

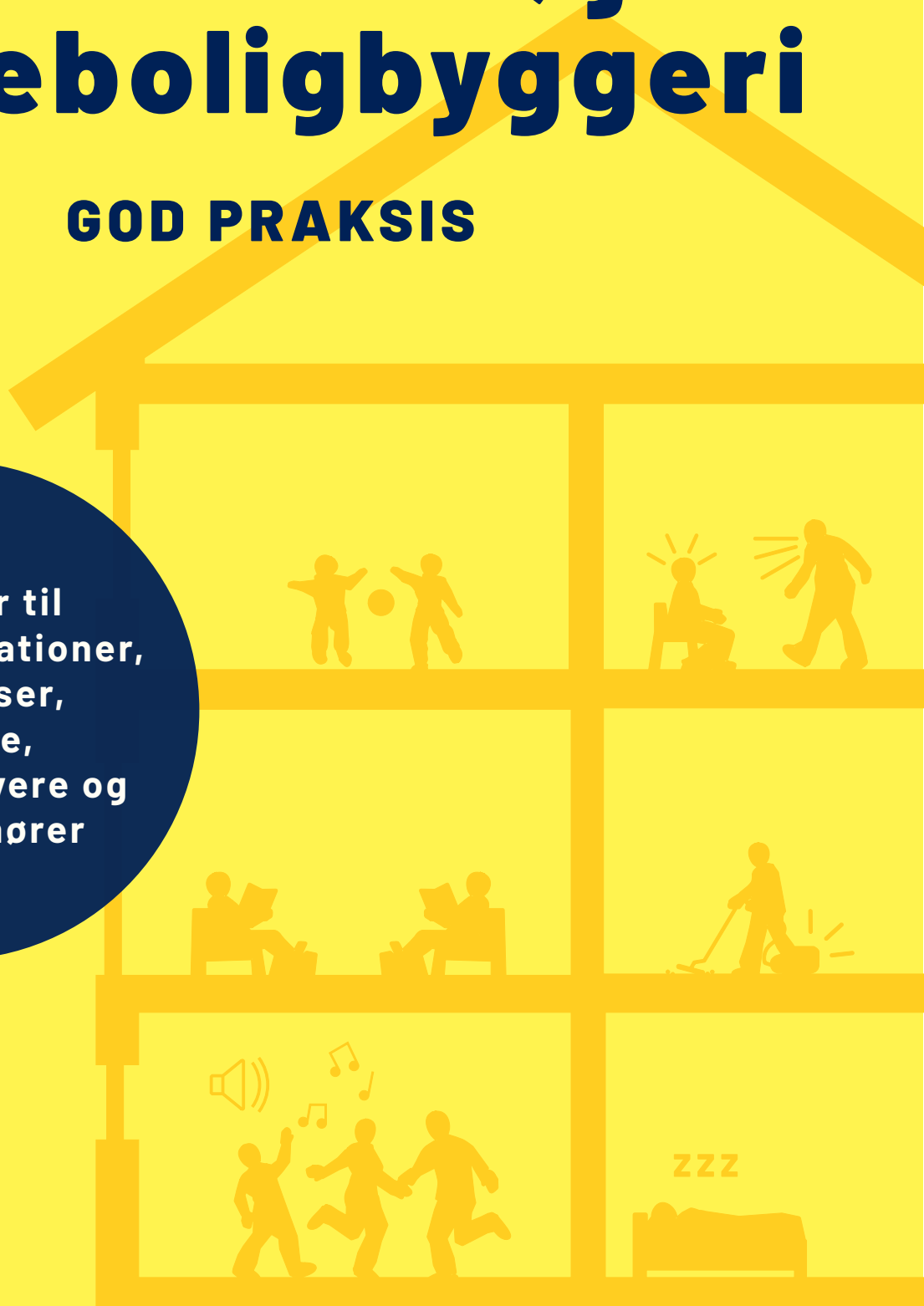


**BUILD**  
AALBORG UNIVERSITET

# Lydisolering mod nabostøj i etageboligbyggeri

## GOD PRAKSIS

En folder til  
boligorganisationer,  
bestyrelser,  
beboere,  
byggerådgivere og  
entreprenører



## HVORFOR LYDRENOVERE ETAGEBOLIGBYGGERI?

Den vigtigste grund til at lydisolere er, at mange beboere er generet af nabostøj, fx fra fodtrin, musik, børns leg og højlydte diskussioner.

Ifølge danske sundheds- og sygelighedsundersøgelser er ca. 35 % af beboerne i etageboligbyggeri generet af nabostøj, se [1], og analyser har vist, at der er en stærk sammenhæng mellem at have være generet af nabostøj og have oplevet stress, dårligt mentalt helbred, træthed og søvnproblemer.

Når en større renovering af et etageboligbyggeri skal finde sted, er det derfor vigtigt at inkludere lydrenovering - af hensyn til beboernes helbred, daglige livskvalitet, nattesøvn og komfort. En anden vigtig grund er, at den næste større renovering måske først sker om "25 år", så der kommer ikke en chance igen "næste år". For at sikre en "bæredygtig", fremtidssikret bolig, skal behovene for en lydrenovering derfor med i diskussionen helt fra begyndelsen af renoveringsprocessen.

I Danmark er der knapt 1,1 mio. etageboliger. Ca. 600.000 af disse er bygget, før der i bygningsreglementet var krav til lydisolation mellem boligerne, og de fleste af disse har lydisolering mod nabostøj langt under nugældende lydkrav.

Nabostøj kommer gennem etageadskillelser, vægge, utætheder, ventilationskanaler og afløbsrør.

En lydrenovering kan derfor omfatte flere af disse bygningsdele, og det er væsentligt for de lydtekniske resultater af indsatsen og omkostningerne, at en akustikrådgiver bidrager til en optimering. Rådgiveren skal derfor med tidligt i renoveringsprocessen, så lydrenovering af boligerne kan indgå på lige fod med ønskerne til alle øvrige renoveringstiltag.

Denne GOD PRAKSIS folder handler om byggetekniske lydisoleringsløsninger mod nabostøj.

En kort læsevejledning findes på s.9.

