



BEDRE LYDISOLERING I NYRENOVEREDE BOLIGER

Indholdsfortegnelse

	Side
Forord	3
Baggrund	3
Konklusion	5
Projektbeskrivelse	8
Projektorganisation	9
Resultater	10
- beskrivelse af de fem afprøvede konstruktioner og referencekonstruktionen	
- måleresultater for de afprøvede konstruktioner	
- beskrivelse af de anvendte målemetoder i bygningen	
- bemærkninger vedrørende de arkitektoniske og æstetiske forhold	
- bemærkninger vedrørende de statiske forhold	
- bemærkninger vedrørende de brandsikringsmæssige forhold	
- beskrivelse af de konstruktioner, der alene blev afprøvet i laboratoriet	
Projektets perspektiver	25

Bilag

- I Måleresultater for de konstruktioner, der alene blev afprøvet i laboratoriet
- II Projektoversigt

Forord

I foråret 2002 besluttede Grundejernes Investeringsfond at yde støtte til tredje fase af et større projekt, der har til formål at udvikle nye metoder til at skabe forbedrede lydforhold i nyrenoverede, ældre beboelsesejendomme.

Nærværende rapport beskriver resultaterne fra denne tredje fase, der omhandler konkrete afprøvninger af forskellige konstruktioner til forbedring af lydisoleringen.

Fase III omfatter således dels laboratorieafprøvninger af en række konstruktioner – i alt 10 forskellige forslag (Fase III A), dels fuldskala demonstrationsforsøg i en ældre ejendom på det Indre Vesterbro i København (Fase III B). Der blev her afprøvet i alt fem forskellige løsningsforslag til forbedring af lydisoleringen samt foretaget kontrolmålinger før og efter renoveringen af ejendommen.

Baggrund

Ved renovering af den ældre boligmasse fokuseres der sædvanligvis på istandsættelse af bygningens klimaskærm og på at etablere nutidige installationer. Den renoverede bolig opfylder således ganske høje krav til komfort på langt de fleste områder.

Men imidlertid har lydforholdene ikke haft særlig bevågenhed på trods af de mange gener, der i dag kendes og kan forklares med utilstrækkelig lydisolering.

Trods flere års fokus på nabostøj og byfornyelse viser projektets undersøgelser, at der ikke er sket meget i de seneste 15 år. En del af forklaringerne skal hentes i, at der ikke er gennemført en målrettet udvikling på området.

Undersøgelser af ejendomme, der er renoveret indenfor de seneste 15 – 18 år, viser, at ejendommenes lydisolering i gennemsnit overholder kravene i BR-95, men der ses samtidig en stor spredning af de resultater, der er opnået. Det statistiske materiale, der er indhentet, peger endda på, at der for flere af de renoverede ejendomme ikke er opnået lyd-mæssige forbedringer.

I slutningen af 1990'erne blev der derfor – blandt andet af det daværende By- og Boligministerium – sat fokus på, at lydforhold bør tages med i overvejelserne om forbedringsarbejder, når ældre beboelsesejendomme skal renoveres og moderniseres.

Formålet med projektet har derfor været at bearbejde og belyse – i såvel teori som praksis, hvilke lydisolering-mæssige tiltag der kan og bør indarbejdes i forbindelse med renovering af den ældre boligmasse, inklusive hvilke forhold der kan vanskeliggøre indsatsen – f.eks. særlige arkitektoniske hensyn eller lignende.

Med udgangspunkt i den større opmærksomhed, der blev rettet mod indeklimaet, ønskede Byfornyelse København i samarbejde med en række andre aktører at iværksætte en grundigere indsats omkring lydisolering af byfornyede ejendomme.

Byfornyelsesselskabet tog derfor initiativ til et flerfaset forsøgs- og demonstrationsprojekt, og i 1999 meddelte det daværende By- og Boligministerium, hvis ressort nu er en del af Socialministeriet, tilsagn om støtte til gennemførelse af Fase I og Fase II. Dette delprojekt blev afsluttet med en udredningsrapport i februar 2002.

På baggrund af resultaterne fra de to faser ansøgte Byfornyelse København derefter Grundejernes Investeringsfond, GI, om støtte til gennemførelse af projektets resterende to faser.

I marts 2002 modtog Byfornyelsesselskabet tilsagn fra GI om støtte til gennemførelse af projektets Fase III, dvs. konkrete fuldskala-afprøvninger inklusive evaluering, som de var beskrevet i den oprindelige projektbeskrivelse af 1999 samt en tilkendegivelse af mulig støtte til den fjerde og afsluttende fase vedrørende en bred formidling af resultaterne. Projektets Fase IIIA er beskrevet i en særskilt delrapport om laboratorieafprøvningerne fra november 2003.

Konklusion

Det er projektgruppens vurdering, at projektet er en succes, og understøtter det høje ambitionsniveau, hvormed gruppen påbegyndte sit arbejde. Projektets resultater viser således, at det er praktisk muligt at udføre arbejder, der på forskellig vis vil forbedre lydforholdene i den ældre boligmasse markant.

De opstillede mål var at udvikle og afprøve konstruktioner, der som minimum – opfylder kravene i BR95 og – meget gerne – kravene til klasse C i DS 490. Det sidste er opnået for to af de afprøvede konstruktionstyper.

Projektets resultater opfylder således de succeskriterier, som gruppen opstillede for det praktiske forsøgsprojekt; dvs. Fase IIIA og Fase IIIB, efter afslutningen af de mere teoretisk orienterede delprojekter; dvs. Fase I og Fase II.

Konkrete resultater

De fem konstruktionstyper, der er afprøvet i demonstrationsejendommen, overholder alle kravene til lydisolation for nybyggeri – jf. bestemmelserne i BR95.

Desuden overholdes kravene til klasse C i DS 490 fuldt ud ved to af forsøgene; dvs. Type 2.3 og Type 2.4. I de øvrige tre forsøg mangler der 3 - 4 dB yderligere trinlyddæmpning før disse også overholder klasse C i DS 490.

Ved sammenligning af de opnåede måleresultater med målinger i et rum i ejendommen, hvor der ikke er udført nogen lydforbedrende arbejder ved den eksisterende etageadskillelse overhovedet; dvs. kontrolmålingen, bliver det klart, at lydforholdene som udgangspunkt i resten af den reoverede ejendom ligger meget langt fra kravene i både BR95 og klasse C i DS 490.

