



## SINTEF Byggforsk

### Oslo

Forskningsveien 3b, 0373 Oslo  
Postboks 124 Blindern, 0314 Oslo  
Telefon: 22 96 55 55  
Telefaks: 22 69 94 38

### Trondheim

Høgskoleringen 7b  
7465 Trondheim  
Telefon: 73 59 33 90  
Telefaks: 73 59 33 80

E-post: byggforsk@sintef.no  
Internettadresse: www.sintef.no/byggforsk  
Foretaksregisteret: NO 948 007 029 MVA

Oppdragsgiver BMC AS
Oppdragsgivers adresse Postboks 238 3101 Tønsberg
Oppdragsgivers referanse Petter Engø Lars Espen Haugen

Prosjektnr./arkivnr. O 21637	Dato 16.01.2007	Rev.dato	Antall sider 10 inkl blg. 1	Antall vedlegg 12 målebilag	Gradering Lukket	Forfatter(e) Sigurd Hveem
Prosjektleder Sigurd Hveem	Sign.	Ansvarlig linjeleder Einar Aasved Hansen	Sign.	Kvalitetssikrer Terje Retteråsen	Sign.	

## Oppdragsrapport

# Laboratoriemåling av lydreduksjonstall for BMC dekkeelementer m/lydhimling og flytende golv

### Kort sammendrag

SINTEF Byggforsk har på oppdrag fra BMC AS utført målinger av lydreduksjonstall og trinnlydnivå i lydlaboratorium for et BMC elementdekke av 180 mm lettklinkerbetong komplettert med lydhimling og/eller flytende golv. Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Petter Engø og Lars Espen Haugen. Monteringen av dekket, himlingen og det flytende golvet har vært utført av Lars Espen Haugen, BMC med assistanse fra Kjell Terjesen, SINTEF Byggforsk.

Dekkeelementene ble 04.12.2006 montert i lydlaboratoriet, utstøpt i omramming og i elementfugene. Første måling ble utført 14 dager etter utstøping. Målingene er foretatt av Terje Retteråsen i perioden 19.12.2006 til 08.01.2007. Laboratoriet tilfredsstiller alle bygningsmessige krav etter NS-EN ISO 140-1 Akustikk - Lydforhold i bygninger: "Krav til laboratorieprøvningsrom med redusert flanketransmisjon".

Målingene er utført i henhold til NS-EN ISO 140-3 "Laboratoriemåling av luftlydisolasjon av bygningsdeler" og NS-EN ISO 140-6 "Laboratoriemåling av trinnlydnivå for etasjeskillere". Måleresultatene er gitt i henhold til NS-EN ISO 717-1 "Vurdering av luftlydisolasjon" og NS-EN ISO 717-2 "Vurdering av trinnlydnivå".

Måleresultatet for 180 mm BMC lyddekker med lydhimling og flytende golv som beskrevet, har et laboratoriemålt veid lydreduksjonstall,  $R_w = 66$  dB og et laboratoriemålt veid trinnlydnivå,  $L_{n,w} = 46$  dB. Resultatet er godt innenfor de verdier som er nødvendig for å tilfredsstille grenseverdiene for boliger etter TEK/NS 8175, klasse C, også inkludert omgjøringstall for spektrum (lavfrekvenskorreksjonsfaktor).

Byggverkets adresse		Byggeår
Metode Laboratorieundersøkelse	Emneord Etasjeskiller, lettklinker, lyd, mineralull, gips, metall	Filnavn H:\mk\sh\div-lydlab\bmc lyd rapp jan 07.doc

Utdragsvis eller forkortet gjengivelse av rapporten er ikke tillatt uten SINTEF Byggforsks spesielle godkjenning.  
Hvis rapporten skal oversettes, forbeholder SINTEF Byggforsk seg retten til å godkjenne oversettelsen. Kostnader belastes oppdragsgiver.

## **Laboriermåling av lydreduksjonstall for BMC dekkeelementer m/lydhimling og flytende golv**

### **1. Generelt**

SINTEF Byggforsk har på oppdrag fra BMC AS utført målinger av lydreduksjonstall og trinnlydnivå i lydlaboratorium for et BMC elementdekke av 180 mm lettklinkerbetong komplettert med lydhimling og/eller flytende golv.

