

Om at holde hus med energien

Af Allan Aasbjerg Nielsen

Det kan lade sig gøre at bygge huse, der er så tætte og velisolerede, at de kun forbruger omkring en sjettedel af det normale varmeforbrug.

Varmebalance

For at opretholde et bestemt (behageligt) temperaturniveau i et hus må den samlede varmeproduktion i huset være lig med varmetabet. Man taler om husets varmebalance. Tilføres for lidt energi, vil husets temperatur falde. Dette kan være tilfældet i fyringssæsonen i meget koldt vejr, eller hvis varmeanlægget er underdimensioneret. Omvendt kan det i meget varme perioder være et problem at slippe af med overskudsvarmen.

Husets varmetab kan deles op i fire bidrag:

- tabet med det varme spildevand
- transmissionstabet gennem klimaskærmen
- ventilationstabet med den frivilligt udskiftede indeluft
- infiltrationstabet med den ufrivilligt udskiftede indeluft

Sidstnævnte infiltrationstab afhænger af husets tæthed, som igen er afhængig af en grundig projektering og navnlig af en omhyggelig håndværksmæssig udførelse. Ventilationstabet er afhængigt af den friskluftmængde, man ønsker i sit hus: lufter man lidt mindre ud, spares energi til opvarmning af friskluften (man kan til gengæld risikere fugtproblemer, hvis man bliver for spareivrig). De to nævnte varmetab er direkte afhængig af de udskiftede luftmængder.

Transmissionstabet afhænger af temperaturforskellen mellem husets rum og husets omgivelser samt af isoleringsgraden. Tabet af det varme brugsvand afhænger af forbruget af varmt vand og den temperatur, hvorved det løber bort. Dette tab varierer meget fra husstand til husstand.

Varmetab – før og nu

På figur 22 ses nogle typiske eksempler på energiforbrug i danske etplanshuse på ca. 130 m² bygget hhv. 1920, 1940 og 1960. Til sammenligning er vist energiforbrug for huse opført efter Bygningsreglementet 1977 (BR77 – se under litt.) og det samlede projekterede energiforbrug for hvert af seks lavenergihuse i Hjortekær ved København (omtales senere). På figuren er ventilations- og infiltrationstabt slået sammen, hvorimod transmissionstabt er delt op i tab gennem vinduer og tab gennem øvrige flader. Det ses, at navnlig transmissionstabt er faldet drastisk, hvilket skyldes bedre isolering af klimaskærmen og anvendelse af flerlags vinduer. Samtidig er man begyndt at bygge tættere huse: ventilationstabt er også faldet meget.

De her nævnte varmetab skaber, når varmebalancen skal opretholdes, behov for et tilsvarende varmetilskud. Dette fremkommer dels som »gratis«varme dels som varme fra et varmeanlæg. »Gratis«varme er varme afgivet fra personer, el-installationer til lys og husholdning samt solindfald gennem husets vinduer. Mængden af »gratis«varme varierer meget med antal af beboere, deres forbrugsvaner og udeklimaet. Typiske tal for en familie (to voksne og to børn) er fra personvarme 2–3 MWh/år og fra el til lys og husholdning 4 MWh/år. Solindfaldet varierer meget med antal solskinstimer, vinduernes antal, størrelse og placering samt eventuelle skygger fra træer, andre huse o.l. En typisk værdi for solindfaldet i et etplanshus på 130 m² er 5–6 MWh/år, mest naturligvis om sommeren. Dette giver en samlet »gratis«varmemængde på omkring 11–13 MWh/år, hvoraf kun en del er udnyttelig afhængig af husets varmelagringssevne.

»Gratis«varmemængden yder et relativt større bidrag til dækning af det samlede opvarmningsbehov jo mindre dette behov er. Dette er helt grundlæggende for mulighe-

