



Videncenter for
energibesparelser i bygninger



ENERGIOPTIMERING AF BYGNINGER



INDHOLD

Kapitel		Sidetal
01	Hvorfor energibesparrelser i bygninger?.....	04
02	Indhold af kompendium og kursus.....	10
03	Effekt og energi.....	13
04	Indsamling og behandling af oplysninger.....	18
05	Lokalisér besparelserne på klimaskærm - varmetab i bygningerne.....	27
06	Energibesparrelser ved renovering på klimaskærm.....	62
07	Tekniske installationer.....	86
08	Links til hjemmesider.....	106
09	Hvordan foretages energirenovering af klimaskærmen.....	107
10	Helhedsløsninger - integrerede energispareløsninger Pakkeløsninger.....	132
11	Salg af besparelser til energiselvskaberne.....	160
11	Hvad nu? Handlingsplan.....	161
12-01	Registrering_forbrug.....	166
12-02	Bilag: Registreringsskema.....	167
12-03	Tjekskemaer: Facader vinduer.....	175
12-03	Tjekskemaer: Tagkonstruktion.....	176
12-03	Tjekskemaer: Varmeanlæg.....	177
12-04	Levetidstabeller.....	178
12-05	Bilag: Varmeforbrug nøgletal.....	180
12-06	Besparelser til energirenovering fra Energistyrelsens standardværdikatalog	181
12	Omregn fra energienhed til en anden.....	182
12	Webadresser.....	183



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Energioptimering af boliger



© Undervisningsministeriet. Januar 2010. Revideret januar 2011. Materialet er udviklet af Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri i samarbejde med Seniorkonsulent, teknikumingeniør Iben Østergaard, Videncenter for energibesparelser i bygninger. Materialet kan frit kopieres med angivelse af kilde. Materialet kan frit viderebearbejdes med angivelse af følgende tekst: "Dette materiale indeholder en bearbejdning af Energoptimering af boliger, januar 2010 udviklet for Undervisningsministeriet af Efteruddannelsesudvalget for bygge/anlæg og industri i samarbejde med Iben Østergaard."

1. Hvorfor energibesparelser i bygninger?

Energi er krumtappen i vores samfund – og dét at kunne spare på energien og udnytte den vedvarende energi, vil blive helt centralt i de næste mange år. Efter 100 års brug af fossile brændsler, er CO₂-koncentrationen i atmosfæren så stor, at varmen ikke kan slippe ud – temperaturen stiger.

Konsekvenserne i form af bl.a. tørke og oversvømmelser og storme har allerede medført store forandringer på Arktis og konsekvenser i verdens i forvejen fattigste lande – og der er bred enighed om, at det er nødvendigt at dæmme op for udslippet af CO₂ for at undgå uoverskuelige katastrofer verden over.

Læs mere om CO₂ og drivhuseffekt senere i dette afsnit.

Der er mange andre gode grunde til at spare på energien - bl.a. forsyningssikkerhed, økonomi og lokal forurening. Derfor har vi i Danmark i en menneskealder udviklet teknologier til udnyttelse af vedvarende energi og vi har gået forrest på energieffektiviserings- og energibesparelsesområdet. Så den gode nyhed er, at redskaberne til at reducere energiforbruget og CO₂-udslippet findes – nu gælder det viljen og evnen til at tage dem i brug.

Uden jer – ingen energibesparelser

Regeringsgrundlaget fra november 2007 sigter mod, at andelen af vedvarende energi skal øges til 30 %, og at energiforbruget skal reduceres med 25 % frem til 2025. Eksisterende og nye bygninger er ét af hovedindsatsområderne. Energieffektivisering, vedvarende energi og innovativ udvikling i byggeriet er dermed kommet i fokus som aldrig før. Målsætningen i den energipolitiske aftale om årlige energibesparelser på 1,5 % af slutforbruget frem til 2020 er udgangspunktet for den omfattende nationale indsats.



Og hér kommer I – håndværkerne – ind i billedet: Uden jer vil det blive ved snakken. Det er jer, der skal installere de gode energirigtige løsninger ude i bygningerne. Og det kræver, at I kan finde besparelsesmulighederne, kender teknologierne og metoderne. At I får det ind under huden, så I er trygge ved at installere det hos jeres kunder. Men frem for alt kræver det, at I kan se, hvor der er muligheder for at spare på energien!

Dette kursus skal hjælpe jer på vej.

Der har altid været bred opbakning i befolkningen omkring vedvarende energi, men det har knebet lidt med viljen til selv at udnytte teknologierne. Nye undersøgelser viser, at danskerne er klar over, at klimaproblemerne er menneskeskabte, og at det også er os selv, der skal løse problemet. Så nu er der flere og flere, der gerne vil gøre noget selv for at dæmme op for klimaforandringerne. Eller for at blive mindre afhængige af olie eller gas. Eller simpelthen for at reducere deres energiregning i mange årtier fremover: Give huset et bedre driftsregnskab. Alle argumenter gælder. Nu gælder det for jer om at gribe bolden og udnytte situationen derude i bygningerne.

I bliver spurgt

Det viser sig – måske ikke så overraskende for dig – at det er håndværkeren, som bygnings-ejerne spørger til råds, når de vil drøfte deres bygnings energimæssige tilstand og muligheder for besparelser. Efter at have gennemført dette kursus kan du lettere indgå i denne dialog – også på områder, som ikke lige hører under dit fag. Dette kursus fokuserer naturligvis primært på de områder, som I arbejder med, men kurset vil også gøre dig i stand til at lokalisere de store energibesparelser, der er indenfor de tekniske installationer, såsom varme-lægget. Dermed kan du give kunden en seriøs, allround-vejledning, og du kan lettere samarbejde med kolleger indenfor fx VVS-installationsområdet. Du skal selvfølgelig ikke "forære" opgaver til VVS-installatøren, men ved at samarbejde med andre faggrupper kan I tilsammen lokalisere flere rentable energibesparelser, og dermed give kunden gode råd og skabe mere arbejde ved at gennemføre flere energibesparende foranstaltninger. Dermed bliver du en troværdig sparringspartner for din kunde, og du indgår i et værdifuldt netværk med andre faggrupper.



Renovering for fremtiden

Vi bruger 40 % af energien på vores bygninger, så der er rigtig store muligheder for at spare på energien hér. Der kan spares 23 % af energiforbruget ved at gennemføre en moderat renovering af Danmarks bygninger. Hér ligger opgaver for knap 200 mia. kr.! Det drejer sig om isolering og udskiftning af vinduer og døre. Hvis man vælger at gennemføre nogle af disse energibesparende foranstaltninger sammen med planlagte forbedringer, ja så udgør energirenoveringen 37 mia. kr., og arbejdet er tjent hjem på 4 år! Så det er vigtigt at gøre det energirigtigt, når der alligevel skal renoveres. Så en modernisering bliver til en energimodernisering. Hér hjælper energivejlederuddannelsen dig på vej.

Ser man på jeres kollegers, installatørernes fagområde, ja så kan der spares 13 % på energiforbruget til opvarmning og varmt vand på de tekniske installationer. Og hér er tilbagebetalingstiden så kort som 6 år – og det er selvom renoveringen ikke sker sammen med nødvendig udskiftning og vedligehold.

Dette kursus kan hjælpe jer til at spotte disse besparelser når I er ude på andre opgaver hos kunden – og overbevise hende om, at der skal energirenoveres.

Potentialet

Der renoveres for ca. 100 mia. kr. årligt, og det er vigtigt, at få energiforbedringer med i renoveringen. Den renovering, som der gennemføres nu, skal måske holde i 40 år! Derfor er din opgave – som kundens foretrukne sparringspartner – at tilbyde kunden en energirigtig løsning, som giver dem energibesparelser år efter år. De huse der renoveres i dag, skal konkurrere med bygninger, der bygges ikke bare iht. det nuværende bygningsreglement men iht. de kommende bygningsreglementer.



Energiforbruget til enfamiliehuse udgør ca. halvdelen af det samlede energiforbrug til bygninger, 16 % går til etageboliger og 17 % til handel og service, mens det offentlige og industri står for ca. 9 % hver.

Der ligger altså et stort besparelspotentiale og venter i enfamiliehusene, og samtidig er det relativt "nemt" (billigt) at gennemføre besparelserne hér.

I hver enkel husholdning bruges 75 % af energien på varme og andre 11 % på varmt brugsvand, mens elektricitet står for 11 %. Hvis boligejerne virkelig vil gøre noget ved deres energiforbrug, så er der altså ingen vej udenom at forbedre boligens klimaskærm og/eller varmeanlæg.

Udnyt tidens muligheder

Det kan være svært som håndværker at holde fokus på energibesparende løsninger, hvis kunderne slet ikke tænker i de baner, og tværtimod efterspørger nye produkter, der netop bruger energi. Sådan har I måske oplevet markedet i en årrække. Men vi er nu i en periode, hvor mange bygningsejere har fokus på energi – og de besparelser, der kan hentes – og har tiden til at gennemføre projekterne.

Energibesparelser, beskæftigelse og klimaforbedringer går hånd i hånd! Der er kun ét at sige: Udnyt det.

Hvorfor klimaændringer?

Der er som sagt mange grunde til at spare på energien. Men det allervigtigste lige nu er, at afbrænding af fossile brændsler, kul olie og gas frigiver CO₂, som er en såkaldt drivhusgas. Drivhusgasser ligger som en dyne i atmosfæren, og lader – som drivhusglas – solens kortbølgede stråling komme ind, mens den kun i begrænset omfang lader den langbølgede varmestråling, som solenergien omdannes til i atmosfæren, slippe ud igen. Dette er drivhuseffekten. Uden drivhuseffekten ville her være minus 15 grader på jorden, og liv som vi kender det, ville ikke være muligt. Under normale tilstande ryger der ligeså meget varme ud i rummet, som der kommer ind fra solen. Men gennem de sidste 100 år er koncentrationen af CO₂ i atmosfæren steget i takt med afbrændingen af fossile brændsler, med det resultat, at varmen ikke kan slippe ud, og her er i gennemsnit blevet 0,8 grad varmere. Det har allerede medført ændringer i klimaet, så livsvilkårene er blevet vanskeligere for en række lande. Men hvad værre er: Hvis ikke vi reducerer udslippet af CO₂ meget kraftigt, vil temperaturen stige mellem 4 og 6 grader. Alverdens forskere vurderer, at det er nødvendigt at holde temperaturstigninger under 2 grader, hvis jordens befolkning skal kunne indrette sig på klimaforandringerne.

Hvad sker der når temperaturen stiger? En af konsekvenserne af de stigende temperaturer på land og i luften, er at mennesker på den varmeste del af kloden får vanskeligere livsvilkår, og at man på andre områder skal indrette sig på hastige klimaforandringer. Specielt i de arktiske egne går det hurtigt: En stor del af isen er smeltet, og når isen ikke mere reflekterer solstrålingen bliver solens stråler til varme i havet, og så går det for alvor stærkt med opvarmningen.

Havene optager i det hele taget en stor del af varmen. Dette medfører kraftigere fordampning, og dermed "voldsommere" vejr: Kraftigere regn, storme og orkaner.

Hvorfor CO₂-udslip fra fossile brændsler?

Olie, kul og gas er rester af smådyr og planter, som levede for mange millioner af år siden.

Og planter er jo skabt i fotosyntesen, en proces, hvor planten omsætter sollys, kuldiioxid og vand H₂O til sukker og ilt. Sukkeret bruges som byggestof i planten og ilt frigives til luften. Tilbage i planten er kulstoffet fra sukkeret. Dyr som spiser planter indeholder således også kulstof.

Fotosyntesen:



Kultveilte og vand bliver under på virkning af sollys til glukose, ilt og vand.

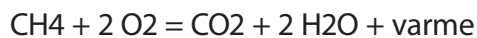
Lagene af døde dyr og planter er gennem årene blevet så tykke, at tryk og temperaturer er steget meget i de nederste lag, og dermed var betingelserne tilstede for at dyre- og planteresterne blev omsat til kul olie og gas. I havet var der flest smådyr – de er blevet til gas og olie, mens planterne blev lagret på land, og er blevet til kul. Sammen betegnes kul, olie og gas for fossile brændsler. Da olie, kul og gas består af rester fra dyr og planter er der en meget stor mængde kulstof bundet i det. Når man så afbrænder de fossile brændsler går kulstoffet i forbindelse med ilt og danner CO₂. Dvs. på 100 år har vi sluppet kulstof fri, som har ligget i jorden i millioner af år, og derfor er koncentrationen af CO₂ i atmosfæren steget fra 280 ppm før industrialiseringen til 350 ppm nu.

Forbrænding:

Olie:



Gas:



Som I ser ovenfor, så bliver der relativt mere CO₂ i forhold til vand, når man afbrænder olie end når man afbrænder gas.

I nedenstående tabel fremgår, hvor meget CO₂, der udledes for hver kWh, der er i de forskellige brændsler.

	kWh/m ³ eller liter	Kg CO ₂ pr. kWh	CO ₂ pr. volumen brændsel	CO ₂ pr. kg brændsel
Naturgas	11 kWh/m ³	0,205 kg	2,26 kg CO ₂ /m ³ gas	Ca. 3,1 kg CO ₂ /kg gas
Olie	10 kWh/liter	0,266 kg	2,66 kg CO ₂ /liter olie	3,7 kg CO ₂ /kg olie
Fjernvarme		0,130 kg		
Elektricitet		0,547 kg		

Tallene for fjernvarme og elektricitet er gennemsnitstal for Danmark for 2008.

Grunden til at der frigives flere kilo CO₂ ved afbrænding af fossile brændsler, end selve brændslet vejer er, at det er luftens ilt, der bindes til kulstoffet og danner CO₂.



Fossile brændsler – CO₂ – klimaforandringer

Planter optager den samme mængde CO₂, under opvæksten, som de frigiver ved forbrænding - dermed kaldes de CO₂-neutrale. Biobrændsel som brænde eller træpiller er CO₂-neutralt. Set over milliarder af år kan man godt sige at fossile brændsler er CO₂-neutrale. Problemet er imidlertid at vi gennem 100 år har frigivet alt det CO₂, som er lagret over millioner af år. Vi har grebet ind i det geologiske kredsløb, som løber over millioner af år, og har ført CO₂ over i det biologiske kredsløb, som gennemløbes i løbet af dage eller år. Forskere har i over 100 år nøje forudsagt de konsekvenser, som er målbare i dag: Forøgelse af CO₂-koncentrationen med klimaændringer til følge. Der er nu bred enighed om at klimaændringerne er menneskeskabte, og at det også er mennesker, der skal løse problemerne. I modsætning til så mange andre katastrofer kan vi nemlig gøre noget ved det: Enten spare på den fossile energi, eller benytte vedvarende energi i stedet. Og hér kommer I som energihåndværkere ind i billedet.

02. Indhold af kompendium og kursus

Dette kapitel er et sammendrag af kompendiematerialet og beskrivelse af indhold i kurset.

Hele kurset gennemgår et

Energibesparelsesforløb:

- Kortlæg energiforbrug
- Sammenlign med nøgletal
- Er der energibesparelser at hente
- Lokalisér energibesparelser på hhv. klimaskærm og tekniske installationer
- Beregn energibesparelser
- Vurdér og præsenter energibesparelser
- Bygningens reelle forbrug

I hvilke kapitler findes hvad:

I kapitel 3 gennemgås grundbegreber og enheder: Energi, effekt, CO₂. kWh m.m.

I kapitel 4 vurderes bygningens nuværende forbrug ud fra energiregninger, interview med kunden m.m.

Når energiforbruget er fastsat, sammenholdes det med nøgletal for energiforbrug i tids- og størrelsestypiske danske bygninger. Eventuelt kan det være nødvendigt at tage forbehold for ekstremt kolde - eller varme - år.

Er husets energiforbrug stort eller lille?

Dermed får du det første praj om, hvor store energibesparelser, der er i bygningen. Hvis det reelle forbrug ligger over nøgletallet, så er der virkeligt noget at komme efter. Men også når forbruget er i samme størrelsesorden som nøgletallet – eller endog mindre, er der besparelsesmuligheder ved at renovere bygningerne op til minimumsanbefalingerne i denne bog.

Hvor kan man spare?

I **kapitel 5** beskrives metoder til at lokalisere de bygninger, som har størst mulighed for at give energibesparelser. På hvilke bygningsdele findes de store "energisyndere"? kan du læse om i "varmetabet i danskernes bygninger". I dette opslagskapitel kan du finde alle bygningsdele på tidstypiske bygninger, og sammenligne varmetabet fra dem. Det kan også f.eks. være en god idé at tage udgangspunkt i **restlevetider** for bygningsdelene, og dermed benytte en almindelig renoveringssituation til at energirenovere bygningsdelen. Den renovering, der gennemføres i år skal holde de næste mange årtier – og derfor skal den udføres efter dagens bedste standard. Det hus du renoverer i dag skal energimæssigt konkurrere med bygninger bygget i år 2020. **Tjekskemaerne** for hhv. tagkonstruktion, facader eller varmeanlæg sikrer, at du har gennemgået tilstanden af alle relevante bygningsdele med kunden – og dermed ikke glemmer mulige besparelser. I tjekskemaet kan du notere de bygningsdele/renoveringer, som du opfordrer kunden til at få tilbud på.

Tjekskemaet giver mulighed for, at den svend, der har gjort sig notaterne ude ved kunden, evt. kan overlade tjekskemaet til mester eller den person i firmaet, som står for tilbudsgivning.

Du kan også vælge kun at benytte **registreringsskema for klimaskærm og installationer. Se bilag**. Du behøves kun at udfylde de dele, som er relevant for den aktuelle bygning. Men ved at gennemgå hele bygningen kan du sikre, at du finder de væsentligste energibesparelser – hvad enten de hører under klimaskærm eller installation.

Ved hjælp af energiløsninger på klimaskærm beregnes energibesparelser på klimaskærmen.

Energibesparelser på klimaskærmen

I **kapitel 6** kan du se hvad spares der ved at renovere klimaskærmen eksempelvis loftet i en 60'erbolig med nuværende 100 mm til minimumsanbefalingen på 300 mm.

Kap 7: De tekniske installationer

Ganske vist er I klimaskærmsspecialister, men nu bliver I energihåndværkere, og hér hører varmeanlægget og andre tekniske installationer med. Og ganske vist er det vigtigt, at selve energibehovet minimeres ved jeres indsats på klimaskærmen, men erfaringsmæssigt ligger der store besparelser ved energioptimering af varmeanlæg. I kan stige i kundens agtelse og vinde troværdighed ved ganske uvildigt at anvise besparelsesmuligheder, selvom de ikke ligger indenfor jeres eget fagområde. I bedste fald kan det give jer rollen som totalentreprenør. Kapitlet giver redskaber til at lokalisere energibesparelser på de tekniske installationer.

I **kapitel 8** er der henvisning til hjemmeside med energiløsningerne, eller man kan låne bog med energiløsninger fra klassesættet. Der kommer jo hele tiden flere energiløsninger, så det kan være en god idé at tjekke det på **www.byggeriogenergi.dk**

Du kan – så længe oplag haves – i 2011 få tilsendt klassesæt m. energiløsninger i et katalog. Kataloget kan også bruges af håndværkerne til deres kunder eller samarbejdsparter.

Kapitel 9. Tætning – ventilation – fugt – dampspærre. Hvordan udføres energiløsningerne så vi får maksimale energibesparelser? bedst muligt indeklima og undgår bygningsskader?

10. Giv kunden muligheden for den rigtige løsning/pakkeløsning

I kapitel 10 arbejder vi med de samlede energiløsninger: Hvad kan I gøre, for at kunden gennemfører den bedste energirenovering?

I kapitlet får du redskaber til at prioritere besparelsesmulighederne til kunden, se eksempel på en såkaldt pakkeløsning for en hel tagrenovering eller en facaderenovering.

11. Finansiering – salg af energibesparelser m.m. – markedsføring.

Hér findes en guide til finansiering, som også kan downloades fra www.byggeriogenergi.dk

12. Bilag og vigtige links

For at lette brugen af hånd(værker)bogen har vi samlet alle de dokumenter, du kan bruge i dit daglige arbejde i bilagene kapitel 12. Du kan kopiere dem til brug hos kunden eller downloade dem fra Videntcenter for energibesparelser i bygninger, www.byggeriogenergi.dk eller vi kan sende dem til dig.

Spørg os – også når du står derude

Har du – på trods af denne vejledning – spørgsmål undervejs, så ring til Videntcenter for energibesparelser i bygninger på tlf. 7220 2255. Når du står ude ved kunden, og hurtigt vil kunne fortælle ham hvor meget han sparer ved udskiftning af vinduer. Hold dig ikke tilbage fra at ringe – du får som regel svaret med det samme!

3. Energi og effekt

I Danmark får vi overvejende energien fra kul, olie og gas samt fra vedvarende energi, hovedsageligt biomasse og vindmøller.

Danmarks energiforbrug var i 2008 844 PJ (Peta = 10¹⁵ Joule). På trods af mange års indsats med energibesparelser og vedvarende energi, er energiforbruget ikke faldet – indsatsen har ikke kunnet kompensere for en kraftig vækst.

Selvforsyningsgraden for energi toppede i 2004, hvor der i Danmark blev produceret 56 % mere energi, end vi selv brugte. Selvforsyningsgraden er nu faldende – i 2008 produceredes der 33 % mere energi, end vi selv brugte. Det er udvindingen af fossile brændsler fra Nordsøen, der er faldende, og Energistyrelsens vurdering er, at der kun er reserver til 11–12 års produktion af olie og gas.

Andelen af vedvarende energi i energiforsyningen er på godt 18 %. Vindkraft står for 3 % og biomasse leverer 10 %. Resten leveres af affald, varmepumper og solvarme samt biogas.



Vedvarende energi udgør 18 % af det danske energiforbrug. Fossile brændsler udgør stadig langt den største del af energiforbruget

Hvad er energi?

Energi er evnen til at udføre et arbejde. Energi kan optræde i mange former, som stråling, bevægelse, varme eller potentiale-energi (højdenenergi). Når energi går fra en form til en anden, bliver der udført et arbejde. Den del af energien som ikke går til varme, udtrykker virkningsgraden ved processen.

Energi hverken opstår eller går til grunde. Jordens ressourcer af kul, olie, gas eller uran kan forbruges, men den energi som er lagret her, kan kun frigøres og omformes, ikke forsvinde. Ved at omdanne energi til andre former, bliver vi i stand til at udføre arbejde.

Når energien bruges til at udføre et arbejde - uanset om det sker i kroppen eller i en maskine - omformes den, og ender i naturen som varme. Varmeenergi kan kun sprede sig af sig selv fra et varmere til et koldere sted og ikke omvendt. Alle temperaturforskelle stræber altså mod en udjævning.

Effekt og energi

Effekt er en ydeevne, mens energi er et mål for det, der bliver ydet.

Et kraftværk har en elektrisk effekt på 1.000 MW (megawatt), som er værkets maksimale elektriske ydeevne, mens den maksimale totale varmeudvikling er 2-3 gange større.

Hvis et kraftværk på 1.000 MW køres med fuld effekt i et helt år (8.760 timer), ville det i løbet af denne tid have givet en elektrisk energimængde på 8,76 TWh (terawatt-timer) eller 8,76 milliarder kWh (kilowatt-timer). Energien, som en maskine yder (hvis det er et kraftværk) eller bruger, findes ved at gange ydelsen (effekten) med de timer, som maskinen er i drift.

En ventilator, som har en motor på 1 kW, kører 10 timer i døgnet.

Den bruger $1 \text{ kW} \cdot 10 \text{ timer} = 10 \text{ kilowatt-timer}$ i døgnet.

Omvendt har et køleanlæg, der bruger 24 kWh på et døgn, en gennemsnitlig effekt på $24 \text{ kWh} / 24 \text{ timer} = 1 \text{ kW}$.

Man kan sammenligne effekten med en vandstråle, og energien med det vand, der opsamles, når vandstrålen har løbet en vis tid.

Energi og effekt

- Energi er effekt ganget med tid
- Joule og kWh er enheder for energi
- Watt er enhed for effekt

Effektenheder:

1 kW (kilowatt) = 1.000 W (watt = 1,36 HK (hestekræfter))

1 MW (megawatt) = 1.000 kW = 1.000.000 W

1 GW (gigawatt) = 1.000 MW = 1 million kW

1 TW (terawatt) = 1 million MW = 1 milliard kW

Energienheder:

1 kWh (kilowatt-time) = 360.000 Ws (watt-sekunder = Joule (J))

1 GWh (gigawatt-time) = 1 million kWh

1 TWh (terawatt-time) = 1.000 GWh = 1 milliard kWh

1 kcal (kilokalorier) = 1,163 kWh

Energiindhold

Energiindholdet for forskellige typer af brændsler

		Fyringsolie	Naturgas	Fjernvarme
	kWh	liter	m ³	m ³
1 kWh	1	0,100	0,090	0,025
1 MJ	0,278	0,028	0,025	0,007
1 Mcal	1,163	0,116	0,104	0,029
1 l fyringsolie	10,0	1	0,894	0,245
1 m ³ naturgas	11,0	1,118	1	0,274
1 m ³ fjernvarmevand	40,7	4,081	3,649	1
1 kg tørt bølgebrænde	4.1 kWh	0,41 liter		

Klimatiske virkninger globalt

Den altoverskyggende trussel fra energisektoren i globalt perspektiv er klimaforandringer som følge af CO₂-udslip fra energiproduktionen gennem fossile brændsler. Det er svært at forudse de nøjagtige konsekvenser af klimaforandringerne, men det vurderes, at 2°C er det absolut højeste, der kan tillades, uden at vi risikerer alvorlige klimaændringer. Men grænsen kan ligge langt lavere, især i de arktiske områder og andre sårbare områder. Og det har allerede vist sig, at klimaændringerne rammer meget skævt, og de er allerede gået hårdt ud over befolkninger i nogle af verdens fattigste lande. Hvis vi fortsætter udviklingen - med de besparelsesprogrammer, der allerede er vedtaget og sat i gang (business as usual) - vil temperaturen stige med 4-5 grader!

Det viser, hvor kraftige omlægninger og reduktioner i energiforbruget, der er påkrævet, for at undgå uoverskuelige klimakatastrofer.

Energibesparelser

Det er hér håndværkerne kommer ind i billedet. I er primus motor i den proces, der skal foregå i den eksisterende bygningsmasse. Hér ligger der store besparelspotentialer og venter på at blive udnyttet: 40 % af energien bruges i bygninger, og en stor del af den kan spares ved at efterisolere, skifte vinduer eller skifte til mere effektive varmeanlæg eller ligefrem vedvarende energianlæg.



Vedvarende energi

Energien i vind, vandkraft, planter (biomasse) er en form for solenergi. Det er vedvarende energi, fordi solens stråler gør, at disse energiformer ustandselig fornyes. I Danmark udnyttes den hovedsageligt som vindkraft, biomasse eller jordvarme, men også direkte solenergi er en mulighed til varmt brugsvand, varme eller el-produktion. Disse solenergianlæg kan etableres på almindelige bygninger, og det er vigtigt, at I som bygningshåndværkere kender til mulighederne. Derom i kapitel 7 om installationer og kapitel 8 om energiløsninger.

Opgave 03

- 1) En ventilator på 1 kW kører hele døgnet hele året. Hvor meget energi spares, hvis den slukkes fra kl. 18 til kl. 6 hver dag?
- 2) 5 pumper kører på højeste trin, 125 W hele året. Det vurderes, at de kan køre på laveste trin, 25 W. Hvor meget spares?
- 3) Varmetabet gennem en bygning er 7 kW ved minus 12 grader. Hvor meget energi bruger på 1 døgn, hvor det fryser minus 12 grader?

Hvor mange liter olie svare det til?

- 4) I et klasselokale er der 8 gammeldags armaturer med 2 stk. 36 Watt lysstofrør. Disse udskiftes med moderne armaturer, der med et lysstofrør kan give den samme lys mængde. Lyset er tændt 45 timer om ugen i 40 uge om året. Hvor meget spares ved at foretage udskiftningen (der tages ikke hensyn til, at moderne lysstofrør med HF-forkobling oven i købet er mere effektive)?
- 5) I lobbyen på hotellet er der en fladskærm, der viser aktiviteterne. Den er tændt alle timer hele året. Den er på 150 W. Hvor meget energi bruger den på et år?
- 6) En vindmølle på 2 MW kører i gennemsnit 25 % fuldlast. Hvor meget producerer den på et år?

Ekstraopgaver:

- Pumpe på 100 W kører i 1000 timer, hvor meget bruger den?
- 5 el-pærer på 60 W er tændt i 8 timer om dagen 200 dage om året. Hvor stort er forbruget?
- Et ventilationsanlæg på 1 kW kører 8760 timer. Hvor meget kan der spares hvis det slukkes 10 timer i døgnet?



4. Indsamling og behandling af oplysninger

- Energiforbruget
- Boligens tilstand

Find reelt forbrug og sammenlign med nøgletal

Når du skal finde energibesparelser i bygninger, er det ofte hensigtsmæssigt at starte med at finde det reelle forbrug. Altså det forbrug, som der faktisk er i huset over et år. Det forbrug kan så sammenlignes med det gennemsnitlige forbrug for et hus af den årgang, type og størrelse, og så har du et godt udgangspunkt for at vurdere, om der er "nemme" energibesparelser. Det er oplagt, at hvis forbruget er over det såkaldte nøgletal for et tilsvarende hus, så er der god grund til at råbe vagt i gevær. Men selvom forbruget ligger i samme størrelsesorden, som nøgletallet, er der energibesparelser at hente. For nøgletallet gælder for et hus, der er bygget efter den tids bygningsreglement – og uden efterfølgende forbedringer.

Hvordan findes forbruget?

Det mest oplagte er jo at spørge kunden. Hvis hun har energiregningen – gerne for flere år, så kan du danne dig et overblik over det gennemsnitlige energiforbrug.

Husk at medregne alle de energikilder, der benyttes. Tændes der op i brændeovnen? Er der lokaler der opvarmes af elvarme?

Energimærket

Hvis der findes et energimærke for bygningen, så vil det aktuelle energiforbrug fremgå af mærket.

Ifølge lovgivningen bør stort set alle større ejendomme, hvor der foregår udlejning, salg eller overdragelse af andele være energimærket. I mange tilfælde har en ejerforening eller andelsboligforening ikke meget kendskab til det energimærke, der er udarbejdet for ejendommen, fordi det er rekvireret af en fraflyttet beboer, og du kan derfor med din indsats på kort tid blive den, der ved mest om, hvad der står i energimærket. Benyt dig af det i din kommunikation med kunden.

Enfamiliehuse skal have et gyldigt energimærke ved salg. (Der kommer nye regler for energimærkning af enfamiliehuse fra april 2011).

Lavt forbrug



Højt forbrug

Energimærkeskala for en- og flerfamiliehuse	
Skalatrín	Grænseværdi i kWh/m ² år
A1	< 35 + 1100/A
A2	< 50 + 1600/A
B	< 70 + 2200/A
C	< 110 + 3200/A
D	< 150 + 4200/A
E	< 190 + 5200/A
F	< 240 + 6500/A
G	> 240 + 6500/A

A er det opvarmede etageareal i m².

Skalatrínene gælder for bygninger med følgende BBR-anvendelseskoder:

- 110 Stuehuse til landbrugsejendom
- 120 Fritliggende enfamiliehuse
- 130 Række-, kæde- og dobbelhuse
- 140 Etageboligbebyggelse
- 150 Kollegium
- 160 Døgninstitution
- 190 Anden bygning til helårsbeboelse
- 510 Sommerhuse, der mærkes som enfamiliehuse

Skalatrín A og B svarer til energiforbruget i nye bygninger. Eksisterende bygninger vil normalt have skalatrín C til G med mindre de er efterisoleret på niveau med en ny bygning.

Er energimærkningen sket efter den 1. september 2006 kan mærket findes på:

www.boligejer.dk.

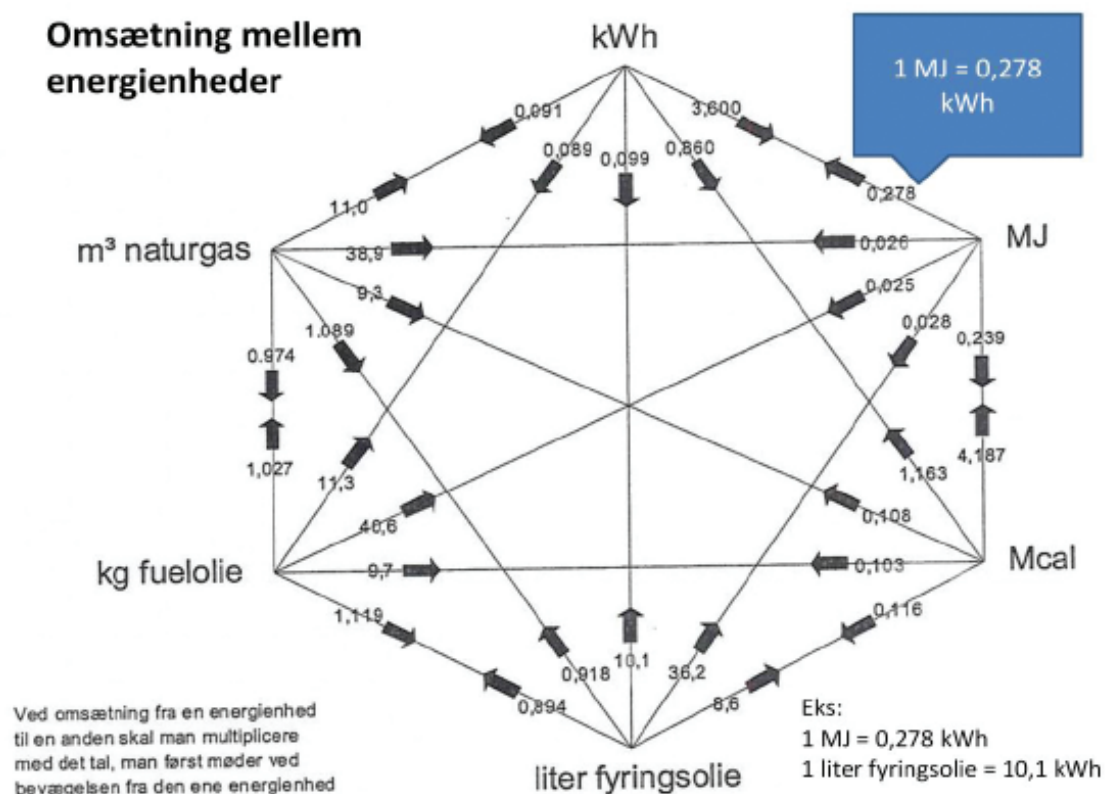
Er mærket udført før den 1. september 2006, så er det at finde på **www.ois.dk**, men her er det kun bygningsejeren, der har adgang til mærket. Læs mere om energimærkerne i kapitel 5 om lokalisering af energibesparelser.

Omregn til kilowatttimer

Når du så har fundet olie-, gas- eller brændeforbruget, så skal det omsættes til kilowatttimer (kWh) for at forbruget kan sammenlignes med nøgletallet, som netop opgives i kilowatttimer. Ved hjælp af omregningstabeller (se tabel nedenfor eller bilag) regnes alle energiforbrug om til kilowatttimer, og lægges sammen.

		Fyrings- olie	Naturgas	Fjernvarme
	kWh	liter	m ³	m ³
1 kWh	1	0,100	0,090	0,025
1 MJ	0,278	0,028	0,025	0,007
1 M _{cal}	1,163	0,116	0,104	0,029
1 l fyringsolie	10,0	1	0,894	0,245
1 m ³ naturgas	11,0	1,118	1	0,274
1 m ³ fjernvarmevand	40,7	4,081	3,649	1
1 kg tørt bølgebrænde	4,1 kWh	0,41 liter olie		

Omsætning mellem energienheder



A. Opvarmet areal [m ²]	
B. Olieforbrug (liter pr. år)	
C. Naturgasforbrug [m ³ pr. år]	-
D. Fjernvarmeforbrug [MWh pr. år]	-
E. Elforbrug [kWh pr. år]	-
F. Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	
G. Energienøgletal for opvarmning kWh/m ² pr. år	

I kan benytte dette skema til omregningen.

I de tilfælde, hvor I skal udregne bygningens reelle energiforbrug – altså det energiforbrug, der er med den nuværende klimaskærm og det nuværende varmeanlæg, så skal I benytte de nævnte omregningstabeller.

Kilowatttimer pr. kvadratmeter

Når du har det årlige energiforbrug i kWh skal det divideres med det opvarmede areal for at finde nøgletallet: energiforbruget pr. kvadratmeter (m²).

Husk at det er det opvarmede areal, du skal dividere med – og det er ikke nødvendigvis bygningsarealet. Undersøg om der er rum, der (næsten) ikke opvarmes. Eller om der er annekser, der opvarmes, som egentlig ikke hører med til boligen.

Nu har du energiforbruget pr. kvadratmeter, som kan sammenlignes med nøgletallet for et hus af samme årgang og størrelse.

Benyt nedenstående tabel:

Totalt varmeforbrug nøgletal

Byggeår	Varmeforbrug, incl. varmt brugt vand kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 60 m ²)	Mellemstore huse (mellem 60 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	185
1940 - 1949	310	280	180
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

Eller du kan få en god idé om nøgletal gennem disse huse:

Seks tidstypiske huse og deres olieforbrug til rumopvarmning og varmt vand

Herunder ses 6 tidstypiske huse

For nyere huse (1980'erne til 2005) kan anvendes **12** liter/m²



For huse fra 1960'erne og 70'erne kan anvendes **16** liter/m²



For huse før 1960 anvendes **20** liter/m²



Der kan anvendes et gennemsnitligt olieforbrug på **16** liter/m².

Lad os se på et eksempel:

Huset er på 130 m² bygget i 1978. Det opvarmes med et oliefyr.

Olieregning for 2008:

2.600 liter olie svarende til 2.600 liter olie x 10 kWh/liter olie = 26.000 kWh

Husets opvarmede areal er på 130 m², dvs. energiforbruget pr. m² er: 26.000 kWh/130 m² = 200 kWh/m².

Dit energinøgletal er 200 kWh /m².

A. Opvarmet areal [m ²]	130 m ²
B. Olieforbrug (liter pr. år)	2.600 liter
C. Naturgasforbrug [m ³ pr. år]	-
D. Fjernvarmeforbrug [MWh pr. år]	-
E. Elforbrug [kWh pr. år]	-
F. Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	2.600 X 10 = 26.000 kWh pr. år
G. Energinøgletal for opvarmning (kWh/m ² pr. år)	26.000/130 = 200 kWh pr. m ² pr. år

Skemaerne findes også i bilagene (kap. 12)

Totalt varmeforbrug nøgletal

Byggeår	Varmeforbrug, incl. varmt brugt vand		
	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	185
1940 - 1949	310	280	180
1950 - 1959	315	265	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	180	165	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

Hér ser du, at det typiske energiforbrug til varme og varmt vand for et hus fra 1978 på 130 m² er 155 kWh/m²!

Så nu skal alle alarmklokker lyde! Hér er noget at spare. Men hvor ligger besparelserne? Og hvor store er de? Det ser vi på i næste kapitel. Hér kommer først en opgave. Se kap. 14.

Opgave 04

Du kan bruge bilaget på de næste sider til beregningen.



130 m² parcelhus fra 1973

Gammelt oliefyr fra 1973

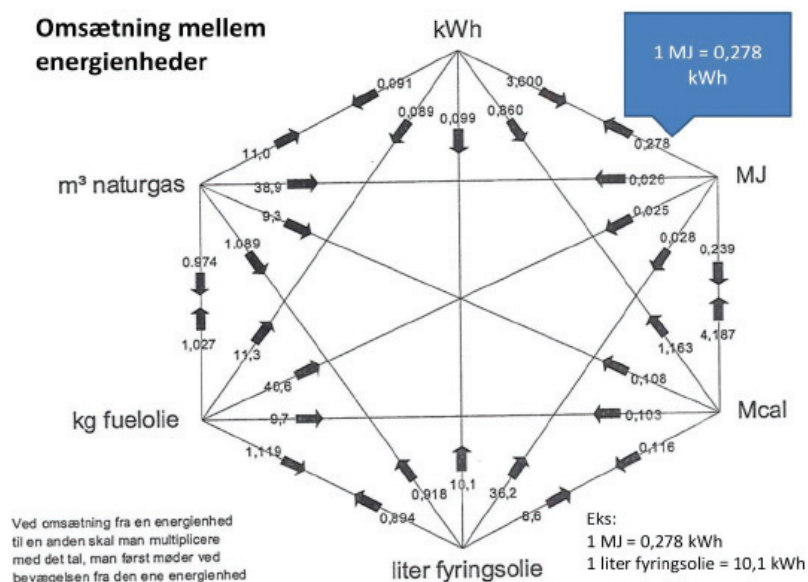
Olieforbrug 3.000 liter

1) Omregn forbruget til kWh/m² ved hjælp af tabeller i dette kapitel eller bilag.

2) Vurder forbruget ud fra nøgletal

Bilag til opgaven

A. Opvarmet areal (m ²)	
B. Olieforbrug (liter pr. år)	
C. Naturgasforbrug (m ³ pr. år)	-
D. Fjernvarmeforbrug (MWh pr. år)	-
E. Elforbrug (kWh pr. år)	-
F. Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	
G. Energinøgletal for opvarmning kWh/m ² pr. år	



Totalt varmeforbrug nøgletal

Varmeforbrug, Incl. varmt brugtsvand			
Byggeår	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	165
1940 - 1949	310	280	160
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85



ENERGILØSNINGER

5. Energipotentiale – lokalisér besparelserne på klimaskærm – varmetab i bygningerne

5.1 Stort potentiale

Den energirenovering, der gennemføres nu, skal holde i måske 40 år! Derfor er det håndværkerens opgave at tilbyde kunden de energirigtige løsninger. Da det er håndværkeren, som kunden spørger til råds, skal han også være klædt på til at vejlede – ikke bare inden for sit eget arbejdsområde – men han skal også kunne lokalisere mulige energibesparelser på andre bygningsdele.

