

EFTERISOLERING AF BINDINGSVÆRK

Indtil midten af 1700-årene var bygninger næsten altid opført af bindingsværk – et tømret skelet af lodrette stolper, vandrette remme og vandrette løsholter. Efterhånden slog det dyrere, grundmurede byggeri igennem i de større byer. I de mindre bysamfund og på landet vedblev man at bygge med bindingsværk, hvor det først efter midten af 1800-årene endelig blev fortrængt af grundmur. Der er derfor stadig mange velbevarede bindingsværksbygninger i brug.

Skal bindingsværksbygninger også i fremtiden kunne benyttes, må de i højere grad kunne opfylde nutidens krav til f.eks. varmeisolering. Efterisolering af bindingsværkshuse på den udvendige side er på alle måder en helt uacceptabel løsning, fordi bygningens udseende derved fuldstændig ændres og forringes, derfor beskrives kun den indvendige isolering.

Forundersøgelser

Ifølge Bygningsreglementet skal man kun udføre energibesparende foranstaltninger på eksisterende bygninger, såfremt der udføres ombygninger eller ændringer på klimaskærmen, d.v.s. tag og fag, herunder vinduer. Energi- besparende foranstaltninger kan være efterisolering af ydervægge, gulv og tag, energiforbedring af vinduer eller andre energibesparende tiltag som installation af varmepumper, solvarme, solceller eller lignende. Før man begynder på efterisolering af et bindingsværkshus, må man tage stilling til, hvorledes man løser problemet vedrørende fugtisolering, imprægnering mod råd og insekter og den fremtidige overfladebehandling.



Et bindingsværkshus har, specielt i sydsiden, ofte en række helt tætsiddende vinduer i facaden. Da det vil være næsten omsonst, rent energimæssigt, at varmeisolere disse smalle facadestykker, anbefales det at efterisolere vinduerne med indvendige forsatsvinduer med energiglas og kun sætte max. 5 cm isolering indvendigt på stykket mellem vinduerne.

Det er også vigtigt at overveje, hvorledes vindues- og dørtilslutninger skal udføres, samt hvordan radiatorerne skal placeres. Og endelig skal man vurdere omkostningerne ved de ønskede arbejder set i relation til isolationseffekten. Under disse overvejelser kan det anbefales at henvende sig til en restaureringskyndig arkitekt eller konstruktør, som kan rådgive i forbindelse med disse overvejelser.

Lovgivning

Som led i forundersøgelserne skal man gøre sig klart:

1. Er bygningen fredet eller bevaringsværdig – herunder omfattet af en bevarende lokalplan
2. Får bygningen en ændret anvendelse efter energiforbedringen og ombygningen.
3. Benyttes bygningen til sommerhus eller til helårsbeboelse

Fredede bygninger

Hvis bygningen er fredet er den ifølge Bygningsreglementets kap. 7.4.1 stk. 3 fritaget for energikravene i Bygningsreglementets kap. 7.4.2, (Energikrav ved ombygninger og andre forandringer i bygningen) og kap. 8.6.2, stk. 2. (Krav om opsætning af solcelleanlæg udenfor de eksisterende fjernvarmeområder).

Hvis en fredet bygning ændrer anvendelse, f.eks. en stald, der indrettes til beboelse, eller en uudnyttet tagetage, der indrettes til værelser, gælder ovennævnte undtagelse i Bygningsreglementet ikke.

Bevaringsværdige bygninger

Hvis bygningen er bevaringsværdig siger BR10 i kapitel 7.4.2 stk. 3: 'Bevaringsværdige bygninger, der er omfattet af en bevarende byplanvedtægt, bevarende lokalplan, tinglyst bevaringsdeklaration eller bygninger udpeget i kommuneplanen som bevaringsværdige og bygninger, der af kulturministeren

er besluttet udpeget som bevaringsværdige i henhold til bygningsfredningslovens § 19, stk. 1, er ligeledes undtaget fra bestemmelserne i kap. 7.4.2, og kap. 8.6.2, stk. 2, hvis det vil være i strid med den pågældende planlægning eller udpegning at efterleve kravene'.

For bevaringsværdige bindingsværksbygninger, der enten er omfattet af en bevarende byplanvedtægt, en bevarende lokalplan eller udpeget efter Bygningsfredningslovens §19 stk.1, eller hvis huset er udpeget som enkeltbygning med anvendelse af SAVE-systemet (hvilket bl.a. fremgår af Kulturstyrelsens Database over Fredede og Bevaringsværdige Bygninger FBB – se link på sidste side), gælder det, at man i disse tilfælde i planlægningen har ønsket at bevare de pågældende bygningers ydre fremtræden – som led i en bebyggelseshelhed eller som enkeltbygning, uden tilknytning til en helhed.



Da det er karakteristisk for mange bindingsværkshuse, at de er meget smalle, ofte kun 5-6 meter brede, vil en indvendig isolering med f.eks. 15 cm isolering plus beklædning gøre huset omkring en halv meter smallere indvendigt, hvilket er yderst mærkbart for huset og rummene. Da ydervæggene samtidigt er meget tynde, ca. 15 cm i alt, anbefales det kun at isolere under vindueshøjde (brystningen) med et beklædt 'forsatspanel', hvorved rummene ikke føles smallere og væggene stadig fremstår forholdsvis tynde.

