



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger



ENERGILØSNINGER

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger – opdateret juli 2023

Installationer



Kom godt i gang med energirenovering

Energiløsningerne, som du finder her i kataloget, er udviklet af Videncenter for Energibesparelser i Bygninger. De giver dig praktiske anvisninger på, hvordan der opnås en god energistandard i eksisterende bygninger.

Der er energiløsninger til stort set alle bygningsdele og installationer. I dette katalog finder du energiløsninger til installationer, mens energiløsninger til klimaskærmen i enfamiliehuse og energiløsninger til etageejendomme er samlet i to andre tilsvarende katalog.

Energiløsningerne er fuldt opdaterede i forhold til BR18 og giver svar på, hvordan bygningen gøres mere energirigtig, hvor store besparelser der kan opnås, og hvordan arbejdet udføres korrekt.

Med energiløsningerne i hånden er det lettere at få bygningsejerne interesserede i energiforbedringer og finde ud af, hvad der kan gøres i en konkret bygning.

Ved hjælp af energiløsningerne kan du lave dine egne beregninger for en konkret bygning, eller du kan benytte beregneren, som ligger på vores hjemmeside.

Har du spørgsmål til stort eller småt omkring energieffektivisering af bygninger, og hvordan det gennemføres, er vores telefoner åbne dagligt.

Ring til os på telefon **7220 2255**

Du kan også skrive til

info@ByggeriOgEnergi.dk

Find yderligere information og beregner på

www.ByggeriOgEnergi.dk



Katalog for installationer

VARMEINSTALLATION

Varmepumper

• Brugsvandsvarmepumpe	5
• Luft-luftvarmepumpe	10
• Konvertering til luft-vandvarmepumpe fra olie eller gas	16
• Konvertering fra elvarme til luft-vandvarmepumpe	23
• Konvertering til jordvarme	34
• Udskiftning af ældre gaskedel til gashybridvarmepumpe	41
• Eksisterende gaskedel med add-on varmepumpe	51

Fjernvarme

• Konvertering til fjernvarme	59
• Udskiftning af fjernvarmeunit	66

Gas, olie og fast brændsel

• Udskiftning af gaskedel	70
• Udskiftning af oliekedel	77
• Konvertering til brænde- eller pillefyret kedel	83

Solvarme

• Solvarmeanlæg til varmt brugsvand	91
• Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og opvarmning	95

Forbedring af eksisterende varmeinstallation

• Efterisolering af rør, ventiler m.m. i forbindelse med varmekilde	99
• Efterisolering af rør til varmt brugsvand	105
• Efterisolering af rør til radiatorer m.m.	109
• Styling af cirkulationspumpe til varmt brugsvand	113
• Udskiftning af cirkulationspumpe i rumvarmeinstallation	116
• Udskiftning af radiatorventiler/termostatstyringer	120
• Vejrkompensering og natsænkning	126
• Udskiftning af varmtvandsbeholder	130

VENTILATION

• Ventilationsanlæg med varmegenvinding	137
• Boligventilationsvarmepumpe	143
• Etablering af hybridventilation	149

ELINSTALLATIONER

• Styling af udendørs belysning	159
• Solcelleanlæg til elproduktion	163

ØVRIGE ENERGILØSNINGER	170
------------------------------	-----

YDERLIGERE VÆRKTØJER PÅ BYGGERIOENERGI.DK	171
---	-----



VARMEINSTALLATION

Når en kedel er udskiftningsparat, er det et optimalt tidspunkt at tage en dialog med husejeren om varmforsyningen. Er der et mere rentabelt og miljørigtigt alternativ end den nuværende opvarmningsform? Kan det svare sig at udskifte en gammel olie- eller naturgas-kedel, før den bryder sammen? Er der noget at hente på at udskifte cirkulationspumpen og efterisolere rørene?

Se besparelspotentialer ved optimering eller udskiftning af den gamle installation, konvertering til ny opvarmningsform og anvendelse af vedvarende energi, og hvordan arbejdet udføres korrekt på de næste sider.



Brugsvandsvarmepumpe

Det anbefales at installere en brugsvandsvarmepumpe i huse med naturlig ventilation, hvor den primære varmekilde er dyr, fx i form af elvarme, ældre olie- eller gaskedler.

En brugsvandsvarmepumpe - nogle gange også kaldet en fraluftsvarmepumpe - adskiller sig fra en boligventilationsvarmepumpen ved ikke at være indbygget i et ventilationsanlæg med varmegenvinding.

Varmepumpen er opbygget som et højt, smalt kabinet med udsugningsventilator, varmepumpe og varmtvandsbeholder. Varmepumpen genvinder varmen fra den varme og fugtige luft, der suges ud af bad, køkken og bryggers. Varmen bruges til produktion af varmt brugsvand. Denne varme ville ellers gå tabt.

Nogle brugsvandsvarmepumper har mulighed for tilslutning af en mindre gulvvarme- eller radiatorkreds.

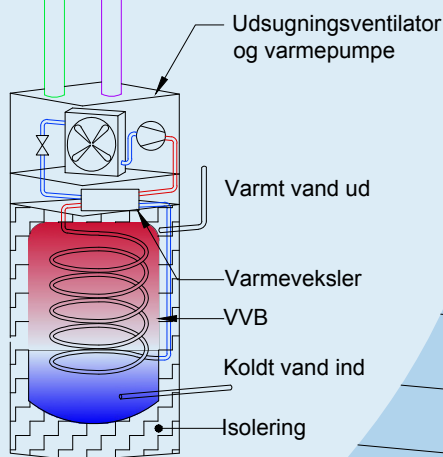
Hvis det er overkommeligt at indbygge indblæsningskanaler i opholdsrum, bør der installeres en boligventilationsvarmepumpe i stedet for. Se Energi-løsningen: "Boligventilationsvarmepumpe".

Krav

Minimum:
Energimærke A

Lavenergi:
Energimærke A+

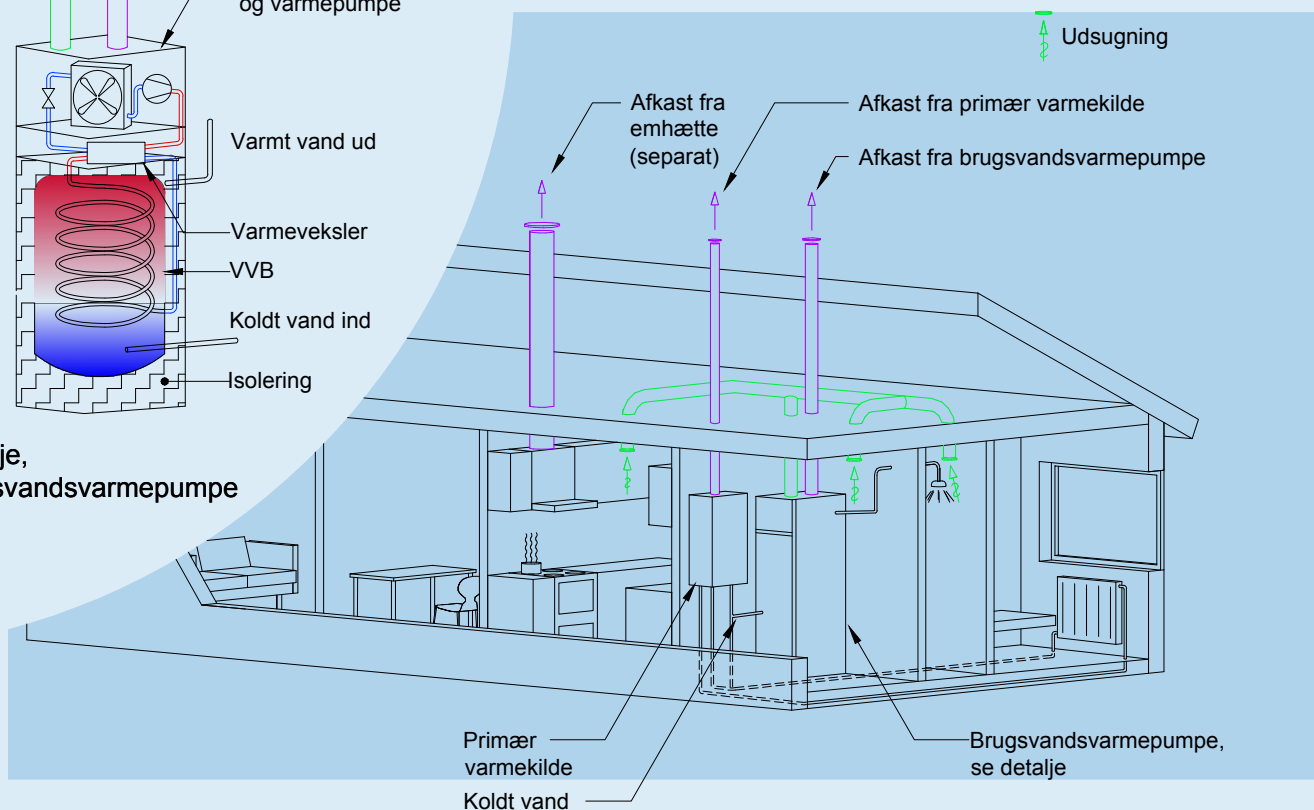
Udsugning fra vådrum
Afkast



Detalje, brugsvandsvarmepumpe

Signaturforklaring

↑ Afkast
↓ Udsugning



Energibesparelse

Ved at montere en brugsvandsvarmepumpe opnås der en besparelse på varmeregningen, fordi energien i ventilationstabet genvindes til at producere varmt brugsvand. Der kommer dog et mindre tillæg på elregningen, idet der bruges el til at forsyne varmepumpedelen.

Den endelige energibesparelse vil bl.a. afhænge af mængden af varmt brugsvand.

Eksisterende ventilationssystem	Ny brugsvandsvarmepumpe	
	Personer	Energibesparelse ved installation af brugsvandsvarmepumpe kWh pr. år
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet.	1	1.260
	2	2.120
	3	2.980
	4	3.840
	5	4.700
	6	5.560

Eksisterende ventilationssystem	Ny brugsvandsvarmepumpe		
	Personer	Energitillæg til forsyning af brugsvand varmepumpe kWh pr. år	
		Varmepumpe med energimærke A SCOP = 2,9	Varmepumpe med energimærke A+ SCOP = 3,8
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet.	1	504	402
	2	801	628
	3	1.098	854
	4	1.394	1.081
	5	1.691	1.307
	6	1.907	1.533

Fordele

- Mindre varmetab fra udluftning af huset
- Ingen udgifter til skorstensfejning
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Større uafhængighed af stigende energipriser
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøger husets værdi
- Altid frisk luft i huset
- Fugt i luften fjernes. Derved undgås uhensigtsmæssig fugt i husets konstruktioner og kondensdannelse på eventuelle kolde overflader

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,221 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Et parcelhus på 140 m ² forsynes med en ny brugsvandsvarmepumpe. Huset er et standard et-plans parcelhus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Huset er opvarmet med elradia- tører og har en elopvarmet varmtvandsbeholder. Der bor en familie på 4. Brugsvandsvarmepumpens SCOP er 2,9. Elpris: 1,60 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	El til opvarmning af brugsvand		3.840 kWh
	El til brugsvandsvarmepumpe		1.324 kWh
	Besparelse	1.840 kWh/år - 1.324 kWh/år =	2.516 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	El til opvarmning af brugsvand	3.840 kWh x 1,60 kr./kWh =	6.144 kr
	El til brugsvandsvarmepumpe	1.324 kWh x 1,60 kr./kWh =	2.118 kr
	Service boligventilationsvarmepumpe		1.500 kr
	Besparelse	6.144 kr. - 2.118 kr. - 1.500 kr. =	2.526 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -udledning opvarmning af brugsvand	0,211 kg/kWh x 3.840 kWh =	810 kg
	CO ₂ -udledning boligventilationsvarmepumpe	0,211 kg/kWh x 1.324 kWh =	279 kg
	Besparelse i kg	810 kg - 279 kg =	531 kg/0,5 ton

Udførelse

Hvis ventilationen af huset skal fungere korrekt, skal der være forbindelse mellem alle rum, også når dørene er lukkede. Dvs., at der skal indbygges riste i dørene, dørtræ under dørene skal fjernes o.l.

Dimensionering

Brugsvandsvarmepumpen dimensioneres til at klare en udsugning på mindst følgende i køkken, bad, toilet, bryggers og kælder:

Køkken: 20 l/s
Bad og toilet: 15 l/s
Særskilt toilet/bryggers/kælderrum: 10 l/s

De fleste brugsvandsvarmepumper kan justeres trinvis til at udsuge forskellige luftmængder, typisk 100-300 m³/t. Denne luftmængde er tilstrækkelig til at dække behovet for udsugning og et varmtvands-behov på 150-450 liter pr. dag.

Montage

Brugsvandsvarmepumpen placeres opretstående i bryggers e.l. Der monteres nye udsugningsarmaturer i køkken, bad og brygges. De forbindes via udsugningskanaler til brugsvandsvarmepumpen.

Den "brugte" luft sendes via en ventilationskanal ud af en afkasthætte. Udsugnings- og afkastkanaler skal forbindes via en brandhæmmet fleksibel forbindelse for at undgå vibrationer i kanalerne. Brugsvandsvarmepumpen skal tilsluttes kondens afløb, jævnfør producentens forskrifter.

En autoriseret el-installatør skal tilslutte strøm til anlægget, og en vvs-installatør skal forbinde den indbyggede varmtvandsbeholder til koldtvarmeforsyning og varmtvandsaftapning.

Når ventilationskanalerne føres gennem dampspærren, skal der anvendes en membrangennemføring. Der monteres en lyd-dæmper ved brugsvandsvarmepumpen, og det anbefales at montere lyd-dæmpere før udsugningsarmaturer for at undgå, at lyd bevæger sig fra rum til rum via ventilationskanalerne.

Indregulering

Brugsvandsvarmepumpen indreguleres, så bygningsreglementes krav til udskiftning af luft i huset overholdes.

Eftersyn

Afhængigt af størrelsen på varmepumpedelen og dens kølemiddelfyldning, der typisk varierer fra 0,5 - 3 kg, er der lovkrav til årligt eftersyn af kølekredsen.

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 1977 om anvendelse af trykbærende udstyr).

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Isolering af udsugningskanaler	Er udsugningsskanalerne isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Isolering af afkastkanaler	Er afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Indregulering	Foreligger der en indreguleringsrapport?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Manual til anlægget	Findes der en manual til anlægget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Brændeovn	Har bygningen brændeovn?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5

1. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke udsugningsskanalerne ligger indbygget i isoleringslaget på loftet, skal de isoleres med mindst 50 mm isolering. Isoleringen afsluttes med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

2. Isolering af afkastkanaler

Afkastkanaler skal isoleres med mindst 50 mm isolering afsluttet med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

3. Indregulering

Der skal foreligge en indreguleringsrapport som dokumentation af, at der har været foretaget en indregulering.

4. Manual til brugsvandsvarmepumpen

Brugermanualen skal være gennemgået med og udleveret til beboerne i huset.

5. Brændeovn

Har bygningen en brændeovn, bør der tages forholdsregler, der sikrer at der ikke opstår undertryk i bygningen, fx under anvendelse af emhætte og brændeovn samtidig. Dette kan sikres ved separat friskluftsforsyning til brændeovnen.

Indeklima

En korrekt dimensioneret brugsvandsvarmepumpe vil sørge for, at luften i boligen bliver udskiftet i henhold til bygningsreglementet. Hvis bygningen er tæt, og beboerne ikke har tradition for regelmæssig udluftning, vil brugsvandsvarmepumpen forhøje luftkvaliteten og reducere risikoen for problemer med fugt og skimmel.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer, DS 447 Ventilation i bygninger og DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg.

Varmepumpen skal opfylde Ecodesign-komponentkrav med hensyn til energieffektivitet.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år, skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Brugsvandsanlæg skal dimensioneres og udføres, så risikoen for vækst af legionellabakterier i det varme vand minimeres.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden brugsvandsvarmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder:
DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger
ved ventilationsanlæg
DS 447 Norm for mekaniske ventilationsanlæg

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Luft-luftvarmepumpe

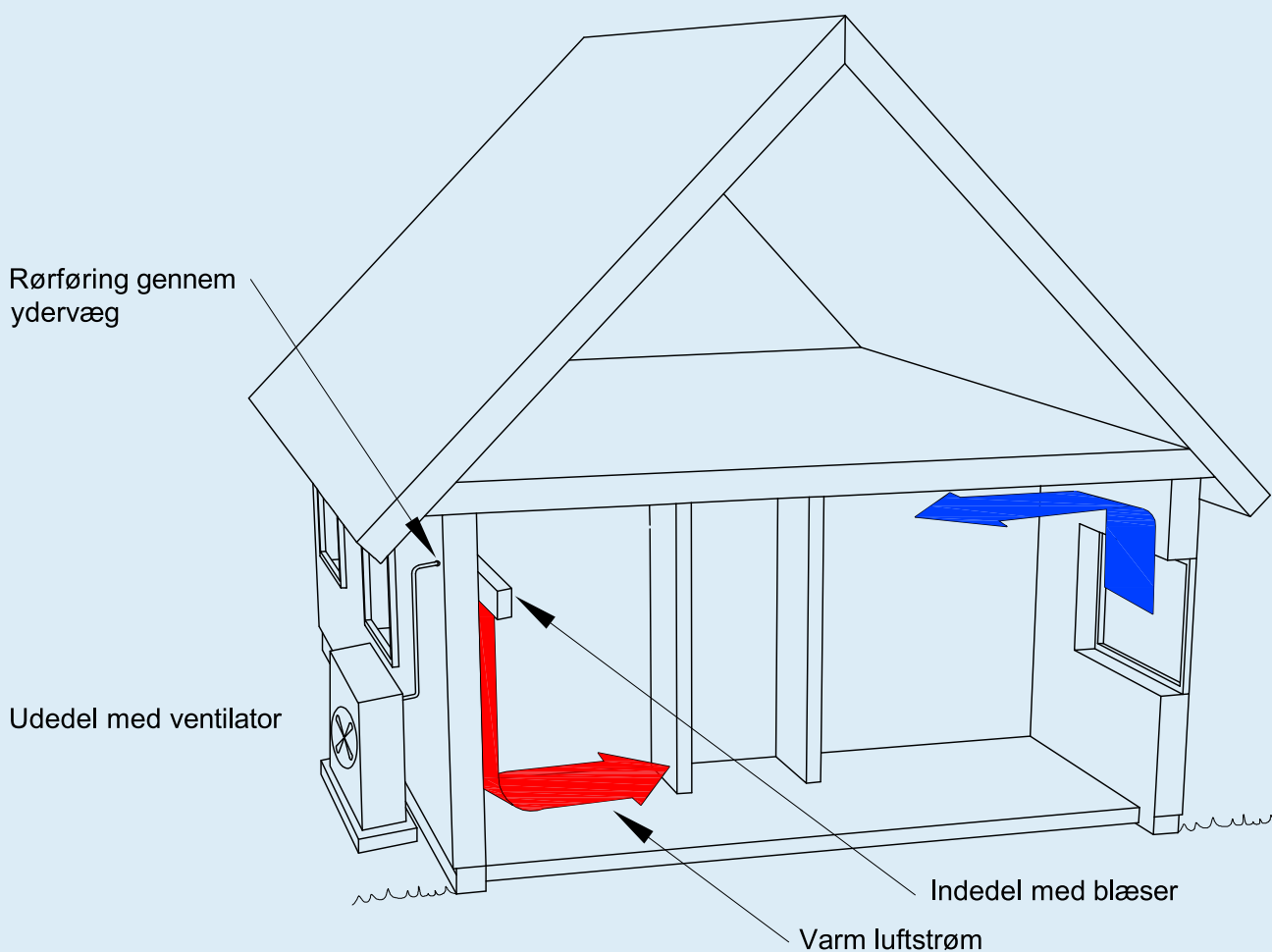
I bygninger, der opvarmes med el – fx sommerhuse eller parcelhuse – bør det overvejes at installere en luft-luftvarmepumpe. Det er nemlig ofte det mest økonomiske valg, hvis huset ikke har et vandbårent varmesystem, ikke er fuldt opvarmet i fyringssæsonen eller ligger uden for områder med tilslutningspligt til gas eller fjernvarme. Det skyldes, at andre typer varmepumper kræver installation af vandbårent radiatorsystem eller gulvvarme.

Hvis bygningen er opvarmet i hele fyringssæsonen, bør der overvejes en varmepumpe, som egner sig til helårshuse, dvs. en jordvarme eller luft-vandvarmepumpe.

Luft-luftvarmepumper optager varmeenergi i udedelen fra udeluften. Varmeenergien løftes til et højere temperaturniveau i varmepumpen og afgives af indedelen

til luften i det rum, som indedelen er placeret i - typisk i en stue eller et køkken-alrum. Det betyder, at varmepumpen ikke opvarmer sekundære rum som soveværelse, badeværelse mv. De rum vil derfor stadig skulle opvarmes med elradiatorer.

Som udgangspunkt kan en luft-luftvarmepumpe dække 70 % af opvarmningsbehovet i en bygning, mens resten dækkes med almindelig elvarme. Dog fås større løsninger med flere indedele, såkaldte multi-splitanlæg, som kan opvarme flere rum. Disse løsninger vil kunne dække en større andel af opvarmningsbehovet.



Anbefaling

Det anbefales at vælge en luft-luftvarmepumpe, der som minimum er A+-mærket, og som benytter R-410a som kølemiddel.

På Energistyrelsens varmepumpeliste findes de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen overholder alle lovkrav og er testet af et uafhængigt testlaboratorium.

På varmepumpelisten ses følgende SCOP-værdier for A+-mærkede luft-luftvarmepumper: 4,0-4,4

Ved at vælge A++ eller A+++-mærkede jordvarmepumper, kan der opnås endnu højere SCOP-værdier og dermed endnu større energibesparelser.

Vælg en varmepumpe med en lav nedre temperaturgrænse for drift, så den også kan klare længerevarende kolde vinterperioder ved fx -10 °C.

Hvis varmepumpen skal bruges til at holde et sommerhus frostfrit om vinteren, er det meget vigtigt, at den kan indstilles til en temperatur på 8-12 °C. Ellers kan den forventede besparelse udeblive.

Varmepumpen skal dimensioneres, så varmebehovet for det aktuelle hus dækkes. Det kan gøres af en installatør, som er medlem af VarmePumpeOrdningen (VPO) eller har taget en tilsvarende uddannelse hos en varmepumpeproducent.

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer. En SCOP-værdi på 4,4 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 4,4 gange så meget energi end den elektriske energi, den bruger.

SCOP for luft-luftvarmepumper og andre typer varmepumper kan ikke direkte sammenlignes, fordi luft-luftvarmepumper ikke producerer varmt brugsvand. Effektiviteten for luft-luftvarmepumper kan sammenlignes ud fra deres energimærke.

Bruges varmepumpen fx kun til at holde et sommerhus fuldt opvarmet nogle få uger af vinterhalvåret, kan der forventes en højere realiseret SCOP. Omvendt må der forventes en lavere SCOP ved helårsbrug og en endnu lavere eller slet ingen besparelse, hvis varmepumpens kølefunktion anvendes.

Fordele:

- Lavere varmeregning
- Reduktion af CO₂-udslip
- Større uafhængighed af stigende elpriser
- Lav installationsomkostning
- Enkel installation

Ulemper:

- Evt. støjgener fra inde- og udedel
- Evt. trækgener fra indedel
- Begrænset varmefordeling
- Ingen mulighed for opvarmning af brugsvand

Energibesparelse

Nedenstående skema viser den omtrentlige energibesparelse, der kan opnås ved installation af en luft-luftvarmepumpe i et elopvarmet hus afhængigt af husets byggeår og isoleringsgrad.

Eksisterende opvarmningsform	Ny luft-luftvarmepumpe kombineret med elradiatorer				
	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	
Elvarme	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	9.300	7.900	4.300	2.900
	140	12.800	9.800	5.300	3.100
	180	16.400	12.500	6.700	3.800

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et hus på 130 m² fra 1970'erne installeres en luft-luft varmepumpe som supplement til elvarme. 70 % af forbruget til rumvarme vurderes at kunne dækkes af en varmepumpe med en SCOP på 3,8. Der anvendes en elvandvarmer til varmt brugsvand både før og efter installationen.</p> <p>Husets årlige samlede elforbrug til rumopvarmning og varmt vand er 19.200 kWh. Der anvendes ikke brændeovn. Brugsvandsandelen anslås at udgøre 2.200 kWh.</p> <p>Årlige serviceomkostninger til varmepumpe: 1.500 kr. Elpris: 1,60 kr./kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	Årligt energiforbrug til varme og varmt brugsvand		19.200 kWh
	Heraf brugsvandsandel	=	2.200 kWh
	Årligt energiforbrug varmepumpe (70 %)	$0,7 \times (19.200 - 2.200 \text{ kWh})/3,8 =$	3.132 kWh
	Årligt energiforbrug elradiator (30 %)	$0,3 \times (19.200 - 2.200 \text{ kWh}) =$	5.100 kWh
	Årligt energiforbrug efter varmepumpe	$2.200 + 3.132 + 5.100 \text{ kWh} =$	10.432 kWh
	Besparelse	$19.200 \text{ kWh} - 10.432 \text{ kWh} =$	8.768 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Omkostninger elvarme	$1,60 \text{ kr./kWh} \times 19.200 \text{ kWh} =$	30.720 kr
	Omkostninger el efter varmepumpe	$1,60 \text{ kr./kWh} \times 10.432 \text{ kWh} =$	16.691 kr
	Service varmepumpe		1.500 kr
	Omkostninger varmepumpe	$16.691 \text{ kr.} + 1.500 \text{ kr.} =$	18.191 kr
	Besparelse	$30.720 \text{ kr.} - 18.191 \text{ kr.} =$	12.529 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -udledning elvarme	$0,211 \text{ kg/kWh} \times 19.200 \text{ kWh} =$	4.051 kg
	CO ₂ -udledning efter varmepumpe	$0,211 \text{ kg/kWh} \times 10.432 \text{ kWh} =$	2.201 kg
	Besparelse i kg		1.850 kg
	Besparelse i tons		1,9 ton

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Før varmepumpen dimensioneres, bør oplagte energibesparende foranstaltninger som fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer, tætning omkring vinduer mv. udføres.

Dimensionering

En luft-luftvarmepumpe dimensioneres, så den dækker varmetabet i det rum, som inddelen er monteret i. Derudover kan varmepumpen i begrænset omfang opvarme tilstødende rum, hvis dørene hertil står åbne. Luft-luftvarmepumpen kan som regel ikke dække mere end 70 % af varmebehovet, medmindre det er en model med flere inddele.

Dimensioneringen kan foretages af en installatør, som er medlem af VarmePumpeOrdningen (VPO)

eller har taget en tilsvarende uddannelse hos en varmepumpeproducent.

Varmepumpen er ofte kun et supplement til elvarme eller brændeovn. En for lille varmepumpe vil ikke kunne reducere elforbruget til opvarmning optimalt, og en for stor varmepumpe vil ikke kunne forrente installationsomkostningerne. Derfor anbefales det at vælge en varmepumpe med inverter - dvs. med trinløs hastighedsregulering af kompressoren.

En for stor varmepumpe med simpel on/off-regulering vil få alt for mange start/stop-sekvenser, og det går ud over anlæggets driftsøkonomi og levetid.

Udførelse (fortsat)

Vælg en varmepumpe med en nedre temperaturgrænse for drift på omkring -10°C .

Montage

Sammenbygning af ude- og indedel skal foretages af en certificeret kølemontør eller en montør med et kategori II-certifikat efter EU direktiv 303. Eltilslutning skal foretages af en elinstallatør.

Udedelen, der indeholder kompressor og fordampner, placeres på et fast underlag i de afstande til ydervæg/tagudhæng, som producenten har foreskrevet. Evt. støbes et betondæk med isolering under. Husk at sikre, at udedelen er hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Kontrollér, at udedelen dræner tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bliver blokeret af is, når udetemperaturen falder.

Det frarådes at montere yderdelen på ydervæggen, idet vibrationer fra kompressoren kan forplante sig til væggen gennem beslagene. Det gælder især på lette ydervægge.

Udedelen skal være så tæt på indedelen som muligt, dvs. med kortest mulig afstand til den ydervæg, som indedelen er monteret på. Udedelen kan have en svag hvislen, der kan virke generende på nogle mennesker. Derfor bør den ikke monteres for tæt på en terrasse eller vinduer i opholdsrum.

Indedelen placeres i det rum, som skal opvarmes. Den monteres højt på en væg. Vær opmærksom på,

at indedelen skaber en luftstrøm og i nogle tilfælde en svag lyd, der generer nogle mennesker. Montér derfor om muligt indedelen væk fra spiseborde, sofaer o.l.

Der bores hul i ydervæggen, som kølerør mv. føres gennem. To rør for kølemiddel forbindes til udedelen og indedelen. Rørene er isolerede, og hullerne tættes efterfølgende. Kølemiddel påfyldes rørene efter fabrikantens anvisning (både rør og udedel kan være påfyldt kølemiddel ved levering). Ofte føres el og kondensvandsafløb fra indedel i samme gennemføring. Strømmen sluttes til varmepumpen.

Installationsvejledningen for varmepumpen skal altid følges.

Det samlede varmepumpesystem sættes i drift, og betjeningspanel indstilles. Husets beboere informeres om, hvordan anlægget betjenes, og får udleveret en manual.

Eftersyn

Mindst én gang årligt skal udedelen efterses, og varmeveksleren renses for blade og støv. Indedelens filter skal jævnligt inspiceres og støvsuges, når det er nødvendigt. Kunden skal instrueres i dette og kan evt. tilbydes en servicekontrakt.

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Klimaskærm	Er der tegn på, at husets klimaskærm kan isoleres og tættes yderligere?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Supplerende opvarmning	Anvendes der brændeovn som supplement til opvarmningen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Elradiatorer	Er der velfungerende termostater på elradiatorerne og eventuelt elgulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Køledrift	Regner husejeren med at bruge varmepumpen til at køle med om sommeren?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4

Tjekliste (fortsat)

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Varmepumpe - udedel	Er der plads til varmepumpen og rigelig tilgang til luft?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Varmepumpe - indedel	Kan pumpen placeres frit på væg, og kan indblæsningen fordele luften i hele rummet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Rørføring gennem mur	Er der særlige forhold omkring rørføring gennem husfacaden, der skal tages hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejer eller nabo en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Elektrisk tilslutning	Skal der etableres ny gruppe til varmepumpeanlægget?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9

1. Klimaskærm

En bolig med ingen eller kun lidt isolering bør altid efterisoleres og tættes, inden varmepumpen dimensioneres. Hvis husejeren på et senere tidspunkt får efterisoleret og dermed reducerer husets varmebehov, vil varmepumpen blive for stor. Det vil give pendling (for mange start/stop af pumpen), som vil forringe energieffektiviteten og ofte reducere varmepumpens levetid.

2. Supplerende opvarmning

Som regel er der ikke problemer ved at bruge brændeovn sammen med en luft-luftvarmepumpe, da begge opvarmningsformer betragtes som suppleringsvarme. Alligevel kan der opstå usikkerhed om, hvordan varmepumpen skal dimensioneres. Det afhænger bl.a. af, om varmepumpen skal holde et sommerhus frostfrit om vinteren, eller om den skal kunne startes fjernbetjent for at varme et sommerhus op inden ankomst.

I det første tilfælde er det især vigtigt, at varmepumpen kan indstilles til lav rumtemperatur på fx 8-10 °C eller lavere. Forudsætningerne for dimensioneringen skal afklares sammen med kunden og angives i det endelige tilbud.

3. Elradiatorer

Termostater på radiatorer skal gennemgås og om nødvendigt udskiftes for at opnå god drift. Det er vigtigt, at termostaten på radiatorerne står på en lavere temperatur end luft-luft varmepumpens termostat, så radiatorernes elforbrug begrænses mest muligt. Husk at instruere kunden i dette.

4. Køle drift

De fleste luft-luftvarmepumper er reversible og kan derfor anvendes til komfortkøling om sommeren. Hvis denne mulighed udnyttes, skal kunden gøres opmærksom på, at elbesparelsen vil blive væsentligt mindre end ved ren varmedrift eller helt udeblive.

5. Varmepumpe - udedel

En typisk udedel til en luft-luftvarmepumpe måler:
 Bredde: ca. 1.000 mm
 Højde: ca. 800 mm
 Dybde: ca. 300 mm

6. Varmepumpe - indedel

En typisk indedel til en luft-luftvarmepumpeunit måler:
 Bredde: ca. 1.000 mm
 Højde: ca. 300 mm
 Dybde: ca. 200 mm

7. Rørføring gennem husfacade

Rørføring gennem husfacaden skal udføres, så der ikke kan trænge vand og støj ind. Normalt føres rør på udvendig væg op til højden svarende til indedelens placering, så der ikke er synlig rørføring indendørs. Gennemføringer af kabler og rør skal altid tættes med egnede materialer.

8. Støjforhold

De gode luft-luft-varmepumper er som regel ret støjsvage, men det varierer meget fra model til model. Hvis kunden er i tvivl om støjforholdene inde og ude, kan der tilbydes en "prøvelytning" på nogle eksisterende installationer.

Normalt bør det undgås at montere varmepumpen lige uden for soveværelsesvinduet eller tæt på naboens skel. Det er installatørens ansvar at oplyse, om de gældende støjgrænser kan overholdes. Hvis naboen klager til kommunen over støj fra varmepumpen, vil de fleste kommuner henholde sig til paragraf 42 i Miljøbeskyttelsesloven, hvor støjgrænsen i naboskel er fastsat til 35 dB(A) ved skel. Hvis denne grænse overskrides, kan det blive påbudt at flytte varmepumpen.

