



Klimaskærm  
Ventilation  
Isolering  
Vinduer  
Varme

Miljørigtigt byggeri og energibesparelse

# Indhold:

<b>Forord</b>	.....	1
<b>Klimaskærmen</b>	Energi- og miljøvenligt byggeri .....	2
	Nye regler i bygningsreglementet .....	2
	Ny byggesagsbehandling.....	3
	Lufttæt men åndbar klimaskærm.....	3
<b>Isolering</b>	Isolering uden dampspærre.....	4
	Lille U-værdi giver lille varmeregning.....	5
<b>Ventilation</b>	Måling af utæthed og varmetab.....	6
	Ventilation.....	6
	Frisk luft er en nødvendighed.....	7
<b>Vinduer</b>	Stil krav til vinduer og yderdøre.....	8
	Et godt vindue ses på varmeregningen.....	9
	Bliv varm på dit vindue.....	10
	Rigtig montering og god vedligeholdelse.....	11
<b>Varme</b>	Boligopvarmning.....	12
	Brændeovne.....	13
	Masseovn.....	14
	Biobrændselskedler.....	15
	Fyr rigtigt.....	16
	Rent brænde - ikke affald!.....	17

## Miljørigtigt byggeri og energibesparelser

Udgivet af Landsforeningen Økologisk Byggeri (LØB) i samarbejde med Energitjenesten og Organisationen for Vedvarende Energi (OVE). Udgivelsen er finansieret af ELFORs Energisparepulje.

Oplag: 10.000 stk.

Tryk: 130g silk

Juni 2006.

ISBN 87-991433-0-5



Hæftets emner behandles også på en 3 - dimensionel, transportabel udstilling, der kan lånes ved henvendelse til Energitjenesten, tlf. 70 333 777. [www.energitjenesten.dk](http://www.energitjenesten.dk).

Bagsidebillede: Kik fra stue gennem skodder med solceller i glasset.

Vi takker for lån af fotos og illustrationer og for kritik og støtte fra vores samarbejdspartnere.

Yderligere oplysninger om hæftet og om Landsforeningen Økologisk Byggeri fås ved henvendelse til projektgruppen:

Hans Dollerup Tlf. 86 52 47 41 / 26 12 14 70 Mail: [hansdollerup@yahoo.dk](mailto:hansdollerup@yahoo.dk)

Lene Kaspersen Tlf. 86 27 43 75 / 20 12 85 87 Mail: [udstilling@get2net.dk](mailto:udstilling@get2net.dk)

Lise Reinholdt Tlf. 86 10 02 68 / 27 12 12 06 Mail: [lisereinholdt@hotmail.com](mailto:lisereinholdt@hotmail.com)

Hæftet kan ses og downloades på LØBs hjemmeside [www.lob.dk](http://www.lob.dk)



## **Sund fornuft er et godt udgangspunkt !**

Der er næppe mange, som ønsker at bo i sundhedsskadelige huse, ikke mange som ønsker at skade miljøet, og der er næppe heller mange, som er ganske ligeglade med, hvor stor energiregningen er.

Alligevel er der stadig mange, som ikke stiller kvalitetskrav vedrørende energiforbrug, materialer og konstruktioner, når de køber eller lejer bolig.

Sund fornuft og relevante kvalitetskrav er en win-win situation: Boligejeren eller boliglejereren kan sikre sig et godt indeklima og billige driftsudgifter, samtidig med at det globale miljø får reduceret belastningen en lille smule. Vel redder den enkelte miljørigtige bolig ikke miljøet, endsigse stopper klimaforandringerne. Men for hver gang den enkelte borger reducerer miljøbelastningen en lille smule – og stiller tilsvarende krav til kommune, region og stat, sker der en bevægelse i den rigtige retning.

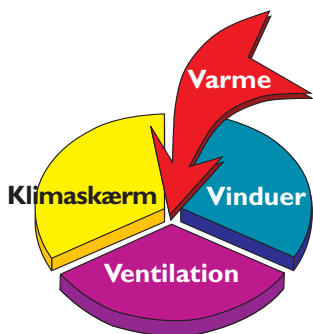
Og ligesom en reduceret energiudgift i den private bolig giver økonomiske friheder på andre områder, vil markante energibesparelser i det offentlige give mulighed for omprioriteringer - og hvem vil ikke foretrække, at skattepengene bruges til bedre pleje af ældre medborgere, frem for at gå i lommen på olieproducenterne?

Mere end 40% af energiforbruget i Danmark bruges til drift af bygninger. En besparelse på 50% ville medføre 25 mia. kroner frigjort til bedre formål hvert år.

Landsforeningen Økologisk Byggeri (LØB) giver med denne pjece information om en række konkrete virkemidler til reduktion af energiforbrug, mindre miljøbelastning, sundere indeklima og ikke mindst lavere driftsudgifter.

Pjecen anbefales til bygherrer, boligkøbere og lejere, som ønsker at stille fornuftige kvalitetskrav til deres omgivelser. Med pjecen i hånden har man et godt redskab til at gå i konkret dialog med rådgivere, entreprenører og leverandører, - for at sikre gode, driftsøkonomiske og miljørigtige omgivelser.

# Energi- og miljøvenligt byggeri



Omkring 40% af Danmarks energiforbrug går til opvarmning og bygningsdrift. Vores boligmasse er dyr at opvarme!

I et traditionelt nybygget hus sker ca. 1/3 af varmetabet gennem klimaskærmen (tag, gulv, ydervægge), ca. 1/3 af varmetabet gennem døre og vinduer og 1/3 gennem husets ventilationssystem.

Der er penge at spare ved valg af de rigtige løsninger på:

- Husets klimaskærm
- Døre og vinduer
- Ventilation
- Husets energiforsyning

Hvis man tilmed har øje for at vælge miljørigtige løsninger, kan man glæde sig over:

- Bedre indeklima
- Mindre forurening og CO<sub>2</sub>-udslip (drivhuseffekt)
- Bedre arbejdsmiljø
- Mindre ressourceforbrug
- Større holdbarhed

Efter 1. januar 2006 er kravene i bygningsreglementet ændret radikalt, og kravet til bygningernes varmetab blevet strammere.

Dette hæfte er udarbejdet af Landsforeningen Økologisk Byggeri (LØB).

Foreningen har til formål at fremme miljøvenligt byggeri.

LØB. bakker op om de nye stramninger i bygningsreglementerne og anbefaler at bygge efter lavenergiklasse 1 eller 2. Samtidig beklager vi, at der i de nye regler ikke stilles krav om miljørigtige materialer og konstruktioner.

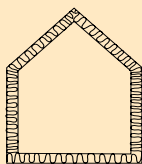


## Nye regler i bygningsreglementet

### Energirammen

Alle nybygninger skal efter de nye regler opfylde en række minimumskrav i en energirammeberegning. Kravene omfatter det samlede energiregnskab for huset. Det vil sige energi til rumvarme, varmt brugsvand, ventilation og køling. Der er indført to lavenergiklasser, som er miljømæssigt bedre end standardkravet.

For en 150 m<sup>2</sup> bolig er dette krav 85 kWh/m<sup>2</sup>/år. For lavenergiklasse 2 må energi-forbruget højst være 61 kWh/m<sup>2</sup>/år. Energiklasse 1, den skrappeste, er på 42 kWh/m<sup>2</sup>/år.



