

# Forbedring av lydisolasjonen i trebjelkelag – Bjerkeløkkja



## Forord

---

Arbeidet i denne prosjektrapporten er utført på oppdrag fra SpareBank 1 SMN og Christian Berner AS. SINTEF Byggforsk og Institutt for Bygg, anlegg og transport ved NTNU har også bidratt med arbeidstimer.

En spesiell takk til Jørgen Løfaldli, SpareBank 1 SMN, og Leif Johansen, Tradisjonsbygg as, for velvillig oppfølging og assistanse til gjennomføringen av prosjektet.

Trondheim, 9. februar 2015

Jonas Holme  
Forskningsjef  
SINTEF Byggforsk

Anders Homb  
Prosjektleder  
SINTEF Byggforsk

SINTEF Notat

Anders Homb

# **Forbedring av lydisolasjonen i trebjelkelag – Bjerkeløkkja**

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Notat 15

Anders Homb

**Forbedring av lydisolasjonen i trebjelkelag – Bjerkeløkkja**

Emneord: beregning, feltundersøkelse, etasjeskiller, tre, lydisolasjon

Prosjektnummer: 102008241

Foto, omslag: SINTEF Byggforsk

ISSN 1894-2466

ISBN 978-82-536-1428-1 (pdf)

© Copyright SINTEF akademisk forlag 2015

Materialet i denne publikasjonen er omfattet av åndsverklovens bestemmelser. Uten særskilt avtale med SINTEF akademisk forlag er enhver eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt i den utstrekning det er hjemlet i lov eller tillatt gjennom avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Utnyttelse i strid med lov eller avtale kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

SINTEF akademisk forlag

SINTEF Byggforsk

Forskningsveien 3 B

Postboks 124 Blindern

0314 OSLO

Tlf.: 22 96 55 55

Faks: 22 96 55 08

[www.sintef.no/byggforsk](http://www.sintef.no/byggforsk)

[www.sintefbok.no](http://www.sintefbok.no)

## Sammendrag

---

Formålet med prosjektet har vært å vise aktuelle utbedringstiltak til enkle typer trebjelkelag og hvilken forbedring av lydisolasjonen det er mulig å oppnå. Dette er muliggjort ved at SINTEF Byggforsk ble involvert i utbedringstiltak på tunet Bjerkeløkkja, Oppdal. Arbeidet omfattet i hovedtrekk beregninger og vurderinger som underlag for å beskrive utbedringstiltak, gjennomføring av lydisolasjonsmålinger, evaluering av resultater og utarbeidelse av dette notatet.

På grunn av forskjellige romhøyder er det begrensninger med hensyn til å senke himling og/eller heve golvet i de forskjellige bygningene på tunet. Det er derfor utprøvd en løsning kun med utbedringstiltak på golvetts overside, og en løsning med utbedringstiltak både på golv og i himling. I begge tilfellene er det valgt elastiske produkter av polyuretan, type Sylodyn, da disse har godt dokumenterte egenskaper og kan tilpasses forskjellig belastning.

Målingene har gitt SINTEF Byggforsk mulighet til å dokumentere hvilken lydisolasjon som er oppnådd, virkningen av utbedringstiltakene og hvordan dette har fungert i forhold til teoretiske vurderinger og prosjektering av løsningene. Målt trinnlydisolasjon har blitt tilnærmet som, eller noe bedre enn grenseverdi i lydklasse D, se NS 8175. Målt luftlydisolasjon har blitt noe svakere enn grenseverdi i lydklasse D. Med hensyn til at utgangspunktet var en svært enkel golvkonstruksjon og at det var klare begrensninger både med hensyn til romhøyde og tilpasning til bygningenes byggestil, vurderer vi resultatet som meget bra. I forhold til opprinnelig konstruksjon er det oppnådd en forbedring av luftlydisolasjonen på nærmere 20 dB og en forbedring av trinnlydisolasjonen på omkring 30 dB.