Anvend evt. Energistyrelsens støjberegner til vejledende placering af varmepumpens udedel - se link under afsnittet ”Yderligere information”.

9. Elektrisk tilslutning

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Det anbefales at montere en bi-måler for varmepumpen. Herved kan man følge med i, hvor stor en del af elforbruget, der skyldes drift af varmepumpen.

Indeklima

En luft-luftvarmepumpe virker ved at tilføre varm luft til de rum, den installeres i. Overvej, hvordan den varme luft fordeles til de andre rum.

De højere lufthastigheder vil medføre en forøget risiko for træk, og der kan opstå støjgener fra både inde- og udedelen. Tænk også på naboer i denne forbindelse.

Hvis der ikke er andre varmekilder i huset, kan individuel rumregulering af temperaturen være vanskelig.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Varmepumpen skal opfylde kravene i Ecodesign (EU-forordning 206/2012/EU) med hensyn til energieffektivitet:

- Anlæg mindre end 12 kW og med GWP større 150: SCOP værdi på mindst 3,80.
- Anlæg mindre end 12 kW og med GWP mindre 150: SCOP værdi på mindst 3,42.

GWP står for Global Warming Potential og er køle-midlets miljøpåvirkning, og SCOP er varmepumpens overordnede sæsoneffektfaktor, der viser hvor meget pumpen bruger til drift i forhold til den varmemængde den leverer.

Desuden skal installationen udføres, så unødvendigt energiforbrug undgås. Det vil bl.a. sige at komponenterne skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med DS 452 Termisk isolering af tekniske installationer.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år, skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning, inden varmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Energistyrelsens produktliste luft-luftvarmepumper:
<http://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/varmepumpelisten>

Energistyrelsens støjberegner:
www.ens.dk/forbrug-besparelser/byggeriets-energiforbrug/varmepumper/stojberegner

VarmePumpeOrdningen (VPO):
www.vp-ordning.dk

Varmepumpeguiden (online guide):
www.ByggeriOgEnergi.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Konvertering til luft-vand-varmepumpe

I et hus med en ældre olie- eller gaskedel beliggende i et område uden tilslutningspligt til fjernvarme eller naturgas kan det være en god ide at erstatte kedlen med en luft-vandvarmepumpe (luft-til-væske varmepumpe) eller en jordvarmepumpe (jord-til-væske varmepumpe).

Forskellen i energieffektivitet på de to typer er marginale. Luft-vandvarmepumper er billigere at installere, men kan støje. Jordvarmepumper er helt stille, men kræver et vist areal til nedgravning af jordslanger.

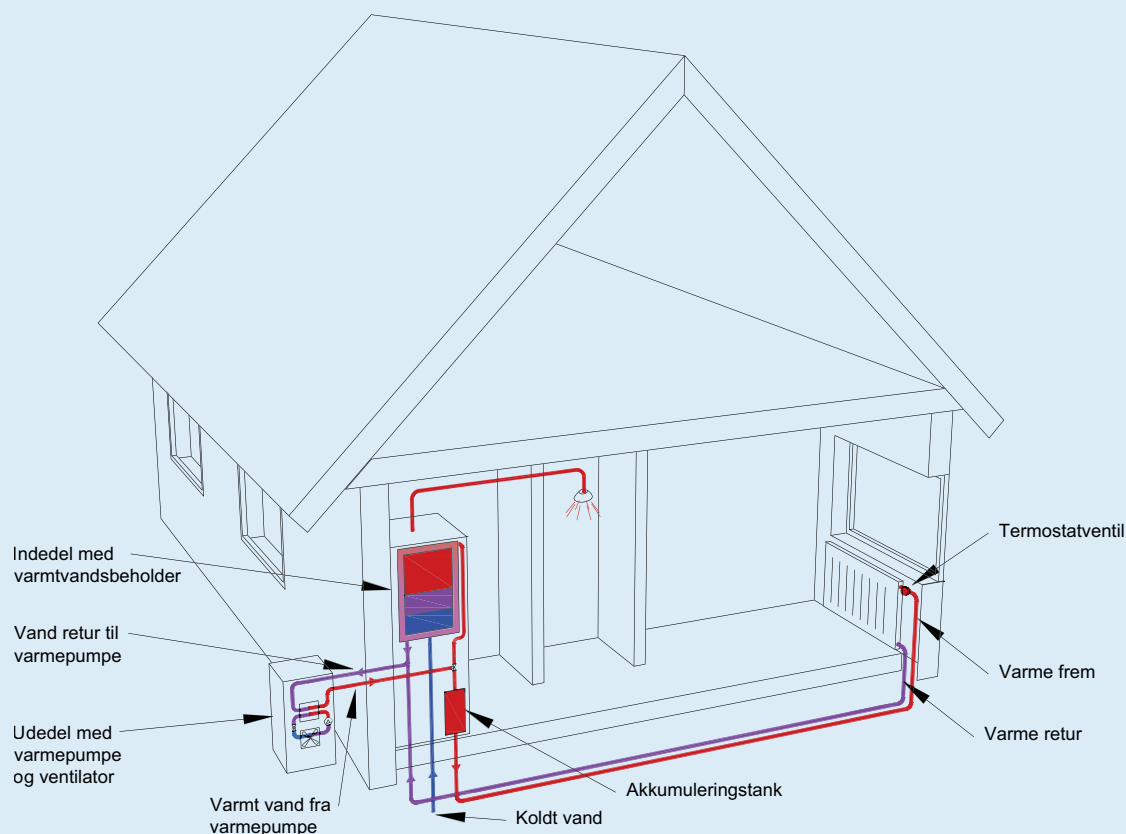
En luft-vandvarmepumpe består af en udedel og en indedel. Udedelen optager varmeenergi fra luften. Denne varmeenergi løftes i varmepumpen til et højere temperaturniveau til brug for opvarmning og varmt brugsvand. Ved temperaturløftet bruges el, og temperaturløftet bør derfor være så lavt som muligt.

Anbefaling

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

En luft-vandvarmepumpe giver den bedste energieffektivitet i et hus med lavtemperaturvarmeafgiver som fx gulvvarme eller store radiatorflader. Den bør ikke installeres i huse med varmesystemer, der kræver fremløbstemperaturer på over 65 °C på de koldeste dage. Varmesystemer, der ikke lever op til dette, bør forbedres først, hvilket kan gøres relativt billigt.

Installationen skal altid leve op til det gældende bygningsreglement samt gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 og DS 452.



Det anbefales, at der vælges en luft/vandvarmepumpe der som minimum er A++-mærket. Vælg en frekvensreguleret varmepumpe, der kan køre i dellast med længere driftsperioder. Herved opnås størst effektivitet og længst levetid.

På Energistyrelsens varmepumpeliste findes et udsnit af de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen er testet af et uafhængigt laboratorium og overholder kravene i ecodesign.

Energiklassen A++ indeholder følgende SCOP-værdier for luft-vandvarmepumper:

- Luft-vandvarmepumpe til gulvvarme
SCOP-værdi fra 3,91 til 5,20
- Luft-vandvarmepumpe til radiatorer
SCOP-værdi fra 3,25 til 3,78

Vælg en luft-vandvarmepumpe, der har en nedre temperaturgrænse for drift på omkring -10 °C.

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer. En SCOP-værdi på 3,65 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 3,65 gange så meget energi til opvarmning end den elektriske energi, den bruger.

SCOP-værdien indeholder ikke bidrag fra varmtvandsproduktion. Varmtvandsproduktion foregår ved en lavere effektivitet.

Fordele

- Lavere varmeregning
- Ingen udgifter til skorstensfejning
- Reduktion af CO₂-udslip
- Større uafhængighed af stigende energipriser
- Bedre udnyttelse af den stigende andel af vind- og solenergi i elproduktionen

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 i kWh/år			
	100	25.600	23.400	17.700	13.200
	140	31.300	26.500	19.300	13.500
	180	36.900	30.800	21.600	14.800
Oliekedel efter 1977	100	19.000	16.800	11.300	8.100
	140	24.500	19.800	12.900	8.500
	180	29.900	24.000	15.100	9.700
Gaskedel åben forbrænding	100	19.900	17.700	12.000	8.700
	140	25.500	20.800	13.700	9.100
	180	31.100	25.000	15.900	10.300
Gaskedel lukket forbrænding	100	17.500	15.300	10.000	7.100
	140	22.800	18.300	11.600	7.500
	180	28.100	22.300	13.700	8.600

Energibesparelse

Nedenstående skema viser den omtrentlige energibesparelse, der kan opnås ved konvertering til luft-vandvarmepumpe fra olie- eller gaskedel afhængigt af husets byggeår og isoleringsgrad.

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 m², der opvarmes med en oliekedel fra 1977 eller senere, kan spare ca. 19.800 kWh om året ved at konvertere til luft-vandvarmepumpe, beregnet som total tilført energimængde.

Eksempel 2:

Samme hus og kedel som i eksempel 1, men gulvet, hulturen og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en luft-vandvarmepumpe udgør her 12.900 kWh.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et olieforbrug på 2.400 liter pr. år konverteres en ældre oliekedel til en luft-vandvarmepumpe. Parcelhusets varmesystem er en kombination af radiatorer og gulvvarme.</p> <p>Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 %, svarende til at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Den nye luft-vandvarmepumpe er på 8 kW med en årsvirkningsgrad på 3,25. Varmepumpen er dimensioneret til at dække 95% af husets varmebehov. Resten dækkes af en elpatron. Serviceomkostninger til varmepumpen udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Oliepris: 17,80 kr./l Elpris 1: 2,70 kr. kWh Elpris 2: 1,60 kr./kWh (ved forbrug over 4.000 kWh og registrering i BBR som elopvarmet bygning)</p>		
Årlig energibesparelse kWh	Årligt olieforbrug omregnet til kWh	$2.400 \text{ l} \times 10 \text{ kWh/l} =$	24.000 kWh
	Årligt elforbrug til oliekedel		508 kWh
	Årligt energiforbrug oliekedel		24.508 kWh
	Husets faktiske energibehov		18.000 kWh
	Årligt energiforbrug varmepumpe	$0,95 \times 18.000 \text{ kWh} / 3,25 =$	5.262 kWh
	Elpatron	$0,05 \times 18.000 \text{ kWh} =$	900 kWh
	Besparelse	$24.508 \text{ kWh} - 5.262 \text{ kWh} - 900 \text{ kWh} =$	18.346 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Årlige omkostninger olie	$2.400 \text{ l} \times 17,80 \text{ kr./l} =$	42.720 kr
	Årlige omkostninger el	$508 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$	1.371 kr
	Service og skorstensfejning		1.500 kr
	Årlig drift af oliefyrr i alt		45.592 kr
	Årlige omkostninger, el til varmepumpe	$(5.262 \text{ kWh} + 900 \text{ kWh}) \times 1,60 \text{ kr./kWh} =$	9.858 kr
	Service		1.500 kr
	Årlig drift af varmepumpe i alt		11.358 kr
	Besparelse	$45.592 \text{ kr.} - 11.358 \text{ kr.} =$	34.233 kr
Årlig CO ₂ -besparelse kg	CO ₂ -udledning olie	$24.000 \text{ kWh} \times 0,266 \text{ kg/kWh} =$	6.384 kg
	CO ₂ -udledning el	$508 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$	107 kg
	Årlig CO ₂ -udledning oliefyrr		6.491 kg
	Årlig CO ₂ -udledning varmepumpe	$6.162 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$	1.300 kg
	Besparelse i kg	$6.449 \text{ kg} - 2.020 \text{ kg} =$	5.191 kg
	Besparelse i tons		5,2 ton

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Hvis huset aldrig har fået foretaget energibesparende foranstaltninger som fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer og tætning omkring vinduer, bør dette udføres, inden varmepumpen dimensioneres.

Dimensionering

Varmepumpen skal dimensioneres så rumvarme og varmtvandsbehovet for den aktuelle bolig dækkes. DS 469 skal altid overholdes og dimensioneringen bør udføres af en VE-godkendt installatør.

De fleste varmepumper er med el-supplement og skal dimensioneres, så varmepumpen uden supplement kan dække bygningens samlede varmebehov ned til en udetemperatur på - 7 °C. Varmepumpen skal også kunne levere rumvarme og varmt brugsvand, selv om udetemperaturen er lavere end den dimensionerende udetemperatur på - 12 °C, dette vil så betyde, at varmepumpen suppleres af fx elvarmelegeme. For luft-vand varmepumper gælder det at de skal kunne operere ved en udeluft-temperatur på - 15 °C eller lavere.

Husets varmesystem (radiatorer og eller gulvvarme) skal altid vurderes, inden valget af varmepumpe træffes. Fremløbstemperaturen til varmeanlægget skal være så lav som muligt. For hver grad fremløbstemperaturen hæves, falder varmepumpens effektivitet med 1-3 %. Det betyder i praksis, at en stigning fra 45 til 55 °C kan give et fald i årsnyttevirkningsgraden på ca. 25 %. Med andre ord skal det sikres - evt. med en kontrolberegning - at radiatorerne er tilstrækkeligt store til at kunne sikre lavest mulig fremløbstemperatur.

Montage

Indedelen placeres som regel på samme sted, hvor den tidligere olie- eller gaskedel har stået fx i et bryggers eller fyrrum.

Udedelen, der kan indeholde hele varmepumpen eller kun dens fordampersdel, placeres, som producenten har foreskrevet. Evt. støbes et betondæk med isolering under. Husk at sikre, at udedelen er hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Kontrollér at udedelen dræner tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bliver blokeret af is, når udetemperaturen falder.

Udedelen placeres så tæt på indedelen som muligt og efter foreskrifterne i installationsmanualen. Udedelen kan have en svag brummen, der kan virke generende på nogle mennesker. Derfor bør den ikke monteres for tæt på en terrasse eller vinduer i opholdsrum.

Der bores huller i ydervæggen for at føre rør fra udedel til indedel. To rør med enten kølemiddel eller vand opvarmet af varmepumpen/returvand fra varmeafgivere forbindes mellem udedel og indedel. Hullerne tætnes, og rørene isoleres. Hvis der skal cirkulere kølemiddel mellem indedel og udedel, fyldes dette i rørene.

Husk, at arbejdet er underlagt AT-bekendtgørelsen.

Indedelen, der som regel indeholder en varmtvandsbeholder, forbindes til eksisterende varmerør og varmtvandsrør. Hvis det varme vand fra husets varmesystem kommer direkte i kontakt med varmepumpen, monteres et snavsfilter. Indedelen tilsluttes den eksisterende eltavle af en autoriseret elinstallatør.

Installationsvejledningen for den aktuelle varmepumpe skal altid følges.

Varmepumpesystemet sættes i drift, og styringen indstilles. Husets beboere skal have demonstreret, hvordan de betjener anlægget, og de have udleveret en manual. Husk at give information om varmekurven og dens indvirkning på energiforbruget.

Eftersyn

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 100 om anvendelse af trykbærende udstyr). Kun personer med den fornødne autorisation/certifikat må foretage indgreb i kølemiddelsystemet.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Myndighedstilladelse	Er huset omfattet af en lokalplan, som har tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Bygningens energistandard	Har bygningen en lav energimæssig standard?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Supplerende opvarmning	Anvendes der brændeovn som supplement til opvarmningen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Termostatventiler	Er der velfungerende termostatventiler på radiatorerne og eventuelt gulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Radiatorflader	Er de eksisterende radiatorer store nok til en fremløbstemperatur på max 55 °C i de enkelte rum?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Rørstørrelser fra kedel	Er rørdimensionen fra kedel til varmesystemet mindre end 1"? Og er rørstørrelse til radiatorstikkene mindre end 3/8"?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Fremløbstemperatur for gulv- og radiatorkreds	Er fremløbstemperaturen over 55 °C?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Varmepumpeunit	Er der umiddelbart plads til varmepumpen, og hvordan er adgangsforholdene?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Rørføring gennem mur	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem husmuren, der skal tages ekstra hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejer eller nabo en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 10
Elektrisk tilslutning	Skal der etableres ny gruppe til varmepumpeanlægget? Herunder ACDC-følsomt relæ.	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 11

1. Myndighedstilladelse

Der kan som regel ikke opnås myndighedstilladelse til varmepumpeinstallationen, hvis der er tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning. Hvis installationen skal udføres i et område med kollektiv varmforsyning, kan den enkelte kommune kontaktes for at få information om lokale regler og krav.

2. Bygningens energistandard

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

3. Supplerende opvarmning

Anvendes der brændeovn som suppleringsvarme, kan der opstå usikkerhed omkring dimensioneringen af varmepumpen. Afklar sammen med kunden de forudsætninger for dimensioneringen, der hænger sammen med, hvor ofte brændeovnen bruges, og angiv dette i det endelige tilbud.

4. Termostatventiler

Termostatventiler på radiatorer skal gennemgås, og om nødvendigt udskiftes for at opnå god drift - dvs. have et højt flow uden der opstår støj, se også pkt. 6.

5. Radiatorflader

Hvis radiatorerne er for små, kan de udskiftes til radiatorer med større overfladeareal (ydelse). Til det formål kan regnearksværktøjet "Beregning af varmeafgivere" anvendes. Værktøjet kan hentes her: www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/varmeinstallation/varmeafgiversystemer-guider-og-regneark/. Her anbefales det at temperaturen på frem/retur ikke overstiger 50/35°C.

6. Rørstørrelse fra kedel

Der skal ved hjælp af en beregning sikres, at der kan opnås tilstrækkelig flowmængde for energieffektiv drift ved den reducerede fremløbstemperatur.

7. Fremløbstemperatur for gulv- og radiatorkreds

En shunt kan bevirke en højere fremløbstemperatur, end der er behov for høj, og det bør overvejes at fjerne en evt. shunt for at sikre energieffektiviteten.

8. Varmepumpeunit

En typisk indedel til en luft-vandvarmepumpe måler:
Bredde: ca. 600 mm
Højde: ca. 1.800 mm
Dybde: ca. 700 mm

En typisk udedel til en luft-vandvarmepumpe måler:

Bredde: ca. 1.000 mm
Højde: ca. 1.000 mm
Dybde: ca. 400 mm

9. Rørføring gennem mur

Rørføring gennem husmuren skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er dele af husets fundament eller mur, som ofte står under vand ved kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning. Gennemføringer af kabler og rør skal altid tætnes med egnede manchetter.

10. Støjforhold

Luft-vandvarmepumper er ret støjsvage, men man bør alligevel ikke sætte varmepumpens udedel lige uden for soveværelsevinduet eller tæt på naboens skel. Hvis naboen klager til kommunen over larm fra varmepumpen, vil de fleste kommuner henholde sig til paragraf 42 i Miljøbeskyttelsesloven, hvor støjgrænsen i boligområder er fastsat til 35 dB(A) ved skellet. Hvis denne grænse overskrides, vil man kunne blive påbudt at flytte varmepumpen.

Hvis kunden er i tvivl om støjforholdene, kan man overveje at tilbyde en "prøvelytning" på nogle eksisterende installationer. Brug evt. Energistyrelsens støjberegner til vejledende placering af varmepumpens udedel - se link under afsnittet "Yderligere information".

11. Elektrisk tilslutning

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Allerede i forbindelse med planlægningen og dimensioneringen af varmepumpen er det vigtigt at tage højde for anlæggets samlede mærkeeffekt, da det kan blive nødvendigt at supplere den eksisterende elinstallation med endnu en gruppe til varmepumpen. Husk også, at 3-fasede frekvensregulerede varmepumper kræver ACDC-følsomt fejlstrømsrelæ.

Elforbruget i varmepumper, der årligt bruger over 3.000 kWh, skal måles, jf. bygningsreglementet. Evt. elpatron bør forsynes med timetællerog/ eller separat elmåler.

Indeklima

Hvis der konverteres fra en gammel olie- eller gaskedel, vil varmepumpen typisk afgive mindre varme til kedelrummet. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis rummet ikke opvarmes tilstrækkeligt, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Udedelen kan skabe generende støj. Tænk også på naboer i denne forbindelse.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Varmepumpen skal opfylde disse Ecodesign-komponentkrav med hensyn til energieffektivitet:

- Gulvvarmeanlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 125 %, SCOP-værdi 3,20.
- Radiatoranlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 110 %, SCOP-værdi 2,83.

Desuden skal installationen udføres efter gældende standarder for vand og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for termisk isolering af tekniske installationer.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden varmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

Liste over VE-godkendte virksomheder:

<https://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/ve-virksomheder>

Liste over godkendte varmepumper:

<http://sparenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/varmepumpelisten>

Energistyrelsens støjberegner:

<http://www.ens.dk/forbrug-besparelser/byggeriets-energiforbrug/varmepumper/stojberegner>

Varmepumpeguiden (online guide):

www.ByggeriOgEnergi.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Konvertering fra elvarme til luft- vandvarmepumpe

I et hus med elvarme (el-radiatorer), beliggende i et område uden tilslutningspligt til fjernvarme eller naturgas, kan det være en god idé at erstatte el-radiatorerne og varmtvandsbeholderen/el-vandvarmeren med en luft-vandvarmepumpe (luft-til-væske varmepumpe).

En luft-vandvarmepumpe består af en udedel og en indedel. Udedelen optager varmeenergi fra luften. Denne varmeenergi løftes i varmepumpen til et højere temperaturniveau til brug for opvarmning og varmt brugsvand.

Ved dette temperaturløft bruges el, og temperaturløftet bør derfor være så lavt som muligt.

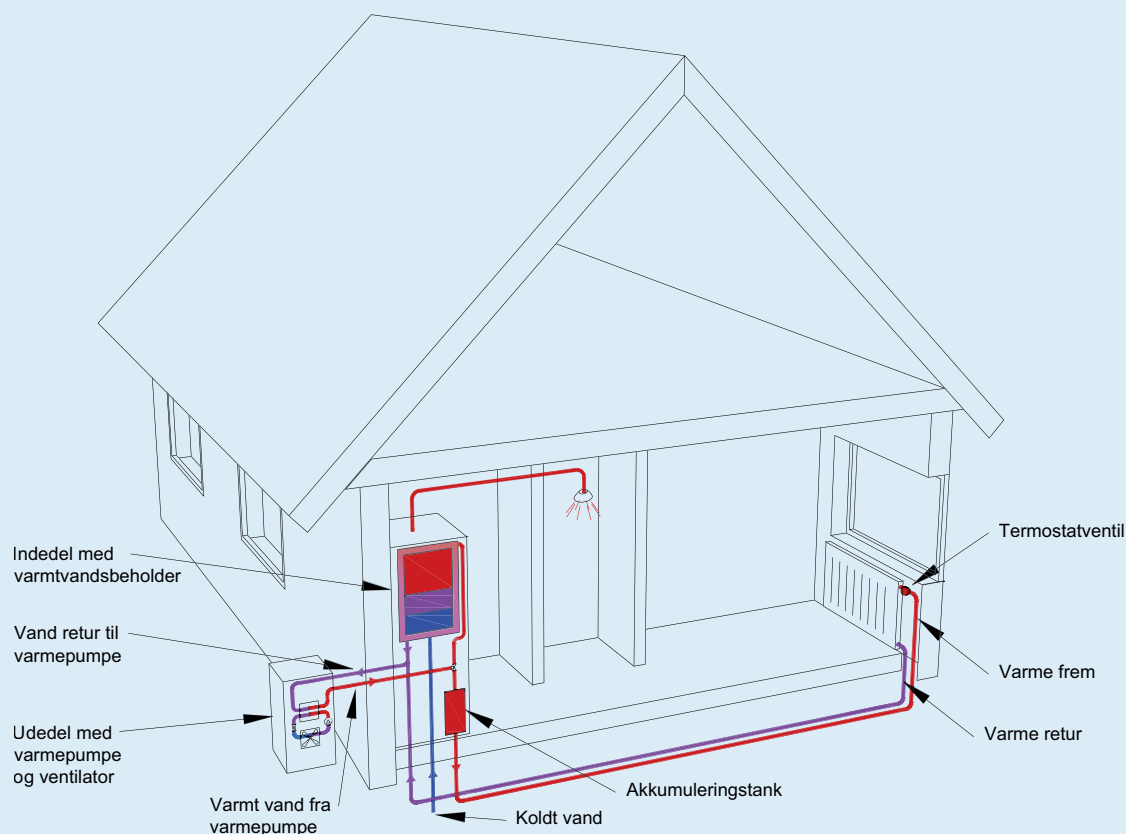
Anbefaling til luft-vandvarmepumpen

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

En luft-vandvarmepumpe giver den bedste energieffektivitet i et hus med lavtemperaturvarmeafgiver som fx gulvvarme eller store radiatorflader.

Installationen skal altid leve op til det gældende bygningsreglement samt gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 og DS 452.

Det anbefales, at der vælges en luft-vandvarmepumpe der som minimum er A+++-mærket. Vælg en frekvensreguleret varmepumpe. Hvis varmepumpen er frekvensreguleret kan den bedre tilpasse sin kapacitet til det variende varmebehov.



På den måde opnås længere driftsperioder for varmepumpen, hvilket forlænger dens levetid og giver en forøget virkningsgrad (Inverterstyret og behovsstyret er andre ord for samme teknologi: frekvensregulering).

På Energistyrelsens varmepumpeliste findes et udsnit af de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen er testet af et uafhængigt laboratorium og overholder kravene i ecodesign.

Energiklassen A++ indeholder følgende SCOP-værdier for luft-vandvarmepumper:

- Luft-vandvarmepumpe til gulvvarme SCOP-værdi fra 3,91 til 5,25
- Luft-vandvarmepumpe til radiatorer SCOP-værdi fra 3,25 til 3,78

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer.

En SCOP-værdi på 3,9 betyder fx, at varmepumpen i

gennemsnit leverer 3,9 gange så meget energi til opvarmning end den elektriske energi, den bruger. SCOP-værdien indeholder ikke bidrag fra varmtvandsproduktion.

Varmtvandsproduktion foregår ved en lavere effektivitet. Der bør altid vælges en varmepumpe fra Energistyrelsens produktliste - se link under afsnittet ”Yderligere information”.

Fordele

- Lavere varmeregning
- Reduktion af CO₂-udslip
- Større uafhængighed af stigende energipriser
- Bedre udnyttelse af den stigende andel af vind- og solenergi i elproduktionen

Energibesparelse

Nedenstående tabel viser den omtrentlige energibesparelse, der kan opnås ved konvertering af elvarme til en luft-vandvarmepumpe, som enten skal forsyne et gulvvarmeanlæg eller et radiatoranlæg.

Eksisterende opvarmningsform	Luft-vandvarmepumpe - gulvvarme				
	Isolering	Byggeår for huset			
		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	
Elvarme	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	13.543	11.634	6.860	5.124
	140	18.280	14.269	8.253	4.999
	180	23.016	17.860	10.125	6.038

Eksisterende opvarmningsform	Luft-vandvarmepumpe - radiatorer				
	Isolering	Byggeår for huset			
		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	
Elvarme	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	12.681	10.884	6.394	4.797
	140	17.135	13.363	7.705	4.655
	180	21.590	16.740	9.466	5.633

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 kvadratmeter, der opvarmes med el-varme, kan spare ca. 13.363 kWh om året ved at skifte til en luft-vandvarmepumpe, der forsyner et radiatoranlæg.

Eksempel 2:

Samme hus og luft-vandvarmepumpe som i eksempel 1, men gulvet, hulduren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene for 1980-1999 huse. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en luft-vandvarmepumpe udgør 7.705 kWh.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Energibesparelsen i et konkret hus fås ved at regne nedenstående eksempel igennem med husstandens faktiske elforbrug. Altså skal man erstatte elforbrug nedenfor med de konkrete tal fra det hus, man undersøger.

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et forbrug på 25.000 kWh el pr. år konverteres en el-radiatorerne til en luft-vandvarmepumpe. Nettovarmebehovet til opvarmning af varmt brugsvand er sat til 2.920 kWh (4 personer).</p> <p>Varmepumpen har en SCOP på 3,2 ved produktion af varme og en SCOP på 2,4 ved produktion af varmt brugsvand (skønnet 75 % af SCOP'en ved produktion af varme), mens elradiatorerne har en årsnyttevirkning på 100 %.</p> <p>Elpris1): 1,60 kr./kWh (ved forbrug over 4.000 kWh og registrering i BBR som elopvarmet bygning)</p>		
	Elforbrug til elradiatorer		25.000 kWh
	Husets faktiske varmebehov	1,0 x 25.000 kWh =	25.000 kWh
	Elforbrug til varmepumpe	$((25.000 \text{ kWh} - 2.920 \text{ kWh})/3,2) + (2.920/2,4) =$	8.117 kWh
	Besparelse	25.000 kWh - 8.117 kWh =	16.883 kWh
	Omkostninger til elradiatorer	25.000 kWh x 1,60 kr./kWh =	40.000 kr
	Omkostninger til varmepumpe	8.117 kWh x 1,60 kr./kWh =	12.987 kr
	Service		1.500 kr
	Årlig drift af ny varmepumpe		14.487 kr
	Besparelse	40.000 kr. - 14.487 kr. =	15.512 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ udledning elradiatorer	25.000 kWh x 0,211 kg/kWh =	5.275 kg
	CO ₂ udledning el for varmepumpe	8.117 kWh x 0,211 kg/kWh =	1.713 kg
	Besparelse i kg	5.275 kg. - 1.713 kg. =	3.562 kg
	Besparelse i tons		3,6 ton

- 1) For den del af husstandens elforbrug, der ligger over 4.000 kWh reduceres elafgiften. Såfremt varmepumpen leverer mindst 50 % af det samlede varmebehov, kan der opnås en elrabat.PSO-afgiften, som er en del af elprisen, nedsættes gradvist fra 2017-2022. Derfor bliver driftsudgifterne til en luft-vandvarmepumpe lavere i disse år.

Udførelse - varmepumpe

Hvis huset aldrig har fået foretaget energibesparende foranstaltninger som fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer og tætning omkring vinduer, bør dette udføres, inden varmepumpen dimensioneres.

Dimensionering

Varmepumpen skal dimensioneres, så rumvarme og varmtvandsbehovet for den aktuelle bolig dækkes.

DS 469 skal altid overholdes og dimensioneringen bør udføres af en VE-godkendt installatør. De fleste varmepumper er med elsupplement og skal dimensioneres, så varmepumpen uden supplement kan dække bygningens samlede varmebehov ned til en udetemperatur på $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Varmepumpen skal også kunne levere rumvarme og varmt brugsvand, selv om udetemperaturen er lavere end den dimensionerende udetemperatur på $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dette vil så betyde, at varmepumpen skal suppleres af fx elvarmelegeme. For luft-vandvarmepumper gælder det, at de skal kunne fungere ved en udelufttemperatur på $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ eller lavere. Husets varmesystem (radiatorer og/ eller gulvvarme) skal altid vurderes, inden valget af varmepumpe træffes.

Der bør benyttes en lav fremløbs- og returtemperatur i varmeanlægget. Dette vil altid være muligt, hvis der vælges et gulvvarmeanlæg. Hvis der vælges et radiatoranlæg, skal radiatorernes samlede areal være stort nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved en fremløbstemperatur på $55\text{ }^{\circ}\text{C}$. Altså ved udetemperatur på $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ udenfor. Dog kræver mange varmepumper en temperatur på $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, og derfor bør der dimensioneres til $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ i fremløb og $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ retur ved $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$. Det skyldes, at der i DS 469 står, at returtemperaturen fra et varmeanlæg højst må være $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Hvis en beregning af det dimensionerende varmetab viser, at radiatorernes samlede areal bliver for stort til at være i de respektive rum, bør det undersøges, om varmetabet kan reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

Fremløbstemperaturen til varmeanlægget skal være så lav som muligt. For hver grad fremløbstemperaturen hæves, falder varmepumpens effektivitet med 1-3 %. Det betyder i praksis, at en stigning fra 45 til $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ kan give et fald i årsnyttevirkningsgraden på ca. 25 %. Med andre ord skal det sikres - evt. med en kontrolberegning - at radiatorerne er tilstrækkeligt store til at kunne sikre lavest mulig fremløbstemperatur.

Eksempel

I nedenstående figur ses et eksempel på tekniske specifikationer for en varmepumpe.

Det ses at, virkningsgraden (COP) for varmepumpen falder fra 4,82 til 3,89, hvis fremløbstemperaturen forøges fra $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ til $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ved en udetemperatur på $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, svarende til en reduktion af virkningsgraden på 19 %. Dette er noget lavere end nævnt i det foregående afsnit.

Eksempel på tekniske specifikationer	F2120-8
SCOP, EN 14825, middel klima, $35\text{ }^{\circ}\text{C}/55\text{ }^{\circ}\text{C}$	4,8/3,8
Pdesign, middel klima, $35\text{ }^{\circ}\text{C}/55\text{ }^{\circ}\text{C}$	5,9/6,3 kW
7/35 effektområde	3,0/6,3 kW
-7/45 effektområde	3,0/5,5 kW
7/35 afgivet effekt/COP, EN 14511, nominel	4,77 / 4,82
7/45 afgivet effekt/COP, EN 14511, nominel	4,82 / 3,89

Varmtvandsbeholderens indbyggede spiral bør have en stor varmeeffekt, så varmepumpen kan køre med lavest mulige kondenseringstemperatur under opvarmning af brugs-vandet. Leverandøren af luft-vandvarmepumpen vil normalt anbefale varmtvandsbeholdere, der passer til den aktuelle luft-vandvarmepumpe. En beholder på 60 l vil normalt kunne overholde kravene i DS 439 (vandnormen).

Montage

Oftentimes er der i et elopvarmet hus ikke et decideret fyrrum. Man skal derfor finde et egnet sted til at opsætte indedelen, som er den enhed, der rummer det varme vand og en buffer af centralvarme til det nye anlæg. Indedelen fylder det samme som et kosteskab - dvs. 60 x 60 x 200 cm.

