

ENERGIFORBEDRING AF FREDEDE OG BEVARINGSVÆRDIGE BYGNINGER

Opvarmningen og afkølingen af de bygninger, vi bor eller arbejder i, står for en tredjedel af Danmarks samlede energiforbrug. To tredjedele af dette stammer fra eksisterende bygninger, der er yngre end 1950 og en tredjedel stammer fra bygninger, opført før 1950.

Da de fleste fredede og bevaringsværdige bygninger befinder sig i denne kategori, er der al mulig grund til, at den ældre bygningsmasse også yder deres bidrag til en reduktion af de fossile brændsler. I kraft af de markant stigende energipriser, vil dette også være et stærkt ønske fra ejerne.

Men da den ældre bygningsmasse dels repræsenterer en væsentlig del af vores kulturarv, der også er den mest synlige, og dels i stor udstrækning består af sunde og gode bygninger, med et godt indeklima, er det meget vigtigt, at energiforbedringerne på ældre bygninger udføres på en sådan måde, at de tekniske og arkitektoniske kvaliteter ikke forringes.

I Danmark er de fredede bygninger fritaget fra at opfylde energikravene i Bygningsreglementet (BR10), der gælder for ombygninger af eksisterende huse; men bevaringsværdige bygninger er kun fritaget under særlige omstændigheder. Nyere undersøgelser har imidlertid vist, at det godt kan lade sig gøre at energiforbedre de fleste ældre bygninger på en nænsom måde, der ikke ødelægger deres bevaringsværdier, samtidigt med at de lever op til de nu gældende (2013) energikravene i BR10.

Dette informationsblad indeholder en række principper for, hvad man som



Fredet og bevaringsværdigt bygningsmiljø i København præget af smukt murværk eller puds, rige facade-dekorationer, gesimser, vandrette bånd, vinduesindfatninger og fordakninger m.m. En udvendig facadeisolerings vil forringe husenes arkitektoniske kvaliteter. Men læg mærke til, hvor meget selve vinduerne fylder på facaderne, og hvor lidt facadeareal, der er tilbage, hvis vinduerne og vinduesbrystningerne (det vandrette stykke under vinduerne) energiforbedres indefra. Dette kræver ikke at de gamle, originale vinduer skiftes – tvært imod.

ejers, rådgiver og myndighed skal være opmærksom på, når man energiforbedrer ældre bygninger opført før 1950, så disse bevarer deres arkitektoniske udtryk og deres historiske og kulturhistoriske værdi.

Informationsbladet opstiller i slutningen fem former for efterisolerings-indgreb med stigende negativ konsekvens overfor husets oprindelige arkitektoniske udtryk. For fredede bygninger bør man naturligvis begrænse indgrebene til de to eller tre første kategorier, og i nogle tilfælde slet ikke acceptere nogle.

For de bevaringsværdige bygninger, og for alle bygninger ældre end 1950 i øvrigt, bør man efterisolere indenfor de fire første kategorier og ikke acceptere indgreb i bygningen svarende til kategori 5.

Generelt om energiforbedring af ældre bygninger

For nybyggede huse er det under selve opførelsen forholdsvis let at gøre disse velisolerede og udnytte den passive solvarme, hvor dette er muligt, samt forsyne huset med det nyeste nye indenfor varmesystemer og energigenvinding. Disse tiltag gør ikke huset voldsomt dyrere, tværtimod. Men for ældre huse, specielt de generelt uisolerede huse, opført før 1950, er dette meget mere kompliceret – og også forholdsmæssigt dyrere end i nye huse.

Problemet er, at hvis efterisoleringen ikke udføres rigtigt, kan der opstå meget farlige og dyre skader på huset i form af råd og svamp i klimaskærmens trædele. Der kan også opstå alvorlige indeklimaproblemer i huset med fugt, mug, skimmel til følge, der kan medføre følgesygdomme hos beboerne.



Øverst: Alle bygninger skal vedligeholdes løbende. Det er en god ide at foretage energiforbedringer af tage, kældre og vinduer – eller indvendige vinduesbrystninger, når huset alligevel skal istandsættes som led i den løbende vedligeholdelse.

T.v.: Energijtjek af huset kan ikke adskilles fra en teknisk gennemgang, da det ikke er særlig gennemtænkt at efterisolere et dårligt og utæt tag. Dernæst vil der også altid være bedre økonomi i at udføre energiforbedringer når man alligevel skal udføre reparationer eller ombygninger på huset.

Tekniske skader

Hvis man efterisolere et gammelt bindingsværkshus anbefales det eksempelvis ikke at opsætte plast-dampspærre i konstruktionen. For det første fordi denne membran umuligt kan blive helt tæt, som i nybyggede huse, og for det andet fordi revner og sprækker i ydervæggen kan trække fugt ind i konstruktionen, udefra, specielt om sommeren. Her skal man derfor operere med andre måder at efterisolere ydervæggene på, der imidlertid både er gennemprøvede og lige så gode som de andre. Se informationsbladet *Efterisolering af bindingsværk*

Forringelse af bevaringsværdierne

Et andet problem ved energiforbedring af ældre huse er, at man kan komme til at ødelægge eller forringe husets arkitektoniske udtryk. Det sker f.eks. hvis det nye efterisolerede tag løfter sig op over det gamle med en kraftig og dominerende kant, hele vejen rundt. Så

ændrer man husets pæne og velproportionerede ydre. Det sker også, hvis husets facader efterisoleres udvendigt, så proportionerne også herved ændres og en række tidstypiske facadedekorationer derved 'drukner'.

Gennemtænkte og gennemregnede løsninger

Et tredje problem handler om at vælge de bedste energi- og isoleringsmæssige løsninger, så man bl.a. får mest varmesparelse for pengene. Et oplagt eksempel herpå er, at termovinduer, selv forsynet med de nyeste lav-energiruder og såkaldt 'varme kanter', ikke egner sig rent varmeteknisk og energimæssigt til de små rudeformater, der findes i ældre huses ramme- og sprosseopdelte vinduer. Derfor er det en bedre energimæssig løsning at istandsætte de gamle vinduer og energiforbedre disse med indvendige forsatsvinduer – eller hvis de gamle vinduer allerede er skiftet ud, og skal skiftes igen, at få

udført de nye vinduer med enkeltglas udvendigt, til at klare de små sprosser og ruder på en teknisk holdbar måde, og så skabe et velisoleret vindue med tætte, indvendige koblede rammer eller forsatsrammer.

