

energiguide

til ejere af fredede og bevaringsværdige bygninger

Energiguide for fredede og bevaringsværdige bygninger

© Bygningskultur Danmark, 2010
Tekst, fotos og illustrationer: Jeanne Brüel
Grafisk tilrettelæggelse: Silje Jensen Elslo
Trykt i Danmark, 2010

ISBN 978-87-90915-99-5

indholdsfortegnelse

· forord	5
1 · indledning	7
2 · energiforbrug til opvarmning	17
tætning	18
terrændæk og fundamenter	24
kælderydervægge	28
ydervægge	30
tag og lofter	35
vinduer og yderdøre	41
3 · energiforbrug til drift	49
elforbrug og lyskilder	49
tekniske installationer	51
brugeradfærd	53
4 · tilførsel af energi	57
opvarmningsmetoder	58
kølemetoder	70
5 · referencehus: besparelser	73
6 · efterskrift	77
7 · litteratur og hjemmesider	79

forord

Landets CO₂-udledning skal nedbringes, i første omgang især ved at reducere energiforbruget. Bygningerne står for 40% af landets samlede energiforbrug. Derfor skal en del af energibesparelserne hentes i energirenoveringer af den eksisterende bygningsmasse.

I bestræbelserne på at opnå disse resultater, er det nødvendigt at tage særligt hensyn til vores 9.000 fredede og 300.000 bevaringsværdige bygninger. Det er ikke muligt at energioptimere disse bygninger i samme omfang som resten af bygningsmassen, uden at bevaringsværdierne lider ubodelig skade eller helt forsvinder.

Det betyder dog ikke, at CO₂-udledningen og energiforbruget ikke kan nedbringes ganske betydeligt – blot det gøres med omtanke og med skyldigt hensyn til bevaringsværdierne.

De nærmeste til at passe på bygningernes bevaringsværdier er nu engang bygningernes ejere og brugere. Vi har derfor ønsket med denne guide at kvalificere den enkelte ejer og bruger til at gå i dialog med rådgivere og håndværkere og ikke mindst med de lokale bygningsmyndigheder.

Det er vores håb, at vi på den måde kan medvirke til, at en meget væsentlig del af landets kulturarv ikke bliver ofret i iveren efter at nå de langsigtede klimamål, mens vi venter på løsningen af det grundlæggende problem, den forurenende energiproduktion.

Birthe Iuel

Præsident, Bygningskultur Danmark



Der er flere forhold, der udelukker en »one-size« løsnning til energioptimering. Historiske huse er meget forskellige, hvad angår beliggenhed, orientering og form samt byggeskik og materialesammensætning. En stor etageejendom i København har andre problemer og dermed andre løsninger end et lille bindingsværkshus på landet. Den individuelle løsning til energioptimering skal tage hensyn til alle disse forhold.



1 • indledning

Denne guide forsyner ejere af fredede eller bevaringsværdige huse med almen information om de tiltag, der kan gøres for at nedbringe energiforbruget i husene, således at valget af energibesparende løsninger bliver nemmere og samtidig målrettet det enkelte hus. Guiden er også tænkt som en hjælp til de kommunale bygningsmyndigheder, når der skal foretages en afvejning mellem bygningsreglementets krav om energioptimering på den ene side og hensynet til kulturarven på den anden side.

Gennem enkle og ofte ret små indgreb kan de fredede og bevaringsværdige huse gøres mere energieffektive end i dag og alligevel bibeholde deres arkitektoniske karakter og udseende.

kulturarven må ikke ødelægges

De fredede og bevaringsværdige huse er en fast integreret del af vores omgivelser og bidrager til at give os en følelse af national identitet. Historiske huse behøver ikke at være museale eller konstante – kun ved at de ændres, konverteres og tilpasses moderne tider, kan de beholde deres kulturelle værdi og funktion på meget lang sigt. Men den heldige ejer af en fredet eller bevaringsværdig bygning må ikke desto mindre underordne sig bygningens historiske værdier. Man må bruge, istandsætte og i denne sammenhæng energioptimere huset på husets præmisser. Ejeren – og den kommunale bygningsmyndighed – har pligt til i fællesskab at varetage husets interesser bedst muligt og dermed passe på en del af Danmarks kulturarv.

spar penge!

Hvis ens hus er dårligt eller slet ikke isoleret, er der rigtig store penge at spare ved en energioptimering. Samlet set kan varmeregningen i nogle tilfælde reduceres med 75%! Fx vil en tætning af sprækker rundt omkring i huset i sig selv kunne reducere varmeregningen med en sjettedel, eller to måneders regninger. På samme måde vil fx hulmursisolering

myndigheder

Hvis huset er fredet skal man, uanset hvilke tiltag man ønsker at foretage (udover almindeligt vedligehold), **altid** ansøge Kulturarvsstyrelsen om tilladelse.

Hvis huset er bevaringsværdigt, skal man i de fleste tilfælde ansøge kommunen om større ændringer. Det er ikke alle tiltag, der kræver tilladelse, men det er **altid** klogt at kontakte den pågældende kommune for at undersøge, hvilke krav kommunen stiller til en evt. ansøgning. På den måde undgår man problemer.

kunne tage en fjerdedel af regningen. Jo bedre huset er isoleret, jo mindre kan det dog betale sig at efterisolere. I det tilfælde skal man snarere se på, om man kan skaffe den nødvendige energi på en billigere måde, fx ved at skifte fra oliefyr til fjernvarme.

Ældre, traditionelt byggede ejendomme blev opført af solide materialer til at kunne »tåle at stå udenfor« i mange hundrede år, og godt vedligeholdte huse vil kunne stå i mange hundrede år endnu. Forskellige energitiltag kan være nødvendige for at fremme husenes levedygtighed, hvis de også i fremtiden skal fortsætte med at være komfortable efter moderne standard. En god og høj standard for energieffektivitet kan derfor fremover øge de historiske huses bæredygtighed – foruden at sikre, at ejeren rent faktisk har råd til at varme huset op!

Ud fra en bæredygtighedsbetragtning skal man i øvrigt huske, at det er langt mere energivenligt at istandsætte og modernisere et eksisterende hus end at bygge et helt nyt: Det eksisterende hus repræsenterer en betydelig mængde allerede brugt energi, som således ikke behøver at blive brugt én gang til.

energioptimering

Energioptimering handler i bund og grund om at bruge sin sunde fornuft. Opfindelsen af den dybe tallerken indenfor dette felt er allerede sket, og anvendelsen af kendte og prøvede byggetekniske løsninger er helt

tilstrækkeligt for at opnå et godt resultat. Der bringes med jævne mellemrum nye, teknologiske løsninger på markedet, som dog alle har det til fælles, at langtidseffekten er ukendt. Det er ikke på historiske huse, at man skal eksperimentere med sådanne produkter og ny teknologi. En enkelt byggeteknisk fejltagelse kan få stor negativ indflydelse på husets fremtid og i sidste ende nedsætte husets værdi.

Der findes ingen »one-size« løsning, der umiddelbart kan bruges, når historiske huse skal energioptimeres. De tiltag, der gennemgås i denne guide, vil således ikke alle være aktuelle for det enkelte hus. Men for næsten alle huse kan der findes acceptable løsninger, hvor det – på husets præmisser – er muligt at reducere energiforbruget. Det vil hver gang være en balancegang mellem husets arkitektur, karakter og materialer på den ene side og mulige energiforbedringer og en moderne livsførelse på den anden side.

Energiforbrug i huse går til to ting: Til regulering af temperaturen (opvarmning om vinteren og evt. nedkøling om sommeren), og til drift af de maskiner og hjælpemidler vi omgiver os med i hverdagen (lys, hushold-



Det er altid muligt at reducere energiregningen med acceptable løsninger – på husets præmisser.

ningsmaskiner, underholdningsudstyr osv.). En reel energioptimering bør omfatte begge dele. Det er summen af de mange små tiltag, der i sidste ende gør den store forskel. Det er bedre (i betydningen mere økonomisk) med en generel middelstandard end topstandard på enkelte tiltag.

energimærkning

Alle huse skal i dag have en såkaldt energimærkning i forbindelse med salg eller udlejning. Mærkningen foretages af en autoriseret energikonsulent. Mærkningen har til formål at anskueliggøre husets typiske energiforbrug – hvor den bagvedliggende tanke naturligvis er, at husets energimærkning på sigt skal påvirke dets salgs- eller udlejningsværdi.

Ordningen er i et vist omfang i strid med ønsket om at passe på husets bevaringsværdier, da det i praksis aldrig vil være muligt at opnå de bedste klassificeringer, uden at det går ud over husets arkitektoniske kvaliteter.

bygningsreglementets skærpede energikrav

Det vil i praksis aldrig være muligt at overholde Bygningsreglementets skærpede energikrav, når det drejer sig om bevaringsværdige huse. Hvis disse krav skal opfyldes, kan det kun ske ved, at huset efterisoleres udvendigt – en uholdbar og utroværdig metode, hvis forudsætningen er at bevaringsværdierne skal bibeholdes.

Fredede og officielt udpegede bevaringsværdige huse er under alle omstændigheder undtaget energikravene i Bygningsreglementet. Problemet er de mange huse rundt omkring i landet, som egentlig er fine eksempler på dansk arkitekturtradition og byggeskik, men som ikke er så heldige at have fået myndighedernes blåstempling. Man må her blot håbe, at den kommunale byggesagsbehandling er i stand til – og villig til – at foretage en nøgtern afbalancering af bygningsreglementets energikrav på den ene side og hensynet til kulturarven på den anden side.

de kritiske punkter

problemerne er generelt de samme i de fleste huse:

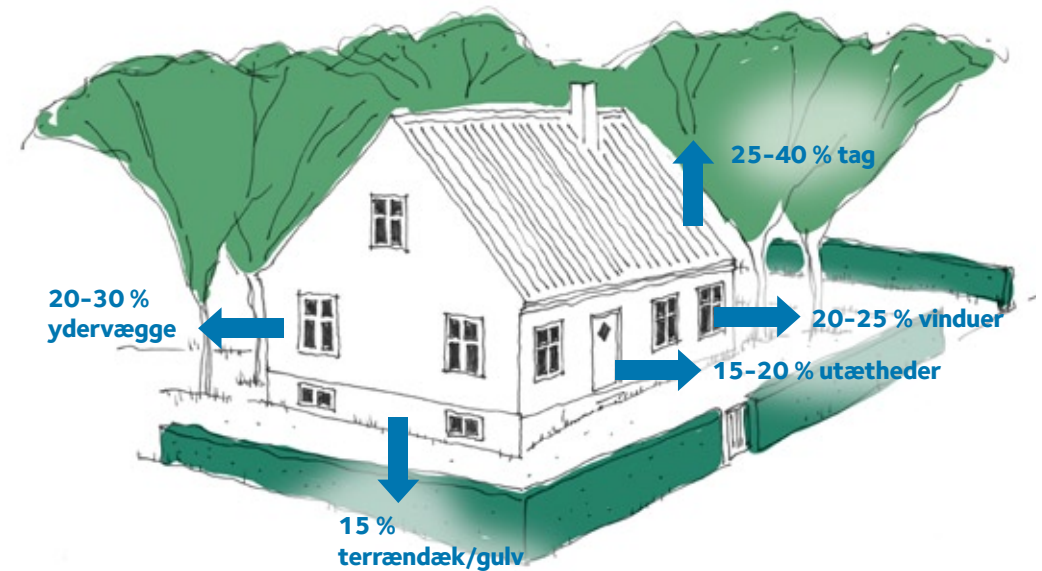
• klimaskærmen

For stort varmetab gennem tag, ydervægge, gulv, døre og vinduer, der igen skyldes utætheder, utilstrækkelig isolering og kuldebroer

• anlæg og installationer

Unødigt stort forbrug, der skyldes for ringe effektivitet eller for dyr energikilde

overordnet fordeling af varmetab:



anvisningerne er tilsvarende generelt:

• klimaskærmen

Efterisolering, tætning, forbedring af døre og vinduer samt kontrolleret ventilation

• anlæg og installationer

Nytænkning af energikilde, forbedring af tekniske installationer og udskiftning af utidssvarende elektrisk udstyr

Økonomi

Der er i denne guide primært taget hensyn til ejernes pengepung og kun i mindre grad skelet til det store og komplicerede, globale CO₂-regnskab.

Ud fra et rent økonomisk synspunkt kan der energioptimeres på to forskellige måder, som i et vist omfang modarbejder hinanden: Man kan fokusere på at nedbringe energitabet – eller man kan fokusere på at få den nødvendige energi tilført på en billigere måde. Jo mere man nedbringer energitabet, jo dårligere vil investeringen i en ny energikilde kunne betale sig, simpelthen fordi det samlede energiforbrug er blevet så meget mindre, at en reduktion i energiprisen ikke rigtig kan mærkes. Omvendt, har man reduceret energiprisen ved at installere en billigere energikilde, vil den økonomiske gevinst ved at nedbringe forbruget gennem isolering blive mindre tydelig, end hvis energiprisen var høj.

Hvis huset er dårligt eller slet ikke isoleret, vil det altid kunne betale sig at energioptimere gennem at øge isoleringen og reducere driftsforbruget, og man vil oven i købet opnå en betydeligt bedre komfort og et bedre indeklima. Men hvis huset bare er middeld godt isoleret i forvejen, kan det ofte kun betale sig at forbedre isoleringsgraden i forbindelse med en mere gennemgribende istandsættelse af huset. I det tilfælde vil energiforbedringerne som regel kunne udføres mod en ret beskedet merudgift, som – lige – vil kunne forrentes af den årlige besparelse på den samlede energiregning.



referencehus

For at anskueliggøre de økonomiske konsekvenser af de enkelte energioptimerende tiltag, der er beskrevet i denne guide, er effekten af hvert tiltag beregnet for et referencehus, der går igen hele guiden igennem. I praksis vil mange fredede eller bevaringsværdige huse være meget anderledes end referencehuset. Evt. besparelser, der teoretisk kan opnås i referencehuset, vil derfor ikke nødvendigvis gøre sig gældende andre

steder. Ikke desto mindre giver de teoretiske besparelser i referencehusets energiregnskab et fingerpeg om, hvilke tiltag der kan være relevante for den enkelte ejer.