Udedelen, der kan indeholde hele varmepumpen eller kun dens fordamperdel, placeres, som producenten har foreskrevet. Evt. støbes et betondæk med isolering under. Husk at sikre, at udedelen er hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Kontrollér, at udedelen dræner tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bliver blokeret af is, når udetemperaturen falder.

Udedelen placeres så tæt på indedelen som muligt og efter forskrifterne i installationsmanualen. Udedelen kan have en svag brummen, der kan virke generende på nogle mennesker. Derfor bør den ikke monteres for tæt på en terrasse eller vinduer i opholdsrum.

Der bores huller i ydervæggen for at føre rør fra udedel til indedel. To rør med enten kølemiddel eller vand opvarmet af varmepumpen/returvand fra varmeafgivere forbindes mellem udedel og indedel. Hullerne tætnes og rørene isoleres. Hvis der skal cirkulere kølemiddel mellem indedel og udedel, fyldes dette i rørene.

Husk at arbejdet er underlagt Arbejdstilsynets- og Miljøstyrelsens regler om håndtering af kølemiddel. Det er meget vigtigt, at personer, der håndterer varmepumper, har de kvalifikationer, som lovgivningen foreskriver for at undgå brand og udledning af HFC-kølemidler, der bidrager kraftigt til drivhuseffekten. Læs også flyeren "Varmepumper - hvad siger reglerne?", udgivet af Videncenter for Energibesparelser i Bygninger og Energistyrelsen.

Indedelen, der som regel indeholder en varmtvandsbeholder, forbindes til varmerør og varmtvandsrør af en autoriseret VVS-installatør. Hvis det varme vand fra husets varmesystem kommer direkte i kontakt med varmepumpen skal der monteres et snavsfilter.

Indedelen tilsluttes den eksisterende eltavle af en autoriseret elinstallatør. Installationsvejledningen for den aktuelle varmepumpe skal altid følges.

Varmepumpesystemet sættes i drift og skal indstilles. Husets beboere skal have demonstreret, hvordan de betjener anlægget, og de skal have udleveret en manual. Husk at give information om varmekurven og dens indvirkning på energiforbruget.

Automatik

De fleste luft-til-vandvarmepumper er i dag udstyret med vejrkompensering, der sørger for at regulere fremløbstemperaturen i forhold til udetemperaturen. Kurven for fremløbstemperaturen som funktion af udetemperaturen stilles så lavt som muligt. Dette vil sikre den bedst mulige energiøkonomi og de bedste driftsbetingelser for anlægget.

Eftersyn

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 100 om anvendelse af trykbærende udstyr). Kun personer med den fornødne autorisation/certifikat må foretage indgreb i kølemiddelsystemet.

Udførelse - varmeanlæg

Etablering af vandbåren varmeanlæg

I et hus, som er opvarmet med elvarmepaneller, er der en del ting at tage hensyn til, hvis disse skal skiftes ud med vandfyldte radiatorer eller gulvvarme. Blandt andet er der opsat en del eludtag der, hvor elradiatorerne sidder. Disse eludtag kan enten sløjfes eller måske bruges som almindelige stikudtage efter konvertering. Man skal derfor rådføre sig med sin elinstallatør.

Nogen rørføring til indedelen vil også betinge brug af plads fx gennem underskabe og lignende. Desuden bør der ikke være for langt til tapstederne fra placeringen af indedelen, da det varme vand skal forsynes fra indedelen.

Det bør undgås at etablere cirkulation på det varme brugsvand, da dette vil kræve et forbrug på mindst 50°C kontinuert, hvilket ikke vil være gunstigt for varmepumpens effektivitet.

Etablering af radiatoranlæg

Hvis der vælges at opsætte radiatorer, så er der to forskellige måder at gøre dette på. Enten med synlige rør eller med rør skjult i paneler.

De synlige rør betyder ofte, at rørføringen skal lægges på loftet eller skunkrum og føres ned til hver radiator med rør, som kan ses. Rør på loftet kan være udsat for frost og skal under alle omstændigheder isoleres efter DS452.

Rør monteret i paneler var meget almindeligt under den store el-til-fjernvarme/gas-konvertering i 1990'erne. Systemet er bygget op som et plastfodpanelsystem, der erstatter det eksisterende fodpanel i huset. Systemet med PEX-rør er en plastbakke (billede til højre). Når rørene føres fra et opvarmet rum til et andet opvarmet rum, skal fremløbsrøret isoleres med 5 mm isolering for, at systemet kan overholde DS 452.

Det ses, at der er forskellige fittings til relativt nemt at kunne tilslutte de enkelte radiatorer (billedet til højre).

Etablering af gulvvarme

Typisk er der to måder, gulvet kan være opbygget på i huse med elvarme - se figurer på næste side.

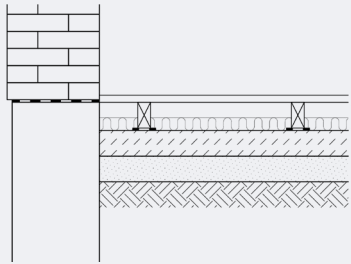
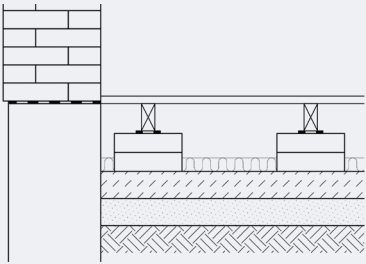
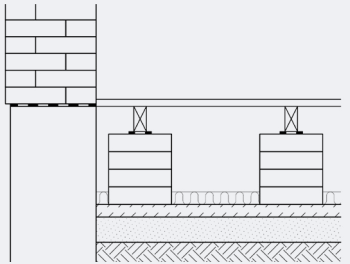
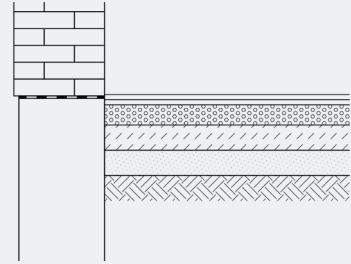
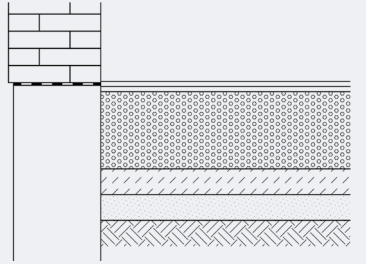
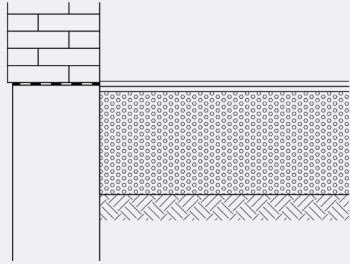
Gulvet er enten et trægulv på strøer (billederne øverst) eller et betongulv med klinker eller anden belægning (billederne nederst).

Gulvkonstruktionerne har typisk højder under 150 mm, mellem 150 mm og 400 mm og over 400 mm.



Man kan etablere gulvvarme i alle typer af gulvkonstruktioner. Dog vil isoleringen ofte ikke være tilstrækkelig til at overholde de krav, der gælder nybyggeri i dag. Men da der ikke er tale om nybyggeri, er reglen, at der skal lægges den tykkelse, som i praksis kan lade sig gøre.

Ofte har man ikke så meget plads i højden. Derfor må man vælge, hvad der er muligt. Ofte har bygningen ikke et fundament, der stikker så dybt, at der kan graves så meget ud, at der kan laves kapillarlag på 200 mm, isolering på 300 mm og slutteligt gulvvarmeopbygning, som mindst er 100 mm med gulv.

Højde af gulvkonstruktion under 150 mm	Højde af gulvkonstruktion mellem 150 mm og 400 mm	Højde af gulvkonstruktion over 400 mm
		
		

Vær opmærksom på at:

- Vælg den rigtig nedstøbningsdybde. Slangerne bør ligge ca. 4-5 cm fra overfladen og med 15-20 cm afstand indbyrdes
- Varme kun kan stige op der, hvor gulvet er frit - dvs. hvor der ikke er et toilet, et skab, en sofagrube e.l. Jo flere ting, man har på gulvet, desto vanskeligere er det for gulvet at afgive den fornødne varme. I værste fald skal temperaturen skrues op, og det forringer varmepumpens effektivitet
- Det kan være en god idé at trække rør frem til enkelte radiatorer, som kan hjælpe gulvet med at levere nok varme
- Når der er tale om trægulve, må overfladetemperaturen ikke overstige 27 °C. Dette betyder, at rummet ikke kan modtage mere varme end $q = (\text{overfladetemperaturen minus rumtemperaturen}) \text{ gange } 10 \text{ W/m}^2$. Så hvis der ønskes 22 °C i stuen, kan der kun leveres 50 W pr. m² synligt gulv, hvilket ofte ikke er nok, da ældre huse behøver 50 W/m² for hele arealet. Der bør laves en varmetabsberegning for at afdække dette
- Hvis der etableres trægulv med varmfordelingsplader, skal det sikres, at pladerne passer til slangerne, og at de er lagt i henhold til vejledningen. Det kan anbefales at købe slange, fordeleplader og flydemasse/nivelleringsmasse fra samme fabrikat
- Huske at indregulere vandmængder i forhold til slangelængde, og bruge en rumføler til hver zone



Eksempel på gulv med en lav byggehøjde. Kilde: www.uponor.dk/vvs/produkter/gulvvarme.

Med hensyn til etablering af radiatoranlæg og/eller gulvvarme har Videntcenter for Energi-besparelser i Bygninger udarbejdet 3 guides: *varmeafgiversystemer*, *varmeafgiversystem til varmepumper* og *reovering af strøgulve*. Den sidstnævnte guide er særlig relevant i forbindelse med etablering af gulvvarmeanlæg. I afsnittet "Yderligere information" sidst i denne energiløsning ses links til disse guides.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Myndighedstilladelse	Er huset omfattet af en lokalplan, som har tilslutningspligt til kollektiv varmeforsyning?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Bygningens energistandard	Har bygningen en lav energimæssig standard?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Supplerende opvarmning	Anvendes der brændeovn som supplement til opvarmningen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Fremløbs- og returtemperatur	Er varmeanlægget dimensioneret, så det er egnet til drift med varmepumpe?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Flow i varmeanlæg	Er radiator- eller gulvvarmeanlægget dimensioneret til en lille afkøling og dermed et stort flow?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Termostatventiler	Er der velfungerende termostatventiler på radiatorerne og eventuelt gulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Styring	Er vejrkompenseringen indstillet korrekt? (Det vil sige med så lav fremløbstemperatur som muligt.)	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Varmepumpeunit	Er der umiddelbart plads til varmepumpen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Rørstørrelser fra varmepumpe	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem husmuren, der skal tages særlige hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Rørføring gennem mur	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem husmuren, der skal tages ekstra hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 10
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejer eller nabo en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 11
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 12
Elektrisk tilslutning	Skal der etableres ny gruppe til varmepumpeanlægget? Herunder ACDC-følsomt relæ	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 13

1. Myndighedstilladelse

Der kan som regel ikke opnås myndighedstilladelse til varmepumpeinstallationen, hvis der er tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning. Hvis installationen skal udføres i et område med kollektiv varmforsyning, kan den enkelte kommune kontaktes for at få information om lokale regler og krav.

2. Bygningens energistandard

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

3. Supplerende opvarmning

Anvendes der brændeovn som suppleringsvarme, kan der opstå usikkerhed om dimensioneringen af varmepumpen. Afklar sammen med kunden de forudsætninger for dimensioneringen, der hænger sammen med hvor ofte brændeovnen bruges, og angiv dette i det endelige tilbud.

4. Fremløbs- og returtemperaturer

For at opnå/sikre en høj effektfaktor skal der, ved drift med luft-vandvarmepumper, benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Hvis der installeres et radiatoranlæg, betyder det, at radiatorernes samlede varmeafgivelse skal være stor nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer.

En beregning vil vise hvilket radiatorareal, det er nødvendigt at installere. Til det formål kan anvendes guiden "Varmeafgiversystem til varmepumper" og regnearksværktøjet "Beregning af varmeafgivere" anvendes. Guiden og værktøjet kan hentes her: www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/varmeinstallation/varmeafgiversystemer-og-valg-af-varmekilde-guider-og-regneark/. Her anbefales det, at temperaturen på frem/retur ikke overstiger 50/40 °C.

Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

5. Flow i varmeanlæg

Ved luft-vandvarmepumper er det vigtigt, at der cirkulerer en stor vandstrøm i anlægget for at opnå en effektiv køling af varmepumpens kondensator.

Flowet af radiatorvand (eller gulvvarmevand) baseres på en afkøling på maksimalt 10 °C. Det vil sige, at der skal være et relativt stort flow.

Eksempel: En varmepumpe installeres i et hus med et to-strengsvarmeanlæg med seks radiatorer med radiatortermostater. Husets dimensionerende varmetab er 6,8 kW. Varmefyldefaktoren er 0,86, og afkølingen 10 °C.

Svar: Den nødvendige vandstrøm for eksemplet er:

$$(6,8 \text{ kW} \cdot 0,86) / (10 \text{ °C}) = 0,59 \text{ m}^3/\text{h} = 590 \text{ l/h}$$

Flowet gennem hver radiator er højst 100 l/h, dvs. 0,6 m³/h for de seks radiatorer. I dette tilfælde er der god tilpasning mellem varmepumpe og varmeanlæg.

For et PEX-rør skal man passe på, at tryktabet ikke er for højt. Det bør ikke være over 200 Pa/m. Der bør regnes på det samlede rørsystem for sikre sig, at der kan leveres vand nok til hver radiator.

For varmepumper skal der leveres 2 til 3 gange så meget vandflow som til eksempelvis fjernvarme.

Nedenstående tabel viser tryktab i PEX-rør som funktion af flowet.

l/h	F2120-8	Tryktab
590	28 mm	195 Pa/m
400	22 mm	286 Pa/m
295	22 mm	170 Pa/m
200	19 mm	162 Pa/m
100	16 mm	125 Pa/m

Til en standardradiator på 1.000 W skal der bruges ca. 86 l/h.

Ved ren gulvvarme kører varmepumpen direkte på gulvvarmen uden blandesøjfe. Her er max. 10 °C afkøling ofte i overkanten. Jo mindre varmebehov og jo lavere fremløbstemperaturer, des mindre bliver afkølingen. Eller med andre ord: Jo tættere gulvvarmens temperatur er på rumtemperatur, des mindre afkøling.

I sådanne tilfælde er afkølingen måske på 4-6 °C. Det vil sige, at her er det ikke noget problem at opnå et stort flow. Dette kræver en pumpe med mere tryk og flow end ved radiatordrift.

6. Termostatventiler

Radiatorer skal forsynes med termostatventiler for at opnå en god drift. Ved termostatventiler med forindstilling bør denne fastlægges, så der opnås et minimums flow på 100 l/h ved forindstillingen også ved små radiatorer.

7. Styring

Der opnås den bedst mulige varmeøkonomi ved at benytte den lavest mulige varmekurve, som udtrykker sammenhængen mellem udetemperaturen og fremløbstemperaturen.

De fleste nye varmepumper justerer automatisk fremløbstemperaturen efter udetemperatur. Herved opfyldes bygningsreglementets krav om vejrkompensering.

Behovet for en lav varmekurve skyldes, at varmepumpens effektivitet forringes med 1-3 % pr. grad, varmekurven hæves.

Det kan ofte svare sig at holde de primære radiatorer helt åbne (5 på termostaten) og sigte efter en indstilling, som lige akkurat sikrer ønsket komfort. Vejrkompen-seringsanlægget indeholder ofte også en rumføler, som således kan benyttes.

8. Varmepumpeunit

En typisk inddel til en luft-vandvarmepumpe måler:

Bredde: ca. 600 mm
Højde: ca. 1.800 mm
Dybde: ca. 700 mm

En typisk uddel til en luft-vandvarmepumpe måler:

Bredde: ca. 1.000 mm
Højde: ca. 1.000 mm
Dybde: ca. 400 mm

9. Rørstørrelse fra varmepumpe

Der skal ved hjælp af en beregning sikres, at der kan opnås tilstrækkelig flowmængde for energieffektiv drift ved den relativt lave fremløbstemperatur.

10. Rørføringer gennem mur

Rørføring gennem husmuren skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er dele af husets fundament eller mur, som ofte står under vand ved kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning. Gennemføringer af kabler og rør skal altid tætnes med egnede manchetter.

11. Støjforhold

Luft-vandvarmepumper er ret støjsvage, men man bør alligevel ikke sætte varmepumpens uddel lige uden for soveværelsevinduet eller tæt på naboens skel. Hvis naboen klager til kommunen over larm fra varmepumpen, vil de fleste kommuner henholde sig til paragraf 42 i Miljøbeskyttelsesloven, hvor støjgrænsen i boligområder er fastsat til 35 dB(A) ved skellet. Hvis denne grænse overskrides, vil man kunne blive påbudt at flytte varmepumpen.

Hvis kunden er i tvivl om støjforholdene, kan man overveje at tilbyde en "prøvelytning" på nogle eksisterende installationer. Brug evt. Energistyrelsens støjberegner til vejledende placering af varmepumpens uddel – se link under afsnittet "Yderligere information".

12. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

13. Elektrisk tilslutning

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Allerede i forbindelse med planlægningen og dimensioneringen af varmepumpen er det vigtigt at tage højde for anlæggets samlede mærkeeffekt, da det kan blive nødvendigt at supplere den eksisterende elinstallation med endnu en gruppe til varmepumpen. Husk også, at 3-fasede frekvensregulerede varmepumper kræver ACDC-følsomt fejlstrømsrelæ.

Elforbruget i varmepumper, der årligt bruger over 3.000 kWh, skal måles, jf. bygningsreglementet. Evt. elpatron bør forsynes med timetæller og/eller separat elmåler.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Varmepumpen skal opfylde disse Ecodesign-komponentkrav med hensyn til energieffektivitet:

- Gulvvarmeanlæg: Årvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 125 %, SCOP-værdi 3,20.
- Radiatoranlæg: Årvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 110 %, SCOP-værdi 2,83.

Desuden skal installationen udføres efter gældende standarder for vand og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for termisk isolering af tekniske installationer.

Hvis varmepumpens elforbrug overstiger 3.000 kWh/år, skal det måles ved at installere en bimåler i eltavlen. Eventuel elpatron skal forsynes med timetæller, eller der skal installeres en bimåler i eltavlen.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden varmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Virksomhedens stempel og logo:

Yderligere information

Bygningsreglementet BR18

www.bygningsreglementet.dk

Liste over VE-godkendte virksomheder

www.spareenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/ve-virksomheder

Liste over godkendte varmepumper

www.spareenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/varmepumpelisten

Flyer: Varmepumper - hvad siger reglerne?

www.ByggeriOgEnergi.dk

Energistyrelsens støjberegner

www.ens.dk/ansvarsomraader/varme/stoejberegner-varmepumper

Varmepumpeguiden (online guide):

www.ByggeriOgEnergi.dk

Guide vedr. varmeafgiversystemer

www.byggeriogenergi.dk/media/1720/guide-varmeafgiversystemer.pdf

Guide vedr. varmeafgiversystem til varmepumper

www.byggeriogenergi.dk/media/2380/varmeafgiversystem-til-varmepumper_2019.pdf

Guide vedr. renovering af strøgulve

www.byggeriogenergi.dk/media/2471/gulvrenoveringsguide.pdf

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

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

www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Konvertering til jordvarme

I et hus med en ældre olie- eller gaskedel beliggende i et område uden tilslutningspligt til fjernvarme eller naturgas kan det være en god ide at erstatte kedlen med en luft-vandvarmepumpe (luft-til-væskevarmepumpe) varmepumpe eller en jordvarmepumpe (jord-til-væskevarmepumpe).

Forskellen i energieffektivitet på de to typer er marginale. Luft-vandvarmepumper er billigere at installere, men kan støje. Jordvarmepumper er helt stille, men udedelen kræver et vist areal til nedgravning af jordslanger.

En jordvarmepumpe optager den solenergi, der lagres i jorden, via en jordvarmeslange, som er gravet ned på grunden. Solenergien løftes i varmepumpen til et højere temperaturniveau til brug for opvarmning og varmt brugsvand. Dette temperaturløft bruger el og bør være så lavt som muligt.

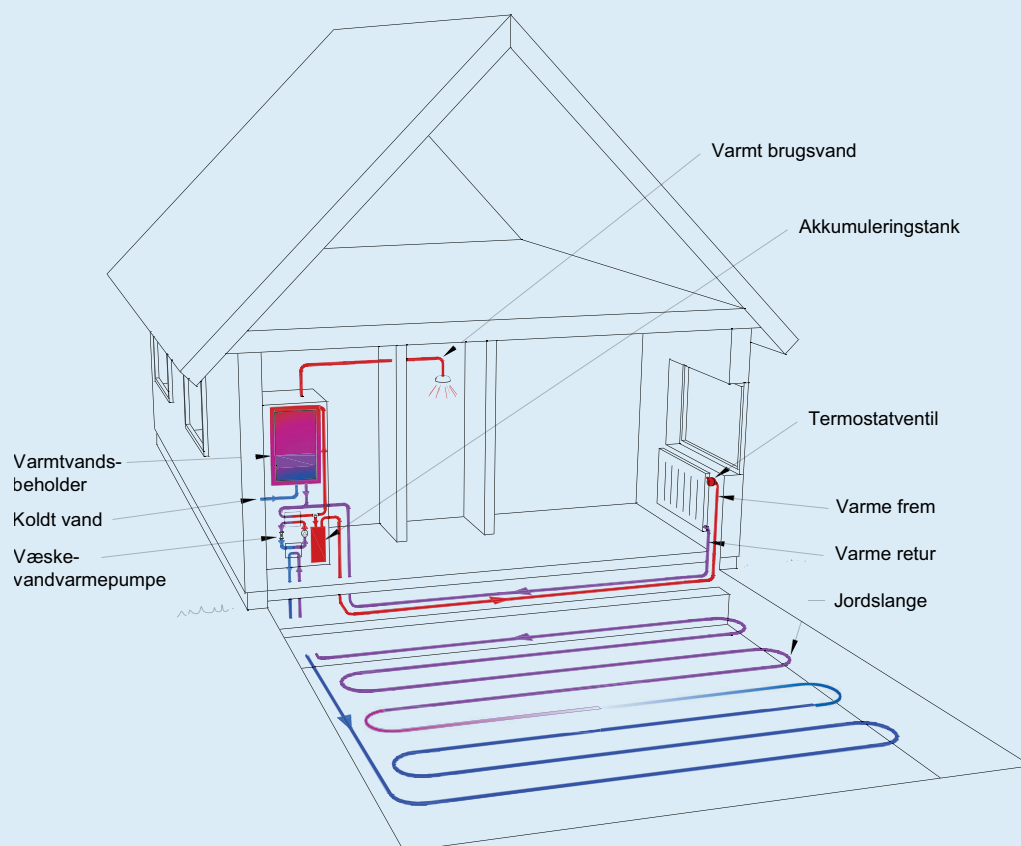
Anbefaling

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

Jordvarme giver den bedste energieffektivitet i et hus med lavtemperaturvarmeafgivere som fx gulvvarme eller store radiatorflader. Det bør ikke installeres i huse med radiatoranlæg med høje fremløbstemperaturer.

Det anbefales, at der vælges en jordvarmepumpe, der som minimum er A++-mærket. Installationen skal altid leve op til det gældende bygningsreglement.

På Energistyrelsens varmepumpeliste findes et udsnit af de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen er testet af et uafhængigt laboratorium og overholder kravene i ecodesign.



Energiklassen A++ indeholder følgende SCOP-værdier for A++-mærkede jordvarmepumper:

- Jordvarmepumpe til gulvvarme
SCOP-værdi: 4,48 - 5,30
- Jordvarmepumpe til radiatorer
SCOP-værdi: 3,55 - 3,95

Ved at vælge A+++-mærkede jordvarmepumper, kan der opnås endnu højere SCOP-værdier og dermed endnu større energibesparelser. Disse varmepumper ses også på varmepumpelisten

Vælg en frekvensreguleret varmepumpe, der kan køre i dellast med længere driftsperioder. Herved opnås størst effektivitet og længst levetid.

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer.

SCOP-værdien indeholder ikke bidrag fra varmtvandsproduktion. Varmtvandsproduktion foregår ved en lavere effektivitet.

En SCOP-værdi på 4,25 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 4,25 gange så meget energi til opvarmning som den elektriske energi, den bruger.

Vejledende størrelse (varmepumpeeffekt)

Varmepumpens størrelse bestemmes ud fra bygningens varmetab. Typiske varmetab ses i skemaet nedenfor med udgangspunkt i husets byggeår.

Hvis huset er energirenoveret på et senere tidspunkt, bruges tallene 1-2 kolonner længere til højre for det oprindelige byggeår - afhængigt af omfanget af gennemførte energiforbedringer.

Byggeår	1930-1959		1960-1979		1980-1999		2000-2005	
Areal m ²	Husets energi-behov	Skønnet varmepumpe-effekt	Husets energi-behov	Skønnet varmepumpe-effekt	Husets energi-behov	Skønnet varmepumpe-effekt	Husets energi-behov	Skønnet varmepumpe-effekt
	kW		kW		kW		kW	
100	6,9	5,7	5,7	4,7	3,7	3,0	3,1	2,5
140	9,6	7,9	7,5	6,2	4,9	4,0	4,4	3,7
180	12,4	10,2	9,4	7,7	6,1	5,0	5,7	4,4

De angivne effekter er overslag, idet huses varmebehov kan variere op til 100 %. Derfor må tabellen ikke benyttes til dimensionering af en varmepumpe.

Fordele

- Lavere varmeregning
- Ingen udgifter til skorstensfejning
- Reduktion af CO₂-udslip
- Større uafhængighed af stigende energipriser
- Bedre udnyttelse af den stigende andel af vind- og solenergi i elproduktionen

Energibesparelse

Nedenstående skema viser den omtrentlige energibesparelse, der kan opnås ved konvertering til jord-til-væske varmepumpe fra olie- eller gaskedel afhængigt af husets byggeår og isoleringsgrad.

Eksisterende opvarmningsform	Ny jord-til-væske varmepumpe				
	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	25.900	23.600	17.800	13.300
	140	31.700	26.800	19.500	13.700
	180	37.500	31.200	21.800	14.900
Oliekedel efter 1977	100	19.300	17.100	11.400	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	8.800
	140	26.000	21.100	13.900	9.200
	180	31.700	25.500	16.100	10.400
Gaskedel lukket forbrænding	100	17.800	15.600	10.200	7.300
	140	23.200	18.600	11.800	7.600
	180	28.600	22.700	13.900	8.800

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 m², der opvarmes med en oliekedel fra efter 1977, kan spare ca. 20.200 kWh om året ved at konvertere til jord-til-væske varmepumpe (jordvarme), beregnet som tilført energi til huset.

Eksempel 2:

Samme hus og kedel som i eksempel 1, men gulvet, hulmuren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en jord-til-væske varmepumpe udgør her 13.100 kWh.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et olieforbrug på 2.400 liter pr. år konverteres en ældre oliekedel til jordvarme. Parcelhusets varmesystem er en kombination af radiatorer og gulvvarme.</p> <p>Den samlede årsnytttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 %, svarende til at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året. Oliekedlen bruger årligt 508 kWh i el.</p> <p>Den nye jord-til-væske varmepumpe er på 8 kW med en SCOP på 3,55. Varmepumpen er dimensioneret til at dække 95 % af husets varmebehov. Resten dækkes af en elpatron. Serviceomkostninger til varmepumpen udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Oliepris: 17,8 kr./l Elpris 1: 2,70 kr./kWh Elpris 2: 1,60 kr./kWh (ved forbrug over 4.000 kWh og registrering i BBR som elopvarmet bygning)</p>																										
Årlig energibesparelse kWh	<table border="0"> <tr> <td>Årligt olieforbrug omregnet til kWh</td> <td>2.400 l x 10 kWh/l =</td> <td>24.000 kWh</td> </tr> <tr> <td>Årligt elforbrug til oliekedel kWh</td> <td></td> <td>508 kWh</td> </tr> <tr> <td>Årligt energiforbrug oliekedel</td> <td></td> <td>24.508 kWh</td> </tr> <tr> <td>Husets faktiske energibehov</td> <td>0,75 x 24.000 kWh =</td> <td>18.000 kWh</td> </tr> <tr> <td>Årligt energiforbrug varmepumpe</td> <td>(0,95 x 18.000 kWh)/3,55 =</td> <td>4.817 kWh</td> </tr> <tr> <td>Elpatron varmepumpe</td> <td>0,05 x 18.000 kWh =</td> <td>900 kWh</td> </tr> <tr> <td>Besparelse</td> <td>24.508 kWh - 5.344 kWh - 900 kWh =</td> <td>18.791 kWh</td> </tr> </table>			Årligt olieforbrug omregnet til kWh	2.400 l x 10 kWh/l =	24.000 kWh	Årligt elforbrug til oliekedel kWh		508 kWh	Årligt energiforbrug oliekedel		24.508 kWh	Husets faktiske energibehov	0,75 x 24.000 kWh =	18.000 kWh	Årligt energiforbrug varmepumpe	(0,95 x 18.000 kWh)/3,55 =	4.817 kWh	Elpatron varmepumpe	0,05 x 18.000 kWh =	900 kWh	Besparelse	24.508 kWh - 5.344 kWh - 900 kWh =	18.791 kWh			
Årligt olieforbrug omregnet til kWh	2.400 l x 10 kWh/l =	24.000 kWh																									
Årligt elforbrug til oliekedel kWh		508 kWh																									
Årligt energiforbrug oliekedel		24.508 kWh																									
Husets faktiske energibehov	0,75 x 24.000 kWh =	18.000 kWh																									
Årligt energiforbrug varmepumpe	(0,95 x 18.000 kWh)/3,55 =	4.817 kWh																									
Elpatron varmepumpe	0,05 x 18.000 kWh =	900 kWh																									
Besparelse	24.508 kWh - 5.344 kWh - 900 kWh =	18.791 kWh																									
Årlig økonomisk besparelse kr.	<table border="0"> <tr> <td>Årlige omkostninger olie</td> <td>2.400 l x 17,8 kr./l =</td> <td>42.720 kr</td> </tr> <tr> <td>Årlige omkostninger el</td> <td>508 kWh x 2,70 kr./kWh =</td> <td>1.372 kr</td> </tr> <tr> <td>Service og skorstensfejning</td> <td></td> <td>1.500 kr</td> </tr> <tr> <td>Årlig drift af oliefyr i alt</td> <td></td> <td>45.592 kr</td> </tr> <tr> <td>Årlige omkostninger, el til varmepumpe</td> <td>(4.817 kWh + 900 kWh) x 1,60 kr./kWh =</td> <td>9.147 kr</td> </tr> <tr> <td>Service</td> <td></td> <td>1.500 kr</td> </tr> <tr> <td>Årlig drift af varmepumpe i alt</td> <td></td> <td>10.647 kr</td> </tr> <tr> <td>Besparelse</td> <td>45.592 kr. - 10.647 kr.</td> <td>34.945 kr</td> </tr> </table>			Årlige omkostninger olie	2.400 l x 17,8 kr./l =	42.720 kr	Årlige omkostninger el	508 kWh x 2,70 kr./kWh =	1.372 kr	Service og skorstensfejning		1.500 kr	Årlig drift af oliefyr i alt		45.592 kr	Årlige omkostninger, el til varmepumpe	(4.817 kWh + 900 kWh) x 1,60 kr./kWh =	9.147 kr	Service		1.500 kr	Årlig drift af varmepumpe i alt		10.647 kr	Besparelse	45.592 kr. - 10.647 kr.	34.945 kr
Årlige omkostninger olie	2.400 l x 17,8 kr./l =	42.720 kr																									
Årlige omkostninger el	508 kWh x 2,70 kr./kWh =	1.372 kr																									
Service og skorstensfejning		1.500 kr																									
Årlig drift af oliefyr i alt		45.592 kr																									
Årlige omkostninger, el til varmepumpe	(4.817 kWh + 900 kWh) x 1,60 kr./kWh =	9.147 kr																									
Service		1.500 kr																									
Årlig drift af varmepumpe i alt		10.647 kr																									
Besparelse	45.592 kr. - 10.647 kr.	34.945 kr																									
Årlig CO₂-besparelse kg	<table border="0"> <tr> <td>CO₂-udledning olie</td> <td>24.000 kWh x 0,266 kg/kWh =</td> <td>6.384 kg</td> </tr> <tr> <td>CO₂-udledning el</td> <td>508 kWh x 0,211 kg/kWh =</td> <td>107 kg</td> </tr> <tr> <td>Årlig CO₂-udledning oliefyr</td> <td></td> <td>6.491 kg</td> </tr> <tr> <td>Årlig CO₂-udledn. varmepumpe</td> <td>(5.344 kWh + 900 kWh) x 0,211 kg/kWh =</td> <td>1.206 kg</td> </tr> <tr> <td>Besparelse i kg</td> <td></td> <td>5,285 kg</td> </tr> <tr> <td>Besparelse i tons</td> <td></td> <td>5,3 ton</td> </tr> </table>			CO ₂ -udledning olie	24.000 kWh x 0,266 kg/kWh =	6.384 kg	CO ₂ -udledning el	508 kWh x 0,211 kg/kWh =	107 kg	Årlig CO ₂ -udledning oliefyr		6.491 kg	Årlig CO ₂ -udledn. varmepumpe	(5.344 kWh + 900 kWh) x 0,211 kg/kWh =	1.206 kg	Besparelse i kg		5,285 kg	Besparelse i tons		5,3 ton						
CO ₂ -udledning olie	24.000 kWh x 0,266 kg/kWh =	6.384 kg																									
CO ₂ -udledning el	508 kWh x 0,211 kg/kWh =	107 kg																									
Årlig CO ₂ -udledning oliefyr		6.491 kg																									
Årlig CO ₂ -udledn. varmepumpe	(5.344 kWh + 900 kWh) x 0,211 kg/kWh =	1.206 kg																									
Besparelse i kg		5,285 kg																									
Besparelse i tons		5,3 ton																									

Udførelse

Hvis huset aldrig har fået foretaget energibesparende foranstaltninger som fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer og tætning omkring vinduer, bør dette udføres, inden varmepumpen dimensioneres.