## Innhold

---

<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>4</b>
<b>1 INNLEDNING</b> .....	<b>6</b>
1.1 FORMÅL OG OMFANG.....	6
1.2 BAKGRUNN.....	6
<b>2 MÅLEOBJEKT</b> .....	<b>7</b>
2.1 EKSISTERENDE BJELKELAG.....	7
2.2 UTBEDRING PÅ GOLVETS OVERSIDE.....	7
2.3 UTBEDRING BÅDE PÅ GOLVETS OVERSIDE OG UNDERSIDE .....	9
<b>3 RESULTATER LYDISOLASJONSMÅLINGER</b> .....	<b>11</b>
3.1 BJELKELAG UTEN TILTAK .....	11
3.2 BJELKELAG MED UTBEDRINGSTILTAK PÅ GOLVETS OVERSIDE .....	11
3.3 BJELKELAG MED UTBEDRINGSTILTAK BÅDE PÅ GOLVETS OVERSIDE OG UNDERSIDE .....	12
3.4 OPPNÅDD LYDISOLASJONSFORBEDRING .....	13
<b>4 OPPSUMMERING</b> .....	<b>14</b>
<b>LITTERATUR</b> .....	<b>15</b>

# 1 Innledning

---

## 1.1 Formål og omfang

Formålet med notatet er å presentere tiltak og hvilken lydisolasjon som er oppnådd ved utbedring av etasjeskiller i prosjektet "Bjerkeløkkja" med bruk av punktelastiske klosser av polyuretan, type Sylodyn. På grunn av forskjellige romhøyder er det begrensninger med hensyn til å senke himling og/eller heve golvet i de forskjellige bygningene på tunet. Det er derfor utprøvd en løsning kun med utbedringstiltak på golvets overside, og en løsning med utbedringstiltak både på golv og i himling. Figur 1.1 viser et bilde fra en del av tunet på Bjerkeløkkja.



Figur 1.1. Bilde fra Bjerkeløkkja

## 1.2 Bakgrunn

Bakgrunnen for notatet er et prosjekt initiert av eiendomsavdelingen ved Jørgen Løfaldli i SpareBank 1 SMN, som en av eierne av Bjerkeløkkja AS. Tunet inneholder en rekke tømmerbygninger som har blitt flyttet fra flere gårdsbruk i Oppdal og gjenoppbygget på dette stedet med gamle håndverkstradisjoner. Det er i tillegg satt opp noen nye bygninger med gammel byggeskikk, men med nye materialer og hvor det blant annet er installert dagens løsninger for våtrom og kjøkken.

Stedet skal drives som et kurs- og konferansested, slik at det er en kombinasjon av overnattingsrom, fellesrom og kjøkken. Det er derfor viktig at lydisolasjonen holder en viss standard med hensyn til dagens forventninger og bruk. Vi foreslo derfor at målsettingen med utbedringstiltakene var minst å tilfredsstille lydklasse D ihht. NS 8175, se [1]. For overnattingssteder innebærer dette luftlydisolasjon,  $R'_w \geq 48$  dB og trinnlydisolasjon,  $L'_{n,w} \leq 63$  dB og for øvrig velge så optimalt tiltak som mulig innenfor gitte begrensninger på takhøyde i rommene. I tilknytning til vurderingen av detaljløsninger med hensyn til utbedringstiltak, ble det også gjennomført en overslagsmessig beregning av hvilken lydisolasjonsforbedring man kunne forvente. Utarbeidelse av detaljløsninger og beregning av forbedring baserer seg på referanse [2] og [3].

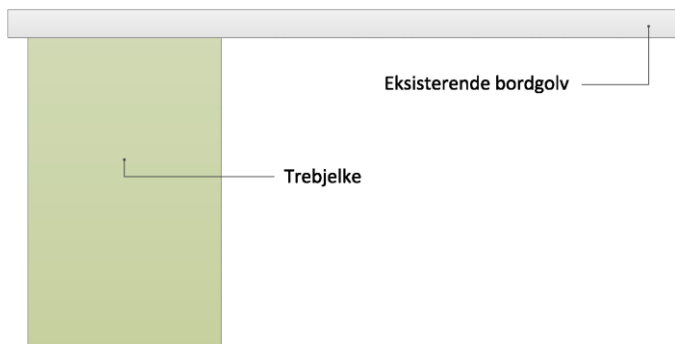
I utgangspunktet er etasjeskillerne svært enkle og gir derfor meget lav luft- og trinnlydisolasjon. SpareBank 1 SMN har valgt å begynne med en oppgradering av etasjeskillerne der hvor det er overnattingsrom i begge etasjer eller overnattingsrom over fellesrom. Byggearbeidene har blitt utført av Tradisjonsbygg as.