Det er videnskabeligt bevist, at denne løsning er den bedste, isolerings- og energimæssigt, teknisk, holdbarhedsmæssigt og også vedligeholdelsesmæssigt. Vinduer med denne konstruktion kan, rigtigt vedligeholdt, beviseligt holde i 200 år. Det viser de tusindvis af originale vinduer af træ fra 1700- og 1800-tallet, som vi har i Danmark, og som rent teknisk både har holdt længere og vil holde længere, end diverse nye termovinduer af træ, plastik eller træalu til ældre huse. Alene de påklistede sprosser på ruderne, falder af efter ca. 10 år. Se nærmere herom side. Dette informationsblad samt i informationsbladet *Udskiftning af vinduer*.

Kan ældre bygninger energiforbedres til samme niveau som nye bygninger?

Når det drejer sig om terræn, vinduer og tag kan ældre huse ofte opnå isoleringsværdier helt tilsvarende nye huse. Ydervæggene vil i nogle tilfælde kunne opnå samme isoleringsevne som nye huse og i andre tilfælde en lidt ringere isolering.

Man kan beregne sig frem til, at en muret bygning med hulmur fra 1920-erne kan leve op til Lavenergiklasse 2 (efter Bygningsreglementet for 2010), hvilket vil sige med et beregnet årligt energiforbrug på 50 kWh/m² + 1100 kWh, uden at der foretages vinduesudskiftninger eller udvendig isolering.

Ældre huse er ofte mere bæredygtige end nye

Ældre huse har flere fordele klimamæssigt og CO₂-mæssigt i forhold til nye huse gennem materialernes beviseligt lange holdbarhed og beskudne vedligeholdelseskrav. Ældre huses indeklimaer indretning med naturlig ventilation gennem skorstene, deres porøse materialer med gode indeklimaegenskaber samt ved opdelingen af planen i individuelle rum, der muliggør aflukningen af dele af huset om vinteren, for at spare på varme, belaster klimaet mindre med CO₂ end et nyopført hus, inklusive selve byggeprocessen.

Huse med hundrede år eller mere på bagen har rent faktisk allerede et klimamæssigt forspring overfor nye huse, fordi de gamle er bygget med et meget lavt energiforbrug, fordi de har holdt så længe, og fordi de yderligere kan holde i masser af år på samme måde.

Beregninger har vist, at det i det store miljøregnskab bedre kan betale sig



Hus fra 1820-erne på Christianshavn. De tykke mure er indvendigt beklædt med såkaldte 'pillepaneler', d.v.s. træpaneler i vindueslysninger og på ydervægsfladerne. De er smukke, men de giver også ekstra isolering af ydermuren. Dette er her suppleret med isolering af brystningen under vinduet, indvendige forsatsruder, i form af hele ruder af hærdet glas, der er næsten usynlige, men som skal tages ned om sommeren.

at istandsætte og energiforbedre en eksisterende bygning nænsomt, som beskrevet i dette informationsblad, end at bygge et nyt nulenergihus. Det nye nulenergihus udleder nok mindre CO₂ i den daglige drift, men driften er en forsvindende lille del af den miljøbelastning, det er at bygge et nyt hus med nye materialer. Først når nulenergihuset er 70 - 80 år gammelt, vil miljøbelastningen have tjent sig ind i forhold til, hvis man i stedet havde valgt at energiforbedre et hus af ældre dato. I dette regnskab er der ikke engang indregnet CO₂-belastningen fra at rive et eksisterende ældre hus ned på samme grund, hvad der jo ofte er tilfældet. I så fald bliver CO₂-regnskabet endnu mere belastende for det nye nulenergihus. Hertil kommer problemer med affald, farligt affald, samt spørgsmålet om

nulenergihuset overhovedet holder i 70-80 år. (Kilde Concito, DK og National Trust, USA).

Der er altså god grund til at anlægge et helhedssyn på vores bygninger. En bæredygtig bygning er ikke kun en bygning, som forbruger lidt energi. En bæredygtig bygning er først og fremmest en bygning, der holder længe. En bygning præget af smuk arkitektur og godt håndværk, som man helt naturligt tager til sig og tager vare på, netop fordi den rummer kvaliteter, der peger mange år frem i tiden. En bygning, som kan skifte funktion i takt med, at nye generationer kommer til og en bygning, der er enkel, nem og overskuelig at vedligeholde – og som rent faktisk kan vedligeholdes. De fleste fredede og bevaringsværdige bygninger lever til fulde op til dette bæredygtighedskriterium.

Bevarings- og energisyn på ældre bygninger

At energiforbedre og efterisolere ældre huse, opført før 1950, kræver derfor en særlig viden i forhold til at kunne anvise de bedste løsninger i forhold til:

1. En samlet vurdering af husets arkitektoniske, bevaringsmæssige og tekniske tilstand. Bl.a. så man ikke efterisolere et tag med utætheder eller skifter gode, holdbare vinduer.
2. Opretholdelse af husets arkitektoniske udtryk og bevaringsværdier efter den foretagne energiforbedring.
3. Gennemprøvede tekniske løsninger til ældre bygninger i forhold til opbygningen af den konkrete konstruktion, så man undgår fugtskader m.v.

4. Valg af de mest egnede materialer og elementer til energiforbedringen – herunder også i forhold til æstetik, indeklima og husets bevaringsværdier.
5. Udregne den eksakte energibesparelse ved de forskellige muligheder, så der ikke bruges penge på nytteløse, ikke-rentable eller ødelæggende arbejder.
6. Samtænke disse ting i sin helhed og ikke som enkelt-elementer.

Bygningsreglementet

Dette Informationsblad beskæftiger sig med energiforbedringer af eksisterende bygninger, primært fredede og bevaringsværdige bygninger, men i og for sig alle andre ældre bygninger.

Hvis eksisterende bygninger ombygges på klimaskærmen, d.v.s. ydervægge, tag og gulv mod terræn, eller hvis der foretages udskiftninger af enkelte dele eksempelvis døre, vinduer, ovenlys eller skillevægge mod uopvarmede rum, skal bygningen, eller de udskiftede elementer, opfylde energikravene i Bygningsreglementets (BR10) Kapitel 7.4.

Hvis bygningen skifter anvendelse, skal bygningen, eller den del af denne, der skifter anvendelse, f.eks. et udnyttet tagrum eller en tilbygning, opfylde energikravene i Bygningsreglementets Kapitel 7.3

Fredede bygninger

Dette gælder for almindelige, eksisterende 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).