Dimensionering

Varmepumpen skal dimensioneres, så varme- og varmtvandsbehovet for det aktuelle hus dækkes. Det kan gøres af en installatør, som er VE-godkendt.

De fleste varmepumper er udstyret med et elvarmelegeme som supplement til opvarmningen og skal dimensioneres, så varmepumpen uden supplement kan dække bygningens samlede varmebehov ned til en udetemperatur på - 7 °C.

Varmepumpen skal også kunne levere rumvarme og varmt brugsvand, selv om udetemperaturen er lavere end den dimensionerende udetemperatur på - 12 °C, dette vil så betyde, at varmepumpen suppleres af f.eks. elvarmelegeme. For jordvarmepumper gælder det at de skal kunne levere varme og varmt brugsvand selvom varmekilden fx jord, grundvand, sø, havn eller hav har en lavere temperatur end antaget for et normal-år.

Husets varmesystem (radiatorer og eller gulvvarme) skal altid vurderes, inden valget af varmepumpe træffes. Fremløbstemperaturen til varmeanlægget skal være så lav som mulig.

Udførelse (fortsat)

For hver grad fremløbstemperaturen hæves, falder varmepumpens effektivitet med 1–3 %. Det betyder i praksis, at en stigning fra 45 til 55 °C kan give et fald i årsvirkningsgraden på ca. 25 %. Med andre ord skal det sikres - evt. med en kontrolberegning - at radiatorerne er tilstrækkeligt store til at kunne sikre en lav fremløbstemperatur.

VarmePumpeOrdningens beregningsprogram indeholder funktioner til beregning af radiatorstørrelser og dimensionering af jordslange. Som udgangspunkt skal der bruges 25–35 meter jordslange pr. kW dimensionerende varmetab. Det svarer ca. til 25-40 m² jordareal pr. kW varmetab for huset.

Montage

Som regel nedgraves jordslangerne ved at grave en rende i haven, lægge jordslangen ned i renden og herefter dække den til. Renderne med jordslangerne ligger ”i slag” – dvs. i tætte parallelle render. På den måde fylder opgravningsområdet mindst muligt.

En anden metode er nedpløjning. Her pløjes renden op, slangen lægges ned i jorden, og renden tildækkes i én samtidig proces med en særlig maskine, der løsner jorden, så jordslangen nemt kan presses ned i renden, før jorden i renden til sidst komprimeres.

Slangen nedgraves i 80-120 cm dybde med ca. 1,25 meter mellem hvert slag.

Varmepumpen placeres som regel på samme sted, som den tidligere olie- eller gaskedel har stået - i et bryggers eller et fyrrum. De nedgravede slanger forbindes til varmepumpen. Det samme gør husets varmesystem og rør til varmt brugsvand. Det kolde vand forbindes til varmtvandsbeholderen.

For at undgå kondens isoleres jordvarmeslangerne inde i huset med rørisolering beregnet til kolde rør. Følg altid varmepumpens installationsvejledning.

Det samlede varmepumpesystem sættes i drift, og styring indstilles. Husets beboere skal have demonstreret, hvordan de betjener anlægget, og de have udleveret en manual. Husk at give information om varmekurven og dens indvirkning på energiforbruget.

Eftersyn

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 1977 om anvendelse af trykbærende udstyr).

Jordvarmeanlæggets ejer skal efter første driftsår lade anlægget efterse af en sagkyndig i jordvarmeanlæg. Ejeren af anlægget skal i mindst 10 år opbevare resultatet af kontrollen og efter anmodning stille denne til rådighed for kommunen.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Myndighedstilladelse	Er huset omfattet af en lokalplan, som har tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning, eller er der drikkevandsboringer inden for 50 m eller under 300 m til almen vandforsyning?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Bygningens energistandard	Har bygningen en lav energimæssig standard?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Supplerende opvarmning	Anvendes der brændeovn som supplement til opvarmningen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Termostatventiler	Er der velfungerende termostatventiler på radiatorerne og eventuelt på gulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Radiatorflader	Er de eksisterende radiatorer store nok til en fremløbstemperatur på max 55 °C i de enkelte rum ?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5

Tjekliste (fortsat)

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Rørstørrelser fra kedel	Er rørdimensionen fra kedel til varmesystemet mindre end 1"? Og er rørstørrelsen til radiatorstikkene mindre end 3/8"?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Fremløbstemperatur for gulv- og radiatorkreds	Er fremløbstemperaturen over 55 °C?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Varmepumpeunit	Er der umiddelbart plads til varmepumpen, og hvordan er adgangsforholdene?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Jordvarmeslangers længde og jordforhold	Er der tale om let jord (sandjord)?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Gravearbejde	Er der fyldestgørende kortmateriale mht. antennekabler, tele- og datakabler, el og vandstik?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10
Rørføring gennem fundament mv.	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem fundament, kælder mv., der skal tages ekstra hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 11
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejeren en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 12
Elektrisk tilslutning	Skal der etableres ny gruppe til varmepumpeanlægget? Herunder ACDC-følsomt relæ.	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 13

1. Myndighedstilladelse

Anlægget skal altid godkendes hos kommunen inden installation. Installatøren bør hjælpe kunden med papirarbejdet. Se jordvarmebekendtgørelsen for mere information.

Der kan som regel ikke opnås myndighedstilladelse til varmepumpeinstallationen, hvis der er tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning. Hvis tilslutningspligten fraviges, skal kommunen give en skriftlig tilkendegivelse om, at det er i orden. Jordvarmeanlægget er underlagt Miljøstyrelsens bekendtgørelse om etablering af jordvarmeanlæg (bekendtgørelse nr. 1203), som foreskriver eftersyn, tæthed og afstandskrav til drikkevandsboringer.

2. Bygningens energistandard

Der bør i den enkelte bygning foretages en konkret vurdering af, om der skal efterisoleres eller udføres andre energibesparende tiltag, før varmepumpen dimensioneres. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets reelle varmebehov.

3. Supplerende opvarmning

Hvis husejeren bruger brændeovn som suppleringsvarme, kan der opstå usikkerhed om dimensioneringen af varmepumpen. Afklar sammen med kunden de forudsætninger for dimensioneringen, der hænger sammen med, hvor ofte brændeovnen bruges, og angiv dette i det endelige tilbud.

4. Termostatventiler

Termostatventiler på radiatorer skal gennemgås og om nødvendigt udskiftes for at opnå god drift - dvs. have et højt flow uden der opstår støj, se også pkt. 6.

5. Radiatorflader

Hvis radiatorerne er for små, kan de udskiftes til radiatorer med større overfladeareal (ydelse). Til det formål kan regnearksværktøjet "Beregning af varmeafgivere" anvendes. Værktøjet kan hentes her: <http://www.byggeriogenergi.dk/energiloesninger/varmeinstallation/udskiftning-af-varmforsyning/>

Her anbefales det, at temperaturen på frem/retur ikke overstiger 50/35 °C.

6. Rørstørrelse fra kedel

Det skal ved hjælp af en beregning sikres, at der kan opnås tilstrækkelig flowmængde for energieffektiv drift ved den faktiske fremløbstemperatur.

7. Fremløbstemperaturer for gulv- og radiatorkreds

Undersøg, om kedelshuntens åbningsgrad eller andre forhold gør, at fremløbstemperaturen er for høj - fx på grund af dårlig indregulering af varmeanlægget - eller at kedlens ydelse er for lav til det faktiske varmebehov.

8. Varmepumpeunit

En typisk jord-til-væske varmpumpeunit måler:
 Bredde: ca. 600 mm
 Højde: ca. 1.800 mm
 Dybde: ca. 700 mm
 Vægt: ca. 100-130 kg

9. Jordvarmeslanges længde og jordforhold

Ved installation i let jord, hvor der er dårligere varmeoptagelse, må der påregnes ekstra udgifter til materialer og gravearbejde på grund af en længere jordvarmeslange - typisk 100 meter ekstra. Den nøjagtige længde bør beregnes - fx ved hjælp af VPO-beregningsprogrammet.

10. Gravearbejde

Installatøren bør indhente oplysninger om evt. kabler eller andet i jorden, så tidligt som muligt i processen, da kabler i jorden kan forårsage ekstra tidsforbrug til nedgravning af jordvarmeslangerne.

11. Rørføring gennem fundament

Rørføring gennem fundament mv. skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er dele af husets fundament, som ofte står under vand ved kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning.

12. Støjforhold

Som udgangspunkt er støjen fra et jordvarmeanlæg ikke problematisk, men vibrationer kan i nogle tilfælde skabe gener andre steder i huset, da de kan forplante sig via rørsystemet i huset. Derfor bør varmpumper altid forbindes til afgiversystemet via fleksible tilslutninger, som kan absorbere evt. vibrationer.

13. Elektrisk tilslutning

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Allerede ved planlægningen og dimensioneringen af varmpumpen er det vigtigt at tage højde for anlæggets samlede mærkeeffekt, da det kan blive nødvendigt at supplere den eksisterende elinstallation med endnu en gruppe til varmpumpen.

Elforbruget i varmpumper, der årligt bruger over 3.000 kWh, skal måles, jf. bygningsreglementet. Evt. elpatron forsynes med timetæller eller separat elmåler.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Varmepumpen skal opfylde disse Ecodesign-komponentkrav med hensyn til energieffektivitet:

- Gulvvarmeanlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 125 %, SCOP 3,33
- Radiatoranlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning må ikke være under 110 %, SCOP 2,95

Desuden skal installationen udføres efter gældende standarder for vand og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for termisk isolering af tekniske installationer.

Hvis varmpumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh pr. år, skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning, inden varmpumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Liste over VE-godkendte virksomheder:

<https://spareenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/ve-virksomheder>

Liste over godkendte varmpumper:

<http://spareenergi.dk/forbruger/vaerktoejer/varmpumpelisten>

Varmepumpeguiden (online guide):

www.ByggeriOgEnergi.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Udskiftning af ældre gaskedel til gashybridvarmepumpe

En gashybridvarmepumpe kombinerer en moderne kondenserende gaskedel med en luft-vandvarmepumpe. Herved kan gasforbruget på en installation mere end halveres.

Når udetemperaturen er høj, er varmepumpens varmeydelse stor nok til at dække varme- og varmtvandsbehovet. Når temperaturen kommer under et bestemt niveau - fx 0°C - dækkes varmebehovet af gaskedlen alene. Varmepumpen og gaskedlen bruges på samme tid i overgangsperioderne.

Varmt vand produceres normalt kun ved hjælp af gaskedlen for at undgå høje drifts-temperaturer og en nedsat COP for varmepumpen.

Anbefaling til gashybridvarmepumpe

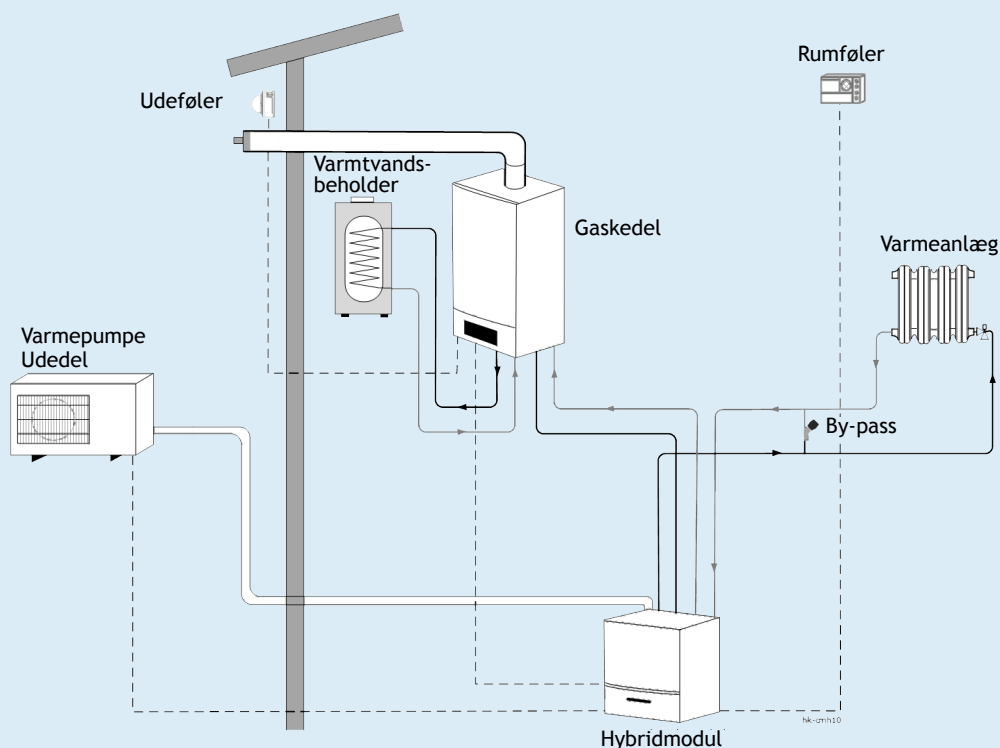
Videncenter for Energibesparelser i Bygninger anbefaler at installere et af nedenstående systemer:

- En enhedspakke, hvor alle varmepumpe- og kedeldele er samlet i en enkelt enhed (unit).
- En systempakke, hvor hybridsystemet består af enkeltstående dele fra samme producent, der er konstrueret til at arbejde sammen i et veldefineret system.

Det anbefales, at der installeres en kondenserende A-mærket gaskedel. Årsvirkningsgraden for en A-mærket gaskedel ligger typisk på 100-102 %.

Det anbefales endvidere, at der installeres en luft-vandvarmepumpe, der som minimum er A++-mærket.

På Energistyrelsens varmepumpeliste findes de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen overholder alle lovkrav og er testet af et uafhængigt testlaboratorium.



På varmepumpelisten ses følgende SCOP-værdier for A+-mærkede luft-vandvarmepumper:

- Luft-vandvarmepumpe til gulvvarme
SCOP-værdi fra 3,91 til 5,20
- Luft-vandvarmepumpe til radiatorer
SCOP-værdi fra 3,25 til 3,78

Ved at vælge A+++-mærkede luft-vandvarmepumper, kan der opnås endnu højere SCOP-værdier og dermed endnu større energibesparelser. Disse varmepumper kan også ses på varmepumpelisten.

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer. En SCOP-værdi på 3,65 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 3,65 gange så meget energi end den elektriske energi, den bruger.

Krav til eksisterende varmeinstallation

Følgende skal kunne opfyldes for at kunne anvende en gashybridvarmepumpe:

Generelt

Der bør benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede areal skal være stort nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved en fremløbstemperatur på 55 °C ved en udetemperatur på minus 12 °C. Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

Varmtvandsbeholderen bør have en stor varmeeffekt, så kedlen fortrinsvis kan køre kondenserende drift under opvarmning af brugsvandet. Leverandøren af gashybridvarmepumpen vil normalt anbefale varmtvandsbeholdere, der passer til den aktuelle gaskedel. En beholder på 60 l vil typisk kunne overholde kravene i vandnormen (DS 439).

Gaskedel

Der bør altid vælges en kedel fra DGC's kedelliste - se link på sidste side under yderligere information.

Den modulerende egenskab, hvor kedelydelsen kan tilpasses husets aktuelle varmebehov, sikrer anlægget mod overtemperatur (dvs. driftsbetingelser, hvor kedlen ikke kan komme af med den producerede varme), og antallet af start/stop er mærkbart lavere end ved ældre 1- eller 2-trinskedler.

Gaskedlens styring skal være kompatibel med varmepumpens styring. Det kan være vanskeligt at lave en styring, der sikrer optimalt skift mellem varmepumpe- og kedeldrift. Dette opnås bedst ved valg af en enhedspakkeløsning eller systempakkeløsning, der er færdigudviklet og testet i praksis.

Varmepumpe

Der bør altid vælges en varmepumpe fra Energistyrelsens produktliste - se link på sidste side under yderligere information. Sæsoneffekt faktoren, SCOP, for listens varmepumper er verificeret af et uafhængigt testinstitut. Varmepumpen skal kunne køre hybriddrift.

Eksempler på brug af skemaet på side 3

Eksempel 1:

I et hus fra 1965 på 140 kvadratmeter, der opvarmes med en gasblæsebrænder monteret på en kedel fra efter 1977, kan der spares ca. 12.200 kWh om året ved at skifte til en gashybridvarmepumpe.

Eksempel 2:

Samme hus med gashybridvarmepumpe som i eksempel 1, men gulvet, hulfuren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en gashybridvarmepumpe udgør her 7.500 kWh.

Fordele

- Løsningen med gashybridvarmepumpe har en højere samlet effektivitet end en gaskedel alene.
- Ca. 30 % lavere CO₂-udledning og mindsket gasforbrug.
- Øget uafhængighed af stigende varierende energipriser for gas og el med en mere stabil energiregning som resultat.
- Bedre udnyttelse af den stigende andel af vind- og solenergi i elproduktionen.
- Mulighed for højere fremløbstemperaturer.

Energibesparelse

Eksisterende opvarmningsform	Isolering	Gashybridvarmepumpe Byggeår eller år for energirenovering af huset			
		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
Areal	Energibesparelse i kWh/år				
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977	100	16.800	15.400	11.300	8.700
	140	20.500	17.400	12.700	9.600
	180	24.600	20.200	14.000	10.300
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra efter 1977	100	11.600	10.100	6.300	4.400
	140	15.600	12.200	7.500	5.000
	180	19.600	15.200	8.700	5.500
Gaskedel, åben forbrænding med trækafbryder	100	17.400	15.900	11.700	9.100
	140	21.400	18.000	13.100	9.900
	180	25.700	21.000	14.400	10.600
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	100	12.900	11.500	7.700	5.900
	140	16.400	13.500	8.900	6.400
	180	21.000	16.600	10.000	6.900

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et forbrug på 2.200 kubikmeter gas pr. år konverteres en ældre gaskedel til en gashybridvarmepumpe.</p> <p>Den samlede årsnytttevirking i det eksisterende kedelanlæg er 78 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 18.876 kWh. Den gamle gaskedel har et årligt elforbrug på 404 kWh. Serviceudgiften udgør 1.500 kr. om året. Varmepumpen i gashybridvarmepumpen har en COP/SCOP på 3,0, mens den kondenserende gaskedel har en årsnytttevirking på 97 % (efter nedre brændværdi). Den har et årligt elforbrug på 176 kWh. Serviceudgiften udgør 1.000 kr. om året.</p> <p>Gaspris: 13,80 kr./m³ El-pris: 2,70 kr./kWh og 1,60 kr./kWh (efter afgiftsreduktion). Se forklaring under tabellen. Bemærk, at gas- og elpriserne ændrer sig løbende.</p>		
Årlig energibesparelse i kWh	Gasforbrug omregnet til kWh Elforbrug til gaskedel kWh Energiforbrug til gaskedel Husets faktiske varmebehov Elforbrug til varmepumpe Energiforbrug til ny gaskedel Elforbrug til ny gaskedel Energiforbrug til ny gashybridvarmepumpe Besparelse	$2.200 \text{ m}^3 \times 11 \text{ kWh/m}^3 =$ $0,78 \times 24.200 \text{ kWh} =$ $0,7 \times (18.876 \text{ kWh} - 2.200 \text{ kWh})/3,0 =$ $((0,3 \times (18.876 \text{ kWh}) + 2.200 \text{ kWh})/0,97 =$ $24.604 \text{ kWh} - 11.843 \text{ kWh} =$	24.200 kWh 404 kWh 24.604 kWh 18.876 kWh 3.592 kWh 8.106 kWh 145 kWh 11.843 kWh 12.761 kWh
Årlig energibesparelse i kr.	Omkostninger til gas gl. kedel Omkostninger til el gl. kedel Service Drift af gl. kedel i alt Omkostninger til el til varmepumpe Gasforbrug for ny kedel Omkostninger til gas til ny kedel Omkostninger til el til ny kedel Service Årlig drift af ny gashybridvarmepumpe Besparelse	$2.200 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$ $404 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ $3.891 \text{ kWh} \times 1,60 \text{ kr./kWh} =$ $8.106 \text{ kWh}/11 \text{ kWh/m}^3 =$ $737 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$ $145 \text{ kWh} \times 2,60 \text{ kr./kWh} =$ $32.951 \text{ kr.} - 17.808 \text{ kr.} =$	30.306 kr 1.091 kr 1.500 kr 32.951 kr 5.747 kr 737 m ³ 10.169 kr 392 kr 1.500 kr 17.808 kr 15.143 kr
Årlig CO₂-besparelse i kg	CO ₂ udledning gas for gl. kedel CO ₂ udledning el for gl. kedel CO ₂ udledning for gl. kedel CO ₂ udledning el til varmepumpe CO ₂ udledning gas til ny kedel CO ₂ udledning el til ny kedel CO ₂ udledning for ny gashybridvarmepumpe Besparelse i kg Besparelse i tons	$24.200 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$ $404 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $3.891 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $8.106 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$ $145 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $5.046 \text{ kg.} - 2.450 \text{ kg.} =$	4.961 kg 85 kg 5.046 kg 758 kg 1.662 kg 31 kg 2.450 kg 2.596 kg 2,6 ton

For den del af husstandens elforbrug, der ligger over 4.000 kWh, reduceres elafgiften. Hvis varmepumpen leverer mindst 50 % af det samlede varmeforbrug, kan der opnås en elrabat.

PSO-afgiften, som er en del af elprisen, nedsættes gradvist fra 2017-2022. Derfor bliver driftsudgifterne til en hybridvarmepumpe lavere i de kommende år.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
 1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
 (Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Vejledende årvirkningsgrader for gaskedler

Hvis den eksisterende kedels årsnyttevirkning ikke kendes, kan nedenstående årsnyttevirkninger anvendes. Bemærk, at virkningsgraderne er baseret på nedre brændværdi.

Gasforbrug i m ³ pr. år	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977		53 %	64 %	70 %	76 %	80 %	83 %
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra efter 1977	74 %	83 %	88 %	89 %	90 %	91 %	91 %
Gaskedel, åben forbrænding med trækafbryder		51 %	62 %	69 %	73 %	78 %	82 %
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	61 %	75 %	81 %	85 %	86 %	88 %	89 %

Udførelse

Før gashybridvarmepumpen dimensioneres, bør oplagte energibesparende tiltag udføres - fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer og tætning omkring vinduer.

Dimensionering

Gashybridvarmepumpen skal passe til varme- og varmtvandsbehovet samt til varmeanlægget.

Varmepumpen dimensioneres til at dække ca. 50-60 % af husets dimensionerende effektbehov for varme. Herved kan varmepumpen dække ca. 70-80 % af det årlige energiforbrug til rumopvarmning. Den resterende del af rumvarmeforbruget samt energiforbruget til varmt brugsvand skal dækkes af gaskedlen. Det indebærer bl.a., at gaskedlen skal kunne dække 100 % af husets varmebehov ved -12 °C.

For at varmeanlægget er velegnet til drift med kondenserende kedel og varmepumpe, skal det være dimensioneret til lave fremløbs- og returtemperaturer. Ifølge DS 469 skal den dimensionerende fremløbstemperatur for kondenserende kedler og varmepumper være på højst 55 °C for radiatoranlæg og højst 45 °C for gulvvarme. For radiatoranlæg anbefales en maksimal dimensionerende afkøling på 10 °C og for gulvvarme maksimalt 7 °C.

Lette kedler med lille vandindhold dimensioneres til en lille afkøling på 10-15 °C mens varmepumper ligeledes dimensioneres til en lille afkøling på 10 °C.

Samspillet mellem gashybridvarmepumpe, bygning og varmeanlæg spiller en vigtig rolle, og overdimensionering kan være kritisk.

Ved lette kedler og ved varmepumper opstår der pendlende drift, hvis vandstrømmen i anlægget ikke er stor nok. Ydelsen lige efter start er ofte stor, og hvis vandstrømmen ikke kan fjerne varmen i takt med produktionen, opstår der pendlinger.

Selvom nye gaskedler normalt er forsynet med modulerende brændere, og selvom varmepumper kan være omdrejningsregulerede, skal man alligevel være opmærksom på, om der er mulighed for tilstrækkelig vandstrøm i anlægget.

Indregulering

Gashybridvarmepumpen skal indreguleres.

Ved installation af en kedel med gasblæseluftbrænder skal brænderen indreguleres i henhold til Bygningsreglementet. Her henvises til Gasreglementet.

Varmepumpens indstillinger for fremløbstemperaturkurve skal indstilles, så de passer til husets varmeanlæg. Desuden skal varmepumpens indstillinger justeres.

Automatik

Anlægget forsynes med en automatik, der sørger for, at kun kedlen er i drift ved lave temperaturer. Skiftet mellem varmepumpe- og kedeldrift afhænger af den aktuelle dimensionering, men finder typisk sted i intervallet mellem 0 og -5 °C.

fortsættes...

Udførelse (fortsat)

Anlægget forsynes endvidere med et vejrkompen-seringsanlæg, der sørger for at regulere fremløbstem-peraturen i forhold til udetemperaturen. Kurven for fremløbstemperaturen som funktion af udetempera-turen stilles så lavt som muligt. Dette vil sikre den bedst mulige energiøkonomi og de bedste driftsbe-tingelser for anlægget. Vejrkompen-seringsanlægget indeholder ofte også en rumføler.

Montage

Eksisterende installation

Den eksisterende gaskedel, som typisk er placeret i et bryggers eller fyrrum, kobles fra varmeanlægget og varmtvandsbeholderen. Gaskedlen demonteres. Det samme gælder varmtvandsbeholderen, hvis den udskiftes.

Ny installation

Den nye gaskedel og den evt. nye varmtvandsbehol-der monteres. Gaskedlen og varmtvandsbeholderen forbindes. Der etableres nyt aftræk. Kedlen skal opsættes, så aftrækket kan placeres korrekt, hvad enten der er tale om balanceret aftræk eller splitaf-træk.

Gasledningen sluttes til den nye gaskedel. Koldt vand sluttes til varmtvandsbeholderen. Varmeanlægget kobles til gaskedlen via et hybridmodul. Gaskedlen tilsluttes el og sættes i gang.

Kedlens bruger skal have overleveret den fyldest-gørende danske installationsvejledning, som skal følges med kedlen fra producenten. Vejledningen skal følges nøje. Desuden skal installationen leve op til Gasreglementet afsnit A og Bygningsreglementet.

Varmepumpens indedel placeres samme sted som gaskedlen. Indedelen forbindes ligeledes til varme-anlægget via hybridmodulet. Hvis det varme vand fra husets varmeanlæg kommer i direkte kontakt med varmepumpen, monteres et snavsfilter. Dette kan også gælde gaskedler.

I forhold til installation skal man være særligt opmærksom på, at varmepumpens udedel ikke må placeres i loftrum, eller hvor den giver støjgener (støjkravet er maksimalt 35 dB(A) i naboskel).

Problemet med loftrummet er, at der ikke kommer nok luft til rummet og varmepumpen. Desuden bliver rummet ekstra afkølet, hvilket giver større varme-tab, og der skal laves afledning af kondens. Endelig falder varmepumpens energieffektivitet.

Hertil kommer, at rør til og fra varmepumpens udedel skal føres igennem klimaskærmen uden utilsigtede kuldebroer, og der skal være plads til varmepumpens indedel i opstillingsrummet. Pladsbehovet for indede-len svarer typisk til en 60-liters varmtvandsbeholder. Hvis man alligevel ønsker at placere varmepumpen i bygningen, skal der laves udeluftindtag til varme-pumpen samt afkastluftudblæsning til det fri.

Hvis udedelen placeres i det fri, skal den placeres på et fast underlag i de afstande til ydervæg/tagud-hæng, som producenten har foreskrevet. Evt. støbes et betondæk med isolering under. Husk at sikre, at udedelen er hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Kontrollér, at udedelen dræner tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bliver blokeret af is, når udetemperaturen falder.

Udedelen placeres så tæt på indedelen som muligt, dvs. med kortest mulig afstand til den ydervæg, som indedelen står op ad. Udedelen kan have en svag hvislen, der kan virke generende på nogle mennesker. Derfor bør den ikke monteres for tæt på en terrasse eller vinduer i opholdsrum.

Der bores huller i ydervæggen for at føre rør fra udedel til indedel. To rør med enten kølemiddel el-ler vand opvarmet af varmepumpen/returvand fra varmeafgivere forbindes mellem udedel og indedel. Hullerne tætnes, og rørene isoleres. Hvis der skal cir-kulere kølemiddel mellem indedel og udedel, fyldes dette på rørene.

Der etableres afløb og strøm til varmepumpen.

Installationsvejledningen for den aktuelle varmepum-pe skal altid følges.

Hele gashybridvarmepumpe-installationen skal udfø-res, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installa-tioner og DS 439 for vandinstallationer. Bemærk end-videre, at der skal være plads til betjening, rensning og besigtigelse af anlægget, jf. AT-Vejledning B-4-8. Gas- og vandinstallationen skal udføres af en autori-seret vvs-installatør.

Service, vedligehold og eftersyn

Man skal være opmærksom på, at kombinerede anlæg er teknisk mere komplekse end traditionelle opvarmningssystemer. Der er både tale om en varme-pumpe og en gaskedel, hvor begge dele skal service-res af fagpersoner.

Udførelse (fortsat)

For varmepumpedelens vedkommende skal serviceteknikeren have et kategori I- eller II-certifikat for arbejde, der indbefatter servicering af varmepumpedelens kølekreds.

Hvis varmepumpen indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal den efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 1977 om anvendelse af trykbærende udstyr). Kun personer med den fornødne autorisation/certifikat må foretage indgreb i kølemiddelsystemet.

Serviceteknikeren han skal have A-certifikat for at servicere gaskedeldelen. For kondenserende gaskedler med balanceret aftræk eller splitaftræk anbefales normalt et 2-årigt serviceinterval.

Behovet for vedligeholdelse varierer dog fra installation til installation. Det er oftest gaskedlen og dens placering, der er udslagsgivende for, hvilke serviceintervaller der skal vælges.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Myndighedstilladelse	Er huset omfattet af en lokalplan, som har tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Klimaskærm og varmerør	Er der tegn på, at husets klimaskærm kan isoleres og tættes yderligere, eller isolering af varmerør kan forbedres markant?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 2
Varmeanlæg	Er anlægget egnet til kondenserende drift og drift med varmepumpe (se ovenfor)?	Ja [] Nej []	Hvis nej: Se 3
	Kan radiatoranlægget spille godt sammen med kedlen og varmepumpen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 3
Termostatventiler	Er der velfungerende termostatventiler på radiatorerne og eventuelt gulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 4
Styring	Kan der med fordel installeres vejrkompensering?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 5
Afløb	Er der afløb for sikkerhedsventilen og for kondens?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 6
Aftrækssystem	Benyttes der et balanceret aftræk?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 7
Rørføringer gennem mur	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem husmuren, der skal tages ekstra hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 8
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejer eller nabo en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 9
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 10
Elektrisk tilslutning	Kan hybridvarmepumpen inkl. styring og cirkulationpumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 11

1. Myndighedstilladelse

Anlægget kræver hverken anmeldelse til kommunen eller byggetilladelse, medmindre det involverer jordvarme. Vær dog opmærksom på, at installationen typisk ikke er hensigtsmæssig, hvis der er tilslutningspligt til fjernvarme, da boligejeren kan risikere fortsat at skulle betale tilslutnings- eller forblivelsesafgift til fjernvarmen. Hvis tilslutningspligten skal fraviges, kræver det en skriftlig tilkendegivelse fra kommunen om, at det er i orden.

2. Klimaskærm og varmerør

En bolig med ingen eller kun relativt lidt isolering bør altid efterisoleres og tætnes, inden gashybridvarmepumpen dimensioneres. Alle varmerør bør efterses og evt. efterisoleres, især i krybekælder, skunk mv. Hvis husejeren på et senere tidspunkt får efterisolering og dermed reducerer husets varmebehov, vil gashybridvarmepumpen blive for stor.

3. Varmeanlæg

Fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlæg

For at udnytte kondensgevinsten i røggassen skal der benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede hedeplade skal være stor nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer. For at opnå eller sikre en høj effektfaktor skal der ved drift med varmepumper ligeledes benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget.

Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

Flow i varmeanlæg

Ved lette kedler er det helt nødvendigt at sikre en passende vandgennemstrømning i varmeanlægget. Som tommelfingerregel skal afkølingen over varmeanlægget være højst 15 °C ved kedlens minimumseffekt.

Eksempel: En let kedel med modulationsområde 5–20 kW installeres i et hus med et to-strengs varmeanlæg med seks radiatorer med radiatortermostater. Varmefyldefaktoren er 0,86, og afkølingen 15 °C.

Svar: Den nødvendige vandstrøm for eksemplet er:

$$\frac{5 \text{ kW} \times 0,86}{15 \text{ °C}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Flowet gennem hver radiator er højst 100 l/h, dvs. 0,6 m³/h for de seks radiatorer. I dette tilfælde er der god tilpasning mellem gaskedel og varmeanlæg.

For kondenserende kedler gælder desuden, at returtemperaturen helst altid skal være under røggassens dugpunkt på ca. 55 °C. Ved montage om vinteren kan var-

meanlæggets egenskaber ofte bedømmes ved at måle returtemperaturen ved normal drift (se under dimensionering). Ved montage om sommeren kan en beregning være nødvendig. Til det formål kan regnearksværktøjet "Beregning af varmeafgivere" anvendes. Værktøjet kan hentes her: www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/varmeinstallation/varmeafgiversystemer-guider-og-regneark/

Se endvidere DGC-vejledningerne nummer 15, 16, 36, 37 og 43 her: www.dgc.dk/udgivelser

For varmepumper gælder tilsvarende at flowet skal svare til kondensatorens ydelse. Her bør de 15 °C erstattes af 5-10 °C.