I begge tilfælde er det vigtigt at den enkelte bygnings bygningskrop, facader, vinduer og døre, udvendige trapper, tag, tagrender og skorstene mm. ikke ændres, teknisk eller visuelt, på en uheldig måde for bevaringsværdierne. F.eks. ved en udskiftning af vinduerne med termovinduer eller andre materialer end træ, udvendig isolering af facaderne, ændring eller hævnning af taget og tagmaterialerne, på grund af efterisoleringsarbejder.

En bevaringsværdig bindingsværksbygning er derfor undtaget fra energibestemmelserne i kap. 7.4.2, og kap. 8.6.2, stk. 2 i Bygningsreglementet, udpegningen som bevaringsværdig er tæt knyttet til husets bindingsværksfacader og tilhørende vinduer, døre og tag.

Netop fordi det er bygningens samlede bevaringsværdi, der udgør de kriterier, den udpeges som bevaringsværdig efter, kan man ikke 'nøjes' med at 'beskytte' gadesiden mod skæmmende efterisoleringstiltag, men som minimum også begge tagflader og begge gavle, men i mange tilfælde også husets bagside.

Dette betyder, at en efterisolering af en bevaringsværdig bindingsværksbygning ikke kan omfatte:

- Udskiftning af originale vinduer af træ med nye termo- eller energivinduer
- Udskiftning af originale yderdøre eller porte
- Udvendig facadeisolering -. Gælder også gavle og husets bagside.
- Efterisolering af taget, hvor taghøjden hæves synligt og tagmaterialet ændres til andre materialer.

For sommerhuse gælder der andre og lempeligere energibestemmelser til f.eks. ydervægge, døre og vinduer end for bygninger, anvendt til helårsbeboelse.

Ikke-fredede og ikke-bevaringsværdige bygninger

Er bygningen ikke fredet eller bevaringsværdig skal den ved en almindelig ombygning opfylde kravene i Bygningsreglementets § 7.4.2 og 7.4.3. Man kan imidlertid også her, med henvisning til Bygningsreglementets § 7.4.2 stk 3 nøjes med at udføre de energibesparende foranstaltninger, der er rentable og fugtteknisk forsvarlige. Det vil sige de i dette Informationsblad nævnte løsninger.

En udvendig isolering vil for et bindingsværkshus vedkommende ikke være fugtteknisk forsvarlig, da bindingsværkstømmeret vil komme til at sidde inde midt i en fugtsamlende konstruktion.

Bygningsreglementet (BR10) nævner i § 7.4.1, at energibesparende foranstaltninger skal være rentable. Herved forstås at den årlige besparelse gange levetiden divideret med investeringen skal være større end 1,33, svarende til, at foranstaltningen skal være tilbagebetalt indenfor 75 pct. af den forventede levetid.

BR10 fastslår herefter at, 'afhængig af den konstruktive udformning og bygningens isoleringstilstand, kan der være løsninger, der ikke er rentable, Ligeledes kan der være løsninger, der ikke kan gennemføres fugtteknisk forsvarligt. Disse arbejder skal ikke gennemføres.

Bilag 6 til BR10 indeholder en vejledning i afgrænsning af de arbejder, der er rentable. I særlige tilfælde med

komplerede bygningskonstruktioner kan de tiltag, der er beskrevet i bilag 6 ikke gennemføres på rentabel vis. Her skal der så foretages en eftervisning af den manglende rentabilitet.'

Selv om bindingsværkssvægge muligvis er nævnt i Bilag 6 til BR10 under betegnelsen 'Let ydervæg (skeletkonstruktion) inkl. brystnings- og fyldingspartier' skal det anbefales med udgangspunkt i Bygningsreglementets bestemmelser om rentabilitet og fugttekniske forsvarlige løsninger, at man i sin ansøgning til myndighederne foreslår bygningen isoleret med 10 cm mineraluld eller lignende plus 5 cm luftspalte lige bag bindingsværket (se senere).

Fugt i efterisolerede bindingsværkssvægge

Bindingsværk består af et tømmer skelet, hvor der normalt enten er udmuret med 11-13 cm brede mursten, eller klinet med ler på fletværk af ris eller grene. Disse felter kaldes tavler. Indvendigt er bindingsværket ofte pudset med et ca. 5 mm tykt pudslag.

Forbindelsen mellem tavler og tømmer er sjældent helt tæt, ligesom murstenene i de murede tavler kan være så porøse, at regn på udsatte steder kan trænge igennem selve stenen.

Ved varmeisolering af bindingsværkssydervægge ændres de klimatiske forhold i konstruktionen. Fugtniveauet i bindingsværkets tømmer øges, fordi varmen fra huset ikke længere i samme grad kan trænge ud gennem væggen. Det øgede fugtindhold kan forårsage en hurtigere nedbrydning af tømmerkonstruktionen. Bindingsværket kan også opsuge fugt fra grunden og fra slagregn og kondensfugt. Man skal derfor søge at

nedbringe risikoen for fugt i forbindelse med, at væggene isoleres.