De huse, der renoveres i dag skal konkurrere med bygningen, der bygges – ikke bare efter det nuværende bygningsreglement, men også efter de kommende bygningsreglementer, som i 2015 medfører 40 % reduktion af energiforbruget i forhold til BR10!! Dvs. at et hus på 140 m² bygget i 2015 må kun bruge 5.200 kWh svarende til godt 520 liter olie. Se tabel nedenfor.

Bygningstype	Energiramme
Boliger/kollegier, hoteller BR08	70 kWh/m ² + 2200 kWh/A pr. år
Boliger, collegier hoteller BR 10	52,5 kWh/m ² + 1650 kWh /A pr. år
Lavenergiklasse 2015 for boliger, collegier hoteller samt forventet krav for BR15	30 kWh/m ² + 1000 kWh /A pr. år
Lavenergiklasse 0 for boliger, collegier hoteller samt forventet krav for BR i omkring 2020	27 kWh/m ² + 750 kWh /A pr. år

Eksempel:

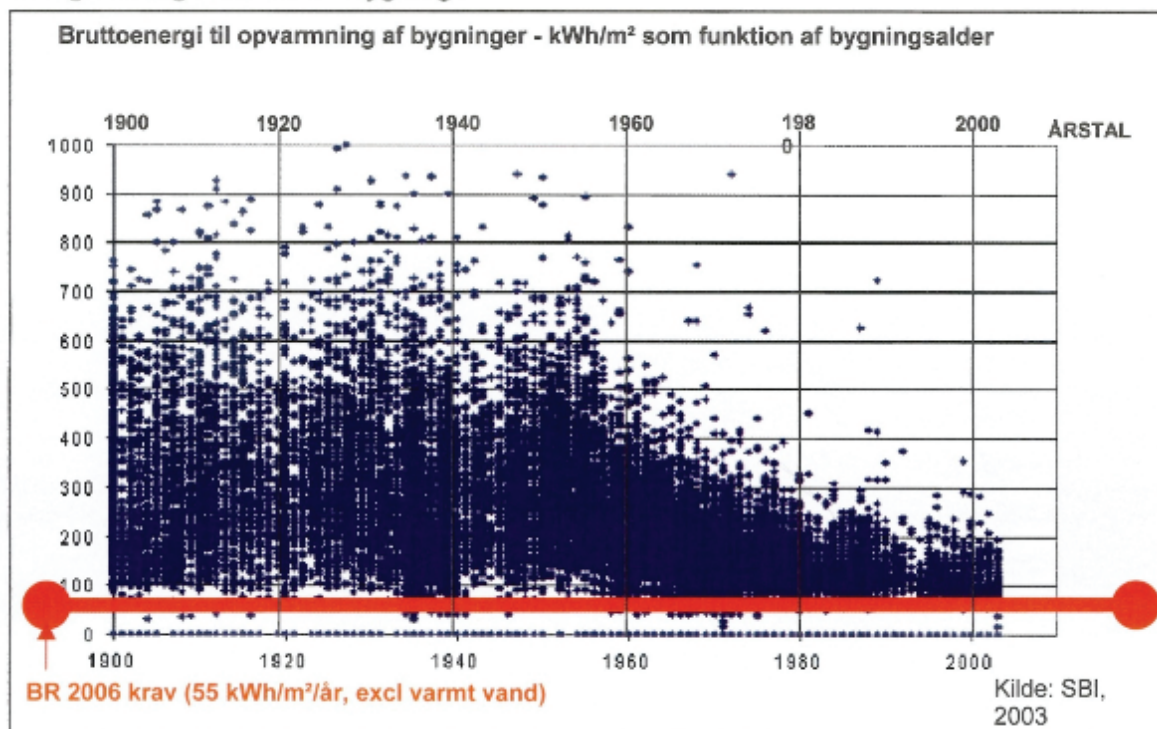
For et hus på 140 m² er energirammen BR 10:

$$52,5 \text{ kWh/m}^2 \times 140 + 1650 \text{ kWh} = 9.000 \text{ kWh pr. år svarende til } 64,3 \text{ kWh pr. m}^2 \text{ pr. år}$$

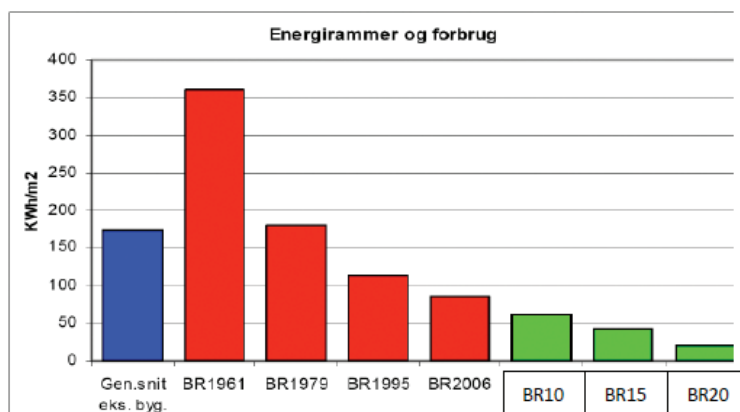
Kravene i bygningsreglementer gennem tiderne

På nedenstående figur ses energiforbruget af samtlige bygninger i Danmark. Det fremgår, at der er et meget stort potentiale, hvis disse bygninger skal opgraderes til et rimeligt niveau.

Energiforbrug i bestående bygninger



MARKEDET – OVERORDNET SET



Det samlede energiforbrug til opvarmning og belysning i bygningsdele er ca. 50 mia. kr. årligt.

Der renoveres årligt for ca. 100 mia. kr., og det er netop i forbindelse med renovering, at energiforbedringer bliver kosteffektive. Undersøgelser viser (SBI 2009) viser, at der kan spares 23 % af energiforbruget til opvarmning og varmt vand ved at gennemføre moderat renovering af klimaskærmen. Hvis man vælger at gennemføre disse energibesparende foranstaltninger sammen med alligevel planlagte forbedringer, så bliver energirenoveringen tjent hjem på 4 år. Så det er vigtigt at gøre det energirigtigt, når der alligevel skal renoveres.

På bygningsinstallationer kan der ifølge energimærkerne spares 13 % på energiforbruget til opvarmning og varmt vand., Og hér er tilbagebetalingstiden så kort som 6 år – og det selvom renoveringen ikke sker sammen med nødvendig udskiftning og vedligehold.

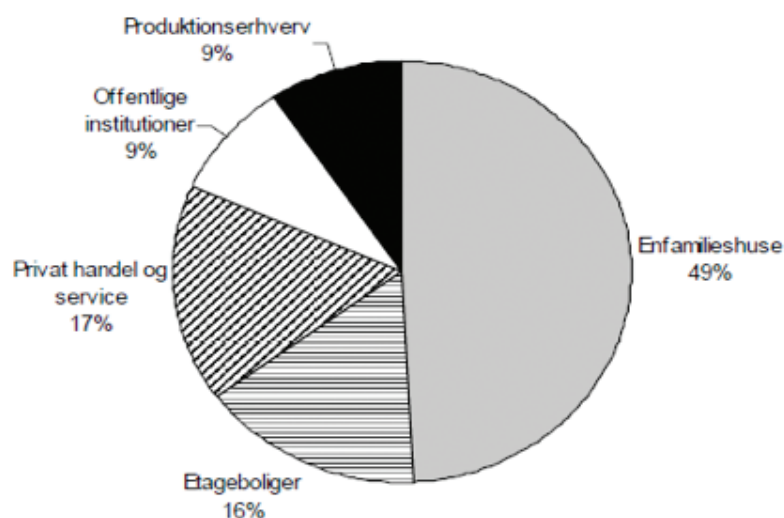
Se **www.byggeriogenergi.dk** for at finde besparelspotentialer på diverse bygninger og bygningsdele.

God idé at starte med parcelhusene

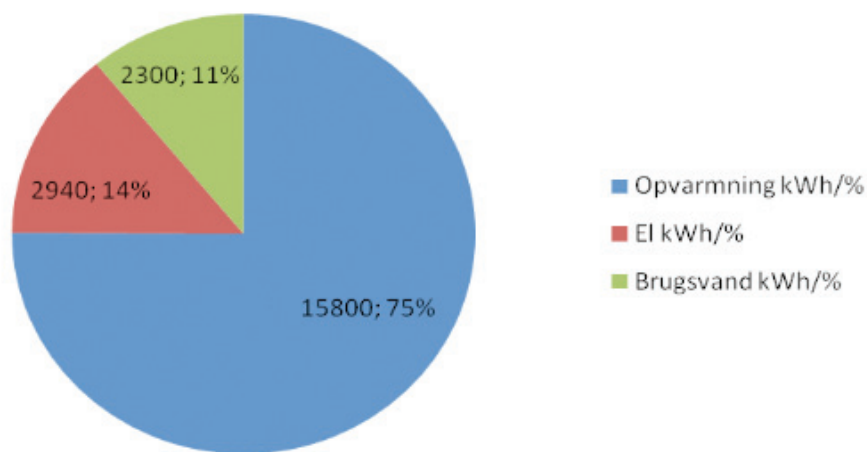
Ca. halvdelen af Danmarks energiforbrug til bygninger bruges i énfamiliehuse. (se nedenstående figur). En meget stor del af disse blev bygget i 60'erne og 70'erne.

Undersøgelser viser desuden, at energirenovering af disse parcelhuse er forholdsvis billig pr. kvadratmeter. Derfor har Videncenter for energibesparelser i bygninger i første omgang udarbejdet energiløsninger målrettet denne bygningsgruppe (se kapitel 6,7 og 8). Mange af løsningerne kan imidlertid uden videre benyttes for andre bygninger, og centret vil udarbejde energiløsninger målrettet andre bygninger (etageejendomme, skoler osv.)

Energiforbruget til bygningsdrift, fordelt på bygningstyper



Gennemsnitlig fordeling af danske boligers energiforbrug (kWh/%)



5.2 Hvordan finder du energibesparelspotentialet

Nu har I fundet ud af, hvor meget energi bygningen bruger, og I kan derudfra lave en første vurdering af, om der er besparelser at hente på boligen. Derefter skal I lokalisere de bygningsdele, som har størst mulighed for at give energibesparelser.

Hvor kan man spare?

Hér er metoder til at lokalisere de bygningsdele, som har størst mulighed for at give energibesparelser. På hvilke bygningsdele findes de store "energisyndere"?

Nedenfor henvises til forskellige værktøjer til at lokalisere energibesparelserne:

- 1) Tjeklister – hvornår skal bygningsdelen renoveres
- 2) Energiløsningerne
- 3) Varmetab i danskernes bygninger
- 4) Energimærker - tilstandsrapporter

5.2.1. Tjekskemaer for restlevetider

Restlevetider – hvornår skal der renoveres - tjekskemaer

Det kan være en god idé at tage udgangspunkt i **restlevetider** for bygningsdelene, og dermed benytte en almindelig renoverings-situation til at energirenovere bygningsdelen. Den renovering, der gennemføres i år skal holde de næste mange årtier – og derfor skal den udføres efter dagens bedste standard.

Tjekskemaerne for hhv. tagkonstruktion, facader eller varmeanlæg sikrer, at du har gennemgået tilstanden af alle relevante bygningsdele med kunden – (og dermed ikke glemmer mulige besparelser). I tjekskemaet kan du notere de bygningsdele/renoveringer, som du opfordrer kunden til at få tilbud på.

Tjekskemaet giver mulighed for, at den håndværker, der har gjort sig notaterne ude ved kunden, evt. overlader tjekskemaet til mester eller den person i firmaet, som står for tilbudsgivning.

Tjekskema – tagkonstruktion

	År	Middel	Dårlig					
Tagbelægningens ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Taget udskiftes og i den forbindelse udføres "Energiløsningen "Efterisolering af loft"	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller "Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Er der under 200 mm isolering i tagkonstruktionen ?						Hvis ja	Energiløsning "Efterisolering af loft" eller "Efterisolering af skunk" + "Efterisolering af skråvæg og loft til kip" + "Efterisolering af loft"	
Ved rørføringer i tagkonstruktionen. Varmerørernes ca. alder og tilstand ?						Hvis "dårlig"	Varmerør skiftes og isoleres med 40 - 50 mm Energiløsning "Efterisolering af rør i tagkonstruktion"	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller "Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Varmerørerne er uisolerede eller den eksisterende rørisolering er i stykker						Hvis ja	Isoleringen skiftes til 40-50 mm rørisolering	
Varmtvandsbeholderens ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Udskift termostater og monter termostater hvor de mangler.	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller "Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Hvis vinduer på 1. sal								
1. sal Vinduesrammernes ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Energiløsning "Udskiftning af vinduer" og "Tagvinduer"	
1. sal glasset er termoglas og vinduernes tilstand er god eller middel						Hvis "god" eller "middel"	Energiløsning Udskiftning af termoruder"	

Sammen med bygningsejeren gennemgår og udfylder håndværkeren tjekskemaet.

Hvis eksempelvis taget er tegl på ca. 40 år, så noteres alder og tilstand, og der foreslås, at (når) taget udskiftes, så skal loftet efterisoleres og der skal tages stilling til, om der skal installeres solvarme (Sæt krydser – skriv alder og kommentarer som eksempel.) Ved tagrenovering skal hele tagpakkeløsningen (kapitel 10) overvejes.

Hvis ikke I selv kender levetiderne på bygningsdelene, så kan I benytte nedenstående tabel fra forsikringsselskaberne.

Tage samlede ca. levetider	
Taghældning 25-34 grader - koldt spidsloft undertag Bane MH	
Teglbelægning	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	45 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	45 år
Falstagsten	50 år
Betonbelægning	
Falstagsten	50 år
Fibercement (uden asbest)	
Diagonalskifer	25 år
Skiferplader	25 år
Bølgeplader	25 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år
Tegl	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	50 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	50 år
Falstagsten	50 år
Beton	
Falstagsten	50 år
Fibercement	
Diagonalskifer	30 år
Skiferplader	30 år
Bølgeplader	30 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år

Firmastempel		Vurdering (sæt kryds)				Anbefalinger - Energiløsninger - særskilte eller i kombination	Håndværkerens bemærkninger
	Alder	Renoveres om 6-10 år	Renoveres om 0-5 år	JA	Nej	Mulighed	
Ydervægge - vinduer og døre.		Middel	Dårlig				
Ydervæg og fundament							
Ydervæggens ca. alder og tilstand					Hvis dårlig	Energiløsning "Udvendig efterisolering af ydervæg" eller "Udvendig efterisolering af let ydervæg"	
Er der udvendigt fuget med tætningsmasse mellem karm og vindues/dørhul ?					Hvis nej	Udfør fugning	
Er der hulmursisoleret ?					Hvis nej	Udfør hulmursisolering	
Vinduer og døre							
Rammernes ca. alder og tilstand					Hvis "dårlig"	"Energiløsning " Udskiftning af vinduer"	
Glasset er termoglas og vinduernes tilstand er god eller middel					Hvis "god" eller "middel"	"Energiløsning "Udskiftning af termoruder"	
Er vinduer eller døre velfungerende og tætte ?					Hvis nej	udskift evt tætningslister	

Vinduer ca. levetider	Ca.
Vinduer	
Fyrretræ med termoruder	30 år
Træ-aluvinduer	60 år
Hårdt træ (maghoni eller teak)	50 år
Plastvinduer	50 år
Tætningslister	16 år
Beslag	25 år
Ruder	25 år.
Fugestrimler	20 år
Elastiske fuger	15 år
Facader ca. levetider	Ca.
Mursten blank mur	over 90 år
Fuger	40 år
Træbeklædninger uventileret hulrum monteret lodret	
Fyr ikke imprægneret	50 år
Fyr Imprægneret	60 år
Gran og Lærk	55 år
Træbeklædninger uventileret hulrum monteret vandret	
Gran og Lærk	45 år
Cedertræ	60 år
Udvendig isolering pudset mineraluld	50 år
Overfladebehandlinger	
Fyr	8 år
Gran og Lærk	8 år
cement puds (pudset mineraluld udvendig isolering)	10 år.

Registreringsskema

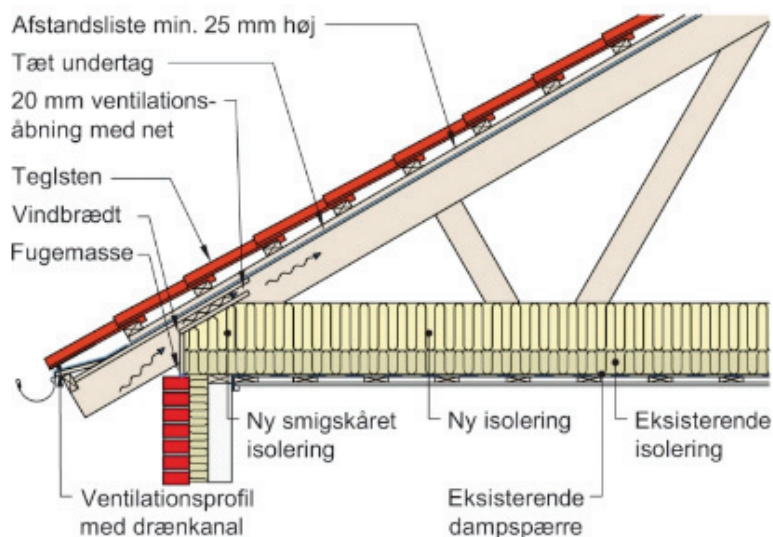
Du kan også vælge kun at benytte registreringsskema for klimaskærm og installationer. Se bilag. Du behøves kun at udfylde de dele, som er relevant for den aktuelle bygning. Men ved at gennemgå hele bygningen kan du sikre, at du finder de væsentligste energibesparelser – hvad enten de hører under klimaskærm eller installation. I dette skema kan du også registrere bygningsdelens tilstand, samt hvilken energiløsning, der er relevant ved reno-
veringen. I skemaet kan energibesparelsen noteres, når den er beregnet v.h.a. energiløsningerne. Se nedenfor. Og det kan registreres, om kunden ønsker tilbud på denne opgave. Når registreringsskemaet er udfyldt, har du også alle relevante informationer til at benytte
besparelsesberegneren på www.byggeriogenergi.dk

5.2.2 Energiløsningerne.

Videncenter for energibesparelser i bygninger har udarbejdet energiløsninger indenfor alle bygningsdele, som er relevante for parcelhuse fra 60'erne og 70'erne.

En energiløsning er et klart defineret og en hyppigt forekommende sparemulighed. Løsningen består af anbefalinger til løsningens omfang, grundlag for estimering af energibesparelsen, eksempel på fastsættelse af en skønnet energibesparelse, en tjekliste og en beskrivelse af udførelsen.

Energiløsningerne udbygges løbende, og i 2011 planlægges således energiløsninger for etagebyggeri og offentlige bygninger, såsom skoler. Energiløsninger angiver de typiske besparelspotentialer, og de er basale for metodikken i denne håndbog. Energiløsninger gennemgås grundigt i næste kapitel, og de samlede energiløsninger findes på www.byggeriogenergi.dk



Energiløsningerne viser i ord og illustrationer, hvordan spare-tiltaget gennemføres

Energibesparelse

Eksisterende isolerings-tykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Typisk energibesparelseskema fra energiløsningerne

Energibesparelsen ved at rovere eksempelvis loftet i en 60-erbolig med nuværende 100 mm til minimumsanbefalingen på 300 mm er 24 kWh/m². I kapitel 6 ses udelukkende energibesparelserne, de hele løsninger præsenteres i kapitel 8 eller findes på **www.byggeriogenergi.dk**.

Minimumsløsning svarer til det nuværende bygningsreglement, mens lavenergi er et fremtidssikret niveau svarende til det kommende bygningsreglement.

Pakkeløsninger

Pakkeløsningerne består af flere energiløsninger, som det kan være hensigtsmæssigt at gennemføre i en sammenhæng. Ligesom tjekskemaerne skal pakkeløsningerne sikre, at alle relevante forbedringer kommer på tale i forbindelse med en given rovering. Hvis tagbelægningen fx skal udskiftes bør man overveje samtidig at gennemføre en efterisolering og tætning af tagkonstruktionen. Udskiftning af tagvinduer, etablering af solvarme- og ventilationsanlæg bør også overvejes. Videntcenter for energibesparelser i bygninger har udarbejdet pakkeløsninger på tagkonstruktion og på facaderovering, og en pakkeløsning på varmeinstallationer er på vej. Se nærmere om pakkeløsninger i kapitel 10.

5.2.3

Varmetab i danske bygninger

På hvilke bygningsdele findes de store "energisyndere"?

Hvilke bygningsdele har størst mulighed for at give energibesparelser.

Det fremgår af skemaerne nedenfor: varmetab i danskernes bygninger. Her kan du finde varmetab på bygningsdele på tidstypiske bygninger, og sammenligne varmetabet fra dem.

Varmetab i bygninger

Nedenstående tabeller viser hvor store varmetabene er på de forskellige bygningsdele. Se fx tabellen nedenfor for byggeforeningshuset fra 1900 – tallet.

I venstre kolonne ser du bygningsdelen ydervægge. Lad os sige, at der er massive mure med bindingsværk. Så ser du i kolonnen for U-værdi: Den er 2,8 W/m² K.

U-værdien er et udtryk for hvor stort varmetabet er for hver kvadratmeter mur og for hver grad der er forskel på ude- og indetemperatur. Dvs. jo større U-værdi – jo dårligere bygningsdel rent energimæssigt.

Dvs. for dig er det interessant at finde de bygningsdele med den største U-værdi, for her kunne der være store besparelser at hente – specielt hvis der er store arealer med de høje U-værdier. U-værdier går fra 0,2 (de bedste mure) til 4 eller 5 for ét-lags vinduer.

Omsætning af U-værdi til energiforbrug:

Som en grov tommelfingerregel kan du gange U-værdien med 100, og så har du det årlige energiforbrug i kWh gennem 1 m² af den pågældende bygningsdel. Dvs. gennem en kvadratmeter bindingsværk tabes årligt: 2,8 * 100 = 280 kWh.

Hvis bindingsværksmuren kunne efterisoleres med 200 mm isolering indvendig, ville den få en U-værdi på ca. 0,21

Dvs. den årlige besparelse pr. kvadratmeter ville være:

$(2,8 - 0,21) * 100 = 259 \text{ kWh pr. m}^2$

Dvs. for et hus der er 10 meter langt vil besparelsen blive:

$259 \text{ kWh/m}^2 * 10\text{m} * 2\text{m} * 2 = 10.360 \text{ kWh}$

Forudsætning:

U-værdi x 100 = årsforbrug i kWh/m²

4°C ude inde 22°C

18°C x 227 dage x 24 timer/1000 ~ 100

(98,062)

Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Lofter og etage adskillelse	Høj rejsning. 1½ etage	Bjælkeloft med 6" bjælker og 28 mm loftbrædder uden isolering	1,9	Etageadskillelse 1. Sal /stue. Skråvæg/loft
		Bjælkelag med gulvbrædder, lerindskud og loft af forskalling, rør og puds (ingen isolering)	1,5	
		Loftsvægge af forskalling, rør og puds uden isolering	1,9	
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	1,5	
Yder-vægge	Massive mure	Bindingsværk: 11 cm mur, 15 % træ	2,8	Sokkel Tyng ydervæg Væg indvendig
		1 stens massiv mur (ca. 24 cm)	2,1	
		1½ stens massiv mur (ca. 36 cm)	1,5	
		2 stens massiv mur (ca. 48 cm)	1,2	
		2½ stens massiv mur (ca. 60 cm)	0,79	
		3 stens massiv mur (ca. 72 cm)	0,69	
	Hule mure. Evt. kanalmure med faste bindere	1½ stens hul mur (36 cm) af mangehul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,5	Hulmursisolering Væg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,6	

Nu er det imidlertid ikke sikkert, at det er muligt – eller hensigtsmæssigt – at gøre noget ved de bygningsdele, der har de største U-værdier. I dette tilfælde er der tale om bindingsværk, som man af arkitektoniske hensyn måske ikke ønsker at isolere udefra, og indvendig isolering vil dels tage for meget plads, dels skal det foretages med stor omhu for ikke at løbe ind i efterfølgende fugtproblemer.

Måske er det mere hensigtsmæssigt at gøre noget ved andre bygningsdele, selvom de har et lidt mindre varmetab, fx lofterne. Bjælkeloft med 6" bjælker og 28 mm loftbrædder uden isolering har en U-værdi på 1,9. Her er det relativt let at komme til at lægge isolering op. Ofte er der imidlertid isoleret, så du skal undersøge hvor meget isolering, der ligger.

Hvor meget skal man isolere, og hvor meget sparer man?

Yderst til højre i tabellen er en kolonne som henviser til den anbefalede energiløsning. Det er energiløsningen, som fortæller hvor meget der spares ved isolering, hvordan arbejdet skal udføres og meget mere. Se energibesparelserne i afsnit 6 og energiløsningerne i afsnit 8.

Følgende tidstypiske huse vises i det følgende:

- HUSE FRA 1900-TALLET – DET LILLE BYHUS OG BYGGEFORENINGSHUSET
- HUSE FRA 1920'ERNE - BYGMESTERHUSE
- HUSE FRA 1930'ERNE – BUNGALOWS
- HUSE FRA 1940'ERNE – STATSLÅNSHUSE MV.
- HUSE FRA 1950'ERNE – DEN LILLE HAVEBOLIG – RÆKKE / KÆDEHUSE I 1 PLAN
- HUSE FRA 1960'ERNE – TYPEHUSE
- HUSE FRA 1970'ERNE – ELEMENT-TYPEHUSE
- HUSE FRA 1980'ERNE – GODT ISOLEREDE HUSE
- HUSE FRA 1990'ERNE – GODT ISOLEREDE HUSE



HUSE FRA 1900-TALLET – DET LILLE BYHUS OG BYGGEFORENINGSHUSET



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etage adskillelse	Høj rejsning. 1½ etage	Bjælkeloft med 6" bjælker og 28 mm loftbrædder uden isolering	1,9	Etageadskillelse 1. Sal /stue. Skråvæg/loft
		Bjælkelag med gulvbrædder, lerindskud og loft af forskalling, rør og puds (ingen isolering)	1,5	
		Loftsvægge af forskalling, rør og puds uden isolering	1,9	
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	1,5	
Yder-vægge	Massive mure	Bindingsværk: 11 cm mur, 15 % træ	2,8	Sokkel Tyng ydervæg Væg indvendig
		1 stens massiv mur (ca. 24 cm)	0,6	
		1½ stens massiv mur (ca. 36 cm)	1,5	
		2 stens massiv mur (ca. 48 cm)	1,2	
		2½ stens massiv mur (ca. 60 cm)	0,79	
		3 stens massiv mur (ca. 72 cm)	0,69	
	Hule mure. Evt. kanalmure med faste bindere	1½ stens hul mur (36 cm) af mangehul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,5	Hulmursisolering Væg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,6	
Gulve og dæk	Gulv mod jord: 5/4" gulvbrædder på	Ingen isolering i gulv mod jord (terrændæk)	1,0	Gulv mod krybekælder
		Som ovenfor men med fx 7 mm	0,7	
	bjælkelag	tæppebelægning		
	Gulv mod lav krybekælder: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag med lerindskud. (Her bør findes udluftningsriste)	Ingen isolering i bjælkelag mod lav krybekælder	1,9	

HUSE FRA 1920'ERNE - BYGMESTERHUSE



Byg- nings- del	Konstruktion	Oprindelig isolering	U- værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etage adskil- lelse	Fritliggende huse med høj rejsning. 1½ etage	Bjælkeloft med lerindskud uden isolering	1,50	Etageadskillelse 1. Sal/stuen
		Loftsvægge af forskalling, rør og puds uden isolering	1,90	Loft Skunk
Yder- vægge	Massive mure Uisolerede mure og massive mure under og omkring vinduer	1 stens massiv mur (ca. 24 cm)	2,10	Sokkel Tung ydervæg udvendig Væg indvendig
		1½ stens massiv mur (ca. 36 cm)	1,50	
		2 stens massiv mur (ca. 48 cm)	1,20	
		2½ stens massiv mur (ca. 60 cm)	0,79	
		3 stens massiv mur (ca. 72 cm)	0,69	
	Hule mure. Evt. kanalmure med faste bindere	1½ stens hul mur (36 cm) af mangenhul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,60	Hulmursisolering Væg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendigt og pudset indvendigt	2,10	
Gulve og dæk	Gulv mod jord: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag	Ingen isolering i gulv mod jord (terrændæk)	1,00	Terrændæk
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	0,70	
	Gulv mod lav	Ingen isolering i bjælkelag mod lav	1,90	Gulv mod krybekælder
	krybekælder: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag med lerindskud. (Her bør findes udluftningsriste)	krybekælder		
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	1,50	

HUSE FRA 1930'ERNE – BUNGALOWS



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etage adskillelse	Fritliggende huse i 1 etage med lav rejsning, men høj kælder	Gitterspær. Løfter af spredt forskalling med puds. Ingen isolering	1,90	Loft Etageadskillelse Stuen-loft Skunk Skråvæg Kviste Rør
		Som ovenfor men isoleret med 2½ cm tangmåtter el.lign.	1,50	
		Som ovenfor med isoleret med 5 cm tangmåtter el.lign.	1,30	
Yder-vægge	Massive mure. Uisolerede mure og massive mure under og omkring vinduer	1 stens fuld mur af teglsten 1800 kg/m ³ fuget udvendig og pudset indvendigt	2,10	Sokkel Tung væg udvendig Væg indvendig
		1½ stens fuld mur (ca. 36 cm) af massive teglsten, 1800 kg/m ³ , fuget udvendig og pudset indvendigt.	1,50	
		2 stens fuld mur (ca. 48 cm) af massive teglsten 1800 kg/m ³ , fuget udvendig og pudset indvendigt	1,20	
		2½ stens massiv mur (ca. 60 cm)	0,79	
		3 stens massiv mur (ca. 72 cm)		
	Hule mure. Evt. kanalmure med faste bindere	1½ stens hul mur (36 cm) af mangehul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendig og pudset indvendigt	0,69	Hulmursisolering Væg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendig og pudset indvendigt	1,60	

HUSE FRA 1930'ERNE – BUNGALOWS - fortsat

Byg- nings- del	Konstruktion	Oprindelig isolering	U- værdi W/m ² K	Energiløsninger
Gulve og dæk	Gulv mod jord: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag	Ingen isolering i gulv mod jord (terrændæk)	1,0	Gulv mod krybekælder Etageadskillelse stue-Kælder Rør
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	0,70	
	Gulv mod lav krybekælder: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag med lerindskud. (Her bør findes udluftningsriste)	Ingen isolering i bjælkelag mod lav krybekælder	1,90	Etageadskillelse Stue-kælder Kældervæg Kældergulv
		Som ovenfor men med fx 7 mm tæppebelægning	1,50	
	Dæk over høj kælder. Oftest som træbjælkelag	Træbjælkelag over høj kælder. Uden isolering	1,30	



HUSE FRA 1940'ERNE – STATSLÅNSHUSE MV.



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etageadskillelse	Fritliggende huse i 1 eller 2 etager med rejsning. Ofte ½ kælder. Hanebåndspær eller gitterspær	Bjælkelag med gulvbrædder + indskudt isolering og spredt forskalling med puds. Krav om mindst 2 cm isolering mod kolde rum	1,50	Loft Øverste etage- loft
Yder-vægge	Massive mure.	1 stens fuld mur af teglsten 1800 kg/m ³ fuget udvendig og pudset indvendigt	2,10	Sokkel Tung ydervæg udvendig Væg indvendig
		1½ stens fuld mur (ca. 36 cm) af massive teglsten, 1800 kg/m ³ , fuget udvendigt og pudset indvendigt.	1,50	
		2 stens fuld mur (ca. 48 cm) af massive teglsten 1800 kg/m ³ , fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,20	
	Hule mure	1½ stens hul mur (36 cm) af mangehul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,60	Hulmursisolering Tung ydervæg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,60	

HUSE FRA 1940'ERNE – STATSLÅNSHUSE MV. (fortsat)

Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Gulve og dæk	Gulv mod krybekælder: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag	Isolering: min. 20 mm mineraluld	0,60	Gulv mod krybekælder Etageskillelse stuen-kælder
	Gulv mod kælder: oftest som træbjælkelag	Oftest uisoleret	1,30	Etageskillelse stuen-kælder



HUSE FRA 1950'ERNE – DEN LILLE HAVEBOLIG – RÆKKE / KÆDEHUSE I 1 PLAN

Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etage adskillelse	Fritliggende huse i 1 etage, evt. med ½ nedkravet kælder	Gitterspærkonstruktion Pladebeklædte lofter med mindst 7 cm isolering	0,40	Loft Øverste etage-loft
Yder-vægge	Massive mure.	1 stens fuld mur af teglsten 1800 kg/m ³ fuget udvendig og pudset indvendigt	2,10	Tung ydervæg udvendig Tung ydervæg indvendig
		1½ stens fuld mur (ca. 36 cm) af massive teglsten, 1800 kg/m ³ , fuget udvendigt og pudset indvendigt.	1,50	
		2 stens fuld mur (ca. 48 cm) af massive teglsten 1800 kg/m ³ , fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,20	
	Hule mure	1½ stens hul mur (36 cm) af mangenhul sten, 1800 kg/m ³ for teglmassen, med faste binderkolonner, fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,60	Hulmursisolering. Tung ydervæg indvendig
		30 cm hul mur af tunge, massive teglsten, 1800 kg/m ³ fuget udvendigt og pudset indvendigt	1,60	

HUSE FRA 1950'ERNE – DEN LILLE HAVEBOLIG – RÆKKE / KÆDEHUSE I 1 PLAN - fortsat

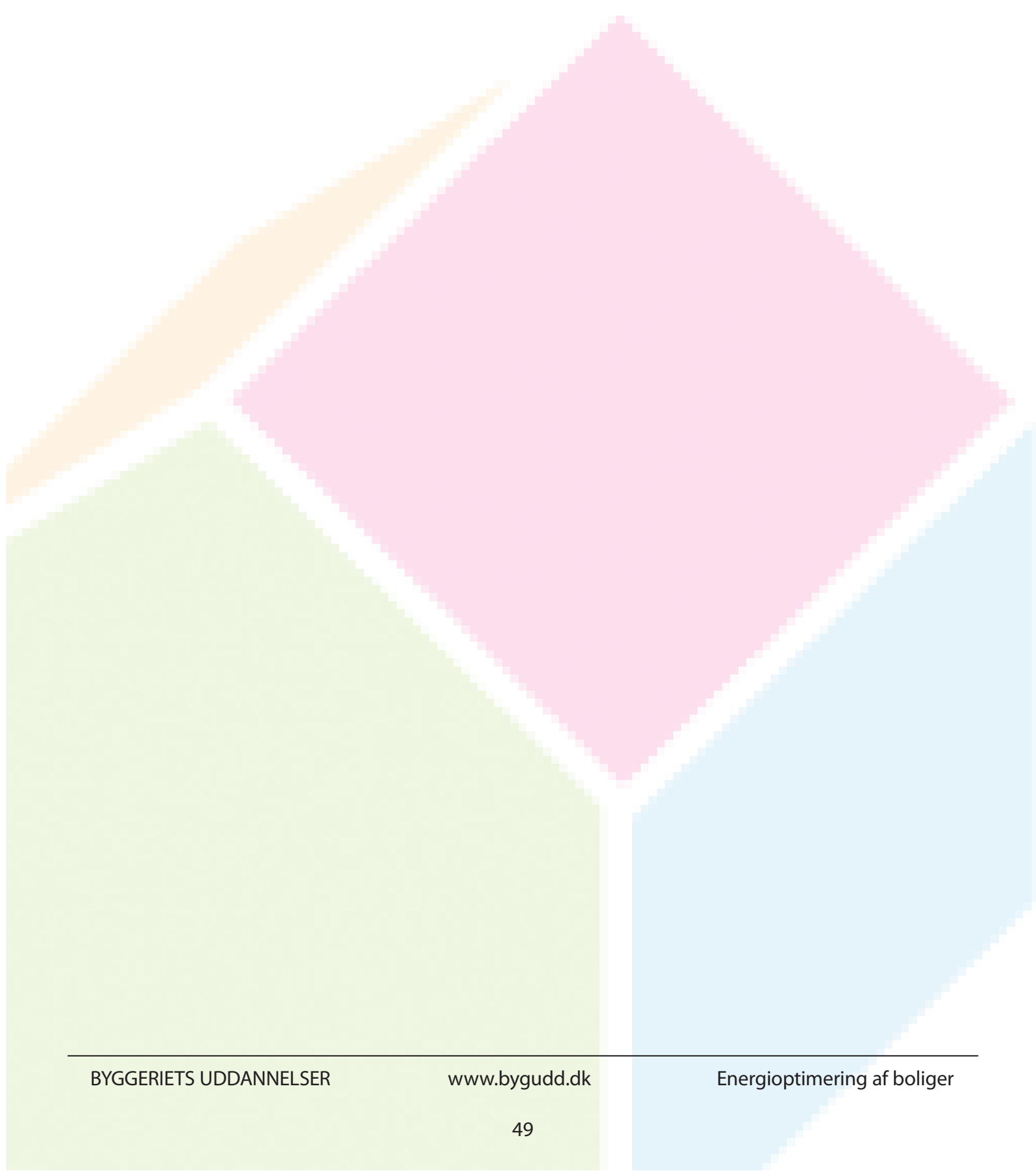
Byg- nings- del	Konstruktion	Oprindelig isolering	U- værdi W/m ² K	Energiløsninger
Gulve og dæk	Gulv mod krybekælder: 5/4" gulvbrædder på bjælkelag	Isolering: min. 50 mm mineraluld	0,60	Gulv mod krybekælder Etageadskillelsen stuen- kælder
	Gulv mod kælder: oftest som træbjælkelag	Oftest uisoleret	1,50	

HUSE FRA 1960'ERNE – TYPEHUSE



Byg- nings- del	Konstruktion	Oprindelig isolering	U- værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etage adskil- lelse		Krav til loftisolering 7-8 cm Pladebeklædte lofter med mindst 7 cm isolering	0,45	Loft Loft ved fladt tag Tagrem Skråvæg/loft til kip indvendig/udvendig
Yder- vægge	Tunge ydervægge	29 el. 30 cm hul mur med ståltrådsbindere, 30 % udmuring, formur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , bagmur af mangehulsten, klinkebeton/molesten/gasbeton og hulrummet udfyldt med varmeisolerende fyld.	1,60	Sokkel Hulmursisolering Tung ydervæg indvendig
		29 cm hul mur med ståltrådsbindere, 30 % udmuring, formur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , bagmur af 15 cm molersten 750 kg/m ²	1,00	
		35 el. 36 cm hul mur med ståltrådsbindere, for- og bagmur af massive teglsten 1800 kg/m ³ og hulrummet udfyldt med isolerende fyld	0,49	
		36 cm hul mur med faste binderkolonner, formur og bagmur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , 40 % udmuring, og hulrummet udfyldt med varmeisolerende fyld.	0,48	
		36 cm fuld mur, formur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , bagmur, løbere og bindere af mangehulsten, 1300 mg/m ³ eller klinkebetonsten, 600 kg/m ³	1,60	
		48 cm fuld mur, formur af mangehulsten, 1600 kg/m ³ for teglmassen	1,20	Sokkel Hulmursisolering Tung ydervæg indvendig Sokkel Let ydervæg indvendig/udvendig

		48 cm fuld mur, formur af massive teglsten 1800 kg/m ³ , bagmur, løbere og bindere af mangehulsten, 1300 kg/m ³ eller klinkebetonsten, 800 kg/m ³	1,60	
		23 cm mur af letbetonblokke, 700 kg/m ³	1.10	
	Lette ydervægge	Stolpevæg, udvendig bræddebeklædning, indvendig forskalling og puds, hulrummet isoleret med 7 cm mineraluld eller tilsvarende	0,60	
		Betonelement, udvendig 5 cm beton, indvendig 2 cm pudslag, hulrummet isoleret med 7 cm mineraluld el. tilsvarende	0,60	
Gulve og dæk	Terrændæk	Gulv mod jord	1,00	Terrændæk
	Dæk over delvis opvarmede kældre	Dæk eller træbjælkelag over kældre med varmerør	1,40	Etageadskillelse stuen/kælder Kældergulv Kældervægge Indvendig /udvendig



HUSE FRA 1970'ERNE – ELEMENT-TYPEHUSE



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etageadskillelse	Isoleringskrav iht. BR-72	Etageadskillelser over det fri (portrum mv.)	0,60	Tung ydervæg udvendig Tagrem Skunk Skråvæg/loft Gulv mod krybekælder Tung ydervæg udvendig Skunk Skråvæg/loft Gulv mod krybekælder
		Loft- og tagkonstruktioner, der begrænser opvarmede rum (herunder skunkvægge)	0,38	
		Etageadskillelser mod delvis opvarmede rum	0,60	
	Isoleringskrav iht. BR-77	Etageadskillelser over det fri (portrum mv.)	0,60	
		Loft- og tagkonstruktioner, der begrænser opvarmede rum (herunder skunkvægge)	0,20	
		Etageadskillelser mod delvis opvarmede rum.	0,20	
Ydervægge	Hulmur: Mursten – mursten. Opbygning: – 108 mm tegl T 1800 – Mineraluld – 108 mm eller 170 mm tegl Ma 1200 – Puds	Isoleringstykkelse: 75 mm Udmuring: 0 %	0,60	Sokkel Tung ydervæg indvendig/udvendig
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 0 %	0,38	
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 3 %	0,41	
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 8 %	0,43	
	Hulmur: Mursten + let bagvæg	Mursten + bagvæg af isoleret stolpekonstruktion (125mm isolering)	0,30	

HUSE FRA 1970'ERNE – ELEMENT-TYPEHUSE – fortsat

Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Gulve og dæk	Terrændæk, fx trægulve på beton, eller bjælkedæk over kældre. Isoleringkrav iht. BR-72	Gulvkonstruktioner direkte på terræn	0,44	Terrændæk
		Gulve over ventilerede kryberum	0,60	Gulv mod krybekælder
		Gulve over kælderrum med fritliggende varmerør	0,60	Terrændæk
	Terrændæk, fx trægulve på beton, eller bjælkedæk over kældre. Isoleringkrav iht. BR-77	Gulvkonstruktioner direkte på terræn	0,34	Gulv mod krybekælder
		Gulve over ventilerede kryberum	0,60	
		Gulve over kælderum med fritliggende varmerør	0,60	



HUSE FRA 1980'ERNE – GODT ISOLEREDE HUSE



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Ydervægge	Hulmur: Mursten – mursten. Opbygning: – 108 mm tegl T 1800 – Mineraluld – 108 mm eller 170 mm tegl Ma 1200 – Puds	Isoleringstykkelse: 75 mm Udmuring: 0 %	0,60	Sokkel Tung ydervæg udvendig/indvendig
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 0 %	0,38	
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 3 %	0,41	
		Isoleringstykkelse: 125 mm Udmuring: 8 %	0,43	
	Hulmur: Mursten + let bagvæg	Mursten + bagvæg af isoleret stolpekonstruktion	0,30	
Lofter og etageadskillelse	Huse fra 80'erne er generelt tætte og velisolerede med god energiuudnyttelse. Isoleringskrav iht. BR-77, BR-82 og BR-S-85	Etageadskillelser over det fri (portrum mv.)	0,20	Tung udvendig Skråvæg/loft Skunk Gulv mod krybekælder
		Loft- og tagkonstruktioner, der begrænser opvarmede rum (herunder skunkvægge)	0,20	
		Etageadskillelser mod delvis opvarmede rum	0,20	
Gulve og dæk	Terrændæk, fx trægulve på beton, eller bjælkedæk over kældre. Isoleringskrav iht. BR-82 og BR-S-85	Gulvkonstruktioner direkte på terræn	1,00	Terrændæk Gulv mod krybekælder
		Gulve over ventilerede kryberum	0,20	
		Gulve over kælderum med fritliggende varmerør og temperatur 10-18 °C	0,20	
		Etageadskillelse mod uopvarmede rum/kældre	0,38	

HUSE FRA 1990'ERNE – GODT ISOLEREDE HUSE



Bygningsdel	Konstruktion	Oprindelig isolering	U-værdi W/m ² K	Energiløsninger
Løfter og etageadskillelse		Etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 °C lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,30	Loft Etageadskillelse mod tagetage Skråvæg Skunk
		Loft- og tagkonstruktioner, der begrænser opvarmede rum (herunder skunkvægge)	0,30	Fladt tag Skråvæg/loft
		Flade tage og skråvægge direkte mod tag	0,30	
Ydervægge	Tunge ydervægge	Hulmur af tegl, 350 mm Mineraluld, 125 mm. ribbeprocent maks. 4, 10 mm kuldebrosolering	0,30	Sokkel Tung ydervæg indvendig/udvendig fra
		Som ovenfor men med 70 mm kuldebrosolering	0,30	
		Hulmur af tegl og beton 390 mm Ribbeprocent maks. 8, 50 mm kuldebrosolering	0,30	
		Hulmur af tegl og letklinkebeton, 340 mm. Ribbeprocent maks. 8, kuldebrosolering 30 mm	0,30	
		Hulmur af tegl og porebeton, 340 mm. Ribbeprocent maks. 8, kuldebrosolering 30 mm	0,30	
	Lette ydervægge	Træskelletvæg med skalmur Mineraluld 95+95 mm, indvendig beklædning	0,20	Let ydervæg udvendig
		Træskellet med bræddebeklædning Mineraluld 45+95+45, indvendig beklædning	0,20	
		Stålskelletvæg med skalmur Mineraluld 150 + 50 mm, gipsplade 13 mm	0,20	
		Stålskelletvæg med profilerede	0,18	

	Lette ydervægge	metalplader. Mineraluld 150+75 mm, gipsplade 13 mm		
		Porebetonvæg med bræddebeklædning. Mineraluld 95+95 mm. porebetonelement 100 mm	0,18	
		Betonbagvæg med cementbaserede bølgeplader. Mineraluld 145 mm, betonelement 120 mm	0,20	
		Letklinkebetonbagvæg med plane beklædningsplader. Mineraluld 150 mm, letklinkebetonelement 100 mm	0,17	
		Letklinkebetonvæg med mineraluldlameller. Mineraluld 150 mm, letklinkebetonelement 100 mm	0,17	
Gulve og dæk	Terrændæk, fx trægulve på beton, eller bjælkedæk over kældre. Isoleringkrav iht. BR-95 og BR-S-98	Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum	0,20	Terrændæk
		Etageadskillelse mod rum, der er opvarmet til en temperatur, der er mere end 8 °C lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,20	Gulv mod krybekælder
		Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum, hvor der er gulvvarme eller ej	0,20	

5.2.4 Energimærker

Hvad er en energimærkning

I mange tilfælde er bygningen energimærket, og hér kan det være en god idé at bruge 15 minutter på at sætte sig ind i energimærket, og derefter gennemgå mærket med kunden.

