



# DELTA Testrapport



---

## Måling af trinlyddæmpning for et 155 mm højt trægulv på Knudsen Kombi Max kiler med Knudsen Kombi Hård lydbræk og 50 mm mineraluld

### Udført for Knudsen Kilen A/S

DANAK 100/2257

Sagsnr.: 117-22137

Side 1 af 10

6. februar 2017

**DELTA – a part of  
FORCE Technology**  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Danmark

Tlf. +45 72 19 40 00  
Fax +45 72 19 40 01  
[www.delta.dk](http://www.delta.dk)  
CVR nr. 55117314

**Titel**

Måling af trinlyddæmpning for et 155 mm højt trægulv på Knudsen Kombi Max kiler med Knudsen Kombi Hård lydbrik og 50 mm mineraluld

**Journal nr.**

DANAK 100/2257

**Sagsnr.**

117-22137

**Vores ref.**

DDR/MBL/ilk

**Testdato**

18. og 20. januar 2017

**Rekvirent**

Knudsen Kilen A/S

Industrivej 21

3300 Frederiksværk

**Rekvirentens ref.**

Ulrik Overland

**Resumé**

Der er udført laboratoriemåling af trinlyddæmpning pr. 1/3-oktav efter prøvningsbestemmelserne i DS/EN ISO 10140:2010 del 1, 3, 4 og 5 for en 155 mm høj gulvkonstruktion af 22 mm trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler med Knudsen Kombi Hård lydbrik og 50 mm mineraluld i hulrum.

Prøvningsresultater vurderet efter DS/EN ISO 717-2:2013:

Gulvkonstruktionens vægtede trinlyddæmpning er:  $\Delta L_w = 23$  dB

Rapporten indeholder en beskrivelse af prøveemnet udarbejdet på grundlag af rekvirentens oplysninger, beskrivelse af montagen i laboratoriet samt måleresultater.

Måleresultaterne pr. 1/3-oktav er angivet i tabelform og afbildet grafisk på kurvebladet til rapporten.

Beskrivelse af målerum, målemetode og vurderingsmetoder findes i Appendix.

**Bemærkning**

Prøvningsresultatet gælder udelukkende for det prøvede emne.

Prøvningen blev udført af David D. Rahbæk.

DELTA – a part of FORCE Technology, 6. februar 2017



---

Mads Bolberg  
Akustik

## 1. Indledning

Efter anmodning fra Knudsen Kilen A/S er der udført laboratoriemåling af trinlyddæmpning for en gulvkonstruktion af 22 mm trægulv på strøer på plastkiler med lydbrik udlagt på et 140 mm betondæk og 50 mm mineraluld i hulrummet.

## 2. Beskrivelse af gulvkonstruktionen udarbejdet på grundlag af rekvirentens oplysninger

Gulvkonstruktionen består af et trægulv på strøer på plastkiler med lydbrik og mineraluld i hulrummet.

Trægulvet består af 22 mm Raw træparketgulv med bræddebredde på 194 mm. Parketgulvet er banket tæt sammen i fer og not og topskruet til strøerne.

Strøer er 39 mm × 40 mm laminerede Kerto-strøer c/c ca. 500 mm. Der er lagt 50 mm mineraluld imellem strøer op mod træparketgulvet. Strøerne er opklodset på Knudsen Kombi Max Lav med lydbrik Kombi Hård.

Knudsen lydbrik Kombi Hård består af en plastramme på 80 mm × 100 mm af ca. 1 mm plast med ca. 10 mm bølget fast Regupol E48 fæstnet under. Lydbrikken er udviklet i samarbejde med fa. Dafa A/S.

Den samlede gulvkonstruktion har en højde på ca. 155 mm.

## 3. Montage i laboratoriet

Gulvkonstruktionen blev udlagt på et 140 mm massivt betondæk, som var indstøbt i en 2,99 m × 3,37 m prøveåbning mellem to lydhårde rum.

Gulvkonstruktionens trægulv var friholdt fra prøveåbningens sider og udlagt med fastholdelse af strøerne på undersiden ved hjælp af to tværgående strøer.

Åbningen mellem rammen og gulvkonstruktionen blev forseglet med tape ligesom rammens kant mod målerummets betongulv.