Grundfugt

Ydervægge suger fugt fra grunden, hvis der ikke er en fugtstandsende adskillelse, f.eks. en stensokkel, mellem fundament og fodrem (det nederste, vandrette stykke tømmer). Mangler fodremmen, bør den retableres, før man går i gang med at isolere bindingsværket indvendigt.

Specielt på Sjælland findes der en del bindingsværksbygninger, som ikke er opført med fodrem, men hvor stolperne er stillet direkte på syldstenene (husets stensokkel). Her skal man ikke indlægge en fodrem, da det ændrer bygningens oprindelige konstruktion. I stedet skal man søge at etablere et fugtstandsende lag ved f.eks. at indlægge tagpap under selve de murede tavler, da det særligt er disse, der suger fugt. De bærende stolper behøver ikke tagpap som fugtstandsende lag, hvis de står med endetræet på en granitsten. Det er vigtigt, at overkanten af syldstenene ligger minimum 10 cm over terræn, og at terrænet har fald væk fra bygningen. Det kan derfor være nødvendigt at fjerne jorden, der ligger op mod bygningen.

Slagregn

Ydervægge er udsat for slagregn og på bygninger uden tagrender også for stænk fra tagdryppet. Det er netop, hvad der sker på et bindingsværkshus med stråtag, idet man ikke kan opsætte tagrender på dette. Heldigvis har stråtag ofte et ret kraftigt udhæng, så tagdryppet normalt ikke rammer selve væggen, men opsprøjtet fra jorden kan alligevel opfugte den nederste meter til halvanden af ydervæggen.

Løsningen på dette problem er at etablere en pigstenskant langs husmuren



Pigstenene bevirker dels at opsprøjtet fra tagskægget "deler" sig, spredes og ændrer retning, så en mindre del af vandet rammer væggen, dels er det vand, der rammer væggen ikke bliver mudret. Hvis pigstenskanten er udført rigtigt, virker den også som en 'drænrende', der leder regnvandet effektivt væk, så der ikke danner sig store vandpytter i selve tagdryppet. Rammer vanddråberne fra taget en vandpyt, sprøjter der langt mere vand op på muren, end hvis dråberne rammer en rund pigsten.

i en bredde, svarende til tagskægget. Pigstenskanten består af knyttnævestore, runde strandsten, lagt/nedbanket i grus på den "høje" led – med længderetning fra væggen og ud. Under selve tagdryppet lægges stenene, ligeledes nedbanket på den høje led, på langs af vægretningen, som en slags "kantsten". Belægningen skal derudover have fald væk fra husvæggen. Se informationsbladet *Belægninger*

Pigstenskanten langs husvæggen er derfor en integreret del af det at have et stråtag på sit hus. Forsøg med at erstatte pigstenene med betonfliser eller asfalt langs ydermurene, forværrer faktisk opsprøjt- og fugtproblemerne, fordi der oftere lægger sig 'blankt vand' på disse overflader.

Hvis bindingsværkshuset har tegltag, vil det for det meste være forsynet med tagrender, hvorved fugtproblemerne

ikke bliver så slemme, hvis man husker at rense og tætné tagrender og nedløb. Nogle tegltage er ikke 'født' med tagrender, fordi disse ikke passer til husets arkitektur og byggestil. Man bør i så fald ikke forsyne taget med tagrender, da man derved ændrer på husets arkitektoniske udtryk på en uheldig måde. I stedet kan man etablere en pigstenskant langs tagdryppet, der stort set virker lige så effektivt som en tagrende, og i øvrigt ikke skal renses som denne. Hvis der ligger betonfliser eller lignende i tagdryppet, fjernes disse, da de forværrer opsprøjtet, og dermed fugtproblemerne.

Bindingsværkshuse er ofte kalkede på tavlene, felterne mellem tømmeret, og hvis disse genkalkes hvert 5.-8. år, er det i reglen tilstrækkeligt til at hindre skader fra slagregn, fordi kalk giver en vandafvisende overflade. Andre mere eller mindre tætte overfladebehandlinger på bindingsværkstavlene, bl.a. plastikmaling og olieemulsionsmaling, må frarådes, da der ofte opstår problemer med fugtophobning bag disse overflader.

Det samme gælder tømmeret. Den korrekte overfladebehandling på disse er limfarve (Kaseinfarve), hvis tømmeret står hvidt, gråt, rødt, dodeknopf eller grønt, og træbjærefarve, hvis bindingsværket er sort eller brunt. Her skal man ikke anvende stenkulstjære, plastikmaling eller olieemulsionsmaling, da fugten ophobes i træet, så dette rådner.

Kondensfugt

Den tredje årsag til fugt i bindingsværk skyldes, at den fugtige luft inde fra de opvarmede rum sætter sig på de kolde ydervægge, hvor den kondenserer på samme måde, som når ruder dugger. Ved uisolerede bindingsværkssvægge vil

dugpunktet ligge meget tæt på den indvendige vægflade. Dugpunktet er det sted i ydervæggen, hvor der – afhængig af temperatur og fugtighed – kan dannes vand. Isoleres væggen, vil dugpunktet uheldigvis flytte sig ind i væggens isolering, og isoleringen kan derved komme til at indeholde vand. Det nedsætter isoleringsevnen, og der kan også opstå risiko for råd- og svampeskader.