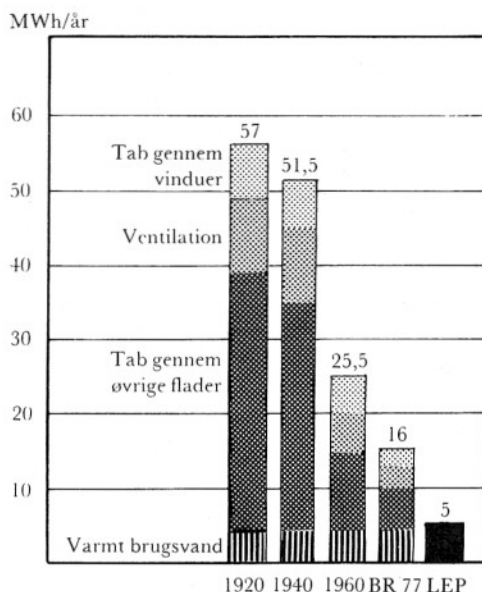


Fig. 22: Beregnet årligt energiforbrug i typisk 130 m² etplanshuse bygget hhv. 1920, 1940, 1960. BR-77 er et hus opført efter Bygningsreglementet 1977. LEP er et hus i Lavenergihusprojektet i Hjortekær.

den for at opføre lavenergihuse, idet »gratis«varmen udgør langt det væsentligste bidrag til dækning af opvarmningsbehovet i et lavenergihus.

Nogle vigtige lavenergiprinsipper

Følgende foranstaltninger er nyttige, hvis man ønsker at nedsætte energiforbruget i et hus:

- ekstra varmeisolering
- høj lufttæthed
- varmegenvinding
- god regulering af varmeanlægget
- tunge konstruktioner
- økonomisering med varmt vand.

Med hensyn til den praktiske udførelse af konstruktioner og installationer vil jeg hen-vise til de to fremragende skrifter i litteratur-listen SBI-anvisning 100 og SBI-anvisning 111. For at give et lille indtryk af anvisningerne er på figur 23 til figur 26 vist nogle illustrationer herfra.

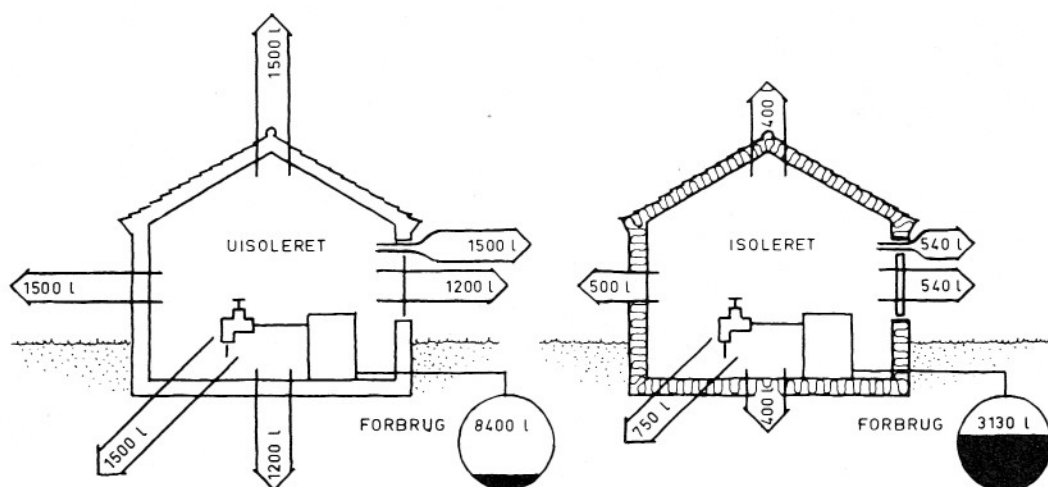
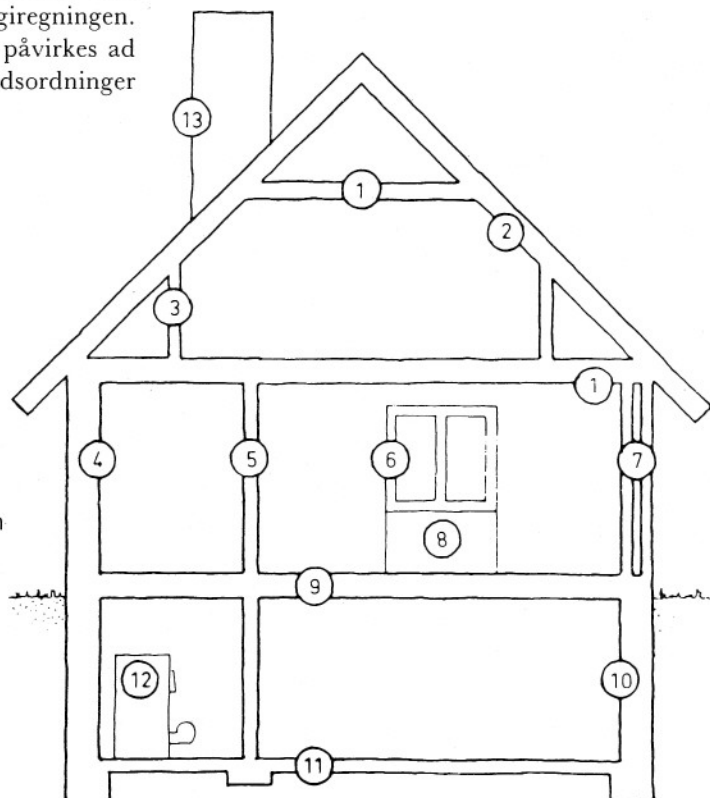