## 35% AF BEBOERNE I DANSKE ETAGEBOLIGER ER GENERET AF NABOSTØJ

### GENERENDE NABOSTØJ

- Naboers fodtrin
- Børn, der hopper/løber/leger
- Stemmer/råb/diskussioner
- Hundegøen
- Radio, TV, musik, fester
- Naboers DIY (gør-det-selv)
- Smækkende døre, låger, wc-brætter
- Støvsugning
- Stole/møbler, der flyttes
- Ting, der tabes på gulvet
- Spædbørns gråd
- Diverse lyde fra brug af wc
- Toiletskyl og afløb fra bad

### EGNE AKTIVITETER, DER FORSTYRRES/FORHINDRES

- Brug af rummene i boligen
- Lytning til TV, radio, musik
- Stille aktiviteter, fx læsning, hvile
- Samtaler
- Studier
- Aktiviteter, der generer naboerne

## DANSK ETAGEBOLIGBYGGERI: BYGNINGSTYPER OG BYGGEPERIODER

Herunder er vist en oversigt over danske etageboliger med angivelse af hovedkarakteristika for konstruktionstyper, byggeperioder og tilhørende bygningsreglementer [2]-[3] samt antal boliger.

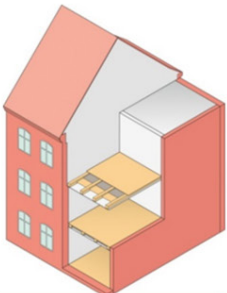
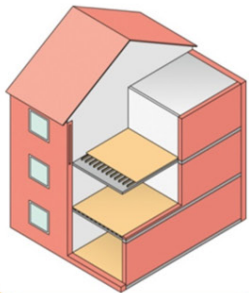
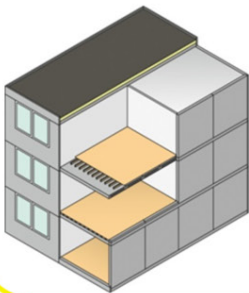
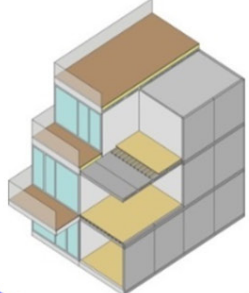
Betegnelserne for bygningstyperne E1, E2, E3 svarer til betegnelserne for eksisterende etageboligbyggeri fra forskellige tidsperioder (E = ek-

sisterende) anvendt i SBi-anvisning 243 [4]. For etageboligbyggeri opført efter nugældende lydkrav i bygningsreglementet benyttes betegnelsen Nybyggeri.

For bygningstyperne E1, E2, E3 er konstruktionstyper, den estimerede lydisolation og eksempler på lydrenoveringsløsninger beskrevet på s. 5-7.

## OVER HALVDELEN AF DE DANSKE ETAGEBOLIGER ER BYGGET FØR DER VAR LYDKRAV I BYGNINGSREGLEMENTET

### ETAGEBOLIGER I DANMARK, KONSTRUKTIONSTYPER, ANTAL OG LYDKRAV

Bygningstype E1 Ældre muret byggeri med træetageadskillelser Periode: ~ 1850 til 1930/1950 Antal boliger: ~ 500.000	Bygningstype E2 Muret byggeri med støbte etageadskillelser Periode: ~ 1930 til 1960 Antal boliger: Op til ~ 100.000	Bygningstype E3 Betonelementbyggeri Periode: ~ 1960 til 2009 Antal boliger: ~ 400.000	Nybyggeri Betonelementbyggeri Periode: ~ 2010 til 2019 Antal boliger: ~ 65.000
Lydkrav: Nej	Lydkrav: Nej	Lydkrav: BR1961-BR1995	Lydkrav: BR2008-BR2018
			

## DANSK ETAGEBOLIGBYGGERI: LOVKRAV OG LYDKLASSER

I bygningsreglementet har der været krav til lydisolationen for boligadskilende konstruktioner i nybyggeri siden 1961. Lydisolationskravene for etageboligbyggeri har i store træk været de samme fra 1961 og frem til Bygningsreglement 2008, hvor kravene blev skærpet. For etageboligbyggeri var hovedkravene i perioden 1961-2007 en luftlydisolation

på mindst 52/53 dB (horisontalt/vertikalt) og et trinlydniveau på højst 58 dB.

I Bygningsreglement 2008 blev lydkravene for etageboligbyggeri skærpet betydeligt, idet der nu for nyt boligbyggeri henvises til opfyldelse af lydklasse C i DS 490 svarende til mindst 55 dB for luftlydisolation og højst 53 dB for trinlydniveau,

og disse lydkrav er stadig gældende [2]. En oversigt over standardens gældende lydklasser A-F for lydisolation mellem boliger samt en beskrivelse af lydklasserne er vist i nedenstående tabel.

En forklaring af lydisolationsbegreberne findes sidst i folderen samt i [3], [4] og [5].

### LYDKLASSER FOR BOLIGBYGGERI I HENHOLD TIL DS 490:2018

Lydbegreberne er beskrevet i lydklassestandarden

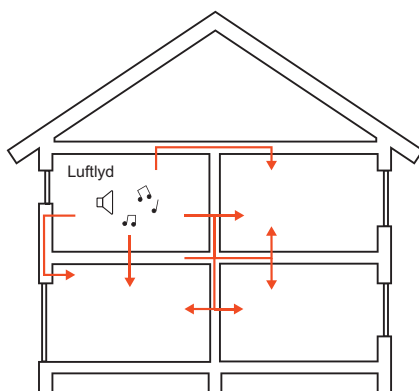
Lydisolation mellem boliger. Hovedkriterier i DS 490:2018			Lydklassebeskrivelser og forventet beboervurdering af lydforhold		
Lyd-klasse	Luftlydisolation	Trinlydniveau	Lydklassebeskrivelser	Gode/meget gode	Dårlige
<b>A</b>	Mindst 63 dB	Højst 43 dB	Specielt gode lydforhold	> 90 %	
<b>B</b>	Mindst 58 dB	Højst 48 dB	Tydeligt bedre lydforhold end bygge Lovgivningens minimumskrav	70-85 %	< 10 %
<b>C</b>	Mindst 55 dB	Højst 53 dB	Svarer til bygge Lovgivningens minimumskrav	50-65 %:	< 20 %
<b>D</b>	Mindst 50 dB	Højst 58 dB	Mindre tilfredsfredsstillende lydforhold, beregnet for ældre bygninger	30-45 %	25-40 %
<b>E</b>	Mindst 45 dB	Højst 63 dB	Lydklasse for ældre bygninger med utilfredsfredsstillende lydforhold	10-25 %	45-60 %
<b>F</b>	Mindst 40 dB	Højst 68 dB	Lydklasse for ældre bygninger med meget utilfredsfredsstillende lydforhold	< 5 %	65-80 %

Note: DS 490 lydklasser indeholder også kriterier for trafikstøj indendørs, støj fra tekniske installationer og efterklangstid i bl.a. trapperum. - Inden for den enkelte lydklasse kan procentdelen af beboere, som er tilfredse eller utilfredse, variere lidt fra det ene akustiske kriterium til det andet. De angivne vurderinger er fortrinsvis baseret på den subjektive vurdering af luftlydisolation mellem boliger og trinlydniveau fra omliggende boliger.