Gulvkonstruktionen var belastet med 10 vægte à 25 kg svarende til ca. 25 kg/m<sup>2</sup> i ca. 18 timer, inden målingen blev udført.

## 4. Målemetode

Målingerne af trinlyddæmpning blev udført efter prøvningsbestemmelserne i DS/EN ISO 10140:2010 del 1, 3, 4 og 5: ”Akustik – Laboratoriemåling af bygningselementers lydisolering”.

Der blev udført måling af trinlydniveau for betondæk med og uden gulvkonstruktion.

Ved målingerne blev benyttet en standardiseret bankemaskine, og lydtrykniveauerne i modtagerummet blev registreret gennem filtre med 1/3-oktav båndbredde.

Måleresultaterne angiver differensen mellem trinlydniveauerne målt uden og med gulv på standarddækket.

Målingerne blev udført i rum 004 og 904 i bygning 355 på Danmarks Tekniske Universitet. En kortfattet beskrivelse af målerum og målemetoder findes i Appendix.

## 5. Instrumentering

Følgende instrumenter blev anvendt ved målingerne:

Instrument	Type	A&V nr.
Lydtrykmåler/analysator	B&K 2270	1498L
Bankemaskine	B&K 3207	1250L
Målemikrofon	B&K 4144	1256L
Målemikrofon	B&K 4144	0859L
Mikrofonforforstærker	B&K 2619	0853L
Mikrofonforforstærker	B&K 2619	0719L
Mikrofonspændingsforsyning	B&K 5935	1392L
Mikrofonspændingsforsyning	B&K 5935	1040L
Akustisk kalibrator	B&K 4231	1120L

## 6. Målebetingelser

Måledatoer samt målerummenes termiske tilstand:

Betondæk uden gulvkonstruktion:

Testdato: 20 januar 2017

Termisk tilstand i senderum: 16,4 °C, 47 % RF

Termisk tilstand i modtagerum: 15,5 °C, 50 % RF

Betondæk med gulvkonstruktion:

Testdato: 18. januar 2017

Termisk tilstand i senderum: 16,4 °C, 40 % RF

Termisk tilstand i modtagerum: 15,7 °C, 44 % RF

Der blev benyttet 6 bankemaskinepositioner.

Ved målingen af trinlydniveauet under betondækket med gulv var lydtrykniveauet i modtagerummet ved 3150, 4000 og 5000 Hz mindre end 6 dB over det samlede akustiske og elektriske baggrundsstøjniveau. En præcis værdi af trinlydniveauet og trinlyddæmpningen ved 3150, 4000 og 5000 Hz kan således ikke bestemmes, og de angivne værdier for trinlyddæmpningen – hvor trinlydniveauet er korrigeret svarende til en forskel på 6 dB – må betragtes som orienterende minimumsværdier.

Dette har ikke haft indflydelse på den beregnede  $\Delta L_w$ -værdi.

$L_n$  er korrigeret for luftlydbidrag fra bankemaskinen i henhold til i DS/EN ISO 10140-3:2010/A.1:2015. Korrektionen ved 1250 Hz var 0,8 dB, ved 1600 Hz var den 1,3 dB, ved 2000 Hz var den 1,6 dB og ved 2500 Hz var den 1,2 dB. Ved alle andre frekvenser var korrektionen mindre end 0,5 dB.

## 7. Måleresultater

Trinlyddæmpning i henhold til DS/EN ISO 10140-1:2010:

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

hvor  $L_{n0}$  er det målte trinlydniveau for betondæk uden gulvkonstruktion, og  $L_n$  er det målte trinlydniveau for betondæk med gulvkonstruktion.

Måleresultaterne,  $\Delta L$ , pr. 1/3-oktav fra 100 Hz til 5000 Hz er angivet i tabelform og afbildet grafisk på Kurveblad 1.

Gulvkonstruktionens vægtede trinlyddæmpning,  $\Delta L_w$ , beregnet efter vurderingsmetoden i DS/EN ISO 717-2:2013:

$$\text{Gulvkonstruktionens vægtede trinlyddæmpning: } \Delta L_w = 23 \text{ dB}$$

$$\text{Det tilhørende spektrale korrektionsled: } C_{1\Delta} = -13 \text{ dB}$$

Beskrivelse af vurderingsmetoderne findes i Appendix.