Der sker i øjeblikket ret meget indenfor nye isoleringsmaterialer til bygninger. Disse bliver bl.a. mere og mere effektive og mange er også så lidt fugtabsorberende, at de ikke kræver eller anbefaler etablering af dampspærre i konstruktionen. Der findes allerede nogle på markedet, med en dobbelt så effektiv U-værdi som mineraluld, nemlig med en λ -værdi på 0,019 - 0,021 mod mineralulds 0,040 W/mK. Det betyder, at isoleringstykkelsen enten kan reduceres til 5 cm eller, hvis man vælger at efterisolere med 10 cm indvendigt, kan man opnå en U-værdi for ydervæggen på 0,15-0,17 W/m²K. Nogle af disse materialer opfylder ikke brandkravene og skal derfor 'indkapsles' i ikke-brandbare materialer. Billedet viser en indvendig isolering af en bindingsværkssvæg i en bevaringsværdig bygning med Fenolskums-plader. Disse har en λ -værdi på 0,021 W/mK, og isoleringstykkelsen kan derfor begrænses til 5 cm. Indvendigt beklædes isoleringen med brædder, rørsvæv og puds.

Man søger derfor at nedsætte fugtigheden i hele ydervægskonstruktionen ved at etablere en damptæt membran mellem den indvendige vægbeklædning og isoleringen.

I Bygningsreglementet (BR 10) § 4.6.2 står der, at 'Bygninger skal sikres mod skadelig akkumulering af kondensfugt som følge af fugttransport fra indeluften. Bygninger skal desuden sikres mod opslugning af fugt fra undergrunden.' Med hensyn til fugtteknisk udførelse af isoleringsarbejder henviser Bygningsreglementet til SBI-anvisning 224 'Fugt i bygninger' og en række byggetekniske erfaringer med forskellige løsninger fra BYG-ERFA. Ingen af disse berører imidlertid de særlige forhold, der gælder for bindingsværksbygninger.

Det er ikke muligt at foretage sikre beregninger af fugtrisikoen for bindingsværksydervægge, da væggen ikke er homogen (ensartet). Den almindelige måde at løse fugtproblemerne fra indeluften på er at anbringe en tæt dampspærre (plasticmembran) mellem isoleringen og den indvendige vægbeklædning. Dampspærreerne som materiale er imidlertid med årene blevet stadigt tættere, ofte med det resultat, at rummene nu er så tætte som plasticposer. Det har mange steder medført mugdannelser på væggene og dårlige indeklimaforhold.

Ud over at skabe et forringet indeklima har dampspærren den ulempe, at den også kan hindre konstruktionen i at tørre ud. I Statens Byggeforsknings Institut, SBI rapport nr. 171, har man foretaget en analyse af kondens i ydervægsisolationer. Rapporten peger på, at der kan opstå kondens i isolerede ½-stensvægge, fordi fugt udefra kan trænge gennem isoleringen og kondensere på ydersiden af dampspærren, dvs.

at der kan dannes vand i selve isoleringen. Prøver med forskellige typer isolering med og uden dampspærre viste, at isolerede ydervægge uden dampspærre havde den mindste fugtophobning, idet man måtte regne med, at væggen i perioder også kunne tørre i forbindelse med indvendig opvarmning.

I Bygningsreglementet stilles der ikke direkte krav om tætte dampspærre ved efterisolering af bygninger. Statens Byggeforsknings Instituts undersøgelsesresultater, som viste, at konstruktionen uden dampspærre klarer sig bedst, når der er tale om isolering af 1/2 stens ydervægge, bør derfor benyttes som udgangspunkt, når der skal træffes beslutning om den konkrete isoleringsløsning.

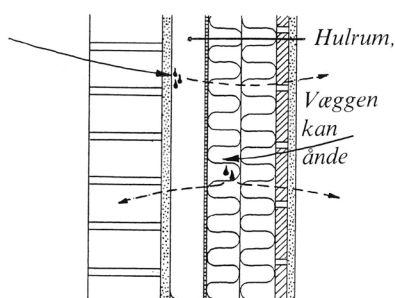
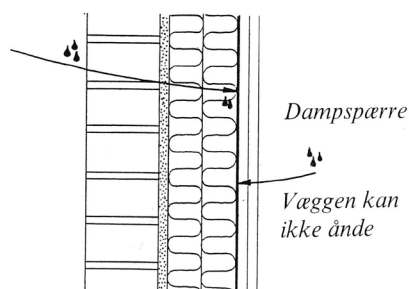
Det skal også anbefales, at man ved indvendig efterisolering vælger de mest effektive isoleringsmaterialer (med den laveste λ -værdi) og med den laveste fugtabsobering, der ifgl. producenten ikke kræver etablering af dampspærre.