### TRANSMISSION AF LUFTLYD OG TRINLYD MELLEM BOLIGER

Trinlyd og luftlyd kan brede sig fra et rum i alle retninger til andre rum i bygningen. Luftlyd og trinlyd forplanter sig primært til naborum, men også til rum længere væk. Begreber for luftlyd og trinlyd er beskrevet i ordlisten på side 9.

**NÆSTEN HALVDELEN AF ALLE DANSKE ETAGEBOLIGER HAR TRÆETAGEADSKILLELSER OG OFTE OMFATTENDE NABOSTØJGENER**

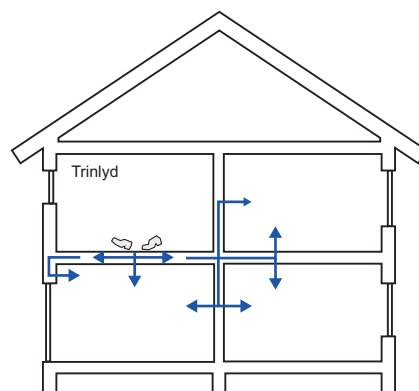


Luftlyd

Luftlyd opstår, når en lyd giver, fx en højttaler, sætter luften i svingninger.

Luftlyd transmitteres gennem:

- Rumadskillelse vægge og etageadskillelser
- Flankerende konstruktioner
- Utætheder og aftrækskanaler



Trinlyd

Trinlyd opstår ved almindelig gang og løbende/legende børn på gulve og forekommer i alle omliggende rum, men også i rum længere væk.

Trinlyd transmitteres gennem:

- Etageadskillelsen
- Flankerende konstruktioner

## PLANLÆGNING AF LYDRENOVERING I ETAGEBOLIGBYGGERI

Beboernes behov for lydrenovering bør indgå meget tidligt i idéfasen, dvs. allerede i det øjeblik boligforeningen tager fat på en diskussion om renovering. Lyd bør indgå på samme vilkår som fx fysisk genopretning, ventilationsanlæg, energirenovering, køkken, bad og altaner. Grunden til, at det er vigtigt straks at inkludere temaet lydrenovering, er at den kan vedrøre både gulve, vægge og lofter. Fx kan renoveringen af andre grunde end trinlydproblemer omfatte nye gulve, og det ville være ærgerligt at have fået helt nye gulve og senere konstatere, at en bedre trinlydopklodsning kunne have betydet en markant forbedring af lydforholdene.

Eksempler på spørgsmål til brug for diskussionen i idéfasen ved beboermøder og ved kommunikation med rådgivere findes i listen til højre.

Indhold og varighed af de enkelte aktiviteter i renoveringsprocessen og den samlede varighed afhænger naturligvis stærkt af de konkrete ønsker og ændringer i den aktuelle bebyggelse. I figuren herunder ses hovedtrin i processen for større renoveringsprojekter og information om muligheder for individuelle boligforbedringer med brug af råderet.

### SPØRSMÅL I IDÉFASEN:

- Hvilken type byggeri? Byggeår?
- Hvilke typer nabostøj generer?
- Hvordan og hvornår opleves nabostøjgenerne?
- Hvad betyder nabostøjen for livskvaliteten, nattesøvn mv?
- Hvad er boligernes rumhøjde?
- Er der plads til et nyt nedhængt loft?
- Hvordan er konstruktionerne? Etagedæk? Gulv? Vægge?
- Er der utætheder?
- Principper for forbedringer?
- Specifikke løsningsmuligheder?
- Økonomi og valg af løsninger?

**BEBOERNES OPLEVELSE AF STØJGENER SKAL TAGES ALVORLIGT OG HAVE HØJ PRIORITET I RENOVERINGSPROJEKTER**

## RENOVERINGSPROCESSEN

### LYDRENOVERING I FORBINDELSE MED STØRRE RENOVERINGSPROJEKTER

#### Forundersøgelser og projektforslag

- Tag stilling til behov for lydrenovering
- Få evt. udført lydmålinger
- Overordnet forslag til løsninger

#### Projektering af udbudsmateriale

- Her beskrives og tegnes løsninger ifm. lydrenovering af boligadskilende etagedæk og vægge.

#### Gennemførelse og tilsyn

- Gennemførelse af lydrenovering.
- Det sikres ved tilsyn, at de beskrevne løsninger udføres korrekt.

### LYDRENOVERING MED RÅDERET

Til individuelle boligforbedringer kan de enkelte beboere ved brug af råderet få mulighed for at få udført konkrete forbedringer i deres bolig. Sådanne forbedringer finansieres enten direkte af beboeren eller via et kollektivt lån, som de interesserede beboere betaler via en huslejestigning. Nærmere oplysninger fås i boligadministrationen.

## HOVEDPRINCIPPER FOR FORBEDRING AF LYDISOLATION MELLEML BOLIGER

De vigtigste principper for forbedring af lydisolationen er beskrevet på de følgende sider, mens mere detaljerede beskrivelser af mulighederne og forbedringspotentialer er beskrevet i SBI-anvisning 243 [5].