## 8. Trinlydniveau for laboratoriets betondæk uden gulvkonstruktion

Frekvens f [Hz]	$L_{n0}$ dB re 20 $\mu$ Pa pr. 1/3-oktav
100	70,3
125	67,6
160	72,6
200	71,3
250	69,1
315	70,2
400	71,5
500	72,3
630	72,9
800	72,9
1000	73,9
1250	73,3
1600	73,1
2000	73,1
2500	72,2
3150	71,6
4000	70,8
5000	69,2

Det vægtede trinlydniveau for det ved beregningen af  $\Delta L_w$  anvendte referencedæk:

Referencedæk uden gulvkonstruktion:  $L_{n,r,0,w} = 78$  dB;  $C_{L,r,0} = -11$  dB

Referencedæk med gulvkonstruktion:  $L_{n,r,w} = 55$  dB;  $C_{L,r} = 2$  dB

## 9. Måleusikkerhed

I henhold til til DS/EN ISO 12999-1:2014 er præcision af laboratoriemålinger udtrykt som den reproducerbare standardafvigelse for den vægtede enkelttalsværdi  $\Delta L_w$  som følger (for et tosidet konfidensinterval og  $k = 1,96$ ):

Værdi	$\sigma_{R95}$ (k=1,96, to-sidet)
$\Delta L_w$	$\pm 2,2$ dB

## Laboratiormåling af trinlyddæmpning i henhold til DS/EN ISO 10140:2010 del 1, 3, 4 og 5

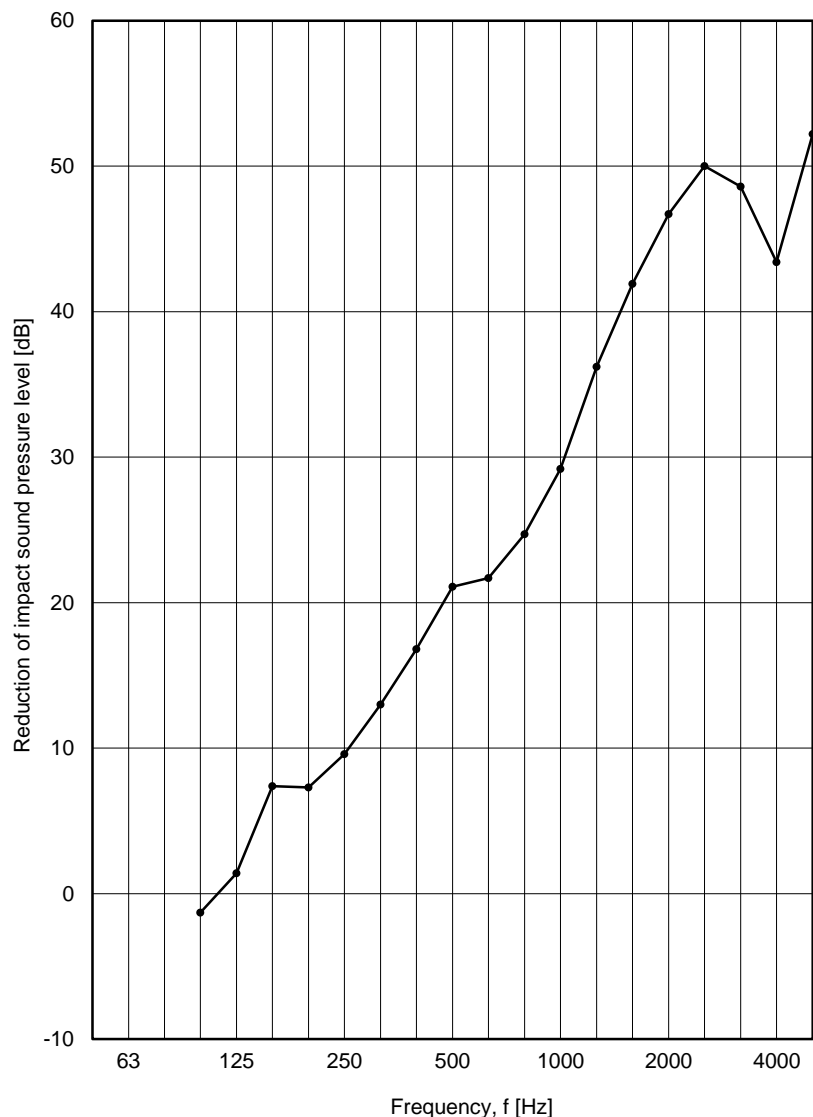
Rekvirent: Knudsen Kilen A/S, Industrivej 21, 3300 Frederiksværk  
 Testdato: 18. og 20. januar 2017