4. Termostatventiler

Termostatventiler på radiatorer skal gennemgås og om nødvendigt udskiftes for at opnå god drift. Ved termostatventiler med forindstilling bør denne fastlægges, så der opnås et minimumsflow på de 100 l/h ved forindstillingen, også ved små radiatorer.

5. Styling

Vejrkompenisering sikrer bedst mulig energiøkonomi og driftsbetingelser.

6. Afløb fra gaskedel

Der etableres et brugbart gulvafløb for overløb fra sikkerhedsventilen og for kondensafløb, hvis dette ikke forefindes. Der skal altid bruges plastrør til kondensafløb fra kondenserende gasfyr. Se endvidere DGC-vejledning 49 her: www.dgc.dk/publikationer/vejledninger

7. Aftrækssystem fra gaskedel

Det balancerede aftrækssystem har den fordel, at forbrændingsluften bliver opvarmet på dens vej ned til gasbrænderen gennem forbrændingsluftkanalen, der går parallelt med skorstenen (dobbeltrør), som vil afgive varme. Det har den fordel, at luften til forbrændingen bliver opvarmet. Derved fås en bedre og mere energieffektiv udnyttelse af gassen.

8. Rørføringer gennem mur

Rørføring gennem husmuren skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er dele af husets fundament eller mur, som ofte står under vand ved kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning.

Gennemføringer af kabler og rør skal altid tætnes medegnede manchetter.

9. Støjforhold

Luft-vandvarmepumper er ret støjsvage, men man bør alligevel ikke sætte varmepumpens udedel lige uden for soveværelsevinduet eller tæt på naboens skel. Hvis naboen klager til kommunen over larm fra varmepumpen, vil de fleste kommuner henholde sig til paragraf 42 i Miljøbeskyttelsesloven, hvor støjgrænsen i boligområder er fastsat til 35 dB(A) ved skellet. Hvis denne grænse

overskrides, vil man kunne blive påbudt at flytte varmepumpen.

Hvis kunden er i tvivl om støjforholdene, kan man overveje at tilbyde en ”prøvelytning” på nogle eksisterende installationer. Brug evt. Energistyrelsens støjberegner til vejledende placering af varmepumpens udedel – se link på sidste side under Yderligere information.

10. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedrørende vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

11. Elektrisk tilslutning

En vvs-installatør må gerne tilslutte kedel og pumper m.m. til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye eltavler eller faste elinstallationer, skal dette foretages af en autoriseret elinstallatør.

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Allerede i forbindelse med planlægningen og dimensioneringen af varmepumpen er det vigtigt at tage højde for anlæggets samlede mærkeeffekt, da det kan blive nødvendigt at supplere den eksisterende elinstallation med endnu en gruppe til varmepumpen.

Elforbruget i varmepumper, der årligt bruger over 3.000 kWh, skal måles, jf. Bygningsreglementet. En evt. elpatron bør forsynes med timetæller eller separat elmåler.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Fyringsanlæg skal projekteres, udføres og installeres, så der opnås god forbrænding, og der skal sikres tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.

Gasinstallationen skal leve op til Gasreglementet afsnit A, og installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler, som er beskrevet i afsnittet om ”Udførelse”.

Kedler til fyring med gas skal opfylde Ecodesign-kravene (EU-forordning nr. 813/2013/EU). Det betyder, at brændselsfyrede kedelanlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning med en nominel nytteeffekt ≤ 70 kW ikke må have en årvirkningsgrad ved rumopvarmning under 86% (målt ved øvre brændværdi).

Varmepumpen skal opfylde Ecodesign-komponentkrav med hensyn til energieffektivitet:

- Gulvvarmeanlæg: Årvirkningsgraden ved rumopvarmning (SCOP) må ikke være under 3,20.
- Radiatoranlæg: Årvirkningsgraden ved rumopvarmning (SCOP) må ikke være under 2,83.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for isolering af tekniske installationer.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden gashybridvarmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

VarmePumpeOrdningen (VPO)
www.vp-ordning.dk

Gaskedellisten
www.dgc.dk

Energistyrelsens støjberegner
www.ens.dk/ansvarsomraader/varme/stoeberegner-varmepumper

Varmepumpeguiden (online guide)
www.ByggeriOgEnergi.dk

At-vejledning B.4.4 Køleanlæg og varmepumper
www.at.dk/regler/at-vejledninger/koeleanlaeg-varmepumper-b-4-4/

Gasreglementet
www.sik.dk/erhverv/gasinstallationer-og-gasanlaeg/love-og-regler/gasreglementet-overgangsperiode-indtil-udgangen-2019

Kontakt Videncenter for Energibesparelser
 i Bygninger (VEB)
 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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
 Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Eksisterende gaskedel med add-on varmepumpe

Gasforbruget i et enfamiliehus kan halveres ved at eftermontere en luft-vandvarmepumpe af add-on typen som supplement til den eksisterende gaskedel.

Når udetemperaturen er høj, er varmepumpens varmeydelse stor nok til at dække varmebehovet. Når temperaturen kommer under et bestemt niveau, fx 0 °C, dækker gaskedlen varmebehovet alene. Varmepumpen og gaskedlen kan bruges på samme tid i overgangsperioderne. Varmt vand produceres normalt kun ved hjælp af gaskedlen for at undgå høje driftstemperaturer og en nedsat COP for varmepumpen.

Kombinationen mellem varmepumpe og gas kaldes også gashybridvarmepumpe.

Anbefaling til varmepumpe af add-on typen

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger anbefaler at supplere en eksisterende gaskedel med en add-on luft-vandvarmepumpe, der som minimum er A++-mærket.

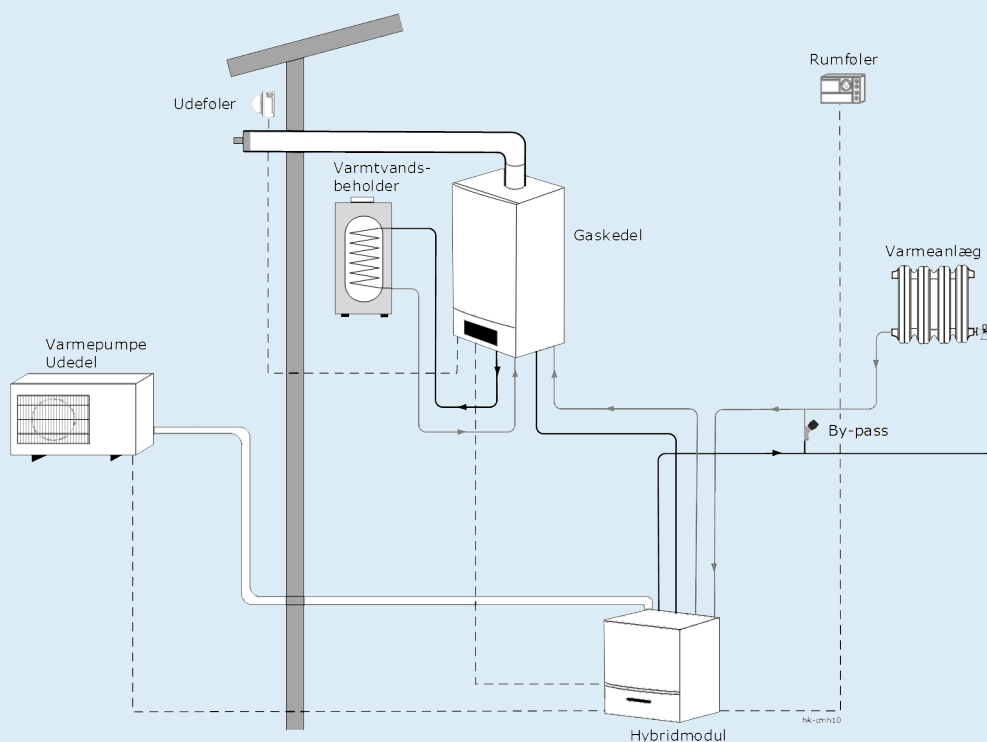
På Energistyrelsens varmepumpeliste findes de bedste varmepumper på det danske marked. Varmepumperne på listen overholder alle lovkrav og er testet af et uafhængigt testlaboratorium.

På varmepumpelisten ses følgende SCOP-værdier for A+-mærkede luft-vandvarmepumper:

- Luft-vandvarmepumpe til gulvarme
SCOP-værdi fra 3,91 til 5,20
- Luft-vandvarmepumpe til radiatorer
SCOP-værdi fra 3,25 til 3,78

Ved at vælge A+++-mærkede luft-vandvarmepumper, kan der opnås endnu højere SCOP-værdier og dermed endnu større energibesparelser. Disse varmepumper kan også ses på varmepumpelisten.

SCOP-værdien (seasonal coefficient of performance) definerer varmepumpens ydelse i løbet af året og medregner sæsonbestemte variationer. En SCOP-værdi på 3,65 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 3,65 gange så meget energi end den elektriske energi, den bruger.



Fordele

- Højere samlet effektivitet end for en gaskedel alene
- Lavere CO₂-udledning, ca. 30 % og mindsket gasforbrug
- Større uafhængighed af stigende energipriser for gas og el
- Bedre udnyttelse af den stigende andel af vind- og solenergi i Danmarks elproduktion
- Kan levere højere fremløbstemperaturer
- Reducerer gaskedlens årlige drift timetal, hvilket kan forlænge dens levetid
- Nuværende gaskedelinstallation er en garanti for, at komforten altid kan sikres.

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

I et hus fra 1955 på 180 kvadratmeter, der opvarmes med en kondenserende gaskedel, kan der spares ca. 14.400 kWh om året ved at skifte til en gashybrid varmepumpe.

Eksempel 2:

Samme hus og hybridvarmepumpe som i eksempel 1, men gulvet, hulumuren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en gashybridvarmepumpe udgør 5.900 kWh.

Energibesparelsen i et konkret hus fås ved at regne nedenstående eksempel igennem med husstandens faktiske gasforbrug og den eksisterende kedels årsnyttevirkning. Altså skal man erstatte gasforbrug og virkningsgrad nedenfor med de konkrete tal fra det hus og den kedel, man undersøger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 180 m² med et forbrug på 3.000 kubikmeter gas pr. år suppleres en kondenserende gaskedel med en add-on varmepumpe Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 103 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 33.990 kWh. Gaskedlen bruger 152 kWh i el om året. Serviceudgiften er på 1.500 kr. om året. Add-on varmepumpen i gashybridvarmepumpen har en COP/SCOP på 3,25. Gaspris: 13,80 kr./m³ El-pris¹⁾: 2,70 kr./kWh og 1,60 kr./kWh (efter afgiftsreduktion) Bemærk, at gas- og elprisen ændrer sig løbende. Aktuelle gaspriser findes på følgende hjemmeside: http://gasprisguiden.dk Aktuelle elpriser findes på Energitilsynets hjemmeside: www.elpris.dk</p>		
Årlig energibesparelse i kWh	Gasforbrug omregnet til kWh Elforbrug til gaskedel kWh Energiforbrug til gaskedel Husets faktiske varmebehov Elforbrug til varmepumpe Energiforbrug til gaskedel Elforbrug til gaskedel Energiforbrug til ny GHV Besparelse	$3.000 \text{ m}^3 \times 11 \text{ kWh/m}^3 =$ $1,03 \times 33.000 \text{ kWh} =$ $0,7 \times (33.990 \text{ kWh} - 2.200 \text{ kWh})/3,0 =$ $((0,3 \times (31.790 \text{ kWh}) + 2.200 \text{ kWh})/0,98 =$ $33.152 \text{ kWh} - 19.493 \text{ kWh} =$	33.000 kWh 152 kWh 33.152 kWh 33.990 kWh 6.847 kWh 11.977 kWh 100 kWh 18.924 kWh 14.228 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Omkostninger til gaskedel før Omkostninger til el kedel før Service Drift af gl. kedel i alt Omkostninger til el varmepumpe Gasforbrug for kedel efter Omkostninger til gaskedel efter Omkostninger til el kedel efter Service Årlig drift af ny gashybridvarmepumpe Besparelse	$3.000 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$ $152 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ $6.847 \text{ kWh} \times 1,60 \text{ kr./kWh} =$ $11.976 \text{ kWh}/11 \text{ kWh/m}^3 =$ $1.089 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$ $100 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ $43.310 \text{ kr.} - 27.790 \text{ kr.} =$	41.400 kr 410 kr 1.500 kr 43.310 kr 10.995 kr 1.089 m ³ 15.025 kr 270 kr 1.500 kr 27.790 kr 15.560 kr
Årlig CO₂-besparelse i kg	CO ₂ udledning gas for kedel CO ₂ udledning el for kedel CO ₂ udledning for kedel før CO ₂ udledning el for varmepumpe CO ₂ udledning gas for ny kedel CO ₂ udledning el for ny kedel CO ₂ udledning for ny gashybridvarmepumpe Besparelse i kg Besparelse i tons	$33.000 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$ $152 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $7.418 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $11.977 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$ $100 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ $6.797 \text{ kg.} - 4.041 \text{ kg.} =$	6.765 kg 32 kg 6.797 kg 1.445 kg 2.455 kg 21 kg 3.921 kg 2.876 kg 2,9 ton

For den del af husstandens elforbrug, der ligger over 4.000 kWh, reduceres elafgiften. Hvis varmepumpen leverer mindst 50 % af det samlede varmeforbrug, kan der opnås en elrabat.

PSO-afgiften, som er en del af elprisen, nedsættes gradvist fra 2017-2022. Derfor bliver driftsudgifterne til en hybridvarmepumpe lavere i de kommende år.

Krav til eksisterende varmeinstallation

Følgende skal kunne opfyldes for at kunne anvende en gashybridvarmepumpe:

Radiatorareal

Der bør benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede areal skal være stort nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved en fremløbstemperatur på 55 °C. Altså ved udetemperatur på minus 12 °C udenfor. Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerede varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

Gaskedel

Gaskedlens styring skal være kompatibel med varmepumpens styring. Det er umiddelbart vanskeligt selv at lave en styring, der sikrer optimalt skift mellem

varmepumpe- og kedeldrift. Producenter af add-on varmepumper leverer styringer, der er færdigudviklede og testede i praksis.

Varmepumpe

Der bør altid vælges en varmepumpe fra Energi-styrelsens produktliste - se link under afsnittet 'Yderligere information'. Et uafhængigt testinstitut har verificeret sæsoneffekt faktoren, SCOP, for de varmepumper, der står på listen.

Varmepumpen skal kunne køre hybriddrift. I princippet kan alle varmepumper køre hybriddrift, men det kræver en styring, der sikrer optimalt skift mellem varmepumpe- og kedeldrift. Producenten af varmepumpen skal derfor kunne levere sådan en styring.

Nedenstående tabel viser de omtrentlige energibesparelser, der kan opnås ved eftermontering af en ny varmepumpe på forskellige typer af gaskedler.

Energibesparelse

Eksisterende opvarmningsform	Isolering	Gashybridvarmepumpe Byggeår for huset			
		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
Areal	Energibesparelse i kWh/år				
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977	100	9.400	8.300	5.400	3.700
	140	12.600	9.800	6.300	4.200
	180	16.400	12.300	7.200	4.700
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra efter 1977	100	8.800	7.400	4.100	2.500
	140	12.600	9.300	5.100	3.000
	180	16.500	12.200	6.100	3.400
Gaskedel, åben forbrænding med trækafbryder	100	9.600	8.400	5.400	3.700
	140	13.100	10.100	6.300	4.200
	180	17.100	12.700	7.200	4.700
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	100	8.700	7.300	4.100	2.600
	140	12.500	9.200	5.000	3.100
	180	16.500	12.200	6.000	3.500
Kondenserende gaskedel	100	8.300	7.100	3.800	2.200
	140	11.600	8.800	4.900	2.700
	180	54.000	11.300	5.900	3.100

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Vejledende årvirkningsgrader for gaskedler

Hvis den eksisterende kedels årsnytttevirkning ikke kendes, kan nedenstående årsnytttevirksomheder anvendes. Bemærk, at virkningsgraderne er baseret på nedre brændværdi.

Gasforbrug i m ³ pr. år	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000	5.000
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977		53 %	64 %	70 %	76 %	80 %	83 %
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra efter 1977	74 %	83 %	88 %	89 %	90 %	91 %	91 %
Gaskedel, åben forbrænding med træakfryder		51 %	62 %	69 %	73 %	78 %	82 %
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	61 %	75 %	81 %	85 %	86 %	88 %	89 %
Kondenserende gaskedel	98 %	101 %	102 %	103 %	103 %	103 %	103 %

Udførelse

Før add-on varmepumpen dimensioneres, bør oplagte energibesparende foranstaltninger som fx hulmursisolering, isolering af loft, udskiftning af ruder eller vinduer og tætning omkring vinduer udføres.

Dimensionering

Varmepumpen skal passe til varmebehovet og til varmeanlægget.

Varmepumpen dimensioneres til at dække ca. 50-60 % af husets dimensionerende effektbehov for varme. Herved kan varmepumpen dække ca. 70-80 % af det årlige varmeforbrug til rumopvarmning. Den resterende del af rumvarmeforbruget samt forbruget til opvarmning af varmt brugsvand skal dækkes af gaskedlen. Det indebærer bl.a., at den eksisterende gaskedel skal kunne dække 100 % af husets varmebehov ved -12 °C.

Indregulering

Varmepumpen skal indreguleres, så den fungerer i optimalt samspil med den eksisterende gaskedel. Varmepumpens indstillinger for fremløbstemperaturkurve skal indstilles, så det passer til husets varmeanlæg. Desuden skal varmepumpens indstillinger justeres.

Automatik

Anlægget forsynes med en automatik, der sørger for, at kun kedlen er i drift ved lave temperaturer. Skiftet mellem varmepumpe- og kedeldrift afhænger af den aktuelle dimensionering, men finder typisk sted i intervallet mellem 0 og -5 °C.

Anlægget forsynes endvidere med et vejrkompen-seringsanlæg, der sørger for at regulere fremløbstem-peraturen i forhold til udetemperaturen. Kurven for fremløbstemperaturen som funktion af udetempera-turen stilles så lavt som muligt. Dette vil sikre den bedst mulige energiøkonomi og de bedste driftsbe-tingelser for anlægget. Vejrkompen-seringsanlægget indeholder ofte også en rumføler.

Montage

Eksisterende installation

Den eksisterende gaskedel og varmtvandsbeholderen bevares.

Ny installation

Varmepumpens inddel placeres samme sted som gaskedlen. Inddelen forbindes ligeledes til varmeanlægget via hybridmodulet.

Udførelse (fortsat)

I forhold til installation skal man være særligt opmærksom på, at varmepumpens udedel ikke må placeres i loftrum, eller hvor den giver støjgener (støjkravet er maksimalt 35 dB(A) i naboskel).

Problemet med loftrummet er, at der ikke kommer nok luft til rummet og varmepumpen. Desuden bliver rummet ekstra afkølet, hvilket giver større varmetab, og der skal laves afledning af kondens. Endelig falder varmepumpens energieffektivitet.

Hertil kommer, at rør til og fra varmepumpens udedel skal føres igennem klimaskærmen uden utilsigtede kuldebroer, og der skal være plads til varmepumpens indedel i opstillingsrummet. Pladsbehovet for indedelen svarer typisk til en 60-liters varmtvandsbeholder. Hvis man alligevel ønsker at placere varmepumpen i bygningen, skal der laves udeluftindtag til varmepumpen samt afkastluftudblæsning til det fri.

Hvis udedelen placeres i det fri, skal den placeres på et fast underlag i de afstande til ydervæg/tagudhæng, som producenten har foreskrevet. Evt. støbes et betondæk med isolering under. Husk at sikre, at udedelen er hævet over terræn, så sne og blade ikke forhindrer optimal drift. Kontrollér, at udedelen dræner tilfredsstillende for tøvand fra afrimning, da varmeveksleren ellers med tiden bliver blokeret af is, når udetemperaturen falder.

Udedelen placeres så tæt på indedelen som muligt, dvs. med kortest mulig afstand til den ydervæg, som indedelen står op ad. Udedelen kan have en svag hvislen, der kan virke generende på nogle mennesker. Derfor bør den ikke monteres for tæt på en terrasse eller vinduer i opholdsrum.

Der bores huller i ydervæggen for at føre rør fra udedel til indedel. To rør med enten kølemiddel eller vand opvarmet af varmepumpen/returvand fra varmeafgivere forbindes mellem udedel og indedel. Hullerne tætnes, og rørene isoleres. Hvis der skal cirkulere kølemiddel mellem indedel og udedel, fyldes dette på rørene.

Der etableres afløb og strøm til varmepumpen.

Installationsvejledningen for den aktuelle varmepumpe skal altid følges.

Hele gashybridvarmpumpe-installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer. Bemærk endvidere, at der skal være plads til betjening, rensning og besigtigelse af anlægget, jf. AT-Vejledning B-4-8. Gas- og vandinstallationen skal udføres af en autoriseret vvs-installatør.

Service, vedligehold og eftersyn

Man skal være opmærksom på, at kombinerede anlæg er teknisk mere komplekse end traditionelle opvarmningssystemer. Der er både tale om en varmepumpe og en gaskedel, hvor begge dele skal serviceres af fagpersoner.

For varmepumpedelens vedkommende skal serviceteknikeren have et kategori I- eller II-certifikat for arbejde, der indbefatter servicering af varmepumpedelens kølekreds.

Hvis varmepumpen indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal den efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 1977 om anvendelse af trykbærende udstyr). Kun personer med den fornødne autorisation/certifikat må foretage indgreb i kølemiddelsystemet.

Serviceteknikeren han skal have A-certifikat for at servicere gaskedeldelen. For kondenserende gaskedler med balanceret aftræk eller splitaftræk anbefales normalt et 2-årigt serviceinterval.

Behovet for vedligeholdelse varierer dog fra installation til installation. Det er oftest gaskedlen og dens placering, der er udslagsgivende for, hvilke serviceintervaller der skal vælges.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Myndighedstilladelse	Er huset omfattet af en lokalplan, som har tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Klimaskærm og varmerør	Er der tegn på, at husets klimaskærm kan isoleres og tættes yderligere, eller isolering af varmerør kan forbedres markant?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 2
Varmeanlæg	Kan radiatoranlægget spille godt sammen med kedlen og varmepumpen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 3
Termostatventiler	Er der velfungerende termostatventiler på radiatorerne og eventuelt gulvvarmesystemet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 4
Styring	Kan der med fordel installeres vejrkompensering?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 5
Rørføringer gennem mur	Er der specielle forhold omkring rørføring gennem husmuren, der skal tages ekstra hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 6
Støjforhold	Er der forhold omkring støj fra varmepumpen, der kan give husejer eller nabo en negativ oplevelse af varmepumpeinstallationen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 7
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 8
Elektrisk tilslutning	Kan hybridvarmepumpen inkl. styring og cirkulationspumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: Se 9

1. Myndighedstilladelse

Anlægget skal altid godkendes hos kommunen inden installation. Installatøren bør hjælpe kunden med papirarbejdet.

Der kan som regel ikke opnås myndighedstilladelse til varmepumpeinstallationen, hvis der er tilslutningspligt til kollektiv varmforsyning. Hvis tilslutningspligten fraviges, skal kommunen give en skriftlig tilkendegivelse om, at det er i orden.

2. Klimaskærm og varmerør

En bolig med ingen eller kun relativt lidt isolering bør altid efterisoleres og tættes, inden gashybridvarmepumpen dimensioneres. Alle varmerør bør efterses og evt. efterisoleres, især i krybekælder, skunk mv. Hvis husejeren på et senere tidspunkt får efterisolering og dermed reducerer husets varmebehov, vil gashybridvarmepumpen blive for stor.

3. Varmeanlæg

Fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlæg

For at udnytte kondensgevinsten i røggassen skal der benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede hedeplade skal være stor nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer. For at opnå eller sikre en høj effektfaktor skal der ved drift med varmepumper ligeledes benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget.

Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerede varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

Flow i varmeanlæg

Ved lette kedler er det helt nødvendigt at sikre en passende vandgennemstrømning i varmeanlægget. Som tommelfingerregel skal afkølingen over varmeanlægget være højst 15 °C ved kedlens minimumseffekt.

Eksempel: En let kedel med modulationsområde 5–20 kW installeres i et hus med et to-strengs varmeanlæg med seks radiatorer med radiatortermostater. Varmefyldfaktoren er 0,86, og afkølingen 15 °C.

Svar: Den nødvendige vandstrøm for eksemplet er:

$$\frac{5 \text{ kW} \times 0,86}{15 \text{ °C}} = 0,3 \text{ m}^3/\text{h}$$

Flowet gennem hver radiator er højst 100 l/h, dvs. 0,6 m³/h for de seks radiatorer. I dette tilfælde er der god tilpasning mellem gaskedel og varmeanlæg.

For kondenserende kedler gælder desuden, at returtemperaturen helst altid skal være under røggassens dugpunkt på ca. 55 °C. Ved montage om vinteren kan varmeanlæggets egenskaber ofte bedømmes ved at måle returtemperaturen ved normal drift (se under dimensionering). Ved montage om sommeren kan en beregning være nødvendig.

Til det formål kan regnearksværktøjet ”Beregning af varmeafgivere” anvendes. Værktøjet kan hentes her: www.byggeriogenergi.dk/energi/oesninger/varmeinstallation/udskiftning-af-varmeforsyning

Se endvidere DGC-vejledningerne nummer 15, 16, 36, 37 og 43 her: www.dgc.dk/publikationer/vejledninger

For varmepumper gælder tilsvarende at flowet skal svare til kondensatorens ydelse. Her bør de 15 °C erstattes af 5-10 °C.

4. Termostatventiler

Termostatventiler på radiatorer skal gennemgås og om nødvendigt udskiftes for at opnå god drift. Ved termostatventiler med forindstilling bør denne fastlægges, så der opnås et minimumsflow på de 100 l/h ved forindstillingen, også ved små radiatorer.

5. Styring

Vejrkompenisering sikrer bedst mulig energiøkonomi og driftsbetingelser. Det er vigtigt at sikre optimalt samspil mellem kedel, varmepumpe og varmeanlæg.

6. Rørføringer gennem mur

Rørføring gennem husmuren skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er dele af husets fundament eller mur, som ofte står under vand ved kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning.

Gennemføringer af kabler og rør skal altid tætnes med egnede manchetter.

7. Støjforhold

Luft-vandvarmepumper er ret støjsvage, men man bør alligevel ikke sætte varmepumpens udedel lige uden for soveværelsevinduet eller tæt på naboens skel. Hvis naboen klager til kommunen over larm fra varmepumpen, vil de fleste kommuner henholde sig til paragraf 42 i Miljøbeskyttelsesloven, hvor støjgrænsen i boligområder er fastsat til 35 dB(A) ved skellet. Hvis denne grænse overskrides, vil man kunne blive påbudt at flytte varmepumpen.

Hvis kunden er i tvivl om støjforholdene, kan man overveje at tilbyde en ”prøvelytning” på nogle eksisterende installationer. Brug evt. Energistyrelsens støjeregner til vejledende placering af varmepumpens udedel – se link på sidste side under Yderligere information.

8. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedrørende vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

9. Elektrisk tilslutning

En vvs-installatør må gerne tilslutte kedel og pumper m.m. til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye eltavler eller faste elinstallationer, skal dette foretages af en autoriseret elinstallatør.

Varmepumpens elinstallation må kun udføres af en autoriseret installatør. Allerede i forbindelse med planlægningen og dimensioneringen af varmepumpen er det vigtigt at tage højde for anlæggets samlede mærkeeffekt, da det kan blive nødvendigt at supplere den eksisterende elinstallation med endnu en gruppe til varmepumpen.

Elforbruget i varmepumper, der årligt bruger over 3.000 kWh, skal måles, jf. Bygningsreglementet. En evt. elpatron bør forsynes med timetæller eller separat elmåler.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Fyringsanlæg skal projekteres, udføres og installeres, så der opnås god forbrænding og der skal sikres tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.

Gasinstallationen skal leve op til Gasreglementet afsnit A, og installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler, som er beskrevet i afsnittet om "Udførelse".

Varmepumpen skal opfylde Ecodesign's komponentkrav med hensyn til energieffektivitet:

Gulvvarmeanlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning (SCOP) må ikke være under 3,20.

Radiatoranlæg: Årsvirkningsgraden ved rumopvarmning (SCOP) må ikke være under 2,83.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden add-on varmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

VarmePumpeOrdningen (VPO)
www.vp-ordning.dk

Gaskedellisten
www.dgc.dk

Energistyrelsens støjberegner
www.ens.dk/ansvarsomraader/varme/stoejberegner-varmepumper

Varmepumpeguiden (online guide)
www.ByggeriOgEnergi.dk

At-vejledning B.4.4 Køleanlæg og varmepumper
www.arbejdstilsynet.dk/da/regler/at-vejledninger/k/b-4-4-koleanlaeg-og-varmepumper

Gasreglementet
www.sik.dk/Professionelle/Gas-og-vvs/Love-og-regler-paa-gas-og-vvs/Gasreglementet

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

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



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Konvertering til fjernvarme

I et hus, der opvarmes med en oliekedel, er det i fjernvarmeområder i langt de fleste tilfælde en økonomisk fordel at få indlagt fjernvarme. Udgifterne til opvarming falder typisk 25-50 %, og CO₂-udledningen falder ca. 65 %.

Stort set alle huse med vandbårne radiatorer eller vandbåren gulvvarme er egnet til fjernvarme. I huse med varmluftkanaler kan der være særlige forhold, der gør fjernvarme uegnet.

Start altid med at rette henvendelse til det lokale fjernvarmeværk og få oplysninger om fjernvarmedriften og krav til afkøling. Få også et overblik over de lokale fjernvarmetariffer og afregningsform.

Fordele

- Fjernvarme er en miljøvenlig teknologi, da der enten er tale om spildvarme eller kraftvarme (samproduktion af elektricitet).
- Fjernvarmeinstallationen fylder mindre end det gamle oliekedelanlæg.
- Ingen årlige udgifter til skorstensfejning.
- Varmeregningen reduceres afhængigt af oliekedlens energieffektivitet og fjernvarmeprisen.

Anbefaling til ny fjernvarmeinstallation

Fjernvarmeværkets tilslutningsbestemmelser skal altid følges og afgør bl.a., om der skal installeres:

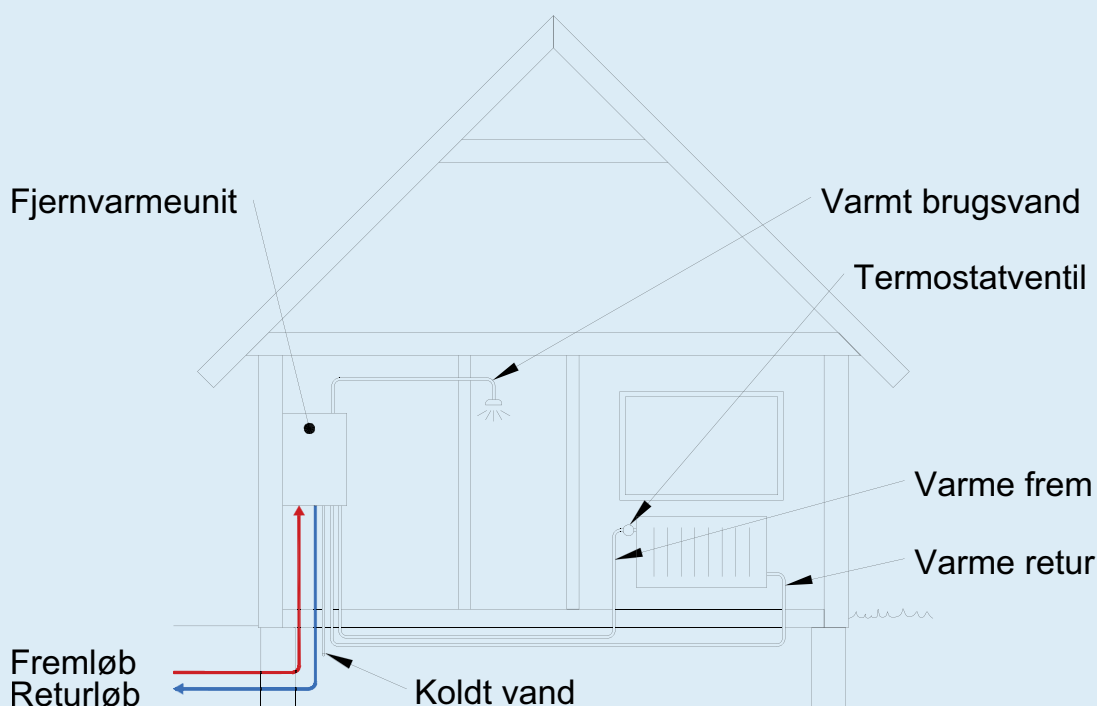
- Direkte eller indirekte fjernvarme.
- Gennemstrømningsvandvarmer eller varmtvandsbeholder.

Derudover vil bestemmelserne normalt indeholde krav til dimensionerende temperatursæt for vandvarmer og varmeanlæg.

Krav til den eksisterende installation

Varmeværket leverer varme til forbrugerne med fremløbstemperaturer mellem ca. 60°C og 85°C alt afhængigt af årstiden, udetemperaturen og fjernvarmeforsyningen. For at opnå en effektiv fjernvarmeforsyning ønsker varmeværket en så lav temperatur som mulig retur fra forbrugernes varmeanlæg, typisk en returtemperatur på mellem 30°C og 40°C.