De nye regler lægger op til fleksibilitet i udformningen af huset. Man kan tjene ind på gyngerne, hvad man har mistet på karusellen!

Hvis man vil have et stort vinduesareal, kan man for eksempel forbedre isoleringen eller installere en solfanger og på den måde alligevel få energiregnskabet til at gå op.

Den forbrugte energi beregnes som "primærenergi", - det vil sige den mængde energi, der fra starten går til fremstilling af energien. Hvis man for eksempel forbruger 100 kWh el i huset, bliver det i energiramme-regnskabet sat til 250 kWh. Det er den mængde energi, der skal tilføres el-værket, for at du får 100 kWh ud af stikkontakten derhjemme.

Dette betyder, at el-opvarmning straffes hårdt, men også el-forbruget til ventilation, pumper og ikke mindst air-condition bliver problematisk. Til gengæld får man noget forærende, hvis man benytter vedvarende energi. Den energi, der leveres som varme fra en solfanger eller el fra solceller, trækker nemlig fra i totalenergiberegningen.

I forbindelse med mindre renoveringer, ombygninger og sommerhuse er der p.t. ikke krav om energiramme-beregning af huset. Men kravene i bygningsreglementet skal naturligvis opfyldes. Vær opmærksom på at disse regler ændres løbende!

# Ny byggesagsbehandling

Det er kompliceret at udføre en energirammeberegning for et byggeri, og de fleste private bygherrer vil nok vælge at overdrage det til en konsulent. Varmetabsberegningen skal udføres digitalt på et særligt program, der kan købes hos SBI, Isover eller Rockwool. Prisen varierer, men ligger på omkring 3000,- kr samt licens.

## Byggesagsforløb for et enfamiliehus efter de nye regler:

- 1) Huset projekteres, og der udfærdiges en dokumentation for, at energirammen er opfyldt. Dette kan gøres af bygherren, men vil ofte blive gjort af en rådgiver.
- 2) Dokumentationen sendes elektronisk til Energimærkeordningen, der kvitterer. Denne kvittering skal vedlægges ansøgningen om byggetilladelse.
- 3) Kommunen udsteder byggetilladelse.
- 4) Byggeriet gennemføres.
- 5) Bygherren kontakter en energikonsulent.
- 6) Energidokumentationen kontrolleres, at byggeriet er udført, som beskrevet i energiberegningen. Herefter udfærdiges en energimærkning, der fremsendes til kommunen sammen med færdigmelding af byggeriet.
- 7) Såfremt energi-konsulenten ikke har anmærkninger, vil bygherren modtage en BBR-registrering.
- 8) Byggeriet kan tages i brug.

# Lufttæt men åndbar klimaskærm

Udefra skal husets isolering beskyttes mod regn og vind. Indefra skal den beskyttes mod den store mængde fugt, der produceres i boligen ved menneskenes fugt-afgivelse, madlavning etc. Som hovedprincip må denne fugt ikke komme ud i isoleringen, og det er derfor vigtigt, at klimavæggens inderside er rimelig diffusionstæt. Isoleringen skal holdes tør og beskyttet mod blæst og fugt.

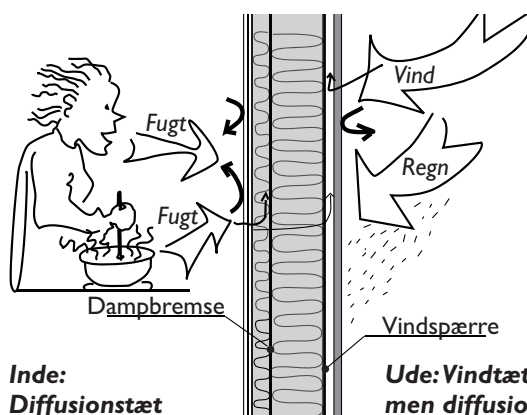
Den fugt, der trods alle forholdsregler trænger ind i isoleringen indefra, skal kunne udluftes udefra. **Altså: Klima-skærmen skal være tæt indvendig og diffusionsåben udvendig.**

Det er til stadighed et diskussionspunkt, hvor tæt det indvendige lag skal være. Som tommelfingerregel

skal det inderste lag være ca. 5 gange så diffusionstæt som det yderste lag. Tætheden er specielt vigtig på badeværelser og i lofter.

## Et utæt hus

Udføres konstruktionen ikke håndværksmæssigt korrekt, vil der i boligen blive problemer med træk og kuldebroer. Dette giver komfortgener, varmetab og risiko for fugt i konstruktionerne med deraf følgende råd og svampeskader.



# Isolering uden dampspærre

**En dampspærre** er et meget tæt materiale, oftest en plast-folie. Det er yderst vigtigt, at dampspærren er helt tæt ved alle samlinger.

Dampspærren er vigtig at bruge, såfremt man isolerer med mineraluld. En konstruktion isoleret med mineraluld er følsom over for fugt. Fugten kan ophobes og bevirke at træ og f.eks. kartongips angribes af råd og svamp.

Hvis man isolerer med papirisolering, viser undersøgelser, at dampspærren er mindre vigtig. Papirisoleringen er ikke så følsom overfor ophobning af fugt. Samtidig vil papirisoleringens store densitet (tyngde) bevirke, at den bidrager til en god lufttæthed. (Ref.: Se artikel i FORSK 07: Fugtsikre facader, By og Byg dokumentation 025 på [www.sbi.dk](http://www.sbi.dk).)

Med papirisolering kan man ofte helt undvære dampspærre eller erstatte den med en dampbremse.

## 5 gode råd om lufttæt klimaskærm

- Vær omhyggelig.
- Anbring dampbremsen godt beskyttet inde i konstruktionen (dog max 1/3 inde).
- Alle samlinger og gennembrydninger tapes eller fuges.
- Anvend et isoleringsmateriale i flere lag, eller bedre: Brug løst granulat med høj densitet.
- Anvend gerne dampspærre i fugtbelastede rum som f.eks. badeværelser.

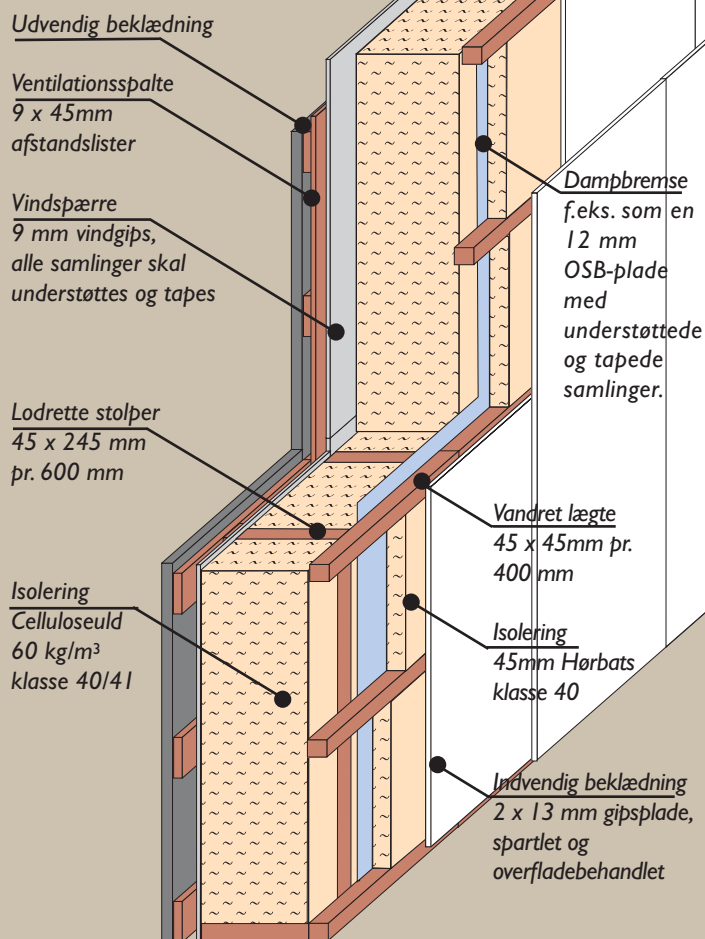
**En dampbremse** er et mindre tæt materiale, for eksempel to lag gips med forskudte samlinger, spartlet og malet. Det kan også være en armeret papfolie.