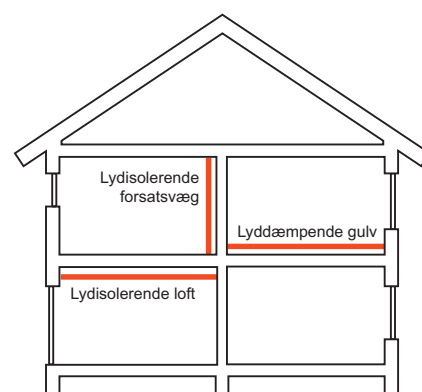
I byggeri, hvor støjen mellem naboboliger kommer gennem den adskillende væg, kan der anvendes lydisolerende forsatsvægge for at forbedre lydisolationen eller i nogle tilfælde er det muligt at opsætte en ny væg.

I byggeri, hvor luft- og trinlyd fra naboen kommer gennem etageadskillelsen, anvendes et nyt lydisolerende underloft, hvilket især er nødvendigt for træetageadskillelser i Bygningstype E1, men også vigtigt i Bygningstype E2 med de tynde støbte dæk.

I byggeri med etagedæk af beton eller tegl, hvor man er generet af trinlyd,

kan der etableres et nyt lyddæmpende trægulv med strøer på opklodsninger. Trinlyddæmpningen af opklodsningerne har stor betydning for trinlyden fra den samlede konstruktion, og for bygningstyperne E2 og E3 er nye og bedre opklodsninger nødvendige, hvis trinlydegenskaberne skal forbedres. Alternativt kan der benyttes svømmende pladegulve på trinlyddæmpende underlag.

Ved udskiftning af gulv i betonelementbyggeri, Bygningstype E3, er det relativt enkelt at anvende bedre trinlyddæmpende opklodsninger, der ofte kan føre til en opfyldelse af nu gældende trinlydkrav i lydklasse C. I etageboliger, Bygningstype E2, bygget før 1960 er det nødvendigt med større forbedringer på grund af de tyndere etagedæk, og det må påregnes at supplere med et lydisolerende underloft.



Hovedprincipper for forbedring af lydisolationen mellem boliger:

- Ny lydisolerende forsatsvæg
- Nyt lyddæmpende gulv
- Nyt lydisolerende underloft.

**I MANGE ÆLDRE ETAGEBOLIGER ER DER AKUSTISK SET MEGET LIDT PRIVATLIV**

## Bygningstype E1: Ældre muret byggeri med træetageadskillelser

Byggeperiode: Ca. 1850 til 1930/1950. Antal boliger i Danmark: Ca. 500.000

Bygningsreglement: Nej

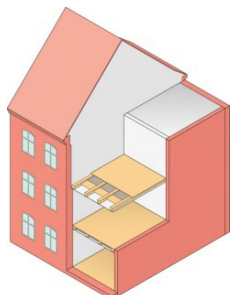
Estimeret lydisolation:  $R'_{w} \sim 42-50$  dB;  $L'_{n,w} \sim 63-75$  dB

LYDKLASSE

**F**

DS 490:2018

### BYGNINGSTYPE E1: EKSEMPLER BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE SAMT LYDRENOVERINGSLØSNINGER



Bygningstype E1 blev anvendt gennem en ca. 100 år lang periode, med samme hovedtræk i byggeskikken, men også med mange varianter.

Generelt har boligerne en lydisolation svarende til lydklasse F, altså langt under nugældende krav til nybyggeri, men der er forskelle pga. konstruktionsdetaljer, materialer

og materialetykkelse samt kvalitet i udførelsen. Lydrenovering vil typisk omfatte forbedring af både etagedæk og vægge samt tætning af utætheder i samlinger og omkring rør.

#### Kendskab til bygningen

Før konkrete løsningsmuligheder for lydrenovering kan vurderes, er det vigtigt at skaffe flest mulige oplysninger om bygningskonstruktionerne, evt. hos kommunens tekniske forvaltning, og at foretage en byggeteknisk gennemgang. Eksisterende tegninger passer dog ofte ikke med virkeligheden, så det er vigtigt også at tage prøver (undersøge vigtige steder) og evt.

foretage en orienterende måling af lydisolationen. På dette grundlag – sammenholdt med beboersagen – kan løsningsmulighederne skitseres og indgå i de efterfølgende tekniske og økonomiske overvejelser.

#### Beboerinddragelse

I forbindelse med større renoveringer af bygningstype E1 er det vigtigt gennem beboerinddragelse at foretage en vurdering af lydforholdene tidligst muligt, bl.a. gennem beboernes oplevelser af nabostøj, som ofte er meget omfattende og i mange boliger betyder meget lidt privatliv.

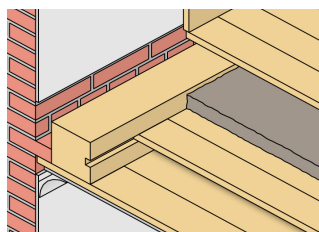
### FORVENTET LYDKLASSE

Baseret på lyddata i ældre SBI-anvisninger forventes bygningstype E1 normalt at kunne overholde lydklasse F, men hvis lerindsuddet er fjernet og ikke erstattet med andet med en tilsvarende vægt, kan lydklasse F ikke forventes overholdt. I bygningstype E1 er der ofte mange utætheder i både etagedæk og vægge (svind) og lydisolationen kan derfor være minimal.

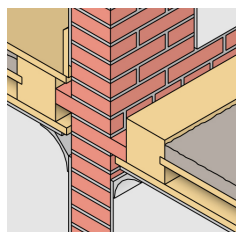
### HVAD KAN OPNÅS VED LYDRENOVERING?

Ved en omhyggelig projektering og udførelse af forventes det, at lydklasse D kan opnås. Hvis rumdimensionerne samt de økonomiske ressourcer er tilstrækkelige, kan der muligvis opnås lydklasse C. Der bør udføres lydisolationsmålinger før detailprojekteringen for at kunne optimere indsatsen.

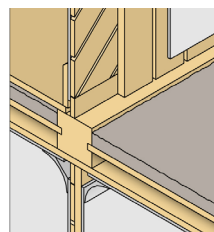
### EKSEMPLER EKSISTERENDE BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE



Træetageadskillelse

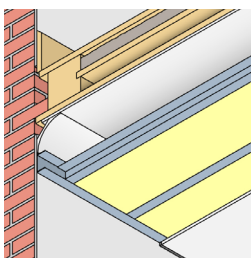


Muret væg

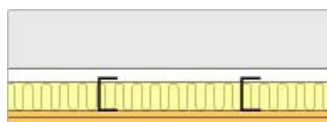


Bræddeskillevæg

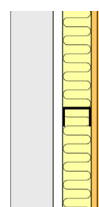
### EKSEMPLER PÅ TYPISKE LYDISOLERINGSLØSNINGER



Nyt fritbærende loft, se lodret snit til højre. Tykkelse min. 120 mm.



