineralull (Rockwool B)
- Diffusjonssperre, plastfolie 0,2 mm (over og på siden ned til kryssfinerplaten)
- Alternativ himlingsutførelse (se beskrivelse separat)

Himlingen består av trapeskorrugert stålplate med ulik perforeringsgrad over et mineralullsjikt med følgende varianter:

- Type 1: Perf. stålplate, 30 % direkte montert mot elementet (0,2 mm plastfolie)
- Type 2: Perf. stålplate, 30 %, 0,04 mm plastfolie, 30 mm Rockwool lydplate
- Type 3: Perf. stålplate, 30 %, 0,04 mm plastfolie, 50 mm Rockwool tung plate 100
- Type 4: Perf. stålplate, 15 %, 0,04 mm plastfolie, 50 mm Rockwool tung plate 100
- Type 5: Perf. stålplate, 0 % (ikke perf.), 50 mm Rockwool tung plate 100
- Type 6: Perf. stålplate, 15 %, ikke plastfolie, 50 mm Rockwool tung plate 100

Se også beskrivelse / tegning i bilag nr. 1

Randsonen ble tildekket med 12 mm sponplater.

3. MÅLINGER OG RESULTATER

Målinger er i hovedtrekk utført i henhold til ISO 354 «Measurements of sound absorption in a reverberation room» av 1985. Prosedyren er at man måler etterklangstiden først i tomt klangrom og deretter med absorbenten montert. Det ble benyttet tokanals måleutstyr, type 840 fra Norsonic AS.

ISO-standarden forutsetter et romvolum av klangrommet på minst 150 m³ og for nye laboratorier anbefales 200 m³. Klangrommet (ventilasjonsprøverommet) med sitt volum på 200 m³ tilfredsstiller dette. I tillegg er det etter standarden krav til maksimalt absorpsjonsareal og diffusitet. Vårt klangrom er laget med kryssfinerplatekledning og etterklangstiden er ihht. ISO 354 for kort i utgangspunktet. Dette gir for stor måleusikkerhet i det laveste frekvensområdet (se kommentarer under og anmerkning i målebilagene). Krav til diffusitet har vi ivare tatt ved å montere 6 stk. krumme spredningselementer (diffusorer) av aluminiumsplater. Prøvearealet skal være minst 10-12 m². Vårt prøveareal er 11,5 m².

Pga for stor måleusikkerhet i lavfrekvensområdet er måleresultatene i det laveste frekvensområdet stipulert/beregnet, se anmerkning i resultater i vedlegg for hver målevariant. For praktisk anvendelse av lydabsorbenter i bygninger er det laget en egen ISO-standard (ISO/DIS 11654- Acoustics - Sound absorbers for use in buildings - Rating of sound absorption). Det anbefales der at man angir absorpsjonsfaktor i 1/1-oktavgbånd fra 125 - 4000 Hz og at man samtidig angir en veiet absorpsjonsfaktor α_w . I forhold egenskapsangivelse etter denne standarden er det verdiene ved frekvensbåndet 125 Hz som er usikre.

Fullstendige måleresultater for de ulike variantene 1-6 er gitt i bilag 2-7. Her er det angitt resultater i 1/3 oktavgbånd, 1/1-oktavgbånd og veiet verdi, α_w . I vedlegg 8 og 9 har vi laget en grafisk sammenstilling av resultatene.

Tabellen under gir hovedresultatene for absorpsjonsfaktorene i 1/1 oktavgbånd . I tillegg har vi angitt midlere (α_m) og veiet absorpsjonsfaktor (α_w).