I stedet for at anbringe en dampspærre i konstruktionen kan man også arbejde med indvendige vægmaterialer, der er lufttætte og kan ånde, således at varm luft indefra ikke går gennem beklædningen og kondenserer inde i konstruktionen.

Et uovertruffent materiale til dette er brædder, rørvæv og puds af lufthærdende kalkmørtel. Dette traditionelle byggemateriale til indvendige vægge kan udføres helt tæt ind og op mod vinduer og døre, lofter, loftbjælker og gulv. Kalkmørtel har gode fugtbufferegenskaber, hvis overfladerne ikke plasticmales, og så passer de pudsede flader smukt til ældre bygningers interiører. Brædder, rørvæv og puds kan bl.a. også følge ældre vægges krum-

ninger og skævheder på en pæn måde. Et andet muligt materiale er brædder med fer og not, der eksempelvis kan anbringes som et 'forsatspanel' under vinduesbrystningshøjde i rummene. Det er vigtigt at træbeklædningen ikke plasticmales, og at alle samlinger er tætte.

Gipsplader, træfiber- og spånplader og andre 'byggeplader' kan ikke anbefales, da de dels er langt vanskeligere at føje tæt sammen til f.eks. eksisterende loft- og vægflader og dels har disse materialer svært ved at følge ældre huses krumninger og skævheder. Fugtbufferegenskaberne er også begrænsede.



Tegningen viser, hvorfor man ikke må opsætte dampspærre af plastic eller et andet damptæt materiale ved efterisolering af bindingsværkshuse. Hvis dampspærren ikke er helt tæt, hvilket den ikke kan være i en gammel bygning, vil utæthederne skabe fugtophobning og råd i konstruktionen. I de tre sommertidspunkter juni, juli og august, hvor det er varmere udenfor end inde, vil vanddamptrykket gå udefra og ind – og her fortætte på ydersiden af dampspærren, og her bevirke råd og svamp i tømmeret. Man skal i stedet etablere et ventileret hulrum bag bindingsværket, som det ses på den nederste tegning og samtidigt etablere en forholdsvis tæt (ikke damptæt) indvendig beklædning, f.eks. af brædder, rørvæv og puds, der vil absorbere det meste af den indvendigt producerede fugt i huset.

Fugt- og varmeisolering med hulrum

Teknologisk Institut har i 1986 foretaget fugtmålinger på varmeisolerede bindingsværksydervægge. Resultaterne er publiceret i 1988 under overskriften: Isolation og Renovering af Bevaringsværdige Huse.

Målingerne peger på, at fugt i bindingsværket nedsættes, hvis der etableres et 50 mm hulrum mellem ydervæg og isolation. At dømme efter målingerne er det uvæsentligt, om hulrummet er ventileret. I forbindelse med isolering af bindingsværk bør man derfor sikre, at der er et fornuftigt hulrum mellem isoleringen og bindingsværket.

Træimprægnering

Trods iagttagelse af alle forsigtighedsregler skal man dog regne med, at der vil blive et større fugtindhold i bindingsværksvægge, når der foretages en indvendig efterisolering. Dermed øges også risikoen for svampeangreb og almindelig nedbrydning af bindingsværkets trækonstruktion. Hvis bindingsværkets tømmer bliver fritlagt indvendigt, inden isoleringen sættes op, kan det være en fornuftig disposition at beskytte træet mod råd- og insektangreb ved at påsmøre eller indsprøjte imprægneringsmidler. Se informationsbladene *Reparation af bindingsværk* og *Reparation af råd- og svampeskader*.

Praktisk vejledning i etablering af indvendig isolering

Varmeisolering

I Bygningsreglement 2010 stilles der for ombygning og energiforbedring af eksisterende bygninger krav om, at ydervægge skal være isoleret, så varmetabet gennem ydervæggen ikke må overskride 0,20 kW/m² K.

Beregninger viser, at en bindingsværksvæg generelt vil kunne overholde bygningsreglementets krav om maks. 0,20 W/m² K, hvis der på indvendig side isoleres med 150 mm mineraluld eller lignende og etableres et 50 mm hulrum, lige bag bindingsværksvæggen, adskilt fra isoleringen med en 3 mm hård træfiberplade. Der anbringes ikke dampspærre i konstruktionen, og den indvendige beklædning udføres som brædder, rørvæv og kalkpuds, der ikke må plastikmales. Pudsen virker her som en slags fugtbuffer eller dampspærre, der er forholdsvis let at gøre helt tæt.

Denne konstruktion anbefales til efterisolering af bindingsværkshuse, idet denne er efterprøvet via konkrete forsøg af henholdsvis SBI og Teknologisk Institut. Ved at benytte en mere

effektiv isolering end f.eks. mineraluld, kan isoleringstykkelsen reduceres til 5-10 cm.