## Et fornuftigt bud på en let ydervæg

Ved brug af papirisolering undgår man de fugtproblemer, der nemt opstår, hvis den håndværksmæssige kvalitet ikke er helt i top. Bemærk at dampbremsen på den viste konstruktion er trukket 50 mm tilbage, således at elektriker og VVS-mand kan operere i de inderste 50 mm uden at skulle gennembryde eller beskadige dampbremsen.

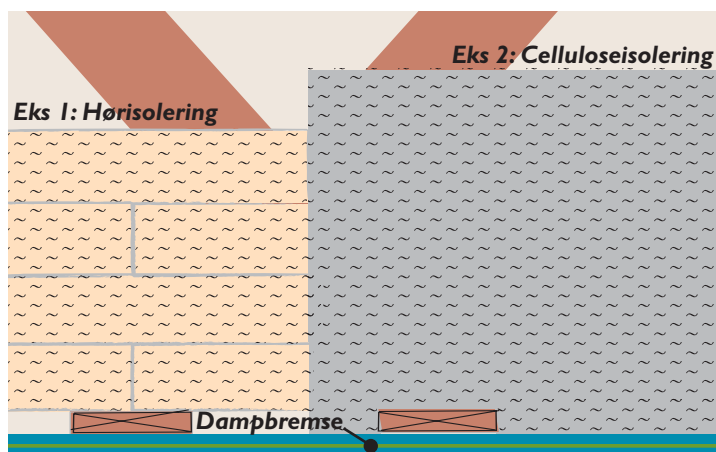
## Let bærende BD-30 ydervæg

$U$ -værdi =  $0,16 \text{ W/m}^2 \text{ K}$



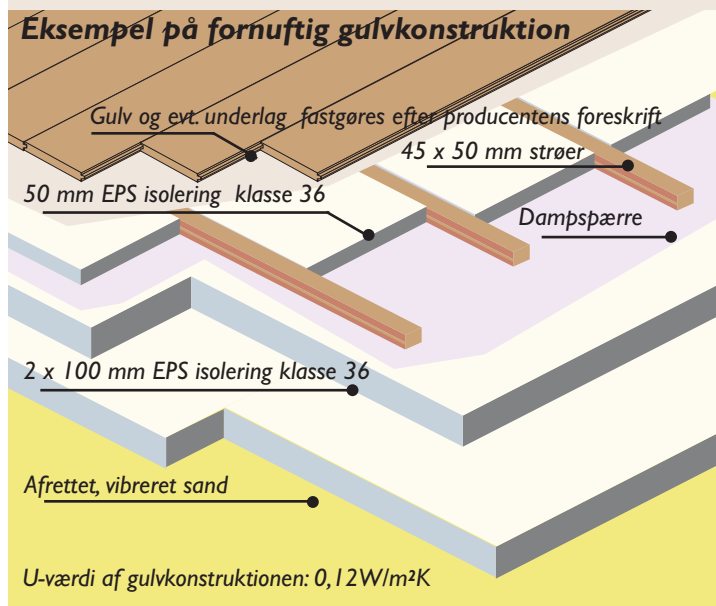
# Lille U-værdi giver lille varmeregning

Energiforbruget til opvarmning kan formindskes kraftigt ved at anvende en fornuftig tykkelse på isoleringen, undgå kuldebroer og etablere en stor lufttæthed. For at opfylde lovens minimumskrav er det tilstrækkeligt med 200 mm isolering i gulv og vægge samt 250 mm isolering på loftet. Det er dog altid hensigtsmæssigt at bruge mere isolering, som vist på tegningerne. Det er et godt grundlag for at opfylde kravene til energiklasse et og to.



## 2 eksempler på isolering af loft

- 1) 4x 100 mm hørisolering i formstykker.
  - 2) 400 mm løst celluloseuld (papir/træ) udlagt med 12% overhøjde, da det sætter sig efter udlægning - hvorefter det stabiliserer sig.
- U-værdi af konstruktionen er 0,11 W/m<sup>2</sup> K.



Der er flere forskellige muligheder for at isolere med miljøvenlig isolering som f.eks. papiruld, træuld, hør, perlite, EPS m.v.

Landsforeningen Økologisk Byggeri (LØB) har en hjemmeside, hvor der er en forhandlerliste på bl.a. alternativ isolering. Se [www.lob.dk](http://www.lob.dk)

## En fornuftig loftsisolering

Løse materialer (granulat) er velegnede i konstruktioner med spærfag, da isoleringen let falder på plads og slutter tæt til. Det gælder f.eks. gitterspær, der jo har mange krinkelkroge. Isoleringsmaterialer i ruller eller plader er også velegnede, men kræver en omhyggelig tildannelse for at undgå luftlommer.

Under isoleringen anbringes en dampbremse, som skal udføres med sammenklemte eller tapede samlinger.

## En fornuftig gulvisolering

Med ekspanderet polystyren (EPS) lagt direkte på afrettet, vibreret sand, kan man undgå at støbe et betonlag. Dermed undgås en væsentlig fugtkilde under byggeprocessen. Samtidig får man et gulv, der er nemt at bryde op og genanvende.

EPS hverken klør eller kradsler. Ser man på det energiforbrug, der medgår til fremstilling af isoleringsmaterialet er det væsentlig mindre end andre trykfaste produkter. Ved bortskaffelse på forbrændingsanstalt bliver EPS til vand og CO<sub>2</sub>.

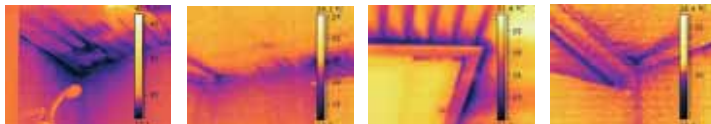
# Måling af utæthed og varmetab



## Risiko for utæthed ved:

- Alle samlinger, f.eks. mellem plader, banevarer, ud- og indadgående hjørner, ved mødet væg/loft og væg/gulv.
- Alle gennembrydninger i væg og loft ved El installationer, vinduer, bjælkelag, hanebånd, ventilation m.v.