Demonstrationsforsøgenes samlede resultater – og især konstruktionerne Type 2.3 og 2.4 viser således, at det er muligt og realistisk at udføre lydisolerende arbejder på en sådan måde, at der opnås markante forbedringer af lydisolationen. Forsøget viser samtidig, at forbedringerne kan opnås på en teknisk forsvarlig og håndterbar måde.

Det er meget vigtigt, at man – både som bygherre og som beboer – er opmærksom på, at de eksisterende forhold i ældre ejendomme oftest er meget langt fra de krav, der stilles til nybyggeri, hvorfor enhver forøgelse af lydisolationen kan betragtes som en forbedring.

Det kan derfor konkluderes, at der i den konkrete ejendom er opnået betragtelige forbedringer af lydforholdene i de respektive rum, hvor arbejderne er gennemført – sammenlignet med forholdene før istandsættelsen af ejendommen.

Øget boligkvalitet og brugertilfredshed

I dag er der en stigende intolerance over for nabostøj. Dette kan skyldes flere faktorer; blandt andet at der i de fleste nyrenoverede boliger:

- er forventning om gode lydforhold (god komfort)
- sjældent er dækkende gulvtæpper, hvilket primært øger transmission af trinlyd
- er flere og større musikanlæg, der hyppigt er i brug på et højt niveau.

Det er projektgruppens vurdering, at der vil kunne opnås markante forbedringer af lydisoleringen i andre tilsvarende, ældre etageejendomme, hvilket vil bidrage til at nedbringe omfanget af gener fra nabostøj – hvilket samlet set forventes at betyde en forbedret boligkvalitet og tilfredshed hos beboerne.

Tekniske forhold – inklusive overvejelser om omfanget af følgearbejder

Ved ethvert indgreb i en ejendoms statiske forhold, for eksempel i etageadskillelser, der udgør en del af ejendommens konstruktive og stabiliserende elementer, er det vigtigt, at de planlagte arbejder og anvendte produkter har opnået de nødvendige godkendelser fra diverse relevante myndigheder. Tilsvarende gælder også med hensyn til bygningens brandforhold. Der skal således altid foreligge en byggetilladelse, inden arbejderne igangsættes.

Ældre bygninger er opbygget med træbjælkelag, hvor bygningens stabilitet blandt andet afhænger af, at gulvbrædderne er sømmed i bjælkelaget.

Ved løsninger hvor gulvbrædderne ikke er sømmed i bjælkelaget, skal bygningens stabilitet sikres på anden måde, f.eks. ved at udskifte indskudsbrædderne til fastskruede krydsfinerplader. Hvor lerinskuddet fjernes, er det nye indskud i dette projekt udført som 3 lag 13 mm gipsplader suppleret med 50 mm mineraluld.

Etablering af lydisolerende gulve betyder oftest en hævning af gulvene, størrelsesordenen i det aktuelle projekt varierer fra ca. 1,5 cm op til 7 – 8 cm afhængig af gulvtypen.

Hævning af gulvene giver primært problemer ved døre og ved radiatorer. Ved de konstruktions typer, hvor gulvet hæves meget, kan det være nødvendigt at udtage døren, gøre dørhullet højere og isætte døren igen. Afhængig af de eksisterende døre, kan det måske lade sig gøre at klare det ved at afkorte døren.

Ved adgang fra trapperum skal det vælges, hvor forskelle i gulvkoten skal optages. I forsøgsejendommen blev der ikke udført lydisolerende gulve i entréen, og entrédøren blev derfor ikke berørt, derimod blev der et mindre trin mellem entre og køkken/alrum.

Sidder radiatorerne tæt på gulv, kan det være nødvendigt at udskifte dem til en lavere type. I forsøgsejendommen er anvendt en lav type radiatorer.

Ved løsningen med montering af et nedhængt loft opnås der reelle forbedringer af såvel trinlyds- som luftlydisoleringen – om end trinlydisoleringen ikke opfylder klasse C i DS 490. Denne løsning medfører en formindsket rumhøjde, hvilket man skal tage med i sine overvejelser. Dette er ikke altid ønskeligt, men det bør bero på en konkret vurdering af forholdene i hver enkel ejendom.

Løsningen er dog forholdsvis enkel og billig at udføre, og den medfører kun begrænsede følgearbejder – for eksempel fugning ved overgangen mellem det nye loft og væggene – eventuelt suppleret af stuk.

Økonomisk overslag

I henhold til entreprenørens oplysninger kan der udføres et skema for udgifterne til udførelse af de forskellige typer lydisolerende gulve – jf. nedenstående skema.

	Type 2.1.A – 1	Type 2.1.A – 2	Type 2.3	Type 2.4 ¹⁾
Lydisolerende gulv ²⁾	950	950	1850	1900
Merpris – i forhold til almindelig udskiftning	350	350	1250	1300
Merpris – i forhold til afslibning	800	800	1700	1750

Samtlige priser er i 2004 – niveau, hvilket svarer til indeks 102,9.

Priserne er vurderet efter udførelsen, men er ikke prisen for udførelsen i Colbjørnsensgade 17. Beløbene er en vurdering af, hvad det vil koste, når det ikke er forsøg.

Priserne er angivet som kr. pr. m² i håndværkerudgifter ekskl. moms ved en rumstørrelse på 15 m².

Prisen for almindelig udskiftning fastsættes til 600 kr. pr. m².

Prisen for en afslibning fastsættes til ca. 150 kr. pr. m².

Udgifterne til overfladebehandling; dvs. lakering, oliering, ludbehandling eller lignende er ikke indregnet, hverken for etablering af lydisolerende gulve eller ved en almindelig udskiftning.

- 1) Hvis der udvikles et justeringsbeslag til svingningsdæmperne kan prisen på det lydisolerende gulv antagelig nedsættes med ca. 100 kr. pr. m².
- 2) Det er væsentligt for prisen på de lydisolerende gulve, om løsningen kræver særlige tiltag for at sikre bygningens stabilitet.
Det vurderes, at Type 2.1.A – 1 og Type 2.1.A – 2 normalt kan udføres uden specielle tiltag for at sikre stabiliteten, mens det ved Type 2.3 og Type 2.4 normalt vil være nødvendigt med særlige tiltag.
I prisen for Type 2.3 og Type 2.4 er der derfor indregnet udskiftning af indskudsbrædderne til fastskruede krydsfinerplader, der sikrer bygningens vandrette stabilitet.