Bevaringsværdige bygninger

Her 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'.

Dette betyder, at for de bevaringsværdige bygninger, der er omfattet af en bevarende byplanvedtægt, en bevarende lokalplan eller udpeget efter Bygningsfredningslovens §19 stk.1, gælder det, at man i disse tilfælde i planlægningen har ønsket at bevare de pågældende bygningers ydre fremtræden – som led i en bebyggelseshelhed. Derfor 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.

De ovennævnte bevaringsværdige bygninger er derfor undtaget fra energibestemmelserne i kap. 7.4.2, og kap. 8.6.2, stk. 2 i Bygningsreglementet,

idet det er i strid med den pågældende planlægning at efterleve energikravene, da den by- og bygningsmæssige helhed, man ønsker at beskytte, ellers forringes arkitektonisk og miljømæssigt.

Da udpegningen af det pågældende bevaringsområde primært sker af hensyn til den samlede helhed, der ønskes bevaret, 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.

For de bevaringsværdige bygninger, der er udpeget som enkeltbygninger med anvendelse af SAVE-systemet, hvilket bl.a. fremgår af Kulturstyrelsens Database over Fredede og Bevaringsværdige Bygninger (FBB – se link på sidste side), hvorved de ikke indgår i en bevarende lokalplan eller lignende, gælder det at de kriterier, bygningen er udpeget efter, ikke må forringes teknisk, arkitektonisk eller visuelt, da de pågældende arbejder i så fald vil være i strid med udpegningen.

Disse kriterier fremgår af Kulturstyrelsens Vejledning for SAVE-registreringer: SAVE Kortlægning og registrering af bymiljøers og bygningers bevaringsværdi. (se link på sidste side). Disse er: Husets arkitektoniske værdi, kulturhistoriske værdi, miljømæssige værdi originalitet og teknisk tilstand.

Ved den arkitektoniske værdi forstås bl.a. husets proportioner, materialer og detaljer – herunder facadedetaljer og vinduer, og ved den kulturhistoriske værdi forstås bl.a. husets afspejling af lokale byggetraditioner og håndværksmetoder – bl.a. bindingsværkshuse – herunder dets sjældenhed, der igen kan være særlige vinduer, facadedetaljer el-

ler yderdøre. Ved husets miljømæssige værdi forstås, hvordan det falder ind i omgivelserne, og ved originalitet forstås hvorvidt de originale bygningsdele som vinduer, døre, facader, overflader og tag er i behold.

De ovennævnte bevaringsværdige bygninger er derfor undtaget fra energibestemmelserne i kap. 7.4.2, og kap. 8.6.2, stk. 2 i Bygningsreglementet, idet det er i strid med den pågældende udpegning at efterleve energikravet da de samlede bevaringsværdier, bygningen besidder, og som man ønsker at beskytte gennem udpegningen, ellers forringes arkitektonisk, kulturhistorisk eller antikvarisk.

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 bygning 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.

Da ejere af bevaringsværdige bygninger naturligvis, som alle andre, er interesseret i at spare på energiforbruget i bygningen, kan man energiforbedre denne på én af følgende måder:

1. Hvis huset har hulmur, kan man hulumursisolere ydermurene og herefter opnå den eventuelt resterende energibesparelse på anden vis (jvf § 22 i Byggeloven), f.eks. ved at efterisolere i større omfang mod terræn eller i taget, eller ved at isolere varmerør etc.
2. Man kan udføre en indvendig isolering under vinduesbrystningsruden, som beskrevet i dette Informationsblad, og så opnå den eventuelt resterende energibesparelse på anden vis (jvf § 22 i Byggeloven), d.v.s. ved at efterisolere i større omfang mod terræn eller i taget, eller ved at isolere varmerør etc.
3. Man kan med henvisning til Bygningsreglementets § 7.4.2 stk 3 udføre de energibesparende foranstaltninger, der er rentable og fugtteknisk forsvarlige, og undlade de ikke rentable og fugtteknisk forsvarlige.

Fugtteknisk, er en op til 15 cm tyk indvendig isolering, plus beklædning, for at opfylde energikravene på en U-værdi på 0,20 W/m²K, ikke fugtteknisk forsvarligt for f.eks. bindingsværksbygninger. En udvendig isolering vil for et bindingsværkshus vedkommende heller ikke være fugtteknisk forsvarlig, da bindingsværksthømmeret vil komme til at sidde inde midt i en konstruktion med stor risiko for opfugtning.

Det betyder ikke, at man som ejer ikke skal energiforbedre bygningen mest og



Rent bort set fra de arkitektoniske og bevaringsmæssige omkostninger, vil de økonomiske omkostninger ved at etablere en indvendig efterisolering af denne ydervæg, incl. flytning af paneler, loftsstuk m.v., være så store, at arbejderne ikke vil være rentable. Ikke mindst set i forhold til den ret lille isoleringsmæssige effekt, der kan opnås.



Et interiør som dette med pudsede vægge, der er limfarvede, med limfarvede trælofter og sæbeskurede gulve samt linoliemalet træværk har gode fugtmæssige egenskaber, da overskydende fugt ikke kondenserer (bliver til vand) på overfladerne og risikerer at danne skimmelvækst. I stedet opsuges fugten af de porøse materialer.

bedst muligt, men for både fredede og bevaringsværdige bygninger må dette ske med hensyntagen til bygningens bærende bevaringsværdier.

Hvis en fredet eller bevaringsværdig bygning ombygges så den ændrer anvendelse, f.eks. en stald, der indrettes til beboelse, gælder ovennævnte undtagelse i Bygningsreglementet ikke.

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 eksempelvis 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 komplicerede 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. Det kan f.eks. være, hvis man for at bibeholde bevaringsværdierne skal flytte indvendige lysningspaneler, indvendige brystningspaneler eller fodpaneler, indvendig stuk eller døre, placeret helt

ude ved ydervæggen – hvorved der medfører store omkostninger.

Tilsvarende, hvis man ved en udvendig efterisolering skal flytte vinduerne ud i facaden, retablere gesims, tagudhæng, facadedekorationer m.m.

Indeklimaforhold

Gamle huse har ofte et behageligt indeklima med få eller ingen giftige stoffer. Det er vigtigt, at en efterisolering ikke medfører, at der skabes tekniske problemer (forvitring, fugtophobning, indeklimaproblemer, råd, svamp og skimmel), så disse kvaliteter går tabt.