Kontaktperson hos oppdragsgiver har vært Petter Engø og Lars Espen Haugen. Monteringen av dekket, himlingen og det flytende golvet har vært utført av Lars Espen Haugen, BMC med assistanse fra Kjell Terjesen, SINTEF Byggforsk.

Dekkeelementene ble 04.12.2006 montert i lydlaboratoriet, utstøpt i omramming og i elementfugene. Første måling ble utført 14 dager etter utstøping. Målingene er foretatt av Terje Retteråsen i perioden 19.12.2006 til 08.01.2007.

Laboratoriet tilfredsstillere alle bygningsmessige krav etter NS-EN ISO 140-1 Akustikk - Lydforhold i bygninger: "Krav til laboratorieprøvningsrom med redusert flanketransmisjon".

Målingene er utført i henhold til NS-EN ISO 140-3 "Akustikk - Lydforhold i bygninger - Del 3: Laboriermåling av luftlydisolasjon av bygningsdeler" og NS-EN ISO 140-6 "Akustikk - Lydforhold i bygninger - Del 6: Laboriermåling av trinnlydnivå for etasjeskillere".

Måleresultatene er gitt i henhold til NS-EN ISO 717-1 "Akustikk - Lydforhold i bygninger - Del 1: Vurdering av luftlydisolasjon" og NS-EN ISO 717-2 "Akustikk - Lydforhold i bygninger. Del 2: Vurdering av trinnlydnivå".

NS-EN ISO 140-8 angir at for kompletterende golv der minst en bestanddel av golvkonstruksjonen består av stive deler så kan det sammensatte golvet testes under belastning. Normal møblering bør simuleres med jevnt fordelt last på 20 - 25 kg/m<sup>2</sup>. Under våre forsøk har vi belastet golvene med 12 vekter á ca. 20 kg.

Måleresultatene for lydreduksjonstall er gitt i 1/3 oktavbånd (R) og som veid, normalisert lydreduksjonstall ( $R_w$ ). Måleresultatene for trinnlydnivå er gitt i 1/3 oktavbånd ( $L_n$ ), som veid, normalisert trinnlydnivå ( $L_{n,w}$ ).

### **2. Material- og monteringsbeskrivelse av prøvegolvene**

Elementene er levert av BMC og produsent er Niss Sørensen & Søn AS, 7860 Balling, Danmark. Elementdekket består av fire elementer med bredde 600 mm og et element med bredde 500 mm. Elementlengden er 3800 mm. Elementdekket har størrelse 2900 mm x 3800 mm (11 m<sup>2</sup>) og er fritt opplagt på fire kanter i prøveåpningen på gummlister i henhold til BMC's normale monteringsmetode.

Elementfugene er utstøpt med betong. Elementdekket har ingen pussavretting fordi strukturen er lufttett i seg selv og har tilfredsstillende planhet etter montering. Elementene er faststøpt med betong mot omliggende betongdekke øvre halvdel. I nedre halvdel er det lagt inn mineralull. Totaltykkelsen av elementdekket er 180 mm.

Ved mottak av elementene ble elementene veid enkeltvis. Den gjennomsnittlige densiteten ble beregnet til ca. 1850 kg/m<sup>3</sup>. Dette gir en flatemasse for 180 mm dekke på 333 kg/m<sup>2</sup>. Elementene hadde ligget utendørs, men tildekket i lengre tid før kontrollveing.

### **Omramming av prøvearealet**

Normalt ligger det et standard betongdekke med tykkelse 140 mm i prøveåpningen som flukter med omliggende dekke av 250 mm betong. I dette tilfellet stikker elementdekket ca. 40 mm over det omliggende betonggolvet. For å sikre at lydoverføringen via sidekantene er liten for elementdekket alene og for elementdekket komplettert med ulike golvløsninger, er det i laboratoriet laget en ekstra omramming av to lag, 280 mm høye kryssfinerplater støttet av 250 mm Leca lydblokker som er pusset på sidekant og topp. Omrammingen starter der den koniske overgangen til betongdekket slutter. I vedlegg 1 er det vist snitt av prøvegolv med oppleggsdetaljer og omramming.