De nærmere forudsætninger for beregningerne er angivet i kapitlet om referencehuset sidst i bogen.



Referencehuset er et enfamiliehus fra 1930'erne på 160 m² i grundplan med udnyttet tagetage. Der er fuld kælder under 2/3 af huset, resten er krybekælder. Det samlede, opvarmede etageareal er 270 m², idet kælderen ikke er opvarmet. Huset er grundmuret med tegltag. Mange af de besparelsesforslag, der anbefales i denne guide, er efterhånden blevet gennemført i huset, men da de nuværende ejere overtog det for mange år siden, stod det helt uden isolering og blev opvarmet med et ældre, ineffektivt oliefyr. Med nutidens energipriser ville den samlede energiregning dengang have lydt på ca. 145.000 kr., eller over 500 kr./m² årligt. I dag er regningen nedbragt til ca. 35.000 kr., dvs. til under en fjerdedel!

R

rådgivning

Det kan ikke understreges nok, hvor vigtig en uvildig rådgivning er for beskyttelsen af huset, både rent byggeteknisk og i bevaringssammenhæng – og dermed i sidste ende for dets fremtidige værdi. Eksemplerne på byggesjusk og de deraf følgende problemer er mangfoldige: Det kan næsten aldrig svare sig at spare rådgiveren væk. Der er naturligvis masser af opgaver, en dygtig og erfaren håndværker sagtens kan udføre uden indblanding fra en rådgiver (fx ekstra isolering på loftet, eller udskiftning af en energislugende pumpe til en nyere model), men et par timers rådgivning vil næsten altid være givet godt ud, inden større indgreb iværksættes. Det svarer lidt til at gå til tandlægen: Det kan godt være, at tandteknikeren kan løse mange af problemerne – men det er nu mest trygt, at tandlægen udstikker retningslinierne!

Spørg derfor altid en restaureringskyndig arkitekt, inden der skal foretages efterisolering eller forbedring af vinduerne, og søg råd hos en ingeniør, inden der skal foretages en udskiftning eller større modernisering af varmesystemet.

For at finde frem til den rette rådgiver kan man fx besøge arkitekt- eller ingeniørforeningens hjemmesider (www.danskeark.org hhv. www.frinet.dk). Også på Bygningskultur Danmarks hjemmeside under www.bygningskultur.dk/Menu/Mit+historiske+hus/Find+professionel kan man se et udvalg af rådgivere, der har specialiseret sig i rådgivning omkring fredede eller bevaringsværdige huse.

De tiltag, som absolut ikke bør sættes i værk, uden at man først har søgt kompetent og uvildig rådgivning, er undervejs i teksten markeret med »R« ud for de pågældende afsnit.



Et dårligt proportioneret tag med forkerte materialer, alt udført for at forbedre isoleringen, har ødelagt dette stakkels hus for de næste mange år. Vi nævner ikke engang vinduerne!



2 · energiforbrug til opvarmning

Husets beliggenhed, orientering i forhold til verdenshjørner, klimaskærm og installationer spiller alle en stor rolle for dets energiforbrug og for de mulige besparelser. Husets facon og materialesammensætning har også indflydelse på, hvordan energiforbruget kan nedbringes.

For langt de fleste tiltag til nedbringelse af varmekonsumet gælder, at de samtidig øger brugernes komfort, bl.a. ved at mindske trækgener. Dette vil i mange tilfælde gøre, at zoner i huset, som man ikke rigtig har udnyttet før, pludselig kan anvendes meget bedre, fordi der er rarere at være.

Det gælder for alle isoleringsmaterialer, at det er den første del af isoleringen, der er mest effektiv. Selvfølgelig isolerer fx 300 mm mineraluld bedre end 50 mm, men ikke seks gange så godt. Er fx ydervæggen i forvejen efterisoleret indvendigt med 100 mm mineraluld, vil det ikke være rentabelt at øge isoleringstykkelsen.

R

undersøgelser

Da de forskellige tiltag vil have forskellig effekt afhængig af, hvordan huset ser ud og er beliggende, vil det oftest kunne betale sig at købe nogle timers professionel og uvildig rådgivning om, hvilke tiltag, der passer bedst til lige netop denne bygning. En af de undersøgelser, som det næsten altid giver god mening at foretage, er en termografering af husets klimaskærm, dvs. facader, tag og vinduer. Termograferingen vil afsløre, hvor huset er dårligst isoleret, men den vil også finde de mange givne utætheder, der er i alle gamle huse.

En **termografering** er en fotografering med et varmefølsomt kamera, som med forskellige farver meget præcist viser, hvor huset taber mest varme.



Det ses tydeligt på termografien, hvor meget kulde og træk (de mørkeblå farver), der skyldes sprækker langs bindingsværket og i tagfoden.

tætning

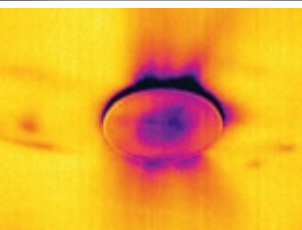
Mange tror – fejlagtigt – at utætheder i væggene er sundt for både huset og indeklimaet. Det er helt forkert. Når varm indeluft møder kold udeluft, opstår der kondens, dvs. fortætning af vanddamp. Dette vand vil ophobe sig i husets konstruktioner og dermed øge risikoen for råd- eller svampeskader.

En bygning skal selvfølgelig ventileres – men ventilationen skal foregå kontrolleret, så fugten kommer helt ud af huset med det samme gennem egnede kanaler.

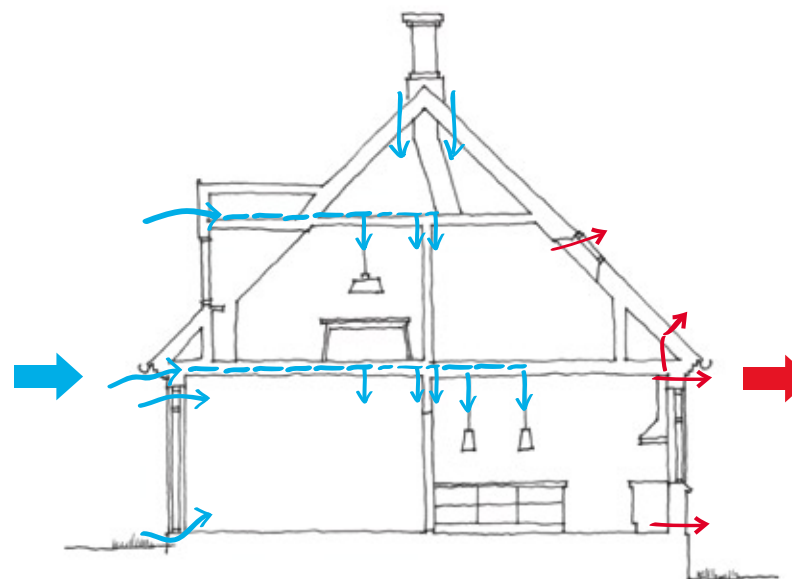
Den letteste måde at forbedre husets varmeregning og komfort på er at tætte husets sprækker og derved holde gener som kulde og træk væk. En eftergang af »overfrakken« eller klimaskærmen for utætheder vil altid kunne betale sig på varmeregnskabet. I ældre huse vil man dog aldrig kunne opnå den samme tæthedegrad, som man benytter i energirigtigt nybyggeri. Varmebesparelsen er naturligvis afhængig af, hvor godt eller dårligt udgangspunktet i det enkelte tilfælde er, men man kan som regel opnå meget betydelige besparelser på varmeforbruget.

Tætning handler ganske enkelt om at få kontrol over husets luft, både på vej ind men også på vej ud igen. Man skal altså kunne kontrollere ventilationen, således at man ikke ender med et dårligt indeklima.

Det er nemmest at tætte i forbindelse med en dør- eller vinduesudskiftning, men også når man beholder sine gode gamle vinduer, kan det svare sig at tætte. Især omkring vindues- og dørkarme skal fugerne eftergås. Der skal stoppes med et isoleringsmateriale og fuges, således at varmen ikke forsvinder ud den vej. Det er også en god idé at tætte omkring lampeudtag mod uopvarmede arealer samt eftergå skorstenens rørgennembrydning til brændeovn. I huse med træbeklædning på facaderne (fx bevaringsværdige sommerhuse) vil det være en god idé at opsætte en vindspærre (vindpap) i forbindelse med en eventuel udskiftning af facadens beklædningsbrædder. Når man isolerer, bør man altid opsætte dampspærre på den »varme« side af isoleringen. Dampspærren er i sagens natur også en tætning – særligt hvis den er udført korrekt, dvs. uden gennembrydninger eller åbne samlinger.



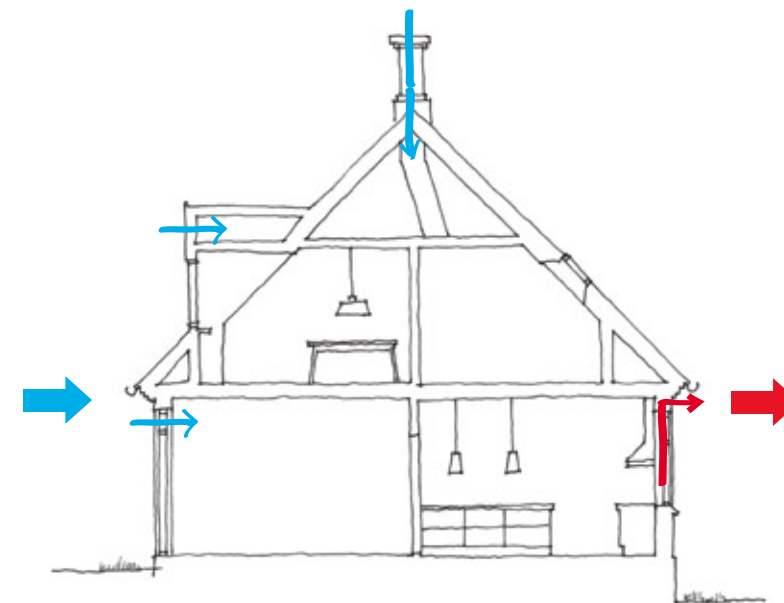
Her kan man se effekten af en utætnet loftslampe.



tætning:

En simplificeret illustration af et henholdsvis utæt og tæt hus.

I det **utætte** hus trænger ukontrolleret luft ind fra de mange typiske utætheder, og den store mængde brugte og fugtige luft presses ud i »læ-siden« med risiko for ophobning af fugt i konstruktionerne.



I det **tætnede** hus foregår luftskiftet kontrolleret – den friske luft tilføres, hvor behovet er, og den brugte luft fjernes.

fugt

For at give en idé om fugtmængden skal nævnes, at en normal familie producerer ca. 2.000 liter vand om året – bare ved at trække vejret! Hertil kommer damp fra brusebad, madlavning, vaskemaskine osv., der alt sammen skal ud af huset.

skimmelsvamp

Skimmelsvamp findes overalt. Der er tale om meget små svampe, der vokser på jord og plantedele i naturen. Skimmelsvampe trives i et fugtigt miljø, formerer sig ved sporer og lever af organisk materiale. Svampeangrebene lugter ofte muggent.

ventilation og indeklima

Et godt indeklima er altid en forudsætning for almindelig trivsel både for beboerne, brugerne og ikke mindst huset. Når man tætnet og isoleret et hus, er det vigtigt at få inkluderet et eftersyn eller en udskiftning af ventilationsanlæg, riste og ventiler samt sikre sig, at der ikke ophobes fugt noget sted i huset.

Husets beboere »forurener« indeluften med fugt, udåndingsluft (CO₂) og partikler – de trækker vejret, laver mad, vasker tøj og foretager sig en masse andre dagligdags gøremål, der alle er medvirkende til, at fugt og urenheder er tilstede i rummene. Endvidere afgiver møbler, tæpper, elektrisk udstyr, maling osv. forurenende dampe. Når huset har gennemgået en energioptimering, er det afgørende for såvel et godt indeklima som for husets konstruktioner, at den forurenede, fugtige luft konstant skiftes ud med tør og sund udeluft: Ventilation.

Bygningsreglementet stiller krav om et komplet luftskifte hver anden time i boliger. Dette kan lyde af meget, men er mange gange mindre end det (ukontrollerede) luftskifte, der typisk er i et ældre hus med mange ukontrollerede utætheder.

skimmelsvamp

Skimmelsvamp er den bedste indikator på, at der er fugtproblemer i huset. Utætheder i klimaskærmen, forkert udført isolering eller utætte vandrer fx fra en gammel vandskade kan give skimmelsvamp. Hvis isoleringen er utilstrækkelig, kan fugten sætte sig på de kolde vægge som kondens i huset. Hvis for meget fugt får lov til at ophobes over længere tid, er der stor risiko for angreb af skimmelsvamp og i grelle tilfælde af de for huset endnu farligere svampearter som tømmer svamp og ægte hussvamp. Skimmelsvamp er ikke farlig for husets konstruktioner, men er absolut ikke ønskeligt for et sundt og godt indeklima, da den kan give flere sundhedsmæssige gener.

I ældre huse er der ofte mange kuldebroer, dvs. steder, hvor den indvendige overflade og den udvendige overflade er i direkte forbindelse med hinanden uden at være brudt af luft eller isolering. Der er koldere

og dermed mere fugtigt, der hvor kuldebroen er. Derfor er der også større risiko for skimmelsvamp disse steder.