Energimærket indeholder nemlig både oplysninger om klimaskærmen og installationer, og den indeholder anbefalinger til besparelser indenfor begge områder.

Energimærkningsordningen har eksisteret siden 1997, og den er udviklet og ændret flere gange siden. I 2006 indførtes den energimærkning, som bruges i dag.

Hvad er en energimærkning

En energikonsulent gennemgår bygningen for at fastlægge bygningens energibehov, og for at angive besparelsesforslag.

Der skelnes mellem:

- 1) Det beregnede forbrug ud fra klimaskærms og varmeanlægs tilstand
- 2) Det oplyste forbrug

Bygningen klassificeres efter dens energimæssige egenskaber på klimaskærm og installationer (det beregnede forbrug), altså uafhængigt af det oplyste forbrug – og dvs. uafhængigt af brugervaner. Dette beregnede forbrug ligger til grund for bedømmelsen af bygningen (bogstav). (En del af reglerne for energimærkning forventes ændret 1.4.2011)



Energimærkeskala for en- og flerfamiliehuse	
Skalatrín	Grænseværdi i kWh/m ² ár
A1	$< 35 + 1100/A$
A2	$< 50 + 1600/A$
B	$< 70 + 2200/A$
C	$< 110 + 3200/A$
D	$< 150 + 4200/A$
E	$< 190 + 5200/A$
F	$< 240 + 6500/A$
G	$> 240 + 6500/A$

A er det opvarmede etageareal i m².

Skalatrínene gælder for bygninger med følgende BBR-anvendelseskoder:

- 110 Stuehuse til landbrugsejendom
- 120 Fritliggende enfamiliehuse
- 130 Række-, kæde- og dobbelthuse
- 140 Etageboligbebyggelse
- 150 Kollegium
- 160 Døgninstitution
- 190 Anden bygning til helårsbeboelse
- 510 Sommerhuse, der mærkes som enfamiliehuse

A1 svarer omtrentligt til lavenergi 2015.

A2 svarer omtrentligt til BR10

B svarer til BR 08.

Eksisterende bygninger vil således normalt have skalatrín B til G.

Energimærkeskala for feriehuse, der mærkes efter den forenkede metode	
Skalatrín	Grænseværdi i kWh/m ² år
F	Feriehuse, som opfylder isoleringskravene i BR-S 98
G	feriehuse, som ikke opfylder overstående krav

Skalatrínene gælder for bygninger med følgende BBR-anvendelseskode:
510: Sommerhuse

Energimærkeskala for handel, service og offentlige bygninger	
Skalatrín	Grænseværdi i kWh/m ² år
A1	$< 50 + 1100/A$
A2	$< 70 + 1600/A$
B	$< 95 + 2200/A$
C	$< 135 + 3200/A$
D	$< 175 + 4200/A$
E	$< 215 + 5200/A$
F	$< 265 + 6500/A$
G	$> 265 + 6500/A$

A er det opvarmede areal i m².

Skalatrínene gælder for bygninger med følgende BBR-anvendelseskoder:

- 310 Transport- og garageanlæg (fragtmandshal, lufthavnsbygning, banegårdsbygning, parkeringshus).
Garage med plads til et eller to køretøjer registreres med anvendelseskode 910.
- 320 Bygning til kontor, handel, lager, herunder offentlig administration.
- 330 Bygning til hotel, restaurant, vaskeri, frisør og anden servicevirksomhed.
- 390 Anden bygning til transport, handel etc.
- 410 Bygning til biograf, teater, erhvervsmæssig udstilling, bibliotek, museum, kirke o. lign.
- 420 Bygning til undervisning og forskning (skole, gymnasium, forskningslaboratorium o. lign.).

Det oplyste forbrug benyttes dog også i mærkningen, men kun i forbindelse med udregning af energibesparelsernes rentabilitet.

I energimærkninger for enfamiliehuse er både det oplyste forbrug og det beregnede forbrug angivet, mens det i energimærkninger af flerfamiliehuse kun er det beregnede forbrug, som mærkningen foretages efter.

Skalaen går fra A til G, hvor A er det bedste. A er opdelt i A1 og A2, mens de øvrige ikke er opdelt.

Rapporten indeholder forslag til rentable besparelsetiltag, og forslag til besparelsetiltag, der skal gennemføres i forbindelse med renoveringen af bygningen.

Da hele bygningen – såvel klimaskærm som installationer gennemgås af en energikonsulent – giver rapporten et godt billede af bygningens samlede energimæssige stand.

Find og brug rapporterne

Ofte kan en energimærkningsrapport være rekvireret af en nu fraflyttet beboer, og derfor er det ikke sikkert, at (alle) de nuværende beboere kender energimærkningsrapporten. Det er de færreste energimærkningsrapporter, der aktivt er anvendt af bygningsejerne.

Ved at bruge 10 minutter på at finde rapporten og læse den, kan du således skaffe oplysninger om huset, som bygningsejeren ikke havde. Du har bibragt ham en viden, som er værdifuld for ham, og som du kan bruge i dit videre arbejde med at lokalisere de mest rentable energibesparelser.

På **www.ois.dk** (offentlig informations-server) kan du ved at indtaste adressen se, om der findes et energimærke på den pågældende ejendom. Her kan du dog ikke uden ejerens accept hente mærket. Hvis ejendommen er mærket efter september 2006, så kan mærket findes på: **www.boligejer.dk**

Hvilke bygninger har et energimærke

Der bør foreligge et energimærke på:

- Enfamiliehuse, der har været handlet siden 1997
- Flerfamiliehuse med ejerlejligheder, der er handlet efter april 2006
- Bygninger, hvor der er overdraget andele siden 1.7. 2009
- Bygninger, der indeholder lejemål, der er blevet udlejet siden 1.7.2009

For alle de ovenstående skal der på tidspunktet for handlen/overdragelsen/udlejningen foreligge et gyldigt (dvs. højst 5 år gammelt) energimærke.

Desuden skal følgende bygninger energimærkes hvert 5. år uanset om de handles:

- Offentlige bygninger over 60 m²
- Flerfamiliehuse og handel- og servicebygninger på over 1.000 m² (undtagen industri, landbrug, gartneri, kirker, fredede bygninger)

Tilstandsrapporter

5.2.5

Tilstandsrapporter.

En tilstandsrapport siger – som navnet fortæller – noget om bygningens tilstand. Men den siger ikke noget specielt om bygningens energimæssige tilstand. Da energibesparelser imidlertid er mest rentable at gennemføre, når der alligevel gennemføres en renovering, så kan det være en god idé også at kende bygningens tilstandsrapport. Se **www.boligejer.dk**.

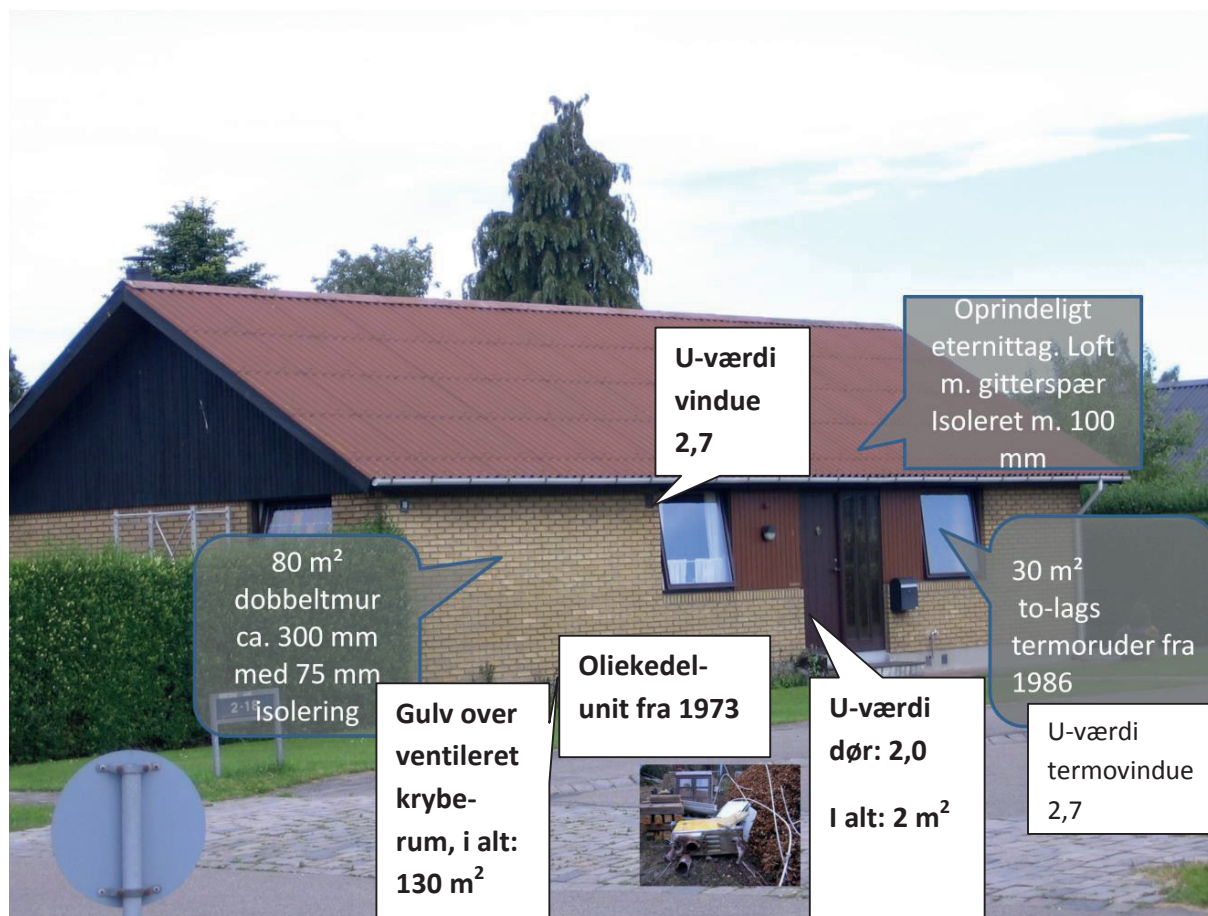
De tekniske installationer

Se kapitel 7.

Selvom I er klimaskærmsspecialister, har I mulighed for at lokalisere besparelser på varme-anlægget og andre tekniske installationer. Selve energibehovet minimeres ved jeres indsats på klimaskærmen, men erfaringsmæssigt ligger der store besparelser ved energioptimering af varmeanlæg. I kan stige i kundens agtelse og vinde troværdighed ved ganske uvildigt at anvise besparelsesmuligheder, selvom de ikke ligger indenfor jeres eget fagområde. I bedste fald kan det give jer rollen som total-entreprenør. De tekniske installationer – både varmeanlæg til olie, gas og fjernvarme og vedvarende energianlæg, og dertil hørende komponenter gennemgås i kapitel 7, og I får værktøjer til at finde de typiske energibesparelser ved renovering af tekniske anlæg eller ved at benytte vedvarende energi.

Opgave 05 til kapitel 5

Nedenfor ses et parcelhus fra 70'erne



1) Udregn ved hjælp af varmetabstaberne i dette kapitel husets omtrentlige energibehov i kWh pr. år.

Hjælp til opgaven:

Energitabet gennem en bygningsdel (kWh) = U-værdi * 100.

Er der hulmur med 75 mm isolering, så er U-værdien: 0,6 W/m² K.

Energitabet gennem hulumuren er ca.: 0,6 * 100 = 60 kWh/m² og 4.800 kWh for hele hulumuren (80 m²).

2) Udregn varmetabet (energiebehovet) ved renovering op til kravene i BR 10.

Benyt skemaerne på de næste sider.

Hus opført i 1973.

(I denne opgave tages ikke hensyn til gratisvarme, varmeanlæggets virkningsgrad m.m.)

Konstruktion	m ²	U-værdi	Energibehov i kWh
Tagkonstruktion gitterspær	130		
Tung ydervæg dobbeltmuret med 75 mm isolering	80		
Krybekælder	130		
Vinduer og døre med 2 lag termoruder	30		
Dør	2		
Energibehov i alt kWh/år			

I nedenstående skema er indskrevet U-værdi for krav ved renovering af enkeltforanstaltninger i.h.t. til BR10).

Udregn besparelsen ved at energirenovere op til dette niveau:

Konstruktion	m ²	U-værdi før	U-værdi med anbefalet niveau minimum	Besparelse i kWh/år
Tagkonstruktion gitterspær	130		0,15	
Tung ydervæg dobbeltmuret med 75 mm isolering	80		0,20	
Krybekælder	130		Totalt 300 mm 0,12	
Vinduer og døre med 2 lag termoruder	30		2 lag energiruder 1,40	
Dør	2		Pladedør uden rudefelt 1,65	
Besparelse i alt kWh/år				



6. Energibesparelser ved renovering på klimaskærm

Energiløsninger

I kapitel 5 har du fået idéer og værktøjer til at lokalisere energibesparelspotentialer i bygningen.

Ét af værktøjerne er de energiløsninger, der udarbejdes af Videncenter for energibesparelser i bygninger. Energiløsningerne beskrives i dette kapitel, og du finder dem i samlet form i kap. 8. Der udarbejdes løbende energiløsninger, og de opdaterede energiløsninger findes på **www.byggeriogenergi.dk**.

Når den del af klimaskærmen, som man ønsker at lave energiforbedring på, er lokaliseret, skal man finde ud af, hvor meget man sparer ved at gennemføre forbedringen. Her kan man anvende energiløsningerne.

Hvad er en energiløsning?

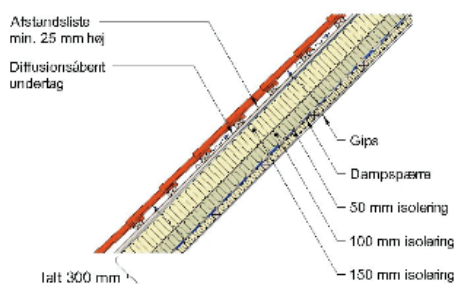
En energiløsning er ét tiltag på en bygningsdel, der kan nedsætte energiforbruget

Det kan være:

- Efterisolering
- Energiforbedring af vinduer
- Udskiftning af anlæg til produktion af varme og varmt vand
Herunder vedvarende energianlæg

Energiløsningen indeholder:

- Energibesparelse
- Anbefaling
- Fordele
- Eksempler
- Tjeklister
- Udførelse
- Logo



Ideen med energiløsningerne er bl.a., at de skal hjælpe håndværkeren med at udregne energibesparelser og vise korrekt udførelse. Løsningerne kan desuden bruges til at understøtte kontakten mellem håndværkeren og bygningsejeren. Energibesparelsen og økonomi er udregnet (det er officielle tal fra Energistyrelsens standardværdikatalog) og sidst i energiløsningen er der lavet plads til firmastempel mv.

Under faneblad 8 (eller i særskilt katalog) findes energiløsninger for:

Efterisolering af tag og loft

- Fladt tag
- Loft
- Skunk
- Skråvæg og loft til kip – indefra
- Skråvæg og loft til kip – udefra
- Tagrem
- Rør i tagkonstruktionen

Efterisolering (indvendig og udvendig)

- Let ydervæg
- Tung ydervæg
- Hultursisolering
- Sokkel

Udskiftning af vinduer, døre og ruder

- Termovinduer
- Termoruder
- Ovenlyskupler
- Ovenlysvinduer
- Vinduer med koblede ruder
- Yderdøre

Der findes også energiløsninger på varmeinstallationer og vedvarende energi (se kapitel 7 og 8). Idéen er, at en tømrer, der støder på en gammel oliekedel i en bolig, kan påpege overfor kunden, at her kan der være store energibesparelsesmuligheder. Tømreren kan så til kunden aflevere energiløsningen for udskiftning af oliekedel, hvorpå der på bagsiden er indsat logoet fra en VVS-installatør, som tømreren kan anbefale kunden at tage kontakt med. Omvendt vil der være tilfælde, hvor VVS-installatøren afleverer en energiløsning på f.eks. udskiftning af vinduer, og anbefaler kunden at tage kontakt med en tømrer.

Udskiftning af varmeinstallation

- Oliekedel
- Jordvarmepumpe
- Luft-vand-varmepumpe
- Solvarme til brugsvand
- Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning
- Ventilation og varmegenvinding
- Fjernvarme
- Gaskedel
- Cirkulationspumpe
- Efterisolering af rør, ventiler m.m.

Derudover findes en tætningsguide.

Hvad indeholder en energiløsning?

I det følgende beskrives enkeltelementerne i en energiløsning.

Energiløsningerne indeholder (i det følgende henvises til eksemplet: Loftsisolering):

- Beskrivelse af, hvornår kan den pågældende løsning anbefales (fx ved loftsisolering: hvis der er isoleret med mindre end 250 mm)
- En anbefaling til isoleringstykkelse og tabel med energibesparelsen pr. m². Minimum anbefalingen i energiløsningerne svarer omtrent til kravene i BR08, mens lavenergi anbefalingen svarer til et mere fremtidssikret niveau svarende til bygningsreglementets klasse 1. Dette niveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	171	174
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

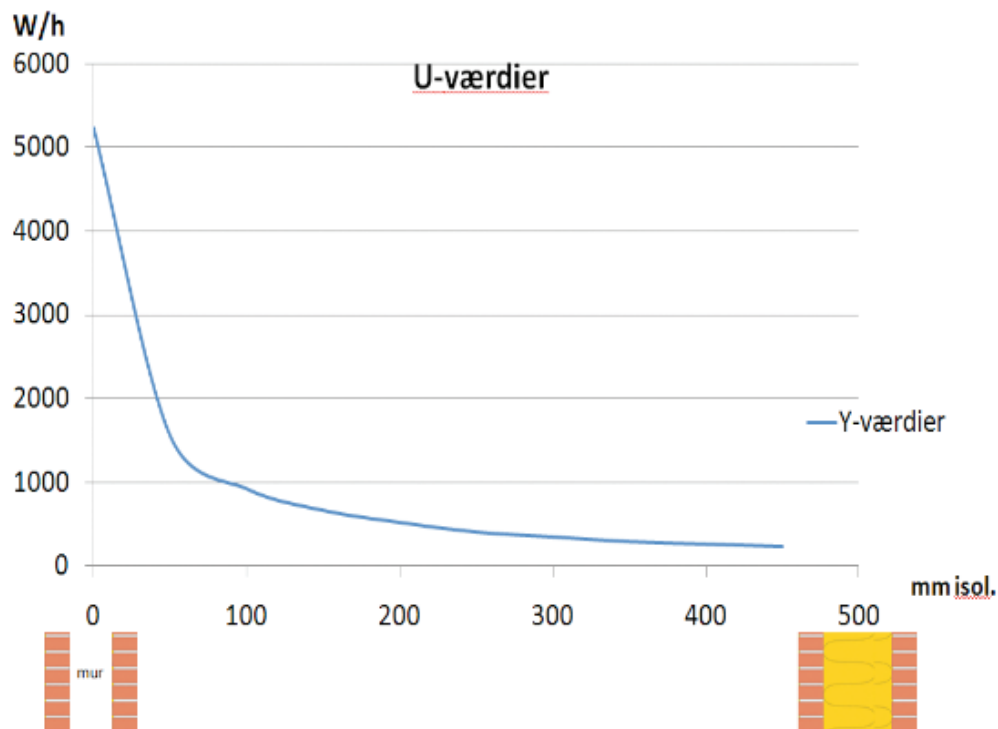
Tabellen viser, hvor meget kunden sparer ved at isolere op til de to anbefalinger.

Eksempel:

Der ligger ca. 100 mm isolering på loftet og kunden ønsker at isolere til lavenerginiveau.

Af tabellen ses, at der årligt spares 26 kWh pr. m². Der efterisoleres op til 400 mm – der lægges altså 300 mm på. Er huset på 130 m², bliver den årlige energibesparelse $130 \times 26 = \text{ca. } 3.380 \text{ kWh}$.

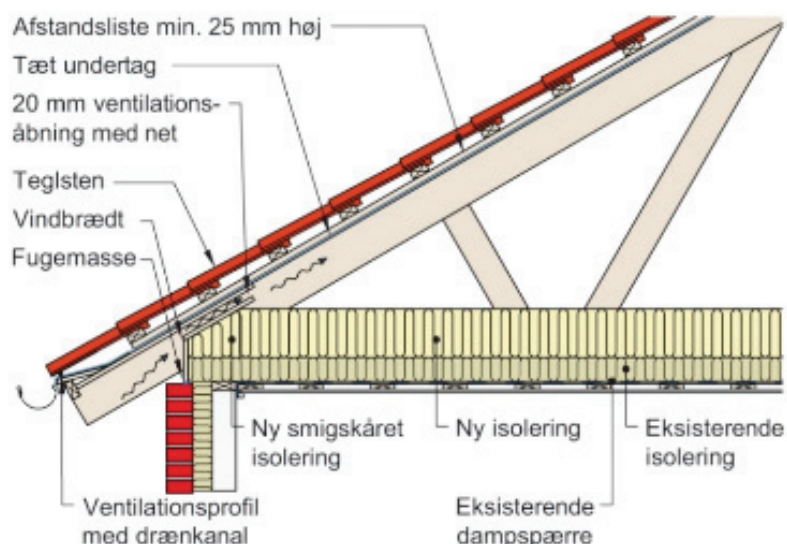
U-værdi i forhold til isolering



Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	På et 130 m ² loft med 100 mm eksisterende isolering udlægges yderligere 200 mm isolering til i alt 300 mm isolering.
Årlig energibesparelse kWh pr. m ²	24 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	130 m ² x 24 kWh/m ² = 3.120 kWh/år
Årlig energibesparelse m ³ naturgas	3.120 kWh / 10 kWh/m ³ = 312 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	8 kr./m ³ x 312 m ³ = 2.400 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,205 kg/kWh x 3.120 kWh = 640 kg

- En skitsetegning med den pågældende bygningsdel, som man kan anvende i drøftelserne med kunden.



- Udførelse af energirenoveringen beskriver det arbejde, som energirenoveringen inde bærer. Hensigten med beskrivelsen er, at den professionelle fagmand her har mulighed for at vise kunden, hvad arbejdet indebærer.

Udførelse

Over ydervæggen mellem spærrene og parallelt med taglæggerne monteres vindbrædder, som beskytter isoleringen mod gennemluftning og leder ventilationsluften op i tagrummet. Det lodrette vindbræt monteres længst muligt ude over ydervæggen, så kuldebroen begrænses mest muligt. Vindbrædderne udføres af krydsfiner eller lignende og monteres mod lister monteret på spærrene. Vindbrædderne fuges mod spær og rem eller mur samt i samling mellem lodret og skrå vindbræt. Over vindbrædderne skal der være en ventilationsspalte på minimum 20 mm. Ventilationsspalten må ikke blokeres af fx nedhængende undertag. Vindbrædderne skal stikke mindst 50 mm op over isoleringens overside.

Defekte måtter i eksisterende isolering udskiftes. Større spalter udfyldes med afskårne isoleringsstrimler, og mindre spalter og huller fyldes med løsfyld

(granulat), så den eksisterende isolering slutter tæt i samlinger og mod konstruktion. Isoleringen må dog ikke trykkes.

Hvis den eksisterende isoleringsoverflade er mere end 50 mm under spærfodens overside, isoleres til overside af spærfod med nye isoleringsmåtter. Overfladen på isoleringen afrettes med løsfyld i plan med spærfodens overside.

Hen over spærfod og udbedret eksisterende isolering udlægges nye isoleringsmåtter. Den nye isolering udlægges med forskudte samlinger i forhold til det underliggende lag. Hvis der er behov for yderligere et lag nye måtter for at opnå den ønskede isoleringstykkel, udlægges dette lag også med forskudte samlinger. Isoleringen tilpasses mod konstruktion og vindbrædder. Langs det skrå vindbræt smigskæres isoleringen, så den følger vindbrættets hældning.

Tjeklisten

Tjeklisten anvendes også i forbindelse med kundebesøget på det tidspunkt, hvor kunden ønsker et tilbud på energirenoveringsopgaven. Hensigten med tjeklisten er, at den professionelle fagmand gennemgår tagkonstruktionen systematisk og gør kunden opmærksom på, hvis der er skader eller lignende i konstruktionen, der bør udbedres i forbindelse med energirenoveringen. Når tjeklisten er udfyldt og drøftet igennem med kunden, kan man træffe en klar aftale om, hvad tilbuddet skal indeholde og ikke indeholde.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Tagbelægning	Er taget tæt og i god stand?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Råd, svamp eller skadedyr	Er tagkonstruktionen sund uden råd, svamp eller insektangreb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Ventilation af tagrum	Er tagrummet tilstrækkelig ventileret og tørt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Eksisterende isolering	Er eksisterende isolering korrekt udført og intakt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Dampspærre	Er der dampspærre på den varme side af isoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Indskudsbrædder	Er der indskudsbrædder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Gangbroer	Er eksisterende gangbroer egnede og tilstrækkelige?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Afdækning af isoleringen	Er der fri ventilation over isoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Loftlem	Er den eksisterende loftlem isoleret?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9

På energiløsningens bagside er der plads til navn og logo på dig eller den kollega indenfor installationsbranchen, som kan udføre denne energiløsning.

1. Tagbelægning

Hvis tagbelægningen er utæt, skal den repareres, inden loftisoleringen udføres. Hvis tagbelægningen er klar til udskiftning, bør udskiftningen ske inden eller senest samtidig med efterisoleringen af loftet. Samtidig udførelse kan gøre arbejdet mere rationelt, da det kan være nemmere at komme til isoleringen, når taget er åbent.

2. Råd, svamp eller skadedyr

Hvis der er tegn på råd, svamp eller insektangreb i loft eller tagkonstruktion, tilkaldes særlig fagkyndig eller forsikringsselskab. Eventuelle skader udbedres, inden efterisoleringen udføres.

3. Ventilation af tagrum

Tagrummet skal være tørt og vel ventileret med ventilationsspalte langs tagkant og tilstrækkelig udluftning i tagflade.

4. Eksisterende isolering

Ødelagt eller nedtrådt isolering udskiftes.

5. Dampspærre

Hvis dampspærren er defekt, utilstrækkelig, eller mangler, skal der monteres en ny, tæt dampspærre. Dampspærren kan monteres over eller under den eksisterende loftbeklædning afhængigt af forholdene.

Den bedste tæthed opnås ved at montere dampspærren under den eksisterende loftbeklædning og opsætte ny loftbeklædning. Dampspærren tapes i samlingerne, så de bliver tætte. Tæthed mod ydervæg og skillevægge opnås ved klemme dampspærren bag en skyggeliste med fugebånd eller fugemasse.

For at kunne montere dampspærren over loftbeklædningen, skal eksisterende isolering samt eventuelle indskudsbrædder og -ler fjernes. Dampspærren monteres mellem spærrene og føres 50 mm op ad spærside og rem, hvor den tapes fast eller klemmes bag liste med fugebånd eller fugemasse, så der opnås en lufttæt samling. Det er væsentligt, at dampspærren er tæt og følger konstruktionen. Eventuelle samlinger tapes. Hvis der stikker søm eller skruer op gennem loftbeklædningen, lægges der først 50 mm isolering, inden dampspærren monteres, således at den ikke perforeres.

Virksomhedens stempel og logo:

6. Indskudsbrædder

Hvis det er muligt, bør eventuelle indskudsbrædder og -ler fjernes, for at give mest mulig plads til isoleringen. Dette er normalt nemmest, når der også samtidig skiftes tagbelægning.

7. Gangbroer

Gangbroer skal hæves svarende til den nye isoleringstykkel. Alternativt kan der anvendes særlige isolerede gangbroelementer ovenpå den eksisterende gangbro. Der skal være gangbro fra loftlem til alle relevante steder i tagrummet fx tagvinduer og installationer samt på langs af tagrummet for inspektion og vedligeholdelse af taget. Eksisterende gangbroer kan være med til at afstive huset, så de må ikke bare sløjfes.

8. Frit over isoleringen

Der skal være fri ventilation over isoleringen, således at eventuel fugt i isoleringen kan fordampe til tagrummet og ventileres bort til det fri. Hvis der etableres gulv eller opbevaringsplads i tagrummet, skal der sørges for fri ventilation over isoleringen.

9. Loftlem

Loftlemmen bør skiftes ud til en isoleret og tæt model.

Yderligere information

Se udførelsesvejledninger hos isoleringsproducenter.

VIF: VarmeisoleringsForeningens produktoversigt
www.vif-isolering.dk

SBI-anvisning 224: Fugt i bygninger
SBI-anvisning 221: Efterisolering af etageboliger
www.sbi.dk

BYG-ERFA Erfaringsblade:
(27) 08 12 30 Ventilation af tagkonstruktioner - tagrum, hanebåndsløfter, skunkrum og paralleltage
(27) 07 06 29 Undertage - diffusionstætte og diffusionsåbne
(39) 02 06 26 Indbygning af halogenspots i isolerede loftkonstruktioner
(42) 00 05 12 Kondensvand fra tagkonstruktioner - under og lige efter byggeprocessen
(39) 08 06 30 Dampspærre - udførelse og detaljer mod opvarmede rum

www.byg-erfa.dk

Bygningsreglement BR10

Dansk Undertagsklassifikationsordning
www.duko.dk

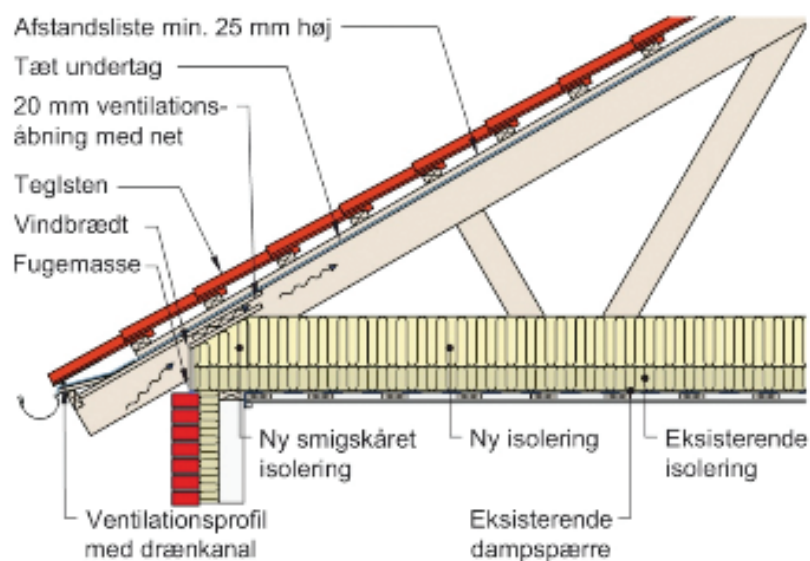
Kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.
Eller gå ind på hjemmesiden:
www.byggerioenergi.dk



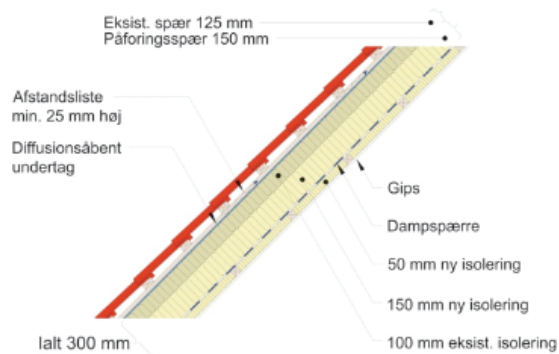
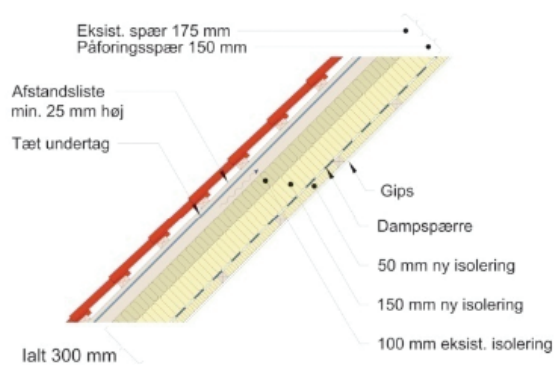
Videncenter for energibesparelser i bygninger

I det følgende oplistes en del af energibesparelser ved renovering af klimaskærmen. Alle værdier og skitser kan findes i de pågældende energiløsninger.



Energibesparelse

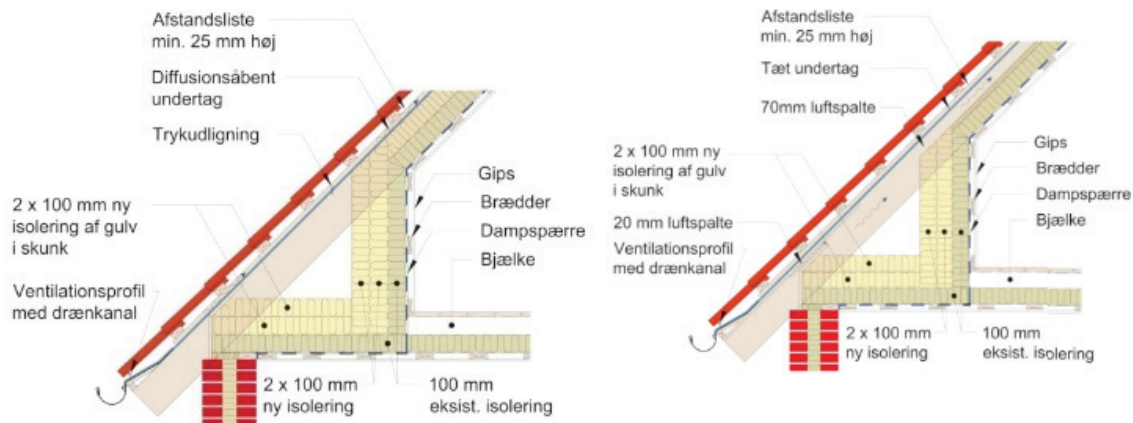
Eksisterende isolerings-tykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12



Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelser	Ny samlet isoleringstykkelser	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	171	174
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

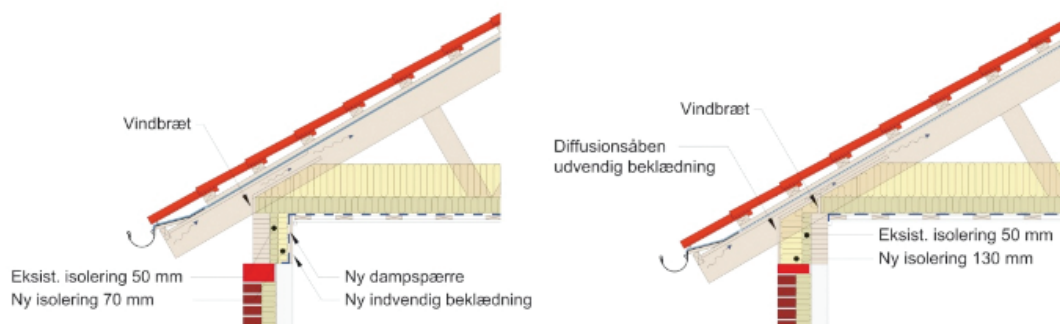




Energibesparelse

Eksisterende isoleringsstykke	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Efterisolering af tagrem

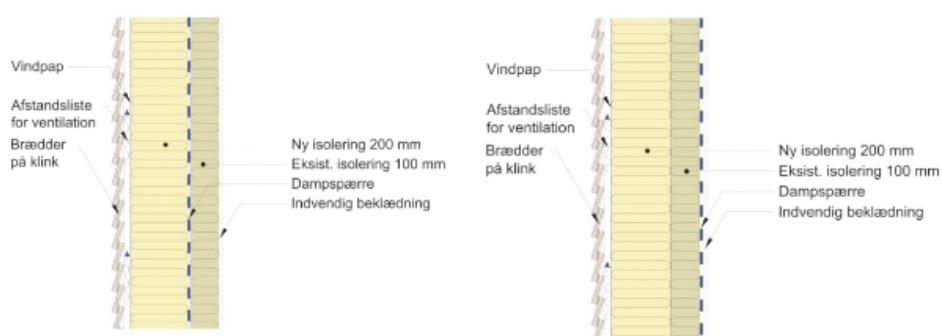


Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum Indvendig 120 mm isolering	Minimum Udvendig 180 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	68	75
50 mm	20	26
100 mm	-	10
125 mm	-	6

Udvendig efterisolering af let ydervæg

Energibesparelse



Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
75 mm	39 + 9	43 + 9
100 mm	21 + 9	24 + 9
125 mm	17 + 9	20 + 9
150 mm	13 + 8	16 + 9

Udvendig efterisolering af tung ydervæg

Energibesparelse

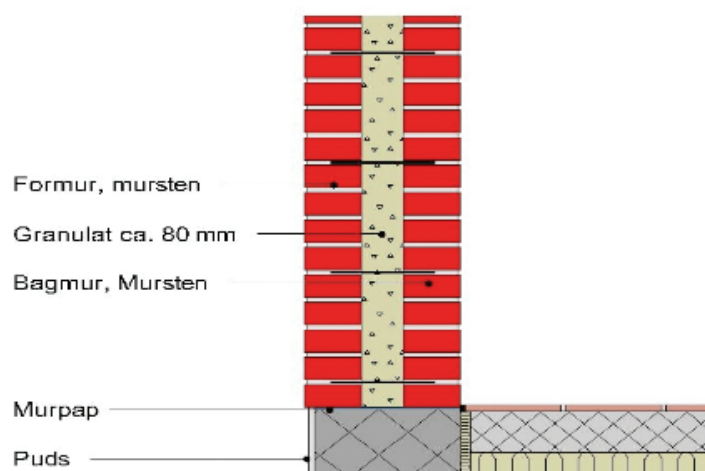
Eksisterende forhold	Ny udvendig isoleringsstykkel	
	Minimum 200 mm isolering + sokkelisolering*	Lavenergi 300 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
200 mm letbeton (porebeton/letklinker- beton)	101 + 13	106 + 13
240 mm letbeton (porebeton/letklinker- beton)	84 + 13	88 + 13

Eksisterende forhold	Ny udvendig isoleringsstykkel	
	Minimum 125 mm isolering + sokkelisolering*	Lavenergi 225 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
Formur: Mursten Hulmur: 75-80 mm isolering Bagmur: Mursten	17 + 12	22 + 13
Formur: Mursten Hulmur: 75-80 mm isolering Bagmur: Letbeton (porebeton/letklinker- beton)	14 + 12	21 + 13

*Der kan opnås en yderligere besparelse på 10-13 kWh pr. kvadratmeter ydervæg ved at efterisolere soklen.