### **Beskrivelse av golvvarianter:**

**Golv A:** 180 mm elementdekke m/utstøpte elementfuger. Ingen form for avretting

**Golv B:** 180 mm elementdekke m/utstøpte elementfuger. Ingen form for avretting. Komplettert på undersiden med lydhimling. Lydhimlingen består av 30 mm x 48 mm trelekter c/c 600 mm som er opphengt i lydbøyler c/c 1200 mm. Lydbøyler er av type for montering mot plan himling med festeplate som skrues fast i undersiden av elementdekket (bøyletype D). Lydbøylene er levert av BMC. Lydbøylene er produsert i Kina og importeres av GPG AS, 0193 Oslo. Lektene er festet til lydbøyler også ved endekantene, dvs. at senteravstanden mellom lydbøylene i endene for annenhver lekt er 600 mm. Det er festet to lag 13 mm standard gipsplater til lektene. Mot omliggende betongkant er det satt av en fuge for det ene platelaget som er fylt med fugemasse for å sikre lufttettingen.

**Golv C:** 180 mm elementdekke m/utstøpte elementfuger. Ingen form for avretting. Komplettert på undersiden med lydhimling. På oversiden er det lagt ut et flytende golv bestående av 14 mm laminert parkett på 12 mm porøs trefiberplate (12 mm Hunton Silencio fra Hunton Fiber AS). Parketten er lagt med litt klaring til omrammingen rundt prøveåpningen og det er lagt fugemasse i fugen. Under prøvingen ble golvet belastet i henhold til prøvemethoden med 12 vekter á ca. 20 kg.

### **Laboratorium med lukket rom over prøveåpningen**

Foto 1 viser plasseringen av prøvedekket over klangrommet. Ved måling av luftlydisolasjon avgrenses prøvearealet over klangrommet med et lukket rom på oversiden av bindingsverk kledd med to lag 13 mm gipsplater med godt tetting i alle overganger og mot golv. Det lukkede rommet vises ikke.

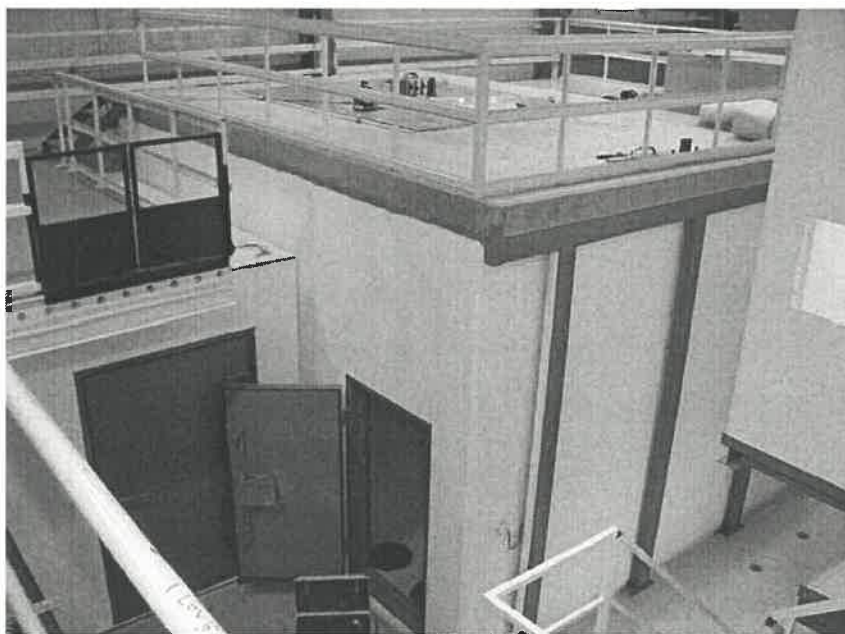


Foto 1. Plasseringen av prøvedekket over klangrommet

**Foto**

Foto 2-3 viser rådekket fra undersiden.