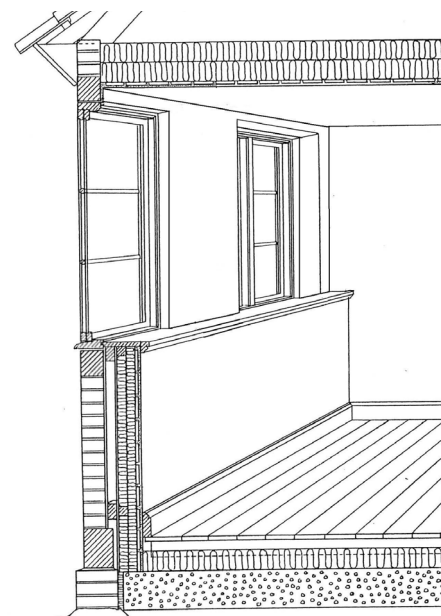
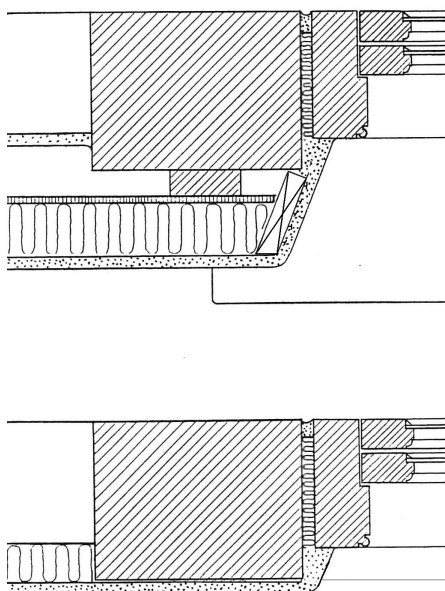
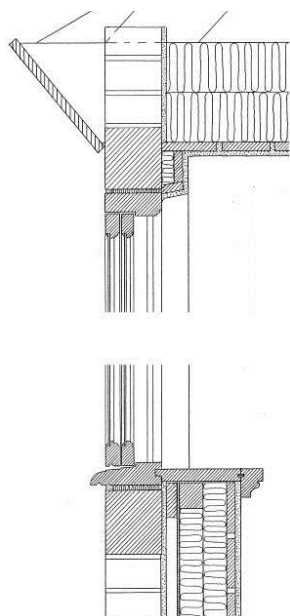
Ventileret hulrum bag ydervæggen

For at sikre en god adskillelse mellem bindingsværksvæg og indvendig isolering etableres der en 3 cm luftspalte med en 3 mm hård træfiberplade inderst. Erfaringer har vist, at det er praktisk først at sætte pladen op på et lægteskelet, der fastholder luftspalten. Bagefter opskrues hele fladen på ydervæggen. Der placeres afstandsklodser af træfiberplader direkte på bindingsværket. Fladen skrues fast gennem afstandsklodser.

Denne faste adskillelse mellem hulrum og isolering har tre fordele. Man får en god, vindtæt skærm, som øger isoleringsevnen; man undgår, at isoleringen

skubbes ud i hulrummet ved senere montage af f.eks. installationer, og hvis man senere skal ommure et eller flere tavle, kan dette gøres uafhængigt af den isolerende væg.

Når man opsætter den indvendige isolering, er der en række forhold, man bør være opmærksom på. Først og fremmest skal den indvendige væg opsættes helt parallelt med den udvendige, for følger man ikke den udvendige væg, får man skæve og grimme lysninger omkring vinduerne. Det kan resultere i vægge med en betydelig skævhed både lodret og vandret, men det betyder sjældent noget, fordi det skal være ret ud-talte skævheder, før man registrerer, at væggene er skæve. Har væggen ingen vinduer og døre, kan man naturligvis godt sætte væggen i lod.



T.v. og midtfor: Isolering under vinduesbrystning kan foretages med to lags isoleringsmateriale med forskudte lægter og samlinger, således at antallet af kuldebroer nedsættes. En kuldebro kan være som o.l., der er mindre isolerende end den øvrige vægflade, og som har forbindelse fra ydervæg til den indvendige overflade. T.h.: Lodret snit i den efterisolerede bindingsværksvæg med udvendigt ventileret hulrum, fastholdt med en vindtæt plade, 2 x 5 cm indvendig isolering og brædder, rørvæv og puds. Der må ikke sættes dampspærre af plastic eller andet i denne konstruktion. Det ventilerede hulrum 'trækker' automatisk fugten ud af konstruktionen og ventilerer denne bort. Ved at benytte brædder, rørvæv og puds (af kalkmørtel, endelig ikke med cement i), som veluddannede murerfirmaer stadig kan udføre, indvendigt, virker denne beklædning som en fugtbuffer, der også vil skabe et godt indeklima i huset – hvis vel at mærke væggene ikke plastikmales, men limfarves. Man vil ofte undlade at efterisolere mellem vinduerne på et bindingsværkshus. Dels fordi vinduerne tit sidder meget tæt, dels fordi det ser smukkere ud at undlade isoleringen her og dels fordi rummene, der i forvejen er meget smalle, ellers vil opleves endnu smallere.



Her ses den lille 'forsatsisolering' under vindueshøjden i rummet. Den kan udføres som et malet brystningspanel og klæder ligefrem rummet. Over vinduerne er væggene fortsat uisolerede og 'tynde', hvilket gør rummet smukkere og ikke så 'smalt' som hvis isoleringen var ført til loftet. Overvæggene er her pudset med kalkmørtel og limfarvet.