Forskellen mellem fremløbs- og returtemperatur hos forbrugeren kaldes afkølingen, og den skal være så stor som mulig. Mange fjernvarmeværker stiller krav til dette. Er kravet opfyldt, er der tale om "god afkøling".



For at opnå god afkøling skal følgende kunne opfyldes:

2-strengsanlæg:

- Radiatorerne skal kunne opvarme huset med en lavere fremløbstemperatur i varmeanlægget ved fjernvarme end ved opvarmning med oliefyr, dvs. radiatorerne skal være store nok til eksempelvis at opvarme huset til 20°C ved en udetemperatur på -12°C, med 60°C i fremløbet til radiatorerne og med 30°C i returstrengen. Enkelte radiatorer skal måske udskiftes til større.

- Radiatorventiltypen bør have mulighed for forindstilling. Alternativt bør der monteres mængdebegrænsende ventiler i returstrengen, så mængden på den enkelte radiator kan indreguleres.

1-strengsanlæg:

- Er varmeanlægget opbygget som enstrenget anlæg, er det sværere at opnå god afkøling, men ikke umuligt. Der skal opsættes en blandesøjfe med vejrkompenseringsenhed.

Gulvvarme:

- I gulvvarmesystemer med manuelle gulvvarme-ventiler bør disse skiftes til returtermostater.

Energibesparelse

Nedenstående tabel viser den omtrentlige 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

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 kvadratmeter, der opvarmes med en oliekedel fra efter 1977, kan spare ca. 5.600 kWh om året ved at skifte til fjernvarme.

Eksempel 2:

Samme hus med fjernvarme som i eksempel 1, men gulvet, hulumuren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til fjernvarme udgør her 4.500 kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et olieforbrug på 2.400 liter pr. år konverteres en ældre oliekedel til fjernvarme. Parcelhusets varmesystem er en kombination af radiatorer og gulvvarme. Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Fjernvarmeinstallationens har et spild på 5 %. Dette svarer til et årligt energiforbrug til opvarmning med fjernvarme på i alt 18.900 kWh. Det årlige abonnements- og effektbidrag udgør 4.725 kr./år. Service fjernvarme: 500 kr./år</p> <p>Oliepris: 17,80 kr./l Elpris: 2,70 kr. pr. kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	<p>Årligt olieforbrug omregnet til kWh $2.400 \text{ l} \times 10 \text{ kWh/l} =$ 24.000 kWh</p> <p>Årligt elforbrug til oliekedel kWh 579 kWh</p> <p>Årligt energiforbrug oliekedel 24.579 kWh</p> <p>Husets faktiske varmebehov $0,75 \times 24.000 \text{ kWh} =$ 18.000 kWh</p> <p>Årligt energiforbrug fjernvarme $1,05 \times 18.000 =$ 18.900 kWh</p> <p>Besparelse $24.579 \text{ kWh} - 18.900 \text{ kWh} =$ 5.679 kWh</p>		
Årlig økonomisk besparelse kr.	<p>Årlige omkostninger olie $2.400 \text{ l} \times 17,80 \text{ kr./l} =$ 42.720 kr</p> <p>Årlige omkostninger el $579 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ 1.563 kr</p> <p>Service og skorstensfejning 1.500 kr</p> <p>Årlig drift af oliefyr i alt $42.720 \text{ kr.} + 1.563 \text{ kr.} + 1.500 \text{ kr.} =$ 45.783 kr</p> <p>Årlige omkostninger fjernvarme $18.900 \text{ kWh} \times 0,50 \text{ kr./kWh} =$ 9.450 kr</p> <p>Abonnements- og effektbidrag 4.725 kr</p> <p>Service 500 kr</p> <p>Årlig drift af fjernvarme i alt 14.675 kr</p> <p>Besparelse $45.783 \text{ kr.} - 14.675 \text{ kr.} =$ 31.108 kr</p>		
Årlig CO₂-besparelse kg	<p>CO₂-udledning olie $24.000 \text{ kWh} \times 0,265 \text{ kg/kWh} =$ 6.360 kg</p> <p>CO₂-udledning el $579 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ 122 kg</p> <p>CO₂-udledning oliekedel 6.482 kg</p> <p>CO₂-udledning fjernvarme $18.900 \text{ kWh} \times 0,072 \text{ kg/kWh} =$ 1.361 kg</p> <p>Besparelse i kg $6.482 \text{ kg} - 1.361 \text{ kg} =$ 5.121 kg</p> <p>Besparelse i tons 5,1 ton</p>		

Vejledende årsvirkningsgrader for oliefyrede kedler

Hvis den eksisterende kedels virkningsgrad ikke kendes, så kan nedenstående årsnyttevirkninger anvendes. Årsnyttevirkningerne er baseret på nedre brændværdi.

Olieforbrug i liter pr år	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000
Oliekedel fra før 1977	-	57	67	73	77	82
Oliekedel fra efter 1977	76	85	88	89	91	92
Oliekedel fra efter 1991	83	87	92	92	93	93
Kondenserende oliefyret kedel	100					

Udførelse

Dimensionering

Varmt brugsvand

Man kan anvende en opbygning med varmtvandsbeholder eller gennemstrømningsveksler.

Gennemstrømningsvandvarmer:

En gennemstrømningsvandvarmer bør mindst kunne klare 32,3 kW ved et dimensionerende temperatursæt på:

- Fjernvarme, fremløb: 60°C
- Fjernvarme, retur: 25°C
- Varmt brugsvand: 45°C
- Koldt brugsvand: 10°C

Varmeanlæg

Der skal anvendes en A-mærket cirkulationspumpe for at sikre flowet i varmeanlægget.

2-strengsanlæg:

Som udgangspunkt kan man regne med, at der skal cirkuleres ca. 1-3 liter vand pr. time pr. kvadratmeter opvarmet rum.

Flowet skal være så lavt som muligt, men dog ikke lavere end, at huset kan varmes fornuftigt op. En god pumpe på proportional indstilling samt forudindstillede radiatorventiler sikrer lavt flow. En rigtigt indstillet radiatorventil i et rum cirkulerer ca. 30 liter vand pr. time.

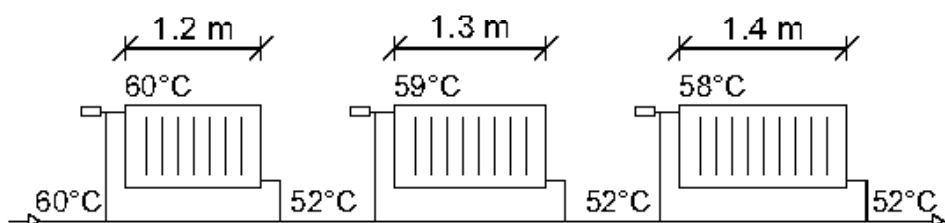
1-strengsanlæg:

I 1-strengede radiatoranlæg cirkulerer hovedledningen ca. 10-15 liter vand pr. time pr. kvadratmeter opvarmet rum.

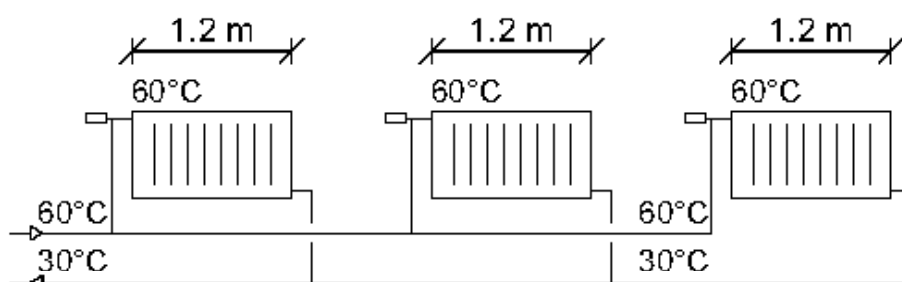
Fx bør et hus på 150 m² med 1-strengs anlæg cirkulere ca. 1,5 - 2,25 m³/h.

Der skal bruges ventiler med store Kv-værdier beregnet til 1-strengsanlægsdrift og en pumpe med et konstant højt pumpetryk.

Nedenfor er vist principskitser af 1-strengede og 2-strengede varmeanlæg.



1-strengsanlæg med temperatursæt



2-strengsanlæg med temperatursæt

Radiatorer

For langt de fleste huse er radiatorerne store nok til konvertering. Der kan dog være enkelte rum - typisk stuen, hvor radiatorerne ikke er helt så store, som de burde være, fordi stuen har en højere opholdstemperatur, og der er større vinduesareal. Ved nyanlæg dimensioneres til 60/30 eller lavere. I stuen kan der dimensioneres for 55/30 pga. af det større energiforbrug pr. kvadratmeter.

Termostatventiler

Radiatorventiler på 2-strengede varmeanlæg skal enten udskiftes til ventiler med forindstilling, eller også monteres mængdebegrænsning i radiatorens returstreng. Det er vigtigt at vælge ventiler, der kan indstilles til et tilstrækkeligt flow. Ventiler bør kunne indstilles ned til ca. 5 l/h ved et differenstryk på 1 mVS (10 kPa). Den øvre grænse for ventilerne er ofte ca. 100 l/h, hvilket normalt er tilstrækkeligt.

Gulvvarme

Der kan med fordel anvendes vejrkompensering til at regulere driftstemperaturen på fremløbsvandet til gulvet i anlæg med én kreds for hvert rum og med individuel styring af hvert rum.

Eventuelle individuelle manuelle gulvvarmeventiler skiftes til returtermostater.

Styring

Fjernvarmeanlægget bør monteres med trykdifferensregulator for at sikre, at reguleringsventilerne har stabile driftsbetingelser.

1-strengede anlæg bør monteres med vejrkompen-seringsenhed. Fremløbstemperaturen bør være så lav som mulig. Varmekurven stilles på ca. 1,0.

Varmeveksler eller blandesløjfe

1-strengede radiatoranlæg skal tilpasses store vandstrømme i varmeanlægget, og derfor skal veksleren have et lavere tryktab end ved 2-strengede anlæg. Spørg leverandøren, om veksleren i unitten er egnet til 1-strengede anlæg.

Ved indirekte anlæg med varmeveksler opnås pga. vekslingen i praksis en 3-5°C dårligere afkøling end ved direkte anlæg

Ved direkte anlæg med blandesløjfe kan man opnå en lidt bedre årsafkøling - svarende til ca. 5°C.

Montage

Fjernvarmeunitten hænges op på væggen og tilsluttes de to rør, som fjernvarmeværket har ført ind i huset.

Rør til varmt brugsvand tilsluttes enten varmeveksler eller varmvandsbeholder. Rør til radiatorer og/eller gulvvarme tilsluttes.

Det lokale fjernvarmeværks bestemmelser for mon-tage skal altid følges.

Installationen skal udføres, så den lever op til gæl-dende regler i forskrifter for vand- og varmeinstal-lationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer.

Indregulering

Varmtvandstemperatur

Indstillingen af varmtvandstemperaturen skal være mellem 50 og 55°C. Såfremt temperaturen kommer over 60°C, vil der ske en kraftig udfældning af kalk, både i systemet og på varmtvandsbeholderen/ gen-nemstrømningsvandvarmerens varmeveksler. Øget kalklag på overfladerne giver en dårlig afkøling. På gennemstrømningsvekslere er der ikke umiddelbart risiko for bakterievækst pga. det lille vandindhold, så varmtvandstemperaturen kan typisk stilles til 50°C eller lavere.

Vejrkompen-sering

Hvis der er en vejrkompen-seret styring på installationen, skal den indstilles korrekt.

Radiatorventiler med forindstilling

Indstillingen af radiatorventilerne kan sædvanligvis foretages i henhold til rummets gulvareal. Der kan enten anvendes termostater med integreret forindstilling eller mængdebegrænsende ventiler i radiatorens returstreng.

En håndregel siger, at alle ventiler kan indstilles til 2 l/h pr. kvadratmeter gulv. Vær dog opmærksom på, at ventiler i rum med for små radiatorer bør indstilles efter radiatorydelsen.

Forbrugeren bør instrueres i, at alle radiatorer så vidt muligt er i drift, og at radiatorer i samme rum er indstillet til den samme temperatur.

Trykdifferensregulator

Trykdifferensregulator bør ikke indstilles til over 1 mVS.

Yderligere information kan findes på

www.danskfjernvarme.dk

A-pumper findes på

www.spareenergi.dk

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Varmeanlægget	Er varmeanlægget egnet til, at der kan opnås god afkøling?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Gennemstrømningsveksler	Kan der opsættes gennemstrømningsveksler?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Brugsvandscirkulation	Er der cirkulation på det varme vand?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Gennemføring røggasrør	Skal gennemføringen fra kedlens røggasrør til skorstenen afblændes?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Skorsten	Har huset en skorsten?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Ventilation af kælderen/fyrrummet	Er der behov for ventilering af kælderen/fyrrummet, når oliekedlen fjernes?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Varme i kælderen/fyrrummet	Er der behov for ny varme i kælderen/fyrrummet, når oliekedlen fjernes?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Vejrkompenisering	Kan der med fordel installeres vejrkompenisering?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Olietanken	Skal olietanken fjernes/afblændes?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9
Rørisolering	Er der indeholdt rørisolering i tilbuddet?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10
El tilslutning af kedel, pumpe og automatik	Kan styring og pumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 11
Rørføring gennem fundament mv.	Er der specielle forhold omkring rørføringen gennem fundament, kælder mv., der skal tages hensyn til?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 12

1. Varmeanlægget

Opsæt større radiatorer, hvor det er nødvendigt.

2. Gennemstrømningsveksler

Undersøg med det lokale varmeværk, om der kan opsættes gennemstrømningsveksler. Alternativet er en varmtvandsbeholder. En evt. varmtvandsbeholder skal have stor overflade på spiralen - en såkaldt fjernvarme-model.

3. Brugsvandscirkulation

I en del bygninger er der behov for at cirkulere det varme brugsvand rundt i en særlig streng for at undgå ventetid og spild på det varme vand. Det bør undersøges, om denne ledning kan sløjfes eller evt. udskiftes til et tyndere rør af plast, som har en hurtigere fremføringshastighed. Særligt i kældre kan rørene som regel udskiftes, og der kan føres tyndere plastrør frem til hvert tapsted. Herved spares op til 3.000 kWh i varme årligt samt elektricitet til en pumpe.

4. Gennemføring røggasrør

Få evt. en murer til at mure hullet efter røggasrørets gennemføring i skorstenen til.

5. Skorsten

Hvis der ikke er en brændeovn tilsluttet, kan den eksisterende skorsten afblændes og afmeldes hos kommunen. Tag en snak med skorstensfejeren.

6. Ventilation af kælderen/fyrrummet

Oliekedlen suger en masse luft via opstillingsrummet, når den brænder olie af. Dette luftforbrug ventilerer kælderen og/eller fyrrummet. Når der opsættes fjernvarme, forsvinder denne luftudskiftning. Tag en snak med kunden om, hvilke forholdsregler der skal træffes for at undgå en fugtig kælder.

7. Opvarmning af kælderen/fyrrummet

Den gamle kedel gav en del varme til kælderen og/eller fyrrummet. Den nye fjernvarmeinstallation har et lavt varmetab, og der kan derfor blive koldt og fugtigt i kælderen/fyrrummet. Foreslå kunden, at der opsættes en separat radiator i stedet for den gamle kedel.

8. Vejrkompensering

For at sikre god afkøling kan der ved 1-strengede radiatoranlæg med fordel opsættes vejrkompensator, der sikrer, at der tilføres den korrekte fremløbstemperatur til varmeanlægget. Vejrkompensering kan også give en varmebesparelse. Hvor stor varmebesparelsen kan blive, afhænger af varmeanlæg og bygning.

9. Olietanken

Olietanken kan tit være vanskelig at få ud. Hvis der er olie på, skal man huske, at der gælder særlige regler for kørsel og bortskaffelse af olie. Lad evt. et specialiseret firma stå for bortskaffelsen af olietanken eller afblændingen af denne. Husk, at det samtidigt skal anmeldes på kommunen.

10. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

11. Tilslutning

Vvs-montører må gerne tilslutte styring og pumper mm. til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye el-tavler eller faste el-installationer, skal dette foretages af en autoriseret elinstallatør.

12. Rørføring gennem fundament

Rørføring gennem fundament mv. skal sikres, så der ikke kan trænge vand ind. Afklar med husejeren, om der er specifikke områder omkring husets fundament, som ofte står under vand i forbindelse med kraftige regnskyl. Det kan betyde, at der skal træffes ekstra foranstaltninger for at hindre vandindtrængning.

Det anbefales, at anlægget indreguleres af en virksomhed, der er medlem af FjR-ordningen.

Indeklima

En ny fjernvarmeunit vil typisk afgive mindre varme til det rum, den er installeret i, end den eksisterende varmekilde. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Dette kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for dimensionering af vandinstallationer.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden fjernvarmeenheden tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

www.fjernvarmensserviceordning.dk

www.ENS.dk

www.danskfjernvarme.dk

www.spareenergi.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Udskiftning af fjernvarmeunit

Der findes over 300.000 danske parcelhuse, rækkehuse og lignende med individuelle fjernvarmeinstallationer, som er fra før 1990. Installationerne er i mange tilfælde ikke ændret væsentligt, siden husene blev opført. De spilder derfor meget energi og er klar til udskiftning.

Det samme gælder de ældre installationer til varmt brugsvand, som ofte er med kappebeholder eller rørveksler.

Desuden har rørinstallationerne typisk nogle dimensioner og en isoleringsstandard, der medfører yderligere varmetab sammenlignet med moderne kompakte units. Endelig kan der være energibesparelser at hente på udskiftning af gamle reguleringsventiler og pumper.

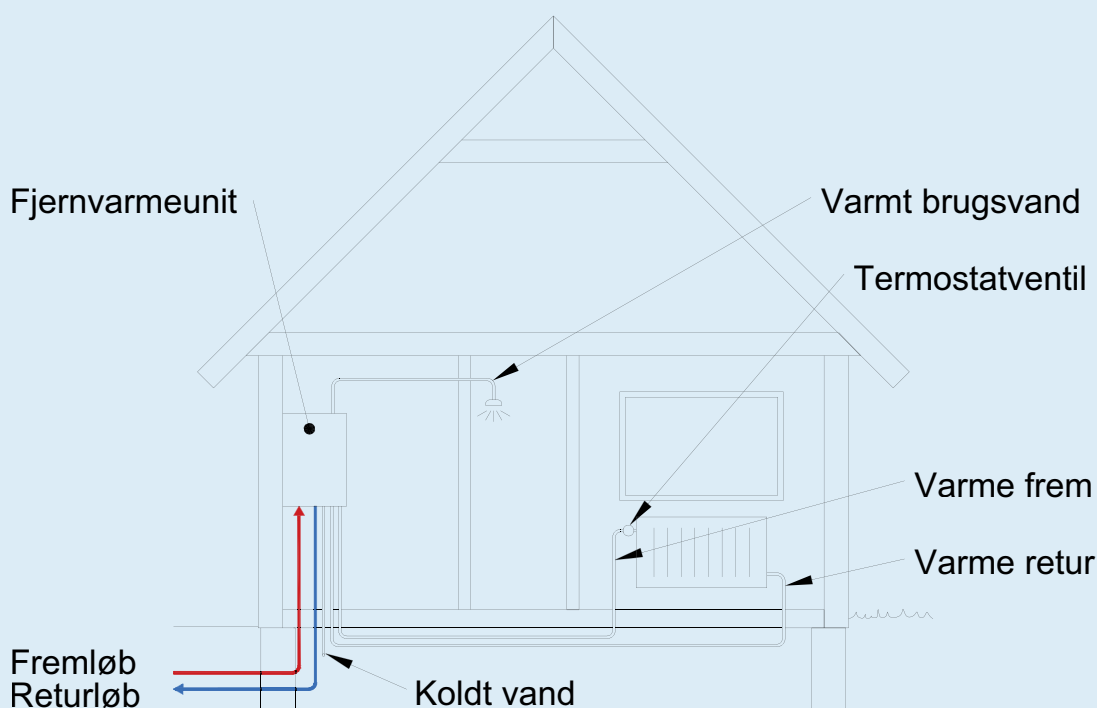
Fordele

- En ny fjernvarmeunit reducerer varmeregningen på grund af bedre energieffektivitet
- Den giver mindre CO₂-udledning
- Den fylder mindre og er pænere at se på

Anbefalinger

Følgende anbefales ved installation af en ny fjernvarmeunit:

- Der bør vælges en plusinstallation med ekstra lavt varmetab
- Hvis varmtvandsbeholderen udskiftes, bør der vælges en plusbeholder, som er en beholder med ekstra lavt varmetab
- Alle hovedledninger frem til radiatorer samt fjernvarmeinstallationen skal isoleres
- Radiatorventiler skal enten udskiftes til termostatventiler med forindstilling, eller der skal monteres en mængdebegrænsende ventil i radiatorens returstrøg
- Manuelle gulvvarmeventiler skal skiftes til returtermostater
- Eventuelle cirkulationspumper skal være A-mærkede



Energibesparelser

Man kan inddele anlæggene i tre typer:

1. Ældre installation
2. Nyere unit
3. Plusinstallation.

Ved en ældre installation forstås en installation opbygget på stedet. Denne type installation blev anvendt frem til ca. 1990.

Direkte tilslutningsanlæg inkl. vandvarmer

Eksisterende anlæg	Energiforbedrede tiltag	
	Nyere unit	Plusinstallation
	Energi- og afkølingsbesparelser i kWh pr. år	
Ældre fjernvarmeinstallation (opbygget på stedet, anvendt frem til ca. 1990)	1.181	1.512
Nyere unit (samlet enhed, anvendt efter ca. 1990)		331
Plusinstallation		

Forudsætning

Ved at gå et eller to trin op i effektivitetsniveau opnås både varmetabs- og afkølingsmæssige besparelser. Tilslutningsprincippet indgår i besparelserne, da direkte anlæg typisk har mindre rørføring og dermed mindre varmetab.

For direkte anlæg vurderes følgende varmetab:

- Ældre installationer: 1.500 kWh/år
- Nyere unit: 500 kWh/år
- Plusinstallation (optimeret unit): 350 kWh/år.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

En nyere unit er en samlet enhed, som er installeret på væg eller i skab. En nyere unit er typisk anvendt efter 1990.

Der er besparelser at hente ved at gå fra 'Ældre installation' til 'Nyere unit' eller til 'Plusinstallation', ligesom en 'Nyere unit' med fordel kan erstattes med en 'Plusinstallation'.

Indirekte tilslutningsanlæg inkl. vandvarmer

Eksisterende anlæg	Energiforbedrede tiltag	
	Nyere unit	Plusinstallation
	Energi- og afkølingsbesparelser i kWh pr. år	
Ældre fjernvarmeinstallation (opbygget på stedet, anvendt frem til ca. 1990)	1.572	2.193
Nyere unit (samlet enhed, anvendt efter ca. 1990)		622
Plusinstallation		

For indirekte anlæg vurderes:

- Ældre installationer: 2.500 kWh/år
- Nyere unit: 1.200 kWh/år
- Plusinstallation (optimeret unit): 850 kWh/år.

Med hensyn til opvarmning af varmt brugsvand er der regnet med et skønnet gennemsnit af varmetabet for beholdere og brugsvandsveksler. Der kan ofte opnås afkølingsmæssige forbedringer, der svarer til 2-4 °C for direkte anlæg og 3-6 °C for indirekte anlæg. Besparelsen udgør 90,5 kWh/°C (forbedret afkøling).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningstilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelser

Forudsætninger	I et parcelhus på 130 m ² udskiftes en 25 år gammel indirekte fjernvarmeinstallation med varmtvandsbeholder med en moderne og kompakt fjernvarmeunit (plusinstallation) med gennemstrømningsvandvarmer til produktion af det varme brugsvand. Fjernvarmepris: 0,5 kr. pr. kWh
Årlig energibesparelse kWh	2.193 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	2.193 kWh/år x 0,5 kr./kWh = 1.097 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	2.193 kWh/år x 0,072 kg/kWh = 158 kg / 0,2 ton

Udførelse

Dimensionering

Varmt brugsvand

Man kan anvende en opbygning med varmtvandsbeholder eller gennemstrømningsveksler.

Varmtvandsbeholder

Se Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af varmtvandsbeholder"

Gennemstrømningsvandvarmer

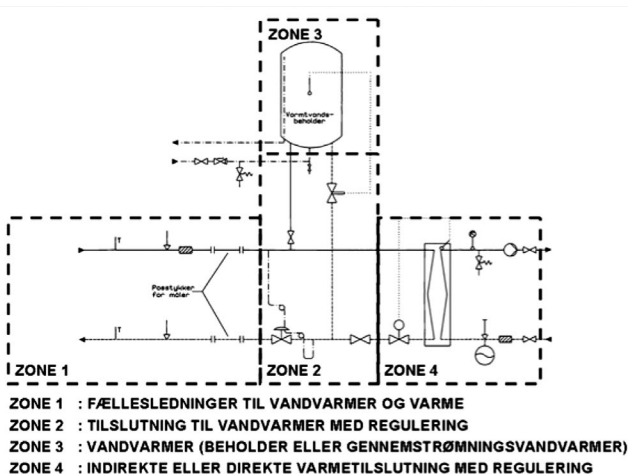
En gennemstrømningsvandvarmer bør mindst kunne klare 32,3 kW ved et dimensionerende temperatursæt på:

- Fjernvarme, fremløb: 60 °C
- Fjernvarme, retur: 25 °C (måske 20 °C?)
- Varmt brugsvand: 45 °C
- Koldt brugsvand: 10 °C

Fjernvarmeunit

Der bør vælges en plusinstallation med ekstra lavt varmetab. For units med brugsvandsveksler bør varmetabet maks. være 2 W/K, mens det for units med varmtvandsbeholder maks. bør være 3 W/K.

Kravene vil typisk ikke kunne opfyldes, uden at der er kappe på unitten. De områder i unitten, som kravet er gældende for, er Zone 1, 2 og 3 i nedenstående figur. Det er også muligt at stille krav til Zone 4, men varmetabet herfra vil variere mere afhængigt af, om unitten leverer varme direkte eller indirekte.



Der skal anvendes en A-mærket cirkulationspumpe for at sikre flowet i varmeanlægget.

Se Videncentrets energiløsning: "Udskiftning af cirkulationspumpe - varmeanlæg".

Montage

Den eksisterende fjernvarmeunit kobles fra varmeanlægget og varmtvandsbeholderen eller varmeveksleren.

Fjernvarmeuniten demonteres. Det samme gælder varmtvandsbeholderen eller varmeveksleren, hvis den udskiftes.

Den nye fjernvarmeunit hænges op på væggen og tilsluttes de to rør, som fjernvarmeværket har ført ind i huset. Rør til varmt brugsvand tilsluttes enten varmeveksler eller varmtvandsbeholder. Rør til radiatorer og/eller gulvvarme tilsluttes.

Det lokale fjernvarmeværks bestemmelser for montage skal altid følges.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer.

Indregulering

Varmtvandstemperatur

Temperaturen på det varme brugsvand skal være mellem 50 og 55 °C. Hvis temperaturen kommer over 60 °C, vil der ske en kraftig udfældning af kalk både i systemet og varmtvandsbeholderen. Et øget kalklag på overfladerne giver en dårlig afkøling. På gennemstrømningsvekslere er der ikke umiddelbart risiko for bakterievækst pga. det lille vandindhold, så varmtvandstemperaturen kan typisk stilles til 50 °C eller lavere.

Vejrkompensering

Hvis der ikke er vejrkompenseret styring på installationen, bør denne installeres.

Hvis der er en vejrkompenseret styring på installationen, skal den indstilles korrekt.

Termostatventiler med forindstilling

Indstillingen af termostatventilerne kan sædvanligvis foretages i henhold til rummets gulvareal. Der kan enten anvendes termostatventiler med integreret forindstilling eller mængdebegrænsende ventiler i radiatorens returstrømning.

En tommelfingerregel siger, at alle ventiler kan indstilles til 2 l/h pr. kvadratmeter gulv. Vær dog opmærksom på, at ventiler i rum med for små radiatorer bør indstilles efter radiatorydelsen; se også Videncentrets guide: "Indregulering af varmeanlæg".

Forbrugeren bør instrueres i, at alle radiatorer så vidt muligt skal være i drift, og at radiatorer i samme rum er indstillet til den samme temperatur.

Trykdifferensregulator

Trykdifferensregulator bør ikke indstilles til over 1 mVS.

Tjekliste

Spørgsmål	Svar	Løsning
Er der indeholdt rørisolering i tilbuddet til boligejeren?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Kan styring og pumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2

1.
Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452, norm for termisk isolering af tekniske installationer.

2.
Vvs-montører må gerne tilslutte styring og pumper mm. til eksisterende installation/afbryder. Hvis der skal etableres nye el-tavler eller faste el-installationer, skal dette foretages af en autoriseret el-installatør.

Indeklima

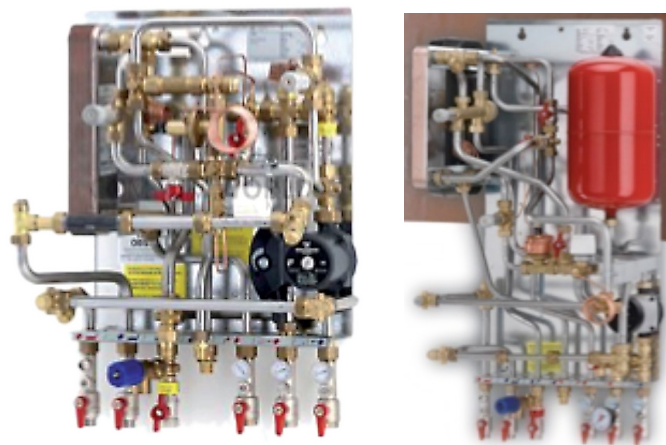
En ny fjernvarmeunit vil typisk afgive mindre varme til det rum, den er installeret i end den eksisterende unit. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for dimensionering af vandinstallationer.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden fjernvarmeuniten tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Eksempler på moderne kompakte fjernvarmeunits.

Yderligere information

Danske standarder:

DS 439: Norm for vandinstallationer

DS 452: Norm for termisk isolering af tekniske installationer

DS:469: Norm for varme- og køleanlæg i bygninger

www.fjernvarmensserviceordning.dk

www.danskfjernvarme.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger



Udskiftning af gaskedel

Der kan opnås energibesparelser ved at erstatte både ældre og nye gaskedler med en kondenserende A-mærket gaskedel. Det gælder især for gaskedler, der er over 15 år gamle. Det skyldes, at nye kedler udnytter energien betydeligt mere effektivt.

Udskiftning af en ældre gaskedel til ny kondenserende naturgaskedel giver en besparelse på ca. 10 - 30 %

Anbefaling til ny gaskedel

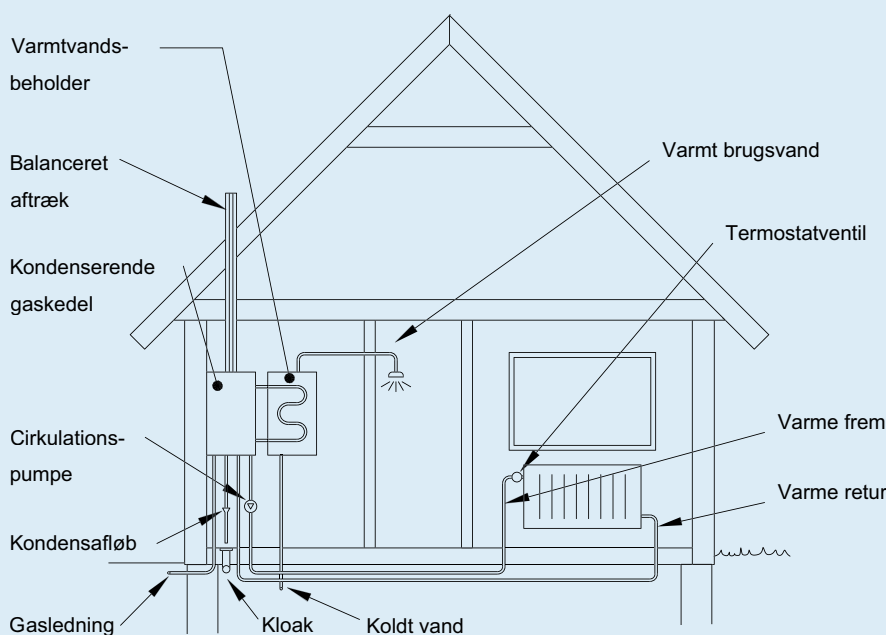
Videncenter for energibesparelser i bygninger anbefaler at installere en kondenserende A-mærket gaskedel. Års-virkningsgraden for en A-mærket gaskedlen ligger typisk på 100 - 102 %.

Krav til eksisterende installation

Følgende skal kunne opfyldes for at kunne anvende en kondenserende gaskedel:

- Der skal benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede areal skal være stort nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer. Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

- Varmtvandsbeholderen bør have en stor varmeeffekt, så kedlen fortrinsvis kan køre kondenserende drift under opvarmning af brugsvandet. Leverandøren af gaskedlen vil normalt anbefale varmtvandsbeholdere, der passer til den aktuelle kedel. En beholder på 60 l vil typisk kunne overholde kravene i vandnormen (DS 439).
- Det er meget vigtigt, at der vælges en kedel med en modulerende brænder med lufttilpasning, hvor iltprocenten er passende lav. Hvis iltprocenten bliver for høj, skærpes kravet til en lav returtemperatur for at opnå kondensgevinsten.
- Den modulerende egenskab, hvor kedelydelsen kan tilpasses husets aktuelle varmebehov, sikrer også anlægget mod overtemperatur (driftsbetingelser, hvor kedlen ikke kan komme af med den producerede varme), og antallet af start/stop er mærkbart lavere end ved ældre 1- eller 2-trinskedler.
- Da der dannes kondensvand i kedlen og i aftrækket, skal der være et velegnet afløb til dette.