Hulmursisolering



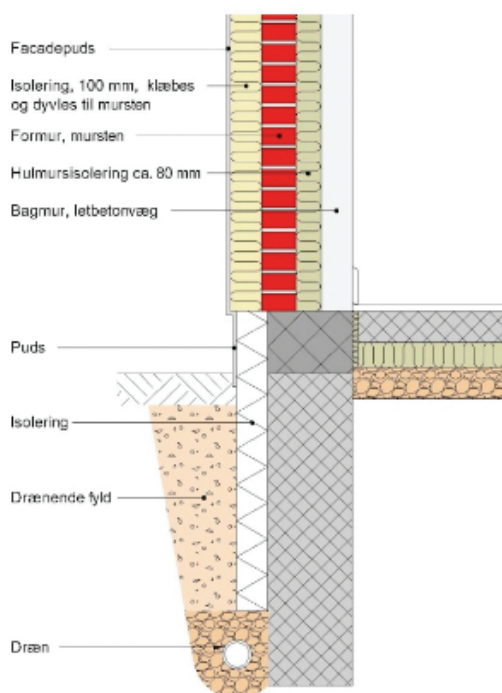
Energibesparelse

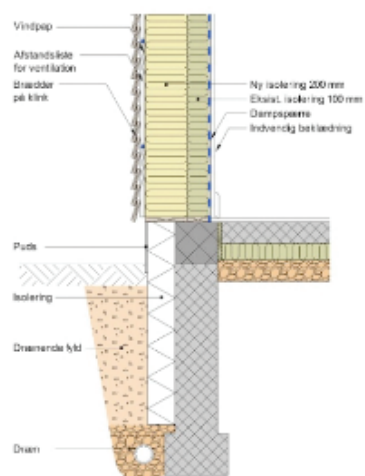
Eksisterende isoleringstykkelse	Ny isoleringstykkelse
	Minimum 75-80 mm isolering i hulmur
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år
0 mm (75-80 mm hulmur uden isolering) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	92
75-80 mm leca (hulmur fyldt med leca) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	24

Isolering af sokkel

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	På et hus med 100 m ² tung ydervæg, der efterisoleres udefra, udføres en sokkel-/fundaments-isolering med en tykkelse på 100 mm Naturgaspris: 8 kr. pr m ³
Årlig energibesparelse pr. m ²	12 kWh/m ²
Årlig energibesparelse kWh	12 kWh/m ² x 100 m ² = 1.200 kWh
Årlig energibesparelse m ³ naturgas	1.200 kWh / 10 kWh/m ³ = 120 m ³
Årlig økonomisk besparelse, kr.	8 kr./m ³ x 120 m ³ = 960 kr.
Årlig CO2 besparelse kg	0,205 kg/kWh x 1.200 kWh = 246 kg

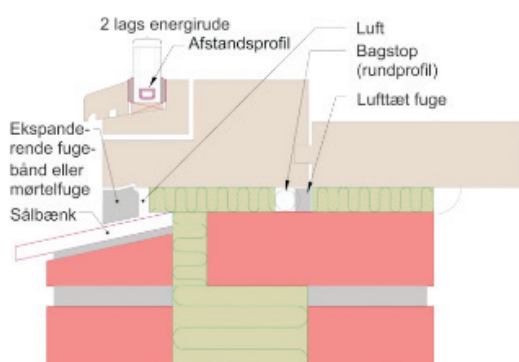




Energibesparelse

Ny isoleringstykkelse	Efterisoleret tung ydervæg	Efterisoleret let ydervæg
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
50 mm	10	7
100 mm	12	8
200 mm	13	9

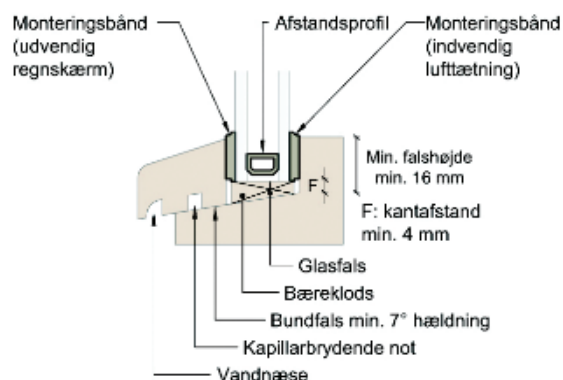
Udskiftning af termovinduer



Energibesparelse

Nye vinduer				
	1-fags og 2-fags vinduer		Dannebrogsvinduer, Bondehusvinduer eller Palævinduer med energisprosser	
				
Energibesparelse i kWh/m² pr. år				
Eksisterende vindue	Minimum	Lavenergi	Minimum	Lavenergi
Vindue med 2-lags termorude	120	140	110	130
Vindue med 3-lags termorude	80	90	80	90

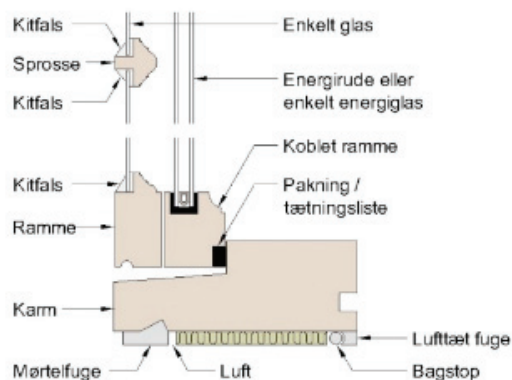
Udskiftning af termoruder



Energibesparelse

Eksisterende rude	Ny rude	
	2-lags energirude	3-lags energirude
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
2-lags termorude	130	140
3-lags termorude	60	70
2-lags energirude	-	15

Udskiftning af vinduer med koblede ruder



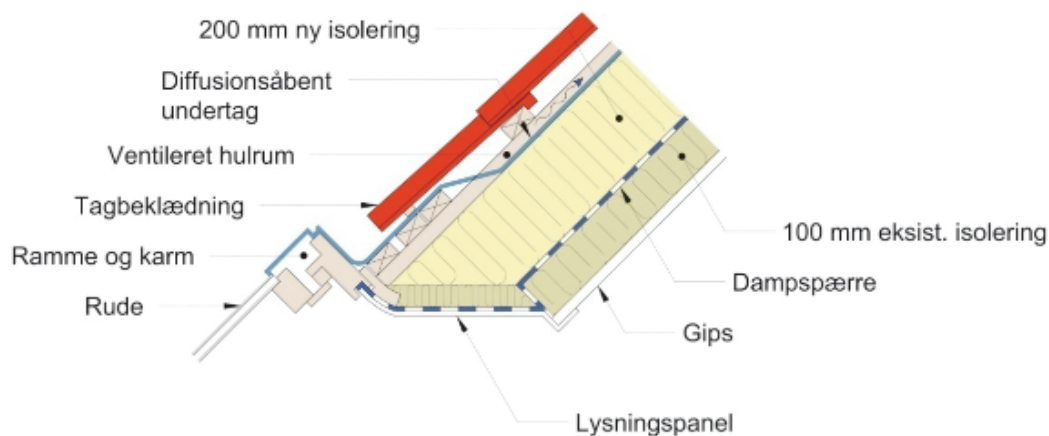
Energibesparelse

Eksisterende vinduer	Nye vinduer	
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	Energiforbedret med 1-lag energiglas	Energiforbedret med 2-lags energirude
Vinduer med 1-lag alm. glas		
1-fags vinduer	-	300
2-fags vinduer/ bondehusvinduer	-	265
Dannebrogsvinduer/ palævinduer	-	225
Vinduer med 2-lags termorude		
1-fags vinduer	85	95
2-fags vinduer/ bondehusvinduer	75	85
Dannebrogsvinduer/ palævinduer	70	80

Energibesparelse



Udskiftning af tagvinduer



Energibesparelse

Eksisterende ovenlysvinduer	Nye ovenlysvinduer	
	Minimum Eref større end 0 kWh/m ² pr. år	Lavenergi Eref større end 10 kWh/m ² pr. år
	Energibesparelse i kWh/m ² /år	
Ovenlysvindue med 2-lags termorude (U = 3,1 W/m ² K)	90	100
Ovenlysvindue med 3-lags termorude (U = 2,3 W/m ² K)	30	40

Forudsætning

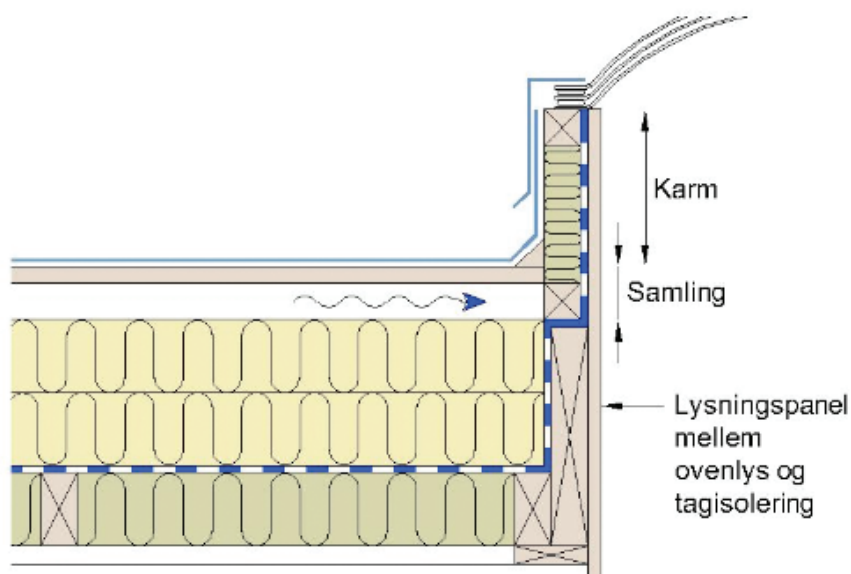
Energitilskuddet (Eref) er et tal, som viser om ovenlysvinduet i standardstørrelsen 1,23 m x 1,48 m i et referencehus bidrager positivt eller negativt til bygningens varmebalance. Tallet medregner både solindfald og varmetab i fyringssæsonen.

Udskiftning af ovenlyskupler

Energibesparelse

Tabellen viser energibesparelse pr. m² udvendigt overfladeareal. En typisk ovenlys-kuppel på 1,2 x 1,2 m i hulmål (lysmål 1,0 x 1,0 m) har et udvendigt overfladeareal på 3 m².

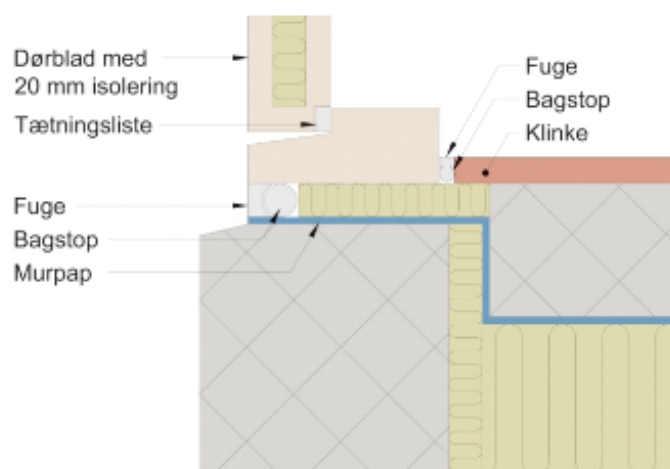
Eksisterende forhold	Nye ovenlyskupler	
	Minimum Uw < 1,5 W/m ² K	Lavenergi Uw < 1,2 W/m ² K
	Energibesparelse i kWh pr. år	
1-lags med massiv uisoleret karm (Uw ca. 6 W/m ² K)	355	365
2-lags akrylkuppel (massiv karm) (Uw ca. 5 W/m ² K)	300	310



Udskiftning af yderdøre

Energibesparelse

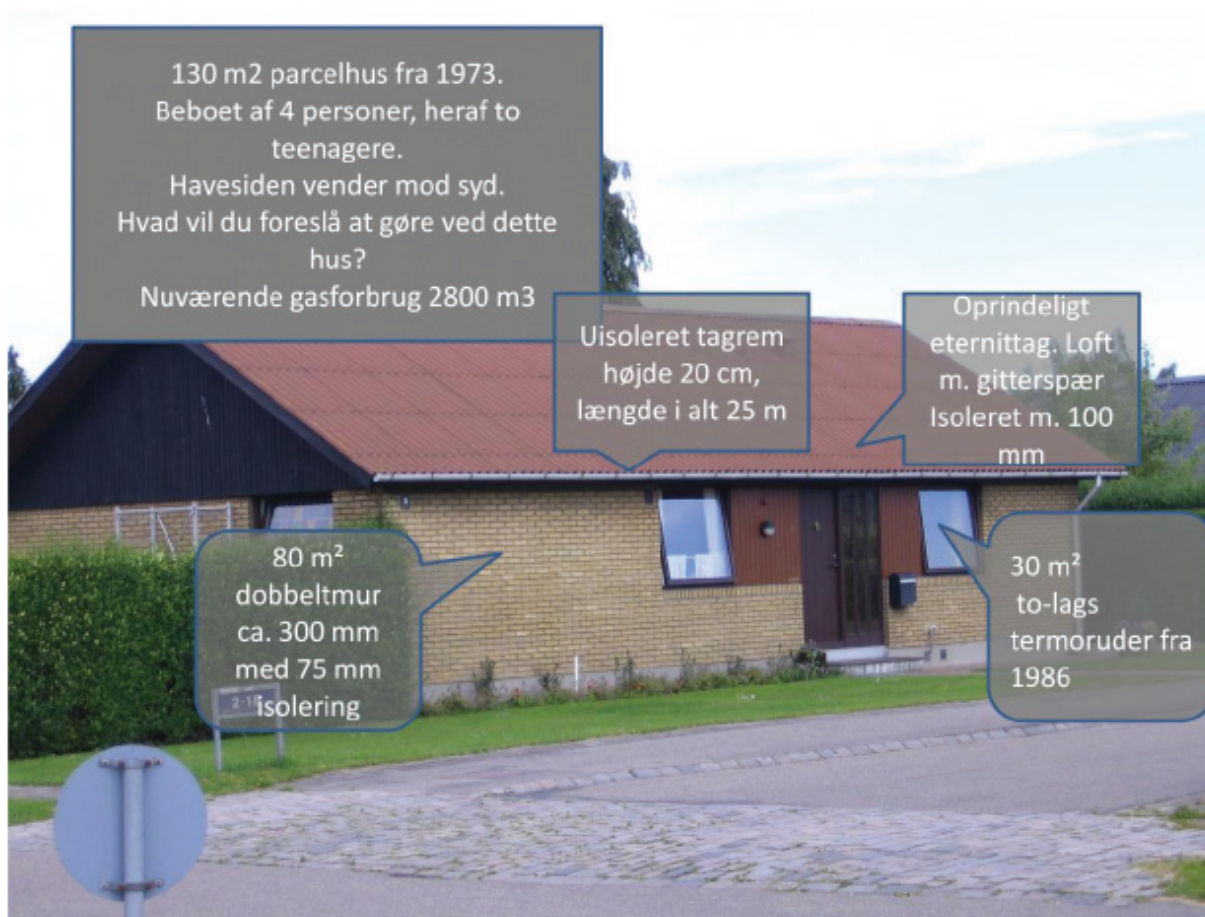
Eksisterende yderdøre	Nye yderdøre	
	Minimum	Lavenergi
	Fyldning med mindst 25 mm isolering og 2-lags energirude	Fyldning med mindst 35 mm isolering 3-lags energirude
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
Dør med under 20 % rudeareal med 1 lag glas	150	175
Dør med 20 - 50 % rudeareal med og 1 lag glas	185	200
Dør med 50 - 80 % rudeareal med 1 lag glas	215	225
Dør med under 20 % rudeareal med termorude	150	175
Dør med 20 - 50 % rudeareal med termorude	145	165
Dør med 50 - 80 % rudeareal med termorude	140	150
Pladedør uden rudefelt	110	135



Opgave 06 Klimaskærm

Ved hjælp af tjekskemaerne for tagkonstruktion og facade, samt energiløsningerne i dette kapitel, eller i energiløsningerne på **www.byggeriogenergi.dk**

Nødvendige skemaer og evt. skema til løsning ligger bag denne opgave.



Opgaver:

- Omregn og vurder nuværende energiforbrug - evt. ved hjælp af bilag
- Gennemgå og udfyld tjekskemaerne - evt. ved hjælp af levetidsskemaerne
- Foreslå energibesparelser på klimaskærmen
- Udregn besparelser ved hjælp af energiløsninger i dette kapitel
- Lav en prioriteret liste over forslagene (handlingsplan)
- Præsenter forslagene – med fordele og evt. med overslagspriser – for kunden

Tagkonstruktion

Firmastempel	Vurdering (sæt kryds)					Anbefalinger - Energiløsninger - særskilte eller i kombination		Håndværkerens bemærkninger
Vurdering af tagkonstruktion, tilstand energiforhold og muligheder	Alder	Renoveres om 6-10 år	Renoveres om 0-5 år	Ja	Nej	Mulighed 1	Mulighed 2	
Tagbelægningens ca. alder og tilstand	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis "dårlig"	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller "Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"	
Er der under 200 mm isolering i tagkonstruktionen ?	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis ja	Energiløsning "Efterisolering af loft" eller "Efterisolering af skunk" + "Efterisolering af skråvæg og loft til kip" + "Efterisolering af loft"	
Ved rørføring i tagkonstruktionen. Varmerørernes ca. alder og tilstand ?	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis "dårlig"	Varmerør skiftes og isoleres med 40 - 50 mm Energiløsning "Efterisolering af rør i tagkonstruktion"	
Varmerørene er uisolerede eller den eksisterende rørisolering er i stykker	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis ja	Isoleringen skiftes til 40-50 mm rørisolering	
Varmtvandsbeholderens ca. alder og tilstand	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis "dårlig"	Udskift termostater og monter termostater hvor de mangler.	
Hvis vinduer på 1. sal	☐	☐	☐	☐	☐			
1. sal Vinduesrammernes ca. alder og tilstand	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis "dårlig"	Energiløsning "Udskiftning af vinduer" og "Tagvinduer"	
1. sal glasset er termoglas og vinduernes tilstand er god eller middel	☐	☐	☐	☐	☐	Hvis "god" eller "middel"	Energiløsning Udskiftning af termoruder	

Levetider på vinduer

Vinduer ca. levetider	ca.
Vinduer	
Fyrretræ med termoruder	30 år
Træ-aluvinduer	60 år
Hårdt træ (maghoni eller teak)	50 år
Plastvinduer	50 år
Tætningslister	16 år
Beslag	25 år
Ruder	25 år
Fugestrimler	20 år
Elastiske fuger	15 år

Tage samlede ca. levetider	
Taghældning 25-34 grader - koldt spidsloft undertag Bane MH	
Teglbelægning	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	45 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	45 år
Falstagsten	50 år
Betonbelægning	
Falstagsten	50 år
Fibercement (uden asbest)	
Diagonalskifer	25 år
Skiferplader	25 år
Bølgeplader	25 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år
Tegl	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	50 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	50 år
Falstagsten	50 år
Beton	
Falstagsten	50 år
Fibercement	
Diagonalskifer	30 år
Skiferplader	30 år
Bølgeplader	30 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år

7. Tekniske installationer

Selvom de tekniske installationer ikke er byggefagets fagområde, bør man have et vist kendskab til dem for at kunne informere kunden om de mest rentable energibesparelser. Kunden ser huset som en helhed, og man må forvente, at der kan komme spørgsmål om stort set alt, der vedrører huset - også de tekniske installationer. Skulle en anbefaling til energibesparelser også omfatte varmeanlægget, har byggefagmanden cementeret sin rolle som pålidelig "energihåndværker". Det kan derfor være en stor fordel for eget salg i længden, hvis man kan anbefale et installationsfirma til kunden.

I det følgende gennemgås de mest udbredte varmforsyningsanlæg samt muligheder for udskiftning til mere effektive anlæg samt vedvarende energianlæg.

Klimaskærmen holder vind, væde og kulde eller varme ude. Det er imidlertid nødvendigt at tilføre varme en stor del af året for at opretholde varmebalancen i de allerfleste bygninger i Danmark.

Dertil bruges varmeanlægget, som typisk anvender, olie, gas, fjernvarme eller varmepumpe.

Der er meget ofte store energibesparelser at hente på renovering eller udskiftning af varmeanlæg. Som regel tjener indsatsen sig her ofte hurtigere hjem end på klimaskærmen, naturligvis afhængig af hvor velisoleret klimaskærmen er. Energimærkerne på danske bygninger viser, at der i gennemsnit kan spares 13 % af varmeregningen ved at renovere varmeanlægget. Disse investeringer tjener sig hjem på i gennemsnit 6 år.

Videncenter for energibesparelser i bygninger udarbejder energiløsninger for optimering af varmeinstallationer. I dette afsnit gennemgås bl.a. disse løsninger.

Nuværende energiløsninger, tekniske installationer:

- Udskiftning af oliekedel
- Udskiftning af gaskedel
- Konvertering til jordvarmeanlæg
- Konvertering til luft-vand varmepumpeanlæg
- Konvertering til fjernvarme
- Konvertering til gas
- Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning
- Solvarme til brugsvand og opvarmning
- Ventilationsanlæg med varmegenvinding
- Efterisolering af rør
- Udskiftning/Styring af cirkulationspumpe

Et udpluk af energiløsningerne findes i klassesæt. Alle energiløsninger ligger på

www.byggeriogenenergi.dk

Løsningerne er baseret på anlæg til enfamiliehuse, men principperne gælder i mange tilfælde også for andre boligejendomme med større anlæg.

7.1 Olie- og gaskedler (se også energiløsning for udskiftning af oliekedel i klasse-sæt – eller www.byggeriogenergi.dk)

Størstedelen af danske husholdninger forsynes fra helt traditionelle varmeanlæg, der bruger fossile brændsler, og som udnytter brændslerne mere eller mindre effektivt. Der er f.eks. stor forskel på effektiviteten på en gammel støbejernoliekedel og en ny kondenserende gaskedel. En ny kondenserende gaskedel kan udnytte energien meget bedre end en gammel støbejernoliekedel – og CO₂-udslippet kan være under det halve, bl.a. fordi gas udleder mindre CO₂ pr. kWh end olie. En kondenserende kedel kan udnytte varmen i røggasserne, men det kræver at røgen afkøles så godt, at røggasserne kondenserer.

Der findes også kondenserende oliekedler, og hvis forholdene tillader det kan man installere sådan en kedel i en udskiftningssituation. I energiløsningen for udskiftning af oliekedel kan man se, hvad der kræves for, at der kan installeres kondenserende oliekedel. Ifølge bygningsreglementet BR 10 er det kun tilladt at installere kondenserende kedler.

Der findes omkring 300.000 oliekedler i Danmark, og deraf vurderes at over 100.000 bør udskiftes. Der bliver kun udskiftet omkring 5.000 kedler årligt – og det skønnes at omkring halvdelen af de kedler, der installeres ikke lever op til bygningsreglementets krav.



Kondenserende kedler

Kondenserende kedler udnytter røggassens vanddampindhold.

Kedelvirkningsgraden skal være mindst 98 % ved dellast og 93 % ved fuldlast ifølge bygningsreglementet.

I kondenserende kedler bliver røggassen afkølet så meget, at den kondenserer og afgiver den frigjorte varme til kedelvandet. Røggastemperaturen ligger dermed kun lidt over det vand, der kommer retur fra radiatorerne/varmtvands-beholderen. Den anvendte energi udnyttes således næsten fuldstændigt.

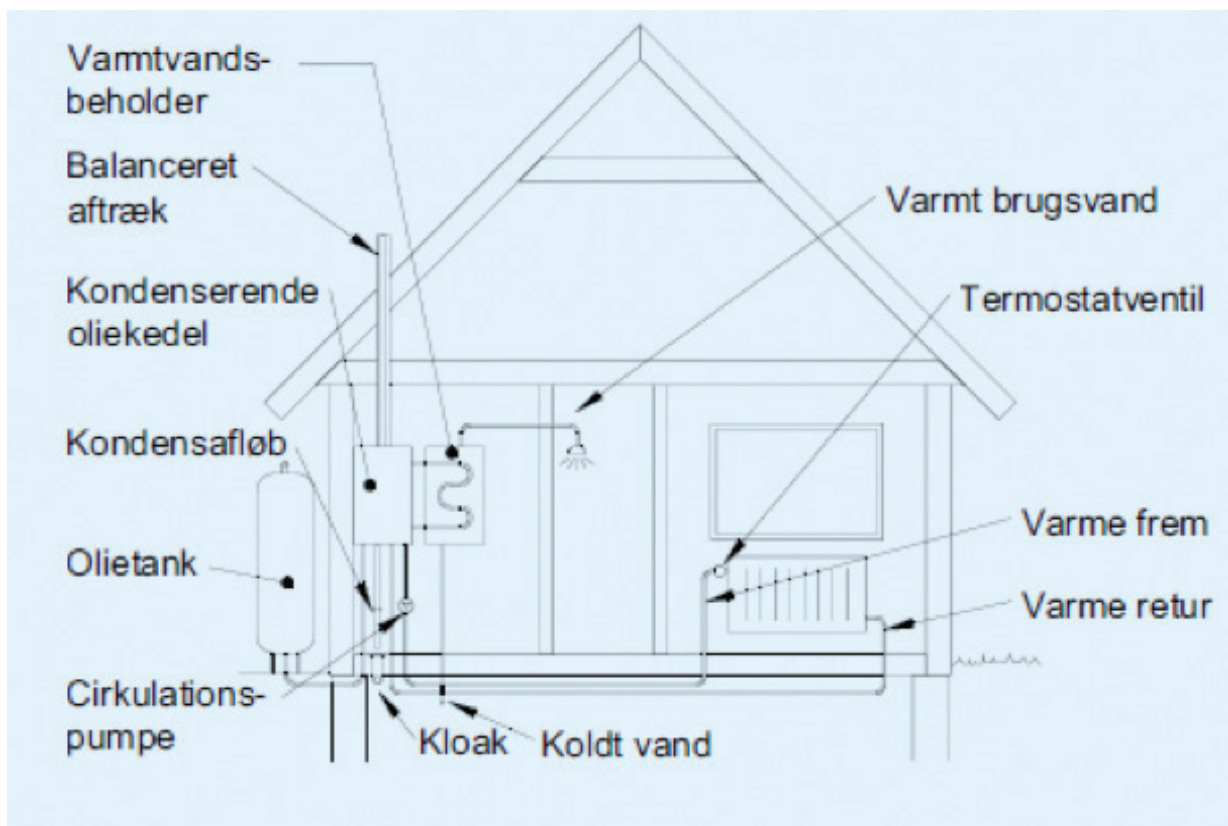
Denne kedeltype kræver en tilstrækkelig lav temperatur i returvandet - typisk 45-47 °C - for at kondenseringen vil ske. Der dannes noget kondensvand og der skal derfor være et velegnet afløb for det.



Udskiftning af oliekedel

I huse med ældre oliekedler bør det først undersøges, om det er muligt at skifte til vedvarende energi, gasfyr eller fjernvarme. Er det ikke tilfældet, bør kedlen erstattes af en moderne kondenserende oliekedel. Det er oftest en god ide at udskifte en oliekedel, der er over 15 år gammel.

Energiløsning for udskiftning af oliekedler, som bringes bagest i dette kapitel, anviser besparelspotentialer mm. Nedenstående er uddrag fra denne løsning.

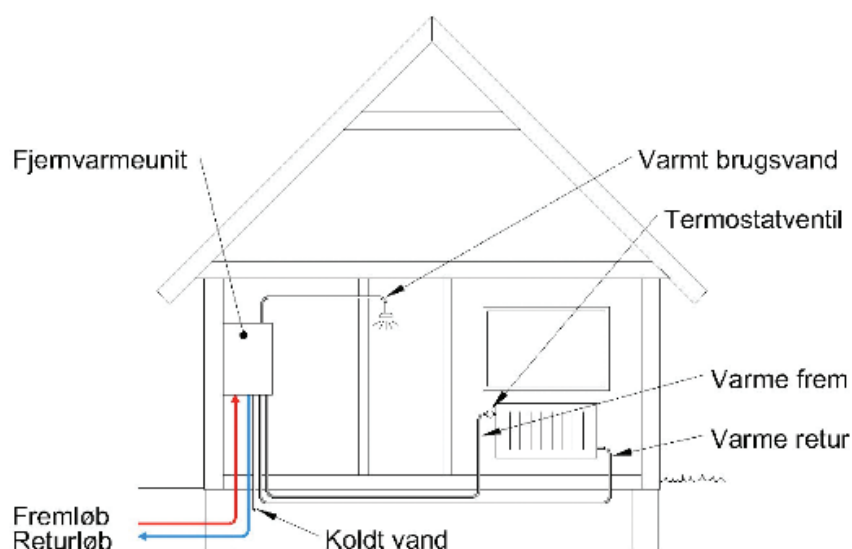


Energibesparelse

Nedenstående viser størrelsesordenen af den energibesparelse, der kan opnås ved udskiftning af forskellige typer ældre oliekedler til A-mærkede kondenserende oliekedler

Eksisterende opvarmningsform	Ny kondenserende oliekedel				
	Isolering	Byggeår			
		1930 - 1959	1960 - 1979	1980 - 1999	2000 - 2005
		Gulv: ca. 50 mm Hulmur: Ingen Loft: ca. 30 mm	Gulv: ca. 50 mm Hulmur: ca. 75 mm Loft: ca. 100 mm	Gulv: ca. 150 mm Hulmur: ca. 100 mm Loft: ca. 200 mm	Gulv: ca. 200 mm Hulmur: ca. 125 mm Loft: ca. 250 mm
	Vinduer	Forsats/koblet	Termoruder	Termoruder	Energiruder
Oliekedel før 1977	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	11.000	10.800	10.100	8.000
	140	11.700	11.100	10.300	8.000
	180	12.400	11.600	10.500	8.100
Oliekedel efter 1977	100	4.400	4.200	3.700	2.900
	140	4.900	4.500	3.800	2.900
	180	5.400	4.800	4.000	3.000
	100	2.700	2.600	2.200	1.700
Oliekedel efter 1991	140	3.000	2.700	2.300	1.800
	180	3.300	3.000	2.500	1.800

7.2 Fjernvarme



Med mere end 1,5 mio. boliger tilsluttet fjernvarme er det mere end 60 % af samtlige boliger i Danmark, der opvarmes med fjernvarme.

95 % af al fjernvarme baseres på spildvarme fra kraftvarmeproduktion, overskudsvarme fra affaldsforbrænding og fremstillingsvirksomheder samt biobrændsler. Mindre end 5 % produceres af fossile brændsler som kul, olie og naturgas.

CO₂-udslippet ved fjernvarme sættes som et gennemsnit på landsplan, for tiden er den 0,137 kg/kWh, altså under det halve af værdien for opvarmning med oliefyr.

Nedenfor ses, hvilke typer fjernvarmeanlæg, der typisk anvendes:

- Direkte anlæg med opblanding, blandesløjfeanlæg
- Indirekte anlæg, veksler

Direkte anlæg med opblanding – blandesløjfe

I et direkte anlæg med blandesløjfe cirkulerer fjernvarmevandet direkte i varmeinstallationen via en blandesløjfe, hvor fjernvarmevandet blandes op med returvandet fra radiatorerne. Blandesløjfeanlæg er egnet til alle anlæg og giver god mulighed for central regulering med en termostatisk ventil eller et reguleringsanlæg med motorstyring.



Indirekte anlæg – veksler

I et indirekte anlæg, som er egnet til alle anlæg, er fjernvarmevandet fysisk adskilt fra ejendommens lokale varmeanlæg ved en varmeveksler. Husets lokale varmeanlæg har sit eget kredsløb med cirkulationspumpe, sikkerheds- og ekspansionssystem.

Centralvarmereguleringen foregår ved central temperaturregulering, som kan kombineres med regulering på radiatorventilerne. Nedenstående foto viser en fjernvarmeinstallation til et énfamiliehus.



Nedenstående tabel viser størrelsesordenen af den energibesparelse, der kan opnås ved udskiftning af forskellige typer ældre oliekedler til fjernvarme.

Eksisterende opvarmningsform	Fjernvarme				
	Isolering Vinduer	Byggeår			
		1930 - 1959	1960 - 1979	1980 - 1999	2000 - 2005
		Gulv: ca. 50 mm Hulmur: Ingen Loft: ca. 30 mm Forsats/koblet	Gulv: ca. 50 mm Hulmur: ca. 75 mm Loft: ca. 100 mm Termoruder	Gulv: ca. 150 mm Hulmur: ca. 100 mm Loft: ca. 200 mm Termoruder	Gulv: ca. 200 mm Hulmur: ca. 125 mm Loft: ca. 250 mm Energiruder
Oliekedel før 1977	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	12.100	11.700	10.600	8.300
	140	13.100	12.200	10.900	8.400
	180	14.100	13.000	11.300	8.600
Oliekedel efter 1977	100	5.500	5.100	4.300	3.300
	140	6.300	5.600	4.500	3.300
	180	7.200	6.200	4.800	3.500
Oliekedel efter 1995	100	3.800	3.500	2.800	2.100
	140	4.400	3.900	3.000	2.200
	180	5.100	4.400	3.300	2.300

Se fjernvarmeløsning på www.byggeriogenergi.dk

7.3 Varmepumper

Varmepumper

Gennem varmepumper kan den vedvarende energi i jorden eller luften udnyttes, idet varmepumpen bringer energien fra jorden op på et temperaturniveau, som kan udnyttes i varmeanlægget. Varmepumpen drives af elektricitet, men den leverer 2-5 gange mere energi til varmeanlægget, end den bruger. Et jordvarmeanlæg er mest effektivt, men det kræver også en større investering end et anlæg, der henter energi fra luften, og det kræver selvfølgelig, at der er jord til rådighed til at nedlægge jordslangerne i.

Nedenfor ses, hvilke typer varmepumper, der anvendes:

- Væske/vand-varmepumpe
- Luft/vand-varmepumpe
- Luft/luft-varmepumpe

Væske/vand varmepumpe – Se energiløsning for jordvarmeanlæg i classesæt – eller på www.byggeriogenergi.dk

Ved denne anlægstype cirkuleres en frostsikret væske (brine) i rørslinger (jordslanger af plast) nedgravet i de øverste jordlag. Nedgravningsdybden er normalt omkring 70 - 90 cm. På sin vej gennem slangen opvarmes den frostsikrede væske af energien i jorden. Den opvarmede væske føres ind i varmepumpen, hvorfra energien – via et kølekredsløb – bringes op på et temperaturniveau, der kan udnyttes i husets varmeanlæg.

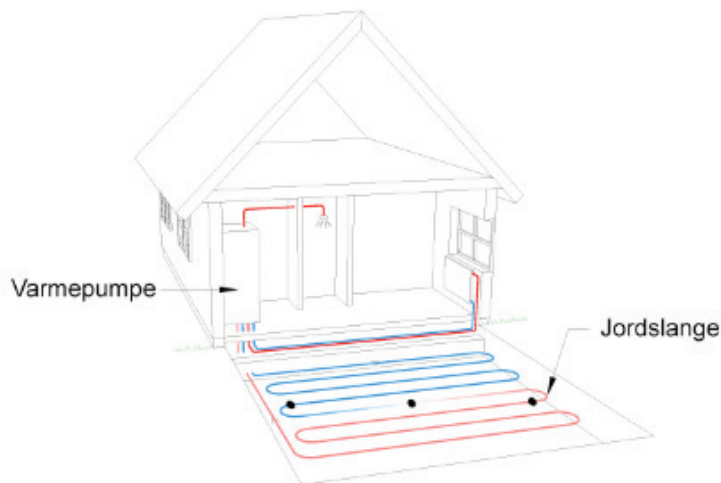
Varmepumpeanlæg er mest energieffektivt ved:

- Lavtemperaturvarmeanlæg såsom gulvvarme
- Til opvarmning af efterisolerede huse med forholdsvis store radiatorer, der tillader lave
- Fremsløbstemperaturer

Energibesparelse

		Gennemsnitlig ca. energibesparelse pr. år ved udskiftning af ældre olie- eller gaskedel til jordvarmeanlæg i et standard parcelhus på 130 m ² .		
	Kedeltype	Før energiforbrug olie/gas [kWh]	Elforbrug til varmepumpeanlæg [kWh]	Besparelse ved opvarmning med varmepumpe [kWh]
Olie	Kedelunit i støbe- og pladejern fra efter 1977	25.000	5.420	19.580
Olie	Støbe- og pladejernskedel fra 1977 eller tidligere (ikke efterisolerede)	34.000	5.420	28.580
Gas	Traditionel åben gaskedel	27.000	5.420	21.480
Gas	Traditionel lukket gaskedel	24.000	5.420	18.580

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
Spændet viser forskellen på nye og ældre kedler.



Varmepumpeanlæg er mest energieffektivt ved:

- Lavtemperaturvarmeanlæg såsom gulvvarme
- Til opvarmning af efterisolerede huse med forholdsvis store radiatorer, der tillader lave
- Fremsløbstemperaturer

- Oplagt til huse med centralvarmesystem, gerne gulvvarme. Og hvor der er plads til jordslanger
- Varmepumpen placeres typisk indendørs eller i fyrrum
- Dækker typisk 95-100 % af husets samlede varmebehov, inkl. Varmt brugsvand
- Spiller fint sammen med andre varmekilder som solvarme, gas og oliefyr
- Fordele: høj virkningsgrad, dækker normalt hele husets varmebehov, kompakte anlæg
- Ulemper: jordareal nødvendigt, dyr installation (4 x luft/luft og 2 x luft/vand), kræver godkendelse (jordslangen)

Luft/vand varmepumpe

Denne anlægstype er meget almindelig, specielt i lande med moderate vintertemperaturer. I Danmark er anlægget blevet meget almindeligt i huse med relativt lavt varmebehov.

I andre bygninger bør anlægget dimensioneres efter at kunne køre i hovedparten af fyrings-sæsonen og suppleres med anden opvarmningsform. En luft/vand varmepumpe opsamler energien i luften udenfor. Varmen kan herefter benyttes både til opvarmning af boligen og til opvarmning af brugsvand, fx til opvask og bad. Det varme vand kan tilkobles boligens centralvarmesystem og bruges som gulv- eller radiatorvarme.

- Oplagt til hus med centralvarmesystem og hvor der ikke er et stort jordareal til slanger
- Varmepumpen opstilles udendørs, og der føres to rør ind til centralvarmeanlægget og brugsvandsbeholderen
- Dækker typisk 90-100 % af husets samlede varmebehov inkl. varmt brugsvand
- Markedet er stigende i Danmark
- Spiller fint sammen med andre varmekilder, solvarme, olie og gasfyr
- Fordele: Middel installationsomkostninger, nemme at installere og kræver ikke jordareal
- Ulemper: Dårligere virkningsgrad end jordvarmeanlæg, afrimning nødvendig



Eksisterende opvarmningsform	Ny luft-vandvarmepumpe				
	Isolering	Byggeår			
		1930 - 1959	1960 - 1979	1980 - 1999	2000 - 2005
		Gulv: ca. 50 mm Hulmur: Ingen Loft: ca. 30 mm	Gulv: ca. 50 mm Hulmur: ca. 75 mm Loft: ca. 100 mm	Gulv: ca. 150 mm Hulmur: ca. 100 mm Loft: ca. 200 mm	Gulv: ca. 200 mm Hulmur: ca. 125 mm Loft: ca. 250 mm
	Vinduer	Forsats/koblet	Termoruder	Termoruder	Energiruder
Oliekedel før 1977	Areal m ²	Energibesparelse 1 kWh/år			
	100	26.000	23.700	17.900	13.400
	140	31.800	26.900	19.500	13.700
	180	37.500	31.200	21.800	15.000
Oliekedel efter 1977	100	19.400	17.100	11.500	8.300
	140	24.900	20.200	13.100	8.600
	180	30.500	24.400	15.300	9.800
Gaskedel åben forbrænding	100	20.300	18.000	12.200	8.900
	140	26.000	21.200	13.900	9.200
	180	31.700	25.500	16.200	10.400
Gaskedel lukket forbrænding	100	17.800	15.600	10.200	7.300
	140	23.200	18.700	11.800	7.600
	180	28.700	22.800	13.900	8.800

Luft/luft varmepumpe

Ved denne anlægstype optages varmen fra udeluften og afgives i en varmeblade, der kan være placeret i et luftbaseret kanalsystem (ventilationssystem) eller direkte i rummet med designet varmeafgiver. Denne anlægstype er som antydnet begrænset til rumopvarmning med cirkuleret luft evt. kombineret med et ønsket friskluftskifte. Varmekilden kan også være afkastluft fra bygningen, der ønskes opvarmet

- Oplagt til boliger med elvarme, eller hvor der ikke er vandbåret centralvarmesystem
- Installeret typisk som en splitunit med én udedel og én eller flere indedele (reversibel)
- Dækker typisk kun 60-80 % af husets samlede varmebehov
- Kan også dække over begrebet "boligventilationsvarmepumpe"
- Spiller fint sammen med solvarme/luftsolfangere, men også andre varmekilder. Dog skal man være opmærksom på at sætte temperatur, sætpunkter rigtigt i forhold til hinanden.
- Fordele: Lave installationsomkostninger, nemme at installere og kræver ikke jordareal
- Ulemper: Dårligere virkningsgrad end luft/vand og jordvarmeanlæg, afrimning nødvendig.