Det skal understreges, at der i ovennævnte priser ikke er indregnet udgifter til følgearbejder efter udførelsen af de lydforbedrende arbejder.

Det er dog vigtigt, at man – både som rådgiver og bygherre/beboer – er bevidst om, at der ved udførelsen af Type 2.3 er væsentlig færre følgearbejder, end det er tilfældet for de øvrige typer; dvs. Type 2.1.A – 1, Type 2.1.A – 2 og Type 2.4, idet gulvhøjden kun øges med ca. 10 mm.

Det vil med andre ord sige, at selv om der umiddelbart er tale om en forholdsvis stor merpris for de arbejder, der vedrører selve etageadskillelsen, så medfører Type 2.3 typisk langt færre følgearbejder – og desuden en langt bedre lydisolation.

Det forventes i øvrigt, at udgifterne til forbedringsarbejderne vil blive mindre i andre ombygningssager, end det er tilfældet i dette demonstrationsforsøg. I andre ejendomme vil der sandsynligvis nok vil være tale om rumstørrelser på ca. 15 m², men der vil være et større antal rum, som udføres samlet, hvilket vil have betydning for prisfastsættelsen.

Supplerende bemærkninger vedrørende isolering ved tunge konstruktionstyper

I bilag I, der omhandler måleresultater for de konstruktioner, der alene blev afprøvet i laboratoriet, fremgår det, at der er andre konstruktionsløsninger, der opfylder projektgruppens succeskriterier; nemlig de tunge konstruktioner, der omfatter anvendelse af betonfliser på forskellig vis i den eksisterende etageadskillelse. Disse løsninger blev dog ikke afprøvet i demonstrationsejendommen, da denne ejendoms konstruktioner ikke kunne bære den betragtelige vægtforøgelse, som denne konstruktionsløsning indbefatter.

På baggrund af laboratorieafprøvningernes resultater er det dog projektgruppens forventning, at disse løsninger med fordel kan anvendes i andre ejendomme, hvor forholdene tillader det, men dette må bero på vurderinger og beregninger i hvert enkelt tilfælde.

Projektgruppens anbefalinger – med udgangspunkt i demonstrationsforsøget resultater

Med baggrund i det konkrete demonstrationsforsøg er det projektgruppens vurdering, at Type 2.3 er den mest anbefalelsesværdige løsning, hvis der skulle gennemføres lydisolering i hele demonstrationsejendommen eller tilsvarende ejendomme.

Ved anvendelse af denne type lydisolering ville der kunne opnås store forbedringer af lydisolationen, ligesom det ville være muligt at bevare ejendommens rum intakte med den tilnærmelsesvis oprindelige rumhøjde, da der kun vil ske en meget begrænset forøgelse af gulvets højde. Dette forhold vil desuden begrænse omfanget af følgearbejder, hvilket i nogen grad vil kompensere for de udgifter, der er forbundet med implementeringen af denne konstruktionstype.

Projektbeskrivelse

Projektets målsætning har været at udvikle konstruktioner, der skulle afprøves i et konkret demonstrationsforsøg; dvs. at hver konstruktionstype skulle afprøves i hver sit rum i en ejendom.

Målet var, at konstruktionerne lydæssigt skulle leve fuldt op til kravene i Bygningsreglementet 1995 (BR 95). Desuden skulle det tilstræbes, at konstruktionerne lever op til kravene, som fremgår af DS 490, lydklassifikation af boliger, Klasse C, der svarer til BR 95 kravet for nyt rækkehusbyggeri.

En stor del af problemerne med lyd gennemgang forekommer i de gamle etageadskillelser med træbjælkelag. Derfor har opmærksomheden især været rettet mod forbedringer i og omkring ejendommens etagedæk, hvor de bedste muligheder for opnåelse af lydæssige forbedringer findes. Endvidere er der fokuseret på at bibeholde de arkitektoniske og bygningsmæssige kvaliteter, som de ældre ejendomme er kendetegnet ved, og som prioriteres højt ved byfornyelse – eksempelvis stuklofterne.

Der er – både i Danmark og i udlandet – mange eksempler på metoder til forbedring af lydisoleringen for træbjælkelag. Det skal derfor understreges, at resultaterne i denne evaluering ikke kan betragtes som en komplet og fyldestgørende afprøvning og evaluering af samtlige kendte konstruktionsprincipper for lydisolerede foranstaltninger ved træbjælkelag.

Således foretog projektgruppen allerede i forsøgsprojektets Fase II en afgrænsning af de konstruktionsprincipper, der skulle indgå i det videre forløb. Efter laboratorieforsøgene i Fase III A er der yderligere foretaget en afgrænsning til de konstruktioner, der er afprøvet i demonstrationsejendommen i Colbjørnsensgade.

Der er således udelukkende fokuseret på ”tørre” løsninger, både i laboratoriet og i den konkrete ejendom. Dette valg er foretaget vel vidende, at der også med såkaldt ”våde løsninger”, hvor der udstøbes et tungt pladelag i konstruktionen, kan opnås gode resultater. Tilsvarende er der ikke medtaget kendte konstruktioner med svømmende gulve på tykke trinlyddæpende underlag af mineraluld, hvor der allerede findes dokumenterede resultater.

Projektgruppens beslutning om ikke at afprøve denne konstruktionstype bunder i et ønske om dels ikke at udføre byggeprocesser, der indbefatter tilførsel af vand i unødigt omfang dels ikke belaster bygningens konstruktioner med ekstra vægt.

Når der – i eksisterende ejendomme, hvor en del af det konstruktive system består af et træbjælkelag – gennemføres byggeprocesser, der inkluderer tilførsel af vand (i større eller mindre grad) forøges risikoen for, at der kan opstå råd- og/eller svampeskader i bjælkelaget på et senere tidspunkt. Et sådant angreb vil, hvis det ikke udbedres i tide, medføre en svækkelse af bygningen, hvilket naturligvis er yderst u hensigtsmæssigt.

En konstruktion, der alene blev afprøvet i laboratoriets prøveopstilling for at vurdere effekten af en betydelig vægtforøgelse var etablering af et tungt mellemlag af betonfliser (se venligst Bilag II for en nærmere beskrivelse af denne konstruktionstype).