Med de nye regler i bygningsreglementerne stilles krav til klimaskærmens lufttæthed. Der skal stor håndværksmæssig kunnen og omhyggelighed til for at opnå dette. Se de 5 gode råd på side 4. Dansk byggeri opfylder i almindelighed langt fra de nye krav til lufttæthed. Tætheden kan dokumenteres ved en "Blower-door test". En "Blower-door" er en speciel ventilator, der kan monteres i et dørhul. Den kan skabe henholdsvis over/undertryk. Derved afsløres utætheder og det deraf følgende varmetab. Kravet i bygningsreglementerne er et luftsiftet på max 1,5 l/s pr. m<sup>2</sup>. I et tæt og veludført byggeri er luftsiftet kun 0,6 l/s pr. m<sup>2</sup>.



Termografibillederne afslører kulde ved blå nyancer og varme ved røde.

Termofotografering er infrarød fotografering af overfladetemperaturen. Det er en effektiv måde til at påvise kuldebroer og utætte konstruktioner, som resulterer i varmetab.

Mange kommuner benytter sig af muligheden for at stille krav om eftervisning af lufttætheden. Under alle omstændigheder vil det være en god idé for bygherren eller dennes rådgiver at kontrollere tætheden. Det vil være klogt at betinge sig både en Blower-door test og en termografering på et passende tidspunkt i byggeprocessen, - som regel inden den indvendige beklædning og regnskærmen monteres.

# Indeklima

Der produceres dagligt store mængder fugt i boligen, dels ved bad, madlavning og tøjtørring, dels ved beboernes fugtafgivelse.



Luftsolfangeren (her fra SolarVenti) giver ventilation, når solen bager. Strømmen til blæseren kommer fra en lille solcelle, der er indbygget i panelet !



Fugten skal ud sammen med dårlig lugt og afgang fra byggematerialer. Ikke gennem utætte vægge og konstruktioner, men ved en "styret ventilation", naturlig og/eller mekanisk. Vi ventilerer først og fremmest for at holde den relative luftfugtighed under 40- 60%.

Bygningsreglementet stiller minimumskrav til luftsiftet i boligens rum. I dag ventileres mange danske boliger mere end tilstrækkeligt gennem utætheder, ventilationsåbninger, vinduer samt udsugning i køkken og bad. Problemet er bare, at det koster en masse varme. Der er god økonomi i at sørge for et tæt og velisoleret hus, uden generende træk. Ventilationen bør styres ved et veldefineret luftsiftet, der sagtens kan være en kombination af naturlig og mekanisk ventilation.

# Frisk luft er en nødvendighed

## Naturlig ventilation

Naturlig ventilation tilføres gennem ventilationslemme, spalter og vinduesudluftning. Den gode gamle regel om at lufte ud 2 x 5 minutter om dagen gælder stadig! Der eksperimenteres en del med at kombinere naturlig ventilation og varmegenvinding i f.eks. vindueskonstruktionen, som det ses af nedenstående eksempel fra PC -Vinduer.



Ventilationsvinduet er et vindue med koblede rammer og energiglas. Sammenlignes ventilationsvinduet med et almindeligt vindue med en friskluftventil i overkarmen, viser en beregning på DTU, at energibesparelsen konstant er ca. 425 kWh/m<sup>2</sup> pr. år for alle orienteringer af vinduet. (Se [www.pcvinduer.dk](http://www.pcvinduer.dk))



### Solrig vinter

Tilført frisk udeluft opvarmes dels af rumvarme og dels af solvarme og tilføres rummet gennem maksimal ventilåbning.



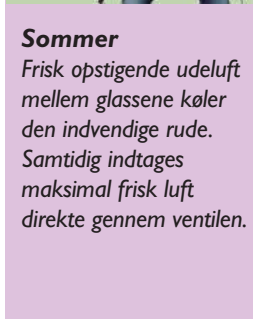
### Overkyet vinter

Tilført frisk udeluft opvarmes af rumvarme gennem inderste rude og tilføres rummet gennem minimal ventilåbning.



### Forår og efterår

Der opnås en behagelig temperatur ved at kombinere luft fra det fri og forvarmet luft fra mellemrummet.



### Sommer

Frisk opstigende udeluft mellem glassene køler den indvendige rude. Samtidig indtages maksimal frisk luft direkte gennem ventilen.



## Mekanisk ventilation

Ofte kan den naturlige ventilation suppleres med mekanisk udsugning gennem emhætten i køkkenet og fugtstyrede ventilatorer på badeværelser.

I forbindelse med et **helt tæt hus** kan der være god økonomi i at anvende en varmeveksler. Her opvarmer den luft, der suges ud fra køkken og bad, den friske luft, der blæses ind i opholdsrummene. Varmeveksleren skal vælges med omhu, således at energieffektiviteten er stor, og energiforbruget og støjniveauet er lille. Det er ligeledes meget vigtigt, at det er enkelt at skifte filtre samt at rense hele rørsystemet. Det er afgørende at denne vedligeholdelse faktisk finder sted! I modsat fald får man alvorlige indeklimaproblemer.

Uden for opvarmnings sæsonen er der god økonomi i at slukke for anlægget – og i stedet åbne et vindue!

# Stil krav til vinduer og yderdøre



Dannebrogsvindue energirenoveret med forsatsrammer (se nederst til venstre)

I et traditionelt nybygget hus sker 1/3 af varmetabet gennem vinduer og døre. I et ældre hus kan dette tal være endnu større!

Der er god økonomi i at vælge et god vinduesløsning, det ses på varmeregningen, hvad enten det er nybyggeri eller reovering.

Med den rigtige vinduesløsning er der gevinst på alle hylder:

- varmebesparelser
- smukkere vinduer
- mindre støj
- større holdbarhed
- mindre forurening
- bedre indeklima og komfort



Koblet vindue med 100% kernetræ i den udvendige del af karmen og rammen. Træet er spejlskåret.

## Renovering eller udskiftning?

Gamle vinduer med enkeltlagsglas bør energirenoveres med forsatsrammer eller koblede rammer med energiglas eller endnu bedre med energiruder. Derved opnås en isoleringsevne, der er fuldt på højde med et moderne energivindue. Der findes mange elegante løsninger, der forener oprindelige vinduers karakter med moderne komfort.

Nyere vinduer som er arkitektonisk utilpassede og af dårlig håndværkmæssig standard må udskiftes. Vælges nye vinduer med sprosser er vinduer med koblede rammer såvel som forsatsrammer en god mulighed.

## Kernetræ

Vælger man et vindue i træ, skal man sikre sig en høj grad af kernetræ i den udvendige del. I vinduesproducenternes samarbejds-organisation (VSO) må vinduer markedsføres som "kernetræ", hvis andelen af dette blot er 60 % af vinduets udvendige del. Samtidig stilles krav om imprægnering. Trods imprægnering rådner disse vinduer alligevel hurtigt, og imprægneret træ er problematisk affald! En række producenter opfylder de såkaldte "2 øko-krav". Deres vinduer er ikke imprægnerede og består af 100% kernetræ på den del af vinduet, der er udsat for vejrliget. Med den rigtige vedligeholdelse vil sådan et vindue kunne holde i 100 år.