Findes der naturlig ventilation i huset, f.eks. i form af skorstene med ildsteder/ovne, bør disse ikke lukkes eller fjernes, hvis denne opvarmningsform nedlægges. Der bør i stedet sættes en ventilationsrist for neden i skorstenen, så skorstenen stadig ventilerer rummene naturligt.

Ældre bygninger er bygget af traditionelle byggematerialer som mursten, kalkmørtel, kalkpuds, træ, linoliemaling på træ, limfarve på væggene og rå, sæbeskurede gulve. Disse materialer er porøse og har dermed særdeles gode indeklimaegenskaber, idet de regulerer fugtindholdet i luften ved at optage den fugt, der produceres i rummene ved ekstreme situationer som madlavning, vask, fysiske udfoldelser fra mennesker m.m. På mere 'rolige' tidspunkter afgives fugten igen til rummet.

Det er derfor vigtigt, at de porøse overflader ikke dækkes af en eventuel efterisolering i et omfang, der ændrer på rummenes fugtdynamik.

Begrænsning af rumfugt

Der er to principielt forskellige metoder til at begrænse forekomsten af skimmelvækst og kondens forårsaget af luftens fugt: Enten hæves overfladetemperaturen, eller luftens fugtindhold nedsættes.

Hævning af overfladetemperaturen kan f.eks. ske ved at efterisolere ydervæggene, hæve rumtemperaturen eller give rumluften mulighed for at opvarme væggen. Indeluftens relative fugtighed nedsættes lettest ved at åbne vinduerne eller på anden måde skabe ventilation. En anden nærliggende mulighed er at nedsætte produktionen af fugt eller at sørge for, at fugten ikke breder sig fra det ene rum til det andet.

For at begrænse mulighederne for fugtgener i boligen bør man udlufte og ventilere de rum, man opholder sig i, specielt soverum. Badeværelset bør udluftes både under og efter bad, og døren hertil holdes lukket, indtil den fugtige luft er bortventileret. Tøjtørring bør foregå udendørs eller i velventilerede rum. Under madlavning bør der være låg på gryderne, åbent vindue eller aftræk via emhætte.

Ventilationsbehov

For at bortventilere de ca. 8,5 liter vand pr. døgn, der produceres i en firepersoners familie, kræves store luftmængder, omkring 120 m³ pr. time, hvis indeluftens fugtighed skal forblive på 50 % Relativ Fugtighed.

En bolig på 100 m² med 2,5 m til loftet, i alt 250 m³, skal derfor have udskiftet al sin luft på 2 timer for at undgå, at luftfugtigheden stiger. Hvis almindelige, elektriske badeværelsesventilatorer med en ydelse på ca. 60 m³ pr. time skal klare ventilationen alene, vil det kræve 2 stk. i drift hele døgnet.

I en ældre bolig vil utætheder, beboernes åbning af døre m.m. normalt give godt halvdelen af det ønskede luftskifte, men resten må skaffes ved at åbne vinduer og friskluftventiler samt evt. ved mekanisk ventilation. Ventilation tæt ved fugtkilden vil naturligvis være det mest effektive.



Efterisolering af et tagrum mellem spærene. Der opsættes en diffusionsåbent, selvbærende undertag oven på spærene med lægter og tagsten over. Herunder isoleres der med mineraluld, men andre isoleringsmaterialer i batts kan også bruges, f.eks. hør, cellulosefibre, papir. Det er vigtigt, at der etableres et fastholdt, ventileret hulrum på 3-5 cm (billedet t.h.) mellem isolering og undertag. Her sidder der ståltråde, der forhindrer isoleringen i at lukke hulrummet.



Ved hulmursisolering fræser man mursten ud på strategiske steder, så hulmuren kan blive fyldt med et isoleringsmateriale – granulat eller luftfyldte kugler. Dette blæses ind, hvorefter hullerne lukkes med de samme mursten. Man kan evt. efter dette udtage andre sten, for at kontrollere, at hulmuren er fyldt op, som den skal.

I enfamiliehuse kan aftrækskanaler, der er ført over tag, fra køkken, bad og eventuelt soverum ofte fjerne tilstrækkeligt med luft ved naturligt aftræk.

Til etageboliger - og hvis det naturlige aftræk ikke er tilstrækkeligt i enfamiliehuset - kan det være nødvendigt



at opsætte mekaniske ventilatorer, specielt i badeværelse og køkken samt bryggers. Disse ventilatorer, der ikke bør monteres i facaden, kan med fordel være automatisk fugtstyrede.

Det er en forudsætning for både naturligt aftræk og for mekanisk ventilation, at vinduer, luftventiler eller andre åbninger giver mulighed for erstatningsluft.

En bedre styring af luften - men også væsentlig dyrere løsning - fås ved installation af et udsugnings-/ indblæsningsanlæg med varmeveksler, hvor varm og fugtig luft suges ud fra køkken og bad, og samtidigt afgiver sin varme til ren erstatningsluft, og blæses ud i det fri. Den rene, forvarmede erstatningsluft indblæses herefter i husets tørre rum, f.eks. i opholdsrum.

For at begrænse energiforbruget har vi i de senere år isoleret og tætnet vore huse. En stor del af de mange fugt- og svampeskader kan henføres til fejlagtigt udførte foranstaltninger. I sådanne tilfælde er der ikke sparet noget som helst.

En del af de selvskabte fugtproblemer i indeklimaet kan afhjælpes med mekanisk ventilation. Inden en investering i et dyrt anlæg må det dog overvejes, om ændring af vaner og f.eks. luftventiler suppleret med udluftning vil kunne løse problemerne.

Naturlig ventilation

En skorsten kan også bruges til at skabe en førsteklasses, naturlig og gratis ventilation i rummene.

Dette gamle princip for naturlig ventilation går ud på, at den friske luft tilføres opholdsrummene gennem naturlige utætheder i huset. Halvkolde rum som sovekamre, forstue, bryggers eller spi-



Udvendig facadeisolering er rent teknisk en god løsning for murede huse, men hvis der forekommer facadedekorationer og kraftigt relief i facadearkitekturen, der er så typisk for ældre bygninger, eksempelvis fra historicismen som her, er dette umuligt. Man kan så i stedet isolere tagrummet, mod terrænen og sætte forsatsvinduer på vinduerne. Hvis brystningerne under vinduerne er meget tynde og kun i én stens murværk, kan man også efterisolere indvendigt her.

sekammer kan fungere som naturlige opvarmningssluser for luften.