Fig. 23: Eksempel på opnåede besparelser ved ekstra isolering af et hus, omregnet til liter olie pr. år. (Statens Byggeforskningsinstitut).

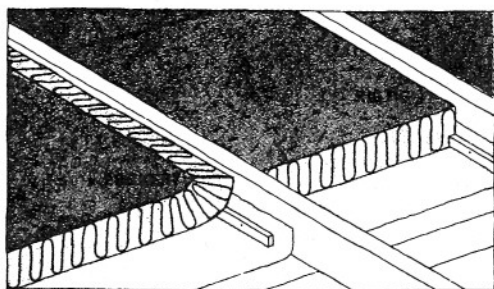
Her vil jeg nøjes med at omtale den principielle problematik, nemlig den, at det for den enkelte bygherre gælder om at opnå en rimelig balance i forholdet mellem de afholdte engangsudgifter til særlige lavenergiforanstaltninger og den på længere sigt opnåede besparelse på energiregningen. Denne balance kan naturligvis påvirkes ad politisk vej f. eks. gennem tilskudsordninger af forskellig karakter.

Fig. 24: Hvor i huset bør der merisoleres? (Statens Byggeforskningsinstitut).

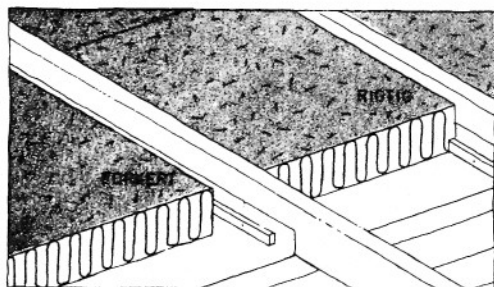


- 1 loftet mod kolde rum
- 2 tagskråninger
- 3 skunkvægge
- 4 massive ydervægge
- 5 indervægge mod kolde rum
- 6 vinduer
- 7 hule mure
- 8 brystninger
- 9 gulve mod kolde rum
- 10 kælderydervægge
- 11 kældergulv
- 12 kedel
- 13 skorsten