Foto 2. Undersiden av prøvedekket sett fra klangrommet



Foto 3. Montering av lydhimling (30 mm x 48 mm lekters, lydbøylers og 50 mm mineralull)



## 5. Sammenligning av måleresultater

Sammenstilling av måleresultater for de ulike golvtypene er gitt i diagram 1 (trinnlyd) og diagram 2 (luftlyd)

**Trinnlyd. Sammenligning av resultater for golv A, B og C**

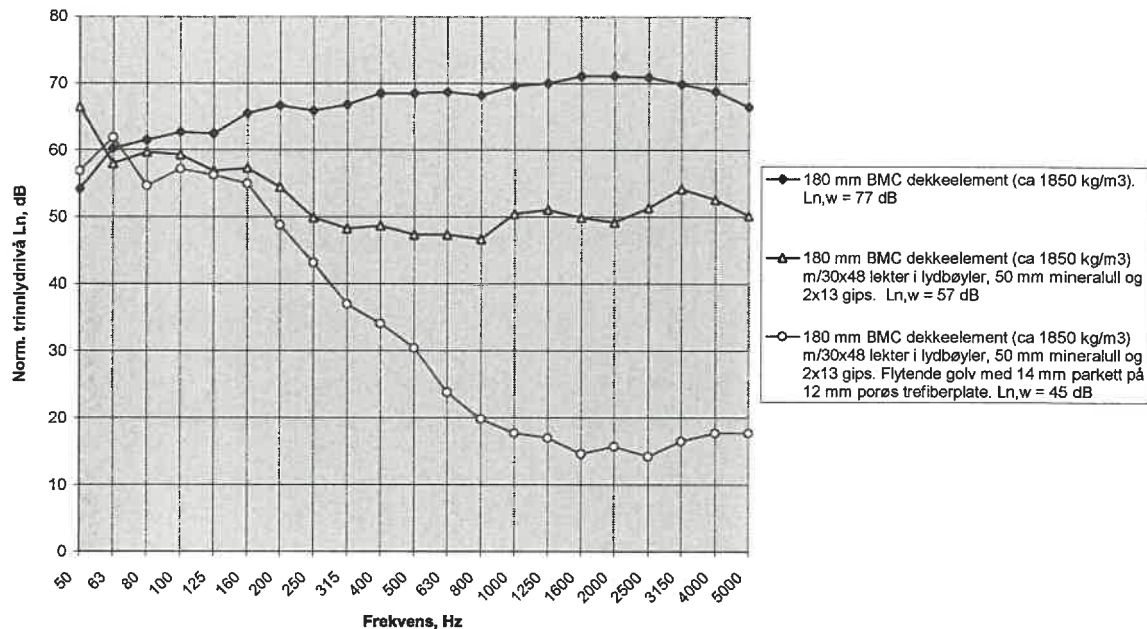


Diagram 1. Trinnlyd. 180 mm dekkelement, golvtype A, B og C

**Luftlyd. Sammenligning av resultater for golv A, B og C**

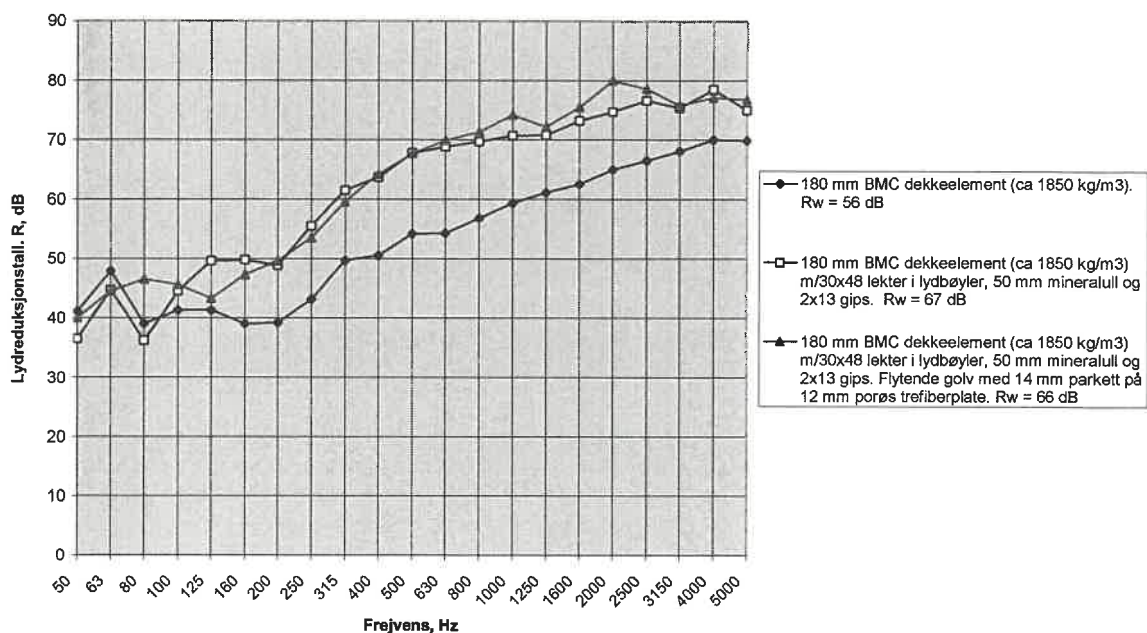


Diagram 2. Luftlyd. 180 mm dekkelement, golvtype A, B og C

## 6. Verdier for andre dekketykkelser

Tabell 2 viser antatte verdier for trinnlyd og luftlyd for dekker med andre dekketykkelser. Verdiene er basert på den målte verdien for 180 mm med teoretisk / erfaringsmessig korreksjon for flatemassen..

Tabell 1. Antatte laboratorieverdier for alternative dekketykkelser (rådekker)

BMC lyddekker	Flatemasse (ca.) (kg/m <sup>2</sup> )	Veid trinnlydnivå, L <sub>n,w</sub> (dB)	Veid lydredusjonstall, R <sub>w</sub> (dB)
120	220	81	52
140	260	80	54
160	300	79	55
<b>180</b>	<b>330</b>	<b>77*</b>	<b>56*</b>
200	370	76	57
220	400	76	58
240	445	75	59
260	480	75	59

\* laboratoriemålt verdi

Verdiene er av orienterende karakter og må brukes med varsomhet. Tilsvarende tykkelseskorreksjoner er det mer usikkert å overføre til resultatene for dekker med flytende golv og/eller lydhimling, spesielt dersom man har stort tykkelsesavvik fra den laboratoriemålte verdien. Verdiene gjelder for laboratoriemålinger, og man må foreta ytterligere korreksjoner for antatte feltverdier, se pkt. 8.

## 7. Forbedringsverdier for lydhimling og for lydhimling pluss flytende golv

I diagram 3 og 4 har vi vist forbedringsverdier for lydhimling og for lydhimling pluss flytende golv