For denne konstruktionstype gælder, at udførelsen heraf vil forøge belastningen af de eksisterende konstruktioner og fundamenter betragteligt.

Det er imidlertid ikke alle ældre ejendomme, der har den nødvendige og optimale fundering, og det vil – i de ejendomme – ikke være muligt at tilføre bygningen den ekstra vægt, som denne tunge type lydisolerede gulv er ensbetydende med, uden at skulle udføre supplerende arbejder på de eksisterende fundamenter, hvilket vil betyde endnu større byggeudgifter.

Projektgruppen valgte derfor at fokusere på de konstruktionsmetoder, der kan gennemføres uden, at der skal udføres arbejder på fundamentet.

Denne evaluering beskriver således alene resultaterne af de konstruktionsprincipper til forbedring af lydisoleringen, som projektgruppen – på baggrund af erfaringerne fra projektets Fase II og Fase IIIA – udvalgte til afprøvning i demonstrationsejendommen.

De anvendte materialer i konstruktionerne bør ses som eksempler på produkter, der kan opnå de målte værdier for lydisolering. Andre materialer med tilsvarende egenskaber må forventes at kunne dokumenteres at give tilsvarende resultater.

Projektorganisation

Projektet; dvs. såvel den teoretiske som de praktiske aspekter, er gennemført i et samarbejde mellem nedenstående aktører:

- Byfornyelse København – ved arkitekt MAA Tenna Tychsen – projektledelse
- Dominia AS – ved ingeniør Kjeld Christiansen
- DELTA – ved civilingeniør Dan Hoffmeyer

Til projektet har der været tilknyttet en følgegruppe, der består af:

- Arkitekt MAA Søren Peter Bjarløv fra Grundejernes Investeringsfond
- Arkitekt MAA Lisbeth Pepke fra Socialministeriet (tidligere By- og Boligministeriet)
- Ingeniør Jens Holger Rindel fra DTU
- Ingeniør Bo Mortensen fra Kunstakademiets Arkitektskole

Resultater mv.

Beskrivelse af de fem afprøvede konstruktionstyper og referencekonstruktionen

I det følgende beskrives de fem afprøvede konstruktioner samt referencekonstruktionen. Der vil – i kort form – blive gjort rede for arbejdets udførelse, eventuelle følgearbejder og hvilke forhold man skal være særligt opmærksom på.

De førstnævnte fire konstruktioner omhandler forbedringsarbejder fra etagedækkets overside; dvs. fra gulv-siden, hvorimod den femte omhandler arbejder fra etagedækkets underside, dvs. fra lofts-siden.

Type 2.1.A – 1

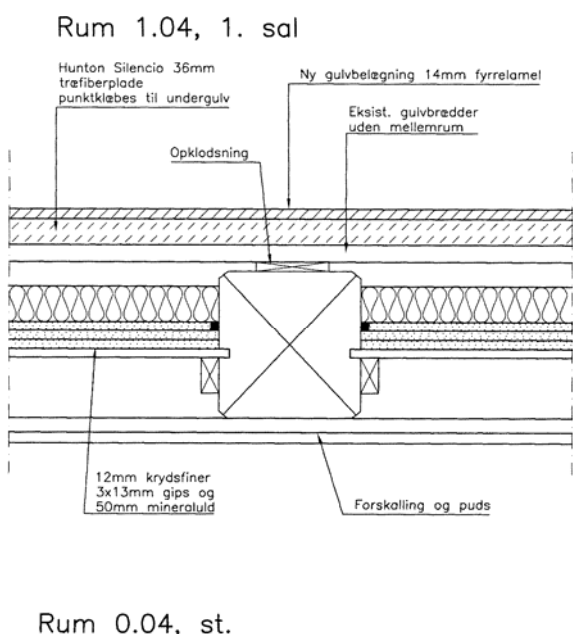
Nyt svømmende 14 mm lamelgulv på 36 mm træfiberplade på eksisterende gulv. I det aktuelle projekt er gulvet dog taget op og indskuddet ændret.

Arbejdsbeskrivelse

Eksisterende gulv tages op og gammelt indskud fjernes. Nyt indskud udføres af 12 mm krydsfiner og herpå 3 lag 13 mm gips og 50 mm mineraluld. Der rettes op på bjælkelaget, og de gamle (eller tilsvarende) gulvbrætter genudlægges uden mellemrum. Der udlægges 36 mm træfiberplade (som Hunton Silencio), og herpå udlægges der 14 mm fyrretræslamelgulv (svømmende gulv).

Bemærk

Såfremt der ikke skal etableres nyt indskud, kan de gamle gulvbrætter blive liggende, hvorpå der udføres opretning, 36 mm træfiberplade og 14 mm lamelgulv direkte på det gamle gulv.



Skitse af konstruktionsprincip med samlede brædder

Type 2.1.A – 1 – fortsat*Følgearbejder*

Gulvet hæves i alt 50 – 60 mm. Konsekvenserne heraf er betragtelige følgearbejder, idet panelerne – som minimum – skal flyttes, og dørene følgelig tilpasses. Desuden kan det blive nødvendigt at flytte såvel dørhuller og gerichter for at opnå en tilfredsstillende højde. Det betyder typisk, at rummets overflader også skal istandsættes, da det er vanskeligt at demontere paneler og gerichter uden at skade tapetsering mv.

Statiske forhold

Der sker ingen ændringer i bygningens statiske forhold vedr. vandret skivestabilitet eller lignende, og den tilførte vægt betragtes som uvæsentlig.