Den brugte luft ledes derefter ud gennem husets skorstene. Dette kræver for det første, at der findes en skorsten, for det andet at de har tilsluttet en rist, et åbent ildsted, en pejs, en brændeovn eller kakkelovn. Skorstensrørsvirkningen vil trække luften ved foden af røret opad i en jævn luftstrøm. Der behøves ingen mekaniske hjælpemidler.

Efterisolering af gulve, vægge, etageadskillelse og tag

Ved enhver efterisolering af ældre huse er det vigtigt, at den udføres, så man opnår den størst mulige energibesparelse, uden at de tekniske og arkitektoniske kvaliteter i huset forringes.

Efterisoleringen bør kun i særlige situationer medføre, at originale bygningsdele (vinduer, døre, gulve etc.) skiftes ud. Efterisoleringen bør kun i særlige situationer medføre at bygningsdetaljer dækkes eller interiører eller eksteriører ændres.

Der bør altid udføres en samlet vurdering af energibesparelspotentialerne, med fokus på bevaringsværdierne, før der tages stilling til, om en energiforbedring på et fredet eller bevaringsværdigt hus bør udføres. Hvis efterisoleringen ødelægger eller slører husets bevaringsværdier, bør man overveje andre muligheder for energibesparelser.

Det bør også som en fast standard vurderes, om efterisoleringen rent teknisk vil reducere energiforbruget i huset, eller om der skabes nye problemer

med følgevirkninger, der på længere sigt koster flere penge, bruger mere energi osv., end energiforbedringen kan præstere. Eksempelvis øget forvitring eller fugtophobning på kritiske steder. Der skal med andre ord foretages en objektiv risikovurdering i forhold til skader fra fugt, forvitring, forværrede indeklimaforhold osv.

Ved murede huse bør det eksempelvis altid undersøges, om en hulmursisolering eller indvendig efterisolering medfører, at det udvendige murværk eller pudslag er stærkt nok til de øgede tekniske påvirkninger, når den fysiske balance i murværket ændres. Hvis den udvendige forvitring af murværket forøges kraftigt, er der ikke vundet meget ved efterisoleringen, hverken økonomisk eller teknisk. Hulmursisolering må kun udføres af et certificeret firma med isoleringsmaterialer, der ikke vil holde på fugten eller synke sammen.

Ved ældre bygninger af træ, grundmur eller bindingsværk anbefales det at undgå at indbygge plastik-dampspærre i ydervægskonstruktionen. Der skal i stedet opereres med et 3-5 cm. ventileret hulrum, på ydersiden af isoleringsmaterialet, kombineret med en vindtæt, diffusionsåben membran (f.eks. vindtæt pap), ind mod isoleringen. Isoleringsmaterialerne må ikke være hygroskopiske i sig selv.

Indvendigt udføres et vindtæt materiale, der samtidigt er en fugtbuffer, f.eks. brædder, rørvæv og puds (af luftkalkmørtel), der kan pudses tæt op mod loftsbjælker, vinduer, vindueslysninger m.v..

Ved indvendig efterisolering murede huse eller af træhuse skal de indvendige overflader principielt genskabes i de samme slags materialer, d.v.s. hen-

holdsvis puds (evt. brædder og puds) eller brædder magen til de eksisterende.

Udvendig efterisolering anbefales ikke på ældre murede huse eller huse med bindingsværk. Dels forringer den udvendige isolering husets arkitektoniske udtryk, idet den ændrer på husets proportioner, materialekarakter samt facadens dekorationer og detaljer. Derudover har udvendige facadeisoleringer en meget kort levetid, i hvert fald ikke de 100-200 år den eksisterende facade har holdt.

Energiforbedring af vinduer og døre

Nyere undersøgelser har dokumenteret, at eksisterende gamle/originale enkeltglas-vinduer af træ med kitfals kan energiforbedres med indvendige forsatsvinduer eller påkoblede rammer med energiglas, så de sparer 30-50% mere på varmen, end tilsvarende nye vinduer af træ, plastik, aluminium eller træ-aluminium med termoruder eller de nyeste lavenergi-termoruder (energiruder).

Dette skyldes, at termoruder og energiruder er uegnede til små eller smalle rudeformater i eksempelvis rammedelte og sprossedelte vinduer. Selv om energiruden har et meget lavt varmetab gennem rudens midte (center-U-værdi), vil energitabet, udregnet for det samlede vindue (inkl. eksempelvis randtab) være højere end et tilsvarende gammelt kitfalsvindue med indvendige forsatsvinduer med energiglas. Hvis de indvendige forsatsvinduer forsynes med hele energiruder, bliver forskellen endnu større i de gamle vinduers favør.

Tilsvarende undersøgelse har endvidere dokumenteret, at den løbende vedlige-

holdelse over 30 år også er væsentlig billigere for de gamle energiforbedrede vinduer af træ, hvis disse vedligeholdes forskriftsmæssigt med linoiemaling, i forhold til tilsvarende nye termovinduer af træ, plastik, aluminium eller træ-aluminium.

Vi har tusindvis af gamle originale trævinduer i ældre bygninger i Danmark, der har holdt i over 200 år. Korrekt vedligeholdt, kan disse holde i mindst 200 år mere. De energiforbedrede vinduer har derfor en restlevetid, der er 10-20 gange længere, end tilsvarende nye vinduer af træ, plastik, aluminium eller træ-aluminium, med udvendige termoruder eller energiruder.



Hvis et hus har ramme- og som her også sprossedelte vinduer - kan det hverken af varmeøkonomiske, økonomiske, vedligeholdelsesmæssige eller arkitektoniske grunde betale sig at skifte disse ud med nye tilsvarende vinduer af træ, plastik eller træ-alu med energi-termoruder. Den viste løsning, hvor de udvendige originale rammer istandsættes og forsynes med indvendige forsatsvinduer med energiglas eller energiruder, har bedre energiegenskaber. I forhold til støjdemping er forsatsløsningen også bedre end selv moderne special-lydvinduer.

Når man undersøger de gamle, originale vinduer af træ (før 1950) der i disse år skiftes ud med nye termovinduer, kan man konstatere at mange af disse er i udmærket stand og at de sagtens kan istandsættes og energiforbedres væsentligt billigere (totaløkonomisk) end en udskiftning med tilsvarende nye termovinduer.

Når gamle originale vinduer af træ i ældre bygninger både kan opnå bedre energi-egenskaber, har mindre vedligeholdelse og har en levetid, der er 10-20 gange længere end tilsvarende nye vinduer med termoruder eller energiruder, er der overhovedet ingen energimæssige eller økonomiske, og slet ingen klimamæssige, argumenter for at skifte gamle vinduer ud med nye termovinduer.