Fordele

- Moderne kondenserende gaskedler udnytter brændslets energiindhold væsentligt bedre end ældre gaskedler og giver dermed en større besparelse på varmeregningen
- Kedlen fylder mindre og er pænere at se på end det gamle anlæg
- Lavere CO₂-udledning

Energibesparelse

Nedenstående tabel viser den omtrentlige energibesparelse, der kan opnås ved udskiftning af forskellige typer ældre og nyere gaskedler til A-mærkede kondenserende gaskedler.

Eksisterende opvarmningsform	Ny kondenserende gaskedel				
	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
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977	Areal m ²	Energibesparelse i kWh/år			
	100	11.600	11.200	10.400	8.200
	140	12.400	11.700	10.600	8.200
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra 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
Gaskedel, åben forbrænding med trækafbryder	100	6.400	6.000	5.000	3.800
	140	7.400	6.500	5.300	3.900
	180	8.400	7.300	5.700	4.100
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	100	3.900	3.700	3.000	2.300
	140	4.600	4.000	3.200	2.300
	180	5.300	4.500	3.400	2.500

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 kvadratmeter, der opvarmes med en gasblæsebrænder monteret på en kedel fra efter 1977, kan spare ca. 5.600 kWh om året ved at skifte til en kondenserende gaskedel.

Eksempel 2:

Samme hus med kondenserende gaskedel som i eksempel 1, men loftet er efterisoleret og vinduerne udskiftet, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en kondenserende oliekedel udgør her 4.500 kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Energibesparelsen i et konkret hus fås ved at regne nedenstående eksempel igennem med husstandens faktiske gasforbrug og den eksisterende kedels virkningsgrad. Altså skal man erstatte gasforbrug og virknings-

grad nedenfor med de konkrete tal fra det hus og den kedel, man undersøger. De angivne årsnyttevirkninger er baseret på den nedre brændværdi.

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et forbrug på 2.200 kubikmeter gas pr. år konverteres en ældre gaskedel til en ny kondenserende gaskedel.</p> <p>Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 78 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 18.876 kWh. Den gamle gaskedel bruger 404 kWh i el om året. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Den nye kondenserende gaskedel har en årsnyttevirkning på 100 %. Den bruger 176 kWh i el om året. Serviceomkostninger udgør 1.000 kr. om året.</p> <p>Gaspris: 13,80 kr./m³ El-pris: 2,70 kr./kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	Gasforbrug omregnet til kWh	$2.200 \text{ m}^3 \times 11 \text{ kWh/m}^3 =$	24.200 kWh
	Elforbrug til gaskedel kWh		404 kWh
	Energiforbrug til gaskedel		24.604 kWh
	Husets faktiske varmebehov	$0,78 \times 24.200 \text{ kWh} =$	18.876 kWh
	Energiforbrug til ny gaskedel	$18.876 \text{ kWh}/1 =$	18.876 kWh
	Elforbrug til ny gaskedel		176 kWh
	Energiforbrug til ny gaskedel		19.052 kWh
	Besparelse	$24.604 \text{ kWh} - 19.052 \text{ kWh}$	5.552 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Omkostninger til gas gl. kedel	$2.200 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$	30.360 kr
	Omkostninger til el gl. kedel	$404 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$	1.091 kr
	Service og skorstensfejning		1.500 kr
	Drift af gl. kedel i alt		32.951 kr
	Gasforbrug for ny kedel	$18.876 \text{ kWh}/11 \text{ kWh/m}^3 =$	1.716 m ³
	Omkostninger til gas ny kedel	$1.716 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$	23.681 kr
	Omkostninger til el ny kedel	$176 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$	475 kr
	Service		1.000 kr
	Årlig drift af ny gaskedel		25.156 kr
	Besparelse	$32.951 \text{ kr.} - 25.156 \text{ kr.} =$	7.795 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ udledning gas for gl. kedel	$24.200 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$	4.961 kg
	CO ₂ udledning el for gl. kedel	$404 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$	85 kg
	CO ₂ udledning for gl. kedel		5.046 kg
	CO ₂ udledning gas for ny kedel	$18.876 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$	3.870 kg
	CO ₂ udledning el for ny kedel	$176 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$	37 kg
	CO ₂ udledning for ny kedel		3.907 kg
	Besparelse i kg	$5.046 \text{ kg} - 3.907 \text{ kg} =$	1.140 kg
	Besparelse i tons		1,1 ton

Vejledende årsvirkningsgrader for gaskedler

Hvis den eksisterende kedels virkningsgrad ikke kendes, kan nedenstående årsnyttevirkninger anvendes. Årsnyttevirkningerne er alle baseret på nedre brændværdi.

Gasforbrug i m ³ pr år	1.000	1.500	2.000	2.500	3.000	4.000
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra før 1977		53	64	70	76	80
Gasblæsebrænder monteret på kedel fra efter 1977	74	83	88	89	90	91
Gaskedel, åben forbrænding med trækafbryder		51	62	69	73	78
Gaskedel, lukket forbrænding med balanceret eller splitaftræk	61	75	81	85	86	88

Udførelse

Dimensionering

Kedlen skal passe til varmebehovet og til varmeanlægget. For at varmeanlægget er velegnet til kondenserende drift, skal det være dimensioneret til lave fremløbs- og returtemperaturer. Dvs., returtemperaturen ved 0 °C udetemperatur skal være lavere end 40 °C og fremløbet lavere end 50 °C. Lette væghængte kedler med lille vandindhold dimensioneres til en lille afkøling på 10 - 15 °C.

Samspillet mellem kedel, bygning og varmeanlæg spiller altid en vigtig rolle, og overdimensionering kan være kritisk.

Ved lette kedler opstår pendlende drift, hvis vandstrømmen i anlægget ikke er stor nok. Nye gaskedler er normalt forsynet med modulerende brændere, men man skal alligevel være opmærksom på, om der er mulighed for tilstrækkelig vandstrøm i anlægget.

Endvidere vil fremløbstemperaturen for en let gaskedel altid stige hurtigt efter brænderens start, idet kedlen ofte starter på en relativt stor effekt.

Kedel med lille vandindhold

Styring og regulering af to-strengs varmeanlæg

Glidende kedeltemperatur efter ude- eller rumføler, lille afkøling < 15 °C.

Styring og regulering af en-strengs varmeanlæg

Glidende kedeltemperatur efter ude- eller rumføler, lille afkøling < 15 °C eller helst lavere.

Energiforhold

Højere dellastvirkningsgrad på grund af glidende kedeltemperatur.

Krav til hedeflade i radiatoranlæg

Kritisk. Det er både fremløbs- og returtemperatur, der skal være lave.

For kondenserende kedler gælder:
Returtemperaturen skal ved 0 °C udetemperatur være lavere end ca. 40 °C og fremløbet lavere end ca. 50 °C. Ved nyanlæg dimensioneres til 55/45 °C eller lavere.

Krav til flow i radiatoranlægget

Kritisk. Der skal være et relativt stort flow i varmeanlægget for at undgå temperaturvariationer på det varme radiatorvand og dermed hyppig start/stop af kedel. Dette gælder også selvom kedlen har et stort moduleringsområde.

En tommelfingerregel for kondenserende kedler er, at der kan passere ca. 100 l/time gennem en radiatortermostat af to-strengstypen.

For energieffektiv drift skal der vælges en A-mærket kedel (kondenserende).

Kedler kan findes på: www.dgc.dk

Der bør kun anvendes kedler med A-mærkede pumper.

Beregning af radiatortemperaturer kan udføres ved hjælp af regnearkesværktøjet "Beregning af varmeafgivere, der kan findes på:

<http://www.byggeriogenergi.dk/energiloesninger/varmeinstallation/udskiftning-af-varmeforsyning>

Montage

Den eksisterende gaskedel kobles fra varmeanlægget og varmtvandsbeholderen. Gaskedlen demonteres. Det samme gælder varmtvandsbeholderen, hvis den udskiftes.

Gaskedlen må ikke placeres i rum med meget støj, frostrisiko, fugt, brandfarlige væsker eller rum, der fungerer som fælles adgangsvej til flere boliger. Kedlen skal stilles, så aftrækket kan placeres korrekt, hvad enten der er tale om balanceret aftræk eller splitaftræk.

Udførelse (fortsat)

Den nye gaskedel og den evt. nye varmtvandsbeholder monteres. Gaskedlen og varmtvandsbeholderen forbindes. Der etableres nyt aftræk. Gasledningen sluttes til den nye gaskedel. Koldt vand sluttes til varmtvandsbeholderen. Varmeanlægget kobles til gaskedlen. Gaskedlen tilsluttes el og sættes i gang.

Kedlens bruger skal have overleveret den fyldestgørende installationsvejledning, som skal følge med kedlen fra producenten. Vejledningen skal følges nøje. Desuden skal installationen leve op til Gasreglementet afsnit A og Bygningsreglementet.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering

af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer. Bemærk at der skal være plads til betjening, rensning og besigtigelse af anlægget jf. AT-Vejledning B-4-8. Gas- og vandinstallationen skal udføres af en autoriseret vvs-installatør.

Eftersyn

For kondenserende gaskedler med balanceret aftræk eller splitaftræk anbefales normalt et 2-årigt serviceinterval.

Behovet for vedligeholdelse varierer dog fra installation til installation. Det er oftest gaskedlen og dens placering, der er udslagsgivende for, hvilke serviceintervaller der skal vælges.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Varmeanlæg	Er anlægget egnet til kondenserende drift (se ovenfor)?	Ja [] Nej []	Se 1
Afløb	Er der afløb for sikkerhedsventilen og for kondens?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Aftrækssystem	Benyttes der et balanceret aftræk?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Styring	Kan der med fordel installeres vejrkompensering?	Ja [] Nej []	Se 4
Varmeanlæg	Kan radiatoranlægget spille godt sammen med kedlen?	Ja [] Nej []	Se 5
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
El-tilslutning af kedel, cirkulationspumpe og automatik	Kan styring og cirkulationspumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Se 7

1. Varmeanlæg

For at udnytte kondensgevinsten i røggassen skal der benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede hede flade skal være stor nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer.

Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges. Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

2. Afløb

Der etableres et brugbart gulvafløb for overløb fra sikkerhedsventilen og for kondensafløb, hvis dette ikke forefindes. Der skal altid bruges plastrør til kondensafløb fra kondenserende gasfyr.

3. Aftrækssystem

Det balancerede aftrækssystem har den fordel, at forbrændingsluften bliver opvarmet på dens vej ned til gasbrænderen gennem forbrændingsluftkanalen, der går parallelt med skorstenen, som vil afgive varme. Det har den fordel, at luften til forbrændingen bliver opvarmet, og derved fås en bedre og mere energieffektiv forbrænding af gassen.

4. Styring

Vejrkompenisering sikrer bedst mulig fyringsøkonomi og driftsbetingelser.

5. Varmeanlæg

Ved lette kedler er det helt nødvendigt at sikre en passende vandgennemstrømning i varmeanlægget. Som tommelfingerregel skal afkølingen over varmeanlægget være højst 15 °C ved kedlens minimumseffekt.

Eksempel: En let kedel med modulationsområde 10 – 20 kW installeres i et hus med et to-strengs varmeanlæg med seks radiatorer med radiator-termostater. Varmefyldefaktoren er 0,86, og afkølingen 15 °C.

Svar: Den nødvendige vandstrøm for eksemplet er:

$$\frac{10 \cdot 0,86}{15} = 0,6 \text{ m}^3/\text{h}$$

Flowet gennem hver radiator er højst 100 l/h, dvs. 0,6 m³/h for de seks radiatorer. I dette tilfælde går det lige an, men det bør overvejes at vælge en mindre kedel, hvis pendling (hyppige start/stop) helt skal undgås. Alternativt kan der monteres termostater på anlægget med større Kv-værdi (større gennemstrømning) eller vælges en kedel med større vandindhold.

For kondenserende kedler gælder desuden, at returtemperaturen helst altid skal være under røggassens dugpunkt på ca. 48 °C. Ved montage om vinteren kan varmeanlæggets egenskaber ofte bedømmes ved at måle returtemperaturen ved normal drift (se under dimensionering).

Ved montage om sommeren kan en beregning være nødvendig. Til det formål kan regnearksværktøjet ”Beregning af varmeafgivere” anvendes. Værktøjet kan hentes her: www.byggeriogenergi.dk/enfamiliehuse/varmeinstallation/varmeafgiversystemer-guider-og-regneark/

6. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

7. El-tilslutning af kedel, cirkulationspumpe og automatik

VVS-installatører må gerne tilslutte kedel og pumper m.m. til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye el-tavler eller faste el-installationer, skal dette foretages af en autoriseret el-installatør.

Indeklima

En ny gaskedel vil typisk afgive mindre varme til kedelrummet end den eksisterende. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Fyringsanlæg skal projekteres, udføres og installeres, så der opnås god forbrænding og der skal sikres tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.

Gasinstallationen skal leve op til Gasreglementet afsnit A, og installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler, som er beskrevet i afsnittet om ”Udførelse”.

Kedler til fyring med gas skal opfylde Ecodesign-kravene (EU-forordning nr. 813/2013/EU). Det betyder, at brændselsfyrede kedelanlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning med en nominel nytteeffekt ≤ 70 kW ikke må have en årsvirkningsgrad ved rumopvarmning under 86% (målt ved øvre brændværdi).

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden gaskedlen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Liste over A-mærkede gaskedler fra
Dansk Gasteknisk Center (DGC)

www.dgc.dk

Kontakt Videncenter
for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255,
hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:
www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Udskiftning af oliekedel

I et hus med en ældre oliekedel bør det først undersøges, om det er muligt at skifte til varmepumpe, gasfyr eller fjernvarme. Er det ikke tilfældet, bør kedlen erstattes af en moderne kondenserende oliekedel. Det er ofte en god ide at udskifte en oliekedel, der er over 15 år gammel, da moderne kedler udnytter energien mere effektivt end gamle.

En kondenserende kedel er indrettet, så den kan afkøle røggassen så effektivt, at der opstår kondensdannelse. Herved udnyttes energiindholdet i røggassen endnu bedre.

Anbefaling til oliekedel

Videncenter for energibesparelser i bygninger anbefaler at installere en kondenserende A-mærket oliekedel. Årsvirkningsgraden for en A-mærket oliekedlen ligger typisk på 98 - 100 %.

Krav til eksisterende installation

Følgende skal kunne opfyldes for at kunne opnå den bedste udnyttelse af en kondenserende kedel:

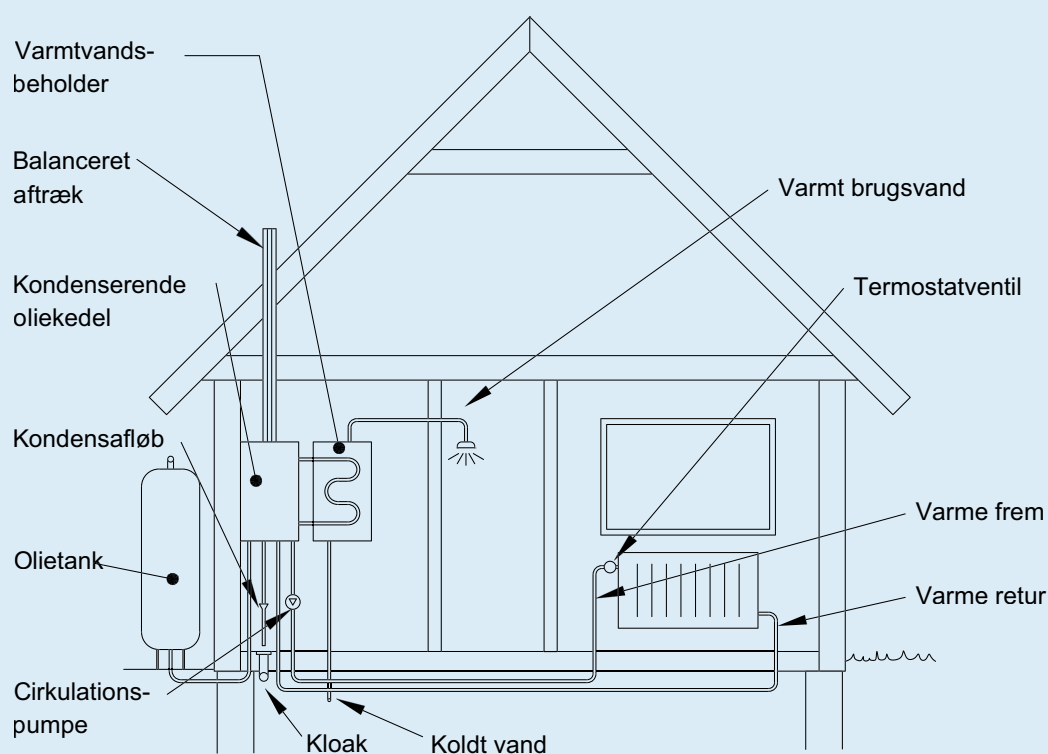
- Der skal benyttes lave fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget. Det betyder, at radiatorernes samlede areal skal være stort nok til at kunne dække det dimensionerende varmetab ved de lave temperaturer. Hvis en beregning viser, at radiatorarealet ikke er stort nok, må det forøges.

Alternativt kan det dimensionerende varmetab reduceres ved at foretage energibesparende foranstaltninger som fx efterisolering af ydervægge og lofter samt udskiftning af vinduer.

- Varmtvandsbeholderen bør have en stor varmeeffekt, så kedlen fortrinsvis kan køre kondenserende drift under opvarmning af brugsvandet. Leverandøren af oliekedlen vil normalt anbefale varmtvandsbeholder, der passer til den aktuelle kedel. En beholder på 60 l vil typisk kunne overholde kravene i vandnormen (DS 439).
- Der dannes kondensvand, så der skal være et velegnet afløb til dette.

Fordele

- De moderne kedler giver en væsentlig bedre udnyttelse af oliens energiindhold end ældre kedler
- Kedlen fylder mindre end det gamle anlæg
- Kedlen er pænere at se på
- Anlæggene udføres normalt med balanceret aftræk eller splitaftræk, så der ikke er forbindelse mellem forbrændingskammer og opstillingsrummet
- Brænderen kan være af en avanceret type, der brænder med blå flamme, og den kan have flere trin, hvorved den er mere effektiv



Energibesparelse

Nedenstående tabel 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
Oliekedel efter 1991	100	2.700	2.600	2.200	1.700
	140	3.000	2.700	2.300	1.800
	180	3.300	3.000	2.500	1.800

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 kvadratmeter, der opvarmes med en oliekedel købt efter 1977, kan spare ca. 4.500 kWh om året ved at skifte til en kondenserende oliekedel.

Eksempel 2:

Samme hus med kondenserende oliekedel som i eksempel 1, men loftet er efterisoleret og vinduerne udskiftet, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en kondenserende oliekedel udgør her 3.800 kWh

Man opnår altid en mere energieffektiv løsning ved at installere vejrkompensering samt A-mærkede cirkulationspumper.

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Energibesparelsen i et konkret hus fås ved at regne nedenstående eksempel igennem med husstandens faktiske gasforbrug og den eksisterende kedels virkningsgrad. Altså skal man erstatte olieforbrug og virkningsgrad nedenfor med de konkrete tal fra det hus og den kedel, man undersøger. De angivne årsnyttevirkninger er baseret på den nedre brændværdi.

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et olieforbrug på 2.400 liter pr. år udskiftes den ældre oliekedel med en ny kondenserende oliekedel.</p> <p>Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 %, svarende til at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året. Den nye kondenserende oliekedel har en virkningsgrad på 98 %. Den gamle oliekedel bruger 579 kWh om året i el. Den nye kondenserende kedel bruger 253 kWh om året i el.</p> <p>Oliepris: 17,80 kr./l Elpris: 2,70 kr. kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	<p>Olieforbrug omregnet til kWh $2.400 \text{ l} \times 10 \text{ kWh/l} =$ 24.000 kWh Elforbrug til gl. kedel 579 kWh Energiforbrug til gl. kedel 24.579 kWh Huset faktiske varmebehov $0,75 \times 24.000 \text{ kWh} =$ 18.000 kWh Energiforbrug til ny kedel $18.000 \text{ kWh}/0,98 =$ 18.367 kWh Elforbrug til ny kedel 253 kWh Energiforbrug 18.620 kWh Besparelse $24.579 \text{ kWh} - 18.620 \text{ kWh} =$ 5.959 kWh</p>		
Årlig økonomisk besparelse kr.	<p>Omkostninger olie for gl. kedel $2.400 \text{ l} \times 17,80 \text{ kr./l} =$ 42.720 kr Omkostninger el for gl. kedel $579 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ 1.563 kr Service og skorstensfejning 1.500 kr Drift af gl. oliekedel i alt 45.783 kr Olieforbrug for ny kedel $18.367 \text{ kWh} / 10 \text{ l/kWh} =$ 1.837 l Omkostninger olie for ny kedel $1.837 \text{ l} \times 17,80 \text{ kr./l} =$ 32.694 kr Elforbrug for ny kedel $253 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ 683 kr Service og skorstensfejning 1.500 kr Drift af ny kedel i alt 34.877 kr Besparelse $45.783 \text{ kr.} - 34.877 \text{ kr.} =$ 10.906 kr</p>		
Årlig CO₂-besparelse kg	<p>CO₂-udledning olie gl. kedel $24.000 \text{ kWh} \times 0,266 \text{ kg/kWh} =$ 6.384 kg CO₂-udledning el gl. kedel $579 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ 122 kg Årlig CO₂-udledning gl. kedel 6.506 kg Årlig CO₂-udledning ny kedel $18.367 \text{ kWh} \times 0,266 \text{ kg/kWh} =$ 4.886 kg CO₂-udledning el ny kedel $253 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ 53 kg Årlig CO₂-udledning ny kedel 4.939 kg Besparelse i kg $6.506 \text{ kg} - 4.939 \text{ kg} =$ 1.567 kg Besparelse i tons 1,6 ton</p>		

Vejledende årsvirkningsgrader for oliefyrede kedler

Hvis den eksisterende kedels virkningsgrad ikke kendes, så kan nedenstående virkningsgrader anvendes. Årsnyttevirkningerne er alle baseret på nedre brændværdi.

Olieforbrug i liter pr år	1000	1500	2000	2500	3000	4000
Oliekedel fra før 1977	-	57	67	73	77	82
Oliekedel fra efter 1977	76	85	88	89	91	92
Oliekedel fra efter 1991	83	87	92	92	93	93
Kondenserende oliefyret kedel	100					

Udførelse

Dimensionering

Kedlen skal passe til varmebehovet og til varmeanlægget. For at varmeanlægget er velegnet til kondenserende drift, skal det være dimensioneret til lave temperaturer.

Kedler med stort vandindhold kan arbejde med små vandstrømme og vil kunne køre godt med stor afkøling i anlægget. Kedler med lille vandindhold dimensioneres til en lille afkøling på 10 - 15 °C.

Samspelet mellem kedel, bygning og varmeanlæg spiller altid en vigtig rolle, og overdimensionering kan være kritisk.

Ved lette kedler opstår pendlende drift, hvis vandstrømmen i anlægget ikke er stor nok.

Montage

Den eksisterende oliekedel kobles fra varmeanlægget og varmtvandsbeholderen. Oliekedlen demonteres. Det samme gælder varmtvandsbeholderen, hvis den også udskiftes.

Den nye oliekedel og evt. den nye varmtvandsbeholder monteres. Oliekedlen og varmtvandsbeholderen forbindes. Der etableres nyt aftræk. Olieledningen sluttes til den nye oliekedel. Koldt vand sluttes til varmtvandsbeholderen. Varme-anlægget kobles til oliekedlen. Oliekedlen tilsluttes el og sættes i gang. Overløb fra sikkerhedsventilen og kondens ledes til gulv afløb.

Installationsvejledningen, som følger med kedlen, skal altid følges. Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer. Bemærk at der skal være plads til betjening, rensning og besigtigelse af anlægget jf. AT-Vejledning B-4-8.

Eftersyn

Kedlen skal kontrolmåles og evt. renses en gang om året af skorstensfejer eller en oliefyrsmontør, som er teknisk ekspert. Det anbefales at få foretaget et årligt serviceeftersyn.

	Kedel med stort vandindhold	Kedel med lille vandindhold
Styring/regulering to-strengs varmeanlæg	Konstant høj fremløbstemperatur, stor afkøling. Alle radiatorer så vidt mulig i drift.	Glidende kedeltemperatur efter ude- eller rumføler, lille afkøling < 15 °C.
Styring/regulering en-strengs varmeanlæg	Shuntkreds, lille afkøling på anlægssiden.	Glidende kedeltemperatur efter ude- eller rumføler, lille afkøling < 15 °C.
Energiforhold	I praksis lavere virkningsgrad ved dellast på grund af den varme kedelkrop. Dette kompenseres delvis ved udnyttelse af varmen til rumopvarmning, især ved kælderinstallationer.	Højere dellastvirkningsgrad på grund af glidende kedeltemperatur.
Krav til hedeplade i radiatoranlægget	Mindre kritisk, da der kan arbejdes med stor afkøling. For kondenserende kedler gælder: Returtemperaturen ved en udetemperatur på 0 °C bør være lavere end 40 °C. Dette er nemmere at opnå, da fremløbstemperaturen er fri. Ved nyanlæg dimensioneres til 70/40 eller lavere.	Mere kritisk. Både frem- og returtemperatur skal være lave. For kondenserende kedler gælder: Returtemperaturen skal ved en udetemperatur på 0 °C være lavere end ca. 40 °C og fremløbet lavere end ca. 50 °C. Ved nyanlæg dimensioneres til 55/45 eller lavere.
Krav til flow i radiatoranlægget	Intet krav.	Kritisk. Der skal være et flow i varmeanlægget. En tommelfingerregel for kondenserende kedler er, at der kan passere ca. 100 l/ time gennem en radiatortermostat af to-strengstypen.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Afløb	Er der afløb for sikkerhedsventilen?	Ja [] Nej []	Se 1
	Ved kondenserende kedel: Er afløbet egnet til kondens?	Ja [] Nej []	
Oliekvalitet	Skal der bruges en særlig olietype?	Ja [] Nej []	Se 2
Skorsten	Kan den eksisterende skorsten anvendes?	Ja [] Nej []	Se 3
Varmeanlæg	Kan radiatoranlægget spille godt sammen med kedlen?	Ja [] Nej []	Se 4
Styring	Kan der med fordel installeres vejrkompen- sering?	Ja [] Nej []	Se 5
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Se 6
El-tilslutning af kedel, pumpe og automatik	Kan styring og pumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Se 7

1. Afløb

Der skal være gulvafløb til overløb fra sikkerhedsventilen. For kondenserende kedler skal der være gulvafløb for kondens. Normalt kræves ikke et neutraliseringsfilter.

2. Oliekvalitet

De kedler, der kræver olie med særlig lavt svovlindhold, men i dag er olien generelt som standard med lavt svovlindhold. Dette bør tjekkes hos kedelleverandøren.

3. Skorsten

I mange tilfælde kan den eksisterende skorsten forsynes med en indsats for røgaftræk. Forbrændingsluften tages da fra hulrummet mellem skorstensrør og indsats (split-aftræk). Der anvendes i øvrigt lodret balanceret aftræk udført som ny skorsten ført igennem og over tagfladen.

Skorstensfejeren godkender aftrækket og tilmelder anlægget til kommunen. Han tjekker materialer, afstande til brændbart, rense- og inspektionsmuligheder. Han foretager herefter et årligt eftersyn med rensning og kontrolmåling, hvis dette ikke er udført af en anden teknisk ekspert.

4. Varmeanlæg

Ved lette kedler - uanset om det er en kondenserende eller en traditionel - er det helt nødvendigt at sikre en passende vandgennemstrømning i varmeanlægget.

Eksempel: En let kedel installeres i et hus med et to-strengs varmeanlæg med otte radiatorer med radiator-termostater. Kedlens effekt er 20 kW. Varmefyldfaktoren er 0,86, og afkølingen 15 °C.

Svar: Den nødvendige vandstrøm for eksemplet er:

$$\frac{20 \times 0,86}{15} = 1,1 \text{ m}^3/\text{h}$$

Hver radiator kan give ca. 100 l/h, dvs. 0,8 m³/h for de otte radiatorer. I dette tilfælde må der altså vælges en mindre kedel, da 800 liter er for lille en vandmængde til at undgå pendling (hyppige start/stop).

Alternativt kan der monteres termostater på anlægget med større kv-værdi (større gennemstrømning) eller vælges en kedel med større vandindhold.

For kondenserende kedler gælder desuden, at returtemperaturer helst altid skal være under røggassens dugpunkt på ca. 48 °C. Ved montage om vinteren kan varmeanlæggets egenskaber ofte bedømmes ved at måle returtemperaturen ved normal drift (se under dimensionering). Ved montage om sommeren kan en beregning være nødvendig. Til det formål kan regnearksværktøjet "Beregning af varmeafgivere" anvendes. Værktøjet kan hentes her:

www.ByggeriogEnergi.dk/udskiftning-af-varmeforsyning

5. Styring

Vejrkompenisering sikrer bedst mulig fyringsøkonomi og driftsbetingelser.

6. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

7. Tilslutning

Vvs-montører må gerne tilslutte kedel og pumper m.m. til eksisterende installation/afbryder. Hvis der skal etableres nye grupper eller faste el-installationer, skal dette foretages af en autoriseret elinstallatør.

Indeklima

En ny oliekedel vil typisk afgive mindre varme til kedelrummet end den eksisterende. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Fyringsanlæg skal projekteres, udføres og installeres, så der opnås god forbrænding og der skal sikres tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler og standarder, som er beskrevet i afsnittet om "Udførelse".

Kedler til fyring med olie skal opfylde Ecodesign-kravene (EU-forordning nr. 813/2013/EU). Det betyder, at brændselsfyrede kedelanlæg til kombineret rum- og brugsvandsopvarmning med en nominel nytteeffekt ≤ 70 kW ikke må have en årsvirkningsgrad ved rumopvarmning under 86% (målt ved øvre brændværdi).

Oliebrændere skal opfylde kravene i DS/EN 298 Automatisk brændekontrolsystem til brændere og apparater, der forbrænder gasformige eller flydende brændsler, og DS/EN 267 Automatiske blæseluftsoliebrændere til flydende brændstof.

For eksisterende bygninger, der ligger i et fjernvarmeområde eller naturgasområde, er det efter den 1. juli 2016 ikke længere muligt at udskifte en ældre oliekedel til en ny. Det er dog stadig muligt, også efter 1. juli 2016, hvis den eksisterende bygning ligger i et område uden eksisterende eller planlagt kollektiv varmforsyning.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning, inden oliekedlen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Oliefyrservicebranchens Registreringsordning:
www.OR.dk

Energistyrelsen:
www.ENS.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Konvertering til brænde- eller pillefyret kedel

Oliekedler og elradiatorer kan med fordel udskiftes til en automatisk pillefyret kedel eller en manuelt brænde- fyret kedel. Det gælder især i områder hvor der ikke er mulighed for fjernvarme eller naturgas.

Fordelen ved at skifte til fast brændsel er primært, at brændslet er væsentligt billigere end olie og el, og sammenlignet med ældre oliekedler vil et automatisk pillefyret anlæg have en højere årsvirkningsgrad.

Konvertering fra oliekedel til en brændefyret eller pillefyret kedel sparer ca. 60 % årligt på varmeregningen.

Konvertering af elvarme til en brændefyret eller pillefyret kedel sparer ca. 70 % årligt på varmeregningen. Konverteringen fra elvarme kræver dog, at der etableres et vandbårent varmeanlæg med enten radiator eller gulvvarme.

Ved begge typer af konverteringer vil CO₂-udledningen falde til ca. 1-2 % af den oprindelige udledning.

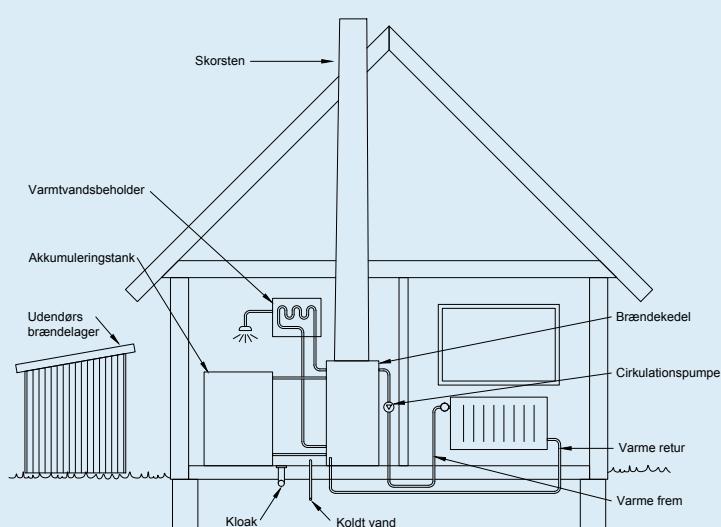
Anbefaling

Videncenter for energibesparelser i bygninger anbefaler at installere en automatisk pillefyret kedel, der driftsmæssigt fungerer ligesom en oliekedel eller en manuelt brændefyret kedel med akkumuleringstank. Kedlen skal opfylde EN 303-5, klasse 3. En prøvningsattest skal medfølge ved køb af kedlen.