Type 2.1.A – 2

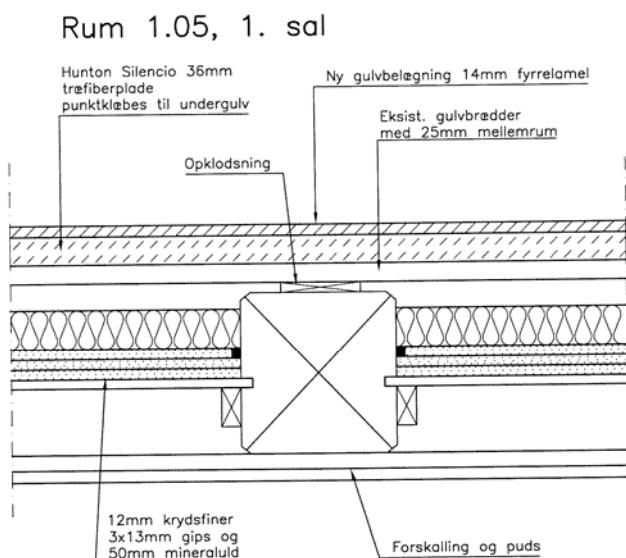
Nyt svømmende 14 mm lamelgulv på 36 mm træfiberplade på eksisterende gulv, hvor det oprindelige gulv er taget op og derefter genmonteret med indbyrdes afstand mellem brædderne på ca. 25 mm. I det aktuelle projekt er indskuddet også ændret.

Forventningen er, at der ved etablering af mellemrum mellem gulvbrædderne vil ske en begrænsning af de resonansproblemer, som ofte opstår ved etablering af pladelag med relativt lille pladeafstand.

Arbejdsbeskrivelse

Eksisterende gulv tages op og gammelt indskud fjernes. Nyt indskud udføres af 12 mm krydsfiner og herpå 3 lag 13 mm gips og 50 mm mineraluld. Der rettes op på bjælkelaget, og de gamle (eller tilsvarende) gulvbrædder genudlægges med ca. 25 mm mellemrum.

Der udlægges 36 mm træfiberplade (som Hunton Silencio) og herpå udlægges der 14 mm fyrrelamelgulv (svømmende gulv).



Rum 0.05, st.

Skitse af konstruktionsprincip af lydisolerende gulv med spredte brædder

Type 2.1.A – 2 – fortsat

Der er etableret nyt indskud, og de genanvendte gulvbrædder er udlagt med ca. 25 mm afstand.

Følgearbejder

Gulvet hæves i alt 50 – 60 mm. Konsekvenserne heraf er betragtelige følgearbejder, idet panelerne skal flyttes, og dørene skal tilpasses – som minimum. Desuden kan det blive nødvendigt at flytte dørhuller og gerichter. Det betyder typisk, at rummet overflader også skal istandsættes, da det er vanskeligt at demontere paneler og gerichter uden at skade tapetsering mv.

Statiske forhold

Ved etablering af denne type lyd gulv sker der ingen ændringer i bygningens statiske forhold vedr. vandret skivestabilitet eller lignende, og den tilførte vægt betragtes også her som uvæsentlig.

Brandforhold

Når de eksisterende gulvbrædder genudlægges med mellemrum er det nødvendigt at opnå myndighedernes godkendelse af konstruktionen.

Type 2.3

Nyt 30 mm gulv på ny strøkonstruktion, der er udlagt på specielle bæreprøfer (hatteprofilbeslag). Ved at fjerne det oprindelige gulv, inden de lydisolationsforbedrende tiltag udføres, så formindskes den færdige gulvhøjde mest muligt. Dette har stor betydning, da omfanget af følgearbejder herved begrænses.

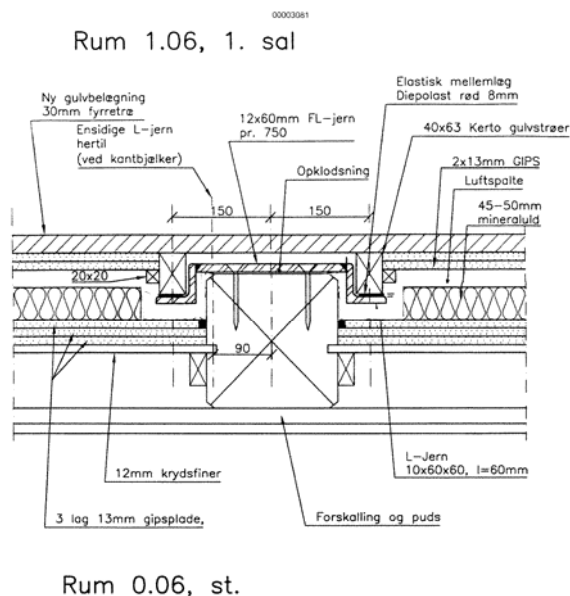
Arbejdsbeskrivelse

Eksisterende gulv tages op og gammelt indskud fjernes. Nyt indskud udføres af 12 mm krydsfiner.

Krydsfineren skal indgå i bygningens stabilitet, idet den erstatter skivevirkningen i de gamle gulvbrætter. Det er derfor vigtigt, at krydsfineren fastgøres omhyggeligt til bjælkelaget. På krydsfineren udlægges der 3 lag 13 mm gips og 50 mm mineraluld.

Der rettes op (mindst muligt) på bjælkelaget, og de viste beslag monteres pr. 750 mm. Det er nødvendigt med særlige løsninger ved vægttilslutning.

På stålbeslagene oplægges der elastiske underlagsbrikker (som 8 mm Diepolast), og herpå gulvstrøer. På strøerne monteres 2 lag 13 mm gipsplader for at forøge lydisolationen.



Skitse af konstruktionsprincip af lydisolerende gulv med hatteprofiler

Der er valgt en isoleringstykkelse, der giver tilstrækkelig absorption og kan være der uden at blive klemt. I en byggesag vil man skulle tage stilling til tykkelsen ud fra den aktuelle geometri.

Type 2.3 – fortsat

Der er monteret hatteprofiler og udlagt gips mv. mellem de eksisterende bjælker.



Særlig tilslutning ved væg, hvor hatteprofilerne har en speciel udformning.

Følgearbejder

Gulvet hæves med 15 – 20 mm, hvilket medfører en nødvendig tilpasning af døre.

Afvigelse

I det aktuelle demonstrationsprojekt er der benyttet en højere (og gennemgående) opklodsning af hatteprofilerne end nødvendigt. Dette skyldes tilpasning til den forøgede gulvkote i de øvrige rum i lejligheden. Dette kan have haft indflydelse på de opnåede måleresultater.