Arkitektonisk og bevaringsmæssigt passer nye termovinduer af træ, plastik, aluminium eller træ-alu ofte meget dårligt til ældre huses oprindelige arkitektoniske udtryk. De gamle energiforbedrede vinduer derimod, bevarer husets arkitektoniske udtryk udefra, men ændrer noget på vinduerne udseende indefra, herunder også vindueslysningerne. Dette er dog langt at foretrække frem for en udskiftning med termovinduer, der ændrer proportioner, sprosser, profileringer, beslag og reducerer dagslysmængden. Se informationsbladet *Udskiftning af vinduer*

Tredjegerationsvinduer

Hvis en ældre bygning på et tidspunkt allerede har fået udskiftet sine gamle, originale vinduer af træ med nye termovinduer, bør man, både af energimæssige grunde og af hensyn til ejerens privatøkonomi, snarest udskifte disse med nye trævinduer, der er helt magen til de oprindelige, men nu forsynet med indvendige forsatsvinduer

eller påkoblede rammer med energiglas eller energiruder.

Vinduerne skal have de samme materialer, proportioner og dimensioner som de oprindelige og i deres detaljering svare til husets arkitektur og stil. Dette gælder også udvendige og indvendige beslag samt udvendige rudeglas.

Hvis de oprindelige vinduer er helt væk, kan man rekonstruere sig frem til disses oprindelige udseende ved at studere eventuelle gamle billeder af huset, spor i huset, evt. overlevende gamle vinduer, egnstraditioner og/eller opmålinger af tilsvarende gamle vinduer – og herefter fremstille de nye vinduer efter disse oplysninger.



Til venstre ses et arkitektonisk tilpasset, nyt vindue til et københavnsk etagehus. De udvendige ruder er af trukket glas og sidder i en kitfals. Træværket er linoliema. Vinduesbeslagene består af hjørnebåndshængsler magen til de gamle. Vinduerne er derudover forsynet med indvendige forsatsrammer med energiglas og i midten en energirude. Til højre ses et tilsvarende nyt vindue med udvendige energitermoruder. Findes det gamle vindue kan det altid bedst betale sig at istandsætte og energiforbedre dette, næsten lige meget, hvor dårligt, det er.

Sprosser i nye vinduer i fredede og bevaringsværdige bygninger skal være ægte og gennemgående, og må ikke fylde mere i dimensionen end de oprindelige sprosser. Vinduerne må ikke indeholde falske, pålimede sprosser, sprosseattrapper i mellemrummet mellem termorudernes ruder, løse sprosse-gitterværker uden på ruderne eller lignende.

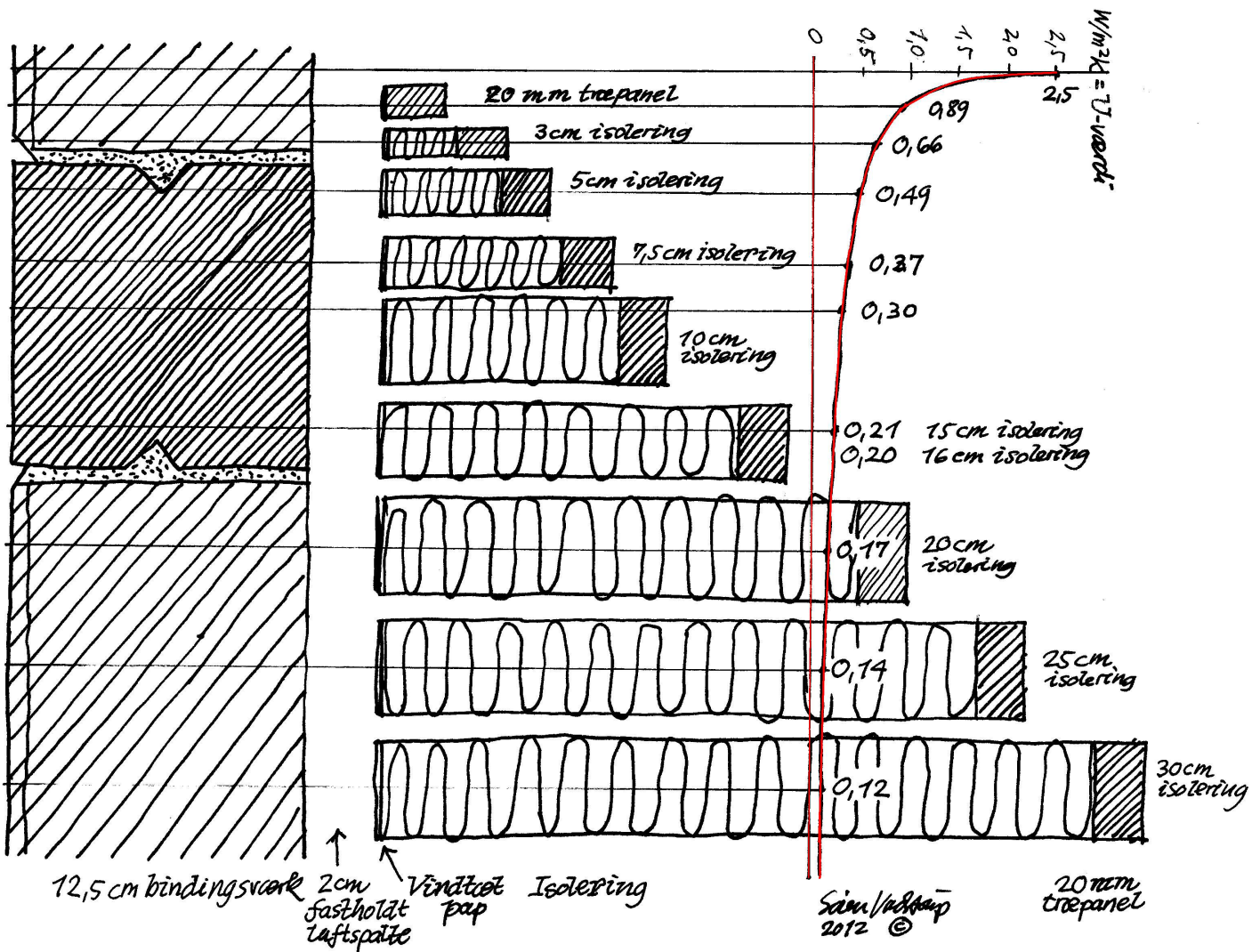
Vinduer af støbejern og smedejern

For vinduer af støbejern (ca. 1840 – 1950) eller smedejern (i bl.a. funkishuse 1925 – 1950) er energiforbedringer noget mere kompliceret end ved traditionelle trævinduer, bl.a. fordi jerndelene leder varmen/kulden samt yderligere problemer med rustangreb. Et tredje problem er de ofte meget spinkle dimensioner i rammer og karme, der gør det svært at energiforbedre vinduerne med indvendige forsatsvinduer af træ, der kræver kraftigere dimensioner.