Skimmelsvamp kan også skyldes den fugt, der kommer indefra, fx fra bad, madlavning, tørring af tøj m.m. Det er derfor vigtigt at holde huset tørt og luftfugtigheden under 75% – luftfugtigheden kan måles med en fugtmåler, der kan købes i ethvert byggemarked.

naturlig ventilation

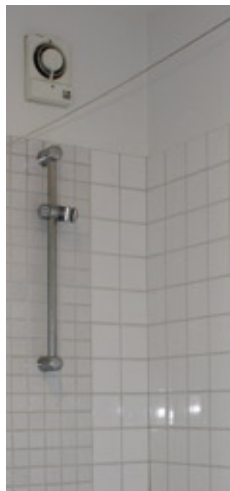
Naturlig ventilation er kontrolleret udluftning af huset gennem åbne vinduer og døre eller gennem ventilationsriste. Hvor tit man behøver at lufte ud, afhænger af flere forhold som adfærd, husstørrelse og personantal.

I visse tilfælde, især hvis man har efterisoleret sine ydervægge, kan det være nødvendigt at supplere med faste ventilationsriste og ventiler. Der findes forskellige typer af faste ventiler, men for dem alle gælder, at de er rimeligt lette at installere. For at sikre huset og dets beboere bedst muligt må det anbefales, at den naturlige udluftning suppleres med mekanisk ventilation.



Gennem ventilationsriste sikrer man en naturlig og tilsigtet udluftning af huset. Det har man vidst i mange år. Hvis man har efterisoleret sine ydervægge, kan det være nødvendigt at montere nye ventilationsriste.





mekanisk ventilation

Det er yderst vigtigt at installere udsugning, der kontrolleret fjerner fugten med det samme. Badeværelse, bryggers og køkken er de mest fugtbelastede rum, men efter en energioptimering vil også de øvrige rum som regel være blevet tættere end før, hvilket øger kravet til udluftning.

Det anbefales at opsætte mekaniske ventilatorer i alle badeværelser, således at fugten kan passere direkte ud i det fri uden først at have været på rundtur i resten af huset. Der findes forskellige typer ventilatorer: Det allerbedste er fugtstyrede ventilatorer, som tænder af sig selv, når luftfugtigheden når et vist niveau.

Det er også vigtigt at tænde for køkkenets emhætte, når der laves mad – ikke bare af hensyn til madosen, men især af hensyn til den vanddamp, der opstår i forbindelse med madlavningen.

Efter en energioptimering er det særdeles vigtigt at installere kontrolleret udsugning, der fjerner fugten med det samme. Badeværelse, bryggers og køkken er de mest fugtbelastede rum.



tætning anbefalinger:

- Sørg for at tætnes sprækker og utætheder langs vinduer og døre samt lemme mod uisolerede arealer.
- Ved ydervægge af bindingsværk er det vigtigt, at sprækkerne mellem tavl og tømmer er tætte. Brug traditionelle materialer som tjæret værk og kalkmørtel til at tætnes med – aldrig cement, elastiske fuger eller lignende, da disse materialer vil medføre, at tømmeret indenfor en meget kort årrække ødelægges.
- Der tætnes ved eludtag og omkring rør og andre gennembrydninger samt ved skorstene.
- Luft ud, især i baderum, køkken og soveværelse og sørg for at udsugninger virker.
- Sørg for at emhættefilteret er rensat og emhætten fungerer.
- Installér mekaniske udsugningsanlæg, der i størrelse og ydelse passer til husets vådrum.
- Luk døren til badeværelset, mens der bades.
- Luft godt ud flere gange hver dag, og lav gennemtræk i 5 - 10 minutter ad gangen.
- Sørg for at udluftningsventiler og riste i ydervæggene er åbne.



referencehus:

Alene en tætning af referencehuset svarende til bygningsreglementets mindstekrav har medført en årlig besparelse på energiregningen på ca. 60 kr./m², eller 13%.

terrændæk og fundamenter

Efterisolering af terrændæk og fundamenter giver i praksis kun mening i forbindelse med en gennemgribende istandsættelse af hele huset, da følgearbejderne (optagning af gulv, evt. nedtagning og genopsætning af paneler osv.) er meget store.

Varmetabet gennem terrændækket udgør typisk ca. 15% af en bygningens totale varmetab. Uanset hvilken gulvopbygning der er tale om, er det muligt at efterisolere gulvet og dermed opnå en reduktion af varmetabet. Under alle omstændigheder vil isolering af gulvet reducere eller helt fjerne trækgener.

For alle de nedenstående løsninger gælder, at man skal være påpasselig med udførelsen af de valgte løsninger.

R

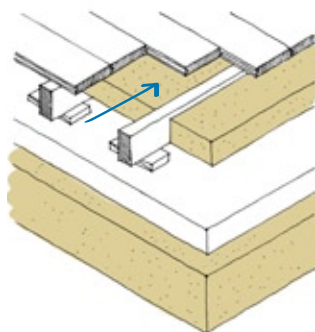
efterisolering under gulve

Løsningerne til efterisolering af terrændæk afhænger især af fundamenternes dybde og udførelse. Er fundamentet tilstrækkeligt dybt og stabilt (det vil det typisk være på murede huse), er et støbt terrændæk at foretrække.

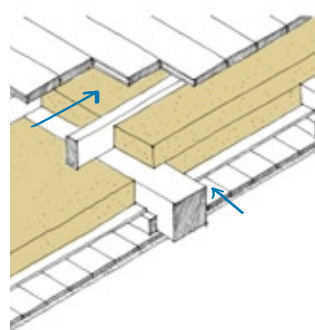
Et støbt terrændæk består af et ca. 10 cm tykt lag beton, der udstøbes ovenpå et lag trykfast isolering, som igen lægges på et lag groft grus (et såkaldt kapillarbrydende lag), der har til formål at bryde fugtopsugningen fra den underliggende jord. Langs indersiden af fundamentet isoleres ligeledes med trykfast isolering for at bryde den kuldebro, der opstår gennem fundamenterne. Selve gulvet bygges herefter op ovenpå betonen.

Består fundamentet blot af en række syldesten (det mest almindelige ved bindingsværkshuse, særligt på landet), kan det som regel ikke lade sig gøre at støbe et terrændæk, uden at der skal udføres et helt eller delvist nyt fundament. I dette tilfælde er det ofte lettere at isolere mellem de eksisterende gulvbjælker. Der sikres mod rotteangreb, fx ved

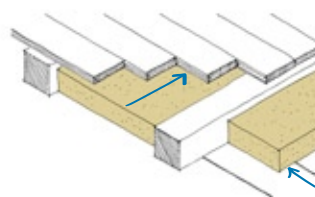
at udstøbe et klaplæg i beton ovenpå jorden. Til bjælkernes underside fastgøres fx rustfri ståltråde, hvorpå der udlægges isolering i en tykkelse, der ikke er større, end at der er luft mellem isoleringens overside og gulvbræddernes underside. Det er samtidig vigtigt, at der er tilstrækkelig ventilation under isoleringen for at undgå, at fugten fra



Er der ikke krybekælder eller kælder under huset, kan man overveje et isoleret terrændæk. Der støbes et betondæk med isolering under, og ovenpå betondækket placeres fugtspærre, strøer og mineraluld. Husk ventilation mellem isolering og gulvbelægning.



Ved isolering af træbjælkelag mod kælder isoleres mellem bjælkerne. Er der strøer ovenpå bjælkerne, udlægges fugtspærre mellem bjælker og strøer og der udlægges evt. isolering mellem strøerne. Det er vigtigt, at der er ventilation både over og under isoleringen.



Ved isolering af træbjælkelag mod krybekælder isoleres der mellem bjælkerne.

jorden trænger ind i huset. Ventilationen sikres typisk ved at sætte riste i fundamentet på begge sider af huset, så der så at sige kan opstå gennemtræk.

etagedæk over kældre

Har man en kælder, der ikke er opvarmet, kan etagedækket herover isoleres ved opsætning af mineraluld mellem bjælkerne i stueetagens gulv. Hvis kælderens loft fx er pudset, kan dækket også isoleres ved indblæsning af granulat, på samme måde som ved hulmursisolering (se nedenfor).

Man skal dog være opmærksom på, at kælderen herefter vil blive koldere, og dermed er der større risiko for ophobning af fugt i kælderen, da der nu ikke længere vil være tilstrækkelig varme til at »trykke« fugten ud af konstruktionerne. Dette kan give alvorlige følgeskader som råd i bjælkelaget og angreb af trænedbrydende svampe. Man skal derfor sikre sig, at kælderen er tilstrækkeligt ventileret.

Et helt nyt terrændæk er i sagens natur et voldsomt indgreb i et gammelt hus. For at »bøde« lidt på det kan det være en god idé, som her, at genbruge de gamle gulvbrædder.



terrændæk og fundamenter anbefalinger:

- Ved en større istandsættelse kan det ofte betale sig også at efterisolere gulvet.
- Hvis gulvbelægningen alligevel skal udskiftes, er dette en ideel lejlighed til at efterisolere mellem gulvbjælkerne. I tilfælde, hvor det er muligt at genbruge gulvbrædderne, er dette at foretrække.
- Overvej nøje, hvilke materialer, der stilmæssigt passer til huset ved en udskiftning af gulvbeklædningen.
- Sørg så vidt muligt for at bryde kuldebroer mellem fundament og terrændæk.



referencehus:

I referencehuset har isolering af dækket mod kælderen medført en årlig besparelse på ca. 17 kr./m².

Når gevinsten ikke er større, skyldes det især, at kælderen er blevet koldere, og der derfor bruges flere penge end tidligere til vedligeholdelse af kælderen. Samlet set er der således kun med nød og næppe tale om en målbar gevinst.

R

kælderydervægge

I praksis vil det for huset ofte være sundere at se bort fra det energitab, der foregår gennem kælderydervæggene.

Kældre er i sagens natur altid problematiske, simpelthen fordi de ligger helt eller delvist under terræn, i direkte kontakt med jorden og dermed også fugten. Det vand, der er i jorden, vil altid forsøge at trænge ind i kælderen gennem gulvet eller væggene. Det har man før i tiden været helt klar over. Derfor blev kælderen som regel anvendt til viktualierum, fyrrum, opbevaring af koks, vaskerum og andre grovere funktioner, og kælderen var godt udluftet med riste direkte til det fri. Nu til dags vil mange gerne bruge noget af kælderen til opholdsrum og så at sige gøre den »finere« end det, den er bygget til. Det må absolut frarådes – faktisk er beboelsesrum i kældre ikke tilladt iflg. Bygningsreglementet!

Indrettes en kælder til opholdsrum, opsætter folk ofte isolering og pladebeklædning på væggene for at gøre dem glatte og fine og for at undgå den fugt, der trænger ind udefra gennem ydervæggen. Fugten forsvinder desværre bare ikke, men bremses af den nye pladevæg og trænger derfor både opad i husets etageadskillelse og ind i den nye pladevæg. Så vil der næsten altid opstå store følgeskader som råd og angreb af ægte hussvamp i etageadskillelsen.

Isolering af kælderydervægge må derfor kun foretages udefra. Dette er typisk en bekostelig affære, der aldrig i sig selv vil kunne forrentes. Kun hvis man alligevel graver fri omkring huset, fx for at reparere eller lægge omfangsdræn, kan det overvejes at isolere kældervæggen på den udvendige side under terræn.

Beklæd aldrig ydervæggen i kælderen indvendigt med tætte materialer som glasvæv eller plader, og mal den heller ikke med plastmaling som her.

kælderydervægge anbefalinger:

- Det er vigtigt at besigtige sin kælder med jævne mellemrum og sørge for rigelig, kontrolleret ventilation, evt. ved at sætte nye ventilationsriste i ydervæggen til det fri.
- Sørg altid for, at faskiner, afløbsbrønde og nedløb er rensede, så risikoen for utætheder og dermed vandindtrængning minimeres. Få eventuelt udført en professionel inspektion med kamera. Sørg for, at det omgivende terræn har fald væk fra huset.
- Hvis der er så meget fugt i kælderen, at fugten ikke kan ventileres bort af sig selv, vil det typisk være en god idé at lægge omfangsdræn omkring huset. Samtidig kan man overveje at isolere kælderydervæggen udvendigt under terræn. Søg i dette tilfælde altid professionel rådgivning.
- Mal aldrig væggene med plastmaling eller lignende diffusionstætte malingstyper. Fugten skal kunne passere uhindret ind gennem ydervæggen. Afrens malingen, hvis den er forkert, og udfør malerbehandling med en dertil egnet malingstype, fx silikat eller kalk.
- Beklæd aldrig ydervæggen indvendigt med isolering, plader eller glasvæv. Det kan medføre skader på væggene og råd- eller svampeskader i etageadskillelsen mellem kælder og stueetage. Problemerne kan brede sig til gulvkonstruktionen ovenover, og resultatet er et fugtigt og usundt hus. Fjern evt. eksisterende pladebeklædning, således at der ikke kan forekomme indkapslet fugt.

ydervægge

Varmetabet gennem uisolerede ydervægge ligger ofte på omkring 1/3 af det totale varmetab og er dermed ganske stort. Dette afhænger selvfølgelig af, om der er mange eller store vinduer, som gør det relative areal af ydervæggen mindre.

Der findes flere løsninger til efterisolering af ydervægge, alt efter hvordan de er bygget. De mest almindelige løsninger er hulmursisolering samt ind- og udvendig efterisolering. Massive mure er sværere og dyrere at isolere end hulmure.

hulmursisolering

Hvis ydervæggen er bygget som hulmur (dvs. at der er en afstand, typisk 10 - 12 cm, mellem den indvendige og den udvendige del af muren), er hulmursisolering langt den billigste og mest enkle måde at efterisolere på. Hulmursisolering vil i sig selv kunne reducere en bygnings samlede varmetab med op til 20-25%.