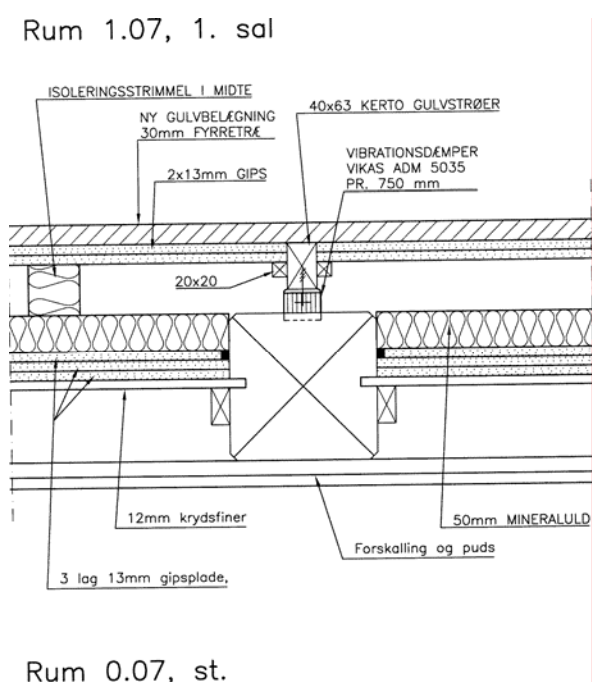
Type 2.4

Nyt 30 mm gulv med gulvstrøer udlagt på svingningsdæmpere.

Arbejdsbeskrivelse

Eksisterende gulv tages op og gammelt indskud fjernes. Nyt indskud udføres af 12 mm krydsfiner. Krydsfineren skal indgå i bygningens stabilitet, idet den erstatter skivevirkningen i de gamle gulvbrædder. Det er derfor vigtigt, at krydsfineren fastgøres omhyggeligt til bjælkelaget. På krydsfineren udlægges der 3 lag 13 mm gips og 50 mm mineraluld.

På oversiden af bjælkerne monteres svingningsdæmpere pr. 750 mm. Den anvendte svingningsdæmper er Vikas maskinsko AMD 5035, som er beregnet til mindre maskiner etc. På gulvstrøerne monteres 2 lag 13 mm gipsplader for at forøge lydisolationen. Herefter udlægges der nyt 30 mm gulv af fyrretræsbrædder.



Skitse af konstruktionsprincip for lydisolerende gulv med anvendelse af svingningsdæmpere

Type 2.4 – fortsat

Konstruktion med svingningsdæmpere, der ses som oplodsning under brættet langs væggen



Eksempel på hvordan der er foretaget udskæring til svingningsdæmperen i bjælken

Følgearbejder

Gulvet hæves i alt ca. 65 – 75 mm. Konsekvenserne heraf er betragtelige følgearbejder, idet panelerne skal flyttes, og dørene skal tilpasses – som minimum. Desuden kan det blive nødvendigt at flytte såvel dørhuller som gerichter. Det betyder typisk, at rummet overflader også skal istandsættes, da det er vanskeligt at demontere paneler og gerichter uden at skade tapetsering mv.

Afvigelse fra laboratorieforsøget

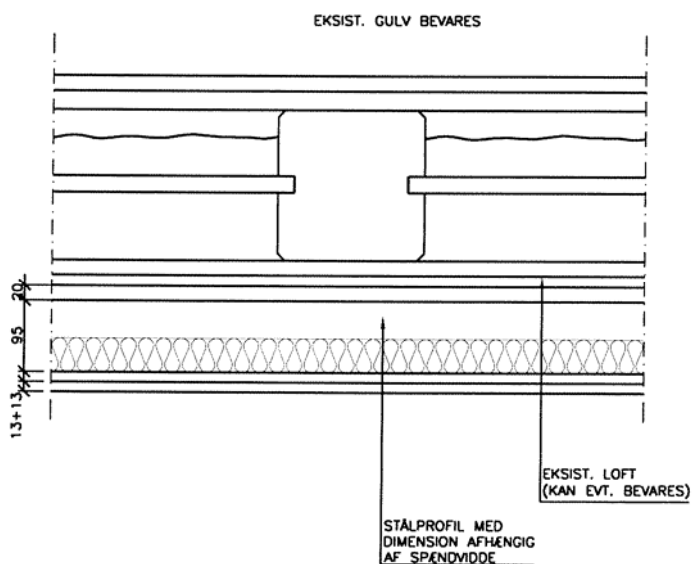
For at mindske højden på det nye færdige gulv, er der boret huller til forsækning af svingningsdæmperne i bjælkerne.

Nedhængt loft

Der er monteret et nedhængt lydisolerende gipspladeloft.

Arbejdsbeskrivelse

Der er udført et nedhængt, fritspændende loft, hvor der er monteret 2 lag 13 mm gipsplader. Langs væggene er der udført en elastisk fuge.



Skitse af princip for nedhængt loft

Følgearbejder

Loftet sænkes med i alt ca. 120 mm. Det er vigtigt at være opmærksom på, at hvis der er stuk ved loftet, bliver den skjult, og det kan komme på tale at opsætte nye stuk.

Referencekonstruktion

Der er ikke foretaget nogen arbejder, der har medført lydæssige ændringer i forhold til de oprindelige forhold. Der er alene udført en afslibning og overfladebehandling af gulvet samt en malerbehandling af loftet.



Eksempel på et rum, hvor der ikke er udført nogen lydisolationsforbedrende arbejder

Måleresultater for de afprøvede konstruktioner

Læsning af skemaerne

Hvis måleresultatet svarer til en forbedring i forhold til kravene i henholdsvis BR95 eller klasse C i DS 490 om lydklassifikation af boliger, er det angivet med en positiv værdi; f.eks. + 4.

Hvis resultatet er ringere end kravene i henholdsvis BR95 eller klasse C, er det angivet med en negativ værdi; f.eks. - 1.

Det skal i denne forbindelse understreges, at der sagtens kan være sket forbedringer efter udførelse af de lydisolationsforbedrende arbejder, selvom værdien angives som negativ. Dette skyldes blot, at resultatet ikke opfylder de i projektet opstillede mål.

Alle måleresultater er angivet i dB.

Måling af luftlydisolation

For målinger af **luftlydisolation** gælder, at en **høj R'_w -værdi** betyder, at der er en **god lydisolation**.