Der findes dog meget spinkle forsatsvinduessystemer af aluminium (udfyldt med isoleringsmateriale for at mindske kuldebroeffekten) samt vandrette skydevinduer i en spinkel træ-karm, der kan benyttes. Under alle omstændigheder kræver energiforbedring af støbejerns- og smedejernsvinduer en designmæssig bearbejdning til det konkrete vindue. Det samme gælder tagvinduer eller ovenlyskonstruktioner af støbejern eller smedejern.

Udvendige døre

Tilsvarende kan gamle, originale døre også istandsættes og energiforbedres med tætningslister eller en ny indvendig, tæt og isolerende forsatsdør, så de holder længere, isolerer bedre, har mindre vedligeholdelse og bevarer husets arkitektur bedre end udskiftning med en ny isoleret dør af moderne materialer.



Sammenhængen mellem isoleringstykkelsen og den opnåede varmetabsreduktion i et bindingsværkshus. Alt over 10 cm isolering kan stort set ikke betale sig – hverken energimæssigt, økonomisk eller i forhold til husets bevaringsværdier. Tilsvarende udregninger kan laves for andre bygningskonstruktioner.

Den tynde bindingsværksvæg, der er 12,5 cm tyk og udmuret med massive mursten, har et varmetab gennem den helt uisolerede væg på 2,5 W/m²K. Hvis man opsætter et indvendigt panel af 2 cm tykke, almindelige fer- og not brædder formindskes varmetabet til 0,66 W/m²K, hvilket svarer til en forbedring på 73%. Hvis man sætter yderligere 10 cm isolering (mineraluld, hør, papiruld eller cellulose) bag ved bræddebeklædningen falder varmetabet til 0,3 W/m²K, svarende til en reduktion på 88% i forhold til den uisolerede væg.

Hvis man nu sætter 15 cm isolering i stedet for 10 bliver varmetabet 0,21 W/m²K, svarende til en besparelse på 91%, men besparelsen i forhold til de 10 cm isolering er 'kun' yderligere 3%. Hvis isoleringstykkelsen yderligere øges til 20 cm med et varmetab på 0,17 W/m²K, reducerer man kun varmetabet yderligere 2,2%.

I forhold til de tekniske problemer en så tyk, isoleret væg vil give for huset ved at øge isolerings-tykkelsen fra 10 – 20 cm, repræsenterer et sådant projekt ikke sund økonomisk fornuft. Hertil kommer den formindskelse af boligarealet, dette medfører i huset, cirka en halv meter indvendigt

De første 10 cm isolering giver noget, der virkelig batter – 88 % reduktion af varmetabet i væggen. Resten er næppe pengene værd i forhold til dette.

Fremgangsmåde ved energiforbedring af ældre bygninger

Ved valg af løsninger samt materialer og metoder til efterisolering af fredede og bevaringsværdige bygninger skal man altid indledningsvis vurdere:

- Er efterisoleringen overhovedet nødvendig. Opnår man nogen effekt. Eksempelvis efterisolering af meget smalle murpiller mellem vinduer.
- Skabes der nye problemer, hvis følgevirkninger på længere sigt koster flere penge, bruger mere energi osv. end energiforbedringen kan præstere.
- Efterisoleringen bør endvidere samtænkes med såvel husets kulturhistoriske og arkitektoniske værdier, som med den konkrete energibesparelse, efterisoleringens reversibilitet, brandsikring eller giftige stoffer ved brand, mulighederne for at opnå en støjdemping, et muligt bedre indeklima, færre allergifremkaldende stoffer i huset, konstruktionernes lange levetid, et godt dagslys (specielt vinduer), skjulte reder for mus og andre smådyr m.m.

Når den konkrete konstruktion, der skal efterisoleres er valgt, inkl. isoleringsmaterialer og metoder, skal man:

- Gennemføre en energiberegning efter en fast standard, der dokumenterer den opnåede energibesparelses-effekt i kWh/m².

De eksisterende konstruktioner, der skal efterisoleres dokumenteres evt. med målinger på stedet (f.eks. hulmur, massiv mur, massive trævægge, bræd-

debeklædt bindingsværk (træbygninger) eller bindingsværk med lerklining etc.), så efterisoleringens omfang og materialer retter sig efter de konkrete forhold. Herunder for vinduernes vedkommende medtagelse af energieffekten ved korrekt benyttelse af udvendige skodder, jf. nedenfor.

- Foretage en objektiv konsekvensvurdering i forhold til skader fra fugt, forvitring, forværrede indeklimaforhold, dagslysforhold osv.
- Foretage en objektiv værdisætning af husets historiske, tekniske og arkitektoniske bevaringsværdier før og efter.

Eksempler

I det følgende er der opstillet en liste over en række ofte benyttede energiforbedrings-metoder på eksiste-

rende bygninger, prioriteret efter deres indflydelse på bygningens oprindelige arkitektur, bærende bevaringsværdier og æstetiske fremtræden.

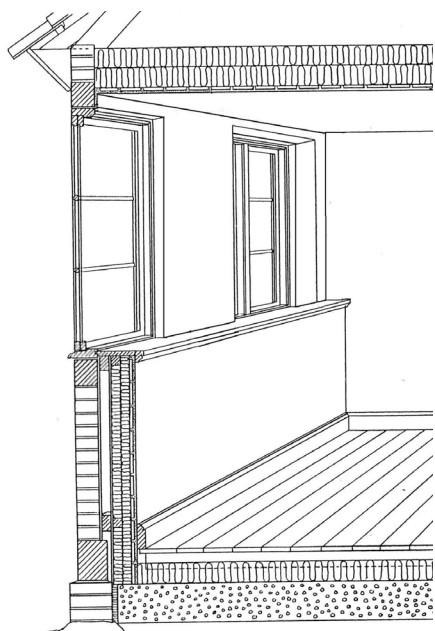
En ældre bygning efterisoleret efter principperne i kategori 1-4 kan erfaringsmæssigt opfylde de gældende energikrav i Bygningsreglementet for 2010.