## 2 Måleobjekt

---

### 2.1 Eksisterende bjelkelag

Eksisterende etasjeskiller er en svært enkel løsning med trebord på nokså massive trebjelker. Løsningen er vist i figur 2.1 a. Dette var en svært vanlig løsning i trønderlån og andre tilsvarende trebygninger bygd som våningshus på gårder. Typisk senteravstand for eksisterende bjelker i bygget var 0,8 – 1,0 m. Bjelkedimensjoner, senteravstand, spennvidder og tykkelse til golvbord har nok variert nokså mye i slike bygg. Se for eksempel Byggforskserien, Byggforvaltning anvisning nr. 722.310. Figur 2.1 b viser et bilde fra et rom med eksisterende oppbygging.



Figur 2.1 a. Tverrsnitt av eksisterende bjelkelag



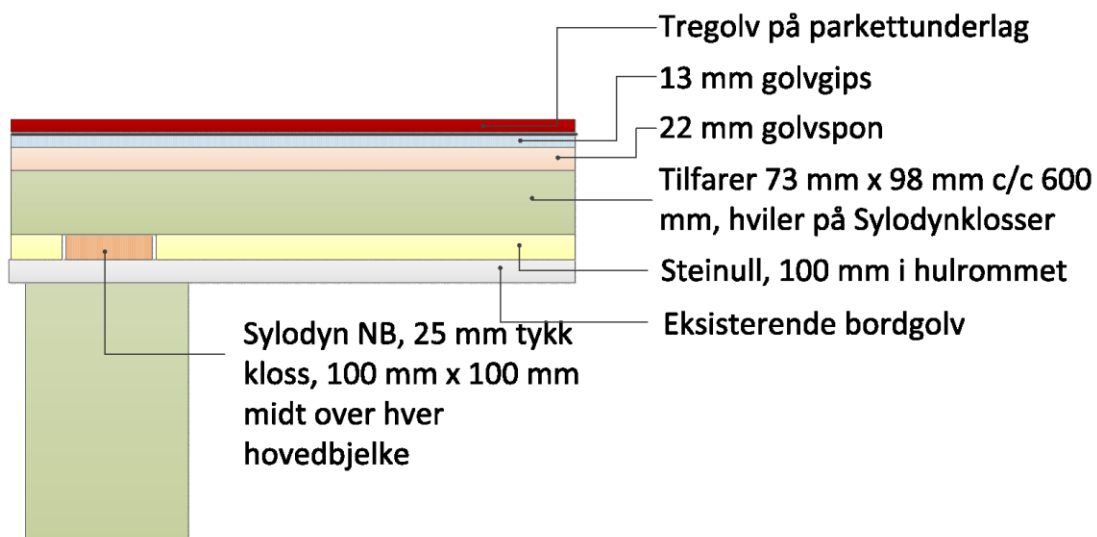
Figur 2.1 b. Eksisterende himling i "Storstue fra Hagen"

### 2.2 Utbedring på golvetts overside

Utbedringstiltak kun på golvetts overside har blitt valgt i ett bygg fordi det var lav takhøyde i underliggende rom, men rikelig med takhøyde i overliggende rom. Foreslått og gjennomført utbedringstiltak har blitt basert på en prinsipløsning med et punktelastisk opplagret over-



golv. Det har blitt valgt spesialprodukt (elastisk polyuretan) med godt dokumenterte egenskaper, i dette tilfellet "Sylodyn NB-rosa". Klossene har blitt dimensjonert med hensyn til overliggende belastning. Løsningen er vist i figur 2.2 a. Alle elastiske klosser skal være plassert over trebjelkene, i bjelkenes lengderetning med en senteravstand på 0,4 m. Den foreslåtte løsningen har en byggehøyde på 147 mm over eksisterende golvbord. Figur 2.2 b viser et bilde fra "kornlåve Lønset" hvor dette tiltaket ble gjennomført.