7.4 Solvarme

Solvarme er oplagt til varmt brugsvand i husstande, hvor der er relativt stort brugsvandsforbrug (også om sommeren) og hvor der er olie, gaskedel eller elvarme. Specielt er det oplagt at etablere solvarme samtidig med udskiftning af tagbelægning eller kedel. Der findes også solvarmeanlæg, der udnytter solvarmen til suppleringsvarme til opvarmning. Specielt kan det være en idé, at lade overskudsvarme om sommeren opvarme en (fugtig) kælder.



Optimalt etableres der 1-1,5 m² solfanger pr. person i boligen, dvs. et typisk familie-anlæg til opvarmning af brugsvand er på 4-6 m². Der benyttes ca. 50 liter varmtvandsbeholder pr. m² solfanger. Dvs. en såkaldt solvarmebeholder er på typisk 200-300 liter.

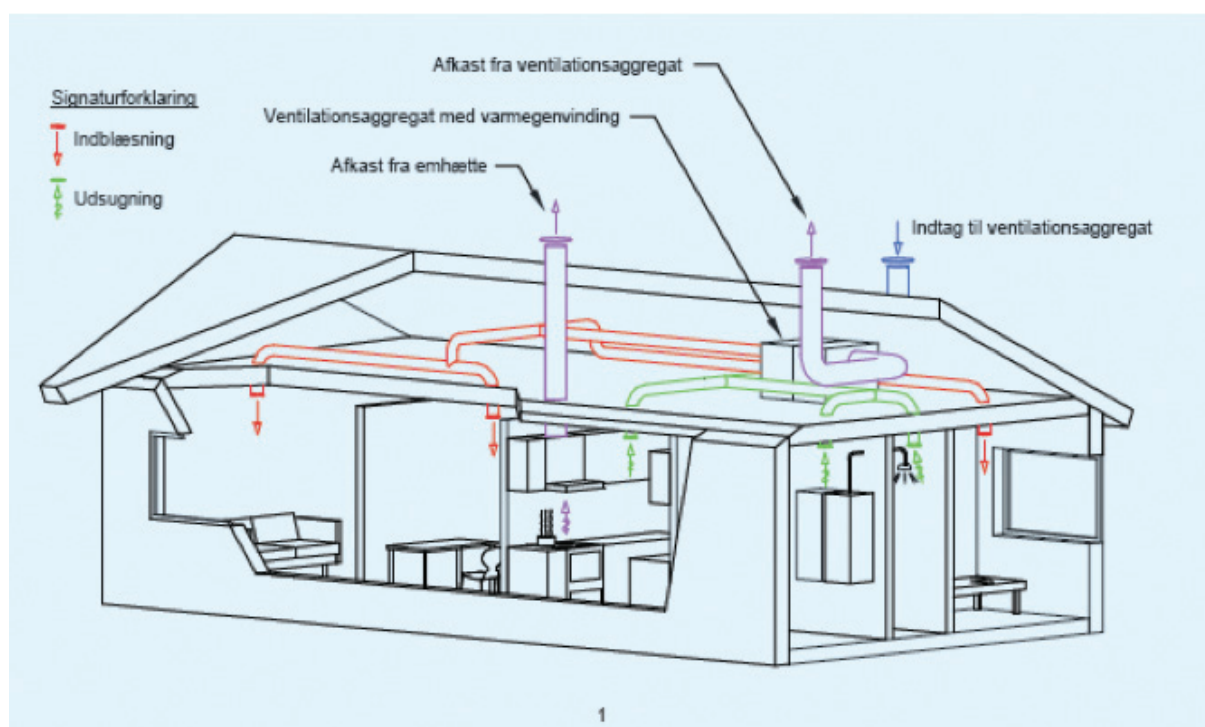
Solvarmeanlægget leverer fra omkring 500-800 kWh pr. kvadratmeter, afhængigt af, hvilken varmeform det supplerer. Hvis solvarmeanlægget supplerer en gammel oliekedel med et stort varmetab, vil der nemlig være en stor besparelse ved at kunne slukke for kedlen om sommeren, når den er tændt blot for at producere varmt brugsvand. Det må dog altid anbefales at udskifte en gammel kedel – enten til en ny effektiv kedel, eller en anden opvarmingsform, fx fjernvarme eller varmepumpe.

Solvarmeanlægget leverer varmt vand gennem en varmeveksler i bunden af varmtvandsbeholderen. Gennem en spiral øverst i beholderen kan der suppleres med opvarmning fra det eksisterende fyr.

7.6. Ventilationsanlæg med varmegenvinding

Hvis huset er relativt nyt, velisoleret og tæt eller hvis huset er efterisoleret og tætnet grundigt, så anbefales det at installere ventilation med varmegenvinding. Det skal dimensioneres til et luftskifte på 0,35 l/s pr. m² svarende til bygningsreglementets krav om, at luften i huset udskiftes hver anden time.

Der bør stilles særlige krav til virkningsgraden for varmegenvindingen, se energiløsningen Ventilationsanlæg med varmegenvinding (kap. 8), hvorfra nedenstående er uddraget:



Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energibesparelse ved installation af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 SFP 1.000 J/m ³ Mekanisk ventilation med modstrømsvarmeveksler	Laveenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³ Mekanisk ventilation med modstrømsvarmeveksler
Naturlig ventilation	100	3.640	3.868
	140	5.720	6.078
	180	6.240	6.630

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energitillæg til el til drift af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Laveenergi: VGV = 80 % SFP 1.000 J/m ³	Laveenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation	100	307	245
	140	482	385
	180	526	420

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m ² forsynes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding med modstrømsvarmeveksler. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 80 % og en SFP på 1000 J/m ³ . Huset er et standard et-plans parcelhus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Naturgaspris: 8 kr. pr. m ³ Elpris: 2 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Gasforbrug til opvarmning af den udluftede luft Elforbrug til drift af ventilationsanlæg Besparelse	5.720 kWh/år 482 kWh 5.720 kWh/år - 482 kWh/år =	5.720 kWh 482 kWh 5.238 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas Besparelse gas Omkostninger el til drift af ventilationsanlæg Besparelse	5.720 kWh/år / 10 kWh/m ³ = 8 kr./m ³ x 572 m ³ = 2 kr./kWh x 482 kWh = 4.576 kr. - 964 kr. =	572 m ³ 4.576 kr. 964 kr. 3.612 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas CO ₂ -tillæg el CO ₂ -besparelse	0,205 kg/kWh x 5.720 kWh = 0,567 kg/kWh x 482 kWh = 1.173 kg - 273 kg =	1.173 kg 273 kg 900 kg

7.7 Belysning og andre elforbrugende apparater

Om en lyskilde er energirigtig, afhænger af dens energieffektivitet, dvs. af hvor meget lys den giver i forhold til energiforbruget. I hjemmet bruger vi typisk glødepærer, halogenpærer, sparepærer og forskellige typer lysstofrør. Mens gløde- og halogenpærer giver meget lidt lys i forhold til energiforbruget, er sparepærer og lysstofrør med elektronisk forkobling langt mere energieffektive og giver meget lys i forhold til deres energiforbrug. Ved at anvende sparepærer og lysstofrør i stedet for gløde- og halogenpærer, spares mellem 30 og 80 % af elforbruget.

Der findes megen ueffektiv belysning på skoler, kontorer – men også i private husholdninger. Og lys, der er tændt, når der ikke er brug for det.

Glødepærerne er ganske vist under udfasning, men også på andre lyskilder – fx lysstofrør er der meget at hente. Ofte kan et gammelt armatur med to rør udskiftes med et nyt effektivt armatur med et enkelt rør med højfrekvent elektronisk forkobling. Energiforbruget mere end halveres, og lyset bliver bedre. I et klasseværelse kan man ofte reducere den installerede effekt fra 20 W/m² til 6 W/m² – uden at det går ud over lyskvaliteten.

Som bekendt er der to måder at spare på elektriciteten på: Den ene er at skrue ned for effekten, den anden er at skrue ned for driftstiden. Der kan således være store besparelser ved at etablere enten bevægelsesmelder og/eller dagslysføler i forbindelse med belysningsanlæg på f.eks. skoler.

Prøv gennem samtaler med elever og lærere at få et overblik over, hvor mange timer lyset er unødvendigt tændt. Så kan I hurtigt regne ud, hvor meget, der kan spares.

Stand-by forbrug

Stand-by forbrug til pc, video/dvd, tv, digitalbokse, playstations m.m. udgør et stigende stand-by forbrug i takt med at hjemmene får flere og flere af disse apparater. Det bedste råd er at slukke på kontakten, når apparaterne ikke bruges.

Cirkulationspumper

Det anbefales at udnytte termostat- og urstyring på eksisterende cirkulationspumper, så elforbruget til pumpen bliver så lavt som muligt.

En cirkulationspumpe bør altid være med termostat- og urstyring.

Termostatstyringen bør forhindre, at det tager flere minutter, før det varme vand kommer til tapstederne. Ventetiden er ikke kun et irritationsmoment for beboerne. Det medfører også et stort vandspild. Termostatstyringen stopper også pumpen, når den ønskede temperatur på det vand, der kommer retur til varmtvandsbeholderen, er nået.

Tidsstyringen gør det muligt at vælge præcis de tidspunkter på døgnet, hvor der er behov for det varme vand. Typisk kan tidsstyringen afbryde pumpen om natten, hvor der normalt ikke er brug for cirkulation af varmt brugsvand.

7.8 Dele i varmeanlægget

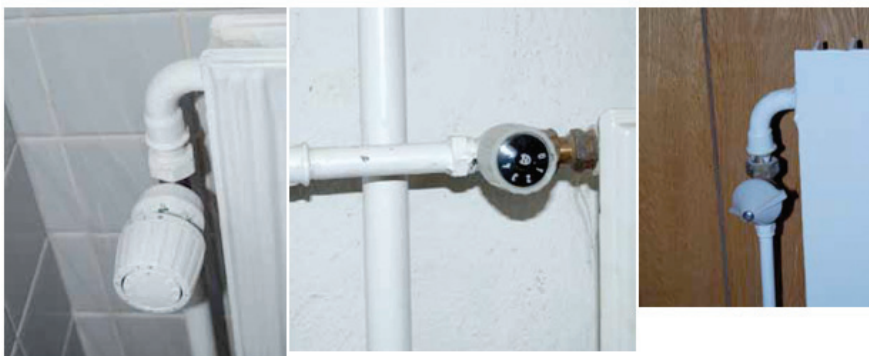
Radiatortermostatventiler

Det anbefales at montere termostatventiler på alle radiatorerne i huset, og at der efterfølgende foretages en systematisk indregulering af radiatoranlægget. På **www.byggeriogenergi.dk** findes en "Guide for indregulering af varmeanlæg" til brug for installatører. Radiatortermostatventilerne har den fordel, at de reagerer på gratis varme – i form af fx sollys, og lukker for ventilen, når der er varmt nok i rummet – uanset udetemperatur. En reduktion af rumtemperaturen på 1°C giver som tommelfingerregel en besparelse på 3-5 % af det årlige energiforbrug til rumopvarmning.

Varmeforbruget til rumopvarmning kan reduceres ca. 5 % ved anvendelse af termostatstyrede radiatorventiler. I huse opvarmet med fjernvarme opnås endvidere en afkølingsmæssig forbedring.

På 2-strengsanlæg anbefales det at udskifte manuelle radiatorventiler til termostatventiler med forindstilling. Endvidere anbefales det at montere termostatventiler med forindstilling på radiatorer, hvor der i forvejen er monteret returventiler (returventilerne bevares). Endelig anbefales det, at termostatventiler uden forindstilling udskiftes til termostatventiler med forindstilling. Denne udskiftning bør dog kun foretages i forbindelse med en større renovering af varmeanlægget. Det giver mulighed for senere at ændre forindstillingen, hvis husets varmebehov reduceres, f.eks. når der efterisoleres eller skiftes vinduer.

På 1-strengsanlæg anbefales de samme tiltag. Termostatventiler fås dog ikke med mulighed for forindstilling.



I nedenstående tabel ses energibesparelser ved udskiftning af radiatorventiler.

Eksisterende forhold	Energibesparelse i kWh pr. ventil	
	Termostatventiler med forindstilling	Termostatventiler uden forindstilling
Manuelle ventiler	99	99
Returventiler	99	99
Termostatventiler uden forindstilling	0	

Se energiløsning for radiatorventiler på **www.byggeriogenergi.dk** eller i kapitel 8.

Varmtvandsbeholder

Beholdertemperaturen bør af hensyn til kalkdannelse være maks. 55 °C, men for at undgå bakteriedannelse skal temperaturen være over 50 °C. Ved dårligt isolerede beholdere er der stort varmetab. I et énfamiliehus kan der typisk spares 1.000 kWh om året ved at skifte en ældre beholder til en ny beholder. Hvis det er muligt at etablere veksler, så er besparelsen omkring 1.400 kWh årligt.

Brugsvandscirkulation

Specielt på kontorbygninger kan tabet til cirkulationsledninger udgøre en meget stor del af brugsvandsforbruget, idet der fx er cirkulation til en yderligt placeret håndvask, som ikke bruges meget. Her kunne det være en løsning at etablere en decentral varmforsyning til brugsvandet.

Når toiletter og baderum ikke anvendes fx uden for kontortid eller besøgstid, kan cirkulationen af varmt vand stoppes. Herved spares både på varme og cirkulationspumpe.

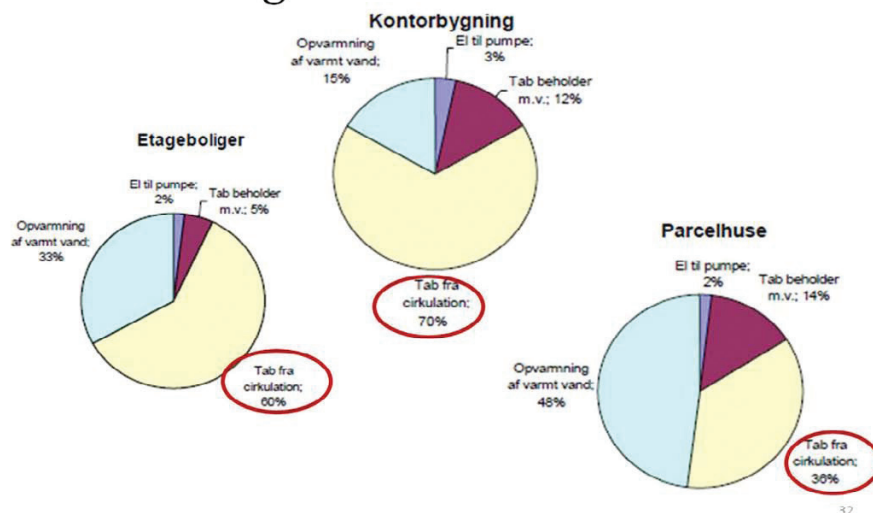
Men også i en-familiehuse kan der være besparelser ved styring af cirkulationspumpe til varmt brugsvand.

Energibesparelse

Der kan opnås en besparelse på elregningen ved at udskifte pumpen eller blot ved at udnytte funktionerne i den eksisterende pumpe korrekt, hvis den har termostat- og urstyring.

Eksisterende driftstid	Ny driftstid	
	Energibesparelse i kWh pr. år	
Pumpe kører 24 timer pr. døgn	Pumpe kører 16 timer pr. døgn (fra kl. 6-22)	Pumpe kører 8 timer pr. døgn (fra kl. 6-8 og igen kl. 16-22)
	73	146

Varmt brugsvand – cirkulationstab



Udskiftning af cirkulationspumpe til varmeanlæg

Der kan i mange tilfælde spares energi på at udskifte husets cirkulationspumpe. I de tilfælde, hvor det varme vand i varmeanlægget cirkuleres med en traditionel trinreguleret cirkulationspumpe, vil det være relevant at skifte til en trinløs regulerbar A-mærket cirkulationspumpe.

Energibesparelse

Der kan opnås en besparelse på elregningen ved at udskifte pumpen eller blot ved at udnytte funktionerne i den eksisterende pumpe korrekt, hvis den har termostat- og urstyring.

Eksisterende driftstid	Ny driftstid	
	Energibesparelse i kWh pr. år	
Pumpe kører 24 timer pr. døgn	Pumpe kører 16 timer pr. døgn (fra kl. 6-22)	Pumpe kører 8 timer pr. døgn (fra kl. 6-8 og igen kl. 16-22)
	73	146

Udetemperaturen styrer

Fremløbstemperaturen fra varmeanlægget er vigtig for energiforbruget og komforten i huset. Ved at etablere udetemperaturkompensering, undgås unødvendige høje varmetab. I et almindeligt parcelhus fra 1970 på 140 m² spares der omkring 800 kWh årligt ved etablering af udekompensering.

Typiske energibesparelser ved andre tiltag

Varmeinstallationer	Energibesparelser
Udskiftninger	Årlig varmebesparelse
Udskift manuelle radiatorventiler til termostater med forindstilling	100 kWh pr år pr. ventil
Udskift varmebeholder til ny beholder	1.000 kWh pr. år.
Udskift varmebeholder til ny varmeveksler (fjernvarme)	1.400 kWh pr. år.
Udskiftning af eksisterende brugsvandsveksler (fjernvarme)	350 kWh pr. år.
Teknisk isolering	Årlig varmebesparelse
Isolering af uisolerede varmerør	175 kWh pr. år pr. løbende meter
Isolering af uisoleret fjernvarmeveksler med 20 mm isoleringsmateriale	2.290 kWh pr. år
Gaskedler	Årlig varmebesparelse
Kedelunit med gasblæsluftbrænder til ny kondenserende gaskedel	10.400 kWh pr. år.
Traditionel åben gaskedel til ny kondenserende gaskedel	6.410 kWh pr. år.
Traditionel lukket gaskedel til ny kondenserende gaskedel	3.230 kWh pr. år.
Serviceeftersyn	Årlig varmebesparelse
Årligt serviceeftersyn oliekedel	420 kWh pr. år.
Årligt serviceeftersyn fjernvarmeinstallation	180 kWh pr. år.
Cirkulationspumpe	Årlig elbesparelse
Udskiftning af trinreguleret cirkulationspumpe til trinløs regulerbar cirkulationspumpe	200 kWh pr. år.
Udskiftning af trinreguleret cirkulationspumpe til trinløs regulerbar "A" mærket cirkulationspumpe	280 kWh pr. år.
Hulmursisolering	Årlig varmebesparelse
Indblæst granulat i hulmur	90 kWh pr. m2 pr. år

Værdierne ovenfor er fra Energistyrelsens standardværdikatalog.

Andre tommelfingerregler for varmeoptimering:

Optimeringstema:	Energipotentiale:
Fremløbstemperatur	5 % ved <u>udekompensering</u>
Rumtemperatur	5 % pr. grad sænkning
<u>Natsænkning</u>	2,5 % generelt
Optimering af gamle villa-oliekedler	4.000-16.000 kWh

Opgave 07 Installationer



Huset er fra 1929, det er på 140 m² i alt.
Facaden ovenfor vender mod nord.
Huset bebos af 2 voksne og 3 børn.
Det er renoveret energimæssigt i 1975.
Der er 1.500 m² græsplæne.
Huset har et gammelt støbejernsoliefyr fra 1975.
Olieforbruget er på 4.200 liter årligt.

Opgaver:

- 1) Omregn olieforbruget til kWh/m²
- 2) Er olieforbruget "stort" for dette hus?
- 3) Hvad vil I forslå at udskifte oliefyret til?
- 4) Hvad bliver besparelsen?

Hjælp: Benyt energiløsninger i dette afsnit eller i afsnit 8 samt skema for varmekonsum – nøgletal på næste side.

Bagefter kan vi drøfte: Hvad ville I foreslå kunden at gøre, før han/hun udskifter oliefyret?

Totalt varmekonsum nøgletal

Varmeforbrug, incl. varmt brugsvand			
Byggeår	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	165
1940 - 1949	310	280	160
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

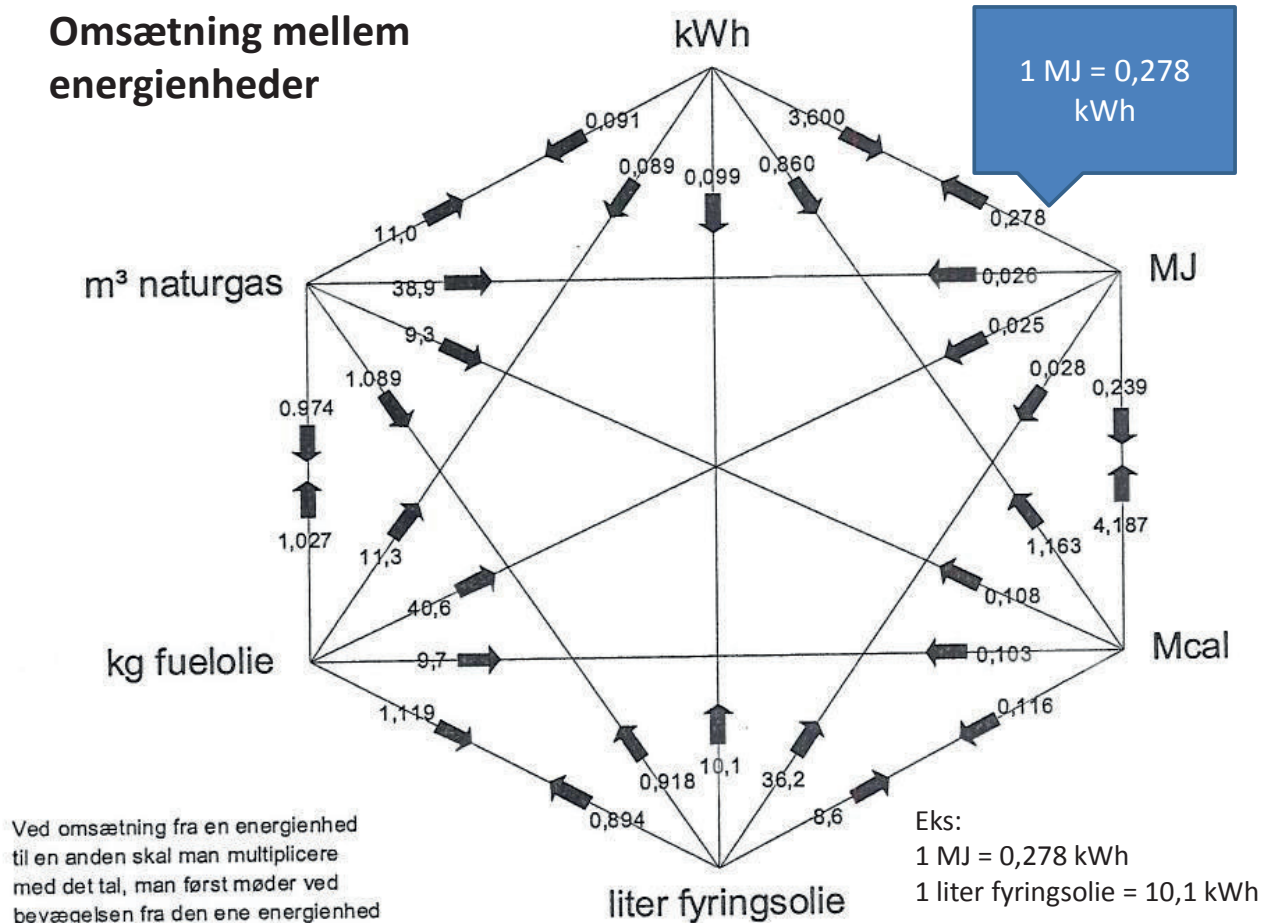
Udregning af husets energinøgletal

Skriv det oplyste areal og forbrug i skemaet

A, Opvarmning areal (m ²)	
B, Olieforbrug (liter pr. år)	
F, Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	
G, Energinøgletal for opvarmning kWh/m ²	

1 liter olie svarer til 10 kWh, 1 m³ gas svarer til 11 kWh
1MWh = 1000 kWh

Omsætning mellem energienheder



Kapitel 8.

Energiløsninger:

WWW. ENERGIOGBYGGERI.DK



TLF: 72 20 22 55

www.energiogbyggeri.dk

Go'Energi



Læs mere om den store
energiparcelcampagne [her](#)

 TAG & LOFT Find anbefalinger til energiforbedringer af tag og loft her >>	 VENTILATION & TÆTNING Find anbefalinger til ventilation og tætning her >>	 FACADE Find anbefalinger til energiforbedringer af ydervægge, vinduer og ruder her >>
 VARME-INSTALLATION Find anbefalinger til energiforbedringer af varmeinstallationer her >>	 GULV & FUNDAMENT Find anbefalinger til energiforbedringer af gulv og fundament her >>	 BESPARELSES-BEREGNER Beregn energibesparelser og se effekten af at energirenovere et parcelhus her >>

Her vælges energiløsninger

09 Hvordan foretages energirenovering af klimaskærm?

Gennemgangen er bl.a. baseret på energiløsningerne fra Videncenter for energibesparelser i bygninger.

Hvor skal der sættes ind, og hvordan skal det gøres for at opnå energirigtige, byggetekniske og indeklimatekniske løsninger:

- Hvor og hvor meget isoleres på diverse bygningsdele (indvendig/udvendig – ovenfra/nedefra)?
 - Undgå fugtproblemer og tæthedsproblemer
- Hvor placeres dampspærre?
- Hvornår er eksisterende dampspærre brugbar?
- Hvad kan benyttes som dampspærre?
- Tæthed
 - Dampspærre
 - Gennembrydning og tætning af dampspærre
 - Tætning omkring vinduer
- Specielle problematikker omkring kælder
- Specielle problematikker omkring terrændæk
- Specielle problematikker
- Hvor skal der ventileres?



En klimaskærm holder vind og vejr ude. Dvs. den skal være tæt for vind og nedbør, men samtidig skal den give mulighed for, at den fugt, der produceres i bygningen, kan slippe væk, og den skal sikre, at fugten indefra ikke trænger ind i konstruktionen.

For at hindre fugt skal det være tørt, når man bygger, byggeriet skal udtørres, inden man indbygger fugtfølsomme materialer og inden man flytter ind, og der skal tages forbehold for opstigning af vand.

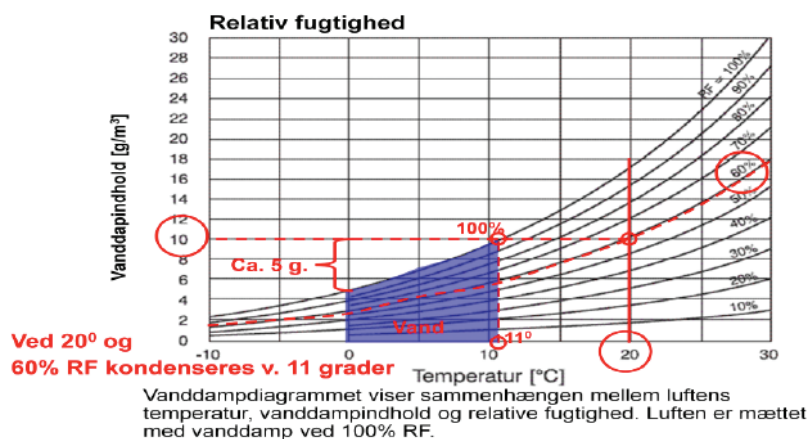
Derudover skal det sikres, at den fugt, brugerne selv producerer, fjernes. En familie producerer typisk 10 liter vand i døgnet, og hvis ikke der udluftes tilstrækkeligt – to til tre gange 5 - 10 minutter dagligt – så skal luftskiftet sikres med mekanisk ventilation.

Da man ikke kan garantere, at der foretages tilstrækkelig ventilation (naturlig eller mekanisk), skal selve konstruktionen sikres, så varm fugtig luft ikke kan trænge ind i væggene m.m. indefra, uden at den kan slippe ud igen.

Hvorfor er det nu så vigtigt?

Jo højere temperaturen er, jo mere vanddamp kan luft indeholde. Når luft afkøles kan den således ikke indeholde så meget vanddamp, og når den afkøles ned til en temperatur, der er lavere end dugpunktet, så kondenserer fugten. Hvis det sker inde i fx isolering, så vil fugten afsættes herinde.

Da der er forskel på damptrykket ude og inde, så vil luften transporteres fra et sted med højt tryk til et sted med lavere tryk: Luften diffunderer – der sker en udjævning mod samme niveau. Det vil sige, at der vil foregå en transport af luft fra varme områder til kolde områder.



Luften indeholder 10 g vand/m³, og når luften er 20 grader varm svarer det til en relativ fugtighed på 60 %. Når luften afkøles (molekylerne presses sammen) til 11 grader, så stiger den relative fugtighed til 100 %. Falder temperaturen yderligere vil der blive vandoverskud, og den vil afgive vandet. Som det ses, så afgives der 5 g vand pr. m³ hvis luften afkøles fra 11 til 0 grader.

Hvis varm fugtig luft får mulighed for at trænge ind i f.eks. isolering vil den fortættes i isoleringen, hvis der er så koldt, at fugten når dugpunktet.

Der monteres en tæt dampspærre for at forhindre, at den varme fugtige luft når ind til det sted i konstruktionen, hvor der er så koldt, at fugten kondenserer.

Det er af største betydning, at dampspærren er tæt, og at den placeres rigtigt i forhold til isoleringen.

Dampspærren skal placeres på den varme side af isoleringen, dog kan den placeres en tredjedel inde i isoleringen, uden at luften kondenserer (ved 20 graders varm luft med en relativ fugtighed på 60 %).

Hvis luften er 20 grader og har en relativ fugtighed på 70 %, så vil den fortættes allerede ved 14 grader, og i dette tilfælde bør dampspærren placeres mindre end 1/5 inde i isoleringen.

Tommelfingerreglen er dog, at dampspærren placeres mindre end en tredjedel af totaltykkelsen af isoleringen ind fra den varme side. Hvis der f.eks. ligger 100 mm i forvejen på et loft, og dampspærren lægges ovenpå, så skal der lægges minimum 200 mm isolering ovenpå for at undgå fugt. Men det er vigtigt – selvom det ikke altid er nemt – at sikre, at dampspærren bliver tæt. Utætheder som f.eks. en meters flænge, kan betyde aflejring af 1 liter vand i døgnet. Specielt hvis det lægger sig på fladt tag kan det medføre store skader, hvis det f.eks. fryser til is. I vådrum skal dampspærren placeres så tæt på indvendig side som muligt.

- Man skal også være opmærksom på, at hvis luften så har en større relativ fugtighed end 60 %, så kan det medføre fugtskader. En dampspærre skal hindre diffusion af varm luft mod koldere områder i fx ydervægge og tage. Dampspærren skal sørge for, at fugten indefra ikke kan trænge ind i konstruktionen. En dampspærres Z-værdi angiver, hvor tæt den er. En dampspærre skal have en Z-værdi, der er over 50. Den skal bestå af minimum 0,2 mm PE-folie og have en dokumentation for, at den har levetid på mindst 50 år (CE mærke).
- En dampbremse medfører en mindre reduktion af fugten end en dampspærre. Dens Z-værdi ligger mellem 10 og 50.
- En fugtspærre kan også beskytte mod kapillær opugning.

Ombygninger og andre forandringer i bygningen

Energibesparende foranstaltninger, der er rentable, skal gennemføres, forudsat de kan udføres fugtteknisk forsvarligt (7.4.1. stk. 3 i BR10)

Ved ombygning, vedligeholdelse og udskiftning skal den ombyggede bygningsdel eller komponent, der skal udskiftes, overholde bestemmelserne (U-værdierne) nedenfor (7.4.2 BR10). Vejledende anses bygningsmæssige foranstaltninger, hvor den årlige besparelse gange levetid er større end 1,33 for rentable, svarende til at investeringen tjenes hjem på 75 % af den forventede levetid. Investeringen er den ekstra udgift, der er ved at f.x. isolere. Eksempler på efterisoleringsarbejder, der normalt er rentable, findes i Bygningsreglementet bilag 6.

Løsninger, som ikke kan gennemføres fugtteknisk forsvarligt, skal ikke gennemføres. Med hensyn til fugtteknisk udførelse af isoleringsarbejder henvises til SBI-anvisning 224 samt relevante BYGerfa-blade.

Enkeltforanstaltninger ved ombygning, vedligeholdelse og udskiftning (7.4.2 i BR 10)

Energibesparelser skal gennemføres hvis ombygning eller ændringer vedrører klimaskærmen. Enkeltforanstaltningerne vedrører kun den del af klimaskærmen, der er omfattet af ændringen.

Dvs. energibesparelserne skal gennemføres, hvis der skiftes gulv, ydervægge, døre, vinduer eller tagkonstruktion uanset rentabilitet. Byggetekniske forhold kan dog indebære, at kravene ikke fuldt kan opfyldes. Den manglende ydeevne, skal så erstattes af andre energimæssige løsninger, som kompenserer herfor. (7.3.2 stk. 2).

7.4.2 stk. 2 i BR 10		
Skema over U-værdier	U-værdi W/m ² K	mm isolering
Krav til isolering af klimaskærm		
Ydervægge og kældervægge mod jord	0,20	195 - 220
Skillevægge og etageadskillelser mod rum, der er uopvarmede eller opvarmet til en temperatur, der er mere end 5 K lavere end temperaturen i det aktuelle rum.	0,40	Ca. 80
Terrændæk, kældergulve mod jord og etageadskillelser over det fri eller ventileret kryberum.	0,12	Ca. 275
Loft- og tagkonstruktioner, herunder skunkvægge, flade tage og skråvægge direkte mod tag.	0,15	250 - 300
yderdøre, porte, lemme, forsatsvinduer og ovenlyskupler.	1,65	
	<u>Linjetab</u> W/m K	
Fundamenter.	0,12	
Samling mellem ydervæg, vinduer eller yderdøre, porte og lemme.	0,03	
Samling mellem tagkonstruktion og vinduer i tag eller ovenlys.	0,10	

Ved udskiftning af gulv, ydervægge, døre, vinduer eller tagkonstruktion skal energibesparelserne gennemføres uanset rentabilitet.

Ved vedligehold og lignende er det de rentable energibesparende foranstaltninger, der skal gennemføres.

Større ombygninger og andre energimæssige forandringer (7.4.3 i BR10)

Ved større ombygninger og andre energimæssige forandringer skal klimaskærm og installation bringes i overensstemmelse med tabellen ovenfor - under forudsætning af, at de enkelte foranstaltninger hver for sig har den fornødne rentabilitet. Ombygninger, der er led i en væsentlig anvendelsesændring skal gennemføres uanset rentabilitet. Er der foretaget energimærkning af ejendommen, vil det sædvanligvis være de foranstaltninger, der fremgår af energimærkningen, der skal gennemføres.

Større ombygninger er byggearbejder, der berører mere end 25 % af klimaskærmen eller udgør mere end 25 % af seneste offentlige ejendomsvurdering med fradrag af grundværdien. I næste afsnit gennemgås energiløsningerne for isolering og placering af dampspærre for diverse bygningsdele. Se kapitel 8 for de samlede energiløsninger.

For enfamiliehuse, dobbelthuse, rækkehuse, kædehuse o.l. gælder bestemmelserne kun for bygningsdel, eller det installationsarbejde, der indgår i ombygningen eller ændringen.

I dette afsnit gennemgås hvor meget, der skal isoleres (eller efterisoleres) med, og hvor dampspærren skal placeres, hvor store energibesparelserne er, m.m. Afsnittet er baseret på energiløsningerne.

Efterisolering af lofter/tage

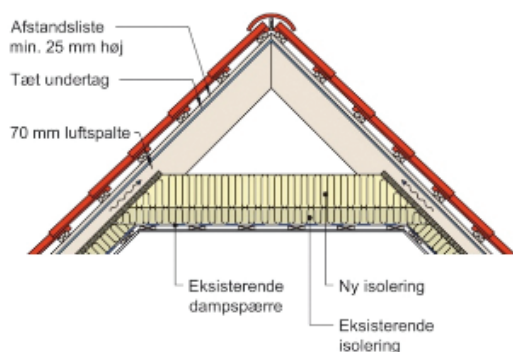
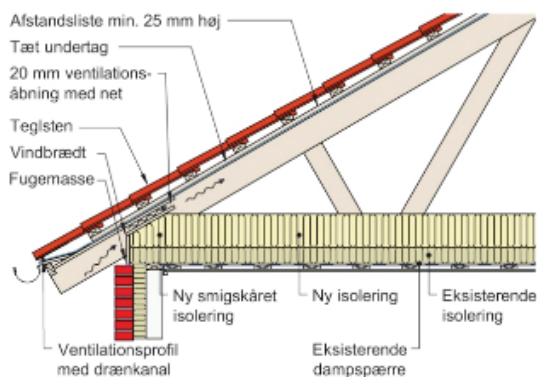
Lofter/tage kan efterisoleres og tættes ved at bruge en af nedennævnte 3 energiløsninger:

- Efterisolering af loft
- Efterisolering af fladt tag
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip
- Efterisolering af skunk.

Energiløsningerne findes i kapitel 8

Efterisolering af loft

Hvis spærkonstruktionen er gitterspær, og der er et såkaldt uudnyttet loftrum, er det relativt nemt at komme til at isolere loftet. Det gøres helt simpelt ved at lægge mere isolering ovenpå den eksisterende isolering.



Det samme kan gøres, hvis loftet er et hanebåndsloft.

Loftet bør efterisoleres, hvis det i forvejen er isoleret med mindre end 250 mm isolering. Det bør altid overvejes om, det ikke er en god ide at fremtidssikre loftet ved at vælge en lavenergiløsning, når man er i gang.

Besparelsen pr. kvadratmeter loft afhængig af den eksisterende isoleringstykkelse kan findes af skemaet herunder:

Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Hvis det er muligt, skal der etableres et vindbræt, der beskytter isolering mod gennemluftning, som nedsætter isoleringsevnen lokalt. Det er nemmest at gøre, når taget alligevel skal skiftes. Hvis taget ikke lige står for udskiftning, skæres isoleringen skråt af i samme hældning som taget. Vindbrættet eller den skrå afskæring sikrer, at frisk luft ledes op i tagrummet, så det ventileres.

Hvis den eksisterende dampspærre er tæt genbruges denne. Hvis den eksisterende dampspærre er defekt, utilstrækkelig eller mangler, skal der monteres en ny tæt dampspærre. Dampspærren kan monteres oppefra eller nedefra afhængigt af, hvorfra arbejdet udføres

Hvis arbejdet udføres nedefra, opsættes den nye tætte dampspærre under eksisterende loftsbeklædning og ny loftsbeklædning opsættes. Dampspærren tapes i samlingerne, så de bliver tætte. Tæthed mod ydervæg og skillevægge opnås ved at klemme dampspærren bag en skyggeliste med fugebånd eller fugemasse. I dette tilfælde skal det sikres, at loftudtag er lufttætte.

For at kunne placere dampspærren over loftsbeklædningen skal eksisterende isolering samt eventuelle indskudsbrædder og -ler fjernes. Dampspærren monteres mellem spærrene og føres 50 mm op ad spærside og rem. Det er vigtigt, at den er tæt og følger konstruktionen. Hvis der stikker (eller skal stikkes) søm og skruer op gennem loftsbeklædningen, lægges der først 50 mm isolering inden dampspærren monteres, således at den ikke perforeres.

Hvis der er 300 mm isolering eller mere, kan dampspærren placeres op til en tredjedel oppe i isoleringen, hvilket kan lette arbejdet, da det i mange tilfælde betyder, at den kan ligge over spærfoden, og der derfor bliver færre samlinger.

Efterisolering af fladt tag (se energiløsning i kap. 8)

Hvis huset har fladt tag kan det efterisoleres ved at lægge isolering ovenpå det eksisterende tag og lægge nyt tagpap oven på den nye isolering.

Taget bør efterisoleres, hvis det i forvejen er isoleret med mindre end 200 mm isolering. Det bør altid overvejes om, det ikke er en god ide at fremtidssikre loftet ved at vælge en lavenergiløsning, når man er i gang.