Kategori 1:
Energiforbedringer, der ikke påvirker bevaringsværdierne

- Energimæssig udnyttelse af eksisterende gamle vinduer med eksisterende udvendige og/eller indvendige skodder. Skodder og vinduer lukkes til om natten. Skodder åbnes og vinduer lukkes om dagen.
- Efterisolering af ikke synlige, men tilgængelige konstruktioner (Kry-



Pæn og harmonisk Bedre-Byggeskik villa fra 1922. Det er oplagt at energiforbedre dette hus ved at hulmursisolere ydervæggene, sætte forsatsvinduer op på de eksisterende vinduer samt isolere taget indefra med 15 cm isolering. Hvis taget isoleres uden på spærerne, løfter man tagfladen, så den markante gavk kommer ud af proportion.



Indvendig forsatsvæg under vindueshøjde på et bindingsværkshus. Over brystningshøjde og mellem vinduerne efterisoleres der ikke, da disse vægstykker dels er så små og fordi det visuelt ikke formindsker rummet.



- bekædre, udnyttede, beklædte tagrum, etageadskillelser, skunkrum, kældervægge)
- Udvendig efterisolering af kældervægge under terræn
- Forbedring af eksisterende fyr, opvarmning, rørføringer, isolering af varmerør osv.
- Solfanger/solceller, anbragt udenfor huset – naturligvis tænkt ind i helheden.
- Skift af varmekilde til f.eks. jordvarme

Kategori 2:
Energiforbedringer, der er stort set usynlige efter udførelsen

- Hulmursisolering (indblæsningshuller kræver enkelte nye mursten)

- Gamle træ- eller teglgulve optages og ilægges igen efter en varmeisolering
- Træbygninger med bindingsværkskonstruktion isoleres mellem bindingsværket ved at nedtage og opsætte bræddebeklædningen igen.
- Der isættes energiglas i eksisterende koblede vinduer og indvendige forsatsvinduer.
- Udvendige eller indvendige forsatsvinduer, der kun sættes op i den periode, hvor efterisolering er nødvendig.
- Der lægges gulvvarme i stedet for centralvarme (lavere fremføringstemperatur)

Kategori 3:
Energiforbedringer, der er synlige, men kan være bevaringsmæssigt acceptable

- Efterisolering af gulve, hvor gulvbrædder eller gulvtegl skiftes ud med nye, magen til de gamle.
- Indvendige forsatsvinduer med energiglas eller energiruder på de eksisterende vinduer – ikke acceptable i alle udformninger.
- Nye vinduer, udført helt magen til de oprindelige udvendigt, inkl. gamle rudeglas, kitfals og beslag, men indvendigt energiforbedret med forsatsvinduer eller koblede vinduer.
- Træbygninger, der efterisoleres og øges med et 5 cm ventilleret hulrum udvendigt (vinduer flyttes med ud)
- Efterisolering af etageadskillelse eller mellem spær, i uudnyttede tagrum (hvor tagkonstruktionen ikke er specielt bevaringsværdig)
- Tætningslister på yderdøre

Kategori 4:
Energiforbedringer, der kan være bevaringsmæssigt problematiske

- Indvendig efterisolering – hvor de indvendige detaljer flyttes (stuk, vinduesindfatninger, fodpaneler, brystningspaneler etc.)
- Isolering under vinduesbrystninger (bindingsværkshuse)
- Isolering af tagrum, hvor spær og hanebånd drukner helt
- Forsatsdøre indvendigt eller udvendigt på gamle yderdøre
- Vindfang, luftsluser etc. ved yderdøren.

Kategori 5:

Energiforbedringer, der ofte er bevaringsmæssigt uacceptable

- Udskiftning af originale vinduer med nye termovinduer.
- Udskiftning af gamle rudeglas i gamle vinduer med nye tynde termoruder
- Spinkle støbejerns- og smedevinduer, der forsynes med kraftige forsatsvinduer.
- Udskiftning af yderdøre med nye isolerede yderdøre
- Udvendig efterisolering af facader i blank murværk eller med facadeudsmykninger
- Efterisolering oven på en eksisterende tagkonstruktion, så tykkelsen øges
- Indvendig efterisolering, hvor der er væsentlige indvendige væg- og loftdetaljer
- Synlige solfangere på tagene eller på facaden.

Søren Vadstrup: Huse med sjæl. Gyldendal 2004

Søren Vadstrup og Katrine Martensen-Larsen: Sommerhuset – indretning, reparation og vedligeholdelse. Gyldendal 2008

Søren Vadstrup: Mit bevaringsværdige hus i Fredensborg. Bevaringsforeningen i Fredensborg 2010.
(Heri på side 83 beregninger over forskellige energiforberinger på en ældre bygning, uden at forringe de arkitektoniske værdier)

Bygningskultur Danmark: Energiguide for fredede og bevaringsværdige bygninger. 2010

Søren Vadstrup: Bevaringsværdige bygninger – gode løsninger til energiforbedring og indeklimaforhold

Ministeriet for By, Bolig og Landdistrikter 2014
Isolering og ombygning af bevaringsværdige huse.

Rapport om fugt i isolerede bindingsværkshuse. Teknologisk Institut, 1999

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 vinduer
- Efterisolering af bindingsværk
- Fugt i bygninger

Kulturstyrelsen:

SAVE Kortlægning og registrering af bymiljøers og bygningers bevaringsværdi
www.kulturarv.dk/publikationer/publikation/artikel/save-vejledning/

Kulturstyrelsen:

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

Socialministeriet og 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

Center for Bygningsbevaring.

Anvisninger til bygningsbevaring
www.bygningsbevaring.dk

- Efterisolering af murede huse
- Efterisolering af bindingsværk
- Energiforbedring af gamle vinduer.
- Efterisolering af træhuse

LITTERATUR

Thomas Kampmann: Vinduers

Varmetab.

<http://www.bygningsbevaring.dk/files/Vintab12slutrapport2.pdf>

Søren Vadstrup: Gode råd om vinduer.

http://www.bygningsbevaring.dk/files/Anvisninger2010/Gode_raaed_om_Vinduer_2002.pdf

KOLOFON

Titel

Energiforbedring af fredede og bevaringsværdige bygninger

Oplæg

Tekst: Søren Vadstrup, Arkitekt m.a.a. Center for Bygningsbevaring i Randers

Copyright, redaktion og udgiver
Kulturstyrelsen, Kulturministeriet

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