

# INDVENDIG ISOLERING AF MUREDE FACADEVÆGGE

**RESUMÉ:** Ny forskning viser, at det godt kan lade sig gøre at isolere massive ydermure indvendigt uden at opsætte en traditionel dampspærre. Forsøgene peger på, at man både skal håndtere fugt, der kommer udefra og indefra, hvis man skal opnå en god løsning. Indvendig isolering kræver dog stor omhu, hvis man skal undgå skimmel- og fugtskader.

**EMNEORD:** Dampspærre, fugt, skimmel, imprægnering, isolering

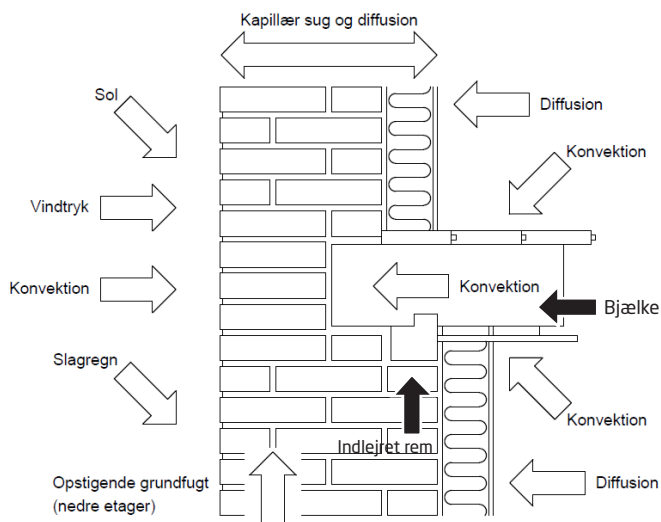
## AKTUALITET

Etageejendomme med meget lidt eller ingen isolering, som er opført fra 1851 til 1930, udgør 41% af alle fleretages bygninger i Danmark. I disse bygninger er der behov for efterisolering for at reducere varmetab og spare energi.

Udvendig isolering er hyppigt anvendt uden problemer. Nogle gange er det dog nødvendigt at isolere indvendigt, f.eks. i bevaringsværdige bygninger.

Der har været stor skepsis over for indvendig isolering, fordi der er konstateret en lang række fugt- og skimmelskader, primært ved massivt murede facader. Det er skader, som både giver sundhedsmæssige udfordringer for beboerne og økonomiske konsekvenser for ejerne.

Problemstillingen har ført til en stor interesse for ny viden om fugtsikre metoder i renoveringsbranchen, både blandt producenter og importører af isoleringssystemer og blandt projekterende og udførende. I denne analyse gives et kort indblik i DTU Bygs nye forskning i indvendig isolering på massive murede facader.



**FIGUR 1: INDRE OG YDRE PÅVIRKNINGER MED VAND OG FUGT PÅ FACADEVÆGGEN**

## GRUNDLAG FOR ANALYSEN

For at finde frem til brugbare løsninger, må vi tage afsæt i nogle basale bygningsfysiske forhold (figur 1).

Når der opsættes indvendig isolering, reduceres temperaturen i de massive facadevægge om vinteren, og det betyder, at fugtigheden i muren stiger. Fugten øger murens varmeledningsevne og dermed varmetabet gennem muren. Desuden kan øget fugt føre til øget risiko for skimmelvækst. I værste fald er der risiko for, at der kan opstå en række bygningsskader. Det kan f.eks. være frostsikader i murværket eller svampeangreb, hvis der er træ til stede.

## OMFATTENDE FULDSKALA FORSØG

DTU Byg har siden 2013 undersøgt, hvordan man kan anvende indvendige isoleringsmaterialer uden brug af dampspærre. I forsøget anvendes et isolerende hydrofilt (vand-venligt) materiale, som fuldklæbes på indersiden af den oprindelige mur, så det bliver en forlængelse af muren. Materialet tillader vanddiffusion på samme måde som den eksisterende mur og eventuelt kapillar vandtransport gennem hele konstruktionen.

Forskerne har primært koncentreret sig om to forsøg i fuld skala i to 40 fods containere på DTU Byg med kontrolleret indeklima. I de to containere var der bygget 24 stk. 1x2 meter halvanden-sten-mure ind i siderne. Murene var forsynet med forskellige isoleringssystemer med varierende parametre.

I projektet blev der undersøgt isoleringssystemer med følgende materialer:

- Skumbeton
- Letbeton
- Kalciumsilikat
- Polyuretanplader med kanaler af kalciumsilikatmørtel (semi-diffusionsåbent materiale)
- Kalkholdig Isoleringspuds

Til sammenligning blev der også undersøgt en traditionel løsning med mineraluldsbatts, gipsplader og dampspærre.