Nyt fritbærende underloft. Lodret snit. Bæreprøfer fastgjort på vægge. Tykkelse min. 120 mm.



Ny fritstående forsatsvæg. Vandret snit. Skeletkonstruktion/stolper fastgjort på gulv og loft. Tykkelse min. 105 mm. Note: Til murede vægge kan evt. anvendes en forsatsbeklædning, tykkelse min. 80 mm.

### SKITSERING AF LØSNINGER

Ved skitsering – og senere projektering – af lydrenoveringsløsninger er det vigtigt at sikre sig, at pladsforholdene tillader de skitserede løsninger. Dette gælder især opsætning af et nyt loft, hvor der er brug for ca. 120 mm højde til det nye loft, og man skal også sikre sig, at vinduernes placering muliggør opsætningen af loftet.

I bygningstype E1 har mange boliger stuklofter, og det er vigtigt at være bevidst om, at disse vil blive skjult, når der opsættes nye lofter.

Ved projektering af lydrenovering skal ændringer af elinstallationer, rørføringer mv. tages i betragtning.

### BEMÆRKNINGER

Mht. støj fra vand- og afløbsinstallationer samt lyd gennem ventilationskanaler henvises til SBI-anvisning 243 [5].

### LITTERATUR

Se liste bagest i folderen.

Supplerende bemærkninger om utætheder og gulvkonstruktioner findes på s. 8.

## Bygningstype E2: Muret byggeri med støbte etagedækk og vægge samt lydrenoveringsløsninger

Byggeperiode: Ca. 1930-1960. Antal boliger i Danmark: Ca. 100.000

Bygningsreglement: Nej

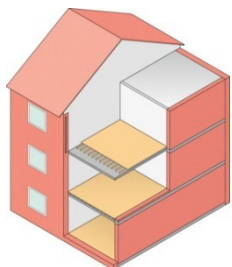
Estimeret lydisolations:  $R'_{w} \sim 45-53$  dB;  $L'_{n,w} \sim 58-67$  dB

LYDKLASSE

**E**

DS 490:2018

### BYGNINGSTYPER E2: EKSEMPLER BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE SAMT LYDRENOVERINGSLØSNINGER



Bygningstype E2 blev anvendt gennem en ca. 30 år lang periode. Generelt har boligerne en lydisolations svarende til lydklasse E, altså betydeligt under nugældende krav til nybyggeri, men der er forskelle pga. konstruktionsdetaljer, materialer og materialetykkelser samt kvalitet i udførelsen. Lydrenovering vil

typisk omfatte forbedring af både etagedæk og vægge samt tætning af utætheder i samlinger og omkring rør.

#### Kendskab til bygningen

Før konkrete løsningsmuligheder for lydrenovering kan vurderes, er det vigtigt at skaffe flest mulige oplysninger om bygningskonstruktionerne, evt. hos kommunens tekniske forvaltning, og at foretage en byggeteknisk gennemgang. Eksisterende tegninger passer dog ofte ikke med virkeligheden, så det er vigtigt også at tage prøver (undersøge vigtige steder) og evt. foretage en orien-

terende måling af lydisolationen.

På dette grundlag – sammenholdt med beboerudsagn – kan løsningsmulighederne skitseres og indgå i de efterfølgende tekniske og økonomiske overvejelser.

#### Beboerinddragelse

I forbindelse med større renoveringer af bygningstype E2 er det vigtigt gennem beboerinddragelse at foretage en vurdering af lydforholdene tidligst muligt i processen, bl.a. gennem beboernes oplevelser af nabostøj, som ofte er ret betydelig.

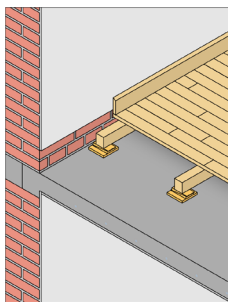
### FORVENTET LYDKLASSE

Baseret på lyddata i ældre SBI-anvisninger forventes bygningstype E2 normalt at kunne overholde lydklasse E. Bygningstype E2 har tynde etagedæk. Der er mange varianter af gulvopklodsningerne, men alle langt fra dagens standard mht. trinlyddæmpning.

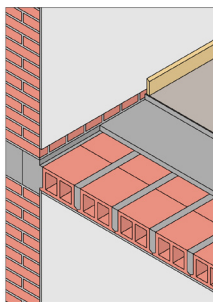
### HVAD KAN OPNÅS VED LYDRENOVERING?

Ved en omhyggelig projektering og udførelse forventes det, at minimum lydklasse D kan opnås, men hvis rumdimensionerne samt de økonomiske ressourcer er tilstrækkelige, kan der muligvis opnås lydklasse C. Der bør udføres lydisolationsmålinger før detailprojekteringen for at kunne optimere indsatsen

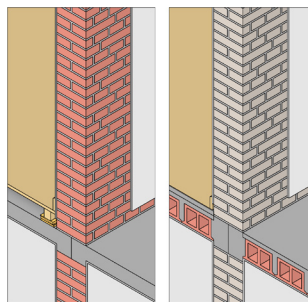
### EKSEMPLER PÅ EKISTERENDE BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE



Støbt beton

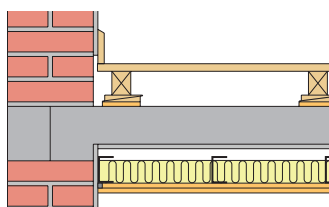


Tegldæk

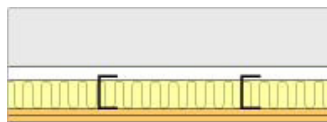


Murede vægge

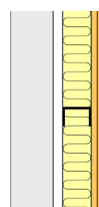
### EKSEMPLER PÅ TYPISKE LYDISOLERINGSLØSNINGER



Nyt gulv og nyt fritbærende underloft.



Nyt fritbærende underloft. Lodret snit. Bæreprøfter fastgjort på vægge. Tykkelse min. 120 mm.