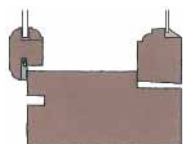
Se Dansk Vindues Certificering's hjemmeside: [www.dvc-vinduer.dk](http://www.dvc-vinduer.dk)

## Energiglas, energiruder

Energiglas er et enkelt lag glas belagt med et meget tyndt lag metalforbindelser. Derved reflekteres varmen i rummet bedre, så der ikke slipper så meget varme ud. Glasset er svagt farvet, men det bemærker man ikke i daglig brug. Energiglas benyttes i næsten alle nye vinduer samt til forsats- og koblede rammer. I en energirude anvendes energiglas i det inderste lag samt en inaktiv luftart som argon eller krypton.

## Koblet- og forsatsvindue

Forsatsvinduet består af 2 rammer, hvoraf det inderste er indadgående. Det koblede vindue består ligeledes af 2 rammer, men disse er koblet sammen langs den ene side og åbnes som en sammenhængende ramme. (Der er endvidere diverse smarte mellem-løsninger). Mens der ikke er forskel på varmetabet ved de to principper, er forsatsvinduet langt den bedste lydisolerende løsning. For uddybning af emnet se hjemmesiden: [www.bygningsbevaring.dk](http://www.bygningsbevaring.dk).



Forsatsvindue



Koblet vindue

# Et godt vindue ses på varmeregningen

## Varme kanter

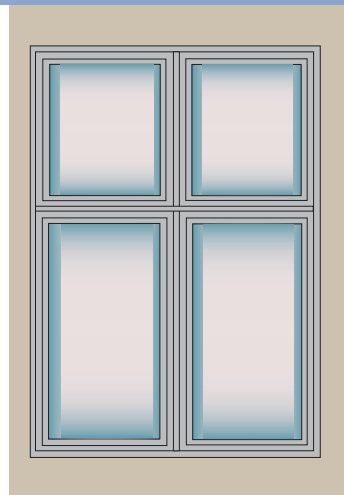
De fleste termoruder har en afstandsliste af metal mellem de to lag glas. Det giver en alvorlig kuldebro, som medfører "kolde kanter" ca. 10 cm rundt langs rudens kanter. Ruden isolerer således kun ordentligt på sit indste felt. Det betyder, at små termoruder isolerer dårligt. Rigtig dårligt bliver det, hvis de anvendes i opdeltte vinduer med relativt små ramme-størrelser som f.eks. Dannebrogsvinduer og isærdeleshed i sprossede vinduer. Langs de "kolde kanter" kan dannes kondens, især hvis vinduet er forsynet med bundlister af aluminium. Kondensen danner grobund for skimmelsvamp, der kan udgøre et alvorligt indeklimaproblem.

I dag er det muligt at få termoruder med afstandslistes af plast, tyndvægget rustfrit stål eller andet materiale, der ikke danner så udtalt en kuldebro og dermed giver "varme kanter". Dette nedsætter de ovennævnte gener. I forbindelse med de "gammeldags" forsats- og koblede rammer er der ingen kuldebro.

## U-værdi

U-værdien angiver varmetabet gennem en konstruktion, altså et mål for isoleringsevnen. Jo lavere U-værdi desto bedre isoleringsevne. Et lag almindeligt glas har en U-værdi på  $5,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . En almindelig termorude har U-værdien  $2,9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ , altså dobbelt så godt. For den bedste 3-lags energirude er tallet  $0,5 \text{ W/m}^2 \text{ K}$ . Det vil sige ca. 10 gange bedre, og det kan mærkes på varmeregningen!

Mange producenter opgiver kun rudens center U-værdi som et mål for vinduets isoleringsevne. Dette er ret misvisende, idet også karmens materiale og konstruktion, rammer og sprosser samt eventuel-



le kolde kanter er helt afgørende for vinduets reelle samlede U-værdi. En aluminiumsramme kan f.eks. virke som en køleribbe. **Det er den samlede U-værdi og kun denne værdi, der stilles krav til i bygningsreglementerne.**

## Energibalance

Energibalancen angiver, hvor meget energi et vindue lukker ud og ind. Med andre ord er energibalancen forskellen mellem vinduets varmetab og nyttiggjort energi fra solen.

Der findes brugervenlige programmer, der på et øjeblik beregner den præcise reelle U-værdi for den aktuelle vinduesløsning. Se f.eks. [www.kernevinduet.dk](http://www.kernevinduet.dk). [www.energiforsatsgruppen.dk](http://www.energiforsatsgruppen.dk)

Programmet beregner ligeledes vinduets energibalance, der bedre beskriver vinduets varmetab end U-værdien. Energibalancen tager nemlig hensyn til de meget forskellige gratisvarmetilskud fra solen afhængig af placering (nord, syd, øst, vest, facade, tag, skygge, glastype, antal glas o.s.v.)

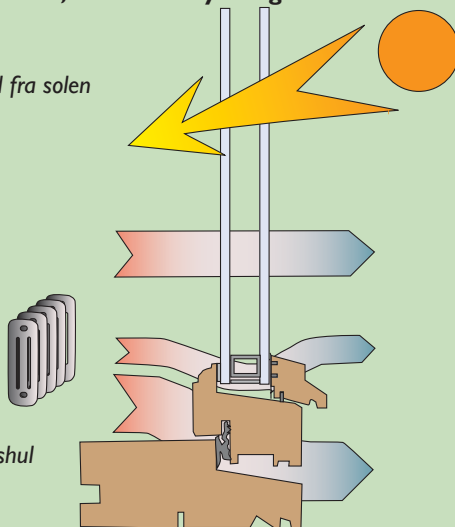
### Det er energibalancen, der har betydning for husets varmeregning

Vinduets energitilskud fra solen afhænger af:

- Glassets kvalitet
- Vinduets placering
- Skyggeforhold

Varmetab gennem:

- Ruden
- Afstandsprofilet
- Rammen/karmen
- Linietaf ved vindueshul

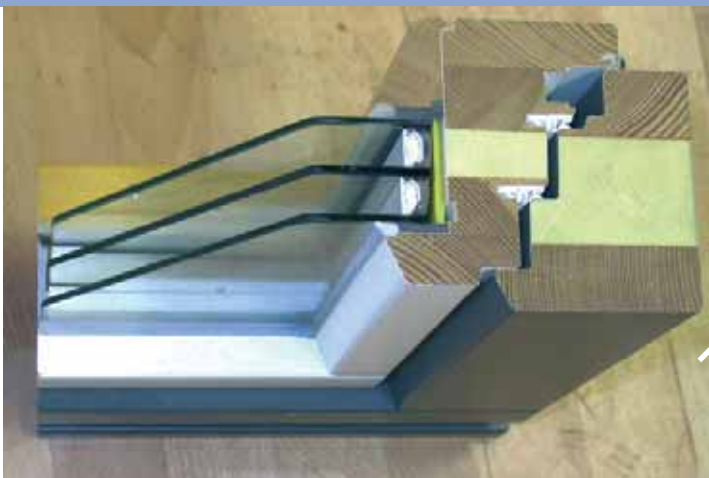


**NB: De fire pile tilsammen udgør energibalancen !**

# Bliv varm på dit vindue

Forhåbentlig relateres alle kravene fremover til energibalancen i stedet for til U-værdien også i forbindelse med næste revision af bygningsreglementerne og i handelsøjemed.

I Tyskland sælges standardvinduer med en U-værdi bedre end  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Dette er omtrent dobbelt så godt som et A-mærket vindue. Tilsvarende danske vinduer af samme kvalitet er under udvikling.