Figur 2.2 a. Tverrsnitt av bjelkelag med utbedringstiltak på oversiden



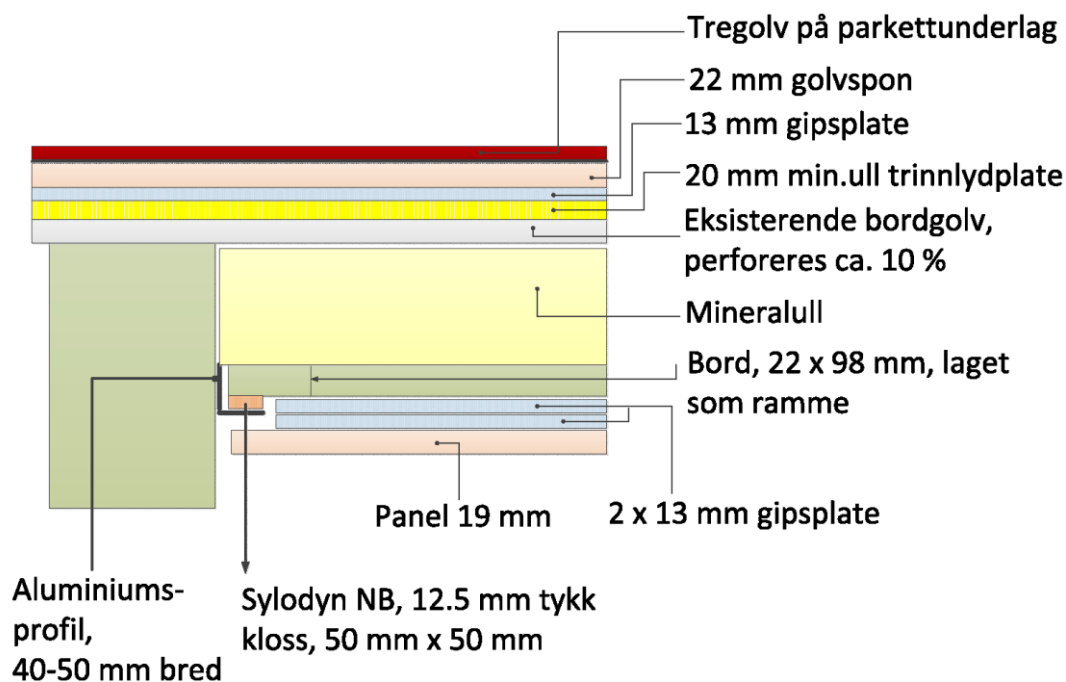
Figur 2.2 b. Bilde av "kornlåve Lønset"

### 2.3 Utbedring både på golvet overside og underside

Utbedringstiltak både på golvet overside og underside har blitt valgt i flere bygg fordi det var begrenset mulighet til å redusere takhøyde både i 1. og 2. etasje. Tiltak i himling begrenses av at det var ønskelig fortsatt å ha synlige hovedbjelker i taket.

Foreslått og gjennomført utbedringstiltak på golvet overside har blitt basert på en vanlig løsning med flytende golv på et kontinuerlig elastisk sjikt og nødvendige platelag. Det har blitt valgt å bruke trinnlydplate av glassull som elastisk sjikt. Det ble anbefalt å perforere eksisterende golvbord minst 10% for å redusere negativ virkning av hulromsresonans. Løsningen gir en byggehøyde på ca. 77 mm, se figur 2.3 a.