Ny fritstående forsatsvæg. Vandret snit. Skeletkonstruktion/stolper fastgjort på gulv og loft. Tykkelse min. 105 mm. Note: Til murede vægge kan evt. anvendes en forsatsbeklædning, tykkelse min. 80 mm.

### SKITSERING AF LØSNINGER

Ved skitsering – og senere projektering – af lydrenoveringsløsninger er det vigtigt at sikre sig, at pladsforholdene tillader de skitserede løsninger. Dette gælder især opsætning af et nyt loft, hvor der er brug for ca. 120 mm højde til det nye loft, og man skal også sikre sig, at vinduernes placering muliggør opsætningen af loftet.

Ved projektering af lydrenovering skal ændringer af elinstallationer, rørføringer mv. tages i betragtning.

### BEMÆRKNINGER

Mht. støj fra vand- og afløbsinstallationer samt lyd gennem ventilationskanaler henvises til SBI-anvisning 243 [5].

### LITTERATUR

Se liste bagest i folderen.

Supplerende bemærkninger om utætheder og gulvkonstruktioner findes på s. 8.

## Bygningstype E3: Betonelementbyggeri

Byggeperiode: Ca. 1960-2009. Antal boliger i Danmark: Ca. 400.000

Bygningsreglement: BR1961-BR1995.

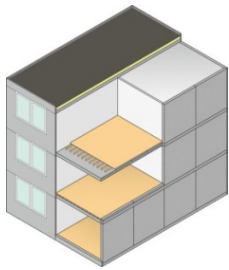
Estimeret lydisolation:  $R'_w \geq 52-53$  dB;  $L'_{n,w} \leq 58$  dB (svarende til lydkravene i perioden).

LYDKLASSE

**D**

DS 490:2018

### BYGNINGSTYPE E3: EKSEMPLER BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE SAMT LYDRENOVERINGSLØSNINGER



Bygningstype E3 blev anvendt gennem en ca. 50 år lang periode. Generelt har boligerne en lydisolation svarende til lydklasse D, altså noget under de nugældende krav til nybyggeri. Lydrenovering omfatter principielt forbedring af både etagedæk og vægge

samt tætning af utætheder i samlinger og omkring rør.

#### Kendskab til bygningen

Før konkrete løsningsmuligheder for lydrenovering kan vurderes, er det vigtigt at skaffe flest mulige oplysninger om bygningskonstruktionerne, evt. hos kommunens tekniske forvaltning, og at foretage en byggeteknisk gennemgang. Eksisterende tegninger passer dog ikke altid med virkeligheden, så det er vigtigt at undersøge kritiske steder og evt. foretage en orienterende måling af

lydisolationen. På dette grundlag – sammenholdt med beboerudsagn – kan løsningsmulighederne skitseres og indgå i de efterfølgende tekniske og økonomiske overvejelser.

#### Beboerinddragelse

I forbindelse med større renoveringer af bygningstype E3 er det vigtigt gennem beboerinddragelse at foretage en vurdering af lydforholdene tidligst muligt i processen, bl.a. gennem beboernes oplevelser af nabostøj.

### FORVENTET LYDKLASSE

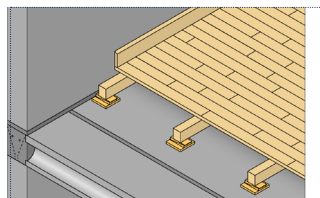
Lydisolationen for betonelementbyggeriet fra denne periode forventes at svare til bygningsreglementets krav for perioden svarende til den øvre del af lydklasse D.

### HVAD KAN OPNÅS VED LYDRENOVERING?

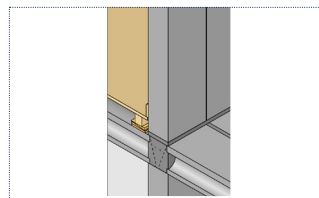
Det forventes, at lydklasse C kan opnås, muligvis blot ved udskiftning af de eksisterende trinlydopklodsninger med nye, særligt lyddæmpende opklodsninger. Eventuelle yderligere tiltag må beslattes ud fra en gennemgang af bygningen.

Der bør udføres lydisolationsmålinger før detailprojekteringen for at kunne optimere indsatsen.

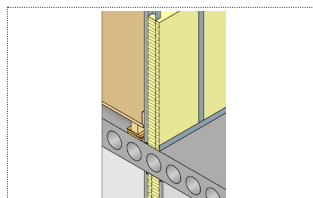
### EKSEMPLER PÅ EKKSISTERENDE BOLIGADSKILLENDE ETAGEDÆK OG VÆGGE



Betonhuldæk

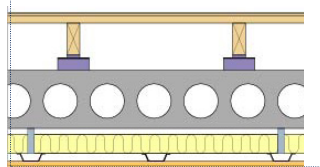


Betonvæg

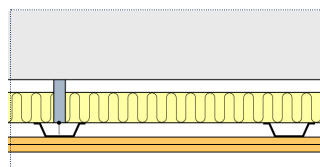


Let væg

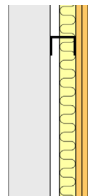
### EKSEMPLER PÅ TYPISKE LYDISOLERINGSLØSNINGER



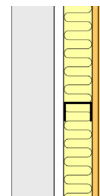
Nyt gulv og/eller nyt nedhængt loft



Nyt nedhængt underloft.  
Lodret snit.  
Tykkelse min. 120 mm.



Ny forsatsbeklædning, kun til tunge vægge. Vandret snit. Skeletkonstruktion / stolper på eksisterende væg. Tykkelse min. 80 mm.



Ny fritstående forsatsvæg. Vandret snit. Skeletkonstruktion / stolper fastgjort på gulv og loft. Tykkelse min. 105 mm. Note: Til murede vægge kan evt. anvendes en forsatsbeklædning, tykkelse min. 80 mm.

### SKITSERING AF LØSNINGER

Ved skitsering – og senere projektering – af lydrenoveringsløsninger er det vigtigt at sikre sig, at pladsforholdene tillader de skitserede løsninger.

Dette gælder især opsætning af et nyt loft, hvor der er brug for ca. 120 mm højde til det nye loft, og man skal også sikre sig, at vinduernes placering muliggør opsætningen af loftet.

Ved projektering af lydrenovering skal ændringer af elinstallationer, rørføringer mv. tages i betragtning.