Frekvens, 1/1-oktav, Hz/ Absorpsjonsfaktor, α	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5	Type 6
125 Hz	0,67*	0,55*	0,68*	0,68*	0,32*	0,68*
250 Hz	0,80	0,73	0,84	0,81	0,30	0,82
500 Hz	0,71	0,87	0,94	0,93	0,24	0,91
1000 Hz	0,56	0,94	0,98	1 (1,02)	0,15	1 (1,07)
2000 Hz	0,41	0,88	0,96	0,95	0,16	1,00
4000 Hz	0,28	0,70	0,77	0,84	0,20	1,00
Midlere verdi, α_m	0,57	0,78	0,86	0,87	0,23	0,91
Veiet verdi, α_w	0,40	0,85	0,95	0,95	0,20	1,00
Formindikator**	L, M	-	-	-	-	-

* stipulert /beregnet verdi

** formindikator angir om en absorbent er vesentlig bedre i lav (L)- mellom (M) eller høyfrekvensområdet (H) enn oppnådd veiekurve tilsier

4. VURDERING OG OPPSUMMERING

Resultatene viser at lydabsorpsjonen for Lett-tak elementer er svært god når utførelsen er med perforert plate og tilleggisolasjon (30-50 mm mineralull).

Standardutførelsen (type 5) med tett plate har som forventet forholdsvis lav absorpsjonsfaktor. Lavfrekvensabsorpsjonen som oppnåes skyldes membranabsorpsjon i plate med bakenforliggende hulrom

Med perforert plate rett på elementene (type 1) uten ekstra mineralull og mot 0,2 mm plastfolie tar den tykke plastfolien som ventet bort en vesentlig del av høyfrekvensabsorpsjonen. Absorbenten blir en typisk bass- og mellomfrekvensabsorbent med formindikator «L» og «M».

Alle typene (2, 3, 4 og 6) med perforert plate og tilleggisolasjon (30-50 mm mineralull) gir svært god lydabsorpsjon, alle med veiet verdi, α_w fra 0,85- 1,00.

Perforeringsgraden (sml. type 3 og 4) ga ubetydelig forskjell i absorpsjonsfaktor. Perforeringsgraden bør erfaringsmessig ikke være lavere enn 15 %.

Isolasjonstykkelsen (sml. type 2 og 3) gir en gjennomsnittlig forbedring av absorpsjonsfaktoren på 0,08 som er forholdsvis beskjedent.

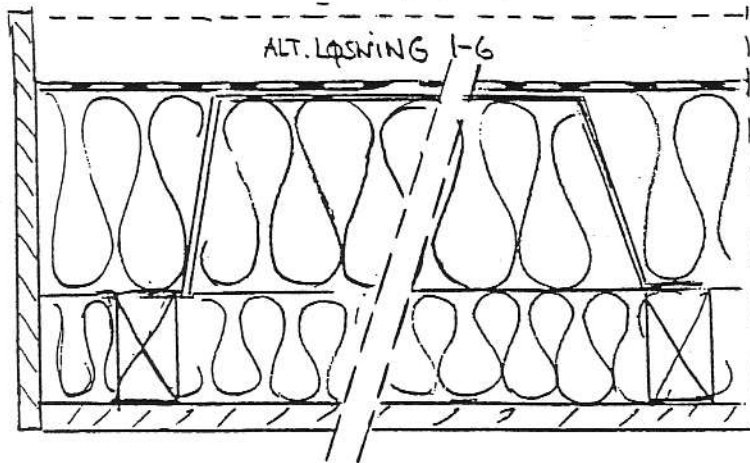
Bruk av tynn plastfolie (0,04 mm) ødelegger ikke mye av absorpsjonen (sml. type 4 og 6). Det er først ved de høyeste frekvenser man kan registrere et visst tap, men gjennomsnittlig reduksjon av absorpsjonsfaktor med tynn plastfolie er bare 0,04. Det er viktig å merke seg at tykkere folier enn 0,04 mm raskt gir store høyfrekvenstap, kfr. måling av type 1 (0,2 mm plastfolie).

Som en «miljøfolie» for å hindre dryss av mineralull kan man med fordel benytte folie inntil 0,04 mm tykkelse. Alternativet kunne også være produkter av ulike filtduker eller vindsperre av polyetylenfilt som er diffusjonsåpne og som sannsynligvis heller ikke vil redusere lydabsorpsjonen i noen særlig grad.