I hulrummet mellem murens indvendige og udvendige del indblæses isoleringsgranulat. Indblæsningen foregår ved midlertidigt at udtage enkelte mursten i ydermuren.

Hvis huset er malet udvendigt, eller pudset og malet, er det meget vigtigt, at malingen er diffusionsåben, dvs. at fugt indefra kan trænge ud gennem malingen. Når der hulmursisoleres, har ydervæggen tendens til at holde mere på fugten. Fugten skal derfor kunne trænge uhindret ud gennem væggen, da den ellers vil søge opad og medføre bekostelige råds-kader i bjælkerne over muren.

R

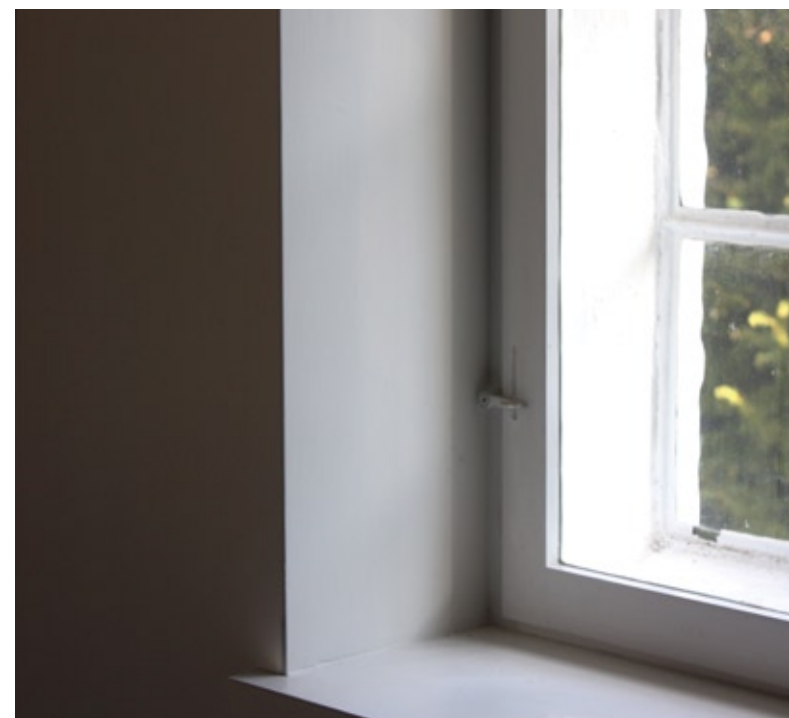
indvendig isolering

Indvendig isolering af murede ydervægge er normalt ikke rentabelt, da reduktionen i varmetab og dermed energiforbrug ikke står i fornuftigt

forhold til investeringen. Der er mange følgearbejder forbundet med indvendig isolering. Derimod kan indvendig isolering af fx bindingsværksvægge give god mening som det eneste realistiske alternativ.

En kendt metode er at opbygge en let forsatsvæg indvendigt foran ydervæggen og isolere hulrummet mellem de to vægge med mineraluld. Forsatsvæggen kan opbygges af et lægteskelet, der beklædes med dampspærre og gipsplader, eller med brædder, der pudses. Det er dog særdeles vigtigt, at den nye isolerede indvendige væg holder en afstand til den eksisterende ydervæg. Når ydervæggen isoleres på denne måde, vil der opstå kondens på dens indvendige side. Kondensvandet skal kunne forsvinde igen ved naturlig ventilation.

Ved ydervægge af bindingsværk kan det ofte bedre betale sig at sørge for, at utætheder mellem bindingsværk og tavl udbedres.



Her er opsat en indvendig, isoleret forsatsvæg – ved en større ombygning kan dette være et alternativ. Konstruktionen er dog risikofyldt, da det i praksis er svært at få dampspærren til at være helt tæt.

Dette alene kan reducere varmetabet omtrent lige så meget som en indvendig isolering. I nogle fredede eller bevaringsværdige bindingsværks-huse på landet er der fra gammel tid opsat paneler på ydervæggene under vinduerne. Disse paneler yder ofte tilstrækkelig tætning, hvis de ellers er holdt vel ved lige med maling osv. I sådanne tilfælde vil det som regel ikke være rentabelt at foretage yderligere isolering af ydervæggen.

Den store ulempe ved indvendig efterisolering af ydervægge er de mange følgearbejder: Fredede eller bevaringsværdige huse har ofte paneler, vindueslysninger eller loftstuk, som skal flyttes med ud på den nye forsatsvæg. Dertil kommer, at de tekniske installationer (radiatorer, varmerør og elinstallationer) også skal flyttes med ud. Endelig forsvinder en del af husets gulvareal. Huset bliver simpelthen mindre indvendigt.

Der findes på markedet en hel række nye isoleringsmaterialer, som er udviklet netop med henblik på at undgå disse følgearbejder: Refleksiv isolering (foliebeklædte tynde plader), eller isoleringspuds, der pudses direkte på ydervæggen. Langtidseffekten af disse materialer er dog endnu ukendt. Da fredede eller bevaringsværdige huse i sagens natur bør bevares for eftertiden, frarådes det at eksperimentere med nye materialer på netop disse huse.

R

udvendig isolering

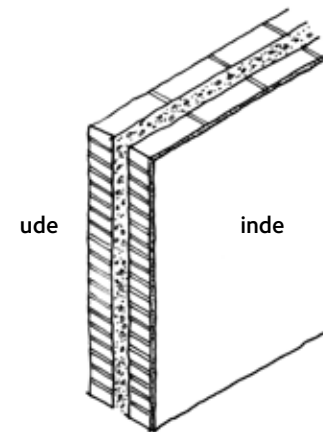
Udvendig isolering er rent teknisk den bedste løsning. På fredede huse er det dog så godt som givet, at man aldrig vil kunne opnå tilladelse til udvendig efterisolering, da en bygnings facadeudtryk som regel er en meget vigtig del af fredningsværdierne.

Det samme gælder oftest bevaringsværdige huse. Dels vil facadens materialesammensætning ofte skifte karakter, da man vil skulle anvende andre materialer end de oprindelige til en ny udvendig facade, dels vil de eksisterende vinduer sidde placeret i dybe nicher, hvilket generelt er et aldeles fremmed element i dansk arkitekturhistorie. Yderligere vil hu-

sets hovedform ændres, og detaljer som fx gesimser »drukne« i den nye facadebeklædning.

Eneste mulige undtagelse kan være udvendig isolering af gårdsiden på bevaringsværdige etageejendomme i byerne: Gårdsiden er ofte ganske uden dekorative elementer og er typisk opført af langt billigere materialer end gadesiden.

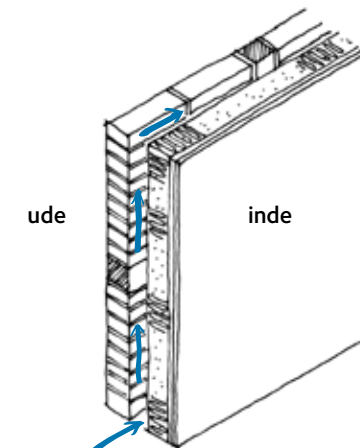
principper for efterisolering af ydervægge:



Hulmursisolering – kræver, at huset ikke er malet med en for tæt maling udvendigt, da fugten ellers vil ophobe sig i muren og stige opad, til den når bjælkelaget og kan give rådskader. I praksis skal hulrummet være mindst ca. 8 cm bredt, for at isoleringen kan fordeles jævnt.



Efterisolering indvendigt – en meget dyr løsning, som dog kan være det eneste alternativ fx ved bindingsværksvægge. Det er afgørende, at der er tilstrækkeligt ventileret mellem den nye, isolerende væg og den gamle ydervæg, og at denne er holdt ved lige, så den holder regnen ude.



ydervægge anbefalinger:

- Hvis ydervæggen lider under regnskader, må dette problem udbedres inden en evt. isoleringsløsning.
- Murede ydervægge med hulrum hulmursisoleres. Hvis huset er malet med plastmaling el.lign. udvendigt, skal malingen afrenses først.
- Ved bindingsværk tættes mellem de murede tavler og tømmeret.
- Bindingsværksvægge eller træbeklædte ydervægge kan evt. efterisoleres indvendigt. Ved indvendig efterisolering skal man på forhånd have dannet sig et overblik over følgearbejder som fx nye rørføringer, flytning af elkontakter, fodpaneler m.m.



referencehus:

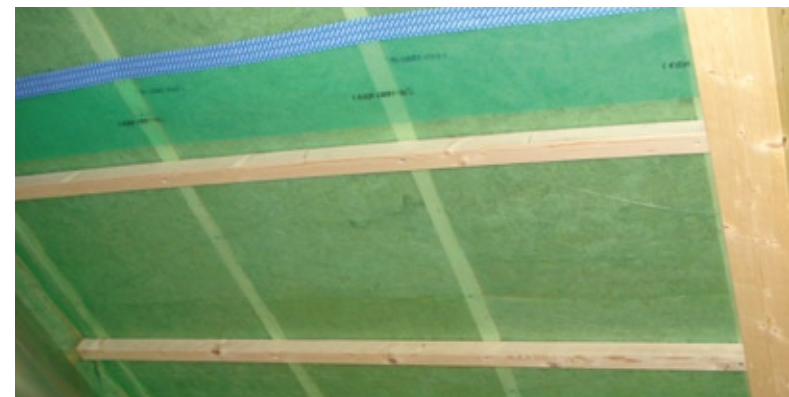
I referencehuset gav hulmursisolering en årlig besparelse på energiregningen på over 100 kr./m² eller 20%, efter en tilbagebetalingstid på kun tre år.

tag og lofter

Gennem et uisoleret tag forsvinder den mest betydelige del af en bygningens varme, i nogle tilfælde helt op til 35 - 40%. Udstrålingen ud til universet er den største årsag til varmetab. Man kan blot tænke på forskellen på en overskyet vinternat og en stjerneklar vinternat: Skyerne isolerer, derfor er det typisk langt koldere, når det er stjerneklart.

udnyttede tagetager

Hvis tagetagen på huset ikke er udnyttet, er det en let og billig sag at begrænse dette varmetab meget betydeligt, simpelthen ved at udlægge isolering på loftet. Som det gælder for al isolering, holder den imidlertid ikke bare på varmen, men også på fugten. I fredede eller bevaringsværdige huse er det ikke altid muligt at etablere en dampspærre, der er tilstrækkeligt tæt. Er der ikke tilstrækkelig ventilation omkring isoleringen vil der med sikkerhed opstå råd- eller svampeskader med tiden.



En dampspærre beskytter konstruktionerne ved at holde fugten væk – hvis den er udført korrekt, dvs. tilstrækkeligt tæt.

En **dampspærre** er som regel en plastfolie, der sættes op på den »varme« side af isoleringen for at undgå, at den fugtige indeluft trænger ind i isoleringen og derefter kondenserer (fortætter), når den køles af og sætter sig i konstruktionerne. En pudset overflade fungerer også i et vist omfang som en dampbremse, idet en del af fugten bindes i pudsen, inden den når igennem til forskallingen.

Man skal samtidig huske, at det er den første del af isoleringen, der er mest effektiv: Det er i praksis derfor meget risikabelt at udlægge for meget isolering. Er der fx allerede isoleret med 10 cm mineraluld, er det måske nok muligt at udlægge yderligere 10 cm under forudsætning af, at der allerede ligger en tæt dampspærre under det første lag isolering. Derimod vil det ofte være svært at sikre tilstrækkelig ventilation, især ude ved tagfoden, hvis der fx lægges yderligere 20 eller 30 cm isolering ud på loftet. Risikoen for meget dyre følgeskader pga. fugtophobning i konstruktionerne opvejer langt den lille besparelse i varmeregningen, de ekstra tykke lag isolering giver. Se illustration side 38.

Når man isolerer tagetagen i forbindelse med en større ombygning, er det uhyre vigtigt, at tagets konstruktioner som bjælker og spær er ordentligt ventilerede. For stor isoleringstykelse kan medføre ophobning af fugt i konstruktionerne med dyre følgeskader som svamp og råd.



R

udnyttede tagetager

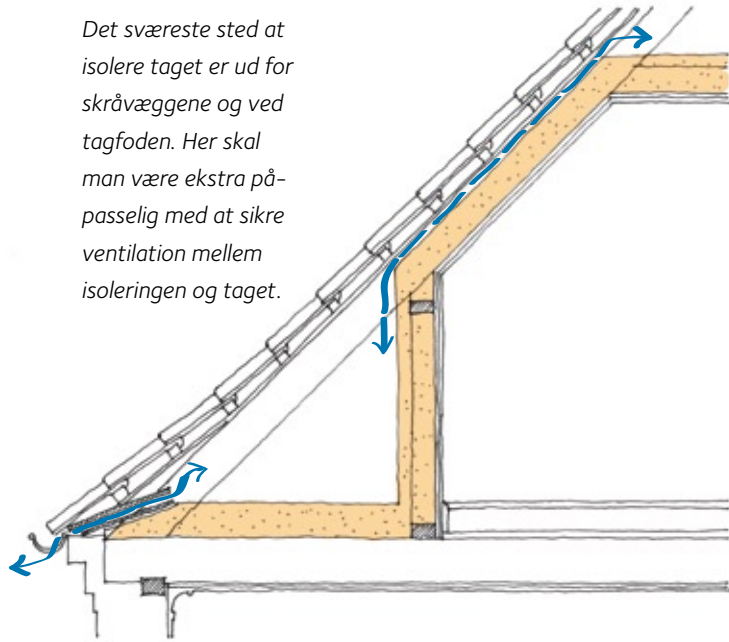
Er tagetagen udnyttet, eller skal den inddrages i den opvarmede del af huset, er efterisolering lidt mere vanskeligt at foretage.