### BEMÆRKNINGER

Mht. støj fra vand- og afløbsinstallationer samt lyd gennem ventilationskanaler henvises til SBI-anvisning 243 [5].

Supplerende bemærkninger om utætheder og gulvkonstruktioner findes på s. 8.

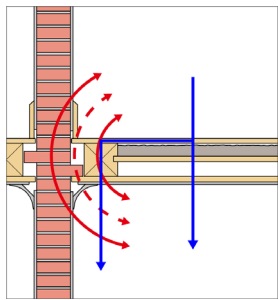
### LITTERATUR

Se liste bagest i folderen.

## EKSEMPLER PÅ LYDTRANSMISSION VIA KONSTRUKTIONER OG UTÆTHEDER

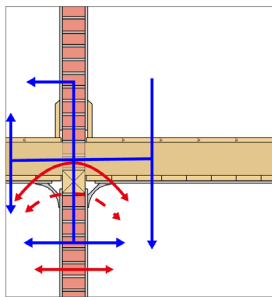
### BYGNINGSTYPE E1: ÆLDRE MURET BYGGERI MED TRÆTAGEADSKILLELSER

Transmission af luftlyd og trinlyd mellem rum er illustreret på figurerne herunder.



**Luftlyd:** Lodret transmission via træbjælkelag, utætheder og flankerende væg.

**Trinlyd:** Lodret transmission via træbjælkelag



**Luftlyd:** Vandret transmission af luftlyd via gennemgående træbjælke, utætheder og væg.

**Trinlyd:** Vandret og lodret transmission via træbjælkelag og flankerende væg.

**Signaturer:**

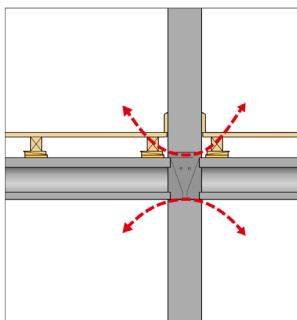
- Luftlydtransmission
- Luftlyd gennem utætheder
- Trinlydtransmission

**Forskelle mellem trinlyd og luftlyd:**  
Trinlyd transmitteres ikke via utætheder. Flanketransmission via vægge sker kun ved de vægge, som er bærende for bjælkerne

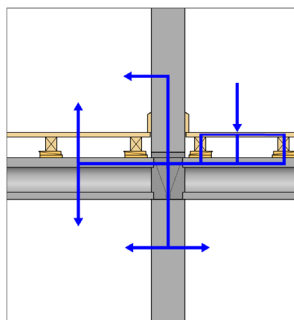
**Trinlyddæmpning i Bygningstype E1:** Da trinlyden går gennem bjælkelaget, kan den i praksis kun reduceres ved opsætning af et nyt underloft. Principielt kan der også monteres et nyt, svømmende overgulv, men det vil betyde øget gulvhøjde og dermed flytning af fodpaneler og dørrtrin. Se løsningsmuligheder i SBI-anvisning 243 [5].

### BYGNINGSTYPE E2 OG E3: MURET BYGGERI MED STØBTE ETAGEADSKILLELSER OG BETONELEMENTBYGGERI

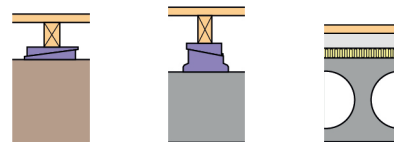
Transmission af luftlyd og trinlyd mellem rum er illustreret på figurerne herunder. Signaturer: Se ovenfor.



**Luftlyd:** Vandret transmission mellem naborum via utætheder i støbeskel.



**Trinlyd:** Transmission fra et rum til omgivende rum lodret, skråt og vandret.



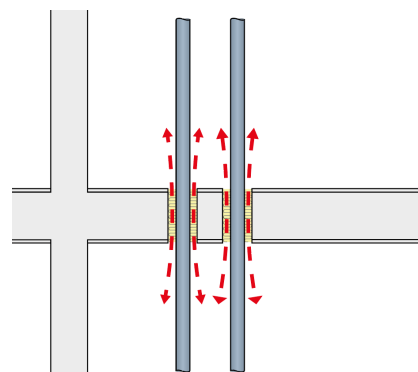
Eksempler på etagedæk og trinlyddæmpende løsninger: Trægulv på forskellige opklodsninger og svømmende gulv.

**Trinlyddæmpning, bygningstype E2 og E3:** Forbedringen sker ved at benytte opklodsninger med bedre trinlyddæmpende egenskaber eller ved at montere et svømmende gulv, se eksempler ovenfor og detaljer i SBI-anvisning 243 [5].

### ALLE BYGNINGSTYPER - UTÆTHEDER VED RØRGENNEMFØRINGER OG I/GENNEM KONSTRUKTIONER OG SAMLINGER

Lyd transmitteres både gennem bygningskonstruktionerne og gennem utætheder. Afhængigt af omfanget af utætheder, kan der forekomme en betydelig forringelse af lydisolationen, og tætning er første trin til en forbedring af lydisolationen. Utætheder kan forekomme omkring alle slags rørgennemføringer og andre installationer, fx elinstallationer. Utætheder kan også forekomme i konstruktionssamlinger og igennem utætheder i konstrukti-

oner. Eksempler for bygningstyperne E1, E2 og E3 er vist ovenfor. Især for bygningstype E1 med træbjælkelag og murede vægge kan der forekomme betydelige utætheder, både gennem utætheder i konstruktionerne (svind, revner) i vægge og bjælkelag og i alle samlinger mellem vægge og dæk samt i udmuret bindingsværk gennem utætheder mellem murværk og bindingsværk.



Eksempel på utætheder omkring rørgennemføringer.



### LÆSEVEJLEDNING

Bygningstyperne E1, E2, E3 svarer til betegnelserne for eksisterende byggeri fra forskellige tidsperioder anvendt i SBI-anvisning 243 [5]. - Siderne 5-7 i folderen vedrører lydrenovering af E1, E2 og E3 og kan læses uafhængigt af hinanden, derfor en del ensartede tekster på siderne.

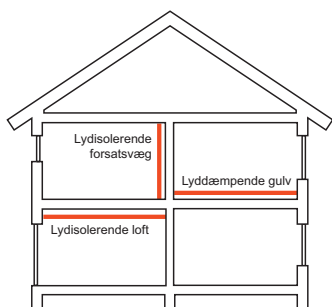
Bygningstype E1: Ældre muret byggeri med træetageadskillelser. Periode: ~1850 til 1930/1950.