Forbedringstiltak i himling har blitt basert på å legge himlingsplate og panel elastisk på kantlister festet til sidene av hovedbjelkene. Det har blitt valgt et spesialprodukt med klosser av elastisk polyuretan, type "Sylodyn NB-rosa". Klossene har blitt dimensjonert med hensyn til egenlast for himling som har gitt en senteravstand på 400 mm. Løsningen er vist i figur 2.3 a. Utførelsen er basert på at det er laget rammer i tre som løftes opp på de elastiske oppleggene. Dette utbedringstiltaket har blitt gjennomført blant annet i "Hovedhuset", se figur 2.3 b. Figur 2.3 c viser bilde av himling etter gjennomført tiltak.



Figur 2.3 a. Tverrsnitt av bjelkelag med utbedringstiltak både på oversiden og undersiden



Figur 2.3 b. Bilde av "Hovedhuset"

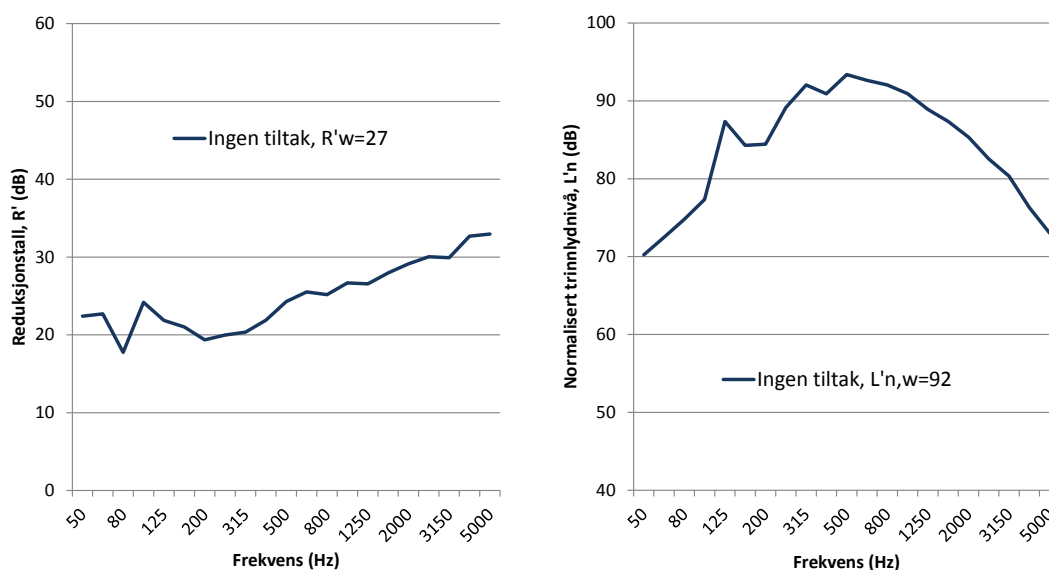


Figur 2.3 c. Himling etter gjennomført tiltak i "Hovedhuset"