Af hensyn til ventilationen er det vigtigt at overholde princippet om, at isoleringen skal lægges så tæt på det opvarmede rum som muligt. I praksis betyder det, at det er en dårlig idé eksempelvis at lade rummene i tagetagen gå op i kippen, selvom det kan være fristende med sådanne høje rum. For husets langsigtede tilstand er det bedst, at spidsloftet (loftet over hanebåndene) er koldt og ventileret, så der kan komme luft til tagets spær. Tilsvarende er det bedst at skunkrummet, den lille »trekant« ude ved tagfoden, holdes på den kolde side af isoleringen. I den forbindelse skal man selvfølgelig huske at isolere de vand- og varmerør, der er placeret i skunkrummet.



Når taget skal isoleres, er det vigtigt at isoleringen lægges så tæt som muligt på det område, der skal varmes op – og det er afgørende, at der er tilstrækkelig ventilation på ydersiden af isoleringen. Her er der ventilation i skunkrummet og på hanebåndsløftet. For husets velbefindende er det derfor en meget dårlig idé at lade værelserne i tagetagen »gå til kip«.

Det sværeste sted at isolere taget er ud for skråvæggene og ved tagfoden. Her skal man være ekstra påpasselig med at sikre ventilation mellem isoleringen og taget.



Også her er det vigtigt, at der er en tæt dampspærre på den varme side af isoleringen. Hvis tagetagens indretning er af ældre dato, er det sandsynligt, at lofter, skråvægge og skunkvægge er pudsede. Pudsens fungerer i det tilfælde i et vist omfang som dampbremse.

Det sværeste sted at efterisolere er i skråvæggen. Da det er vigtigt, at der også her er ventilation på den kolde side af isoleringen, er det i praksis meget svært at lægge isolering her uden at rive skråvæggen ned først.

Derfor er det typisk det mest oplagte at efterisolere tagetagen i forbindelse med, at tagbeklædningen alligevel skal udskiftes. Så kan man i forbindelse med oplægningen af isoleringen let sikre en afstand mellem isoleringen og tagets underside.

kviste

Kvistflunker (de små trekantede på siden af kvisten) betyder meget lidt i husets samlede energiregnskab. Anskuet selvstændigt er det rigtigt, at en uisoleret, tynd kvistflunke er problematisk. Da kvistflunken har et meget lille areal i forhold til den samlede tagflade, har den kun ganske lille betydning for det samlede varmetab. Der findes desværre alt for mange kviste, der er blevet fornyet og isoleret »energirigtigt«. Resultatet er dårligt proportionerede og klodsede kviste, der slet ikke passer til huset. I forbindelse med en omlægning af taget vil det typisk være muligt at udlægge op til 10 cm isolering ovenpå kvistens »loft« uden at ændre på dens form udvendigt. Det vil også være en god idé at etablere en kuldebroisolering af kvistflunkerne, når de alligevel skal beklædes om. Til kuldebroisolering vil fx 2 cm polystyren eller lignende være rigeligt til at undgå den kondensdannelse på flunkens inderside, der er det største problem ved uisolerede kvistflunker.



Hvad enten man fornyer eller efterisolere sine kviste, skal kvistens proportioner og vinduer passe til husets arkitektur.

Til venstre er kvisten udført med respekt for huset, mens kvisten til højre er alt for stor og klodset i forhold til det lille byhus.

etagedæk

I et hus med flere etager, fx et byhus, er den kuldebro, der opstår i overgangen mellem etagebjælker og facade ofte af en vis betydning for varmetabet. En effektiv måde at undgå dette på er at efterisolere de første par meter af gulvet under et etagedæk. Dette kan evt. ske ved indblæsning af granulater.

tag og lofter anbefalinger:

- Uudnyttede tagetager og loftsrum isoleres, og der sørges for omhyggelig ventilation samt montering af dampspærre. Man skal altid sikre sig, at taget er tæt og at fygesne holdes ude.
- Hvis tagetagen i forvejen er isoleret med ca. 20 cm isolering, kan det af hensyn til husets konstruktioner normalt ikke anbefales at udlægge yderligere isolering.
- Sørg for at hanebåndsløft og skunkrum altid er ventilerede.
- Hvis taget skal omlægges eller udskiftes, kan man overveje at øge isoleringstykkelsen i de skråvægge, der ellers er utilgængelige.



referencehus:

I referencehuset blev skråvæggene isoleret med 100 mm mineraluld, og hanebåndsløft og skunkrum blev isoleret med 150 mm mineraluld. Dette gav en årlig besparelse på energiregningen på godt 110 kr./m² eller godt 20%.

R

vinduer og yderdøre

Der sker et ret betydeligt energitab gennem vinduer og yderdøre ved at varme passerer gennem ruderne, og også ved at varm luft forsvinder gennem sprækker mellem karm og ramme. Energitabet udgør omkring 1/3 af det totale varmetab.

Fordelene ved et løbende vedligehold med simple reparationer bør ikke undervurderes, og dette er ofte det mest indlysende sted at starte ved en vinduesforbedring, der tilgodeser en energireduktion. Hertil kommer, at de gamle vinduer og yderdøre ofte er et væsentligt element i en gammel bygnings bevaringsværdi. Generelt kan en fuldstændig udskiftning derfor ikke anbefales. Er huset fredet, er det så godt som givet, at en udskiftning til fx vinduer med termoruder ikke vil blive tilladt.

Ældre eksisterende vinduer med forsatsrammer på den indvendige side eller koblede rammer er, rent energimæssigt, altid den bedste og mest holdbare løsning. Ved montering af forsatsrammer kan der opnås en besparelse på op til 25% af bygningens energiforbrug.

Nye forsatsrammer til historiske huse kan evt. udføres med energiruder uden opsprosnings. Hele vinduet vil dermed kunne opnå en samlet U-værdi på ca. 1,6. Er der forsatsrammer eller koblede rammer i forvejen, kan det gamle glas evt. udskiftes med ét lag 3 eller 4 mm energiglas, som normalt vil kunne lægges i forsatsrammen, uden at denne i øvrigt skal bygges om. Besparelsen ved montering af to-lags energiruder er meget lille i forhold til montering af et enkelt lag energiglas. Når der monteres forsatsrammer, er det vigtigt at disse forsynes med tætningslister. For yderligere at reducere problemet med kondens på de yderste (gamle) vinduesrammer skal der være en lille utæthed mellem disse og karmen, som sikrer ventilation af mellemrummet mellem den gamle ramme og forsatsrammen.

Man skal være opmærksom på, at det yderste vindue nu bliver koldere, fordi det ikke varmes op af varmen inde fra huset. Dette øger risikoen

U-værdi:

Den termiske effektivitet er defineret ved U-værdi. Det er en måleenhed, der angiver varmetabet gennem materialet. Jo lavere U-værdi, jo større effektivitet.

ruder:

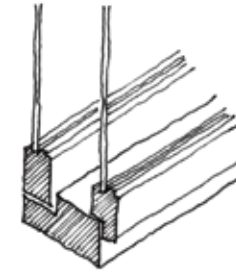
Energiglas er et enkeltlagsglas, der er coated på den ene side med en varme-reflekterende belægning. Energiruder ligner termoruder, men har en langt bedre U-værdi: Det ene glas er ofte coated ligesom energiglas, og mellemrummet mellem ruderne er fyldt med en isolerende gasart.

for, at den fugt, der trænger ind i vinduet udefra gennem sprækker og dårligt vedligeholdt maling bliver siddende i træet i stedet for at blive »trykket ud« af varmen fra huset. Man skal derfor altid være påpasselig med at holde sine vinduer ordentligt ved lige med diffusionsåben maling og kit.

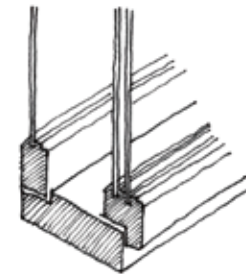
Hvis de eksisterende vinduer eller yderdøre er i så dårlig stand, at det er nødvendigt at udskifte dem med nye, er det særdeles vigtigt at give dem et udseende, der ligger så tæt på det oprindelige som muligt. Dette giver altid det bedste arkitektoniske udtryk.

Det må anbefales at søge uvildig rådgivning til den endelige udformning af vinduerne i hvert enkelt tilfælde. Undgå under alle omstændigheder termovindueres tykke sprosser (også »snydesprosser«!), der dels tager lysindfaldet, dels skæmmer, og i sidste ende forringer husets værdi: Opsprossede termovinduer er energimæssigt ikke nær så gode som en forsatsløsning, da sprossen er en betydelig kuldebro.

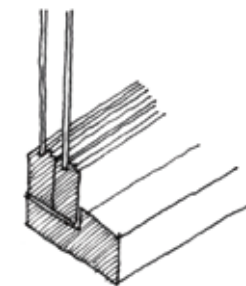
Et originalt vindue uden forsatsramme er smukt, men ikke særlig energivenligt. Opsætning af en forsatsramme er et fint kompromis mellem æstetik og energioptimering.



Vindue med forsatsramme med enkelt rude – hvis der allerede er forsatsrammer, kan man med fordel overveje at skifte til energiglas i forsatsrammen. Der skal monteres tætningslister mellem karmen og forsatsrammen. Til gengæld skal der mellem karmen og den udvendige ramme være en luftspalte, der sikrer at evt. kondens kan komme væk.



Vindue med forsatsramme med energirude. Hvis der ikke er forsatsrammer i forvejen – og hvis der i øvrigt er plads til det – kan der opsættes tætsluttende forsatsrammer med energiruder. Normalt vil de udvendige rammer være så utætte, at kondens ikke er det store problem.



Vindue med ekstra ramme, der åbner udad sammen med det gamle vindue – såkaldt koblet ramme. En god løsning, hvis vinduet helt skal skiftes ud, især til bevaringsværdige huse. På fredede huse skal nye vinduer som regel udføres som de eksisterende og med forsatsrammer.



Vinduerne er altafgørende for husets samlede udseende. Alt, alt for mange huse er over de sidste 30-40 år blevet skamferet af nye vinduer og døre, der ikke tager det mindste hensyn til husets byggestil eller arkitektur, nemlig husets »personlighed«. Det er det øverste billede et levende udtryk for – husets vinduer er udført med »overtryksruder«. Det nederste billede viser derimod et smukt og ydmygt lille landhus, hvis karakter er forblevet intakt.



I løbet af de seneste år er det gentagne gange blevet påvist, at de fleste utilpassede nye vinduestyper som fx vippevinduet af plastic øverst til højre ikke engang har haft den ønskede effekt på energiforbruget. Derfor kan det ikke understreges nok, at de desværre alt for få originale eller i hvert fald gamle vinduer, der endnu er tilbage, bør bevares – næsten for enhver pris.



yderdøre

Hoveddøren i et hus betyder, ligesom vinduerne, meget for dets udseende. For det samlede varmetab betyder yderdøre ikke alverden. Kan døren ikke længere repareres, kan den evt. udskiftes med en ny, der udformes som kopi af den originale dør, dog med isolering mellem dørens indvendige og udvendige beklædning.

Den originale dør (til venstre) understreger husets karakter – mens den nye dør (til højre) er forkert detaljeret og uden sammenhæng med huset.



En bygning som en udlænge kan med sit enkle formsprog sagtens »tåle« en grovere type dør- eller vinduesparti med store energiruder, især hvis dette opsættes i forbindelse med en ældre revledør eller -port.



vinduer anbefalinger:

- Alle vinduer, udvendige døre og ovenlys gennemgås regelmæssigt. Vinduer skal kunne åbnes og lukkes ordentligt. Hasper (anverfere), greb, tætningslister m.m. eftergås, og knækkede ruder udskiftes. Reparation af ældre vinduesrammer og -karme kan i de fleste tilfælde betale sig i forhold til at udskifte dem.
- Forsatsrammer er en energivenlig løsning, som både økonomisk og energibesparelsesmæssigt fint kan konkurrere med et moderne helrudet termovindue. Hvis der skal opsættes nye forsatsrammer, skal disse passe til de eksisterende vinduers stilart. Konsultér evt. en rådgiver for det bedste resultat.
- Der kan evt. monteres energiglas, et-lags glas med en varmereflekterende belægning, i ældre vinduer med eksisterende forsatsrammer eller koblede rammer. Energiglasset placeres som det inderste glas.
- Hvis huset ikke er fredet, og hvis vinduerne skal udskiftes helt, er koblede vinduesrammer en god og smuk løsning. Den yderste ramme udføres som et helt traditionelt vindue med et-lags glas og evt. sprosser med kitfalse. Den inderste ramme udføres uden sprosser, enten med energiglas eller energirude.



referencehus:

Opsætning af forsatsrammer foran vinduer og glassdøre har medført en årlig besparelse på energiregningen på knap 85 kr./m² eller 16%. Udgiften til vedligeholdelse er blevet større, fordi de udvendige rammer nu er blevet koldere og derved har fået tendens til at være mere fugtige.



3 · energiforbrug til drift

Ud over opvarmning bruges der energi til husets drift, dvs. til forskellige tekniske installationer, husholdningsmaskiner, belysning osv. Energiforbruget afhænger også i høj grad af måden, vi bruger vores hus på. For at nedbringe dette forbrug kan man fx udskifte sine elpærer til mindre forbrugende typer, installere natsænkningssystemer, så huset ikke varmes unødigt op, mens man ligger under dynen, og udskifte sine hvidevarer med nye energibesparende modeller. En øget opmærksomhed og ændringer af adfærdsmønstre vil også kunne medvirke til besparelser på energiforbruget.

elforbrug og lyskilder

En registrering af elforbruget er i første omgang helt nødvendigt for at kunne udpege de energislugende områder og dermed optimere besparelserne. Da huse varierer mht. anvendelse, brugsmønstre og sæsonskift, er det en god idé ugentligt eller månedligt at registrere sit energiforbrug i en længere periode for at finde »energisynderne«.