Sigurd Hveem

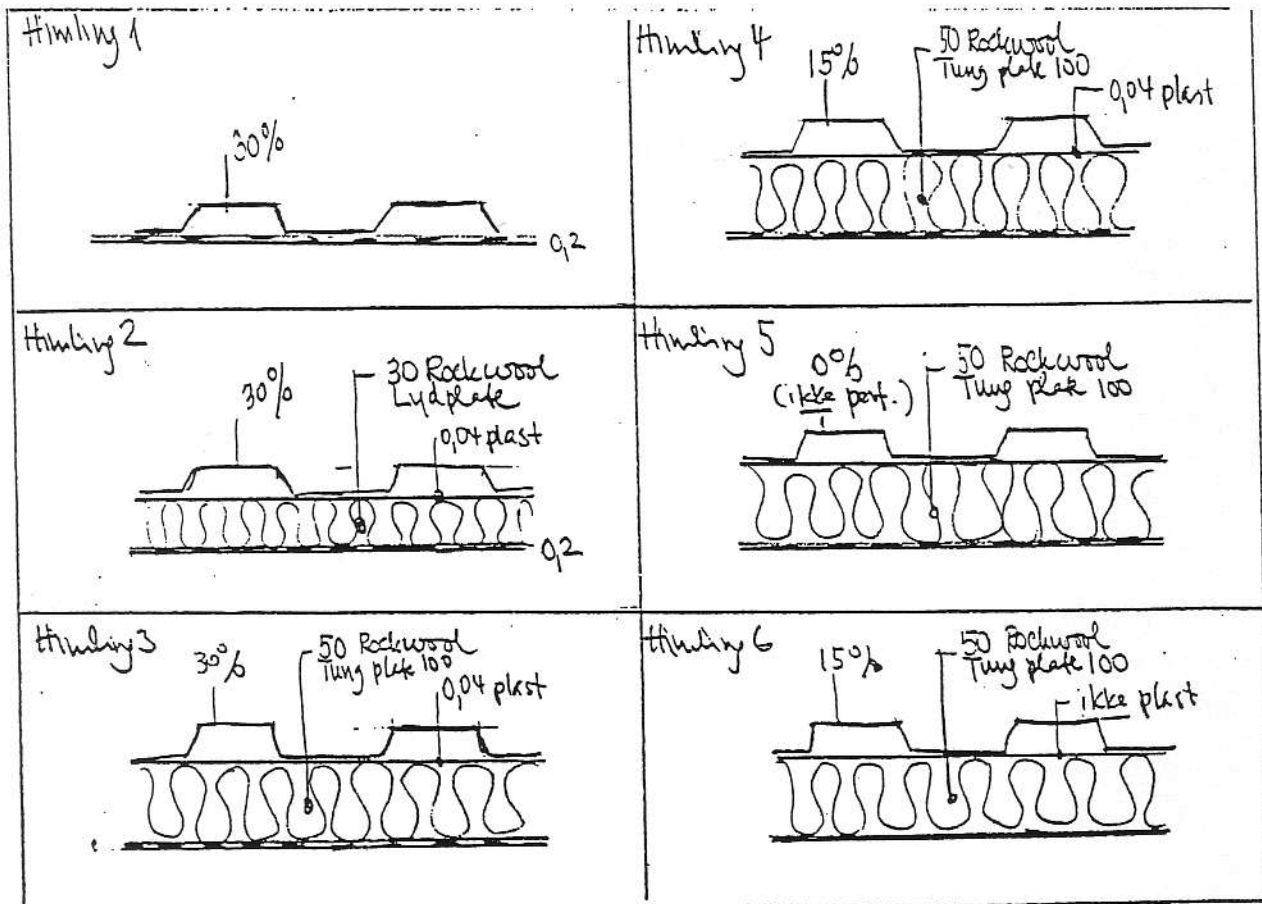
Lett-Tak Lydabsorpsjonsmålinger

07691
23.10.96

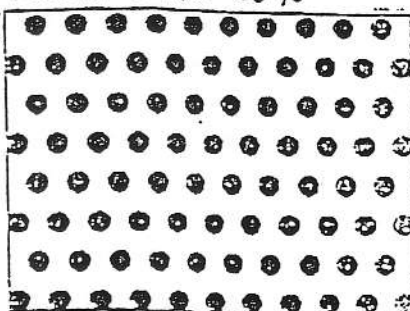


0,2 plastfolie
13-Profil
(130 mm tyngd. stål)
130 Rockwool B
70 trelekt
70 Rockwool B
15,5 kryssfinér

BASIS-ELEMENT (kompletteres med Himling 1-6)

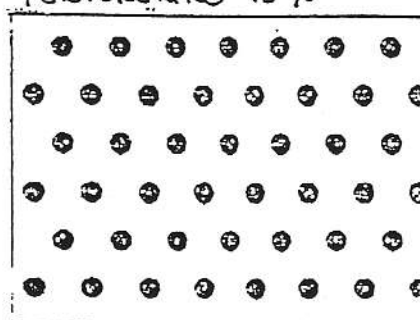


PERFORERING 30%

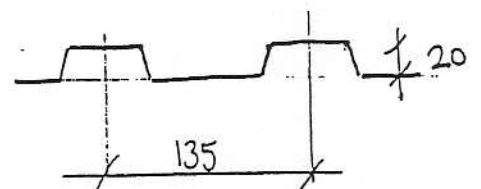


D3 mm 30 % joko 5.20 mm

PERFORERING 15%



D3 mm 15 % joko 7.40 mm



PERFORERT TRAPESKORRUGERT
STÅLPLATE

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 1 / utførelse: perf. plate 30 % montert direkte (uten hulrom) på standard el.							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorbent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	1,08	29,63	9,38		
63	2,09	15,31	1,38	23,19	7,88		
80	1,39	23,02	0,97	32,99	9,97		
100	1,09	29,36	0,73	43,84	14,48	0,60	
125	1,16	27,59	0,74	43,24	15,66	0,65	0,67
160	1,35	23,70	0,88	36,36	12,66	0,75	
200	1,60	20,00	1,14	28,07	8,07	0,80	