Bemærk at vinduet er konstrueret med hele 3 anslag med tætningslister. Ligeledes er kuldebrosisoleringen midt i karmen og rammen.

## Energimærkning

Ruder, forsats-løsninger samt hele vinduer energimærkes A, B, C osv. - ligesom for eksempel køleskabe. Mærkningen er desværre udtryk for den laveste fællesnævner og ikke for et energibesparende vindue. Kravene til vinduers samlede U-værdi har eksisteret i mange år. Som noget nyt bliver dette nu kontrolleret! Så husk at få dokumentation for denne U-værdi.

Vær opmærksom på at bygningsreglementets regler ændres løbende !

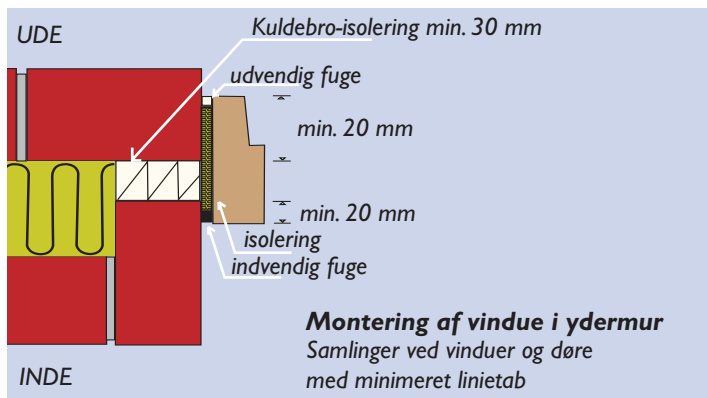
Sammenlignende U-værdi for trævinduer med forskellige typer af glas og rammer.	Samlet U-værdi	Energibalance kWh/m <sup>2</sup> pr. år		
		Gennemsnit	Nord	Syd
Uopdelt vindue, topstyret m. energirude	1,5	-35	-85	+40
Uopdelt vindue, uoplukkelig m. energirude	1,4	-20	-75	+65
Dannebrogs, m. et lag almindelig glas	4,4	-300		
Dannebrogs, forsats rammer m. alm. glas	2,2	-110		
Dannebrogs, forsats rammer m. energiglas	1,7	-65	-105	+35
Dannebrogs, forsats rammer med energiruder	1,4	-40	-80	+60
Dannebrogs, m. termoruder	2,5	-140		
Dannebrogs, m. energiruder	1,8	-80	-125	-40
Dannebrogs, m. energiruder m. varme kanter	1,6	-65	-110	-25

- U-værdi større end  $2,3 \text{ kWh/m}^2$  kan ikke anvendes i henhold til bygningsreglementernes krav
- U-værdi  $2,3 \text{ kWh/m}^2$  eller mindre kan anvendes ved energirammeberegning
- U-værdi  $1,5 \text{ kWh/m}^2$  eller mindre kan også anvendes ved om- og tilbygninger uden energirammeberegning

NB: Jo mindre U-værdi, des bedre isoleringsevne. Jo højere energibalance, des bedre. Bemærk forskellen på plus (+) og minus(-). Plus angiver at vinduet virker som en solfanger, der tilfører huset energi !

# Rigtig montering og vedligeholdelse

Bygningsreglementerne stiller krav til varmetabet ved samlingen mellem muren og vinduer eller døre, det såkaldte linietab. For at opfylde kravet skal kuldebro-isoleringen ved udmuringen være minimum 30 mm, og karmen skal placeres, så der er en overlappning på mindst 20 mm til både formur og bagmur. (Se tegningen)



## Fuger

Fuger ved vinduer/ døre skal være regntætte udvendig, varmeisolerende og lufttætte indvendig. Den udvendige fuger skal være af et diffusionsåbent materiale, som fugebånd, lister eller mørtel – aldrig fugemasse. Den indvendige fuger skal være tæt, f.eks. plastisk vandbase-ret fugemasse. Brug hør, jute eller værk til isolering mellem karm og mur. Anvend aldrig fugeskum.

## Linoliemaling

Ældre bygningers døre og vinduer, der har holdt i flere hundrede år, har aldrig været behandlet med andet end linolie. Linoliefarver har normalt en levetid på 15-20 år, afhængig af træet, malingens kvalitet, den håndværksmæssige udførelse samt omgivelsernes belastninger. Linoliefarve består principielt kun af rå eller kogt linolie og pigment. Linoliemaling skal altid indeholde et fungicid til enduders anvendelse.

## Påføring af linolie

Træværket skal være rent og tørt. Knaster grundes med shelllak. Linoliefarve skal påføres i flere meget tynde lag. Rækkeevnen er ca. 10 - 20 m<sup>2</sup> pr. liter, afhængig af bundens sugeevne. Man skal "strække og trække" malingen tyndt ud med en anstrygerpensel (korthåret pensel). Ellers vil oliemalingen ikke tørre, men rynke. Man vil ofte kunne se en let aftegning af penselstrøgene i overfladen. Disse skal derfor "stryges op" med let hånd til sidst med strøgene parallelt med træets årer.

Se hjemmesiden [www.bygningsbevaring.dk](http://www.bygningsbevaring.dk)

## 5 gode råd om nye vinduer

- Vælg spejlskåret 100% kernetræ, energiglas og "varme kanter".
- Hvis du vil have et vindue med sprosser og lyddæmpning, så brug forsats- eller koblede rammer med energiglas eller endnu bedre med energiruder.
- Forlang at få dokumenterede tal for hele vinduets "reelle samlede U-værdi" og "energibalace". Brug min. U-værdi 1,4 og energibalace 50 kWh pr. m<sup>2</sup> vindue pr. år ved en gennemsnitsplacering.
- Anvend PVC frie tæningslister og beslag, der ikke er overflade behandlet med chromforbindelser.
- Tættn rundt om vinduet med med utjæret værk eller hør og afslut med lister eller mørtel.

## Tørring og tørretid:

Linoliefarve vil under normale omstændigheder være "støvtør" på 1-2 døgn, hvorefter nye malingslag kan påføres med forsigtighed. Malingen kan ikke hærde i mørke eller i kunstigt lys. Ved tilsætning af sikkativer (tørrelse) til malingen, kan tørretiden bringes ned på omkring 12 (dagslys)timer.

### LØB fif:

Indgå en serviceaftale med en dygtig håndværker om vedligeholdelse af dine vinduer.

# Boligopvarmning

## Få ren valuta for pengene!

Omkring 40 % af Danmarks energiforbrug går til opvarmning og bygningsdrift. Der anvendes en række forskellige energikilder til opvarmning og elproduktion såsom olie, gas og kul. Fælles for disse energikilder er, at de er begrænsede, og at de bidrager til drivhuseffekten.

Der er et stort potentiale i at bruge alternative energiformer til opvarmning, både for den private pengepung og set i et længere perspektiv. Biomasse er en fællesbetegnelse for brænde, halm, træpiller etc.