### 3 Resultater lydisolasjonsmålinger

#### 3.1 Bjelkelag uten tiltak

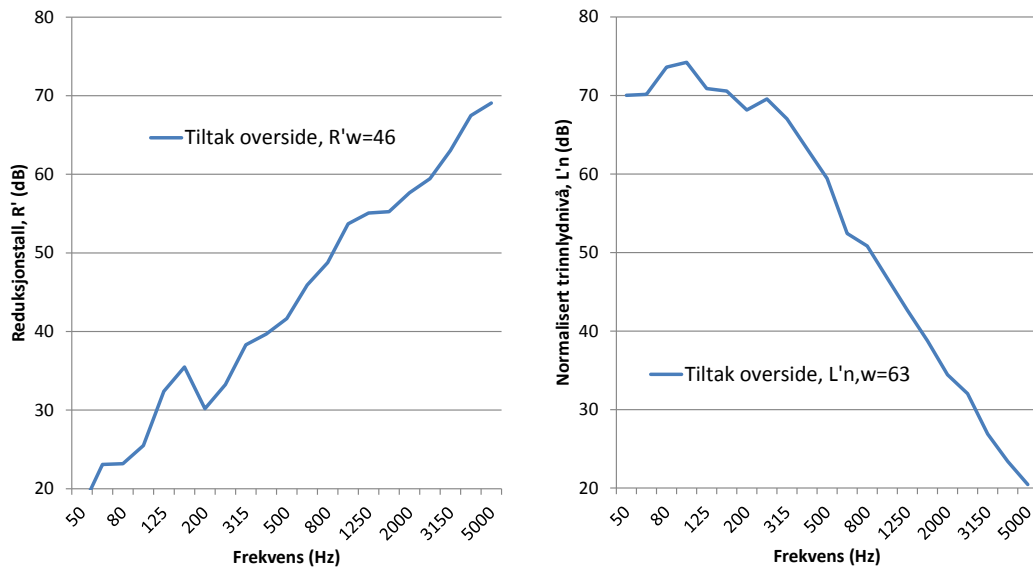
Målinger av lydisolasjon til bjelkelag uten tiltak ble gjennomført i "Storstue fra Hagen". Hovedresultatene viser veid, feltmålt lydreduksjonstall  $R'_w = 27$  dB og veid, normalisert trinnlydnivå  $L'_{n,w} = 92$  dB. Måleresultatet for luftlydisolasjon er som forventet ut fra golvkonstruksjonens samlede flatevekt (ca.  $24 \text{ kg/m}^2$ ). Måleresultatet for trinnlydisolasjon ble klart dårligere enn forventet, basert på tilgjengelige måledata for noenlunde tilsvarende trebjelkelag. Årsaken til dette er ikke vurdert i detalj, men medvirkende faktorer er sannsynligvis bordgolvets noe ujevne overflate og hardhet. Figur 3.1 viser måleresultater som funksjon av frekvens for både luft- og trinnlydisolasjonen.



Figur 3.1. Måleresultater for luft- og trinnlydisolasjon for bjelkelag uten tiltak

#### 3.2 Bjelkelag med utbedringstiltak på golvets overside

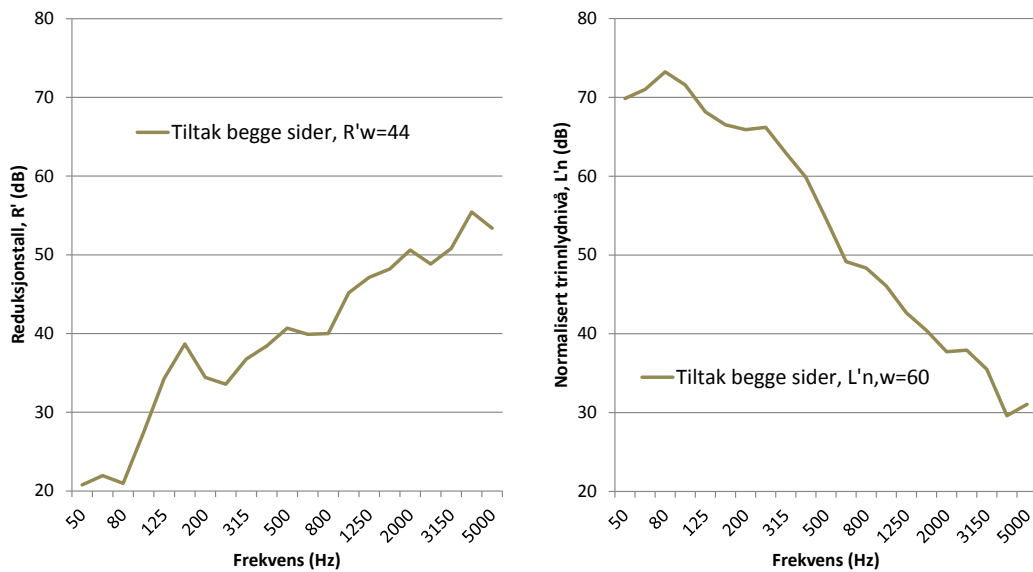
Målinger av lydisolasjon til bjelkelag med tiltak på golvets overside ble gjennomført i "kornlåve Lønset". Hovedresultatene viser veid, feltmålt lydreduksjonstall  $R'_w = 46$  dB og veid, normalisert trinnlydnivå  $L'_{n,w} = 63$  dB. Luftlydisolasjonen ble 2 dB svakere enn grenseverdi i lydklasse D, mens oppnådd trinnlydisolasjon ble lik grenseverdien i denne lydklassen, se pkt. 1.2. Figur 3.2 viser måleresultater med utbedringstiltak på golvets overside som funksjon av frekvens for både luft- og trinnlydisolasjon.