250	2,19	14,61	1,27	25,20	10,58	0,80	0,80
315	2,27	14,10	1,37	23,36	9,26	0,81	
400	2,57	12,45	1,49	21,48	9,03	0,78	
500	2,79	11,47	1,66	19,28	7,81	0,68	0,71
630	2,77	11,55	1,68	19,05	7,50	0,65	
800	2,77	11,55	1,74	18,39	6,84	0,59	
1000	2,54	12,60	1,65	19,39	6,80	0,59	0,56
1250	2,26	14,16	1,6	20,00	5,84	0,51	
1600	2,18	14,68	1,61	19,88	5,20	0,45	
2000	2,16	14,81	1,65	19,39	4,58	0,40	0,41
2500	2,12	15,09	1,65	19,39	4,30	0,37	
3150	2,00	16,00	1,6	20,00	4,00	0,35	
4000	1,80	17,78	1,53	20,92	3,14	0,27	0,28
5000	1,47	21,77	1,32	24,24	2,47	0,22	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:		12					
125	ingen	ingen	0,67	ingen			
250	0,8	0,2	0,80	0,00	L		
500	1,0	0,4	0,71	0,00	M		
1000	1,0	0,4	0,56	0,00	-		
2000	1,0	0,4	0,41	0,00	-		
4000	0,9	0,3	0,28	-0,02	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 1,0:				-0,02			
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=				0,4			
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz	A/S
125	0,67
250	0,80
500	0,71
1000	0,56
2000	0,41
4000	0,28