Bygningstype E2: Muret byggeri med in situ støbte etageadskillelser og trægulve. Periode: ~ 1930-1960.

Bygningstype E3: Betonelementbyggeri med trægulve. Periode: ~ 1960-2009.

Nybyggeri: Betonelementbyggeri med trægulve (bedre lydisolation end E3). Periode: Fra ~ 2010.

Nybyggeri opført fra ca. 2010 skal overholde nugældende lydkrav i bygningsreglementet, lydklasse C, og er derfor ikke inkluderet i folderen. Lydisolering mellem boliger i nybyggeri er beskrevet i [6].



**VED RENOVERING BØR  
FORBEDRING AF LYDFORHOLD  
PLANLÆGGES PÅ LIGE FOD MED  
ANDRE ÆNDRINGER!**

### TIPS & TRICKS

En renoveringsproces kan samlet set tage mange år fra idéfasen til gennemførelse, og måske bliver lydrenoveringen fravalgt. Men uanset beslutningen om lydrenovering kan der for små beløb rimeligt let og hurtigt foretages enkle tiltag for at mindske ulemperne af nogle generende lyde, fx smækkende døre, låger, skuffer og wc-brætter, eller nabostøj gennem utætheder eller fra børns leg på gulvet. Eksempler på sådanne tiltag:

- Nye tætningslister på entrédørens anslag
- Dæmpere på indvendige døres anslag
- Dæmpere til låger/skuffer
- Soft-close toiletsæder
- Gulvtæpper på legearealer i boligen
- Foretage tætning af lækager omkring varmerør og andre installationsgennemføringer samt ved elkontakter
- Tætning mellem boliger kan også reducere røgtransmissionen

Hvis der ikke er beslutning om at lydrenovere hele ejendommen, kan de beboere, der har brug for ro, overveje at lydisolere et enkelt rum i deres bolig som et "stille rum", der kan bruges til fx soveværelse, kontor eller andre stille aktiviteter.

### ORDLISTE

Der skelnes mellem to typer af krav til lydisolation mellem boliger:

**Luftlydisolation:** Bygningsdeles evne til at reducere transmission af luftlyd, fx musik fra en højttaler eller samtale, mellem rum i en bygning. Tallet angives som et reduktionstal ( $R'_w$ ) udtrykt i decibel (dB). Jo højere tal, jo bedre luftlydisolation.

**Trinlydniveau:** Bygningsdeles egenskaber med hensyn til at transmittere trinlyd i en bygning. Trinlydniveauet betegner den lyd, der frembringes i et rum, når gulvet i et andet rum påvirkes med en standardiseret bankemaskine.

Tallet angives som trinlydniveau ( $L'_{n,w}$ ) udtrykt i decibel (dB). Jo lavere tal, jo bedre trinlydisolering.

**Øvrige begreber:** Se [3], [4] og [5].

### LITTERATUR

- [1] Rasmussen, B. & Ekholm, O. (2019). Nabostøj i danske etageboliger – Gener og potentielle helbredseffekter. Sundhedsstyrelsen, Miljø og sundhed, december 2019.
- [2] Bygningsreglement 2018. <http://bygningsreglementet.dk>  
Note: Her findes også adgang til alle tidligere danske bygningsreglementer.
- [3] Vejledning om lydbestemmelser i Bygningsreglement 2018 (akustisk Indeklima). <http://bygningsreglementet.dk>
- [4] Rasmussen, B. & Møller Petersen, C (2014). Lydisolering mellem boliger – eksisterende byggeri. SBI-anvisning 243, SBI forlag, Aalborg Universitet.
- [5] DS 490:2018. Lydklassifikation af boliger. Dansk Standard.
- [6] Rasmussen, B., Petersen, C.M. & Hoffmeyer, D. (2011). Lydisolering mellem boliger – nybyggeri. SBI-anvisning 237. SBI forlag, Aalborg Universitet.
- [7] <https://www.nabostoej.aau.dk/>. Note: Indeholder links til SBI-lydanvisninger og projektrapporter relateret til etageboligbyggeri og nabostøj.

Denne GOD PRAKSIS folder handler om lydisolering mod nabostøj. I Danmark er der ca. 1,1 mio. etageboliger bygget fra ca. 1850 til 2020. Over halvdelen er bygget, før der var lydisolationskrav i bygningsreglementet, og har lydforhold langt under nugældende lydkrav.

Bygningskonstruktionerne i boligbyggeri har ændret sig gennem tiderne, og folderen beskriver principperne for lydrenoveringsløsninger for boligadskillende vægge og etagedæk i boligbyggeri fra forskellige tidsperioder.

I renoveringsprojekter bør forbedring af lydforhold planlægges på lige fod med andre ændringer. Beboernes oplevelse af støjgener bør tages alvorligt og have høj prioritet, ikke mindst fordi der ofte er 25-30 år mellem større renoveringer.

Folderen henvender sig til boligorganisationer, bestyrelser, beboere, byggerådgivere og entreprenører og er tænkt som inspiration til at bringe lydrenovering ind i de indledende diskussioner om renovering af etageboligbebyggelser.



Lydklasse A

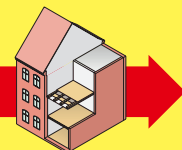
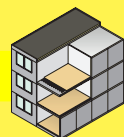
Lydklasse B

Lydklasse C

Lydklasse D

Lydklasse E

Lydklasse F



**DET ER VELKENDT, AT BOLIGER  
KAN ENERGIMÆRKES,  
MEN DE KAN FAKTISK OGSÅ  
LYDMÆRKES!**

Publikationen er en del af projektet "Implementering af LYDKVALITET ved renovering af etageboligbyggeri - Et pilotprojekt", som er finansieret af Landsbyggefonden, Realdania, og Aase & Ejnar Danielsens Fond.

Titel: Lydisolering mod nabostøj i etageboligbyggeri - GOD PRAKSIS

Udgave: 1. udgave

Udgivelsesår: April 2021

Forfatter: Birgit Rasmussen

Redaktion: Dorte Gram og Lise Jacobsen

Tegninger: Michael Ulf Bech og Lise Jacobsen

Ophavsret: BUILD, Aalborg Universitet