	Type 2.1.A – 1	Type 2.1.A – 2	Type 2.3	Type 2.4	Nedhængt loft	Reference- konstruktion
	R'_w	R'_w	R'_w	R'_w	R'_w	R'_w
Målt i bygning						
Før istandsættelse *	50	51	50	50	-	-
Efter istandsættelse	57	57	58	56	59	50
BR95 krav	53	53	53	53	53	53
Afvigelse	+ 4	+ 4	+ 5	+ 3	+ 6	- 3
Klasse C krav	55	55	55	55	55	55
Afvigelse	+ 2	+ 2	+ 3	+ 1	+ 4	- 5
Målt i laboratorium	60	61	61	61	60	-

Laboratoriemåling betegnes R_w , og målingerne på stedet betegnes R'_w .

* Inden ombygningsarbejderne blev igangsat, blev der gennemført målinger i fire af de rum, hvori der skulle udføres lydisolationsforbedrende arbejder.

Målingerne i bygningen er foretaget umiddelbart efter udførelsen af forsøgsforslagene, hvor boligerne står umøblerede og klar til indflytning.

Alle målingerne, hvor der er udført foranstaltninger til forbedring af lydforholdene, viser, at både BR95 og klasse C i DS 490 overholdes, hvorimod målingen af referencekonstruktionen viser, at ingen af kravene overholdes.

Sidstnævnte måling er udført på en etageadskillelse, hvor der ikke er udført nogen lydmæssig forbedring.

Måling af trinlydniveau

For målinger af **trinlydniveauet** gælder, at en **lav $L'_{n,w}$ -værdi** betyder, at der er en **god lydisolations**.

	Type 2.1.A – 1	Type 2.1.A – 2	Type 2.3	Type 2.4	Nedhængt loft	Reference- konstruktion
	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$	$L'_{n,w}$
Målt i bygning						
Før istandsættelse *	64	63	63	62	-	-
Efter istandsættelse	57	56	52	46	55	63
BR95 krav	58	58	58	58	58	58
Afvigelse	+ 1	+ 2	+ 6	+ 12	+ 3	- 5
Klasse C krav	53	53	53	53	53	53
Afvigelse	- 4	- 3	+ 1	+ 7	- 2	- 10
Målt i laboratorium	60	56	56	47	-	-

Laboratoriemåling betegnes $L_{n,w}$, og målingerne på stedet betegnes $L'_{n,w}$.

* Inden ombygningsarbejderne blev igangsat, blev der gennemført målinger i fire af de rum, hvori der skulle udføres lydisolationsforbedrende arbejder.

Målingerne i bygningen er foretaget umiddelbart efter udførelsen af forsøgsforslagene, hvor boligerne står umøblerede og klar til indflytning.

Alle målingerne, hvor der er udført foranstaltninger til forbedring af lydforholdene, viser, at BR95 kravene overholdes. Forslag 2.3 og 2.4 overholder også klasse C kravene. Målingen af referencekonstruktionen, hvor der ikke er udført lydisolationsforbedrende arbejder af nogen art, viser, at ingen af kravene overholdes.

Beskrivelse af de anvendte målemetoder i bygningen

De anvendte målemetoder til måling af luftlydisolation henholdsvis måling af trinlydniveau følger reglerne som er anført i Bygningsreglementet 1995 (BR95).

Luftlyd er tale, musik, støj fra installationer og lignende, som udbredes fra en lydkilde gennem luften og videre gennem vægge og etageadskillelser til naboboliger.

Trinlyd opstår, ved direkte mekanisk påvirkning af en konstruktion, dvs. typisk lyd af fodtrin og lignende på et gulv, som herefter forplanter sig til underboen.

Måling af luftlydisolation

Målingerne foretages med det nederste rum som senderum; dvs. der hvor lyden udsendes, og det øverste rum som modtagerum. Derved undgås det at påvirke etageadskillelsen direkte med højttaleren.

Målingerne udføres med en højttaler som lydkilde. Lyden, der udsendes fra højttaleren, sendes i frekvensområdet 50 – 5000 Hz, hvor 50 Hz svarer til en dyb bastone og 5000 Hz til en høj diskant. Der sendes på høj lydstyrke op til 100 dB for at eliminere indflydelsen fra udefrakommende baggrundsstøj.

Måling af trinlydsniveau

Selve målingerne udføres ved anvendelse af en standardiseret bankemaskine, der har fem stålhamre. Denne placeres på gulvet i senderummet, hvor den frembringer bankelyde i forskellige positioner. Den udsendte støj måles i det underliggende rum, ”modtagerummet”, i frekvensområdet 50 – 5000 Hz.

Måleresultater

Efter målingerne er udført, beregner lydtrykmåleren resultatet, som endeligt angives ved en enkelttalsværdi for hver måling.

Vedrørende luftlydisolation: $R'_w = xx \text{ dB}$ (f.eks. 53 dB)

Vedrørende trinlydniveau: $L'_{n,w} = xx \text{ dB}$ (f.eks. 60 dB).

Måleinstrumenter

Der er anvendt Brüel & Kjær instrumenter, som overholder kravene i de DS / EN ISO-standarder, der henvises til i BR95, bl.a. Investigator type 2260D lydtrykmåler, type 4224 højttaler og type 3204 bankemaskine. Kalibrator og mikrofon er certificeret af Delta Akustik, lydmåler 2260D og bankemaskine 3204 af Brüel & Kjær.

Bemærkninger vedrørende de arkitektoniske og æstetiske forhold

Det skal understreges, at man også skal være opmærksom på de indvendige arkitektoniske forhold i ejendommen. For fire af de metoder, der er afprøvet i dette demonstrationsforsøg, gælder, at gulvets niveau ændres. Dette har eller kan have en række konsekvenser – jf. nedenstående skema:

Nr.	Primære følgearbejder	Sekundære følgearbejder
1	Den nederste del af døren saves af	Efterbehandling af døren
2	Dørhullet tilpasses foroven, så den oprindelige højde bevares. Den eksisterende dør kan genanvendes	Hultagning i væg og flytning af gerichter Overfladebehandling af den konkrete væg og sandsynligvis også af rummets øvrige vægge
3	Panelerne flyttes	Overfladebehandling af paneler og sandsynligvis også af væggene

I nogen tilfælde vil det være tilstrækkeligt alene at udføre løsning nr. 1, men det er sandsynligt, at det vil være nødvendigt at udføre løsning nr. 2, så man ikke skal – eller blot føler at man skal – dukke nakken, når man træder ind i rummet. Ligeledes kan der være nogle æstetiske hensyn, der kan berettige, at dørhullets oprindelige højde genskabes – for at bevare et visuelt, harmonisk indtryk af rummet.