Figur 3.2. Måleresultater for luft- og trinnlydisolasjon for bjelkelag med tiltak på golvets overside

### 3.3 Bjelkelag med utbedringstiltak både på golvets overside og underside

Målinger av lydisolasjon til bjelkelag med tiltak både på golvets overside og underside ble gjennomført i "Hovedhuset". Hovedresultatene viser veid, feltmålt lydreduksjonstall  $R'_w = 44$  dB og veid, normalisert trinnlydnivå  $L'_{n,w} = 60$  dB. Luftlydisolasjonen ble 4 dB svakere enn grenseverdi i lydklasse D, mens oppnådd trinnlydisolasjon ble 3 dB bedre enn grenseverdien i denne lydklassen. Figur 3.3 viser måleresultater med utbedringstiltak både på golvets overside og underside som funksjon av frekvens for både luft- og trinnlydisolasjon.



Figur 3.3. Måleresultater for luft- og trinnlydisolasjon for bjelkelag med tiltak både på golvets overside og underside

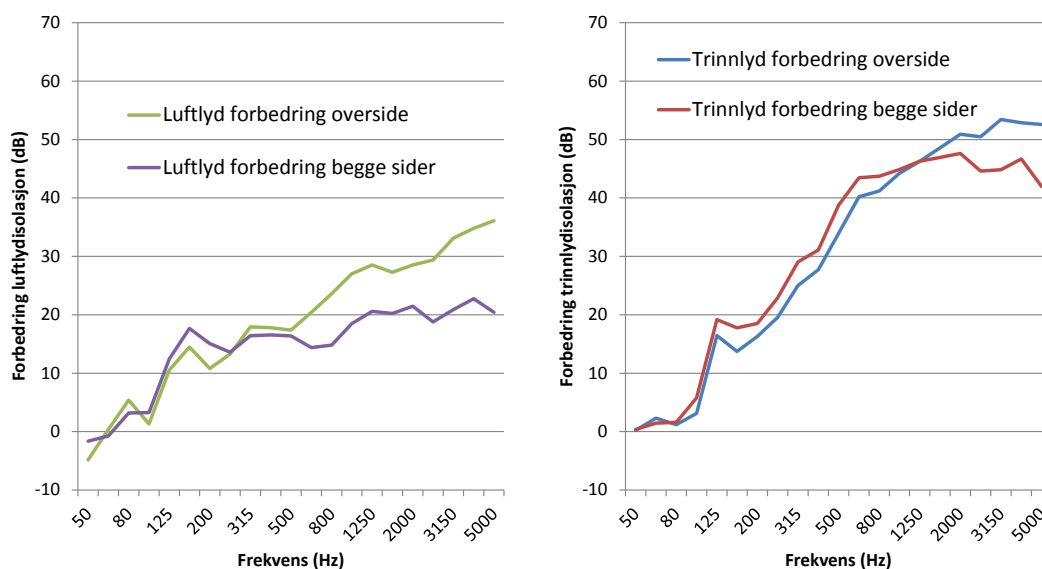
### 3.4 Oppnådd lydisolasjonsforbedring

Tabell 3.4 viser hovedresultatene for lydisolasjonsforbedring som ble oppnådd med de to utbedringsalternativene. Siden bjelkelag uten tiltak er målt i et annet bygg enn målinger med tiltak, kan de virkelige forbedringsverdiene i "kornlåve Lønset" og "Hovedbygget" avvike noe fra de oppgitte verdiene.