Beskrivelse af prøveemne: 155 mm høj gulvkonstruktion af 22 mm trægulv på strøer på Knudsen Kombi Max kiler med Knudsen lydbræk Kombi Hård og 50 mm mineraluld i hulrum. Gulvet var udlagt på et 140 mm betondæk. Gulvkonstruktionen var belastet med ca. 25 kg/m<sup>2</sup> under målingen. En nærmere beskrivelse af testemnet og monteringen fremgår af afsnit 2 og 3.

Prøveemne monteret af: Rekvirenten

Temperatur, senderum: 16,4 °C  
 Luftfugtighed, senderum: 40 % RF  
 Volumen, modtagerum: 243 m<sup>3</sup>

Frekvens f [Hz]	$\Delta L$ 1/3-oktav [dB]
100	-1,3
125	1,4
160	7,4
200	7,3
250	9,6
315	13,0
400	16,8
500	21,1
630	21,7
800	24,7
1000	29,2
1250	36,2
1600	41,9
2000	46,7
2500	50,0
3150	48,6
4000	43,4
5000	52,2



### Bemærkning:

Da lydtrykniveauet i modtagerummet under målingen med gulvbelægning ved 3150, 4000 og 5000 Hz var mindre end 6 dB over baggrundsstøjen, kan en præcis værdi af trinlyddæmpningen i dette frekvensbånd ikke bestemmes, og de angivne værdier over 3150 Hz må betragtes som orienterende minimumsværdier. Dette har ikke indflydelse på den beregnede  $\Delta L_w$ -værdi.

Vægtet trinlyddæmpning i henhold til DS/EN ISO 717-2:2013:

$$\Delta L_w = 23 \text{ dB} \quad C_{l,\Delta} = -13 \text{ dB}$$

Vurdering baseret på laboratiormåleresultater opnået med en klasse 2-metode.