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 2 / utførelse: perf. plate 30 % montert på 30 mm RW m/plast							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorbent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	1,00	32,00	11,75		
63	2,09	15,31	1,55	20,65	5,33		
80	1,39	23,02	0,83	38,55	15,53		
100	1,09	29,36	0,86	37,21	7,85	0,40	
125	1,16	27,59	0,83	38,55	10,97	0,60	0,55
160	1,35	23,70	0,98	32,65	8,95	0,65	
200	1,60	20,00	1,14	28,07	8,07	0,70	
250	2,19	14,61	1,27	25,20	10,58	0,75	0,73
315	2,27	14,10	1,41	22,70	8,60	0,75	
400	2,57	12,45	1,42	22,54	10,08	0,88	
500	2,79	11,47	1,52	21,05	9,58	0,83	0,87
630	2,77	11,55	1,47	21,77	10,22	0,89	
800	2,77	11,55	1,45	22,07	10,52	0,91	
1000	2,54	12,60	1,36	23,53	10,93	0,95	0,94
1250	2,26	14,16	1,28	25,00	10,84	0,94	
1600	2,18	14,68	1,24	25,81	11,13	0,97	
2000	2,16	14,81	1,28	25,00	10,19	0,89	0,88
2500	2,12	15,09	1,32	24,24	9,15	0,80	
3150	2,00	16,00	1,31	24,43	8,43	0,73	
4000	1,80	17,78	1,22	26,23	8,45	0,73	0,70
5000	1,47	21,77	1,10	29,09	7,32	0,64	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:	3						
125	ingen	ingen	0,55	ingen			
250	0,8	0,65	0,73	0,00	-		
500	1,0	0,85	0,87	0,00	-		
1000	1,0	0,85	0,94	0,00	-		
2000	1,0	0,85	0,88	0,00	-		
4000	0,9	0,75	0,70	-0,05	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 0,1:				-0,05			
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=				0,85			
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 3 / utførelse: perf. plate 30% montert på 50 mm RW m/plastfolie							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorbent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	1,35	23,70	3,45		
63	2,09	15,31	1,26	25,40	10,09		
80	1,39	23,02	0,93	34,41	11,39		
100	1,09	29,36	0,81	39,51	10,15	0,60	
125	1,16	27,59	0,81	39,51	11,92	0,70	0,68
160	1,35	23,70	1,12	28,57	4,87	0,75	
200	1,60	20,00	1,18	27,12	7,12	0,80	
250	2,19	14,61	1,31	24,43	9,82	0,80	0,84
315	2,27	14,10	1,3	24,62	10,52	0,91	
400	2,57	12,45	1,37	23,36	10,91	0,95	
500	2,79	11,47	1,43	22,38	10,91	0,95	0,94
630	2,77	11,55	1,45	22,07	10,52	0,91	
800	2,77	11,55	1,43	22,38	10,83	0,94	
1000	2,54	12,60	1,34	23,88	11,28	0,98	0,98
1250	2,26	14,16	1,24	25,81	11,65	1,01	
1600	2,18	14,68	1,21	26,45	11,77	1,02	
2000	2,16	14,81	1,24	25,81	10,99	0,96	0,96
2500	2,12	15,09	1,26	25,40	10,30	0,90	
3150	2,00	16,00	1,25	25,60	9,60	0,83	
4000	1,80	17,78	1,2	26,67	8,89	0,77	0,77
5000	1,47	21,77	1,07	29,91	8,14	0,71	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:		1					
125	ingen	ingen	0,68	ingen			
250	0,8	0,75	0,84	0,00	-		
500	1,0	0,95	0,94	-0,01	-		
1000	1,0	0,95	0,98	0,00	-		
2000	1,0	0,95	0,96	0,00	-		
4000	0,9	0,85	0,77	-0,08	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 0,1:				-0,09			
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=				0,95			
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz	Absorpsjonsfaktor
125	0,68
250	0,84
500	0,95
1000	0,98
2000	0,96
4000	0,77