Private boligens egenandel af elforbruget (cirkulationspumper, indbygget belysning m.m.) udgør kun en mindre del af det samlede forbrug, mens lyskilder, hvidevarer og øvrige apparater kan stå for mere end 60% af det totale elforbrug. Kontor- og erhvervsjendommenes egenandel af forbruget udgør en noget større del (ventilation, køling og fast rumbelysning), og computere, kopimaskiner m.m. udgør i dette tilfælde størstedelen af det øvrige elforbrug.

Fx udgør »standby«-forbruget 10-15 % af en almindelig husstands samlede elforbrug. Husk at slukke på afbryderen!

Modsatte side:

40% af Danmarks energiforbrug går til bygninger – ud over de byggetekniske muligheder for energioptimering kan en ændring af adfærdsmønstret være med til at reducere energiforbruget.



Eksempler på en almindelig glødepære (øverst), en krystalpære (i midten) og en sparepære (nederst).

sparepærer

Der findes forskellige typer sparepærer på markedet, fx lavenergipærer, halogenpærer, lysdioder m.fl., der alle har det tilfælles, at de i større eller mindre grad sparer energi i forhold til en gammeldags glødepære. Samtidig er levetiden for en god lavenergipære 15.000 timer mod 1.000 timer for en almindelig glødepære. Til gengæld er de dog ofte også tilsvarende dyrere at købe.

Sparepæren (et lille lysstofrør) er blevet kritiseret for at levere et for lavt lysniveau og lyse med de forkerte farver sammenlignet med en almindelig glødepære. I takt med at glødepæren under alle omstændigheder udfases i disse år, sker der heldigvis en rivende produktudvikling. Man er ved at udvikle flere forskellige mere »spiselige« lyskilder, der – med omtanke – vil kunne anvendes rigtig mange steder, også i historiske huse. Det anbefales dog endnu at undgå sparepærer de steder, hvor en korrekt farvegengivelse er påkrævet, fx over spisebordet og i køkkenet.

Halogenpæren (krystalpæren) holder dobbelt så længe som glødepæren og har omtrent de samme egenskaber med hensyn til dagslysgengivelse. Den ligner glødepæren, men kan kendes på, at glødetråden er erstattet af en lille halogenstift.

Lysdioder (LED-lys) er op til fem gange så effektive som glødepærer. Levetiden er mellem 25.000 og 50.000 timer, afhængig af temperaturudsving og strømbelastning, og er derfor miljømæssigt et rigtigt godt alternativ. Lysdioder egner sig mest til direkte belysning, fx spots og loftslamper.

lysstyring

En god måde at reducere elforbruget på er at installere forskellige styringsystemer, så lyset kun er tændt, når der er brug for det. Der findes fx bevægelsessensorer, skumringsrelæer og kontakture.

Bevægelsessensorer er gode til sekundære rum som trapper, gange, entréer, bryggere, kældre og ikke mindst til den uændelige belysning. De fleste bevægelsessensorer kan indstilles til først at tænde, når det er mørkt.

Det er muligt at opnå en besparelse på 20–40% på elregningen ved at installere automatisk lysstyring. Det afhænger naturligvis af husets størrelse, indretning og brug, men generelt er der flest penge at spare i en bygning af en vis størrelse, og især i kontorbygninger vil der kunne spares meget på denne konto.

hvidevarer og apparater

Ca. 20% af elforbruget i danske hjem går til hvidevarer og andre køkkenapparater, og yderligere 30% til computere og fjernsyn. Det kan derfor så absolut betale sig at slukke for disse apparater i stedet for at bruge deres standbyfunktion.

Da der sker en rivende udvikling på hvidevaremarkedet med lancering af nye elbesparende modeller, kan det ofte betale sig over en meget kort årrække at udskifte den gamle model med en nyere og mere energioptimal type.

tekniske installationer

natsænkning

Ved at slukke for fyrets pumpe mellem fx kl. 23.00 og 06.00 er det muligt på en simpel måde at spare 10–20% på varmeregningen. Natsænkningen i huset kan med fordel inddeles i zoner, fx kan bad og køkken være de første rum, der opvarmes om morgenen. Stuerne og resten af huset kan så opvarmes fra kl. 7.00 eller 8.00 og frem til kl. 23.00. Hvis man har mange gæsteværelser, kan disse inddeles i en 3. zone og blot stå med en minimumstemperatur på 15 grader, indtil gæsterne melder deres ankomst.

Der findes mange forskellige systemer på markedet, herunder også trådløse systemer.

Kontorlokaler har generelt en belægning på 40–50 timer om ugen, i modsætning til boliger, som principielt benyttes konstant. Fordelene ved nat- og weekend-sænkning er derfor endnu mere udtalte, når det drejer sig om kontorbygninger.



Man kan med fordel sørge for, at alle radiatorventilerne i huset er af samme type og dimension, så der opnås en mere ensartet temperatur i radiatorerne, uanset afstanden til fyret.



Der kan spares en hel del på elregningen, hvis man skifter sin gamle eldrevne cirkulationspumpe ud med en moderne A-pumpe.

rør og ventiler

I ældre huse er varmerørene ofte af forskellig dimension, da varmesystemet ofte er blevet til hen ad vejen. Dette kan give problemer med at få tilstrækkelig ensartet varme i alle radiatorer. Hvis man udskifter ventilerne ved tilgangen til radiatorerne med den samme type og dimension, vil det ofte være muligt at opnå en mere ensartet temperatur i radiatorerne, uanset afstanden til fyret.

En meget stor kilde til varmetab er transmissionstabt gennem dårligt eller slet ikke isolerede varmerør, såvel til radiatorvarme som til varmt brugsvand. Ofte er rørene trukket i kælderen eller i skunkrum, eller gennem sekundære rum, hvor man ikke får nogen glæde af den tabte varme. En let og billig måde at reducere varmeregningen på er at få sådanne rør isoleret. Er der tale om rør i skunkrum eller andre steder, hvor der er risiko for frost om vinteren, er det dog vigtigt at samisolere evt. koldtandsledninger med et af de varme rør – på den måde undgås frostskeer.

pumper m.v.

Har man en ældre cirkulationspumpe, enten til varmesystemet eller til det varme brugsvand, er det en god idé at få den skiftet ud til en såkaldt A-pumpe, der bruger op til seks gange mindre strøm. En ældre cirkulationspumpe uden tidsstyring kan bruge lige så meget strøm som fire køleskabe, så en udskiftning er tjent meget hurtigt hjem.

Man bør yderligere overveje at sætte tidsstyring på pumperne (se også afsnittet om natsænkning ovenfor). Har man cirkulationspumpe på det varme vand, bør den kun være tændt i de tidsrum, hvor man faktisk bruger varmt vand – varmetabet gennem rørene kan således undgås.

brugeradfærd

Endelig har brugeradfærd (måden en bygning anvendes på) meget stor indflydelse på energiforbruget. Måske skal man vænne sig til at bruge huset på forskellig måde alt efter årstidernes skiftet.

Hvis man har et stort hus, kan man måske undlade at bruge alle sine stuer om vinteren og kun varme et par af stuerne rigtigt op, mens man om sommeren frit kan bruge hele huset. Dermed vil ord som sommerstue eller havestue få deres oprindelige betydning tilbage.

Endvidere har noget så tilsyneladende irrelevant som møbleringen af huset meget at sige: Jo bedre man udnytter dagslyset, fx ved at sørge for at sætte sit skrivebord, hvor der er godt lysindfald, eller ved at indrette sit køkken, så arbejdsområderne har godt dagslys, jo mindre energi behøver man at bruge til belysning. I forbindelse med en større ombygning kan man nå langt ved på forhånd at have tænkt på at udnytte dagslyset bedst muligt.



Et eksempel på en stue, som kun benyttes i sommerhalvåret. Til gengæld er »vinterstuen« ikke i brug om sommeren, så man oplever sit hus forskelligt afhængigt af årstiden.



energiforbrug til drift anbefalinger:

- Udskift glødepærer til sparepærer eller lavenergipærer som LED-pærer, hvor det rent æstetisk ikke gør den store forskel, fx udendørs belysning, gang og trappebelysning.
- Installér lysstyring og sensorer i sekundære rum, udendørs og i kontorer.
- Overvej at udskifte hvidevarer og andet elektrisk udstyr til bedre, mere moderne og energimæssigt rigtige modeller.
- Sørg for, at alt lys og alle elektriske apparater er slukket, når de ikke længere er i brug.
- Installér et natsænkningssystem og spar mellem 10 og 20% på varmeregningen.
- Udskift radiatorventiler, hvis rørene er af forskellig dimension, og udskift termostaterne, hvis de er tilstoppede eller slidte.
- Sørg for at varmerør og rør til varmt vand er godt isolerede.
- Udskift ældre cirkulationspumper med nye A-pumper.



referencehus:

Udskiftning af lyskilder og ikke mindst installation af lysstyring har fået elregningen i referencehuset til at falde med ca. 3.500 kr. årligt. Udskiftning af cirkulationspumperne har bidraget med yderligere 1.000 kr. årligt.

Natsænkning har medført en besparelse på godt 70 kr./m² årligt, eller ca. 15% af den samlede energiregning. Forestiller man sig en tredjedel af huset lukket af om vinteren, så der her kun holdes ca. 10 grader, ville besparelsen være i niveau 100 kr./m², eller 20% af energiregningen.



4 · tilførsel af energi

I huse bruges energi dels til opvarmning, dels til belysning og drift af elektrisk udstyr. Dette energiforbrug tegner sig for ca. 40% af Danmarks totale energiforbrug og er dermed en meget vigtig post på energiregnskabet.

Energi skaffes i Danmark primært ved afbrænding af forurenende fossile brændstoffer som olie, kul eller gas. Danmarks geografiske forhold betyder, at landet er fattigt på let tilgængelige naturlige energiresourcer som fx vandkraft.

De senere år er en mindre, men stadigt stigende del af energien produceret ved afbrænding af affald eller biomasse samt ved vindkraft. I disse år eksperimenteres endvidere meget med opvarmning ved hjælp af solenergi (solfangere) og forskellige former for varmepumper, herunder jordvarme.

Energien til opvarmning produceres enten kollektivt for en hel by eller et større område (fjernvarme), eller individuelt i hver bygning. Generelt er kollektiv opvarmning at foretrække, både ud fra en miljømæssig og en økonomisk betragtning. Elektricitet kan i praksis kun produceres økonomisk og miljømæssigt forsvarligt centralt, dvs. på elværker, kraftvarmeværker, vindmølleparker m.v., selvom der forskes meget i solceller til decentral elproduktion.

Fælles for alle opvarmningsmetoder er, at der uanset energikilde benyttes elektricitet i større eller mindre omfang til at drive varmesystemerne, fx i form af pumper.

R

opvarmningsmetoder

Hvis en bygning i dag opvarmes med elradiatorer eller med et ældre, ineffektivt oliefy, vil en fornyelse eller ændring af det eksisterende varmesystem i sig selv give en mærkbar økonomisk gevinst.

Der er fordele og ulemper ved alle former for varmesystemer. For frede eller bevaringsværdige huse gælder endvidere den begrænsning, at varmesystemer, der påvirker facadeudtrykket, må anses for udelukket i de fleste tilfælde. For hvert af de forskellige alternativer i dette afsnit estimeres den samlede økonomiske konsekvens af et skift fra referencehusets ældre oliefy. I praksis vil der være stor forskel på den reelle økonomiske besparelse fra bygning til bygning, så regnestykket kan meget vel falde ganske anderledes ud i hvert enkelt tilfælde. Det må derfor på det kraftigste anbefales at søge kompetent – og uvildig! – rådgivning, såfremt man overvejer at ændre sit varmesystem.

fjernvarme

Fjernvarme findes mest i byområder, og der anvendes energikilder som naturgas, kul, biomasse og affald til opvarmningen. Det er miljømæssigt en meget anbefalelsesværdig, forsvarlig og effektiv opvarmningsmetode. Energiselskaberne bliver stadigt bedre til at producere og udvinde energien, således at miljøet belastes mindst muligt. I dag er omkring 60% af boligmassen tilsluttet fjernvarme. Økonomisk vil det i mange tilfælde være en god idé at overgå til fjernvarme, særligt i lyset af de forskellige tilskudsordninger, som er etableret netop til det formål. Man skal dog være opmærksom på, at prisen for tilslutning til fjernvarmenettet varierer ganske meget fra sted til sted.

Efter en energioptimering, der fx omfatter en forbedret klimaskærm og diverse energisparetiltag som sænkning af rumtemperaturer m.m., skal man være opmærksom på, at varmeanlægget vil aftage mindre

energi end tidligere. Når man tegner kontrakt med fjernvarmeselskabet skal man sørge for, at udgiften til abonnement (den såkaldte effektbetaling) ikke ansættes højere end svarende til husets nye, sænkede forbrug.

Hvis ens gamle radiatorer og varmerør skal genbruges, vil det som regel være en god idé at etablere en veksler mellem fjernvarmerørene og husets eget rørsystem, så trykket i rørsystemet kan justeres uafhængigt af fjernvarmens rørtryk – for derved at mindske risikoen for rørskader. Visse fjernvarmeselskaber forlanger ligefrem en sådan veksler, mens andre lader fjernvarmen passere direkte gennem husets radiatorer.

fjernvarme

fordele:

- høj drifts- og forsyningssikkerhed
- lang holdbarhed (>30 år)
- små anlægsudgifter (ud over tilslutningsafgiften)
- optager næsten ingen plads i huset
- miljømæssigt fordelagtigt

ulemper:

- tilslutnings- og effektafgift kan være uforholdsmæssigt høj
- det kan være meget dyrt at købe sig ud af en gældende kontrakt, hvis man ønsker at skifte til en anden energikilde



referencehus:

Noget af det første, husets ejere gjorde, da de havde købt huset, var at overgå fra olie til fjernvarme. Dette fik den samlede energiregning til uden videre at falde med over 200 kr./m² årligt, eller 40%. Havde de forinden isoleret huset, ville gevinsten være faldet til knap 40 kr./m².

olie- eller gasfyr

Hvis huset ikke ligger i nærheden af fjernvarmenettet, og hvis ens olie- eller gaskedel er mere end ca. 15 år gammel, anbefales det at udskifte kedlen med en moderne model, der udnytter energien mere effektivt, typisk med op til 30%. Olie- eller gasregningen vil uden videre falde tilsvarende.