DELTA – a part of FORCE Technology, 6. februar 2017

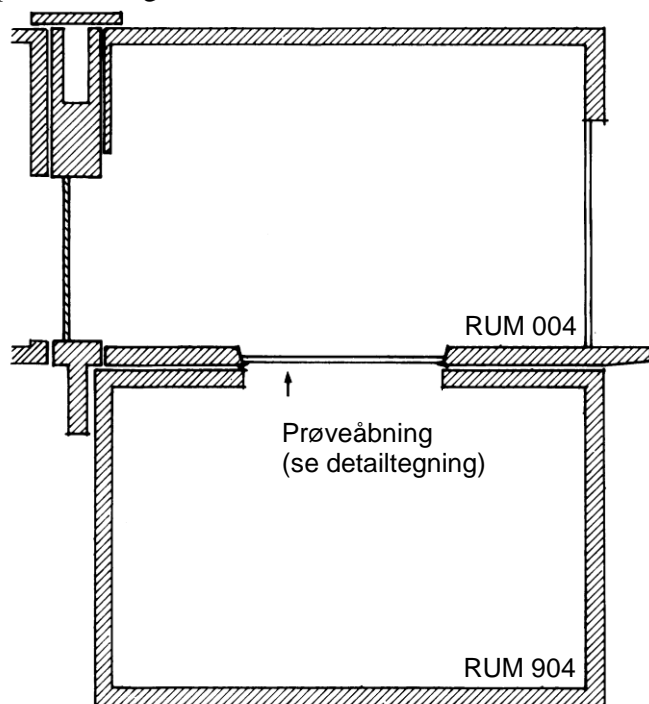


Mads Bolberg, Akustik

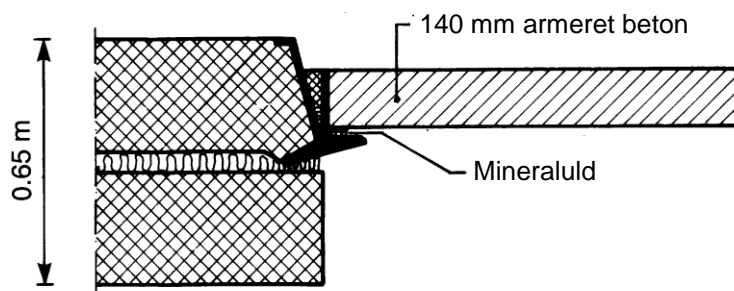
## Beskrivelse af målerum

Målingerne er udført i to lydhårde rum (004 og 904), der er opført over hinanden. Rummene længde, bredde og højde er henholdsvis 7,85 m, 6,25 m og 4,95 m. Rummene, der er opført på hvert sit fundament, er udført af 300 mm beton. Mellem rummene findes en prøveåbning, der måler 2,99 m × 3,37 m og har en dybde på 0,65 m. I det øverste rum (004) er der på to af væggene og på loftet anbragt lyddiffuserende elementer af beton og af dæmpet stålplade, hvorefter rummets volumen er ca. 230 m<sup>3</sup>. Ved siden af rum 004 og forbundet med dette gennem en 10 m<sup>2</sup> stor prøveåbning for vægge findes et tredje rum (003), hvis volumen er ca. 215 m<sup>3</sup>. I det nederste rum (904), der har et volumen på ca. 245 m<sup>3</sup>, er der som lyddiffuserende elementer ophængt 20 stk. 10 mm tykke akrylplader med dimensionerne 0,90 m × 1,20 m.

Prøveemnet monteres i åbningen i gulvet i rum 004. Ved målinger på gulve og gulvbelægninger monteres prøveemnet på et tungt standarddæk af 140 mm armeret beton med en fladevægt på ca. 335 kg/m<sup>2</sup>.



Lodret snit i målerum.  
Målestok 1:125.



Detailtegning af prøveåbning  
med standarddæk.  
Lodret snit. Målestok 1:20.



## Målemetoder

Trinlyddæmpningen, DS/EN ISO 10140-1:2010, for et gulv eller en gulvbelægning målt på standarddæk i laboratorium defineres som differencen mellem trinlydniveauet for standarddækket uden gulvbelægning og trinlydniveauet for standarddækket med gulvbelægning.

Trinlydniveauet defineres som det af en standardiseret bankemaskine (placeret på gulvet i senderummet) frembragte lydtrykniveau i modtagerummet – korrigeret til et ækvivalent absorptionsareal på 10 m<sup>2</sup> i modtagerummet.

Ved måling af trinlydniveauet benyttes en bankemaskine med stålhamre, der opfylder de i DS/EN ISO 10140-5:2010 Annex E anførte specifikationer. Bankemaskinen er justeret således, at hamrenes faldhøjde over en plan flade svarer til et frit fald på 40 mm.

Bankemaskinen placeres i 6 positioner på etagedækket, og lydtrykniveauet i modtage- og senderummet bestemmes indenfor en måletid på 32 sekunder med et roterende mikrofonsystem med skrå bane og radius 1,25 m. Ved målingerne – der udføres med en sandtidsfrekvensanalysator – benyttes filtre med en båndbredde på 1/3-oktav. Det samlede elektriske og akustiske baggrundsstøjniveau i modtagerummet registreres. Lydtrykniveauet i modtagerummet korrigeres for eventuel indflydelse fra baggrundsstøjen. Såfremt lydtrykniveauet i modtagerummet er mindre end 6 dB over baggrundsstøjen, vil dette fremgå af rapporten sammen med en vurdering af måleresultatets brugbarhed.

Modtagerummets ækvivalente absorptionsareal bestemmes ved hjælp af Sabines formel ud fra måling af rummets efterklangstid i 6 mikrofonpositioner. Målingen af efterklangstiden foretages med lyserød støj, der udsendes gennem et højttalersystem anbragt i et hjørne i modtagerummet. Det 1/3-oktav filtrerede mikrofonsignal registreres under efterklangsprocessen og vurderes i området ca. 5 dB til ca. 25 dB under det stationære støjsignal.