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 4 / utførelse: perf. plate 15 % montert på 50 mm RW m/plastfolie							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorbent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	0,92	34,78	14,53		
63	2,09	15,31	0,96	33,33	18,02		
80	1,39	23,02	0,97	32,99	9,97		
100	1,09	29,36	0,76	42,11	12,75	0,60	
125	1,16	27,59	0,87	36,78	9,20	0,70	0,68
160	1,35	23,70	1,07	29,91	6,20	0,75	
200	1,60	20,00	1,06	30,19	10,19	0,80	
250	2,19	14,61	1,26	25,40	10,78	0,80	0,81
315	2,27	14,10	1,36	23,53	9,43	0,82	
400	2,57	12,45	1,38	23,19	10,74	0,93	
500	2,79	11,47	1,43	22,38	10,91	0,95	0,93
630	2,77	11,55	1,45	22,07	10,52	0,91	
800	2,77	11,55	1,44	22,22	10,67	0,93	
1000	2,54	12,60	1,3	24,62	12,02	1,04	1,02
1250	2,26	14,16	1,2	26,67	12,51	1,09	
1600	2,18	14,68	1,21	26,45	11,77	1,02	
2000	2,16	14,81	1,25	25,60	10,79	0,94	0,95
2500	2,12	15,09	1,27	25,20	10,10	0,88	
3150	2,00	16,00	1,23	26,02	10,02	0,87	
4000	1,80	17,78	1,16	27,59	9,81	0,85	0,84
5000	1,47	21,77	1,03	31,07	9,30	0,81	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:	1						
125	ingen	ingen	0,68	ingen			
250	0,8	0,75	0,81	0,00	-		
500	1,0	0,95	0,93	-0,02	-		
1000	1,0	0,95	1,02	0,00	-		
2000	1,0	0,95	0,95	0,00	-		
4000	0,9	0,85	0,84	-0,01	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 0,1:				-0,03			
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=				0,95			
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz	Absorpsjonsfaktor
125	0,68
250	0,81
500	0,93
1000	0,95
2000	0,95
4000	0,84

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 5 / utførelse: standard (tett) plate montert på 50 mm RW m/plastfolie							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorberent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	1,63	19,63	-0,62		
63	2,09	15,31	1,33	24,06	8,75		
80	1,39	23,02	1,06	30,19	7,17		
100	1,09	29,36	0,89	35,96	6,60	0,35	
125	1,16	27,59	0,95	33,68	6,10	0,30	0,32
160	1,35	23,70	1,1	29,09	5,39	0,30	
200	1,60	20,00	1,19	26,89	6,89	0,30	
250	2,19	14,61	1,55	20,65	6,03	0,30	0,30
315	2,27	14,10	1,84	17,39	3,29	0,29	
400	2,57	12,45	2,01	15,92	3,47	0,30	
500	2,79	11,47	2,3	13,91	2,44	0,21	0,24
630	2,77	11,55	2,32	13,79	2,24	0,19	
800	2,77	11,55	2,4	13,33	1,78	0,15	
1000	2,54	12,60	2,19	14,61	2,01	0,18	0,15
1250	2,26	14,16	2,06	15,53	1,37	0,12	
1600	2,18	14,68	1,92	16,67	1,99	0,17	
2000	2,16	14,81	1,91	16,75	1,94	0,17	0,16
2500	2,12	15,09	1,93	16,58	1,49	0,13	
3150	2,00	16,00	1,76	18,18	2,18	0,19	
4000	1,80	17,78	1,59	20,13	2,35	0,20	0,20
5000	1,47	21,77	1,32	24,24	2,47	0,22	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:	16						
125	ingen	ingen	0,32	ingen			
250	0,8	0	0,30	0,00	L		
500	1,0	0,2	0,24	0,00	-		
1000	1,0	0,2	0,15	-0,05	-		
2000	1,0	0,2	0,16	-0,04	-		
4000	0,9	0,1	0,20	0,00	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 0,1:					-0,09		
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=					0,2		
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz