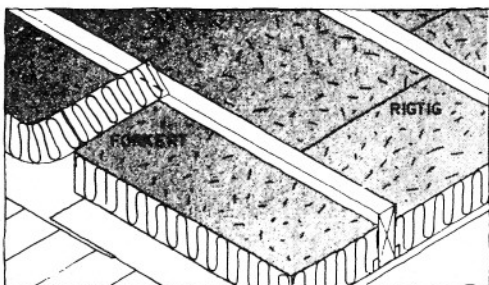
32 Om at holde hus med energien



Isolering for bred



Isolering for smal



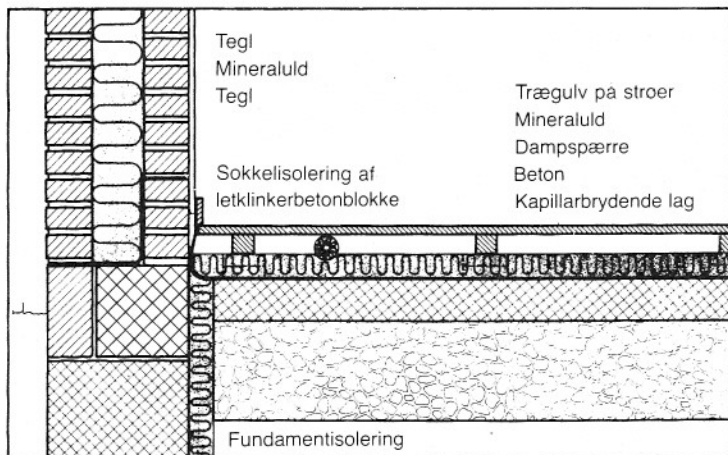
Isolering for lang

Som et eksempel på den nævnte balance ses på figur 27 udgifterne til etablering af en bygningsdel og til opvarmning i afhængighed af isoleringstykkelsen. Bygningsdelen bliver naturligvis dyrere jo mere materiale (hovedsagelig mineraluld) man anvender, hvorimod varmeudgifterne daler med stigende isoleringsevne. Man ser, at de samlede udgifter bliver mindst i det skraverede område. I dette område vil det altså være privatøkonomisk fornuftigt at placere sig. Hvis man forventer store prisstigninger på energi, bør en stor isoleringstykkelse foretrækkes – de samlede udgifter er jo næsten ens indenfor hele det skraverede område.

De to først punkter på listen (isolering og tæthed) er de vigtigste ud fra en energimæssig betragtning. Har man så opnået dette, vil det være nødvendigt at udlufte ret ofte, da man ellers risikerer fugtproblemer. Eller man kan installere et mekanisk ventilationssystem. Gør man det, og er ens hus meget tæt, kan man med fordel bruge en varmegenvinder på den varme afkastluft (se figur 28). Varmegenvinding kan i øvrigt også foretages på spildevandet fra en husholdning.

Fig. 25: Eksempel på praktisk isoleringsarbejdes udførelse. (Statens Byggeforskningsinstitut).

Fig. 26: Eksempel på en konstruktionsanvisning. (Statens Byggeforskningsinstitut).



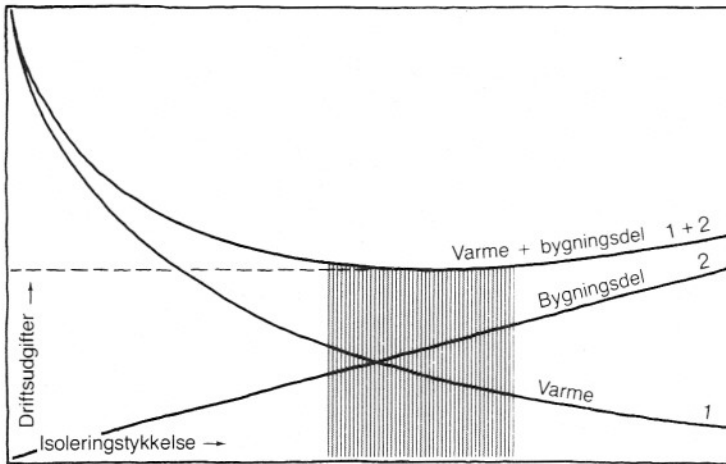


Fig. 27: Balance mellem etablerings- og driftsudgifter.
(Statens Byggeforskningsinstitut).

Når et egentligt varmeanlæg kun skal yde en lille andel til dækning af det samlede opvarmningsbehov, må man stille store krav til dets reguleringssystem. Dette var en vigtig erfaring fra målingerne på lavenergi-husene i Hjortekær. Desuden bliver det med stigende isoleringstykkelse vigtigere og vigtigere at undgå såkaldte kuldebroer i sine konstruktioner. F. eks. vil metalbindere mellem yder- og inderteglmur med mineraluld imellem udgøre en kuldebro, som i dette tilfælde kan undgås ved at anvende plasticbindere.

Det vil ligeledes på grund af materialernes varmeakkumuleringssevne være nyttigt at anvende tunge konstruktioner (beton, tegl og letbeton) i en bygnings indre for i højere grad end ellers at kunne udnytte gratisvarmen. Samtidig sikrer man et bedre indeklima, idet for høje temperaturer undgås bedre end i lette konstruktioner (træ eller gipsplader).

Endelig kan man som en vigtig lavenergiforanstaltning, der ikke kræver ekstra installationer, økonomisere med det varme vand både med hensyn til temperaturen af vandet og den forbrugte mængde. Her kan spares meget. En anden »gratis« besparelsesform er simpelthen en sænkning af rumtemperaturen.