Man skal være opmærksom på, at den indvendige væg skal ophænges i den udvendige væg. Det er en uskik at stille den indvendige væg på gulvet, da man nedsætter en senere mulighed for at reparere gulv og bjælkelag. Ved gamle bindingsværkshuse skal man hele tiden have for øje, at de er konstrueret således, at de senere ved problemer kunne skilles ad og repareres. Nye tilføjelser bør udføres efter samme principper. Man kan anvende mineraluld, der er brandisolerende, men også brandimprægneret hør, papiruld eller celluloseuld som isoleringsmateriale, anvendt som batts. De har den fordel frem for mineraluld, at de ifølge forskellige undersøgelser, slipper fugten villigere, hvad der er meget vigtigt ved dampspærre-løse vægkonstruktioner.

Indvendig panelvæg under brystningshøjde

Det er ikke ualmindeligt at bindingsværksbygninger, især i sydsiderne, har isat vinduer i de bindingsværksfag, hvor der ikke er skråstivere. Et sådant

tætsiddende vinduesbånd er meget smukt, ikke mindst indvendigt, hvor de tillader meget dagslys ind i rummene.

Både fordi man reducerer sollyset og dagslyset markant, når man efterisolere vinduesvæggen mellem vinduerne, og fordi disse vinduespiller er meget smalle, ofte kun ca. 30 cm, skal det anbefales ikke at isolere disse. Effekten af at isolere en 30 cm bred murpille er meget lille og slet ikke rentabel at udføre.

Ved bindingsværksvægge med tætsiddende vinduer skal det derfor anbefales, at man nøjes med at isolere – med 10-15 cm mineraluld eller lignende plus 3 cm luftspalte lige bag bindingsværket – i et forsatspanel, der kun dækker væggen op til vinduernes underside (brystningshøjde). Mellem vinduerne isoleres ydervæggen ikke, idet man derved bevarer vinduesvæggenes smukke og lysgivende udtryk, og efterisoleringen virker ikke så visuelt dominerende og 'trykkende' i rummet.

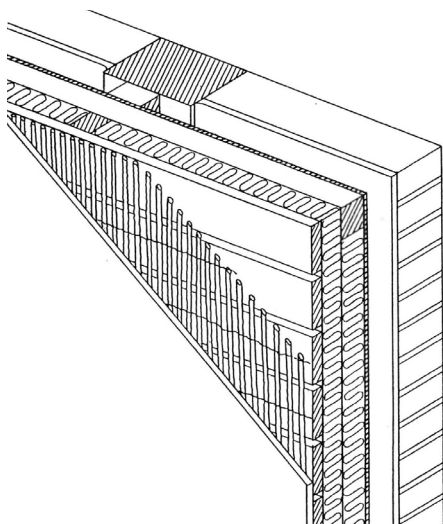
Ved at beklæde dette udvidede brystningspanel med træ og afslutte med en profileret panelliste fås en smuk og naturlig løsning for rummet.

Ved vinduesløse vægge eller vægpartier isolerer man med samme konstruktion fra gulv til loft, eller man udfører det isolerede brystningspanel her også.

Materialer til indvendige overflader

Brædder, rørvæv og puds

Den bedste, indvendige overflade opnås med puds af kalkmørtel på tæt forskalling. Forskallingen betyder, at man altid vil kunne finde underlag, når der skal hænges reoler, billeder o.l. op. Puds giver en god, fugefri overflade, som er nem at slutte til lofter, vægge og vindueslysninger. I baderum er fordelene ved puds, at man umiddelbart ovenpå kan opsætte fliser.

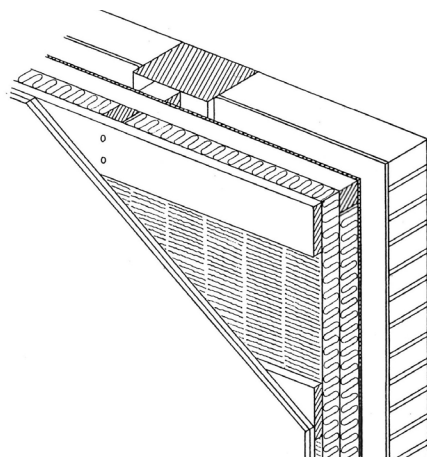


Brædder, rørvæv og puds

Ulempen er, at man med pudsede flader tilfører bygningen en del vand, som umiddelbart efter skal fjernes ved udtørring/udluftning. Fugtniveauet i bygningen vil derfor i en kort periode være højt, så pudsearbejdet bør fortrinsvis udføres om sommeren.