## 4 gode råd om opvarmning med biomasse i ovne

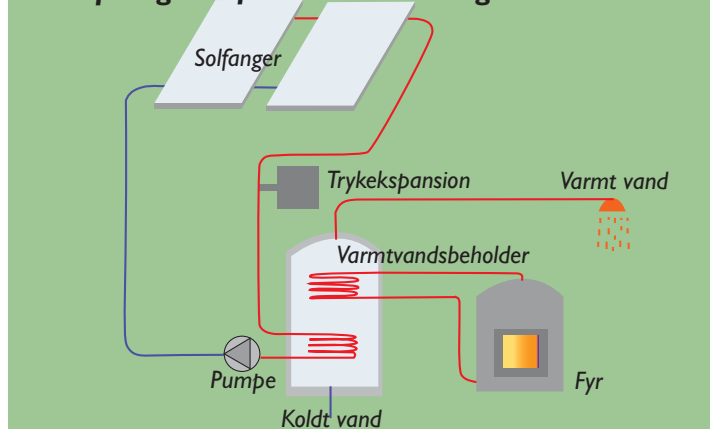
- Stil krav om oplysning af ovns evne til at brænde rent og effektivt. Svanemærkets krav skal som minimum opfyldes.
- Anskaf en ovn, der passer til størrelsen af dit hus. De fleste ovne har alt for stor kapacitet i forhold til det areal, der skal opvarmes.
- Indbyg varmelagring hvor det er muligt f.eks. i vand eller i tunge materialer. Masseovnen giver optimal varmelagring.
- Fyr rigtigt i brændeovnen, det er alfa og omega. De gasser, der ikke afbrændes, er ubrugte ressourcer. I ubrændt tilstand skader de miljøet og sundheden

Biomasse er en fornybar ressource, som er CO<sub>2</sub>-neutral, og derfor fornuftig at satse på. Mange fjernvarmeverker bruger allerede biomasse som en væsentlig del af deres brændsel. Blandt mindre anlæg, der er baseret på biomasse, kan nævnes brændeovn, masseovn, træpillefyr og brændekegel med lagertank samt brændeovn med vandtank.

## Solvarme

Med en kombination af solvarme og biobrændselsanlæg får man et driftsmæssigt set meget billigt og miljøvenligt varmeanlæg. Om sommeren opvarmer solfangeren det varme vand, og der er således 4 – 5 måneder, hvor brændefyret får en velfortjent pause. Om vinteren yder solfangeren et tilskud, men brændefyret trækker det store læs. I den forbindelse giver det nye bygningsreglement attraktive perspektiver, idet energitilførslen fra solfangeren kan indgå i det samlede energiregnskab for boligen. I et meget velisoleret hus kan solfangeren kombineres med varmepumper med jordslanger.

### Principdiagram for solvarmeanlæg



Trendy sats på vedvarende energi med solvarme og solceller i skydedørsskoder!



# Brændeovne



## Sådan finder du den bedste ovn

EU stiller krav om CE-mærkning af brændeovne i Danmark. Denne mærkning er meget lidt ambitiøs i forhold til de obligatoriske krav i f.eks. Norge, Sverige, Østrig og USA.

Det skandinaviske "Svanemærke" stiller skrappe krav. I praksis viser det sig dog, at nogle ovne på markedet til fulde opfylder Svanemærkets krav uden at have mærket. Dette ses af nedenstående tabel.

Desværre skal man lede rigtigt længe efter en fabrikant, der vil offentliggøre data for sine produkter - udover varme-effekten og virkningsgraden.

NB: Brændeovne er generelt for store i forhold til det rum, de skal opvarme. Det indbyder til forkert og forurenende opfyring.

*Kravene fra DS og Svanemærket sammenlignet med 2 gode eksempler på brændeovne*

	Kulilte	Flygtige kulbrinter	Partikler	Virkningsgrad
CE-mærkning	1,0 %	Ingen krav	Ingen krav	Min. 50 %
Svanemærkede brændeovne	0,2 %	180 mg/m <sup>3</sup>	10 g/kg	Min. 75 %
Svanemærkede masseovne	0,1 %	180 mg/m <sup>3</sup>	3 g/kg	Min. 80 %
Svanemærkede brændeovne med automatisk indfyring	0,3 %	55 mg/m <sup>3</sup>	10 g/kg	Min. 75 %
Scanspis Basic 4	0,09 %	73 mg/m <sup>3</sup>	4,19 g/kg	75-79 %
Morsø 8140	0,07 %	61 mg/m <sup>3</sup>	3,4 g/kg	80 %

## Opstilling af ovnen

Du må selv stille din ovn op og slutte den til skorstenen. Dette kræver ikke en byggetilladelse. Men du må ikke tænde op, før skorstensfejeren har været forbi og godkendt den.

Det bedste er at tage skorstensfejeren med på råd helt fra begyndelsen. Der er et kompliceret samspil mellem skorsten og ovn, som kun fagfolk kan gennemskue - udover de enkle krav om afstand til brandbare materialer, tilslutning af flere ovne til samme skorsten m.v.

# Masseovn

## Finsk Masseovn

Masseovnen er en opmuret brændeovn og kan være en smuk og miljørigtig løsning på varmetilførslen. Der fyres med træ ligesom i den konventionelle brændeovn, men masseovnen adskiller sig fra denne på en række centrale punkter:

- Ovnens store masse og lange varmegennemløb gør, at en langt større del af varmen afsættes i ovnen eller rummet og ikke i skorstenen.
- Temperaturen i masseovnens kerne kan blive omkring 900 grC. Dette giver en større udnyttelse af træets energi og afbrænding af en lang række af de gasser, der forurener ved afbrænding af træ i almindelige brændeovne. Altså større udnyttelse og mindre forurening.
- Trods den høje temperatur i ovnens kerne har overfladen en konstant temperatur på 35 – 50 g C. Ovnens er derfor meget børnevenlig og de almindelige problemer med meget stærk strålevarme undgås helt.
- Med kun et bål om dagen på 12 – 20 kg brænde, kan masseovnen producere 2 kW/h jævnt fordelt over hele døgnet. Nok til at opvarme et velisoleret hus på 100 – 125 m<sup>2</sup> i vinterhalvåret.
- I masseovnen kan der indbygges en bageovn, og man kan evt. tilkoble et varmtvandssystem.

Masseovnen kræver et fundament, men ingen varmeanlæg og radiatorer. Den er derfor yderst velegnet ved nybyggeri, ved omlægning fra el-varme til anden energiforsyning eller hvis varmeanlægget skal udskiftes.

De fleste masseovne i Danmark er muret individuelt og kan derfor ikke mærkes som andre ovne. Spørg i stedet om referencer.

Landsforeningen Økologisk Byggeri (L.Ø.B.) har en hjemmeside, hvor man kan finde en forhandlerliste. Se: [www.lob.dk](http://www.lob.dk)



*En velbygget masseovn er genial til at akkumulere en stor mængde varme! En muret varmebuffer mellem en ovn og skorstenen klarer også varmeakkumuleringen!*

*LØB fif:  
Skorstenen til en masseovn er ikke isoleret, og derfor afgiver den en masse varme.  
Hvis skorstenen placeres i skillevæggen mellem to rum på 1. sal kan den opvarme begge rum i et velisoleret hus.*



# Biobrændselskedler

## Træpillefyr med automatisk indføring (Stokerfyr)

Her er tale om et varmeanlæg, hvor man fyre med træpiller, flis, korn eller lignende. Indføringen sker automatisk, man skal blot sørge for påfyldning 1-2 gange om ugen samt rensning af kedlen en gang om ugen. Anlægget tilsluttes husets centralvarmeanlæg og leverer opvarmning af bygningen samt varmt brugsvand.