Tabell 3.4. Hovedresultater fra målt lydisolasjonsforbedring

Utbedringstiltak	Forbedring, $\Delta R'_w$	Forbedring, $\Delta L'_{n,w}$
- på golvets overside	19	29
- både på golvets overside og underside	17	32

Med utbedringstiltak på golvets overside viser måleresultatene forbedring i overkant av anslått verdi for både luft- og trinnlydisolasjonen. Med utbedringstiltak på begge sider viser måleresultatene en forbedring av luftlydisolasjonen tilnærmet som anslått verdi og en forbedring av trinnlydisolasjonen som ble vesentlig større enn anslått. Stor forbedring av trinnlydisolasjonen har noe sammenheng med at måleverdi for trinnlydisolasjon uten tiltak ble høyere enn utgangspunktet benyttet ved vurderingene. Oppnådd luftlydisolasjon begrenses i første rekke av relativt små hulrom, som i hovedsak er styrt av begrensede romhøyder. Figur 3.4 viser målt lydisolasjonsforbedring som funksjon av frekvens for begge utbedringstiltakene.



Figur 3.4. Målt lydisolasjonsforbedring som funksjon av frekvens for begge utbedringstiltakene

Målekurvene viser at luftlydisolasjonen forbedres med ca. 12 dB/oktav ved lavere frekvenser. Ved midlere og høyere frekvenser forbedres luftlydisolasjonen tilnærmet med 9 dB/oktav for løsningen med tiltak på oversiden, men i praksis tilnærmet konstant for løsningen med tiltak både på over- og undersiden av bjelkelaget. Målekurvene viser at trinnlydisolasjonen forbedres med ca. 12 dB/oktav ved lavere og midlere frekvenser for begge utbedringstiltakene.

## 4 Oppsummering

---

SINTEF Byggforsk har beskrevet utbedringstiltak og gjennomført lydmålinger av bjelkelag i bygninger på tunet "Bjerkeløkkja". Målinger er gjennomført uten tiltak og etter gjennomføring av to forskjellige utbedringstiltak. Målingene har gitt oss mulighet til å dokumentere hvilken lydisolasjon som har blitt oppnådd, virkningen av utbedringstiltakene og hvordan dette har fungert i forhold til teoretiske vurderinger og prosjektering av løsningene.

Målt trinnlydisolasjon har blitt tilnærmet som, eller noe bedre enn grenseverdi i lydklasse D, se NS 8175. Målt luftlydisolasjon har blitt noe svakere enn grenseverdi i lydklasse D. Med hensyn til at utgangspunktet var en svært enkel golvkonstruksjon og at det var klare begrensninger både med hensyn til romhøyde og tilpasning til bygningenes byggestil, vurderer vi resultatet som meget bra. I forhold til opprinnelig konstruksjon er det oppnådd en forbedring av luftlydisolasjonen på nærmere 20 dB og en forbedring av trinnlydisolasjonen på omkring 30 dB. Målingene viser at utførelsen av detaljløsningene har vært meget god.

## Litteratur

---

- [1] NS 8175:2012. Lydforhold i bygninger – Lydklasser for ulike bygningstyper.
- [2] Byggforskserien. Byggforvaltning, anvisning 722.512. Forbedring av lydisolasjonen for etasjeskillere av tre. SINTEF Byggforsk, 7-2014.
- [3] Vigran, Tor Erik. Bygningsakustikk, et grunnlag. Trondheim: Tapir Akademisk forlag 2002.



# Forbedring av lydisolasjonen i trebjelkelag – Bjerkeløkkja

Notatet presenterer forbedringstiltak og hvilken lydisolasjon som er oppnådd ved utbedring av etasjeskiller på tunet Bjerkeløkkja. Utgangspunktet er enkle typer trebjelkelag som er vanlige i eldre tømmerbygninger, men hvor byggherren har ønsket best mulig lydisolasjon innenfor begrenset romhøyde og tilpasning til bygningenes byggestil. I forhold til opprinnelig konstruksjon er det oppnådd en forbedring av luftlydisolasjonen på nærmere 20 dB og en forbedring av trinnlydisolasjonen på omkring 30 dB.