Besparelsen pr. kvadratmeter loft afhængig af den eksisterende isoleringstykkelse kan findes af skemaet herunder:

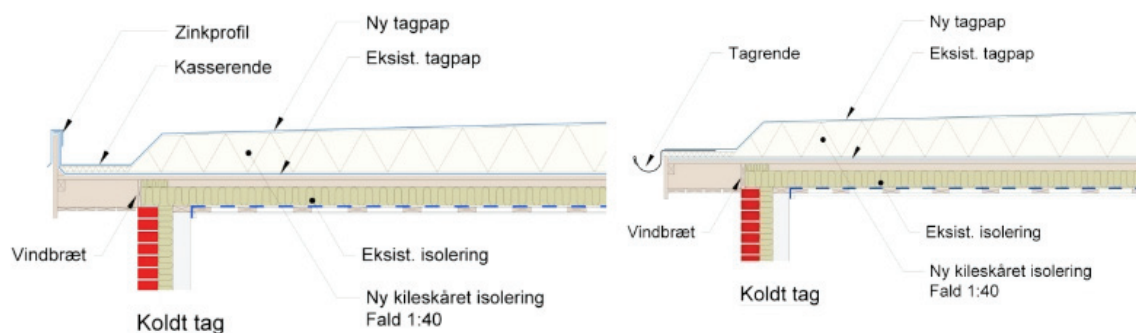
Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	191	194
75 mm	38	41
100 mm	28	31
125 mm	21	24
150 mm	16	19

Det gamle tagpaptag kan fungere som dampspærre, hvis tre betingelser er opfyldt

1. Den eksisterende dampspærre er utæt eller perforeret. Den eksisterende dampspærre kan regnes for utæt, såfremt der er listeloft.
2. Der lægges dobbelt så tykt et lag isolering som den eksisterende (med minimum samme isoleringsevne som den eksisterende isolering) ovenpå det gamle tag.
3. Det gamle tag er tæt.

Der er typisk to slags flade tage. Enten er huset opført med et tag, hvor der opnås et lille fald på taget ved at bjælkerne ligger med lidt fald, så loftet inde i huset skråner. Eller loftet er vandret, og faldet på det flade tag opnås ved, at isoleringen kileskæres. Energibesparelserne gælder begge typer.



Efterisolering af skråvæg/loft til kip

Hvis bygningen har skråvægge eller loft til kip, bør disse også efterisoleres. Der kan efterisoleres både indefra i forbindelse med indvendig istandsættelse eller udefra i forbindelse med en tagudskiftning. Det bedste resultat opnås ved først at isolere indefra og derefter udefra, idet efterisoleringens tykkelse begrænses af tykkelsen på spæret.

Ved en isolering indefra, kan der bygges 50-100 mm på indersiden af spærerne, hvor der i dag typisk kun er dampspærre og gipsplade eller puds på strå. Det sikrer en tæt konstruktion og giver mulighed for at få indbygget f.eks. forfradåser til stikkontakter og andre installationer i væggen uden at perforere dampspærren.

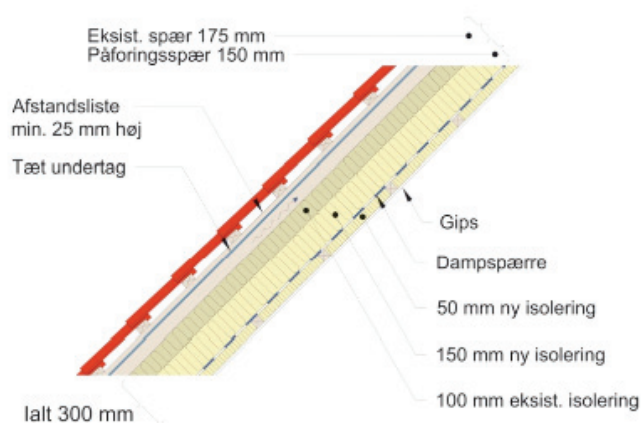
Når taget alligevel er af, kan spærerne forhøjes, hvilket giver plads til endnu mere isolering. Det er altid en god ide at tænke på isolering med en bedre isoleringsevne end standard ved isolering af skråæg/loft til kip, idet den nødvendige isoleringtykkelse derved begrænses en smule.

Besparelsen pr. kvadratmeter skråæg/loft til kip afhængig af den eksisterende isoleringstykkelse kan findes af skemaet herunder:

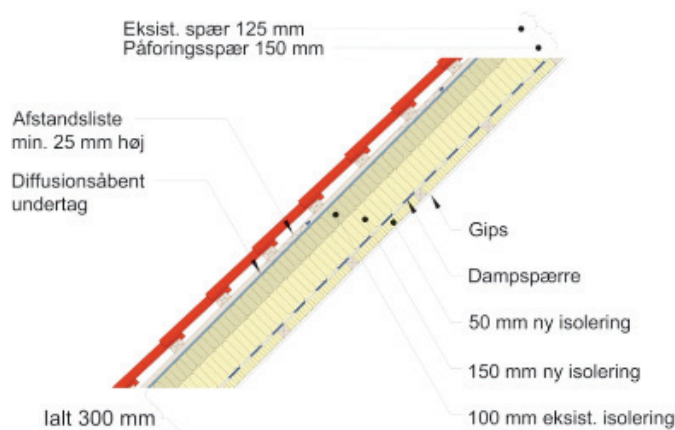
Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	171	174
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Hvis undertaget er tæt, skal der være luft under det, for at ventilere evt. fugt væk. Det vil sige at 50-70 mm af spærrets højde går til udluftning. Hvis der ikke bygges indad eller udad er isoleringstykkelsen derfor begrænset til spærrets højde minus de 50-70 mm afhængigt af hvilket materiale, det tætte undertag er fremstillet af.



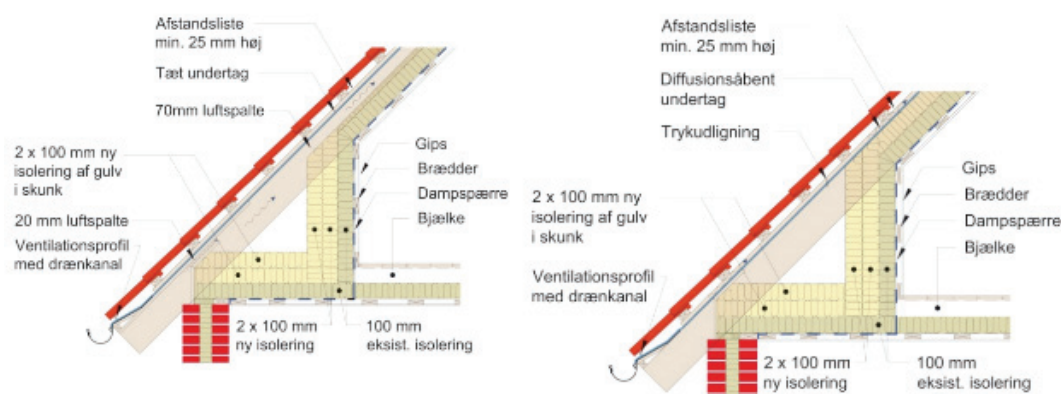
Hvis der ønskes diffusionsåbent undertag, for at få mest mulig tykkelse på isoleringen, er det et ufravigeligt krav, at der skal være en tæt dampspærre på indersiden, idet det diffusionsåbne undertag kun kan transportere mindre mængder fugt ud under taget, hvor det kan ventileres bort.



Efterisolering af skunk

Skunken kan med fordel isoleres, hvis det er muligt at komme ind i den. Den lodrette skunkvæg bør isoleres først, så isoleringen på gulvet ikke trædes ned. Hvis det kan lade sig gøre, bør der etableres et vindbræt, så isoleringen ikke gennemluftes lokalt.

Med tæt undertag skæres isoleringen i smig, så det følger undertaget, men holder en afstand på 50-70 mm, så ventilationen sikres.



Ved diffusionsåbent undertag, skal det sikres at dampspærren er tæt. Det kan f.eks. gøres ved at bygge indad i rummet og placere dampspærren 50 mm inde i konstruktionen. Der ved bliver der også plads til eldåser og andre installationer på indersiden af dampspærren.

Energibesparelserne fremgår af skema

Energibesparelse

Eksisterende isoleringsstykke	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	176
50 mm	44	46
100 mm	24	26
125 mm	18	20
150 mm	14	16
175 mm	12	14
200 mm	10	12

Efterisolering af facader

Facader kan efterisoleres og tættes ved at bruge en af de 5 nedennævnte energiløsninger:

- Udvendig efterisolering af let ydervæg
- Indvendig efterisolering af let ydervæg
- Udvendig efterisolering af tung ydervæg
- Hulfursisolering
- Indvendig efterisolering af tung ydervæg

Energiløsningerne findes i kapitel 8

Lette ydervægge

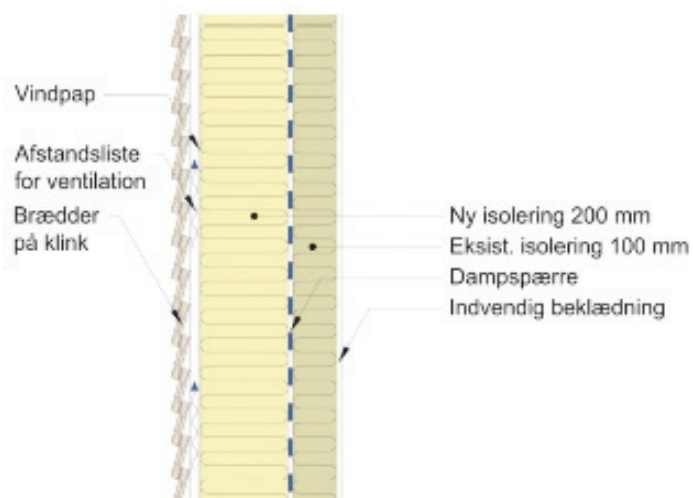
En bygning kan være opført med alle væggene som lette ydervægge eller lette ydervægge i partier. Det optimale resultat af lette ydervægge opnås ved en kombination af en udvendig og en indvendig efterisolering, men det er ikke ensbetydende med at arbejdet skal udføres på samme tidspunkt.

Det er en god ide, at foretage en indvendig efterisolering med en tæt dampspærre i forbindelse med en indvendig istandsættelse, og derefter en udvendig efterisolering med et vindtæt afdækning f.eks. i forbindelse med facaden skal friskes op. De to løsninger kan også bruges hver for sig.

Udvendig efterisolering af let ydervæg

De lette ydervægge efterisoleres relativt nemt udefra. Udvendig efterisolering af let ydervæg bør i henhold til BR 10 altid udføres i udskiftning af facadebeklædning. Det er endvidere det billigste tidspunkt at foretage en efterisolering.

Ved efterisolering udefra fornyes den vindtætte afdækning af isoleringen, hvilket er med til at effekten af efterisoleringen er større, idet den eksisterende vindtætning ofte ikke er tæt, og isoleringsevnen af den eksisterende isolering derfor ofte er mindre, end den burde være.



Energibesparelserne fremgår af nedenstående skema

Energibesparelse

Eksisterende isoleringstykkelse	Minimum 300 mm isolering	Lavenergi 400 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	173	173
75 mm	39	43+10
100 mm	21	24+10
125 mm	17	20+10
150 mm	13	16+10

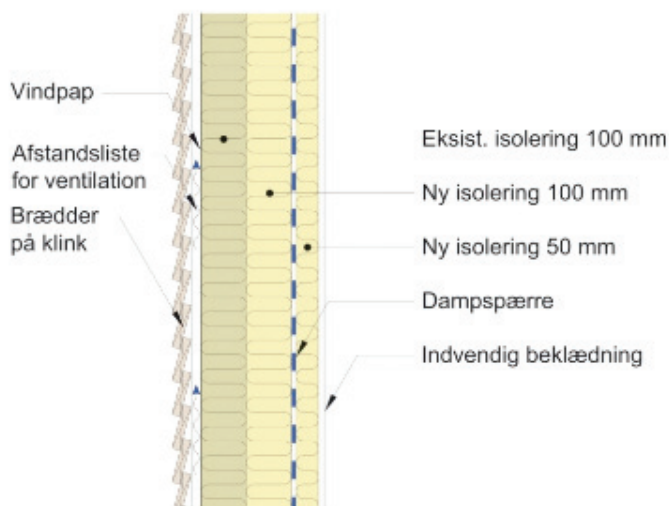
*Der kan opnås en yderligere besparelse på ca. 10 kWh/m² ydervæg ved at efterisolere soklen.

Indvendig efterisolering af let ydervæg

En let ydervæg kan også efterisoleres indefra. Hvis man tager hul på væggen, skal man ifølge BR10 isolere op til 250 mm hvis det er muligt; men pladsen tillader ofte kun 50-100 mm, og dermed nås ikke op på nutidige og fremtidige krav i bygningsreglementet. Det kan opnås med en udvendig efterisolering.

Ved efterisolering indefra fornyes dampspærren, hvilket er med til at effekten af efterisoleringen er større, idet den eksisterende dampspærre ofte ikke er tæt. Hvis dampspærren ikke er tæt, kan varm fugtig luft komme ind i konstruktionen. Fugten i den varme luft kan kondensere inde i væggen og dermed beskadige den lette konstruktion, der som oftest består af træ.

Det er altid en god ide at få dampspærren placeret et stykke inde i væggen, så den ikke perforeres af installationer som f.eks. forfrådser til stikkontakter og lignende. Den større tæthed ved en ny tæt dampspærre medvirker til et mindre varmetab gennem den lette ydervæg. Dampspærren må maksimalt placeres en tredjedel inde i vægkonstruktionen.



Energibesparelserne fremgår af nedenstående skema

Energibesparelse

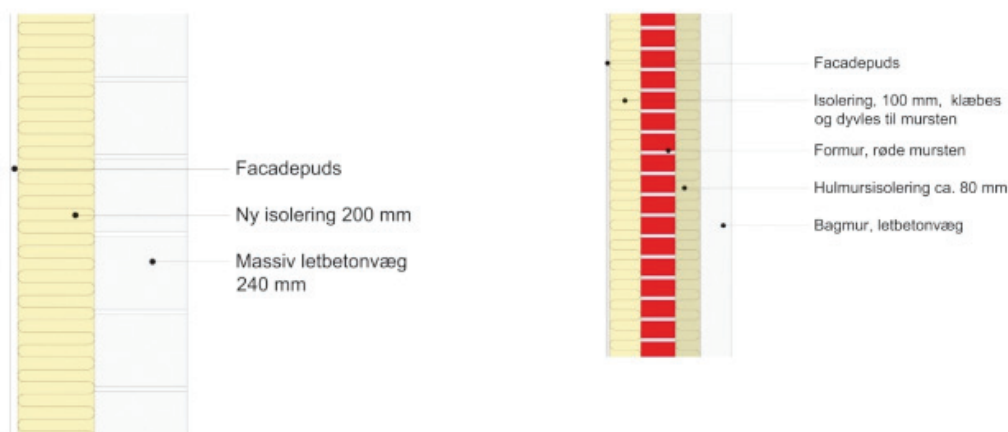
Eksisterende isoleringstykkelse	Ny samlet isoleringstykkelse	
	250 mm isolering	350 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm	170	174
75 mm	37	41
100 mm	17	22
125 mm	14	19
150 mm	9	14

Udvendig efterisolering af tung ydervæg

En tung ydervæg kan isoleres udefra, hvis det ikke er i modstrid med lokalplaner eller lignende. Det er altid en god idé at alliere sig med en arkitekt, såfremt bygherren ønsker at foretage en udvendig efterisolering og dermed ændre på husets udseende.

En udvendig efterisolering af en tung ydervæg afsluttes typisk med en let beklædning eller en træbeklædning, men kan også pudses, skalmures eller beklædes med skærmtegl eller andre materialer.

Den tunge ydervæg kan bestå af mange forskellige materialer. Her er vist eksempler med massive sten som f.eks. porebeton eller letklinkerbeton, og murværk, der i forvejen er hulmursisoleret.



Energibesparelserne fremgår af nedenstående skema

Energibesparelse

Eksisterende forhold	Ny udvendig isoleringsstykkelse	
	Minimum 200 mm isolering + sokkelisolering*	Lavenergi 300 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
200 mm letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	101 + 13	106 + 13
240 mm letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	84 + 13	88 + 13

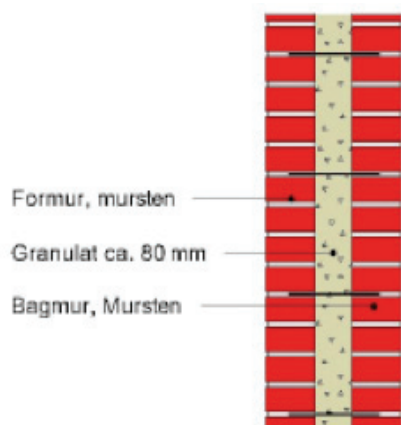
Eksisterende forhold	Ny udvendig isoleringsstykkelse	
	Minimum 125 mm isolering + sokkelisolering*	Lavenergi 225 mm isolering + sokkelisolering*
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
Formur: Mursten Hulmur: 75-80 mm isolering Bagmur: Mursten	17 + 12	22 + 13
Formur: Mursten Hulmur: 75-80 mm isolering Bagmur: Letbeton (porebeton/letklinkerbeton)	14 + 12	21 + 13

*Der kan opnås en yderligere besparelse på 10-13 kWh pr. kvadratmeter ydervæg ved at efterisolere soklen.

Hulmursisolering

Bygninger med hulmure bør få hulmuren fyldt op med isoleringsmateriale. Det gælder også huse der i forvejen er hulmursisolerede med dårligere isolerende materialer som f.eks. lecanødder eller ekspanderet glimmer. Det gamle isoleringsmateriale fjernes, og ny hulmursisolering udføres.

De fleste ydervægge er uproblematisk at hulmursisolere, men der bør altid lige foretages en vurdering af ydervæggens tilstand, inden den praktiske udførelse. Hulmure, der er fugtige, skal altid tørres først, dvs. der skal findes ud af, hvor fugten stammer fra, og den skal elimineres inden.



Energibesparelserne fremgår af nedenstående skema

Energibesparelse

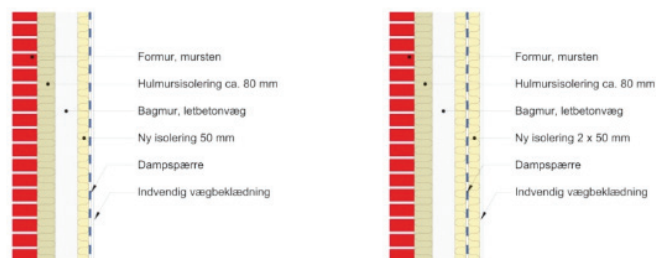
Eksisterende isoleringstykkel	Ny isoleringstykkel	
	Minimum 75-80 mm isolering i hulmur	
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
0 mm (75-80 mm hulmur uden isolering) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	92	
75-80 mm leca (hulmur fyldt med leca) Dobbeltmuret væg eller med bagmur af letbeton	24	

Indvendig efterisolering af tung ydervæg

En tung indervæg kan også isoleres indefra. Ved en indvendig efterisolering isoleres der typisk med 50-100 mm, og dermed nås ikke op på nutidige og fremtidige krav i bygningsreglementet. Det kan opnås med en udvendig efterisolering.

Indvendig efterisolering af tung ydervæg skal udføres meget omhyggeligt for at undgå skimmelsvamp og andre fugtproblemer. Al gammel tapet, maling m.m. skal afrensnes inden efterisolering.

Det bedste resultat opnås ved at efterisolere med 2 gange 50 mm, hvor de første 50 mm klemmes tæt op ad væggen, og de næste 50 mm placeres i et skelet af træ- eller stålrigler. Imellem de to lag placeres dampspærren, så installationer, som f.eks. forfradåser til stikkontakter, ikke kommer til at perforere den.



Energiforbedring af vinduer og døre

Vinduer og døres evne til at isolere betyder også noget for den samlede energibesparelse. Selvom vinduer og døre udgør et noget mindre areal end lofter, vægge og gulve har de en stor betydning, da de typisk isolerer væsentligt dårligere. Vinduer kan tilføre energi til huset i form af passiv solvarme, men vinduerne skal være meget gode, førend de kan tilføre mere varme, end der forsvinder ud af dem.

Vinduer og døre kan energieffektiviseres ved at bruge en af de nedennævnte energiløsninger:

- Energiforbedring af vinduer med koblede ruder
- Udskiftning af termoruder
- Udskiftning af termovinduer
- Udskiftning af ovenlysvinduer
- Udskiftning af ovenlyskupler
- Udskiftning af yderdøre

Energiløsningerne findes i kapitel 8

Energiforbedring af vinduer med forsatsruder

Vinduer med et lag glas energieffektiviseres billigst muligt ved at forsyne dem med en forsatsramme med et energiglas på indersiden af vinduet. Hvis der i stedet for et energiglas isættes en energirude, isolerer selve forsatsruden lige så godt som et moderne vindue, der jo også typisk er forsynet med en energirude. Hele vinduet kommer så til at isolere omtrent lige så godt som de bedste nye vinduer på markedet, som typisk også har tre lag glas. Forsatsrammen åbner indad, og den daglige udluftning kræver, at en del af vindueskarmen er let at rydde, så vinduet kan åbnes.

Det kan godt betale sig at få en god snedker til at lave rammerne til forsatsglasset eller -ruden. Det forskønner vinduerne, og gør det nemmere at komme til at åbne for den daglige udluftning og vinduespudsning på indersiden en til to gange om året.

Det er vigtigt, at forsatsrammen slutter tæt til karmen på de eksisterende vinduer, for hvis der kommer varm fugtig luft ind imellem glassene, vil den kondensere på den kolde etlags-glas yderst. En tætningsliste mellem forsatsrammen og vinduets karm løser dette problem.

Hvis fugen omkring vinduet ikke er tæt, bør den tætnes/fornyas, uanset om vinduet energi-forbedres eller ej. Der kan forsvinde meget varme ud gennem utætte fuger.

Energiforbedring af vinduer med koblede ruder

En anden mulighed for at energieffektivisere vinduer med et lag glas er at forsyne dem med en ramme med et energirude. Rammen kobles på den eksisterende vinduesramme og følger med ud, når vinduet åbnes. Den koblede ramme kan også forsynes med en energirude, så vinduet isoleringsmæssigt kommer på højde med de bedste moderne vinduer.

Hvis vinduerne allerede er forsynet med en koblet rude med et lag glas, energieffektiviseres det nemmest ved at udskifte glasset til et energiglas eller en energirude. Den koblede ramme behøves kun at åbnes for vinduespudsning på indersiden en til to gange om året.

De koblede rammer kan fremstilles af en god snedker. Der findes firmaer, der har specialiseret sig i at fremstille og montere koblede rammer

Det er vigtigt, at den koblede ramme slutter tæt i falsen på karmen i de eksisterende vinduer, så varmen ikke smutter ud her. En tætningsliste mellem den koblede ramme og falsen på karmen løser dette problem.

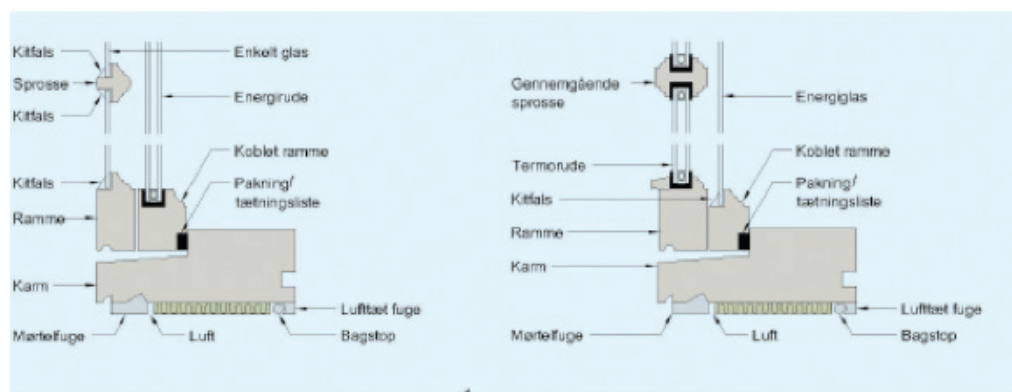
Hvis fugen omkring vinduet ikke er tæt, bør den tætnes/fornyas, uanset om vinduet energiforbedres eller ej. Der kan forsvinde meget varme ud gennem utætte fuger. Der skal så vidt muligt være en mørtelfuge på ydersiden, stoppes med isolering mellem vindueskarm og væg og være en tæt fuge på indersiden.

energibesparelse

Eksisterende vinduer	Nye vinduer	
	Energibesparelse i kWh/m ² pr. år	
	Energiforbedret med 1-lag energiglas	Energiforbedret med 2-lags energirude
Vinduer med 1-lag alm. glas		
1-fags vinduer	-	300
2-fags vinduer/ bondehusvinduer	-	265
Dannebrogsvinduer/ palævinduer	-	225
Vinduer med 2-lags termorude		
1-fags vinduer	85	95
2-fags vinduer/ bondehusvinduer	75	85
Dannebrogsvinduer/ palævinduer	70	80

forudsætning

induet er et standardvindue uden utætheder.



Udskiftning af termoruder

Hvis vinduerne er i god stand opnås en energiforbedring nemmest og billigst ved at udskifte den eksisterende termorude med en 2 lags energirude. Derved bliver vinduet lige så godt isolerende som nye vinduer, der typisk har 2 lags energiruder.

Vinduets tætningslister mellem ramme og karm bør gennemgås i samme ombæring og udskiftes, hvis de ikke slutter tæt. Ellers forsvinder varmen bare ud gennem utæthederne. Det samme gælder fugen omkring vinduerne. De bør også gås efter og tættes. Der skal så vidt muligt være en diffusionsåben fuge på ydersiden, stoppes med isolering mellem vindueskarm og væg og være en tæt fuge på indersiden.

Udskiftning af termovinduer

Hvis vinduerne er i dårlig stand eller af anden grund ønskes udskiftet, er det en god ide at gå efter vinduer, der holder så godt som muligt på varmen. Nye vinduer fås med 2 lags energiruder som standard, men hvis bygningsejeren ønsker et energimæssigt bedre vindue, findes der mange muligheder. De bedste nye vinduer har 3 lags energiruder og er enten isolerede i ramme og karm, eller også er ramme og karm meget smalle for at minimere kuldebroer så meget som muligt.

Når det nye vindue er sat i, skal der tættes og isoleres omkring det. Der skal så vidt muligt være en diffusionsåben fuge på ydersiden, stoppes med isolering mellem vindueskarm og væg og være en tæt fuge på indersiden.

Udskiftning af ovenlysvinduer

Ovenlysvinduer bør udskiftes, hvis taget står for udskiftning eller hvis vinduet eller ruden ikke er i god stand. Ovenlysvinduer med 2 lags energirude lader mere sol komme igennem end tagvinduer med 3 lags energiruder. Til gengæld lader en 2 lags energirude mere varme forsvinde ud end en 3 lags energirude. Den nye og den eksisterende karm og ramme er der som oftest ikke den store forskel på, hvor godt de holder på varmen.

Udskiftning af ovenlyskupler

Ovenlyskupler bør udskiftes, hvis taget står for udskiftning eller hvis ovenlyskuplerne er i dårlig stand. De fleste ovenlyskupler forsvinder der ekstremt meget varme ud af. Da de er meget dårligt isolerende, opleves det som om, at der falder kulde ned fra ovenlyskuplerne. Det, der sker, er, at den varme luft bliver kølet af, når den rammer den kolde overflade på ovenlyset, og kold luft falder ned. Fænomenet opleves som træk, selvom ovenlyskuplerne ikke nødvendigvis er utætte.

Udskiftning af yderdøre

Døre kan energiforbedres ved en udskiftning til en dør med isolering inden i. Typisk er den eksisterende dør uisoleret, så der er en god varmebesparelse i at få en isoleret dør. Tætningslisterne i den nye dør, skal selvfølgelig være tætte. Det er desuden meget vigtigt at få tætnet og isoleret korrekt omkring døren.

Efterisolering af etageadskillelse

Etageadskillelsen mellem to beboede etager, bør efterisoleres for at undgå transport af kulde/varme mellem etagerne. Det er især en fordel at have en isoleret etageadskillelse, hvis det ikke er samme beboer på de to etager. Etageadskillelsen behøves ikke at fyldes op med

isolering, undtagen langs ydervæggene for at sørge for at den luft, der befinder sig i etageadskillelsen er varm. I resten af etageadskillelsen kan en minimumsisolering på omkring 100 mm anbefales af komfortens syn.

Efterisolering af terrændæk

Et terrændæk kan kun efterisoleres ved at brække det eksisterende beton op, grave ud under det til et kapillarbrydende lag og et nyt lag isolering. Derefter støbes der et nyt betongulv, og gulvbelægningen retableres. De fleste terrændæk er isoleret til den maksimale grænse på 50-75 mm oven på betonen. At isolere yderligere over betonlaget, kan give fugtproblemer. Hvis der er plads til mere isolering over betonen, skal der være en tæt dampspærre i toppen – maksimalt en tredjedel nede i isoleringen

Efterisolering af gulv mod krybekælder

Et gulv mod en krybekælder kan efterisoleres med op til ca. 200 mm isolering uden at få fugtproblemer, såfremt nedenstående anbefalinger følges. Der skal placeres en dampspærre på oversiden af isoleringen, og den skal være 100 % tæt. Det er meget vigtigt at være opmærksom på, at der ved efterisolering af gulv mod krybekælder sker en forskydning af fugtbalancen i krybekælderen, idet varm og fugtig luft fra stueetagen ikke længere trænger ned i krybekælderen og medvirker til at holde den tør. Der skal derfor tænkes i god ventilation af krybekælderen, når denne isoleres. Samtidig bør fugt der tilføres krybekælderen elimineres så vidt muligt. Det kan gøres på mange måder:

- Der kan lægges et lag plastik på jorden i bunden af krybekælderen, så fugt ikke trænger op den vej.
- Krybekælderens vægge kan isoleres og drænes for fugt udefra.
- Overfladevand ledes væk fra krybekælderen med fald på terræn væk fra væggene

Efterisolering af etageadskillelse mod kælder

En etageadskillelse mod kælder bør efterisoleres, da der som oftest ikke er lige så meget varme på kælderen som i stueetagen. Dermed holdes på varmen i stueetagen og gulvene i stueetagen er mere behagelige. Det anbefales at placere en dampspærre lige under gulvet i stueetagen for at forhindre fugtproblemer og træk.

Efterisolering af kælder

En kælder kan efterisoleres og tætnes ved at bruge en af de 3 nedennævnte energiløsninger:

- Udvendig efterisolering af væg i kælder
- Indvendig efterisolering af væg i kælder
- Efterisolering af gulv i kælder

Energiløsningerne er ikke udarbejdet på nuværende tidspunkt

Efterisolering af kælder

Efterisolering af en kælder er svært at have med at gøre, da der altid vil være mere fugtigt i kælderen end på bygningens øvrige etager. Det er derfor umådeligt vigtigt, at arbejdet udføres korrekt. Der bør aldrig bruges organiske materialer i en kælder. Dvs. at gipsplader og trægulve, tæpper med mere. Organiske materialer som f.eks. pappen på begge sider af en gipsplade, indbyder nemlig skimmelsvamp og andet godt til at slå sig ned, så snart luftfugtigheden bliver omkring 75 %. Og det bliver den ekstremt hurtigt i en kælder. På uorganiske materialer kan skimmelsvamp ikke gro før en luftfugtighed på omkring 95-100 %, og der skal noget mere til.

Udvendig efterisolering af væg i kælder

Den bedste måde at efterisolere en væg i en kælder på er udvendigt fra i forbindelse med nedgravning af omfangsdræn. Væggen kan evt. smøres med asfalt eller fugtsikres på anden måde, før isoleringen udføres, men hvis væggen drænes korrekt er denne fugtsikring af kældervæggen ofte overflødig. En fugtsikring forsinker udtørringen af en fugtig kældervæg, idet vandet kun kan slippe ud til en side i stedet for til to sider af kældervæggen. Det er vigtigt, at der er et drænende lag hele vejen op ad isoleringens yderside, så der ikke kan stå vand i jorden og presse på for at trænge ind gennem isolering og kældervæg. Væggen bør på indvendig side pudses, og malerbehandles med en diffusionsåben maling, så fugt i væggen kan diffundere ud i kælderrummet og derfra ventileres bort. En udvendig efterisolering af en kældervæg kan kombineres med en udvendig efterisolering af en ydervæg, så kuldebroer i etageadskillelser undgås.

Indvendig efterisolering af væg i kælder

En indvendig efterisolering af en kældervæg skal udføres endnu mere omhyggeligt, end en indvendig efterisolering af en tung ydervæg. I en kælder skal beklædningen af isoleringen bestå af f.eks. letklinkerbeton, porebeton, kalciumpulverplader eller andet uorganisk materiale. Al gammel maling, tapet etc. Skal afrensnes inden efterisolering. Væggen bør på indvendig side pudses og malerbehandles med en diffusionsåben maling, så fugt i væggen kan diffundere ud i kælderrummet og derfra ventileres bort.

Efterisolering af gulv i kælder

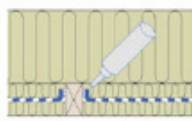
Et gulv i en kælder kan efterisoleres på samme måde som et terrændæk. Der er altså normalt ingen vej uden om at hakke gulvet op, grave ud for kapillarbrydende lag og isolering samt støbe nyt betongulv. Gulvet kan stå som råt beton eller beklædes med et uorganisk materiale som f.eks. klinker.

Tæthed og ventilation

I nybyggeri må luftskiftet gennem utætheder ikke overstige 1,5 l/s/m² ved trykprøvning v. 50Pa. I høje rum, hvor klimaskærmens overflade divideret med etageareal er over 3, må luftskiftet ikke være større end 0,5 l/s/m².

Det er endvidere et lovkrav, at når bygninger bygges eller ombygges, så skal det gøres, så unødvendigt energiforbrug undgås, og der opnås tilfredsstillende sundhedsmæssige forhold. Derfor bør en renovering, som omtalt i det foregående, sikre, at bygningerne ikke bare er velisolerede, men også tætte.

Illustrationen er fra "Guide til håndværksmæssig udførelse af tætning af klimaskærm ved renovering"



Figur 8: Fugning af dampspærren med et egnet produkt.

Ventilationsanlæg med varmegenvinding

Det anbefales at installere et ventilationsanlæg med varmegenvinding, hvis et hus er relativt nyt, velisoleret og tæt eller hvis et ældre hus er blevet efterisoleret og tætnet grundigt.

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energibesparelse ved installation af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 SFP 1.000 J/m ³ Mekanisk ventilation med modstrømsvarmeveksler	Laveenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³ Mekanisk ventilation med modstrømsvarmeveksler
Naturlig ventilation	100	3.640	3.868
	140	5.720	6.078
	180	6.240	6.630

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energitillæg til el til drift af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Laveenergi: VGV = 80 % SFP 1.000 J/m ³	Laveenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation	100	307	245
	140	482	385
	180	526	420

Opgave nr. 9 Stribgårdvej 14. 5500 Middelfart.



Udfør en energibesparelse via www.byggeriogenergi.dk beregner.

Huset er på 141 m² opført i 1994.

Årligt gasforbrug: 1650m³ a' 9,32 kr. + 11 m³ gran

Tag: Betonsten.

Ydervæge: 61m² Tegl/tegl med 75 mm isolering.
isolering.

36m² Tegl/letbeton med 75mm

Gulv: 75mm A- pladebats 10MN/m²

Antal m² vinduer 2lags termoruder mod:

Syd: 19,48m². Vest: 6,89m² + 2m² plade dør. Nord: 4m² + 2m²dør med 0,95m² termorude.
Øst: 7,44m²

Varmekilde: Gasfyr årgang 1994.

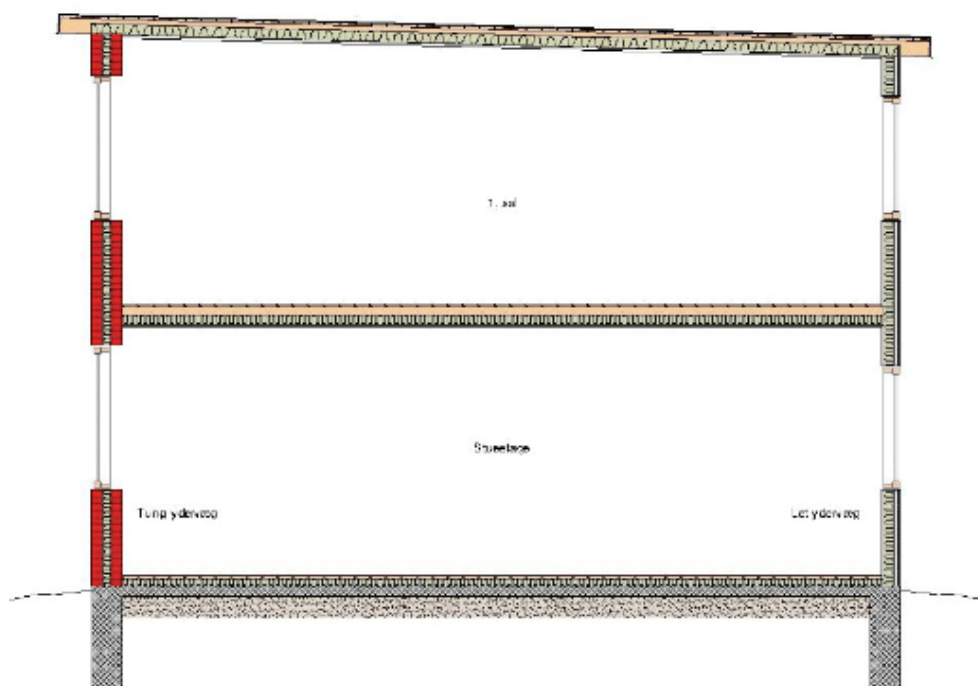
Isolering loft: 200mm. Loft = 141 m² - 33,8 m² ført til kip + parralleltag = 39,5 m².

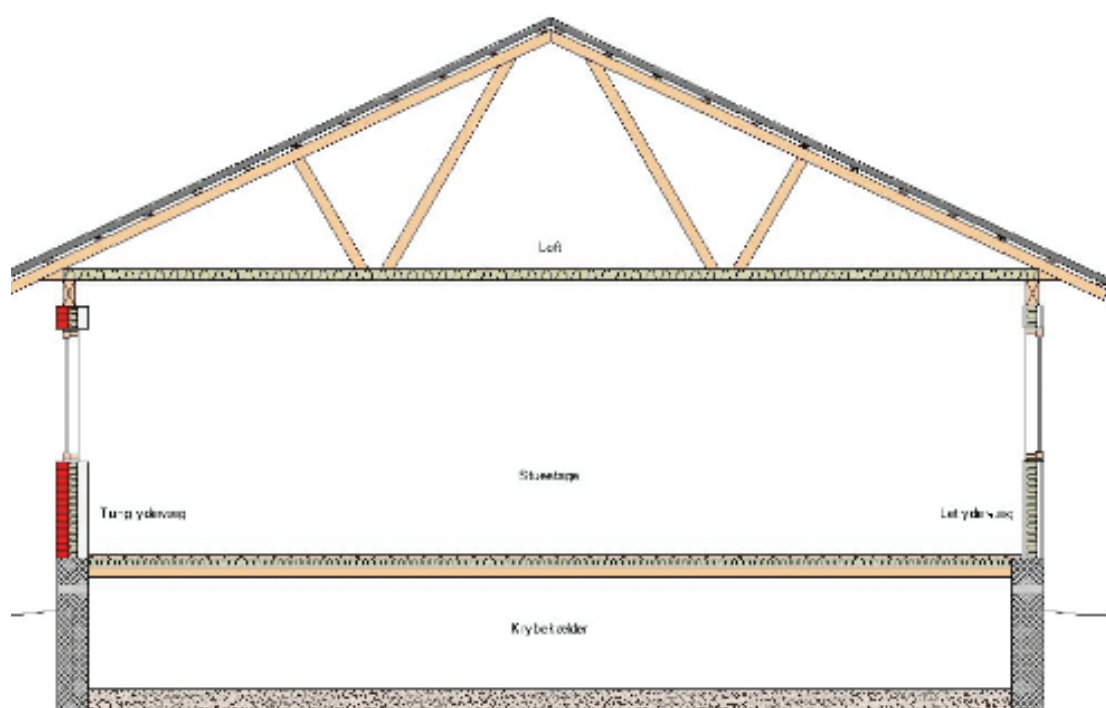
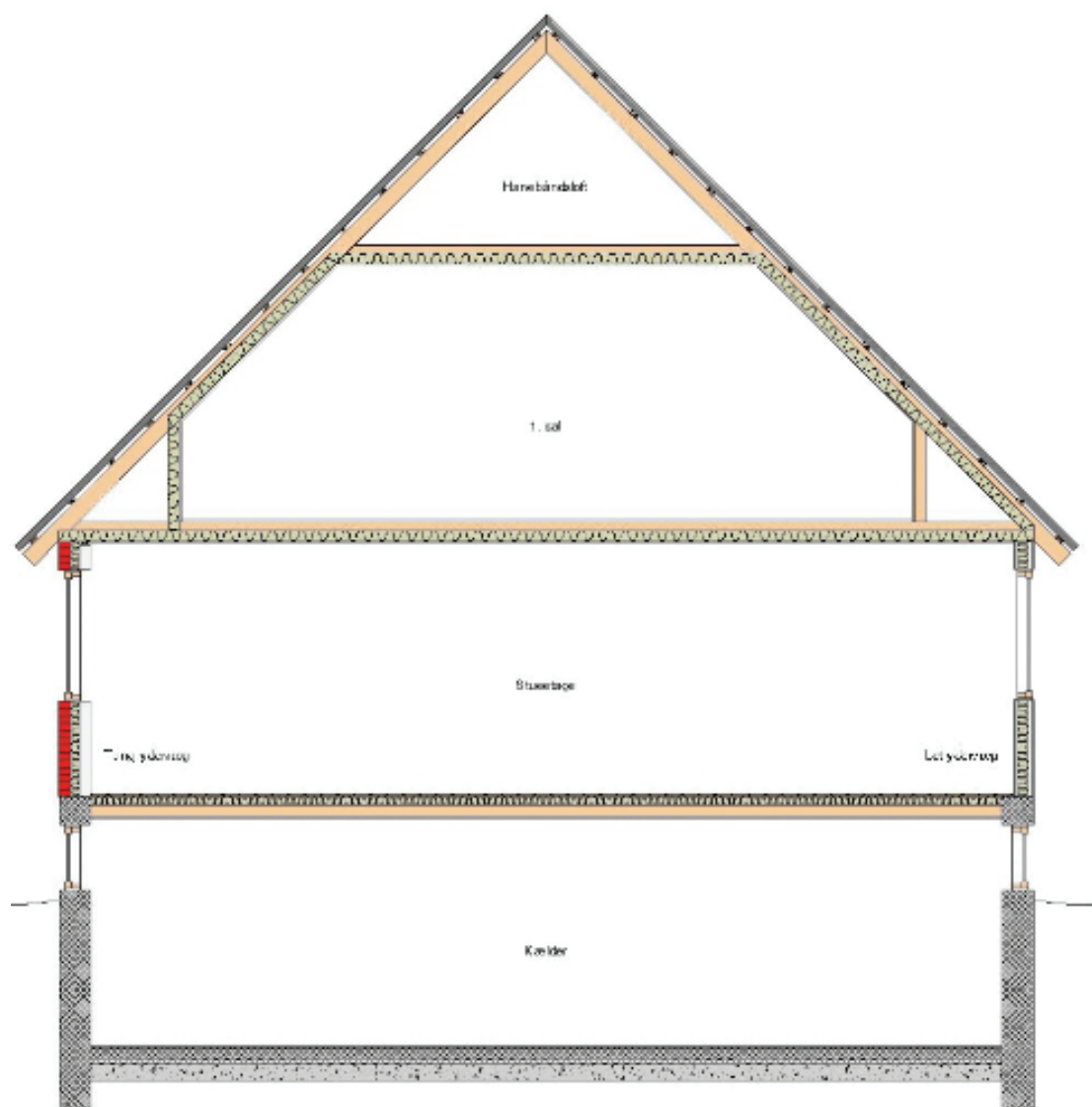
Gulvvarme i 29 m².