Fyring med træpiller koster i dag ca. det halve af fyring med olie, og den oplagte økonomiske fordel har fået mange familier udenfor bymæssig bebyggelse til at vælge denne løsning.

Anlægget monteres i fyrkælder eller lignende, og der skal samtidig kunne etableres lagerplads til brændslet i nærheden.

Den automatiske påfyldning giver en række fordele:

- Høj nyttevirkning og ren forbrænding, da kedlen styres automatisk.
- Lang levetid da kedlen altid kommer af med varmen.
- Stor komfort. Fyret passer næsten sig selv.

Gode råd om pillefyr og piller:  
[www.pilleklubben.dk](http://www.pilleklubben.dk)



## Brændekedel med lagertank

Hvis man ønsker gulvvarme eller radiatorer og vil fyre med savet og kløvet træ i større stykker, så er den oplagte løsning en brændekedel med lagertank.

Der findes i dag rigtig gode brændekedler på markedet. De har en høj nyttevirkning – omkring 90 %. Men de kræver en lagertank på ca. 1-2.000 liter for at opnå den gode forbrænding.

Fyring med brændekedel kræver en del arbejde. Kedlen må hellere være for lille end for stor, da den brænder renere og mere økonomisk ved fuldlast.



## Sådan finder du den bedste kedel

Kedlen købes og opstilles af den lokale smed. Der er meget stor forskel på, hvor rent og økonomisk de forskellige modeller brænder. Alle kedler er testet og tildelt et energimærke, som vi kender det fra køleskabe og opvaskemaskiner. Kun A-mærkede modeller er interessante, og der er mange at vælge imellem! Svanemærket ligger desværre ikke i front, så glem det og bed om selv at se test-resultaterne!

## Placering

Træpillefyr og brændekedler opstilles typisk i et rigtigt fyrrum med ubrændbare overflader. Der findes dog små fikske træpillefyr til at opstille i stuen - ligesom en brændeovn!



Kravene fra DS og Svanemærket	Kulilte	Flygtige kulbrinter	Partikler	Virkningsgrad
Danske typegodkendte biobrændselskedler A mærkede	200 - 800 mg/m <sup>3</sup>	Ingen krav	Ingen krav	85-90 %
Svanemærkede biobrændselskedler manuel indføring. Krav om akkumuleringstank	2000 mg/m <sup>3</sup>	70 mg/m <sup>3</sup>	70 mg/m <sup>3</sup>	Min 75 % ved f.eks. 10 kW
Svanemærkede biobrændselskedler automatisk indfyring	1000 mg/m <sup>3</sup>	70 mg/m <sup>3</sup>	70 mg/m <sup>3</sup>	Min 78 % v. f.eks. 10 kW

# Kunsten at brænde træ af!

## Fyr rigtigt

Hemmeligheden er at respektere, at træet brænder på to måder: Den ene halvdel af energien findes i flygtige gasser, den anden halvdel i fast stof.

Det er de flygtige gasser, der er problemet, da de fordampes ved en lavere temperatur end den, de brænder ved.

Er temperaturen i ovnen for lav, eller er der for lidt ilt, så fordampes gasserne uden at brænde. De forsvinder bare op i skorstenen til stor skade for miljøet (og pengepungen).

Fylder man ovnen op – og skruer ned for luften for at fyre over om natten, sviner du både skorstenen og luften til. Først når gasserne er afbrændt, kan lufttilførslen mindskes.

- Det bedste, man kan gøre, er at fyre på fuld knald. Derefter efterfylde hver gang godt halvdel af brændet er opbrugt. Det kræver at ovnen bliver "klatfyret" med små mængder brænde.
- Det næstbedste er at luftspjældet bliver åbnet ved hver ny indfyring og skrue ned, når der kun er gløder tilbage. Her kan kun de bedste nye ovne være med.
- Det værste, man kan gøre, er at fylde ovnen – og skrue ned for lufttilførslen. (Som man let fristes til for at fyre over om natten).

Evnen til at brænde rent og økonomisk skiller virkelig "fårene fra bukkene" både hvad angår ovnen og fyrmesteren.

Gasserne skal afbrændes ved høje temperaturer med stor lufttilførsel. Så kan selv gamle ovne ofte brænde rent.

Det er naturligvis vigtigt, at ovnen er tilpasset rummet, ellers bliver der meget varmt i stuen!

### LØB fif:

Såfremt du bruger mere brænde end ca. 10 m<sup>3</sup> årligt til en almindelig bolig, er der noget galt! Enten med dit hus, din ovn eller med din måde at fyre på!!

C:  
Luftspjældet åbnes igen ved hver ny påfyldning.

A:  
Masser af luft ved optænding



B:  
Luftspjældet lukkes, når der kun er gløder tilbage.



# Rent brænde - ikke affald !

## Tørt og rent brænde

I en brændeovn må kun brændes tørt og rent træ med et vandindhold under ca. 20%. Det vil sige brænde, der har været lagret tørt i 1-2 år, efter at det er kløvet !

Træ indeholder langt mindre saft (vand) om vinteren, derfor er det en rigtig god ide at fælde brændet på denne årstid. I en nødsituation kan vinterfældet Asketræ afbrændes straks! Det er en god ide at hente brændet ind i stuen dagen inden, det skal bruges.



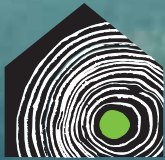
LØB fif:  
Tændstikpøpler (Robusta) gror fantastisk hurtigt i haven, har lange lige stammer uden sidegrene og er lette at kløve

LØB fif:  
Tørt træ kendes på, at det er let og barken falder af. Hvis man slår to stykker brænde sammen høres tydeligt forskel på det våde og tørre træ.

Mange føler sig generet af røgen fra oliefyr, dieslbiler og ikke mindst fra havegrill. Røgen fra brændeovne og biobrændsels-kedler kan lugte godt, men gør det desværre ikke altid. For nogle bliver røgluften en pestilens - **så husk at tænke på naboen!**

Det er forurenende – og også forbudt – at afbrænde affald som reklamer, magasiner, mælkekartoner, gamle gummisko, tagpap, spånplade og krydsfiner eller træ, der er imprægneret eller malet.





[www.lob.dk](http://www.lob.dk)

## LØB

Landsforeningen Økologisk Byggeri (LØB) er stiftet i 1997 med det formål at fremme miljøvenligt byggeri. Foreningen er åben for alle, firmaer såvel som enkeltpersoner, der er interesserede i formålet. Flere oplysninger kan fås på foreningens hjemmeside [www.lob.dk](http://www.lob.dk)

Uddrag af foreningens kriterier for økologisk byggeri:

Økologisk byggeri er indpasset lokalt, - arkitektonisk og landskabsmæssigt. Der er fokus på enkle løsninger, - godt håndværk, funktionalitet, trivsel og arkitektonisk kvalitet.

Gennem et tæt samarbejde mellem bygherre, rådgivere, myndigheder og håndværkere styres projektet sådan, at byggeriet gennem hele sit livsløb belaster mennesker og natur mindst muligt.

Dette hæfte distribueres af  
Energitjenesten ved henvendelse på  
tlf. 70 333 777  
eller på hjemmesiden:  
[www.energitjenesten.dk](http://www.energitjenesten.dk)



ISBN 87-991433-0-5