Er der naturgasledninger i området, er det værd at overveje at skifte til naturgas: Om end stadig et fossilt brændstof er CO₂-udledningen fra naturgas 25 - 30% mindre end fra olie, og der tilbydes også her forskellige tilskudsordninger, som gør det økonomisk fordelagtigt at skifte sin kedel til naturgas.

Udskiftning af den eksisterende kedel vil som regel kunne foretages uden store bygningsmæssige indgreb og vil derfor ikke påvirke husets bevaringsværdier. Tværtimod fylder de fleste kedler i dag ikke mere end et køleskab, og der vil derfor ofte blive frigivet noget plads.

olie- eller gasfyr:

fordele:

- enkelt og afprøvet system
- nyere modeller udnytter energien meget effektivt

ulemper:

- høje og stadig stigende oliepriser
- stadig større miljøkrav til kvalitet og placering af olietank



referencehus:

Referencehusets gamle oliefyr havde en udnyttelsesgrad på ca. 70%, hvor de bedste kedler i dag udnytter oliens energiindhold med op til ca. 90%. Alene den bedre udnyttelse af olien ville efter en tilbagebetalings-tid på kun godt et år sænke energiregningen for huset med godt 100 kr./m² årligt, eller 20%. Var huset blevet isoleret ville gevinsten falde til ca.

15 kr./m² årligt. Ved et skift til naturgas ville de tilsvarende tal ligge omkring 150 hhv. 25 kr. årligt.

træpillefyr

Pillefyr forbrænder forarbejdet træaffald i pilleform. Da træpiller er et i princippet CO₂-neutralt affaldsprodukt, er det rent miljømæssigt en glimrende løsning. Desværre kræver træpiller meget oplagringsplads. Et træpillefyr vil derfor ikke uden videre kunne anvendes i alle bevaringsværdige eller fredede huse og vil typisk kun være et realistisk alternativ i huse, der ikke ligger i byområder.

En stor praktisk ulempe ved pillefyret er, at det kræver næsten dagligt tilsyn, selvom man fx anskaffer systemer til automatisk fremføring af træpillerne. For at kompensere for dette er udviklet såkaldte kombifyr, hvor pillefyret er kombineret med en oliebrænder, som tager over, hvis tilførslen af træpiller ophører – så kan man tage på vinterferie uden at bekymre sig om varmen i huset!

Begge modeller kræver dog typisk en ret stor anlægsinvestering i forhold til fx et oliefyr.

træpillefyr

fordele:

- miljøvenlig, erstattelig og CO₂-neutral energikilde

ulemper:

- kræver en del vedligehold og dagligt tilsyn, bl.a. tømning af aske
- kræver oplagringsplads
- stor anlægsinvestering



referencehus:

Besparselsen i forhold til referencehusets nuværende oliefyr ville omtrentligt svare til en ny naturgaskedel, se ovenfor.

elvarme

De høje afgifter på el gør traditionel elvarme til den dyreste form for opvarmning. Så længe hovedparten af den danske el produceres ved afbrænding af fossile brændstoffer, er det den mest miljøbelastende form for opvarmning (dette kan dog ændre sig, i takt med at en større del af elektriciteten produceres fra vedvarende energikilder). Denne varmemetode kan derfor ikke anbefales, hverken af miljømæssige eller økonomiske årsager. Hvis den primære opvarmningsform allerede er elvarme, bør man overveje at supplere eller helt skifte til en anden form for varmesystem, fx varmepumpe (se næste afsnit).

elvarme:

fordele:

- enkelt system, der ikke kræver vedligeholdelse
- lille investering

Ulemper:

- høje elafgifter og usikker prisudvikling
- ikke særligt miljøvenligt



referencehus:

Den samlede energiregning for referencehuset ville være nogenlunde uændret, hvis det ineffektive oliefyr blev erstattet af elradiatorer og elvandvarmer.

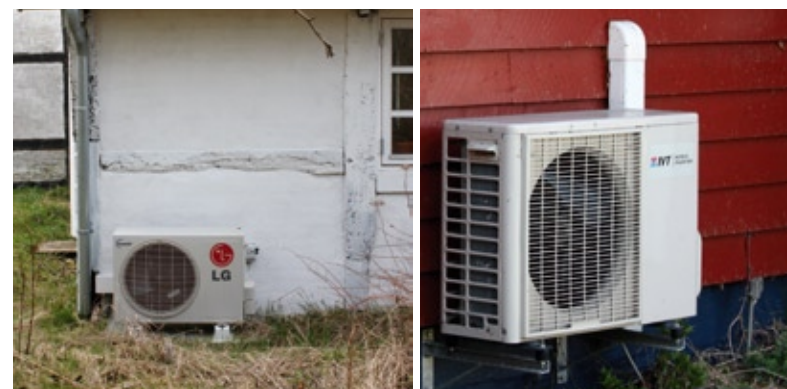
varmepumper

Varmepumper fungerer ved at optage varmen (energien) fra udeluften og afgive den igen indvendigt, enten direkte som opvarmet luft, der blæses ind i huset, eller indirekte ved at afgive varmen til vand, der cirkulerer i radiatorerne. Til at udvinde energien fra udeluften skal bruges elektricitet. I de gunstigste tilfælde giver 1 kWh el op mod 4 kWh varme.

Varmepumper vil ofte være vanskelige at integrere i fredede eller bevaringsværdige huse: Den udvendige del af varmepumpen vil som regel skæmme husets facade. Hvis varmepumpen afgiver energien direkte som opvarmet luft, og denne skal fordeles optimalt indvendigt, kræves et system af ventilationskanaler, som det kan være svært (og dyrt!) at skjule, så husets interiører ikke påvirkes. Hvis varmepumpen anvendes til at opvarme vandet i radiatorerne, skal den udvendige del af pumpen være meget stor og er i praksis derfor ikke egnet til bevaringsværdige bygninger. Der kan også være kommunale restriktioner og lokalplaner, der tilsiger at visse afstands- og støjkraav skal overholdes.

I praksis er varmepumper, i et så køligt klima som det danske, derfor bedst egnet til mindre huse som fx bevaringsværdige sommerhuse, hvor man kan nøjes med en enkelt enhed.

Man skal være opmærksom på, at elforbruget kan stige ret markant, hvis man fx erstatter et oliefyr med varmepumpe, da der som nævnt bruges elektricitet til processen med at optage energi fra luften.



Særligt den udvendige del af varmepumpen er ikke køn! Selvom man forsøger at inkorporere varmepumpen så nænsomt som muligt, er det svært at skjule den helt. Hvis fronten tildækkes reduceres varmepumpens effektivitet drastisk.

varmepumper:

fordele:

- kræver ikke særlig vedligeholdelse
- forholdsvis enkelt at installere

ulemper:

- kan afgive en susende lyd
- i meget kolde perioder kan det være vanskeligt at opnå den ideelle komfortvarme
- den udendørs enhed kan være svær at placere og have negativ indvirkning på historiske huses bevaringsværdi
- er ikke tilstrækkelig i en traditionel bygning med mange rum

Den indvendige del af varmepumpen kan som regel placeres, så den ikke skader for meget, særligt i mere simple huse uden stuk, paneler osv. Varmepumper er i Danmark bedst egnede til små huse uden for mange skillevægge.



jordvarme

Et jordvarmeanlæg er også en slags varmepumpe, der fungerer ved at optage den energi, som solvarmen oplagrer i jorden. En eller flere meget lange slanger (som tommelfingerregel kan man regne med mellem 1 og 2 meter slange pr. m² opvarmet areal afhængig af husets isoleringsgrad), fyldt med frostfri væske, graves ned i en dybde af ca. 1 meter under terræn. Væsken i slangerne optager varmen fra jorden og passerer en varmepumpe, der opstilles inde i huset. Fra varmepumpen opvarmes vandet i radiatorerne og i brugsvandvarmeren. Pumpen fylder det samme som et stort køleskab og er let at integrere. Anlægget er et lukket anlæg, der stort set passer sig selv. Et jordvarmeanlæg bruger, ligesom de ovenfor omtalte varmepumper, elektricitet til processen med at optage energien fra jorden. Virkningsgraden er ca. 2,7 ved et traditionelt radiatoranlæg (1 kWh el giver ca. 2,7 kWh effektiv varme).

Et jordvarmeanlæg kræver i sig selv ingen større indgreb i selve huset (tværtimod kan den skorsten, et oliefyr har været tilsluttet, genbruges til fx en brændeovn) og er derfor et udmærket alternativ til oliefyr i bevaringsværdige eller fredede huse. Et jordvarmeanlæg kræver i sagens natur tilgang til et udvendigt areal af en vis størrelse (som tommelfingerregel 1 - 1½ m² jord for hver m² bygningsareal). Jordvarme er i praksis derfor kun en mulighed til fritliggende huse uden for byområder.



Anlægsarbejdet med nedgravning af jordledninger er meget omfattende. Jordvarme er derfor ikke en praktisk mulighed, hvis man ikke har et stort frit areal på sin grund.

På grund af den relativt lave fremløbstemperatur markedsføres jordvarmeanlæg ofte i forbindelse med gulvvarme, hvor virkningsgraden kan komme op på omkring 4, altså hvor 1 kWh el giver ca. 4 kWh effektiv varme. Da gulvvarme kun sjældent kan etableres i fredede eller bevaringsværdige huse, skal man være opmærksom på, at det ikke altid er muligt at opnå en temperatur på det varme vand i radiatorerne, der er tilstrækkeligt høj til at radiatorerne udnyttes mest effektivt. Det kan derfor være nødvendigt at udskifte en eller flere af sine radiatorer for at få den fulde udnyttelse af anlægget.

Et jordvarmeanlæg er ganske dyrt at etablere, men kan under gunstige omstændigheder halvere regningen til opvarmning. På grund af den store anlægsinvestering vil gevinsten være tydeligst i huse, der er relativt dårligt isolerede.



jordvarmeanlæg

fordele:

- miljøvenligt og billigt system set i forhold til de stadigt stigende oliepriser
- kræver ingen vedligeholdelse, bortset fra rensning af pumpefilteret én gang årligt

ulemper:

- store anlægsomkostninger
- i meget kolde perioder kan det være vanskeligt at opnå den ideelle komfortvarme
- nedgravningen af jordslangen kræver en del plads og vil ofte kræve en omlægning af haven
- kræver tilladelse fra kommunen, da der kan være grundvandsinteresser eller andre miljøhensyn



referencehus:

Hvis det af praktiske eller bevaringsmæssige årsager ikke er muligt at isolere sit hus ret meget, er jordvarme et godt alternativ. Referencehusets energiregning ville efter en tilbagebetalingsperiode på kun godt 3½ år falde med over 250 kr./m² årligt, eller 50%, hvis det ineffektive oliefyr blev erstattet af et jordvarmeanlæg. Hvis huset derimod forinden var blevet fornuftigt isoleret, ville et jordvarmeanlæg ikke kunne forrentes. Den mulige besparelse på den reducerede energiregning ville i dette tilfælde ikke kunne dække renter, afdrag og hensættelser til anlæggets fornyelse.



Selve varmepumpen i et jordvarmeanlæg fylder ikke stort mere end et lille køleskab.



En brændeovn med et moderne udtryk og høj effektivitet kan sagtens indpasses fint i et historisk hus.

brændeovne

Overvejer man fx at installere en varmepumpe i sit hus, kan det være nødvendigt med supplerende varme i den koldeste tid. De fleste fredede eller bevaringsværdige huse har ofte flere skorstene, som måske ikke benyttes. Derfor kan det give god mening at installere en gammeldags brændeovn, som dels hygger, dels kan øge komfortniveauet i huset.

Ved anskaffelse af en ny brændeovn er det meget vigtigt at få en ovn, der i størrelse passer til det areal eller rum, den skal opvarme. Et generelt problem er, at folk har tendens til at vælge brændeovne med alt for stor varmekapacitet, og man vælger derfor at lukke for spjældet, hvorved ovns varmeeffektivitet begrænses. Resultatet af dette bliver en dårlig udnyttelse af brændet og en højere luftforurening.

I fredede eller bevaringsværdige huse er det naturligvis bedst at finde en ældre brændeovn, der passer til husets alder og interiører. I praksis er dette desværre ikke realistisk, da alle nyinstallerede ovne i dag skal være certificeret til at overholde visse miljøkrav. Certificeringen er så bekostelig, at det normalt ikke giver mening. Der findes dog mange moderne ovne på markedet, som vil kunne indgå harmonisk i et historisk miljø. Husk, at installationen af brændeovnen skal godkendes af skorstensfejeren!

brændeovne

fordele:

- vil ofte passe til det historiske hus
- spreder både varme og hygge
- kræver ikke de store udgifter, hvis der er en eksisterende, brugbar skorsten

ulemper:

- kræver oplagringsplads til brænde

solenergi

Solenergi bruges enten til at opvarme varmt brugsvand gennem solfangere eller til at producere elektricitet gennem solceller. Både solfangere og solceller installeres ofte i kombination med varmepumper eller jordvarmeanlæg. Solceller er endnu ikke rentable, men der forskes meget på dette område i disse år for at få prisen reduceret og effektiviteten øget. Både solfangere og solceller opsættes som regel på en sydvendt tagflade, da effekten ellers vil være for ringe. Placering af sådanne fremmedelementer på et tag på et bevaringsværdigt hus kan ikke anbefales under hensyn til bevaringsværdierne – og vil i øvrigt næppe kunne tillades på et fredet hus. Ved landejendomme eller fritliggende huse kan solfangere dog opsættes fritstående i terrænet, hvis der er frit udsyn mod syd.