Vunder hvilken energiløsning i vil vælge med hensyntagen til arkitekturen.

Husets placering på grund, i forhold til nord, findes på www.ois.dk

Undervisningen kan suppleres med tavleundervisning, hvor husene på nedenstående figurer efterisoleres og forsynes med dampspærre.





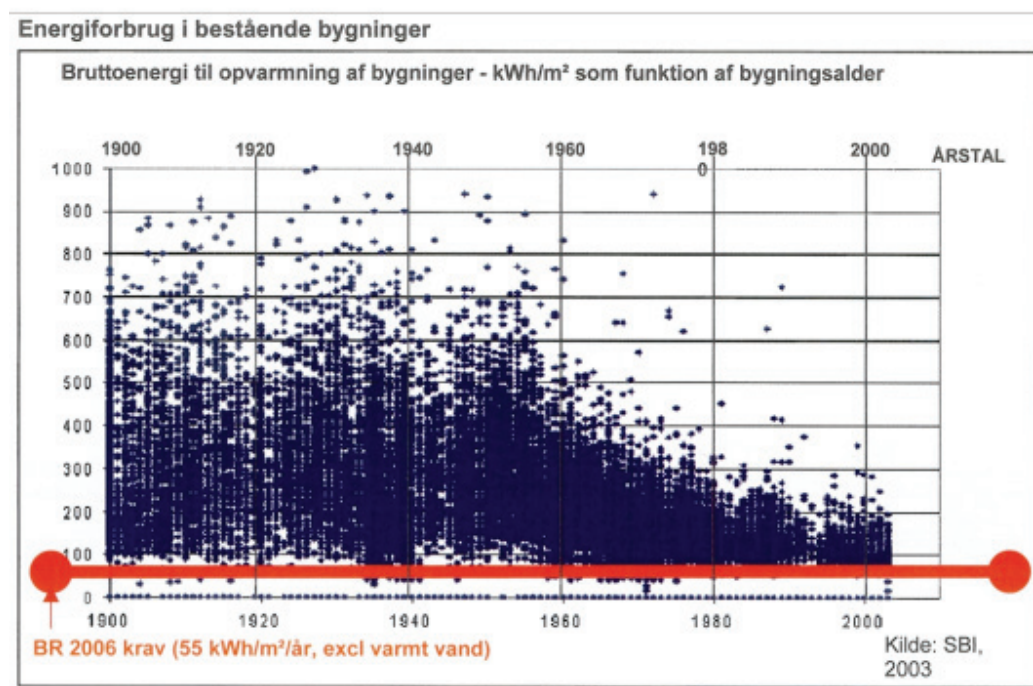
Præsentationen afsluttes med en opgave, hvor kursisterne skal foreslå og begrunde energibesparelsetiltag på en bungalow fra 30'erne samt udregne energibesparelsernes størrelse. Se opgave 9.

PRÆSENTATION



10. Helhedsløsninger – integrerede energispareløsninger: Pakkeløsninger

På grafen nedenfor ses energiforbruget pr. kvadratmeter for energimærkede bygninger fra 1900 og så til nu. Der er et kæmpe potentiale for besparelser – fra omkring 300 kWh pr. kvadratmeter til de godt 50 kWh pr. kvadratmeter, som der skal renoveres op til iht. BR10.



Og det er i de eksisterende bygninger, at besparelserne skal hentes. Nybyggeri udgør kun en forsvindende del.

Det er vigtigt, når en del af bygningen skal renoveres, at der så tages stilling til alle relevante bygningsdele, således at bygningen bliver ført up-to-date. Hvis taget står til udskiftning eller anden renovering, skal det efterisoleres, der kan skiftes vinduer, der kan forberedes for ventilation - varmerør kan isoleres, det er nu, det skal overvejes, om der skal lægges solvarme eller solceller på taget.

Derfor er der udarbejdet pakkeløsninger til håndværkerne.

- Pakkeløsning for tagrenovering
- Pakkeløsning for facaderenovering
- Og en pakkeløsning om varmeinstallationer er på vej.

Nedenfor gennemgås de to pakkeløsningen, og kapitlet afsluttes med en opgave, som kan gennemregnes på beregningsprogrammet energiberegneren.

Valg af første pakkeløsning



til mange typer bygninger



Pakkeløsning for energirigtig tagmodernisering – et tilbud til dig, som er håndværker!

Når husets tag står foran en udskiftning, er det en større, men nødvendig investering for husejeren. Det er samtidig en oplagt anledning til at få taget ført op til dagens standard energimæssigt. For dig som håndværker gælder det om at gribe muligheden for at få husejeren til at energimodernisere.

Fordele for dig som håndværker:

- Du hjælper din kunde til en bedre bolig og en lavere varmeregning
- Du får mere arbejde på samme sag
- Du gør et godt indtryk, som kan medføre, at kunden anbefaler dig til andre

Fordele for din kunde – husejeren:

- Et energimoderniseret tag holder en større del af varmen inde i huset
- En lavere varmeregning og i mange tilfælde et større månedligt rådighedsbeløb
- En bedre bolig med øget komfort og indeklima
- En bolig med varmere overflader og mindre træk
- Et moderniseret tag, der energimæssigt lever op til nutidens eller fremtidens krav.
- Et hus med en større salgsværdi

Fordele for klimaet:

- En besparelse på de fossile brændstoffer, dvs. mindre CO₂-udledning

Fordelen ved at forbedre boligen energimæssigt i forbindelse med tagudskiftningen er, at det er det tidspunkt, hvor det bedst kan betale sig for husejeren. Energiforbedringen vil for det meste udgøre en mindre del af den samlede arbejde og være billigere, fordi du alligevel skal i gang på taget.

Giv husejeren god rådgivning

Husejeren ved i mange tilfælde ikke ret meget om mulighederne for at gøre boligen mere energirigtig. Sandsynligvis vil husejeren derfor spørge dig til råds. For at du kan yde den bedste rådgivning, har Videncenter for energibesparelser i bygninger udarbejdet en pakkeløsning for energirigtig tagmodernisering af huse opført i 1960-1970'erne. Pakkeløsningen kan også bruges på huse af andre årgange.



Energiløsninger til tre tagtyper

Pakkeløsningen er delt op i de tre mest gængse tagtyper for huse af den årgang, nemlig:

- Huse med fladt tag
- Huse med lav rejsning (uudnyttelig tagetage)
- Huse med høj rejsning (udnyttelig tagetage)

For hver tagtype har Videncentret udarbejdet detaljerede energiløsninger, dvs. anvisninger på arbejder, der forbedrer boligen energimæssigt. De viser, hvordan de forskellige konstruktioner efterisoleres eller energiforbedres på anden vis i forbindelse med tagudskiftning.

Valg af anden pakkeløsning



til mange typer bygninger



Pakkeløsning for energirigtig facademodernisering – et tilbud til dig, som er håndværker!

Når husets facade står foran en modernisering, er det en større udgift for husejeren. Det er en oplagt anledning til ikke kun at se på facadens udseende, men få hele ydervæggen i dens fulde tykkelse ført op til moderne standard energimæssigt. Det er nemlig med til at betale husejerens udgifter til den ønskede facademodernisering. For dig som håndværker gælder det om at gribe muligheden og hjælpe husejeren med at få energimoderniseret.

Fordele for dig som håndværker:

- Du hjælper din kunde til en bedre bolig og en lavere varmeregning
- Du får mere arbejde på samme sag
- Du gør et godt indtryk, som kan medføre, at kunden anbefaler dig til andre

Fordele for din kunde – husejeren:

- En energimoderniseret ydervæg holder en større del af varmen inde i huset
- En lavere varmeregning og i mange tilfælde et større månedligt rådighedsbeløb
- En bedre bolig med øget komfort og indeklima
- En bolig med varmere overflader og mindre træk
- En moderniseret facade, der energimæssigt lever op til nutidens eller fremtidens krav
- Et hus med en større salgsværdi
- Et hus med et væsentligt bedre energimærke
- Et nyt facadeudtryk, hvis dette ønskes

Fordele for klimaet:

En besparelse på de fossile brændstoffer (olie, gas og kul), dvs. mindre CO₂-udledning

Fordelen ved at forbedre boligen energimæssigt i forbindelse med facademoderniseringen er, at det er det tidspunkt, hvor det bedst kan betale sig for husejeren. Energiforbedringen vil udgøre en større del af det samlede arbejde, men være billigere, fordi du alligevel skal i gang med facaden. Da der er mange kvadratmeter ydervæg medfører en energimodernisering en besparelse i varmeregningen, som kan mærkes og som kan være med til at betale for arbejdet.

Giv husejeren god rådgivning

Husejeren ved i mange tilfælde ikke ret meget om mulighederne for at gøre boligen mere energirigtig. Sandsynligvis vil husejeren derfor spørge dig til råds. For at du kan yde den bedste rådgivning, har Videntcenter for energibesparelser i bygninger udarbejdet en pakkeløsning for energirigtig facademodernisering af huse opført i 1960-1970'erne. Pakkeløsningen kan også bruges på huse af andre årgange.

Energiløsninger til to facadetyper

Pakkeløsningen er delt op i de to mest almindelige ydervægstyper for huse af den årgang, nemlig

- Huse med tunge ydervægge – dvs. mursten, beton eller letbeton
- Huse med lette ydervægge – dvs. facader beklædt med brædder eller eternit

For de to ydervægstyper har Videntcentret udarbejdet detaljerede energiløsninger, dvs. anvisninger på arbejder, der forbedrer boligen energimæssigt. De viser, hvordan de forskellige konstruktioner efterisoleres eller energiforbedres på anden vis i forbindelse med facademodernisering.

The image shows a screenshot of a web-based form titled 'Facadepakke' from 'Videntcenter for energibesparelser i bygninger'. The form is for an 'Afkrydsningskema for energirigtig facademodernisering' (Checklist for energy-efficient facade modernization) specifically for 'Hus med lette ydervægge (evt. i partier) opført i 1960-1970'erne' (Houses with light external walls, possibly in parts, built in the 1960-1970s). The form includes a checklist with sections for 'Efterisolering' (Insulation), 'Vinduer' (Windows), 'Ventilation' (Ventilation), and 'Tætning' (Sealing). Each section has several checkboxes for different measures. There is also a section for 'Skidsejernes kontaktoplysninger' (Contractor's contact information) and a section for 'Dato udfyldt for følgende adresse:' (Date filled out for the following address:). A small photograph of a house with a red door and light-colored walls is included on the right side of the form.

En lettere dialog

Til at lette dialogen med husejeren stiller Videntcentret tre hjælpeværktøjer til din rådighed:

- Et salgsværktøj, så du med korte forklaringer og få ord kan vise husejeren, hvad det egentlig er for punkter på huset, som energiløsningerne omhandler, og hvad der kan opnås med de enkelte energiløsninger.
- Et afkrydsningsskema over energiløsningerne, hvor du sammen med husejeren krydser de løsninger af, som husejeren ønsker et tilbud på i forbindelse med facademoderniseringen
- En udførlig tilbudsliste, der bruges som tjekliste for, at alle detaljer bliver budgetteret. Tilbudslisten anvendes efter, at husejeren og du - ved hjælp af afkrydsningsskemaet - er blevet enige om, hvilke energiløsninger der skal gives tilbud på. I tilbudslisten optræder ydelserne i løsningerne punktvis for hver energiløsning, så der kan gives der pris ud fra dette. Hvis du udfylder tilbudslisten sammen med husejeren, sikres enighed om omfanget af arbejdet

Inspiration

- Til inspiration for både dig og husejeren har Videntcenter for energibesparelser i bygnin- ger desuden udarbejdet to eksempler på kombinationer af energiløsninger og tilhø- rende finansieringsmuligheder.
- Desuden har Videntcentret beskrevet de fordele, som husejeren får komfortmæssigt ved at energimodernisere ydervæggen
- På sigt vil pakkelsen også indeholde forslag til løsninger på arkitektoniske proble- matikker, der kan opstå, når en facade energimoderniseres

Hvor finder du materialet?

De samlede pakkelsen med energiløsninger, salgsværktøj, afkrydsningsskema og tilbudslister ligger bagerst i dette kapitel. Desuden kan pakkelsen downloades fra Videntcentrets hjemmeside www.byggeriogenenergi.dk. Eller kontakt Videntcentret, så sendes den til dig pr. post.

Telefon: 72 20 22 55. Åben dagligt fra kl. 9-16, fredage fra 9-14.

Du kan også sende en mail på info@byggeriogenenergi.dk.

Andre fordele ved energirenovering

Efterisolering er en rigtig god investering både for boliger fra 1960-1970'erne og endnu bedre for ældre boliger. Ud over at spare på energien er der en række andre fordele, som ofte kan veje endnu tungere hos boligejeren end de rent økonomiske. Disse kaldes de "ikke- økonomiske faktorer" eller non-energy benefits (ofte forkortet til NEB).

Bedre komfort

Først og fremmest vil øget isolering og ny, tæt dampspærre betyde et mindre varmetab i boligen. Det giver boligejeren en forbedring af komforten. Der opnås også mindre tempera- turforskelle mellem loft, vægge og gulv, og det medfører reduceret træk. Boligejere vil føle, at han/hun får et bedre indeklima.

Hvis der vælges solvarme, kan den hjælpe til med opvarmningen af f.eks. kældre eller flise- og klinkegulve, der ellers ville føles kolde at gå på om sommeren.

En indsats for klimaet

Huset kan holdes behageligt varmt med mindre varme, idet der forsvinder mindre ud til fuglene. Det reducerer udgiften til opvarmning og betyder samtidig, at huset forurener mindre, idet opvarmning i større eller mindre omfang kræver afbrænding af olie, gas og kul (fossile brændstoffer). Ved at nedsætte varmebehovet gør både husejer og håndværker noget godt for klimaet og nedsætter CO₂-udledningen – hvert eneste år i husets levetid.

Det er også muligt at indbygge solceller i taget, så de kan producere strøm til huset. Solcel- lernes levetid svarer på nuværende tidspunkt cirka til tilbagebetalingstiden, så det begyn- der at kunne betale sig.

Anbefaling til nye tagvinduer

I forbindelse med tagudskiftning bør tagvinduer med begyndende tegn på råd eller andre tegn på nedbrydning udskiftes med nye. Udskiftning af ovenlysvinduer til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt. Her kan det overvejes om nuværende størrelse og placering kan optimeres for bedre udsyn, betjening og forbedret lysindfald. Evt. til et større vindue eller flere vinduer.

Naboeffekt i stedet for drivhuseffekt

Boligejeren kan også sende et klimavenligt signal til naboer og de øvrige omgivelser ved at indbygge solvarmepaneller eller solceller i taget. Med solvarme får boligejeren en stor del af sit varme brugsvand opvarmet af solen.

Frisk luft

Det er en fordel at indbygge ventilation med varmegenvinding, i daglig tale kaldet "genvex", i forbindelse med en husrenovering – f.eks. tagrenovering. Med denne løsning opnås konstant udluftning, dvs. altid ren og frisk luft. Som sidegevinst fjernes fugt i luften, så problemer med fugt, der kondenserer på kolde overflader eller i husets konstruktioner, ikke opstår.

Tag dialogen med kunden

Du kan bruge afkrydsningsskemaerne fra Videntcenter for energibesparelser i bygninger til at tage dialogen med din kunde om, hvilke energiløsninger der aktuelle for kundens hus. Forklar, hvad kunden får ud af at betale for mere isolering, solvarme, ventilationsanlæg mm. frem for at give et tilbud på den billigste løsning.

Det kan også være en fordel at udarbejde et lille overslag over, hvad den ekstra isolering betyder for boligens varmekonsum/udgift. Til det kan du bruge de enkelte energiløsninger fra Videntcentret. Så kan du få gjort kunden opmærksom på de mange ikke-økonomiske fordele, og at den billigste løsning her og nu, kan blive den dyreste på længere sigt.

Opsummering af fordele for husejeren

Økonomi

- Lavere varmeudgifter, dvs. et større månedligt rådighedsbeløb

Komfort og indeklima

- Bedre komfort i boligen
- Bedre indeklima
- Større velvære og mindre sygdom som følge af bedre indeklima
- Isolering mod sommerhede, da isolering også holder varme ude

Klima/miljø

- Klimarigtig indsats ved at reducere CO₂-udslip
- Synlige miljø- og energirigtige tiltag - f.eks. solvarmepaneller eller solceller

Husets kvalitet i øvrigt

- Huset stiger i værdi
- Mindre støj - isolering er støjdæmpende (dog med en begrænset effekt i taget)
- Et nyt tag eller facade kan ændre husets udseende, så det fremstår smukkere (se neden for)
- Udvendig efterisolering giver mulighed for at ændre facadens udtryk
- Lettere vedligeholdelse og længere afstand mellem vedligeholdelse.

Arkitektur

Facaden udgør et meget stort areal. Derfor kan der spares meget energi og dermed mange penge på varmeregnen ved at efterisolere ydervæggene samt udskifte eller forbedre vinduer og døre. Det gælder for alle typer huse, men primært huse opført før Bygningsreglementet i slutningen af 1970'erne skærpede kravene til isolering af ydervægge. Dvs. at der er mest at komme efter ved en energirigtig facademodernisering af huse opført før 1980.

Lette ydervægge med brædde- eller pladebeklædning bør efterisoleres, hvis isoleringstykkelsen er mindre end 100 mm. Det er særligt relevant, når ydervægsbeklædningen alligevel skal skiftes, hvor det anbefales at energioptimere ydervæggen samtidig (se energiløsning i kapitel 8).

Tunge ydervægge af massiv letbeton eller muret væg med hulmur bør efterisoleres, hvis isoleringstykkelsen er mindre 100 mm (se energiløsning i kapitel 8).

Efterisolering af ydervæggen bør foretages under hensyntagen til husets arkitektur. Her tænkes der især på beklædningen, der anvendes oven på isoleringsmaterialet.

I Danmark har en stor del af husene udsmykninger, fordybninger mm., som vil forsvinde med en udvendig efterisolering. Desuden er en stor del af husene upudsede murstenshuse, som stort set er vedligeholdelsesfri. Derfor kan det være vanskeligt at komme igennem med udvendig facadeisolering mange steder. Mange vægge kan imidlertid godt isoleres uden at det går udover facadens udtryk, fx gavle på etageejendomme og specielt, hvor tilstødende huse er blevet revet ned.

Hvis man ønsker at efterisolere huset udefra eller skifte vinduerne til en anden type end den oprindelige, anbefales det at tage en arkitekt med på råd for at sikre det arkitektoniske og historiske udtryk. Det gælder faktisk lige meget, hvilken hustype der er tale om, selvom der er nogle hustyper, fx parcelhusene fra 1960'erne og 70'erne, som husejerne ikke er så ømme over, og som der derfor nemmere kan foretages gennemgribende ændringer på. Hvis husejeren har et ønske om at huset helt skal ændre stil, er en arkitekts hjælp uvurderlig.

Eksempler på arkitektur i energirenovering

RENOVERINGSPROJEKT, Bjerg Arkitekter

Villa fra 1920'erne

Totalrenovering til passivhus standard

Beliggenhed:
Vendelbogade, Hjørring

Boligareal: 296 m²

Energibesparelse: 93 % besparelse

Årlig besparelse: ca. kr. 166.000

Varmeudgift efter renovering: ca. kr. 8.250 pr. år

Før renovering:



Efter renovering:



RENOVERINGSPROJEKT

Typehus fra 1963

Totalrenovering til passivhus standard

Beliggenhed:
Brorsonsvej, Hjørring

Areal: 98 m²

Energibesparelse: 94 % besparelse

Årlig besparelse: kr. 55.000

Varmeudgift: ca. kr. 2.200 pr. år.

Før renovering:



Efter renovering:





Videncenter for
energibesparelser i bygninger



TAGPAKKE

Pakkeløsning for energirigtig tagmodernisering, hus med fladt tag





INDHOLD

BESKRIVELSE AF PAKKELØSNING.....	side	3
BRUG ALLE FORDELE	side	5
AFKRYDSNINGSSKEMA.....	side	6
SALGSVÆRKTØJ.....	side	7
EKSEMPEL PÅ FINANSIERING.....	side	8
TILBUDSLISTE.....	side	9



Beskrivelse af pakkeløsning for

energirigtig tagmodernisering

- et tilbud til dig, som er håndværker!



Når husets tag står foran en udskiftning, er det en større, men nødvendig investering for husejeren. Det er samtidig en oplagt anledning til at få taget ført op til dagens standard energimæssigt. For dig som håndværker gælder det om at gribe muligheden for at få husejeren til at energimodernisere.

Fordele for dig som håndværker

- Du hjælper din kunde til en bedre bolig og en lavere varmeregning
- Du får mere arbejde på samme sag
- Du gør et godt indtryk, som kan medføre, at kunden anbefaler dig til andre

Fordele for din kunde – husejeren

- Et energirigtigt tag, der holder en større del af varmen inde i huset
- En lavere varmeregning og i mange tilfælde et større månedligt rådighedsbeløb

- En bedre bolig med øget komfort og bedre indeklima
- En bolig med varmere overflader og mindre træk
- Et moderne tag, der energimæssigt lever op til nutidens eller fremtidens krav.
- Et hus med en større salgsværdi

Fordele for klimaet

- Reduceret forbrug af fossile brændstoffer (olie, gas og kul), dvs. mindre CO₂ udledning

Fordelen ved at forbedre boligen energimæssigt i forbindelse med tagudskiftningen er, at det er det tidspunkt, hvor det bedst kan betale sig for husejeren. Energiforbedringen vil for det meste udgøre en mindre del af den samlede arbejde og være billigere, fordi du alligevel skal i gang på taget.

Giv husejeren god rådgivning

Husejeren ved i mange tilfælde ikke ret meget om mulighederne for at gøre boligen mere energirigtig. Sandsynligvis vil husejeren derfor spørge dig til råds. For at du kan yde den bedste rådgivning, har Videncenter for energibesparelser i bygninger udarbejdet en pakkeløsning for energirigtig tagmodernisering af huse opført i 1960-1970'erne. Pakkeløsningen kan også bruges på huse af andre årgange.

Energiløsninger til tre tagtyper

Pakkeløsningen er delt op i de tre mest gængse tagtyper for huse af den årgang, nemlig

- Huse med fladt tag
- Huse med lav rejsning (udnyttelig tagetage)
- Huse med høj rejsning (udnyttelig tagetage)

For hver tagtype har Videncentret udarbejdet detaljerede energiløsninger, dvs. anvisninger på arbejder, der forbedrer boligen energimæssigt. De viser, hvordan de forskellige konstruktioner efterisoleres eller energiforbedres på anden vis i forbindelse med tagudskiftning.

En lettere dialog

Til at lette dialogen med husejeren stiller Videncentret tre hjælpeværktøjer til din rådighed:

- Et salgsværktøj, så du med korte forklaringer og få ord kan vise husejeren, hvilke punkter på huset energiløsningerne handler om, og hvad der kan opnås med de enkelte energiløsninger.
- Et afkrydsningsskema over energiløsningerne, hvor du sammen med husejeren sætter kryds ved de løsninger, som husejeren ønsker et tilbud på i forbindelse med udskiftningen af taget.
- En udførlig tilbudsliste, der bruges som tjekliste for, at alle detaljer bliver budgetteret. Tilbudslisten anvendes efter, at husejeren og du - ved hjælp af afkrydsningsskemaet - er blevet enige om, hvilke energiløsninger der skal gives tilbud på. I tilbudslisten optræder ydelserne i løsningerne punktvis for hver energiløsning, så der kan gives pris ud fra dette. Hvis du udfylder tilbudslisten sammen med husejeren, er der ikke tvivl om omfanget af arbejdet.

Inspiration

- Til inspiration for både dig og husejeren har Videncenter for energibesparelser i bygninger desuden udarbejdet tre eksempler på kombinationer af energiløsninger og tilhørende finansieringsmuligheder.
- Desuden har Videncentret beskrevet de fordele, som husejeren får komfortmæssigt ved at energimodernisere taget.
- På sigt vil pakkeløsningen også indeholde forslag til løsninger på arkitektoniske problematikker, der kan opstå, når et tag energimoderniseres.

Hvor finder du materialet?

Den samlede pakkeløsning med energiløsninger, salgsværktøj, afkrydsningsskema og tilbudsliste kan downloades fra Videncentrets hjemmeside www.byggeriogenergi.dk. Eller kontakt os, så sender vi den til dig pr. post.



Har du spørgsmål?

Kontakt Videncenter for energibesparelser i bygninger. Vi er klar til at hjælpe dig.

Telefon: 72 20 22 55.

Åben dagligt fra kl. 9-16, fredage fra 9-14.

Du kan også sende os en mail på

info@byggeriogenergi.dk.



Videncenter for
energibesparelser i bygninger



Brug alle fordele

- i din dialog med husejeren

En stor del af husets varme forsvinder ud gennem taget. Efterisolering er derfor en rigtig god investering både for boliger fra 1960-1970'erne og endnu bedre for ældre boliger. Ud over at spare på energien er der en række andre fordele, som ofte kan veje endnu tungere hos boligejeren end de rent økonomiske. Disse kaldes de "ikke-økonomiske faktorer" eller non-energy benefits (ofte forkortet til NEB).

Bedre komfort

Først og fremmest vil øget isolering og ny, tæt dampspærre betyde et mindre varmetab gennem loftet i boligen. Det giver boligejeren en forbedring af komforten, fordi loftet bliver varmere. Der opnås også mindre temperaturforskelle mellem loft, vægge og gulv, og det medfører reduceret træk. Boligejere vil føle, at han/hun får et bedre indeklima.

Hvis der vælges solvarme, kan den hjælpe til med opvarmningen af f.eks. kældre eller flise- og klinkegulve, der ellers ville føles kolde at gå på om sommeren.

En indsats for klimaet

Huset kan holdes behageligt varmt med mindre varme, idet der forsvinder mindre ud til fuglene. Det reducerer udgiften til opvarmning og betyder samtidig, at huset forurener mindre, idet opvarmning i større eller mindre omfang kræver afbrænding af olie, gas og kul (fossile brændstoffer). Ved at nedsætte varmebehovet gør både husejer og håndværker noget godt for klimaet og nedsætter CO₂ udledningen - hvert eneste år i husets levetid.

Det er også muligt at indbygge solceller i taget, så de kan producere strøm til huset. Solcellernes levetid svarer på nuværende tidspunkt cirka til tilbagebetalingstiden, så det begynder at kunne betale sig.

Naboeffekt

Boligejeren kan også sende et klimavenligt signal til naboer og de øvrige omgivelser ved at indbygge solvarmepaneler eller solceller i taget. Med solvarme får boligejeren en stor del af sit varme brugsvand opvarmet af solen.

Frisk luft

Det er en fordel at indbygge ventilation med varmegenvinding, i daglig tale kaldet "genvex", i forbindelse med tagudskiftningen. Med denne løsning, opnås konstant udluftning, dvs. altid ren og frisk luft. Som sidegevinst fjernes fugt i luften, så problemer med

fugt, der kondenserer på kolde overflader eller i husets konstruktioner, ikke opstår.

Tag dialogen med kunden

Du kan bruge afkrydsningsskemaerne fra Videncenter for energibesparelser i bygninger til at tage dialogen med din kunde om, hvilke energiløsninger der aktuelle for kundens hus. Forklar, hvad kunden får ud af at betale for mere isolering, solvarme, ventilationsanlæg mm. frem for at give et tilbud på den billigste løsning - nemlig kun at udskifte taget.

Det kan også være en fordel at udarbejde et lille overslag over, hvad den ekstra isolering betyder for boligens varmekonsum/udgift. Til det kan du bruge de enkelte energiløsninger fra Videncentret. Så kan du få gjort kunden opmærksom på de mange ikke-økonomiske fordele, og at den billigste løsning her og nu, kan blive den dyreste på længere sigt.

Opsummering af fordele for husejeren

Økonomi

- Lavere varmeudgifter, dvs. et større månedligt rådighedsbeløb
- God investering at starte med taget, da varme stiger op ad

Komfort og indeklima

- Bedre komfort i boligen
- Bedre indeklima
- Større velvære og mindre sygdom som følge af bedre indeklima
- Isolering mod sommerhede, da isolering også holder varme ude

Klima/miljø

- Klimarigtig indsats ved at reducere CO₂ udslip
- Synlige miljø- og energirigtige tiltag - f.eks. solvarmepaneler eller solceller

Husets kvalitet i øvrigt

- Huset stiger i værdi
- Mindre støj - isolering er støjdæmpende (dog med en begrænset effekt i taget)
- Et nyt tag kan ændre husets udseende, så det fremstår smukkere
- Lettere vedligeholdelse og længere afstand mellem vedligeholdelse



Afkrydsningsskema for energirigtig tagmodernisering

Hus med fladt tag

opført i 1960-1970'erne

Her kan du se din håndværkers vurdering af, hvilke energiløsninger der er relevante i dit hus for at forbedre det rent energimæssigt.

Se energiløsningerne på www.byggeriogenergi.dk

Efterisolering:

- ☐ Efterisolering af fladt tag
- ☐ Efterisolering af tagrem

Vinduer:

- ☐ Udskiftning af ovenlyskupler

Opvarmning/varmt brugsvand:

- ☐ Solvarmeanlæg til varmt brugsvand
- ☐ Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og opvarmning

Ventilation:

- ☐ Ventilationsanlæg med varmegenvinding

Tætning

- ☐ Guide til håndværksmæssig udførelse: Tætning af klimaskærm

Elproduktion

Solceller



Håndværkerens stempel og logo:

Brug afkrydsningsskemaet som udgangspunkt i din dialog med håndværkeren om, hvilke ydelser tilbuddet skal indeholde.

Data udfyldt for følgende adresse:

Salgsværktøj, hus med fladt tag

Videncenter for
energiebesparelser i bygninger





Eksempel på finansiering

Fladt tag

Nedenfor er et eksempel på en rentabel energiforbedring af et fladt tag, finansieret med kreditforeningslån.

Tekniske forudsætninger for eksemplet

Et hus med fladt tag efterisoleres og forsynes med nye ovenlys som beskrevet i eksemplerne i Energiløsninger fra Videncenter for energibesparelser i bygninger for

- Efterisolering af fladt tag
- Efterisolering af tagrem
- Udskiftning af ovenlyskupler

Eksemplet gælder et parcelhus på 130 m², hvor den eksisterende tagkonstruktion er udført med 100 mm isolering. Der efterisoleres med yderligere 300 mm til i alt 400 mm. Tagremmen (30 m) isoleres med 100 x 300 mm efterisoleres med 180 mm isolering. Desuden udskiftes eksisterende ovenlyskupler til 4 stk. ovenlys á 1,2 x 1,2 m med et samlet udvendigt overfladeareal på 12,24 m². De nye ovenlys har en isoleret karm med fire tag akryl og en samlet U_w-værdi for kuppel samt ramme/karm på 1,5 W/m²K. Ejendommen er opvarmet med naturgas.

Den samlede årlige besparelse på varmeregningen er på 6.472 kr.

Udføres samtidig med andet arbejde

Efterisolering og udskiftning af ovenlyskupler udføres samtidig med, at der alligevel gennemføres tagudskiftning. Derfor er det alene meromkostningerne til håndværkere i forbindelse med efterisolering og nye ovenlyskupler, der skal finansieres af den opnåede energibesparelse.

Meromkostninger for boligejeren til efterisolering skønnes i det konkrete eksempel at være 95.000 kr. inkl. moms.

De faktiske omkostninger varierer fra ejendom til ejendom afhængigt af det konkrete produktvalg, særlige forhold omkring bygningen samt andre lokale forhold.

Finansieres med realkredit

Forudsætning for lån:

Ekstra belåning: 95.000 kr. inkl. moms
Lånetype: 5 % fastforrentet realkreditlån
Løbetid: 30 år
Beregningsdato: 28. oktober 2009

Den ekstra belåning forudsættes optaget samtidig med realkreditlånet til selve tagrenoveringen, og der er derfor ikke indregnet stiftelsesomkostninger.

Resultat:

- Årlig merydelse før skat: 6.876 kr. årligt (573 kr. pr. måned)
- Årlig merydelse efter skat: 5.065 kr. årligt (422 kr. pr. måned)
- Varmebesparelsen på 6.472 kr. årligt er større en merydelsen på lånet. Det betyder, at det er rentabelt for husejeren at få foretaget efterisoleringen og udskiftningen af ovenlysvinduerne samtidig med tagarbejdet.
- Den simple tilbagebetalingstid er 15 år, hvilket er fordelagtig kort sammenlignet med konstruktionernes levetid, som vurderes at være langt over 30 år.



Tilbudsliste

Energirigtig tagrenovering af et hus med fladt tag opført i 1960-1970'erne

	Mængde	Pris	
Udskiftning af tag			
Totaloverdækning (i forbindelse med stillads)			kr.
Stillads for tagarbejde (stillads)			kr.
Opretning af lunger	m ²		kr.
Reparation af buler	m ²		kr.
Fjernelse af taghætter for udluftning af tagpaptag	stk.		kr.
Fjernelse af eksisterende tagpap og våd isolering	m ²		kr.
Bortkørsel af affald	tons		kr.
Påsejsning af underpap	m ²		kr.
Påsejsning af overpap	m ²		kr.
Sternkant - højde	mm	m	kr.
Tagrender	m		kr.
Tagedløb	stk.		kr.
Hætte til afkast fra emhætte	stk.		kr.
Tætning eksist. tag/afkast emhætte	stk.		kr.
Hæt(ter) til afkast fra badeværelse(r)	stk.		kr.
Tætning eksist. tag/afkast badeværelse(r)	stk.		kr.
Andet			
I alt		Sum	kr.
Efterisolering af fladt tag			
Udlægning af isolering - tykkelse	mm	m ²	
Fugede vindbrædder		m	kr.
I alt		Sum	kr.
Udskiftning af tagbelægning og efterisolering af tag iht. BR08 §7.4.3			
I alt		Sum af ovenstående	kr.
Efterisolering af tagrem			
Afrensning af maling på tagrem			kr.
Isolering af tagrem	m ²		kr.
Underlag til beklædning af tagrem	m		kr.
Tæt dampspærre	m ²		kr.
Beklædning af tagrem	m ²		kr.
Beklædning under og i enderne af tagrem	stk.		kr.
Malerbehandling af beklædning	m ²		kr.
Andet			kr.
I alt		Sum	kr.
Udskiftning af ovenlyskupler			
Udskiftning af ovenlyskupler	stk.		kr.
Tæt samling mellem ovenlys og eksisterende tagpap	m		kr.
140 mm høje opkanter omkring ovenlys	stk.		kr.
Lysningspaneler omkring ovenlyskupler	stk.		kr.
Andet			kr.
I alt		Sum	kr.
Solvarmeanlæg til varmt brugsvand			
Solpaneler indbygget i taget	m ²		kr.
Rør fra solpaneler til solvarmebeholder	m		kr.
Rørgennemføring i dampspærre	stk.		kr.
Rørgennemføringer i tag	stk.		kr.
Isolering af rør	m		kr.
Solvarmebeholder	stk.		kr.
Andet			kr.
I alt		Sum	kr.

Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og opvarmning

Solpaneler indbygget i taget	m ²	kr.
Rør fra solpaneler til solvarmebeholder	m	kr.
Rørgennemføring i dampspærre	stk.	kr.
Rørgennemføringer i tag	stk.	kr.
Isolering af rør	m	kr.
Solvarmebeholder	stk.	kr.
Varmeveksler til radiator eller gulvvarme	stk.	kr.
Andet		kr.
I alt	Sum	kr.

Ventilationsanlæg med varmegevinding

Vibrationsfrit underlag for aggregat		kr.
Ventilationsaggregat	stk.	kr.
Isolering af ventilationsanlæg	m ²	kr.
Ventilationskanaler	m	kr.
Isolering af ventilationskanaler	m	kr.
Lyddæmpere	stk.	kr.
Luftindtag og afkast	stk.	kr.
Isolering af luftindtag og luftafkast	m	kr.
Indblæsnings- og udsugningsarmaturer	stk.	kr.
Membrangennemføringer ved passage af dampspærre	stk.	kr.
Afløb for kondens	m	kr.
Isolering af kondens afløb	m	kr.
Vandeftervarmeplade		kr.
Varmerør for eftervarmeplade	m	kr.
Isolering af varmerør	m	kr.
El til ventilationsaggregat		kr.
Udligningsforbindelse		kr.
Andet		
I alt	Sum	kr.

Montage af solceller

Solceller - komplet pakke	m ²	Sum	kr.
---------------------------	----------------	-----	-----

Samlet pakkeløsning excl. moms

Sum af samtlige kr.

Moms

25 % af ovenstående kr.

Opgave 10.

Arkitekttegnet hus med fladt tag fra 1964.



Huset på 105m² står for at skulle renoveres, og skal samtidig energioptimeres efter BR- 10, herunder udskiftning af oliefyr.

Opgaven løses i grupper på 3-4 personer og fremlægges.

Udarbejd en hel eller delvis energioptimering. Udarbejd et overslag på omkostninger hertil. I skal vurdere, om det er rentabelt med en energioptimering.

Opgave:

Klimaskærm:

1. Udregn husets omtrentlige energibehov i KWh (U-værdi x m² x 100)
2. Udregn besparelser på de dele af klimaskærmen, I vælger at energioptimere
3. Udregn husets aktuelle energinøgletal.
4. Har huset et for højt energinøgletal i forhold til forventet?

Tekniske installationer:

1. Hvad vil I foreslå at udskifte oliefyret til? (måske skal I sammensætte i forslag med flere energikilder – for eksempel olie/solvarme eller ligene)
2. Udregn besparelsen på de tekniske installationer
3. Hvad bliver den samlede besparelse på både klimaskærm og tekniske installationer?

Hjælp til løsning af opgaven:

Kapitel 5 og 7 - www.byggeriogenergi.dk

Oplysninger:

Der bor 3 personer i huset.

Grundareal: 712 m²
Varmekilden: Oliefyr, udskiftet i 1983 til en pladejernskedel.
Olieforbrug: 3100 liter/pr. år

Taget er utæt flere steder, og trænger til en renovering.

Vindue/Dør arealer:

Mod nord: 6 m² energiruder,
+ 0,92 m² glas ved hoveddør (ikke energirude - gammelt)
2 m² hoveddør – (U-værdi 2,2)
Mod øst: 8,29 m² (U-værdi 2,7)
Mod syd: 4,10 m² (U-værdi 2,7)
Mod vest: ingen vinduer
Ovenlysvinduer: 2 stk. à 1,2 x 1,2 m - et lag, massiv karm (se energiløsninger – der regnes med udvendig overflade)

Ydervægge:

Tung ydervæg: 39,12 m² med 50 mm isolering
Skørt over vinduer: 33,4 m² isoleret med 85 mm træbeton. (U-værdi 0,8)

Tag: 105 m² - 80 mm Alu-rulleisolering

Retningsvinkel: 224,26°

Yderligere oplysninger på ejendommen Raadvadvej 21, 6000 Kolding kan findes på www.Ois.dk

Ved gennemgang af huset blev der dokumenteret følgende med billeder:



Huset set fra nord:

Nye vinduer med en U-værdi på 1,4.
Der er 2 ældre ovenlyskupler af plexiglas
Tag med tagpap
Ældre hoveddør med gammelt glasparti.
Glaspartiet har en U-værdi på 2,7



Huset set fra syd:
Sokkel mangler puds og har revner.



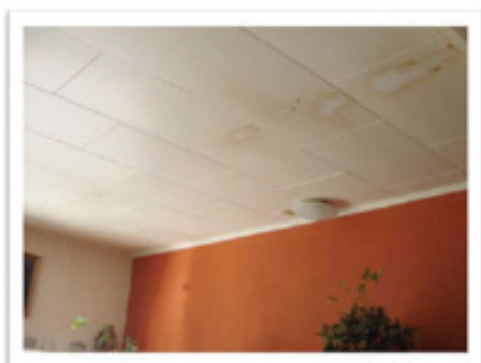
Der er utæt fuge omkring skorsten.