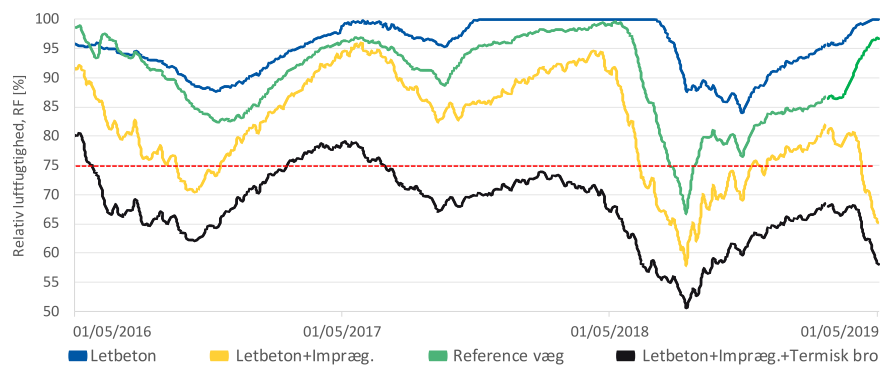
## RESULTATER

Forskningsresultaterne viser nogle klare indikationer på, hvordan indvendig facadeisolering i bygninger med relativt højt indvendigt fugtniveau fungerer på facader med massivt murværk:

1. For mere diffusionstætte isoleringssystemer som f.eks. polyuretanplader med kanaler af kalciumsilikatmørtel viser forsøgene, at imprægneringen har en positiv effekt både sommer og vinter. Ved diffusionsåbne materialer har imprægnering af ydermuren en positiv effekt om sommeren og en negativ effekt om vinteren. I begge tilfælde gælder dette både for skillelaget og for indlejrede træelementer. Når den relative indvendige fugt holdes på et normalt niveau (indeklimatekl. 2), har imprægnering en positiv effekt ved diffusionsåbne isoleringssystemer, både sommer og vinter.
2. Udvendige overflader skal være uden revner og sprækker, da den udefra kommende vandpåvirkning har stor indflydelse på funktionen af den indvendige isolering.
3. Indvendige overflader skal afrensnes omhyggeligt for organisk materiale før man installerer den indvendige efterisolering. Det er også sikrest at undgå at bruge organiske isoleringsmaterialer som fx træfiber, kork og papir.
4. Simuleringer viser, at det har en positiv effekt på den relative luftfugtighed i det kritiske skillelag mellem murværk og isoleringssystemet, hvis man kombinerer imprægnering af de udvendige overflader med metoder til at nedsætte fugtpåvirkningen fra indeklimaet. F.eks. i form af balanceret ventilation.
5. Forsøgene viser også, at den relative fugt i imprægnerede vægge reduceres mere end i ikke-imprægnerede vægge. Det gælder både i skillelag og i indlejrede træelementer.
6. Der er en positiv effekt ved at installere en tilsigtet termisk bro bestående af et materiale med en lavere isoleringsevne foran indlejrede træelementer som fx træremme og bjælkeender. Det gør, at fugtindholdet i træele-

7. Forsøg med forskellige isoleringstykkelser indikerer, at tyndere isolering fører til lavere risiko for høj fugt og skimmelvækst.
8. Forsøg med 60% relativ fugt i indeklimaet viste, at tunge møbler med tæt polstring ikke bør placeres direkte op imod den indvendige vægoverflade, da det kan medføre øget relativ fugtighed mellem væggen og møblet. Billedrammer, som var ophængt 1,5 cm fra væggens indvendige overflade, førte ikke til øget relativ fugtighed mellem væg og billedramme.
9. Det er muligt at male med diffusionstæt maling i stedet for diffusionsåben, uden at det fører til øget fugt i væggen. Effekten af hvert lag diffusionstæt maling er relativt lille, og det vil kræve mange overmalinger, før det får en nævneværdig negativ effekt på fugtigheden.

Det skal bemærkes, at de ovennævnte resultater er baseret på et begrænset antal forsøg, som ikke tager højde for individuelle lokale forhold. Så man bør altid foretage en konkret vurdering i det enkelte tilfælde, før man uden forbehold anvender dem i praksis. Desuden er der stadig nogle usikkerheder vedrørende de forskellige typer imprægnerings levetid og effekt på forskellige stentyper.



FIGUR 2: Relativ fugt i indlejret trærem ved efterisolering med 100 mm letbeton, målt i tre år. I modsætning til bjælken er remmen kritisk, da den er helt indlejret i væggen og derfor har svært ved at afgive fugten.

## LÆS MERE

- Jensen N.F. (2019) og Bjarløv S.P. GI-slutrapport. Anvendelighed og robusthed af indvendig efterisolering. Danmarks Tekniske Universitet, Institut for Byggeri og Anlæg, Rapport 415. Kongens Lyngby.
- Odgaard T., Bjarløv S.P. og Rode C. (2019) Interior insulation – Characterisation of the historic, solid masonry building segment and analysis of the heat saving potential by 1d, 2d, and 3d simulation. Energy and Buildings Volume 162, 1 March 2018, Pg 1-11.
- Odgaard T., Bjarløv S.P. og Rode C. (2019) Influence of hydrophobation and deliberate thermal bridge on hygrothermal conditions of internally insulated historic solid masonry walls with built-in wood. Energy and Buildings Volume 173, 15 August 2018, Pg 530-546.
- Handout om forskning i indvendig isolering på DTU, december 2013 til juni 2019.

UDARBEJDET AF: Lektor Søren Peter Bjarløv | PhD studerende Nikolaj Feldt Jensen