Gipsplader

Gipsplader kan som nævnt ikke anbefales som indvendig beklædning ved efterisolering af ældre bygninger. På



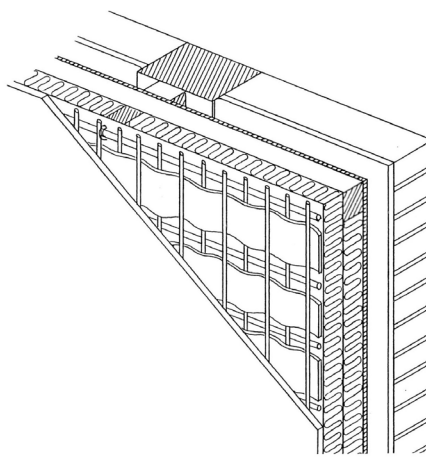
2 lag gipsplader



Brædder, rørvæv og puds er en glimrende indvendig beklædning på en indvendig efterisolering. Den kan, modsat plastmembraner, udføres tæt op mod lofter og bjælker, i vindueslysninger og tilpasser sig let krumme og skæve former. Kalkmørtlen virker som en effektiv fugtbuffer, hvis den ikke plastikmales, og regulerer derved fugtforholdene og indeklimaet i rummet.

fredede bygninger giver Kulturstyrelsen eksempelvis ikke eller meget sjældent tilladelse til at opsætte gipsplader som indvendig beklædning.

Ulempen ved gipsplader er, at det er vanskeligt at udføre pæne og præcise tilskæringer ved vinduer, vægge og loft. Er der tale om skæve vægge, og forlanges tilskæringerne ved vægge og loft helt tætte og uden skyggelister, må man påregne ekstra omkostninger,



Gipspuds



som begynder at gøre beklædning med brædder og puds konkurrencedygtig. Endvidere vil tilslutningen mellem gipspladevægge og eksisterende, pudsede skillerum ofte revne. Dette undgås bedre med puds.

Gipspuds

Gipspuds kan være den billigste løsning. Den påføres med maskine på et specielt net udspændt direkte på lægterne.

Fordelen er, at bygningen kun tilføres lidt vand, og at udgifterne til forskalling spares. Den færdigpudsede overflade er fin, men adskiller sig meget fra traditionel kalkpuds, da den bliver meget glat og hård.

LITTERATUR OG LINKS

Litteratur

Søren Vadstrup: Huse med sjæl. Gyldendal 2004

Bygningskultur Danmark: Energiguide for fredede og bevaringsværdige bygninger

Søren Vadstrup: Bevaringsværdige bygninger – gode løsninger til energiforbedring og indeklimaforhold
Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter 2013

Bygningsreglementet BR 10

Dansk Standard DS 418

Isolering og renovering af bevaringsværdige huse.
Rapport om fugt i isolerede bindingsværkshuse. Teknologisk Institut, 1986.

Sommerkondens. En risiko ved indvendig efterisolering af ydermure. SBI-Rapport 171. Statens Byggeforskningsinstitut, 1985.

Links

Kulturstyrelsen

Information om Bygningsbevaring:
www.kulturstyrelsen.dk/information-om-bygningsbevaring/

- Energiforbedring af fredede og bevaringsværdige bygninger
- Reparation af bindingsværk
- Reparation af råd- og svampeskader
- Ventilation
- Indretning af køkken og bad i bevaringsværdige huse
- Føringsveje for el-installationer
- Belægninger

Kulturstyrelsens database over Fredede og Bevaringsværdige Bygninger (FBB)
www.kulturarv.dk/fbb/

Socialministeriet, nu Ministeriet for By-, Bolig og Landdistrikter:

Søren Vadstrup: Bevaringsværdige Bygninger – sikring af bevaringsværdier
http://mbbl.dk/sites/mbbl.omega.oitudv.dk/files/dokumenter/publikationer/bevaringsvaerdige_bygninger.pdf eller
http://www.bygningsbevaring.dk/files/Bevaringsv_bygninger.pdf

Energistyrelsen
Bygningsreglementet BR 10
www.bygningsreglementet.dk/

heri vedr. bygninger: <http://www.ens.dk/da-DK/ForbrugOgBespareser/IndsatsIBygninger/Sider/Forside.aspx>

VidenCenter for Energibesparelser i Bygninger
www.byggeriogenergi.dk

Varmeisoleringsforeningen
Produktoversigt: <http://vif-isolering.dk/index.php?id=56>

Center for Bygningsbevaring
www.bygningsbevaring.dk

- Bindingsværkshuse i Danmark
- Istandsættelse af bindingsværk
- Vedligeholdelse af bindingsværk
- Efterisolering af bindingsværk

Byggeskadefonden:
www.bvb.dk

KOLOFON

Titel

Efterisolering af bindingsværksvægge

Oplæg

Tekstoplæg og tegninger: Søren og Ruth Lundqvist, arkitekt m.a.a.

Foto: Hvor intet andet er nævnt, Søren Vadstrup, arkitekt m.a.a. Center for Bygningsbevaring

Copyright, redaktion og udgiver
Kulturstyrelsen, Kulturministeriet

Opdateret

April 2013 / Søren Vadstrup, arkitekt m.a.a. Center for Bygningsbevaring i Raadvad.

Yderligere oplysninger

Kulturstyrelsen
H.C. Andersens Boulevard 2
1553 København V
Telefon 33 73 33 73



Den indvendige, efterisolerede panelvæg under vinduerne kan eventuelt - som lidt specielt her - udføres som ryglæn i en langbænk langs vinduerne.