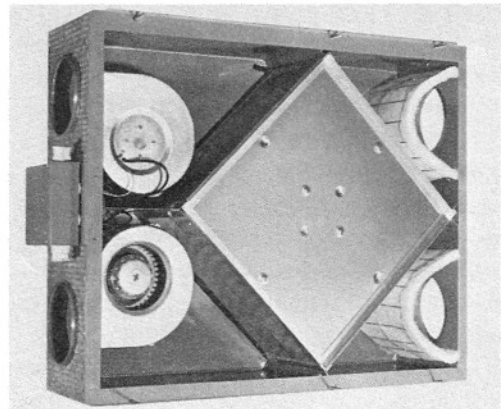
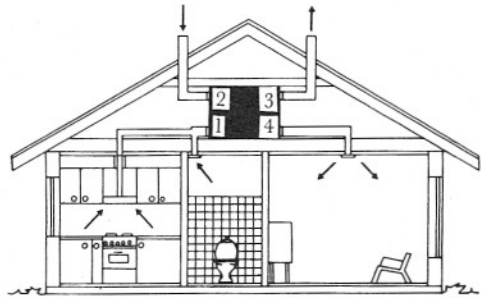


Fig. 28: Fotografi af en varmegenvinder af pladetypen. Den varme luft suges ud af f.eks. husets våde rum (1). Frisk luft suges ind udefra (2). De to luftstrømme passerer uafhængigt af hinanden i selve genvinderdelen. Gennem de tynde aluminiumsplader, som holder de to luftstrømme adskilt overføres varmen fra den varme til den kolde luft. Den »brugte luft« forlader varmegenvinderen ved 3, den friske luft ved 4.

Lavenergihusene i Hjørtækær

De ovenfor anførte principper er anvendt i praksis f. eks. i projekteringen og opførelsen af seks lavenergihuse i Hjørtækær ved København. Projektet udføres under ledelse af Laboratoriet for Varmeisolering (LfV) ved Danmarks tekniske Højskole i samarbejde med seks grupper af private firmaer. Projektet er muliggjort gennem en bevilling fra Energiministeriet (tidligere Handelsministeriet).

I denne forbindelse forstås ved et lavenergihus et enfamiliehus på ca. 120 m² med et energitilskud udefra på omtrent 5 MWh/år (svarer til ca. 6–800 l olie om året afhængig af oliefyrets virkningsgrad) til dækning af opvarmning, ventilation og varmt brugsvand (se figur 22).

Husenes lave energiforbrug er opnået ved et samspil mellem ekstra varmeisolering, høj tæthedsgrad, varmegenvinding fra afkastluften, udnyttelse af vedvarende energikilder (sol og jord) samt udnyttelse af gratisvarmen gennem varmeakkumulering i tunge bygningskonstruktioner. Alle husene er udstyret med anlæg for kontrolleret friskluftskifte. Gennem sin projektledelse har LfV tilstræbt, at så mange tekniske løsninger som muligt er repræsenteret i husene. Derimod har LfV ikke stillet krav til husenes arkitektur og materialevalg.

LfV har medvirket ved projekteringen og har udført modelberegninger af energiforbruget i et normalår. Derudover foretager laboratoriet detaljerede energimålinger under en simuleret beboelsestilstand i husene over en periode på ca. 18 måneder (efteråret 78 til foråret 80). Herefter vil husene blive solgt, og LfV håber at kunne fortsætte målingerne i en reel beboelsessituation også.

Til trods for visse afvigelser fra de projekterede energiforbrug viser de hidtil behandlede resultater klart, at det er muligt at bygge lavenergihuse med et energiforbrug på halvdelen og derunder af det i Bygningsreglementet fra 1977 krævede.

Litteratur

SBI-anvisning 100: *Isoler nu*. Statens Byggeforskningsinstitut, 1979.

SBI-anvisning 111: *Bygningers varmeisolering*. Statens Byggeforskningsinstitut, 1977.

Meddelelse nr. 83: *6 lavenergihuse i Hjørtækær*. Laboratoriet for Varmeisolering, maj 1979.

Meddelelse nr. 84: *6 lavenergihuse i Hjørtækær*. Statusrapport 1. Laboratoriet for Varmeisolering, juni 1979.

Bygningsreglementet 1977. Boligministeriet. – BR 77 indeholder en række af Boligministeriet fastsatte regler for bygningers indretning, konstruktion, brandforhold, fugtisolering, varmeisolering, installationer o.a. Reglementets kapitel 8 om varmeisolering er yderligere belyst i SBI-anvisning 111. Her vises, hvordan kravene i BR 77 opfyldes i praksis.