Absorpsjonsfaktor for Lett-Tak							
Type 6 / utførelse: 15 % perf. plate montert på 50 mm RW uten plastfolie							
Målinger i klangrom (ventilasjonsprøverommet), Norges byggforskningsinstitutt							
Bestemmelse av absorpsjonsfaktor fra etterklangstidmålinger etter ISO 354/NS 4804							
Dato: 11.10.96							
Volum=	200	m3					
Areal=	11,5	m2 prøveareal utlagt på gulv og med tildekkede kanter av sponplater					
	T1, tomt klangrom	A1, tomt klangrom	T2, med absorbent	A2, kl.rom med abs.	A for abs. flate	1/3 oktav Aabs/S	1/1 oktav
50	1,58	20,25	1,54	20,78	0,53		
63	2,09	15,31	1,28	25,00	9,69		
80	1,39	23,02	0,95	33,68	10,66		
100	1,09	29,36	0,87	36,78	7,42	0,60	
125	1,16	27,59	0,88	36,36	8,78	0,70	0,68
160	1,35	23,70	1,04	30,77	7,07	0,75	
200	1,60	20,00	1,07	29,91	9,91	0,80	
250	2,19	14,61	1,31	24,43	9,82	0,80	0,82
315	2,27	14,10	1,34	23,88	9,78	0,85	
400	2,57	12,45	1,39	23,02	10,57	0,92	
500	2,79	11,47	1,49	21,48	10,01	0,87	0,91
630	2,77	11,55	1,44	22,22	10,67	0,93	
800	2,77	11,55	1,33	24,06	12,51	1,09	
1000	2,54	12,60	1,28	25,00	12,40	1,08	1,07
1250	2,26	14,16	1,23	26,02	11,86	1,03	
1600	2,18	14,68	1,19	26,89	12,21	1,06	
2000	2,16	14,81	1,23	26,02	11,20	0,97	1,00
2500	2,12	15,09	1,23	26,02	10,92	0,95	
3150	2,00	16,00	1,17	27,35	11,35	0,99	
4000	1,80	17,78	1,09	29,36	11,58	1,01	1,00
5000	1,47	21,77	0,96	33,33	11,56	1,01	
	T1	0,16V/T1	T2	0,16V/T2	A2 - A1	A/S	
I alt 4 elementer (1,2 x 2,4 m) lagt tett inntil hverandre. Prøveareal = 2,4 m x 4,8 m = 11,5 m2							
Randsonen tildekket med sponplater							
Utthevede 1/3 oktavbåndsverdier er stipulerte pga for liten målesikkerhet							
Beregning av veiet absorpsjonsfaktor og formindikator							
ISO/DIS 11654 Rating of sound absorption							
Praktisk lydabsorpsjonsfaktor i 1/1 oktav etter aritmetisk midling av 3 1/3 oktavbånd							
Verdier over 1,0 avrundes til 1,0 for oktavbåndverdien							
Frekvens	Ref. kurve	Ref.kurve	Måleverdi	Negativt	Formfaktor		
1/1-oktav	startverdi	ned i step	for alfa	avvik fra			
Hz		på 0,05	1/1-oktav	ref.kurve			
Angi antall step ned:		0					
125	ingen	ingen	0,68	ingen			
250	0,8	0,8	0,82	0,00	-		
500	1,0	1	0,91	-0,09	-		
1000	1,0	1	1,07	0,00	-		
2000	1,0	1	1,00	0,00	-		
4000	0,9	0,9	1,00	0,00	-		
Sum av negativt avvik skal være <= 0,1:				-0,10			
Veiet absorp.faktor (verdi ved 500 Hz)=				1			
Hvis måleverdien overskrider oppnådd referansekurve med 0,25 eller mer							
så skal man tilføye en eller flere formindikatorer til verdien, feks. 0,8 (MH)							
250 Hz gir L, 500 eller 1000 Hz gir M og 2000 eller 4000 Hz gir H							
Formindikatoren betyr at abs. faktoren er betydelig høyere i området enn det referansekurven krever							

Absorpsjonsfaktor 1/1 oktav

Frekvens, Hz