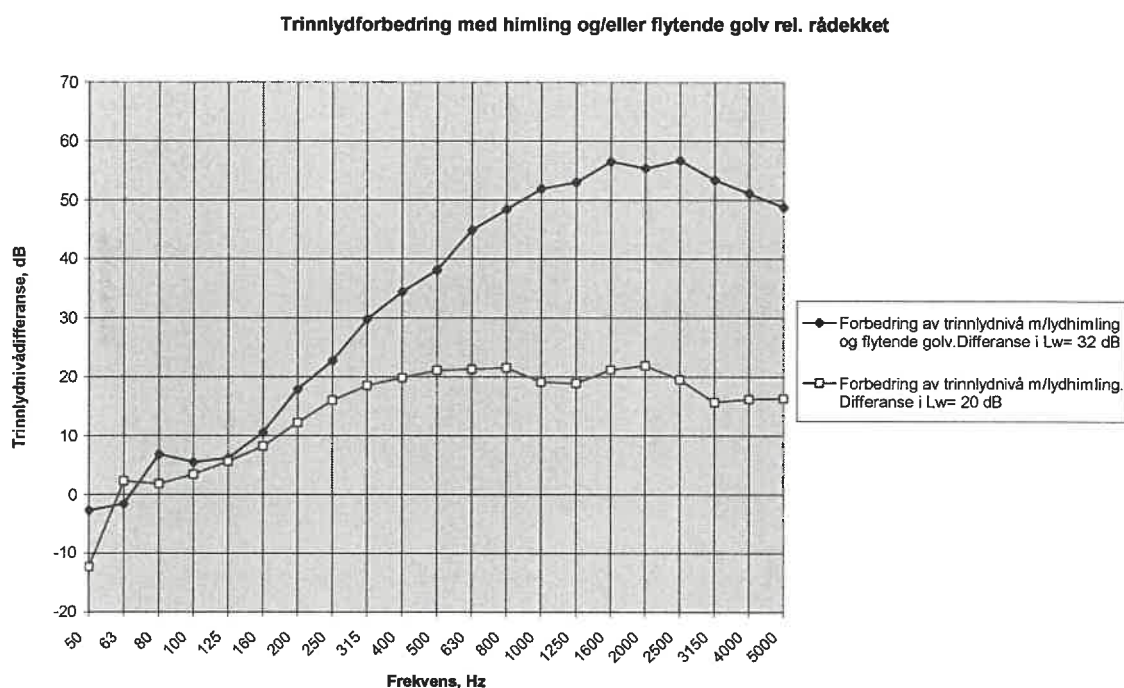


Diagram 3. Trinnlydforbedring med lydhimling og lydhimling pluss flytende golv rel. rådekket

Trinnlydforbedringsverdiene (differansen mellom veid, normalisert trinnlydnivå, L<sub>n,w</sub> for rådekket alene og for rådekket med tilleggskonstruksjon) varierer fra 20 dB til 32 dB.

Trinnlydforbedringsverdien for lydhimling alene er lik 20 dB. Den er som forventet, og ser ut til å være lik det man oppnår med tilsvarende himlingsoppbygging med tilsvarende lydbøyler fra andre produsenter av lydbøyler som er på det norske markedet. At man oppnår negativ

trinnlydforbedringsverdi ved 50 Hz med himling skyldes resonansfrekvensen for lydhimlingen (hulromsresonans).