Trinlydniveauet og trinlyddæmpningen bestemmes inden for frekvensbåndbredder på 1/3-oktav med følgende standardiserede centerfrekvenser: 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500, 3150, 4000 og 5000 Hz.

$$L_n = 10 \log \left( 10^{L_I/10} - 10^{(L_{TS}-D)/10} \right) + 10 \log \frac{A_M}{A_0} \text{ og } A_M = \frac{0,163 \cdot V_M}{T_M}$$

hvor  $L_n$  = Trinlydniveau under etageadskillelsen ved det ækvivalente referenceabsorptionsareal 10 m<sup>2</sup> [dB re 20 µPa]

$L_I$  = Lydtrykniveau i modtagerum frembragt af bankemaskine anbragt på etageadskillelse over modtagerum [dB re 20 µPa]

$L_{TS}$  = Lydtrykniveau i senderummet frembragt af bankemaskine anbragt på etageadskillelse over modtagerum [dB re 20 µPa]

$D$  = Niveaudifferens mellem modtage- og senderum [dB].

$A_M$  = Ækvivalent absorptionsareal i modtagerum [m<sup>2</sup>]

$A_0$  = Ækvivalent referenceabsorptionsareal (10 m<sup>2</sup>)

$V_M$  = Modtagerummets volumen [m<sup>3</sup>]

$T_M$  = Efterklangstid i modtagerum [s]

$$\Delta L = L_{n0} - L_n$$

hvor  $\Delta L$  = Trinlyddæmpningen (forbedringen af trinlydniveauet ved pålægning af et gulv eller en gulvbelægning)

$L_{n0}$  = Trinlydniveau for standarddækket uden gulvbelægning

$L_n$  = Trinlydniveau for standarddækket med gulvbelægning

## Vurderingsmetode

Til vurdering af en etageadskillelses trinlydniveau benyttes vurderingsværdien  $L_{n,w}$ , der bestemmes efter DS/EN ISO 717-2:2013.

Ved bestemmelse af vurderingsværdien  $L_{n,w}$  sammenlignes de målte værdier af trinlydniveauet fra 100 Hz til 3150 Hz med en vurderingskurve, der fra 100 Hz til 315 Hz har en konstant værdi, mens den fra 315 Hz til 1000 Hz falder med 1 dB pr. 1/3-oktav og fra 1000 Hz til 3150 Hz med 3 dB pr. 1/3-oktav. Vurderingskurvens værdier ved 1/3-oktav centerfrekvenserne er hele tal. En ugunstig afvigelse indtræffer ved en bestemt frekvens, når trinlydniveauet overstiger vurderingskurvens værdi. Vurderingskurven forskydes trinvist 1 dB, indtil summen af de ugunstige afvigelser er så stor som muligt, men ikke større end 32,0 dB.  $L_{n,w}$ -værdien aflæses på den forskudte vurderingskurve som værdien i dB ved 500 Hz.

Til vurdering af trinlyddæmpningen for et gulv eller en gulvbelægning benyttes vurderingsværdien  $\Delta L_w$ , der ligeledes bestemmes efter DS/EN ISO 717-2:2013.

Den vægtede trinlyddæmpning,  $\Delta L_w$ , beregnes som forskellen mellem  $L_{n,w}$ -værdien for et idealiseret referencedæk<sup>i</sup> og  $L_{n,w}$ -værdien for gulvbelægningen udlagt på det idealiserede referencedæk (trinlydniveau beregnet på grundlag af de målte trinlydniveauforbedringer,  $\Delta L$ , for gulvbelægningen).

Som en ekstra vurderingsmetode baseret på det summerede, uvægtede, lineære trinlydniveau er de spektrale korrektionsled  $C_I$  for trinlydniveau og  $C_{I\Delta}$  for trinlyddæmpning defineret i DS/EN ISO 717-2:2013, Annex A.

---

<sup>i</sup> Anvendelsen af værdierne for et idealiseret referencedæk frem for det aktuelle måleresultat på rådækket sikrer en ensartet vurdering, dels hvad angår en sammenligning mellem forskellige laboratorier, dels hvad angår en sammenligning af målinger udført af samme laboratorium, hvor trinlydniveauet for rådækket kan variere, f.eks. som følge af en ny indstøbning i måleåbningen.