Generelt kan solvarme på vore breddegrader kun realistisk benyttes til opvarmning af det varme brugsvand, da de ikke yder tilstrækkelig effekt i fyringssæsonen til at kunne opvarme huset. De fleste solvarmesystemer kan imødekomme det nødvendige varmtvandsforbrug om sommeren og i alt ca. halvdelen af et års forbrug. Solvarmesystemer sammenkobles normalt med elektriske varmtvandsbeholdere, så det sikres, at der er varmt vand tilstede hele året.

solenergi

fordele:

- på lidt længere sigt en miljøvenlig løsning

ulemper:

- meget svære at integrere i et historisk miljø



På et bevaringsværdigt hus er det absolut ikke foreneligt med hverken arkitekturen eller tegltagets klassiske udtryk at opsætte et så markant og fremmed element som solpaneler.



På en landejendom er et halmfyr ofte det eneste realistiske alternativ – men det kræver meget plads og et stort areal til produktion af halmen.

halmfyr og biogasanlæg

I den lidt større skala skal nævnes halmfyr og biogasanlæg – i praksis er disse opvarmningsmetoder ikke egnede til mindre huse men primært designet til landbrugsejendomme, der selv kan producere »råvaren« – halm eller gylle. Biogasanlæg kræver en anlægsinvestering, der er så stor, at de i praksis kun opføres som fællesanlæg (fjernvarme). Halmfyr fås i forskellige størrelser men kræver både plads og igen ret store anlægsinvesteringer. Begge typer anlæg er principielt CO₂-neutrale (når ses bort fra elforbrug til drift af blæsere, pumper osv.) og som sådan meget anbefalelsesværdige, men kun for en meget lille del af landets fredede eller bevaringsværdige ejendomme.

kølemetoder

Metoderne til køling er et langt stykke hen ad vejen de samme som til opvarmning: Fx er man for tiden ved at etablere fjernkøling i store dele af det centrale København, men også andre steder i Danmark er man begyndt at se på denne mulighed. Varmepumper kan om sommeren anvendes til køling, og ved større kontorbyggerier er ofte koblet køleflader til ventilationsanlæg.

boliger

Efter en energioptimering af boligen er huset blevet tættere, og behovet for køling kan derfor opstå, især om sommeren, fordi boligens mange husholdningsmaskiner og hvidevarer genererer ret meget varme. I boliger vil det som regel være tilstrækkeligt at åbne vinduerne, når behovet melder sig. Eventuelt kan installeres forskellige systemer, der automatisk åbner nogle af vinduerne eller særlige spjæld og derved sørger for gennemtræk med kølig luft om natten. I praksis er sådanne systemer dog typisk vanskelige at integrere i fredede eller bevaringsværdige huse.

R

kontorer

Behovet for køling gør sig fortrinsvis gældende i energirenoverede kontorhuse. For at opfylde Arbejdstilsynets krav til indeklima på arbejdspladsen vil det være nødvendigt med køling af kontorlokalerne – her har man nemlig teknisk set ikke lov til kun at køle og ventilere ved at åbne vinduerne.

Køling kan sikres ved tilkobling af køleflader til et centralt ventilationsanlæg, eventuelt i kombination med opsætning af såkaldte »fancoils«, som er et kombineret varme- og køleapparat med indbygget blæser, som fungerer med varmt vand om vinteren og koldt vand om sommeren. Man skal dog være opmærksom på, at såvel ventilationsanlæg som »fancoils« kan være vanskelige eller umulige at integrere i et historisk miljø.



Den vedvarende energi vil givetvis udgøre en større andel af fremtidens elproduktion.

5 • referencehus: besparelser



Som nævnt indledningsvis, er mange af de i denne guide beskrevne tiltag til energioptimering efterhånden blevet gennemført i referencehuset. Da de nuværende ejere overtog huset for mange år siden, var der imidlertid ikke foretaget nogen form for efterisolering siden opførelsen i 1934. Huset blev på daværende tidspunkt varmet op med et ældre oliefyr, der ikke udnyttede oliens energi særligt effektivt. Olieforbruget dengang lå da også på ca. 14.000 l/år, eller godt 50 l/m², hvilket ikke var atypisk. Dertil kom et strømforbrug på ca. 10.000 kWh, foruden udgifter til vedligeholdelse af fyret og hensættelser til fornyelse. Med nutidens prisniveau svarer dette til en årlig udgift på ca. 145.000 kr.

Beregningerne i denne guide tager således udgangspunkt i den oprindelige situation, men med nutidens priser. Huset ville i dag opnå energimærke »G«, det ringest mulige.

Husets energiregning er i dag blevet kraftigt nedbragt ved en kombination af reduktion af energiforbruget og skift til en billigere energikilde i form af fjernvarme. Den samlede energiregning er nedbragt til under en fjerdedel, ca. 35.000 kr. årligt. Dette har krævet en investering på 500.000 kr., som var betalt tilbage efter godt 5 år. Huset ville i dag (lige) kunne opnå energimærke »C«, hvilket generelt må forventes at være det bedste mærke, et fredet eller bevaringsværdigt hus kan opnå.

Forestiller man sig, at huset var blevet tilsluttet fjernvarmenettet, uden at energiforbruget i øvrigt var blevet reduceret, ville regningen være blevet sænket med 40% til ca. 85.000 kr. årligt, mod en investering her og nu på ca. 30.000 kr., som ville være betalt tilbage allerede inden for det første år. Men huset ville fortsat have energimærke »G«!

Omvendt, forestiller man sig husets energiforbrug nedbragt uden i øvrigt at gøre noget ved det gamle oliefyr, ville regningen efter en investering på ca. 470.000 kr. være nedbragt til ca. 47.000 kr. årligt, en besparelse på 68%. Investeringen ville være betalt tilbage efter ca. 5½ år, og huset ville opnå energimærke »D«.



Ved den lovpåkrævede **energimærkning** får huset et mærke fra A til G, hvor A er det bedste og G er dårligste. Graderingen minder om den skala, der benyttes ved en række energiforbrugende produkter, blandt andet hårde hvidevarer.

Målt som gennemsnit over en 20-årig periode ser regnestykkerne lidt anderledes ud, idet den store investering, der har været nødvendig for at reducere forbruget, slår kraftigt igennem. Den faktisk gennemførte løsning (reduktion af forbruget kombineret med et skift til fjernvarme) giver en gennemsnitlig, årlig energiregning på ca. 63.000 kr., en besparelse på 57%, altså ikke helt de 76%, der er resultatet efter at investeringen er betalt tilbage.

Det endelige valg afhænger således i høj grad af ejerens likviditet eller lånemuligheder. Valget afhænger dog også af ejerens tidshorisont: Kombinationsløsningen ovenfor resulterede i en uændret udgift i forhold til oprindeligt i ca. 5 år, hvorefter den samlede udgift faldt til ca. 35.000 kr. årligt. Den simple tilbagebetalingstid, i dette tilfælde 5 år, bør således indgå i ens overvejelser: Overvejer man at sælge indenfor en kort år-række, gælder det om at vælge en løsning, hvor den simple tilbagebetalingstid er så kort som muligt.

forudsætninger

Til finansiering af de nødvendige investeringer er forudsat optaget et fast forrentet 20-årigt kreditforeningslån til 5% rente. Den opnåede besparelse på energiregningen er dog forudsat anvendt i sin helhed til at afdrage på det optagne lån.

Følgende energipriser er anvendt:

El: 1,75 kr./kWh, dog 1,50 kr./kWh ved højt forbrug (jordvarme)

Olie: 9,00 kr./l

Fjernvarme: 0,70 kr./kWh inkl. effektafgift

Øgede omkostninger til vedligeholdelse (fx af kælderen, der nu er blevet koldere som følge af isoleringen af etagedækket mellem kælderen og stueetagen) er medregnet i nettoudgiften.

Tilsvarende indgår hensættelser til udskiftning af de forskellige besparelestiltag (fx skal hulmursisoleringen typisk skiftes efter ca. 40 år) som lineær afskrivning i nettoudgiften.

Gennem fornuftige og relativt enkle tiltag har den samlede energiregning for referencehuset således kunne nedbringes til under halvdelen af, hvad

den var fra begyndelsen, målt som gennemsnit over 20 år. Der er således ingen tvivl om, at energioptimering let lader sig gøre og giver god økonomisk mening – blot man bruger sin sunde fornuft.

reduktion af forbrug, årlig besparelse

SCENARIO	investering	efter tilbagebetaling		gennemsnit over 20 år		
		år	besparelse	besparelse	/m ²	%
isol. dæk mod kælder	101.000	12	11.300	4.600	17	3%
hulmursisolering	92.000	3	33.700	28.800	106	20%
isolering af tag	106.000	4	30.800	25.000	92	17%
forsatsvinduer	153.000	5½	31.900	23.100	85	16%
drift, natsænkning	15.000	½	23.400	22.600	83	15%
samlet løsning	467.000	5½	99.200	72.400	266	50%

uændret forbrug men ny varmekilde, årlig besparelse

SCENARIO	investering	efter tilbagebetaling		gennemsnit over 20 år		
		år	besparelse	besparelse	/m ²	%
nyt oliefyr	35.000	1	30.400	28.600	105	20%
jordvarme	230.000	3½	72.400	59.700	219	41%
fjernvarme	30.000	½	60.400	58.900	217	40%

reduktion af forbrug og ny varmekilde, årlig besparelse

SCENARIO	investering	efter tilbagebetaling		gennemsnit over 20 år		
		år	besparelse	besparelse	/m ²	%
nyt oliefyr	502.000	5½	105.300	76.300	281	52%
jordvarme	697.000	8	106.800	64.600	238	44%
fjernvarme	497.000	5	110.900	82.600	304	57%



▲ »Druknet gesims«: Da man isolerede taget, glemte man at tage højde for en af de fine små detaljer ved huset, den klassiske gesims. Den er nu fuldstændig »druknet« i et i øvrigt helt unødigt stjernbræt under tagets udhæng. På billedet til højre ses, hvordan en uberørt gesims danner en fin overgang mellem facade og tag.

►
Det lille landhus har fået en ordentlig omgang i energirenoveringens navn. Tagfoden og den fremskudte gavlbeklædning har ændret huset til ukendelighed.

►►
Til højre et eksempel på et lignende hus, der endnu ikke har været udsat for et så hårdhændet overgreb.



6 • efterskrift

Denne guide er publiceret som et led i Bygningskultur Danmarks strategi, der har til formål at øge viden om bygningsbevaring blandt såvel eksperter som private og offentlige husejere.

Der er for tiden meget fokus på energioptimering af landets bygningsmasse, såvel nybyggeri som eksisterende byggeri. Energooptimering kan medføre store besparelser for den enkelte husejer, men kan desværre også påføre de historiske huse ubodelig skade, hvis der ikke tages hensyn til bevaringsværdierne.

Der er således et klart behov for let tilgængelige anvisninger til energioptimering, som ikke kompromitterer de fredede eller bevaringsværdige bygningers arkitektoniske værdier.

Forfatteren skal rette en særlig tak til civ.ing. P.F. Collet, Dansk teknologisk Institut, som gennem sin store byggetekniske indsigt har ydet et uundværligt bidrag til denne guide, og til Kim Vanguers, European Renewable Energy Council, Bruxelles, som har orienteret om den nyeste teknologiske udvikling indenfor særligt alternative energikilder. Der skal også rettes en tak til den følgegruppe, som har kommenteret guidens anvisninger undervejs:

- Birthe Luel, formand for Bygningskultur Danmarks Præsidium
- Mogens Victor Andersen, projektleder, Center for Bygningsrestaurering
- Jonas Møller, specialkonsulent, Dansk Byggeri
- Leif Hansen, arkitekt MAA





7 · litteratur og hjemmesider

Ud over de nedenfor nævnte publikationer og hjemmesider findes et væld af såvel fagligt dybtgående som mere anvisningspræget information om energioptimering af bygninger, såvel i Danmark som internationalt, og der kommer mange nye til hele tiden. Kun et fåtal beskæftiger sig dog med problematikken om afvejningen mellem kulturarven og beskyttelsen af klima og miljø, som jo er den overordnede grund til at energiforbruget skal nedbringes.

hjemmesider

www.bolius.dk
www.byfo.dk
www.bygerfa.dk
www.byggeriogenergi.dk
www.bygningsbevaring.dk
www.bygningskultur.dk
www.changeworks.org.uk
www.danskenergi.dk
www.ebst.dk/br08.dk
www.elsparefonden.dk
www.energiforud danmark.dk
www.energiforsatsgruppen.dk
www.energisparebolig.dk
www.energikoncept.dk
www.energitjek.dk
www.energitjenesten.dk
www.ens.dk
www.gi.dk
www.husetsweb.dk
www.klimaogenergiguiden.dk
www.lbs.dk
www.new4old.eu
www.rockwool.dk

litteratur

Bevaringsværdige huse, Sikring af bevaringsværdier, 2006, Socialministeriet, Søren Vadstrup

Den lille blå om Varme, Dansk Energi

Energihåndbogen – med råd og vejledning, 2002, Foreningen for Energi & Miljø

Energireovering i fredede huse – eksempelprojekt, Fæstningens Materialgård, midtvejsrapport, maj 2009, udarbejdet af Strunge Jensen A/S for Realea A/S

Energy Conservation in historic houses: A guide for historic house owners, May 2009, Smiths Gore

Energy Heritage, A guide to improving energy efficiency in traditional and historic houses, Edinburgh World Heritage

Technical guidelines for building designers, new4old, Renewable Energy House, Brussels

Vinduers varmetab, Raadvad-centret, 2001, Thomas Kampmann