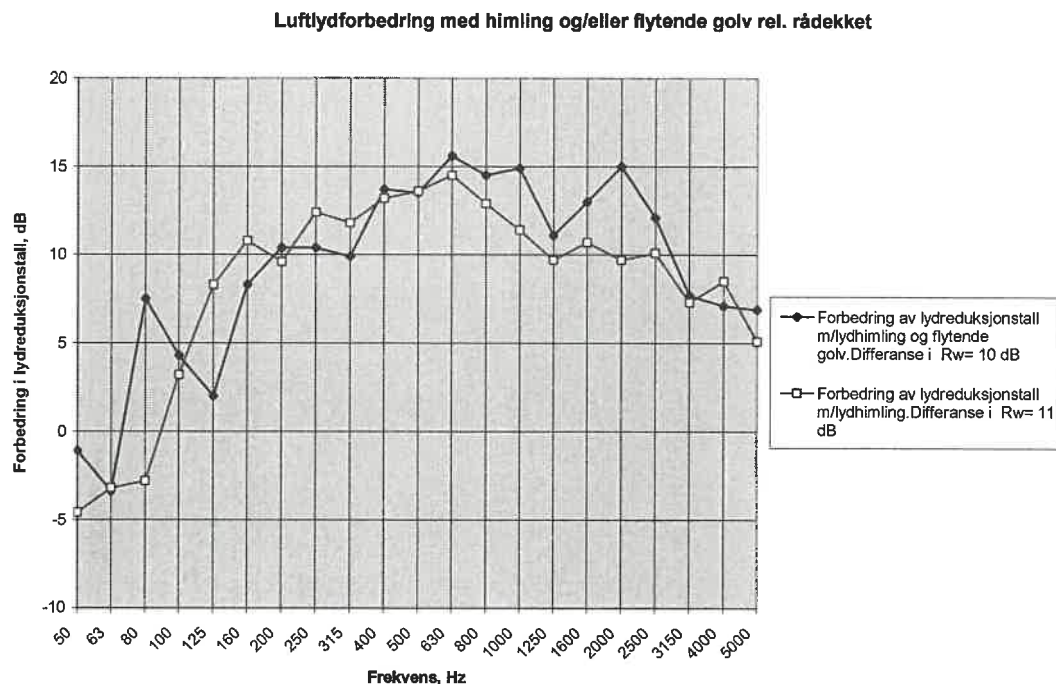


Diagram 4. Luftlyd forbedring med lydhimling og lydhimling pluss flytende golv rel. rådekket

Luftlydforbedringsverdiene (differansen mellom veid, lydreduksjonstall,  $R_w$  for rådekket med tilleggskonstruksjon og for rådekket alene) varierer fra 10 dB til 11 dB. Luftlydforbedringsverdien for lydhimling alene er lik 11 dB. Den er som forventet, og ser ut til å være lik det man oppnår med tilsvarende himlingsoppbygging med tilsvarende lydbøyer fra andre produsenter av lydbøyer som er på det norske markedet. At man oppnår en noe lavere luftlydforbedringsverdi med kombinasjon lydhimling og flytende golv skyldes mest sannsynlig resonanseffekter i det flytende golvet i området 125 – 160 Hz. At man oppnår negativ luftlydforbedringsverdi ved 50 -80 Hz med himling skyldes mest sannsynlig resonansfrekvensen for lydhimlingen (hulromsresonans).

## 8. Sluttkommentarer

Anbefalte grenseverdier i boliger etter TEK/NS 8175 er  $R'_w \geq 55$  dB og  $L'_{n,w} \leq 53$  dB (feltmålte verdier).

Måling av luftlydisolasjon (lydreduksjonstall) gir gunstige verdier i laboratorium, og man bør ha en sikkerhetsmargin på minst 3 dB til anbefalt grenseverdi i felt. Det betyr at laboratoriemålt, veid lydreduksjonstall,  $R_w$  bør være minst 58 dB.

Måling av trinnlydisolasjon (trinnlydnivå) gir litt ugunstige verdier i laboratorium. Det skyldes at dekket ligger fritt opplagt og at det er liten eller ingen energiavledning til omliggende konstruksjoner slik det er når dekket delvis er innspent og koblet til vegger oppe og nede. Det er derfor ikke behov for noen stor sikkerhetsmargin til anbefalt grenseverdi i felt. Det betyr at laboratoriemålt, veid trinnlydnivå,  $L_{n,w}$  bør være høyst 53 dB.

Erfaringsmessig bør også lavfrekvenskorreksjonsfaktoren, spesielt for trinnlyd ( $C_{i,50-2500}$ ) inkluderes når man skal sammenligne med anbefalte grenseverdier. Det kan bety en ytterligere avstand til

anbefalt grenseverdi, se fotnote til tabell 1. Lavfrekvenskorreksjonsfaktoren for både luftlyd og trinnlyd fremgår av tabell 1 og de enkelte målebilagene.

Måleresultatet for 180 mm BMC lyddekker med lydhimling og flytende golv som beskrevet, har et laboratoriemålt veid lydreduksjonstall,  $R_w = 66$  dB og et laboratoriemålt veid trinnlydnivå,  $L_{n,w} = 46$  dB. Resultatet er godt innenfor de verdier som er nødvendig for å tilfredsstille grenseverdiene for boliger etter TEK/NS 8175, klasse C, også inkludert omgjøringstall for spektrum (lavfrekvenskorreksjonsfaktor).

De forbedringsverdiene som er oppnådd med lydhimling (luftlyd og trinnlyd) er som forventet, og er lik det man normalt oppnår. Det indikerer at lydbøylene som BMC forhandler har tilsvarende egenskaper som lydbøylene fra andre produsenter av lydbøylene som er på det norske markedet.

Oslo, 16.01.2007  
for SINTEF Byggforsk

Sigurd Hveem

SINTEF Byggforsk  
Lydlaboratoriet