For så vidt angår følgearbejderne vedrørende istandsættelse af overfladerne, kan dette arbejde inklusive udgifterne hertil eventuelt overlades til beboerne, så udgifterne ikke belaster byggesagen. På den måde kan man tale om en slags minimalistisk byfornyelse, hvor der i selve byggesagen fokuseres på og betales for gennemførelse af forbedringsarbejder, der kan udløse forhøjede leje-/boligafgiftsindtægter, og hvor de regulære følge- og/eller vedligeholdelsesarbejder overlades til beboerne selv.

Montering af nedhængte lofter vil ofte medføre, at den eksisterende stuk dækkes til. Det kan derfor være nødvendigt at opsætte en i samlingen mellem det nye loft og væggene.

Bemærkninger vedrørende de statiske forhold

Det skal understreges, at der i hver byggesag skal være den største opmærksomhed på de byggetekniske og konstruktive forhold i den konkrete ejendom. Det er overordentligt vigtigt, at der altid udføres konstruktive tiltag, der kompenserer for og opvejer eventuelle ændringer, der er gennemført, så bygningens stabilitet er intakt efter byggesagen afslutning.

Ved anvendelse af type 2.3 og 2.4, hvor de eksisterende gulvbrædder fjernes, gribes der radikalt ind i bygningens stabiliserende konstruktioner, hvilket umiddelbart medfører risiko for en svækkelse af bygningens stabilitet. I dette demonstrationsprojekt er der i de to delforsøg placeret et kompenserende lag af 12 mm krydsfiner og herpå tre lag 13 mm gipsplader mellem etageadskillelsernes bjælker for at sikre bygningens skivestabilitet.

Bemærkninger vedrørende de brandsikringsmæssige forhold

Ved anvendelse af konstruktionsmetode Type 2.1.A – 2, hvor træfiberpladen lægges ovenpå et lag brædder med mellemrum, er det nødvendigt at ansøge om og opnå myndighedernes godkendelse af konstruktionen.

De øvrige afprøvede tre konstruktionsmetoder; dvs. Type 2.1.A – 1, Type 2.3 og Type 2.4 ændrer ikke etageadskillelsens brandmæssige kvalitet.

Beskrivelse af konstruktioner, der alene blev afprøvet i laboratoriet

Som nævnt i afsnittet om projektets baggrund blev der i laboratoriet; dvs. i Fase IIIA, afprøvet en lang række forskellige konstruktionsprincipper.

Nedenfor er der en kort beskrivelse af de konstruktioner, der ikke blev afprøvet i demonstrationsejendommen. For uddybende beskrivelser og tegninger af de forskellige gulvkonstruktioner henvises til Bilag I og delrapport om laboratorieafprøvningerne fra november 2003.

Der er flere årsager til og forklaringer på, hvorfor ikke alle konstruktionsprincipper blev afprøvet i demonstrationsejendommen, men her skal blot nævnes et par af disse:

- enkelte af konstruktionsprincipperne medfører en betragtelig vægtforøgelse, som muligvis kunne blive problematisk i forhold til demonstrationsejendommens fundament
- forsøgsprojektets økonomi indebærer en nødvendig begrænsning af afprøvninger
- resultatet var ikke tilstrækkeligt lovende.

Type 2.1

Nyt 27 mm svømmende bræddegulv på underlag af gummikork på eksisterende gulv.

Type 2.1.B – 1

Nyt 27 mm svømmende bræddegulv på gulvpap, der er udlagt på en kombination af et tungt mellemlag af 40 x 140 x 210 mm betonfliser og et trinlyddæmpende underlag af tre lag tynd fiberdug à 1 mm – svarende til i alt 3 mm. Det eksisterende bræddegulv er optaget og genetableret med en ny indbyrdes afstand på 50 mm.

Type 2.1.B – 2

Nyt 27 mm svømmende bræddegulv på gulvpap, der er udlagt på en kombination af et tungt mellemlag af 40 x 140 x 210 mm betonfliser og et trinlyddæmpende underlag af to lag 3 mm fiberdug – svarende til i alt 6 mm. Det eksisterende bræddegulv er optaget og genetableret med en ny indbyrdes afstand på 50 mm.

Type 2.1.B – 3

Som Type 2.1.B-2, dog udlagt direkte på det eksisterende gulv.

Denne konstruktion er medtaget for at undersøge forskellen mellem de samlede og de spredte gulvbrætter.

Type 2.1.B – 4

Som Type 2.1.B-2, men hvor indskudslaget er erstattet af tre lag 13 mm gipsplader.

Type 2.6

Nyt 27 mm gulv på gulvpap, der er udlagt på et undergulv af 22 mm spånplader på strøer. Det oprindelige gulv er fjernet, og de nye strøer er udlagt på tværs af bjælkelaget med et mellemlag af 4 mm tykke elastiske brikker. I mellem strøerne er der lagt 50 mm mineraluld oven på indskudssandet.

Projektets perspektiver

Det er projektgruppens forventning og ønske, at forsøgsprojektets positive resultater kan bidrage til en kvalificeret indsats og yderligere debat på området.

Det er projektgruppens umiddelbare vurdering, at de afprøvede metoder *alle* medfører en forbedret boligkvalitet for beboerne og dermed måske endda en forbedret livskvalitet.

Det er derfor gruppens opfattelse, at de opnåede erfaringer skal formidles til de relevante målgrupper; dvs. rådgivere, bygningsejere, beboere og myndigheder, snarest muligt.

Dette vil medvirke til, at både rådgivere, bygningsejere, beboere og myndigheder får bedre forudsætninger for at foretage et kvalificeret valg af de lydisolerende foranstaltninger, der kan foretages, når der skal udføres forbedringer i boligerne. Det kan være en relevant overvejelse at gennemføre de lydisolerende arbejder, når og hvis der alligevel skal udføres nye gulve, enten på grund af regulær nedslidning, på grund af vægændringer eller lignende.

For så vidt angår projektets erhvervsmæssige potentiale er det vanskeligt at vurdere på det foreliggende grundlag. Det økonomiske aspekt i forsøgsprojektet bærer i høj grad præg af, at der er tale om et begrænset forsøg, hvor såvel konstruktions- som arbejdsmetoderne skulle udvikles og afprøves.