Ovenlysvindue i bad:
1-lags Plexiglas med dårlig isoleringsværdi
Der ses mørke aftegninger i træværket.



Hushjørne set fra øst/syd:



Fugt gennemtrængning på loft.



Skørt over mur ved udhæng.

Beregn energinøgletallet for bygningen

Bilag til opgaven

Totalt varmekonsumtions nøgletal

Varmeforbrug, incl. varmt brugsvand			
Byggeår	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	185
1940 - 1949	310	280	180
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

A. Opvarmet areal (m ²)	
B. Olieforbrug (liter pr. år)	
C. Naturgasforbrug (m ³ pr. år)	-
D. Fjernvarmeforbrug (MWh pr. år)	-
E. Elforbrug (kWh pr. år)	-
F. Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	
G. Energinøgletal for opvarmning kWh/m ² pr. år	

		Fyringsolie	Naturgas	Fjernvarme
	kWh	liter	m ³	m ³
1 kWh	1	0,100	0,090	0,025
1 MJ	0,278	0,028	0,025	0,007
1 M _{cal}	1,163	0,116	0,104	0,029
1 l fyringsolie	10,0	1	0,894	0,245
1 m ³ naturgas	11,0	1,118	1	0,274
1 m ³ fjernvarmevand	40,7	4,081	3,649	1
1 kg tørt bølgebrænde	4,1 kWh	0,41 liter		

Omsætning af U-værdi til energiforbrug:

Som en grov tommelfingerregel kan du gange U-værdien med 100, og så har du det årlige energiforbrug i kWh gennem 1 m² af den pågældende bygningsdel. Dvs. gennem en kvadratmeter bindingsværk tabes årligt: $1 \times 2,8 \times 100 = 280 \text{ kWh}$.

Hvis bindingsværksmuren kunne efterisoleres med 200 mm isolering indvendig, ville den få en U-værdi på ca. 0,21

Dvs. den årlige besparelse pr. kvadratmeter ville være:

$$(2,8 - 0,21) \times 100 = 259 \text{ kWh pr. m}^2$$

Dvs. for et hus der er 10 meter langt vil besparelsen blive:

$$259 \text{ kWh/m}^2 \times 10 \text{ m} \times 2 \text{ m} \times 2 = 10.360 \text{ kWh}$$

Forudsætning:

$$U\text{-værdi} \times 100 = \text{årsforbrug i kWh/m}^2$$

4°C ude inde 22°C

$$18^\circ\text{C} \times 227 \text{ dage} \times 24 \text{ timer} / 1000 \sim 100$$

(98,062)

Konstruktion:	m ²	U-værdi	Energibehov i KWh	Ny U-værdi	Besparelse i KWh
Tag					
Ydervægtung					
Let ydervægge/ skørt		0,8			
Terrændæk					
Vinduer gamle					
Ovenlys i plexiglas					
Vinduer nye					
Hoveddør					
Total:					

En ekstra foranstaltning ved ombygning regnes for rentabel når:



11. Salg af besparelser til energiselskaberne

Tilskud fra energiselskab

Samarbejd med energiselskabet om energibesparelser

Vil du som entreprenør, håndværker eller installatør tjene penge på energibesparelser i bygninger og få god adgang til kunderne på renoveringsmarkedet, er det en oplagt mulighed at kontakte det lokale energiselskab og høre om deres mulighed for at give tilskud til energibesparelser i bygninger. De er nemlig forpligtet til at realisere energibesparelser hos deres kunder dvs. alle bygningsejere i Danmark.

Finansiering og tilskud til energibesparelser i bygninger

Energiselskaberne realiserer energibesparelser i bygninger på mange forskellige måder. Nogle finansierer energibesparelser via energiregningen, og andre laver aftaler med installatører og håndværkere, der finder og gennemfører energibesparelser ude i kundens bygning. En aftale kan eksempelvis indeholde en kompensation per sparet kWh for både den udførende virksomhed og kunden. En stor del af energiselskabernes besparelser i husholdningerne er hidtil fundet inden for områderne:

- Kedler
- Varmeanlæg
- Ventilationsanlæg

Mange af disse besparelser findes i forbindelse med de lovpligtige energieftersyn af kedler- og varmeanlæg samt ventilationsanlæg, som foretages af installations- og håndværkss virksomheder.

Andre nøgleområder, der kan give store besparelser, er:

- Loftisolering
- Vægisolering (hulmur, udvendig, indvendig)
- Nye eller forbedrede vinduer
- Kedel- og rørisolering
- Udskiftning af belysning

Det er bl.a. på nogle af disse områder, at du kan få fordel af at indgå en aftale med kunderne samt et energiselskab.

Du kan på **www.byggeriogenergi** se, hvordan en række energiselskaber forholder sig vedrørende "køb" af sparede kilowattimer.

I kapitel 11-2 findes en finansieringsguide, der skal klæde banker og andre låneinstitutter bedre på til at finansiere energibesparelser.

Hvad nu? Handlingsplan

Det lyder måske lidt voldsomt, at du skal udarbejde en handlingsplan til kunden. Men der er nu også bare tale om en prioriteret liste over energispareforanstaltninger, som kunne være relevant for denne bygning.

Denne liste kan udarbejdes som resultat af de registreringer, som du har udført i tjekskema eller registreringsskema og evt. energiforbrugsskema, (alle findes i bilag) og evt. ved brug af tilstandsrapport og energimærke.

Herigennem har du registreret og vurderet tilstanden på bygningsdelene og beregnet muligheder for energibesparelser ved hjælp af energiløsningerne. Husk, at det er dig, der er den fagligt vidende. Du kan ikke gå ud fra, at kunden har valgt et område fra, bare fordi hun ikke selv kommer ind på det. Derfor er det en god idé at bruge afkrydsningsskemaerne i pakkedøsningerne. Her kan I sammen krydse af, hvilke løsninger, som kunden ønsker tilbud på. Husk også løsninger, som ikke ligger indenfor dit eget fagområde.

Boligejeren forventer, at du som håndværker også har overblik over andre fagområder. Udnyt denne tillid – måske kan du og dit firma "tage førertrøjen på" – som en salgstotalentreprenør. Hjælp kunden med at få overblik over den mest hensigtsmæssige rækkefølge af renoveringsarbejderne.

Husk:

- At kun få kunder efterspørger opgaver, der udelukkende har det formål at spare på husets energiforbrug
- At det er vigtigt at få gjort tingene "energirigtigt", når huset alligevel skal renoveres

Til handlingsplanen kan du således bruge (ikke nødvendigvis alle)

- Et registreringsskema (bilag)
- Skemaet med husets energinøgletal omtalt i kapitel 4 (samt bilag)
- Skemaet med totalt varmekonsum omtalt i kapitel 4 (bilag)
- Tjekskemaerne for vurdering af tag, facade og varmeinstallation omtalt i kapitel 5 (bilag) - benyttes ofte ikke, hvis registreringsskemaet benyttes)
- De energiløsninger, der er anbefalet ud fra energigennemgangen (kap. 8)
- Evt. skema for sammenfatning af energibesparende forslag (bilag)
- Evt. afkrydsningsskema fra relevant pakkedøsning (se i kapitel 10, pakkedøsninger)

Afklar ud fra skemaerne sammen med kunden, hvad der skal gives tilbud på. Det er vigtigt, at man her anvender tjeklisterne i de enkelte energiløsninger og orienterer kunden om arbejdets indhold (udførelsen).

Sig til kunden, at hvis hun henter flere tilbud hjem, så bør det være ud fra samme forudsætninger – herunder tilbudslister.

Følg op på tilbuddet. Vær ikke bange for at få en afklaring.

Er du i tvivl om noget, så ring til Videncenter for energibesparelser i bygninger.

Telefon mandag til torsdag kl. 9-16 og fredag kl. 9-14. Tlf. 72 20 22 55.

Sådan skaber du finansieringsmuligheder gennem energibesparelser

En guide til dig, som rådgiver husejere om budget og finansiering



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Energiforbedringer eller nyt bad?

Energiforbedring kan mindske din kundes boligudgifter væsentligt og fra dag ét give din kunde et større rådighedsbeløb.

Samtidig vil kundens økonomi blive mindre følsom overfor stigende energipriser. Dermed forbedres grundlaget for finansiering af andre boligforbedringer, så husejeren ikke behøver at vælge mellem energiforbedring eller nyt bad, men kan få begge dele.

Det forventes, at energipriserne i fremtiden vil stige, og at energisituationen vil blive væsentligt forandret i løbet af bygningernes og forbedringernes levetid og lånenes løbetid. Det kan derfor være risikabelt for finansieringsinstitutterne at føre en udlånspolitik uden at inddrage energiforbruget.

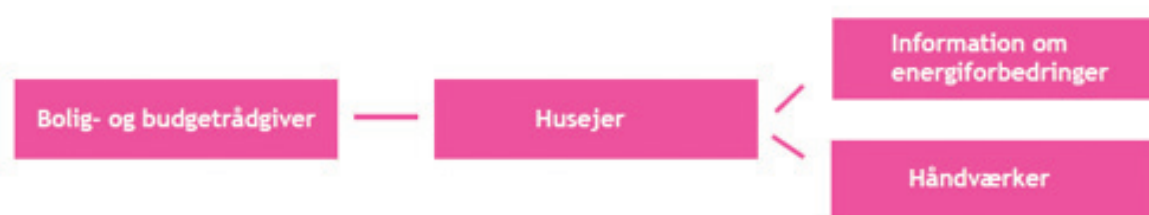
Finanssektoren erkender dette i stigende grad og er da også på vej med nye initiativer, som skal gøre energiforbedringer til et tema i finansieringsinstitutionernes privatkunde-rådgivning.

Fordele for finansieringsinstituttet

- Bedre økonomisk grundlag for udlån - også i et langsigtet perspektiv
- Sikrede grundlag for udlån med lang løbetid
- Sikring af kundens ejendoms værdi

Fordele for kunden

- Større rådighedsbeløb
- Mindre risiko, hvis energipriserne stiger
- Bedre indeklima ved forbedring af klimaskærmen (ydervægge, vinduer, døre)
- Lavere CO₂ udslip og bedre klimasamvittighed



Som bolig- eller budgetrådgiver har du mulighed for at pege på kundens muligheder for energibesparelser, før kunden indgår aftale med en håndværker om byggearbejder. Din boligrådgivning er dermed ofte perfekt timet i forhold til husejerens beslutninger om energiforbedringer. Det er især relevant, hvis energjudgiften er høj eller stigende.

Hvornår energilån?

- **Køb.** Brug den lovpligtige energimærkning, når du er i dialog med kunden om finansiering af boligen. Måske peger den på oplagte muligheder for forbedring.
- **Konvertering.** Ved lånekonvertering/omprioritering. Her kan husejeren benytte muligheden for at optage et større lån og benytte det til gennemførelse af forbedringer.
- **Lånoptagelse.** Ved optagelse af lån til andre formål, f.eks. i forbindelse med renovering, ombygning eller tilbygning. En række energiforbedringer er særlig rentable,

hvis de foretages i forbindelse med, at bygningsdelen alligevel renoveres.

- **Nybyggeri.** Her kan husejeren med fordel gå efter et lavenergibyggeri frem for et hus, der blot opfylder bygningsreglementets minimumskrav - også selv om sådanne huse er lidt dyrere i anskaffelse.
- **Budgetlægning.** I forbindelse med budgetlægning kan I sammen se på boligejerens energjudgifter og diskutere mulige forbedringer.

Hvor kan husejerne finde mere information

Det er husejerens opgave at identificere forbedringspotentialer i huset. Du kan imidlertid udpege følgende muligheder for kunden:

- Husets energimærke giver et generelt overblik over forslag til energiforbedringer. Energimærket er især fokuseret på forbedringer, som har god økonomi her og nu. Nyere energimærker findes på www.boligejer.dk. Energimærkning er lovpligtig i forbindelse med salg af boliger.
- På Center for Energibesparelsers hjemmeside er der vigtig information om energiforbedringer i bygninger - også i situationer hvor energiforbedringen foretages i forbindelse med andre byggearbejder.
- Center for Energibesparelser, Energijournalen, det lokale Energi- og Miljøkontor samt energiselskaberne giver gratis råd om energiforbedringer.
- Når man regner på forbedringer, er det vigtigt at tage udgangspunkt i den aktuelle energipris. Kunden kan finde den (enhedsprisen, fx kr./kWh) på sin energiregning eller hos sit forsyningselskab.
- Over 300 håndværkere landet over har en særlig energivejlederruddannelse - disse håndværkere kan findes på www.energivejlederen.dk.

Kunden skal være opmærksom på, at beregnede energibesparelser skal opfattes som et skøn. Beboernes vaner kan betyde, at de beregnede energibesparelser ikke helt opnås. Det er husejerens eget ansvar at vurdere, om det er sandsynligt, at besparelserne opnås i praksis.

Læg budget med energimærket

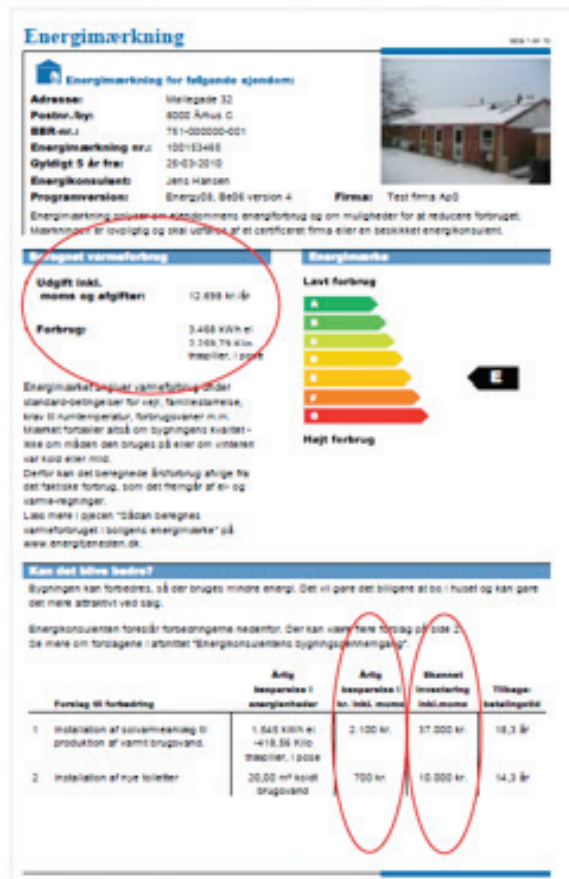
Hvis der foreligger et energimærke for huset, kan du hjælpe kunden med at sammenligne rådighedsbeløb henholdsvis med og uden energiforbedring.

I energimærket angives:

- forventet årlig energibesparelse i kr. (se nedenfor)
- skønnet investering til energiforbedringen (se nedenfor)

Vi anbefaler, at husejeren får et skriftligt tilbud fra håndværkeren, som udarbejdes i henhold til Videncentrets energiløsninger. Herved sikres, at forbedringerne lever op til de nyeste krav til energieffektivitet og faglig udførelse. Husejeren kan selv udskrive relevante løsninger fra www.byggeriogenergi.dk og give dem til håndværkeren.

På baggrund af oplysningerne kan du som bolig- eller budgetrådgiver rådgive kunden om budget og finansiering af investeringen.



Alle boliger får en skalaværdi i energimærkningen. Skalaen går fra A - G, hvor G tildeles de energimæssigt dårligste boliger med de største forbedringsmuligheder.

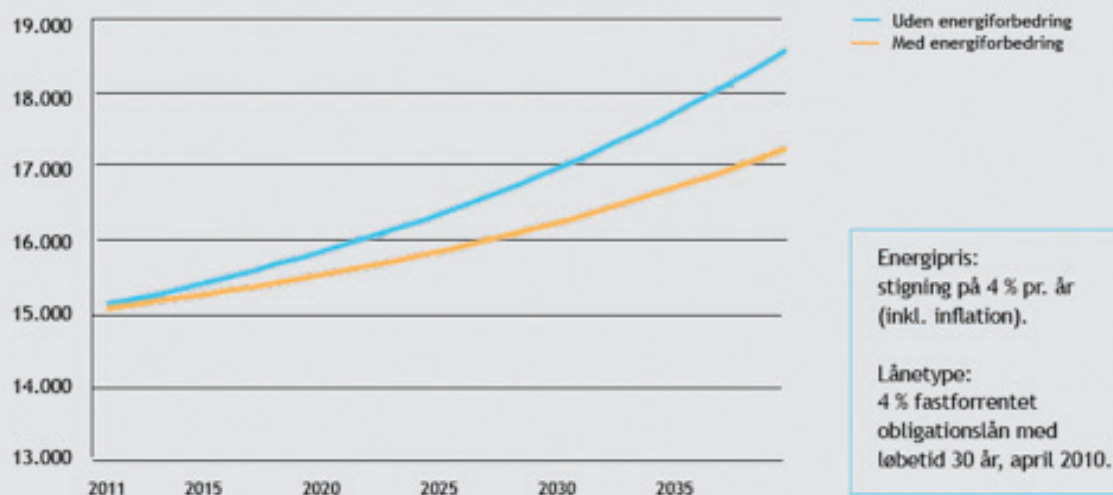
Energiforbedring som fremtidssikring

En kunde skal låne 2.300.000 kr. til et nyt hus inkl. renovering af taget. Han overvejer et ekstra lån på 100.000 kr. til isoleringsarbejder. Herved kan han spare ca. 7.000 kr./år på varmeregningen.

Nedenfor sammenlignes kundens månedlige ydelse ved et lån på 2.300.000 kr. med et lån på 2.400.000 kr. inkl. gennemført isolering og opnået varmebesparelse. Det fremgår, at kundens samlede månedlige boligudgift er lavere, hvis varmebesparelserne gennemføres, fordi den opnåede varmebesparelse opvejer den højere ydelse på det større lån.



Samlet månedlig boligudgift



Hvilke energiforbedringer?

Det er ofte billigst at energiforbedre, når husejerne alligevel renoverer eller bygger om. Det vil typisk altid kunne betale sig for husejerne at

- efterisolere, når taget udskiftes
- købe lavenergivinduer, når vinduerne alligevel udskiftes
- udskifte en gammel oliekedel med en ny energieffektiv kedel, varmepumpe e.l.
- skifte til f.eks. fjernvarme, hvis det er muligt
- få foretaget hulmursisolering
- isolere rør til varme og varmt vand

Vil du vide mere?

På www.byggeriogenergi.dk kan du læse mere om:

- Energimærkning
- Oplagte energiforbedringstiltag
- Energiløsninger
- Beregningseksempler



Videncenter for
energibesparelser i bygninger

Telefon 72 20 22 55 www.byggeriogenergi.dk

Bilag: registreringsskema

A. Opvarmet areal [m ²]	
B. Olieforbrug (liter pr. år)	
C. Naturgasforbrug [m ³ pr. år]	-
D. Fjernvarmeforbrug [MWh pr. år]	-
E. Elforbrug [kWh pr. år]	-
F. Omregning til kWh fra olie, gas eller fjernvarme	
G. Energinøgletal for opvarmning	

Totalt varmeforbrug nøgletal

Varmeforbrug, incl. varmt brugtsvand			
Byggeår	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	165
1940 - 1949	310	280	160
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

Kortlægnings- og beregningskema.						
Navn Ejer:	Adresse:	Tlf.:	Byggeår:	Kælder	Krybekælder	
		E-mail:	Etageareal:	m ²	m ²	
Antal beboere:	Orientering hustag (nord= 0 grader. Øst = 90 grader)	Opvarmningsform:	Forbrug/år Brændeforbrug:	Energipris		
Udfyldes evt. senere Forbrug pr. år i kWh: (For hjælp: Bilag 2 og 3)		Forbrug i kWh/m ² opvarmet areal: (For hjælp: Bilag 3)	Vurdering af energiforbrug: (for hjælp se bilag 4)			

TAGKONSTRUKTION

Bygningsdel	Registrering nuværende situation		Bygningsdelens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh (se energiløsning) (antal m ² * kWh/m ²) (Beregnes)	Tilbud ønskes
			Dårlig	Middel	God			
Fladt tag	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm				Efterisolering af tag		
Loft	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm				Efterisolering af loft		
Skråvæg/loft til kip –	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm				Efterisolering af skråvæg/loft til kip – indefra/udefra		
Løftlem	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm				Efterisolering af løftlem		
Skunk	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm				Efterisolering af skunk		
Skunklem	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm						
Rør i tagkonstruktion	☐ meter 22 mm rør med 20 mm isolering:	m				Efterisolering af rør i skunkrum (tagkonstruktion)		
	☐ meter 28 mm rør med 20 mm isolering:	m						
	☐ meter 28 mm rør med 20 mm isolering:	m						
Kviste (flunker/loft)	Areal: m ²	Isoleringstykkelse: mm						

YDERVÆGGE

Bygningsdel	Registrering nuværende situation			Bygningsdelens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh (se energiløsning) (antal m ² * kWh/m ²) (Beregnes)	Tilbud ønskes
				Dårlig	Middel	God			
Let ydervæg – Materialer:	Areal:	m ²	Isoleringstykkelse:	mm			Indvendig/udvendig efterisolering af let ydervæg		
Tung ydervæg – Materialer:	Areal:	m ²	Isoleringstykkelse:	mm			Indvendig/udvendig efterisolering af tung ydervæg		
	☐ Letbeton 200 mm		☐ Letbeton 240 mm	☐ Mursten 240 mm					
Hulmur	Tykkelse af hulrum	cm					Hulmursisolering		
Materialer for og bagmur:	Areal:	m ²	Isoleringstykkelse:	mm					

KÆLDER

Bygningsdel	Registrering nuværende situation		Bygningsdelens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh (se energiløsning) (antal m ² * kWh/m ²) (Beregnes)	Tilbud ønskes
			Dårlig	Middel	God			
Terrændæk	Areal:	m ²	Isoleringstykkel: mm			Efterisolering af terrændæk		
Gulv mod krybekælder	Areal gulv:	m ²	Isoleringstykkel: mm			Efterisolering af krybekælder		
Etageadskillelse mod kælder	Areal etageadskillelse:	m ²	Isoleringstykkel: mm			Efterisolering af etageadskillelse mod kælder		
	☐ Etageadskillelse med lerindskud		☐ Etageadskillelse uden lerindskud					
Sokkel	Areal sokkel:	m ²				Efterisolering af sokkel		
Kældervægge –	Areal kældervægge:	m ²				Indvendig efterisolering af kældervæg		
Kældergulv	Areal kældergulv:	m ²				Efterisolering af kældergulv		
	Maks. 75 mm over beton							

VINDUER

Bygningsdel	Registrering nuværende situation	Bygningssdelens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh (se energiløsning) (antal m ² * kWh/m ²) (Beregnes)	Tilbud ønskes
		Dårlig	Middel	God			
Vinduer med fortsatsruder	☐ Forsatsglas (enkelt lag), antal: m ² (størrelse) ☐ Forsatsglas (termog), antal: m ² (størrelse)				Energiforbedring af vinduer og forsatsruder		
Vinduer med koblede ruder	Antal vinduer: m ² (størrelse)				Energiforbedring af vinduer med koblede ruder		
Optiglas	☐ Enkelt lags vinduer, antal: m ² (størrelse) ☐ Termoruder, antal: m ² (størrelse)						
Termoruder	☐ To-lags termoruder, antal: m ² (størrelse) ☐ Tre-lags termoruder, antal: m ² (størrelse)				Udskiftning af termoruder		
Termovinduer	☐ To-lags termovinduer, antal: m ² (størrelse) ☐ Tre-lags termovinduer, antal: m ² (størrelse)				Udskiftning af termovinduer		
Ovenlyskupler	☐ Er der ovenlys med acryl-kuppel ☐ Tagvinduer, antal: m ² (størrelse)				Udskiftning af ovenlyskupler		
Tagvinduer					Udskiftning af tagvinduer		

INSTALLATIONER – kan evt. udfyldes og drøftes med kunde eller leveres til installatør

Installationsdel nuværende	Registrering nuværende situation		Installationens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh	Tilbud ønskes
			Dårlig	Middel	God			
Varmeanlæg	Husets nuværende energiforbrug inkl. varmt brugsvand: liter olie m³ gas kWh					Konvertering til luft-vand-varmepumpe Konvertering til jordvarmepumpe Udskiftning eller konvertering til kondenserende gaskedel Udskiftning af oliekedel Konvertering til fjernvarme		
	eller: Byggeår:							
	☐ Olie: støbe – eller pladejernskedler fra før 1977							
	☐ Olie: støbe – eller pladejernskedler fra efter 1977							
	☐ Gas: støbe – eller pladejernskedler fra før 1977							
	☐ Gas: støbe – eller pladejernskedler fra efter 1977							
	☐ Traditionel åben gaskedel							
	☐ Traditionel lukket gaskedel							
	☐ Elvarme							

Installationsdel Nuværende	Registrering nuværende situation	Installationens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh	Tilbud ønskes
		Dårlig	Middel	God			
Fjernvarmeanlæg	Direkte fjernvarme:				Konvertering til fjernvarme		
	☐ Ældre fjernvarmeinstallation (opbygget på stedet anvendt fra til ca. 1990)						
	☐ Nyere unit (samlet enhed, anvendt efter ca. 1990)						
	Indirekte fjernvarme:						
	☐ Ældre fjernvarmeinstallation (opbygget på stedet anvendt frem til ca. 1990)						
	☐ Nyere unit (samlet enhed, anvendt efter ca. 1990)						

Installationsdel Nuværende	Registrering nuværende situation	Installationens tilstand			Fastlæggelse af energibesparelse ved hjælp af energiløsning	Besparelse i kWh	Tilbud ønskes
		Dårlig	Middel	God			
Varmeanlæg	☐ A-mærket kedel ☐ Fjernvarme ☐ Elvarme				Solvarme til varmt brugsvand		
	☐ Ældre kedel ☐ Kedel med dårligt energimærke				Solvarme til varme og varmt brugsvand		
	☐ Er der behov for varme om sommeren (evt. i fugtig kælder eller badeværelse)?						
Varmeanlæg	☐ A-mærket ☐ Fjernvarme ☐ Elvarme				Solvarme til varme og varmt brugsvand		
	☐ Ældre kedel ☐ Kedel med dårligt energimærke						
Ventilation					Ventilationsanlæg med varmegenvinding		
Belysning	Antal glødelamper: á Watt med nuværende driftstimer						
	Antal nødvendige driftstimer: timer						
	Antal sparepærer á Watt med nuværende driftstimer						
	Antal nødvendige driftstimer: timer						
	Antal halogenstifter á Watt med nuværende driftstimer						
	Antal nødvendige driftstimer: timer						
	Antal halogenspots á Watt med nuværende driftstimer						
	Antal nødvendige driftstimer: timer						

Bemærkninger	Tagkonstruktion
Ydervægge	Vinduer/døre
Installationer	

Firmastempel		Alder	Vurdering (sæt kryds)				Anbefalinger - Energiløsninger - særskilte eller i kombination	Håndværkerens bemærkninger
			Renoveres om 6-10 år	Renoveres om 0-5 år	JA	Nej		
Ydervægge - vinduer og døre.								
Ydervæg og fundament							Mulighed	
Ydervæggens ca. alder og tilstand								
Er der udvendigt fuget med tætningsmasse mellem karm og vindues/dørhul ?						Hvis dårlig	Energiløsning "Udvendig efterisolering af ydervæg" eller "Udvendig efterisolering af let ydervæg"	
Er der hulmursisoleret ?						Hvis nej	Udfør fugning	
Vinduer og døre						Hvis nej	Udfør hulmursisolering	
Rammernes ca. alder og tilstand							"Energiløsning " Udskiftning af vinduer"	
Glasset er termoglas og vinduernes tilstand er god eller middel						Hvis "god" eller "middel"	"Energiløsning "Udskiftning af termoruder"	
Er vinduer eller døre velfungerende og tætte ?						Hvis nej	udskift evt tætningslister	

Firmastempel	Vurdering (sæt kryds)						Anbefalinger - Energiløsninger - særskilte eller i kombination	Håndværkerens bemærkninger
	Vurdering (sæt kryds)							
	Alder	Renoveres om 6-10 år	Renoveres om 0-5 år	Ja	Nej			
Vurdering af tagkonstruktion, tilstand energiforhold og muligheder								
	År	Middel	Dårlig	Ja	Nej	Mulighed 1	Mulighed 2	
Tagbelægningens ca. alder og tilstand						Taget udskiftes og i den forbindelse udføres *Energiløsningen "Efterisolering af loft"	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller " Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"	
Er der under 200 mm isolering i tagkonstruktionen ?						Hvis "dårlig"		
						Hvis ja	Energiløsning "Efterisolering af loft" eller "Efterisolering af skunk" + "Efterisolering af skråvæg og loft til kip" + Efterisolering af loft"	
Ved rørføringer i tagkonstruktionen. Varmerørernes ca. alder og tilstand ?						Hvis "dårlig"	Varmerør skiftes og isoleres med 40 - 50 mm Energiløsning "Efterisolering af rør i tagkonstruktion"	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller " Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Varmerørene er uisolerede eller den eksisterende rørisolering er i stykker						Hvis ja	Isoleringen skiftes til 40-50 mm rørisolering	
Varmtvandsbeholderens ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Udskift termostater og monter termostater hvor de mangler.	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller " Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Hvis vinduer på 1. sal								
1. sal Vinduesrammernes ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Energiløsning "Udskiftning af vinduer" og "Tagvinduer"	
1. sal glasset er termoglas og vinduernes tilstand er god eller middel						Hvis "god" eller "middel"	Energiløsning Udskiftning af termoruder"	

Firmastempel	Vurdering (sæt kryds)						Anbefalinger - Energiløsninger - særskilte eller i kombination	Håndværkerens bemærkninger
	År	Alder	udskiftes om 3 - 6 år	Udskiftes 0-2 år	JA	Nej		
					Middel	Dårlig		
Varmeininstallationer								
Kedler							Mulighed 2	
Oliekedlens ca. alder og tilstand						Hvis dårlig	Energiløsning "udskiftning af oliekedel"	Energiløsning "Jordvarmepumpe"
Gaskedlens ca. alder og tilstand						Hvis dårlig	Udskiftning af gaskedel til A kedel	Energiløsning "Jordvarmepumpe"
Varmtvandsbeholderens ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Udskift til ny beholder, eller skift til beholder der klargjort til solvarmeanlæg	Energiløsning "Solvarme til varmt brugsvand" eller "Solvarme til varmt brugsvand og opvarmning"
Cirkulationspumpens alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Skift til energisparepumpe	
Nogle termostater er defekte eller ingen termostater						Hvis ja	Udskift termostater og monter termostater hvor de mangler.	
Foretages der et årligt serviceeftersyn på oliekedlen						Hvis nej	Udfør serviceeftersyn	
Teknisk isolering								
Varmerøremes ca. alder og tilstand						Hvis "dårlig"	Varmerør skiftes og isoleres med 40 - 50 mm	
Varmerørene er uisolerede og føres gennem uopvarmede områder (krybekælder eller lignende) eller den eksisterende rorisolering er i stykker						Hvis ja	Isoleringen skiftes til 40-50 mm rorisolering	Energiløsning "Efterisolering af rør i tagkonstruktion"
Fjernvarme installation								
Fjernvarmeunit isoleret ?						Hvis nej	efterisolér fjernvarmeunit	
Foretages der et årligt serviceeftersyn på fjernvarmeininstallationen ?						Hvis nej	Udfør serviceeftersyn	

Ca. levetider

Levetider på tage, vinduer og facader er foretaget ud fra www.levetider.dk

Levetider på varmeinstallationer og varmeproducerende anlæg er fra

levetidstabellerne i "Bygningsforsikring for 1- og 2 familiehuse samt fritidshuse"

oktober 2001.

Tage samlede ca. levetider	
Taghældning 25-34 grader - koldt spidsloft undertag Bane MH	
Teglbelægning	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	45 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	45 år
Falstagsten	50 år
Betonbelægning	
Falstagsten	50 år
Fibercement (uden asbest)	
Diagonalskifer	25 år
Skiferplader	25 år
Bølgeplader	25 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år
Tegl	
Vinge , lille overlæg	40 år
Vinge, stort overlæg	50 år
S-vinge, lille overlæg	40 år
S-vinge, stort overlæg	50 år
Falstagsten	50 år
Beton	
Falstagsten	50 år
Fibercement	
Diagonalskifer	30 år
Skiferplader	30 år
Bølgeplader	30 år
Tagpap	
Tagpap 2 lag	35 år

Vinduer ca. levetider	Ca.
Vinduer	
Fyrretræ med termoruder	30 år
Træ-aluvinduer	60 år
Hårdt træ (maghoni eller teak)	50 år
Plastvinduer	50 år
Tætningslister	16 år
Beslag	25 år
Ruder	25 år.
Fugestrimler	20 år
Elastiske fuger	15 år

Facader ca. levetider	Ca.
Mursten blank mur	over 90 år
Fuger	40 år
Træbeklædninger uventileret hulrum monteret lodret	
Fyr ikke imprægneret	50 år
Fyr Imprægneret	60 år
Gran og Lærk	55 år
Træbeklædninger uventileret hulrum monteret vandret	
Gran og Lærk	45 år
Cedertræ	60 år
Udvendig isolering pudset mineraluld	50 år
Overfladebehandlinger	
Fyr	8 år
Gran og Lærk	8 år
cement puds (pudset mineraluld udvendig isolering)	10 år.

Varmeinstallationer ca. levetider	Ca.
Kedler og varmeanlæg	
Kedler støbejern	25 år
kedler stålplade	15 år
Oliefyr og gasfyr	20 år
Varmefordelingsanlæg	
Varmtvandsbeholder	20 år
Varmeveksler	25 år
pladeradiator	35 år
Termostatventiler	15 år
Varmerør	
Rør stål	30 år
rør kobber	45 år

Totalt varmekonsum nøgletal

Varmeforbrug, incl. varmt brugsvand			
Byggeår	kWh/m ² /år		
	Små huse (mindre end 80 m ²)	Mellemstore huse (mellem 80 & 150 m ²)	Store huse Større end 150 m ²
1900 - 1909	320	290	190
1909 - 1919	315	300	210
1920 - 1929	330	295	205
1930 - 1939	305	290	165
1940 - 1949	310	280	160
1950 - 1959	315	255	175
1960 - 1969	225	195	155
1970 - 1979	160	155	140
1980 - 1989	155	125	110
1990 - 1999	145	115	100
2000 -	140	100	85

Isolering af etageadskillelse mod kælder

Standardværdikatalog:

- Indblæsning i hulrum 21 kWh/m²
- Isolering med 50 mm isolering 25 kWh/m²
- Isolering med 100 mm isolering 41 kWh/m²
- Isolering med 150 mm isolering 44 kWh/m²

Isolering af kælderydervæg mod det fri

Standardværdikatalog:

Isolering af kælderydervæg fuldmuret mod det fri

- Udvendig efterisolering 100 mm 61 kWh/m²
- Udvendig efterisolering 150 mm 67 kWh/m²

Isolering af kælderydervæg beton mod det fri

- Udvendig efterisolering 100 mm 173 kWh/m²
- Udvendig efterisolering 150 mm 228 kWh/m²

Isolering af kælderydervæg mod jord

Standardværdikatalog:

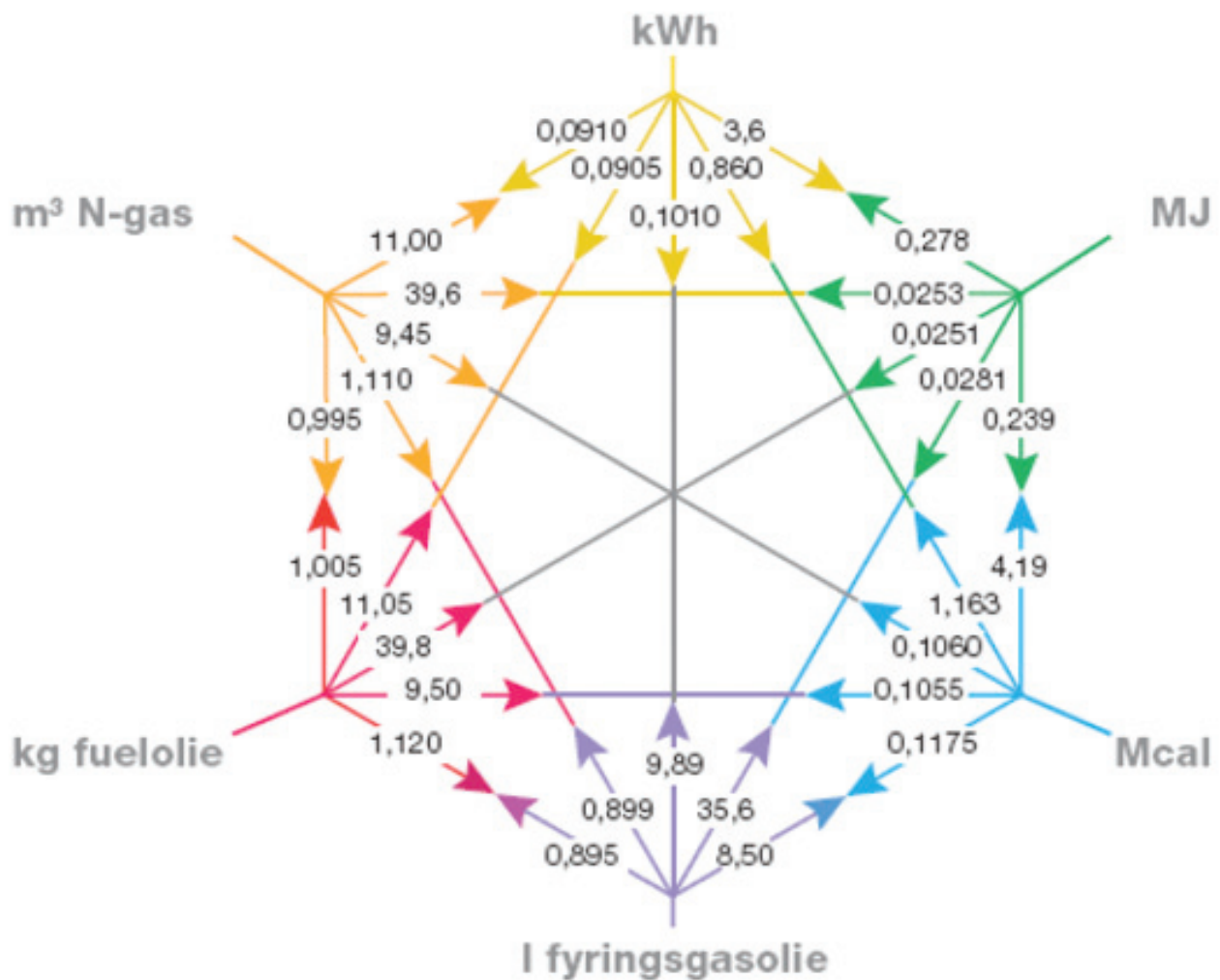
- Udvendig efterisolering 100 mm 60 kWh/m²
- Udvendig efterisolering 150 mm 83 kWh/m²

Isolering af kældergulv mod jord

Standardværdikatalog:

- Efterisolering med 50 mm 10 kWh/m²
- Efterisolering med 100 mm 18 kWh/m²
- Efterisolering med 150 mm 23 kWh/m²

Omregn fra en energienhed til en anden



Energiløsninger, pakkeløsninger og energiberegner: www.byggeriogenergi.dk

Energistyrelsens hjemmeside: www.ens.dk

Energimærkningssekretariat: www.mærkdinbygning.dk

Byggeteknisk erfaringsformidling: www.byg-erfa.dk

Energihjemmeside til bl.a. boligejerne: www.energitjenesten.dk

SBI-anvisninger, energisparepotentiale m.m.: www.sbi.dk

Varmeisoleringsforeningens produktoversigt: www.vif-isolering.dk

Solvarme: www.god-solvarme.dk (godkendte komponenter), www.altomsolvarme.dk (generelt om solvarme) www.kso-ordning.dk (kvalitetssikringsordning for installatører)

Varmepumper: www.teknologisk.dk/varmepumpeinfo (positivliste over godkendte varmepumper samt relevante bekendtgørelser)

www.ens.dk/da_DK/ForbrugOgBespareser/IndsatsBygninger/Varmepumper (liste over energimærkede varmepumper hos Energistyrelsen)

Varmepumpeordningen: www.vp-ordning.dk/forside.asp

Biobrændsel: www.kso-ordning.dk/ installationsvejledning: www.teknologisk.dk/energi/3193,2
www.teknologisk.dk/energi/2811

Olie- eller gasinstallationer: www.or.dk, www.ens.dk; www.energibranchen.dk; tools.sparolie.dk/positivliste.asp; www.sparolie.dk; www.energiogolie.dk (oliepriser) www.dgc.dk/privat/kedeloersigt.htm

Pumper www.elsparefonden.dk/forbruger/produkter/indeklima/a-pumper

Lyskilder www.elsparefonden.dk/forbruger/produkter/belysning/a-paerer

Solceller (solenergi til elproduktion): www.solenergi.dk

Kommuners elforbrug: www.se-elforbrug.dk

Liste over klimakommuner: www.dn.dk

Energipotentialeundersøgelse: www.sbi.dk/miljo-og-energi-besparelser
www.ois.dk (offentlig informationsservice – energimærker)

Teknologisk Institut www.teknologisk.dk

Energitjenesten: www.energitjenesten.dk

Videncenter for energibesparelser i bygninger: www.byggeriogenergi.dk



HANSENBERG

Tryk Hansenberg Kolding 2011
Underviser Jan Hyldgaard Christensen
Design samt tekstombrydning Jane Ølholm