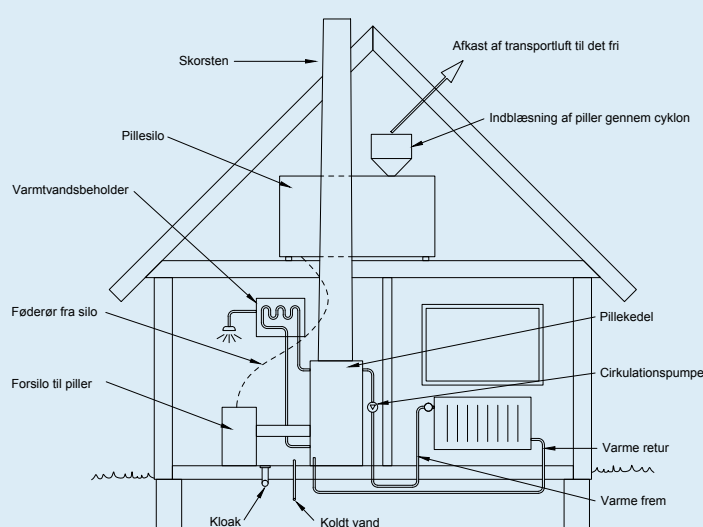
Løse pillebrændere kan monteres på en godkendt kedel eller på en ikke-godkendt kedel, der er opstillet før 1. juni 2008. Pillebrænderen skal opfylde EN15270. En prøvningsattest skal medfølge ved køb af brænderen. Godkendte anlæg kan findes på Teknologisk Instituts hjemmeside www.teknologisk.dk/911.

Det anbefales at kontakte den lokale skorstensfejermeister, inden arbejdet igangsættes. Skorstensfejermesteren skal udføre en opstillingsgodkendelse af det færdige anlæg og samtidig underskrive prøvningsattesten både ved brænde- kedel, pillekedel og løs pillebrænder.

Brændefyret kedel



Pillefyret kedel



Fordele ved en omstilling

- Træpiller og brænde er væsentlig billigere end olie og el pr. energienhed (kWh)
- Træpiller og brænde er prisstabile uden væsentlige udsving over årene
- Opvarmning med fast brændsel/træpiller er mere miljøvenlig end både olie- og elopvarmning
- Minimal CO₂-udledning
- Der er lovkrav til skorstenshøjden og placering i forhold til nabobygninger, og det kan derfor være nødvendigt at forhøje og/eller flytte skorstenen

Ulemper ved en omstilling

- Brænderøg kan forårsage forurening i form af lugt- og røggener hos naboerne
- Udledning af skadelige partikler
- Lager til brænde og piller er pladskrævende
- Fyring med brænde og piller i sække kræver en del manuelt arbejde
- Der kan være støvgener ved indblæsning af piller i silo og ved tømning af sække
- Asketømning af kedel kan give støvgener

Energibesparelse

Nedenstående tabel viser størrelsesordenen af den energibesparelse, der kan opnås ved udskiftning af forskellige typer ældre oliekedler med en godkendt pillefyret kedel.

Energibesparelsen vil være mindre med en brændefyret kedel på grund af en lavere årsvirkningsgrad end for en pillefyret kedel.

Eksisterende opvarmningsform	Ny automatisk pillekedel				
	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	8.500	8.600	8.800	7.100
	140	8.300	8.500	8.700	7.000
	180	8.100	8.300	8.600	7.000
Oliekedel efter 1977	100	1.900	2.000	2.400	2.000
	140	1.500	1.800	2.300	2.000
	180	1.200	1.600	2.100	1.900
Oliekedel efter 1995	100	400	600	1.100	1.000
	140	-200	300	1.000	900
	180	-700	-100	700	800
Elvarme	100	-3.600	-3.100	-1.900	-1.300
	140	-4.800	-3.800	-2.200	-1.400
	180	-6.000	-4.700	-2.700	-1.600

Eksempler på brug af skemaet:

Eksempel 1:

Et hus fra 1965 på 140 m², der opvarmes med en oliekedel fra efter 1977, kan spare ca. 1.800 kWh om året ved at skifte til en automatisk pillekedel.

Eksempel 2:

Samme hus og kedel som i eksempel 1, men gulvet, hulmuren og loftet er efterisoleret, så det næsten opfylder kravene i BR for huse opført fra 1980 til 1999. Den årlige energibesparelse ved at skifte til en automatisk pillekedel udgør her 2.300 kWh.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Energibesparelsen i et konkret hus fås ved at regne nedenstående eksempel igennem med husstandens nuværende olieforbrug og den eksisterende kedels virkningsgrad.

Altså skal man erstatte olieforbrug og virkningsgrad nedenfor med de konkrete tal fra det hus og den kedel, man undersøger.

Konvertering fra ældre oliekedel til automatisk fyret pillekedel

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et forbrug på 2.400 liter olie pr. år installeres en ny automatisk fyret pillekedel i stedet for en ældre oliekedel.</p> <p>Den samlede årsnytttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Den gamle oliekedel bruger 508 kWh i el om året. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Den nye pillekedel har en årsnytttevirkning på 85 %. Den bruger 250 kWh i el om året. Serviceomkostninger udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Oliepris: 17,80 kr./l Pillepris: 2.000 kr. pr. ton. Brændværdi træpiller: 4,9 kWh/kg El-pris: 2,70 kr./kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	<p>Olieforbrug omregnet til kWh 2.400 l x 10 kWh/l =</p> <p>Elforbrug til oliekedel kWh 508 kWh</p> <p>Energiforbrug oliekedel 24.508 kWh</p> <p>Husets faktiske varmebehov 24.000 kWh x 0,75 =</p> <p>Energiforbrug ny pillekedel 18.000 kWh / 0,85 =</p> <p>Elforbrug ny pillekedel 250 kWh</p> <p>Energiforbrug ny pillekedel 21.426 kWh</p> <p>Besparelse 24.508 kWh - 21.426 kWh</p> <p>3.082 kWh</p>		
Årlig økonomisk besparelse kr.	<p>Omkostninger olie gl. kedel 2.400 l x 17,80 kr./l =</p> <p>Omkostninger el gl. kedel 508 kWh x 2,70 kr./kWh =</p> <p>Service og skorstensfejning 1.500 kr</p> <p>Drift af oliekedel i alt 45.592 kr</p> <p>Forbrug piller ny kedel 21.176 kWh / 4,9 kWh/kg =</p> <p>Omkostninger piller ny kedel 4.322 kg/år x 2 kr./kg =</p> <p>Omkostninger el ny kedel 250 kWh x 2,70 kr./kWh =</p> <p>Service 675 kr</p> <p>Årlig drift af ny pillekedel 1.500 kr</p> <p>Besparelse 10.818 kr</p> <p>34.773 kr</p>		
Årlig CO₂-besparelse kg	<p>CO₂ udledning olie gl. kedel 24.000 kWh x 0,266 kg/kWh =</p> <p>CO₂ udledning el gl. kedel 508 kWh x 0,211 kg/kWh =</p> <p>CO₂ udledning gl. kedel 6.384 kg</p> <p>CO₂ udledning ny pillekedel 107 kg</p> <p>CO₂ udledning el ny kedel 6.491 kg</p> <p>CO₂ udledning ny kedel 0 kg</p> <p>Besparelse i kg 250 kWh x 0,211 kg/kWh =</p> <p>Besparelse i tons 53 kg</p> <p>53 kg</p> <p>6.491 kg - 53 kg =</p> <p>6.438 kg</p> <p>6,4 ton</p>		

Eksempel på energibesparelse (fortsat)

Konvertering fra ældre oliekedel til manuelt fyret brændekedel

Forudsætninger	<p>I et parcelhus på 130 m² med et forbrug på 2.400 liter olie pr. år installeres en ny manuelt fyret brændekedel med akkumuleringstank i stedet for en ældre oliekedel.</p> <p>Den samlede årsnyttevirkning i det eksisterende kedelanlæg er 75 % svarende til, at husets faktiske varmebehov er 18.000 kWh. Den gamle oliekedel bruger 508 kWh i el om året. Service og skorstensfejning udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Den nye brændekedel har en årsnyttevirkning på 75 %. Den bruger 150 kWh i el om året. Serviceomkostninger udgør 1.500 kr. om året.</p> <p>Oliepris: 17,8 kr./l Brændepris: 1.700 kr. pr. ton. Brændværdi lagret bølgebrænde: 4,08 kWh/kg El-pris: 2,70 kr./kWh</p>		
Årlig energibesparelse kWh	<p>Olieforbrug omregnet til kWh $2.400 \text{ l} \times 10 \text{ kWh/l} =$ 24.000 kWh</p> <p>Elforbrug til oliekedel kWh 508 kWh</p> <p>Energiforbrug oliekedel 24.508 kWh</p> <p>Husets faktiske varmebehov $24.000 \text{ kWh} \times 0,75 =$ 18.000 kWh</p> <p>Energiforbrug ny brændekedel $18.000 \text{ kWh} / 0,75 =$ 24.000 kWh</p> <p>Elforbrug ny brændekedel 150 kWh</p> <p>Energiforbrug ny brændekedel 24.150 kWh</p> <p>Besparelse $24.508 \text{ kWh} - 24.150 \text{ kWh} =$ 358 kWh</p>		
Årlig økonomisk besparelse kr.	<p>Omkostninger olie gl. kedel $2.400 \text{ l} \times 17,8 \text{ kr./l} =$ 42.720 kr</p> <p>Omkostninger el gl. kedel $508 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ 1.372 kr</p> <p>Service og skorstensfejning 1.500 kr</p> <p>Drift af oliefyr i alt 45.592 kr</p> <p>Forbrug af brænde ny kedel $24.000 \text{ kWh} / 4,08 \text{ kWh/kg} =$ 5.882 kg</p> <p>Omkostninger brænde ny kedel $5.882 \text{ kg/år} \times 1,7 \text{ kr./kg} =$ 9.999 kr</p> <p>Omkostninger el ny kedel $150 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} =$ 405 kr</p> <p>Service 1.500 kr</p> <p>Årlig drift af ny pillekedel 11.904 kr</p> <p>Besparelse $45.592 \text{ kr.} - 11.904 \text{ kr.} =$ 33.688 kr</p>		
Årlig CO₂-besparelse kg	<p>CO₂ udledning olie gl. kedel $24.000 \text{ kWh} \times 0,265 \text{ kg/kWh} =$ 6.360 kg</p> <p>CO₂ udledning el gl. kedel $508 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ 107 kg</p> <p>CO₂ udledning gl. kedel 6.467 kg</p> <p>CO₂ udledning ny pillekedel $24.000 \text{ kWh} \times 0 \text{ kg/kWh} =$ 0 kg</p> <p>CO₂ udledning el ny kedel $150 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} =$ 32 kg</p> <p>CO₂ udledning ny kedel 32 kg</p> <p>Besparelse i kg $6.462 \text{ kg} - 32 \text{ kg} =$ 6.430 kg</p> <p>Besparelse i tons 6,4 ton</p>		

Vejledende årsvirkningsgrader for oliefyrede kedler

Hvis den eksisterende kedels virkningsgrad ikke kendes, så kan nedenstående virkningsgrader anvendes.

Olieforbrug i liter pr. år	1000 liter	1500 liter	2000 liter	2500 liter	3000 liter	4000 liter
Oliekeedel fra før 1977	-	57	67	73	77	82
Oliekeedel fra efter 1977	76	85	88	89	91	92
Oliekeedel fra efter 1991	83	87	92	92	93	93
Mauelt fyret brændekedel	75					
Automatisk fyret pillekedel	85					

Virkningsgraden for en løs pillebrænder kan sættes til samme virkningsgrad som en automatisk fyret pillekedel. Det skal dog være ved montage på en velisoleret kedel godkendt efter EN 303-5. Ved montering på ældre kedler vil virkningsgraden være lavere.

Eksempel på energibesparelse (fortsat)

Hvis en manuelt brændefyret kedel eller en automatisk fyret pillekedel monteres i et hus, som før er blevet opvarmet med el, er energibesparelsen "negativ". Det skyldes, at elvarme beregnes med en virkningsgrad på 100 %, men der er alligevel en meget stor økonomisk

besparelse og en meget stor besparelse på CO₂ udledningen, fordi biobrændsel er billigere og mere miljørigtigt. Den reelle besparelse i et specifikt eksempel beregnes i nedenstående skema.

Konvertering fra elvarme til automatisk fyret pillekedel og et vandbårent varmeanlæg

Forudsætninger For enheder se 1	I et parcelhus på 130 m ² med et elforbrug på 18.000 kWh pr. år til opvarmning installeres der en ny automatisk fyret pillekedel og et vandbårent varmeanlæg. Den nye pillekedel har en årsnyttevirkning på 85 %. Den bruger 250 kWh i el om året. Serviceomkostninger udgør 1.500 kr. om året. Pillepris: 2.000 kr. pr. tons. Brændværdi træpiller: 4,9 kWh/kg El-pris: 1,60 kr./kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Energiforbrug elvarme		18.000 kWh
	Energiforbrug ny pillekedel	18.000 kWh/0,85 =	21.176 kWh
	Elforbrug ny pillekedel		250 kWh
	Energiforbrug ny pillekedel		21.426 kWh
	Besparelse	18.000 kWh - 21.426 kWh	-3.426 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Omkostninger elvarme	18.000 kWh x 1,60 kr./kWh =	28.800 kr.
	Forbrug pille ny kedel	21.176 kWh / 4,9 kWh/kg =	4.322 kg
	Omkostninger pille ny kedel	4.322 kg x 2 kr./kg =	8.644 kr.
	Omkostninger el ny kedel	250 kWh x 2,70 kr./kWh =	675 kr.
	Service		1.500 kr.
	Årlig drift af ny pillekedel		10.819 kr.
	Besparelse	28.800 kr. - 10.819 kr.	17.981 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ udledning elvarme	18.000 kWh x 0,211 kg/kWh =	3.798 kg
	CO ₂ udledning ny pillekedel	21.176 kWh x 0 kg/kWh =	0 kg
	CO ₂ udledning el ny pillekedel	250 kWh x 0,211 kg/kWh =	53 kg
	CO ₂ udledning ny kedel		53 kg
	Besparelse i kg	3.798 kg - 53 kg =	3.742 kg
	Besparelse i tons		3,7 ton

Konvertering fra elvarme til manuelt fyret brændekedel med akkumuleringstank og et vandbårent varmeanlæg

Forudsætninger For enheder se 2	I et parcelhus på 130 m ² med et elforbrug på 18.000 kWh pr. år til opvarmning installeres der en ny manuelt fyret brændekedel med akkumuleringstank og et vandbårent varmeanlæg. Den nye brændekedel har en årsnyttevirkning på 75 %. Den bruger 150 kWh i el om året. Serviceomkostninger udgør 1.500 kr. om året. Brændepris: 1.700 kr. pr. ton. Brændværdi lagret bølgebrænde: 4,08 kWh/kg El-pris: 1,60 kr./kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Energiforbrug elvarme		18.000 kWh
	Energiforbrug ny brændekedel	18.000 kWh/0,75 =	24.000 kWh
	Elforbrug ny brændekedel		150 kWh
	Energiforbrug ny brændekedel		24.150 kWh
	Besparelse	18.000 kWh - 24.150 kWh	-6.150
Årlig økonomisk besparelse kr.	Omkostninger elvarme	18.000 kWh x 1,60 kr./kWh =	28.800 kr.
	Forbrug brænde ny kedel	24.000 kWh / 4,08 kWh/kg =	5.882 kg
	Omkostninger brænde ny kedel	5.882 kg x 1,7 kr./kg =	9.999 kr.
	Omkostninger el ny kedel	150 kWh x 2,70 kr./kWh =	405 kr.
	Service		1.500 kr.
	Årlig drift af ny brændekedel		11.904 kr.
	Besparelse	28.800 kr. - 11.904 kr.	16.896 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ udledning elvarme	18.000 kWh x 0,211 kg/kWh =	3.798 kg
	CO ₂ udledning ny brændekedel	24.000 kWh x 0 kg/kWh =	0 kg
	CO ₂ udledning el ny brændekedel	150 kWh x 0,211 kg/kWh =	32 kg
	CO ₂ udledning ny brændekedel		32 kg
	Besparelse i kg	3.798 kg - 32 kg =	3.766 kg
	Besparelse i tons		3,8 ton

Udførelse

Dimensionering

Kedlen skal passe til varmebehovet og til varmeanlægget. Men der er forskel i dimensioneringsmetoden for de to kedeltyper:

Brænde kedlen med akkumuleringstank skal dimensioneres efter, at der fx planlægges 2 påfyldninger med brænde i døgnet i den koldeste periode. Forbrændingskammeret i kedlen skal være stort nok til at rumme halvdelen af døgnforbruget. Kedlen skal fyres ved 100 % last, hvilket giver den bedste virkningsgrad og den laveste miljøbelastning til omgivelserne.

Den energimængde, der ikke kan afleveres til boligen, bliver afsat i akkumuleringstanken. Denne skal have et vandindhold, så vandtemperaturen ved 1 påfyldning hæves fx fra 50°C til 90°C. Boligen får derefter varmforsyning fra tanken, når brændet i kedlen er udbrændt. Denne dimensioneringsmetode betyder, at kedlen ofte har en højere ydelse (i kW), end hvis det er en automatisk pillefyret kedel.

Den automatiske pillekedel skal ikke have akkumuleringstank. Den kører ligesom et oliefyr efter en driftstermostat, der kalder på varme, når kedlevandet er faldet til en bestemt temperatur. Ydelsen skal afpasses til bygningens varmetab.

Samspelet mellem kedel, bygning og varmeanlæg spiller altid en vigtig rolle, og overdimensionering kan være kritisk for en automatisk fyret pillekedel, men en naturlig løsning for en brænde kedel med akkumuleringstank.

Det anbefales, at der benyttes en installatør der er tilknyttet KSO (Kvalitetssikringsordningen) for optimal dimensionering og installation af anlægget.

Der må kun opstilles godkendte kedler efter EN 303-5, klasse 3. Løse pillebrændere skal være godkendt efter EN 15270. Godkendte kedler og brændere kan findes på www.teknologisk.dk/911. Alle installationer af kedler skal overholde reglerne fastsat i brændeovnsbekendtgørelse (nr. 46 22/01/2015).

Der bør kun anvendes kedler med A-mærkede pumper. A-pumper findes på Energistyrelsens hjemmeside. Det er et krav for nyinstallerede kedler, at producenten skal udlevere en prøvningsattest til ejeren. Denne fastsætter, hvilket fyringsprincip kedlen er godkendt til. Det er kun tilladt at fyre efter det fyringsprincip, som kedlen er godkendt til.

Montage og sikkerhed

Der kan benyttes samme fremløbs- og returtemperaturer i varmeanlægget som ved et oliefyret anlæg.

Både et brændefyret kedelanlæg og et pillefyret kedelanlæg kan udføres som et åbent anlæg med åben ekspansionsbeholder. Det betyder, at anlægget er trykløst. Sikkerhedsledningen fra kedlen til ekspansionsbeholderen skal udgå fra kedlens højeste sted, være uafspærrelig (dvs. ingen ventiler monteret) og være stadig stigende frem til ekspansionsbeholderen. Ekspansionsbeholderen skal frostsikres.

Anlægget kan også udføres med lukket ekspansionsbeholder, men for en manuelt fyret brænde kedel kræves, at kedlen er udført med en indbygget varmeveksler til bortledning af restvarmen. Arbejdstilsynets vejledning nr B.4.8 skal følges.

Ved et automatisk pillefyret anlæg skal der indbygges 2 af hinanden uafhængige sikringer mod tilbagebrand i brændselsfremføringen. Dette er beskrevet nærmere i Brandteknisk vejledning nr. 32.

Indretningen af fyrrummet er beskrevet i Brandteknisk vejledning nr. 32. Der er begrænsning for, hvor meget brændsel der må være i rummet, og der er krav til flugtveje, BS- og BD-krav til vægge og døre, afløbsforhold og brandslukningsudstyr.

Hvis huset i forvejen har elvarme, skal der etableres vandbåren varmeanlæg med rør til radiatorer eller gulvvarme.

Regler for skorstenens højde og placering i forhold til omkringliggende huse for nyinstallerede kedler skal overholdes. Dvs., man ikke med sikkerhed kan benytte en evt. eksisterende skorsten.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer. Bemærk at der skal være plads til betjening, rensning og besigtigelse af anlægget jf. AT-Vejledning B.4.8

Eftersyn og vedligehold

Kedlens bruger skal have overleveret en fyldestgørende brugervejledning på dansk. Denne skal følges med kedlen fra producenten. Vejledningen skal følges nøje.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Skorstenshøjde og placering	Lever den eksisterende skorsten op til kravene i brændeovnsbekendtgørelsen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Brændselslager	Er der plads til pille- eller brændelager?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Afløb i fyrrum	Er der afløb for den åbne ekspansion, sikkerheds-varmeveksleren eller sikkerhedsventilen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Akkumuleringstank	Er der plads til en akkumuleringstank ved montage af brændekedel?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Sikkerhed mod tæring i kedlen	Er der blandeshunt mellem fremløb og returløb?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Daglig pasning	Er der plads omkring kedlen til rensning og vedligehold?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Bygningens indretning	Kan bygningen med fyrrummet indrettes så Brandteknisk vejledning nr. 32 er opfyldt?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
El-tilslutning af kedel, cirkulationspumpe og automatik	Kan styring og cirkulationspumpe tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9

1. Skorstenshøjde og placering

Det skal sikres, at en evt. eksisterende skorsten kan leve op til kravene til skorstenshøjde og placering i forhold til nabobygninger. Kravene er beskrevet her <http://braendefyringsportalen.dk/problemer-med-roeg/reglerne/krav-til-nye-skorstene/>. Er det ikke tilfældet, skal der for at lovliggøre installationen etableres ny skorsten, der overholder kravene.

2. Brændselslager

Standardhuset på 130 m² bruger ca. 4,5 tons om året. Hvis der er plads (fx på loftet), er en silo til løse piller optimalt. Disse indblæses fra lastbilen. Støvgener må påregnes, og en cyklon i siloen med afblæsning til det fri, der adskiller transportluft og piller, anbefales. Ved levering af piller i sække må der påregnes væsentligt manuelt arbejde. Siloen skal være godt ventileret for at undgå sundhedsskadelig CO-emission fra pillerne.

Brænde fylder meget, og det er praktisk at have brændelageret tæt på fyrrummet for at reducere den daglige arbejdsindsats. I Brandteknisk vejledning nr. 32 er der angivet, hvor meget brændsel der må oplagres i fyrrummet.

3. Afløb i fyrrum

Der skal etableres et brugbart gulvafløb i fyrrummet for overløb fra sikkerhedsventilen og ekspansionsbeholder, hvis dette ikke forefindes.

4. Akkumuleringstank

En akkumuleringstank isoleret efter DS 452 kan udføres med isoleringstykkelse på 100-200 mm. Det anbefales dog at opstille akkumuleringstanken, så der kan isoleres med større tykkelse, f.eks. 400 mm. Det vil reducere varmetabet betragteligt og dermed forbedre økonomien for husejeren.

5. Sikkerhed mod tæring i kedlen

For at undgå koldt returvand i kedlen med efterfølgende risiko for kondens og tæring i fyrrummet skal der monteres en blandeshunt mellem fremløb og returløb, så returvandet er over 40°C varmt.

6. Daglig pasning

Det kræver plads omkring kedlen at fjerne aske og rense hedeflader for aske, og eventuelt påfylde piller i en forsilo. Det anbefales at have en mindre industristøvsuger til det daglige renhold.

7. Bygningens indretning

I Brandteknisk vejledning nr. 32 er der en del krav til bygningens indretning samt for anlæg opstillet i det fri. Vigtige krav er brandforebyggelse, flugtveje og bygningsdelenes brandklasser.

8. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres, så den lever op til gældende regler i forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer

9. El-tilslutning af kedel, cirkulationspumpe og automatik

VVS montører må gerne tilslutte kedel og pumper m.m. til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye el-tavler eller faste el-installationer, skal dette foretages af en autoriseret elinstallatør.

Indeklima

Når brændselslageret fyldes, og når asken tømmes, kan der være gener fra støv.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Fyringsanlæg skal projekteres, udføres og installeres, så der opnås god forbrænding og der skal sikres tilstrækkelig tilførsel af luft til forbrændingen.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler og standarder, som er beskrevet i afsnittet om "Udførelse".

Kedler på op til 500 kW til fyring med fast brændsel, der installeres i eller i tilknytning til bygninger, skal mindst opfylde kravene til sikkerhedsniveau og virkningsgrad for kedelklasse 5 i DS/EN 303-5.

Løst udskiftelige pillebrændere med en indfyret effekt på højst 70 kW, som installeres på en eksisterende kedel, skal være godkendt efter DS/EN 15270. Godkendte kedler og brændere kan findes på www.teknologisk.dk/911.

Alle installationer af kedler skal overholde reglerne fastsat i brændeovnsbekendtgørelse (nr. 199 04/02/2022). Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden kedlen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Brændefyringsportalen
Krav til kedler og skorstene
www.braendefyringsportalen.dk/

Liste over godkendte kedler og brændere på
www.teknologisk.dk/911

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

Solvarmeanlæg til varmt brugsvand

Det anbefales at etablere solvarme til opvarmning af det varme brugsvand i huse, som opvarmes med olie-, gaskedel eller elradiatorer. Det er især oplagt at etablere solvarme samtidig med udskiftning af tagbelægning, varmtvandsbeholder eller kedel.

Anbefaling til anlæggets størrelse

Solvarme til varmt brugsvand med 4 m² solfanger og 200 liter solvarmebeholder

Hvis der er flere end fire beboere i huset, bør solfangerarealet øges med 1 m² og solvarmebeholderens volumen med 50 liter for hver ekstra beboer.

Fordele

- Om sommeren kan solvarmen dække husstandens behov for varmt vand
- Kedlen kan slukkes om sommeren
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Solen er ren og vedvarende energi
- Solvarme sender et miljøvenligt signal til omgivelserne
- Solvarme øger husets værdi
- Lavere CO₂-udledning

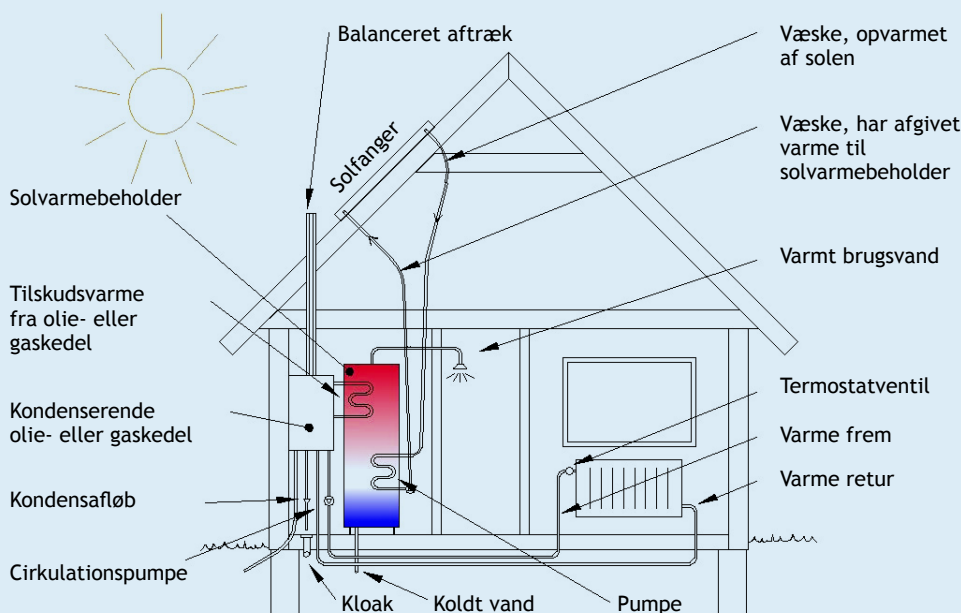
Energibesparelse

Eksisterende forhold	Nyt solvarmeanlæg	
	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	kWh/m ² pr. år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	520	30
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	790	50

Forudsætning

Besparelserne forudsætter, at solfangerne orienteres mod syd med en hældning på 45°.

Hvis tagfladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet under afsnittet udførelse, punkt 4, til at finde den procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet af solfangerne tilsvarende større.



Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus med fem beboere etableres der 5 m ² solfanger på et sydvendt tag med 45° hældning og 250 liter solvarmebeholder i bryggers.		
	Huset opvarmes med en A-mærket naturgaskedel, der slukkes om sommeren.		
	Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ .		
Årlig energibesparelse kWh	Gasforbrug til fremstilling af varmt vand	5 m ² x 520 kWh/m ² =	2.600 kWh
	Elforbrug til drift af pumpe	5 m ² x 30 kWh/m ² =	150 kWh
	Besparelse	2.600 kWh - 150 kWh =	2.450 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas	2.600 kWh/11 kWh/m ³ =	236 m ³
	Besparelse gas	13,80kr./m ³ x 236 m ³ =	3.262 kr.
	Omkostninger el til drift af pumpe	2,70 kr./kWh x 150 kWh =	405 kr.
	Besparelse	1.796 kr. - 315 kr. =	2.857 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas	0,205 kg/kWh x 2.600 kWh =	533 kg
	CO ₂ -tillæg el	0,211 kg/kWh x 150 kWh =	32 kg
	CO ₂ -besparelse	533 kg - 32 kg =	501 kg/0,5 ton

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningstilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Solfangerne monteres på det mest solbeskinnede sted på taget. Der må ikke være skygge på solfangerne fra kl. 9-16 fra maj til september.

Solvarmebeholderen, som altid står lodret som vist på illustrationen på forsiden, opstilles i bryggers eller tilsvarende og erstatter den eksisterende varmtvandsbeholder.

Anlægget skal sikres mod skader (dvs. kogning eller overophedning), hvis solvarmen ikke kan bruges i fuldt omfang. Det kan fx være med en ekstra stor ekspansionsbeholder, hvori solfangervæsken kan udvide sig. Anlæg skal altid installeres i henhold til leverandørens anvisninger. Sikkerhedsventilen forsynes med et blæserør, som føres ca. 10 cm over gulv. Blæserøret afskæres skråt.

Installationen udføres efter gældende regler og forskrifter om vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer og DS 439 for vandinstallationer.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Solbestråling	Er der skygge på taget om sommeren?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Tag	Er taghældningen mellem 0° og 15°?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Tagbelægning	Er der tale om stråtag eller anden type tag, der kan besværliggøre monteringen af solfangerne?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Hældning og orientering	Er taghældningen mellem 15° og 60°? Vender taget mod syd?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Montering på eksisterende tag	Kan der monteres gængse tagbeslag og rørgennemføringer til monteringen af solfangerne?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Nyt tag	Skal tagbelægningen alligevel skiftes?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Rørtræk og gennemføringer	Er der udnyttet loft, således at rørtrækkene skal foretages i skunk, og er der nem adgang til skunken?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Rørføring	Der skal være så kort afstand som mulig mellem solfanger og beholder. Afklar mulighederne for at trække rør med husejeren.	Afklares med husejeren	
Beholder og tilslutninger	Er der plads til beholderen? Er der gode adgangsforholdene for udskiftningen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9
Elforsyning til pumpen og styring	Kan styring og pumpe tilsluttes eksisterende eltavle?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10

1. Solbestråling

Hvis der er skygge på taget, kan der vælges en anden placering af solfangerne: På carport eller fritstående på stativ.

2. Tag







Hvis der er fladt tag, monteres solfangerne på et stativ, gerne så de vender stik syd med en hældning på 45°.

3. Tagbelægning

Er der tale om et stråtag eller en anden tagtype, som er udenfor "gængs" standard, skal en forsvarlig fastgørelse af solfangerne sikres (en solfanger vejer ca. 40 kg pr. sektion). Alternativt kan solfangerne placeres på stativ stående på jorden.

4. Hældning og orientering

En solfanger virker optimalt ved en placering på en sydvendt 45° tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solfangerens størrelse i m² afhængig af retning og taghældning. I tabellen til højre kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Afvigelse fra syd	Hældning fra vandret	0°	30°	45°	75°	90°
	15°	91	93	89	86	82
	30°	96	95	92	88	82
	45°	100	98	95	90	81
	60°	101	99	96	89	79
	75°	98	96	93	86	75
	90°	91	89	85	78	69

Eksempel på anvendelse af tabellen:

Et parcelhus med fire personer skal som udgangspunkt have i alt 4 m² solfanger for at opnå en tilstrækkelig mængde varmt vand, hvis tagets hældning er 45°, og solfangeren vender mod syd. (Du kan se i tabellen, at det svarer til 100 %). Hvis huset derimod har en taghældning på 60°, og orienteringen er 90° fra syd, yder anlægget kun 79 %. For at få samme ydelse skal der lægges 5 m² solfanger i stedet for 4 (udregnes sådan: 4 m² / 0,79 = ca. 5 m² solfangerareal).

5. Montering på eksisterende tag

Solfangerne monteres på skinner på taget eller på et stativ. Anlægget leveres med beslag til forskellige tagtyper. Tjek derfor altid, før du går i gang, at beslag til montering af solfangerne passer til det aktuelle tag.

6. Nyt tag

Hvis tagbelægningen skal skiftes, er der mulighed for at indbygge solfangerne i taget.

7. Rørtræk og gennemføring

Du skal sikre dig, at du kan komme ind i skunken, eller overvej eventuelt en anden løsning for rørføringen.

8. Beholder og tilslutninger

En typisk solvarmebeholder på 300 liter vejer ca. 80-100 kg uden vand og måler typisk ca. 60 x 60 x 200 cm. Undersøg den nøjagtige størrelse og afklar adgangs- og placeringsmuligheder med kunden.

9. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres efter gældende forskrifter om vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

10. Elforsyning til pumpen

VVS-montører må gerne tilslutte pumper til eksisterende stikkontakt. Hvis der skal etableres en ny stikkontakt i forbindelse med solvarmeinstallationen, skal det foretages af en autoriseret el-installatør.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der er ingen specifikke krav til anlæggets ydeevne. Installationen skal udføres, så temperaturen i anlægget ikke giver anledning til skader på personer eller bygninger. Solvarmerør kan blive over 85-100°C varme og må derfor ikke placeres i kontakt med brændbart materiale, herunder trækonstruktioner. Desuden skal der træffes foranstaltninger mod skoldningsfare fra varmt brugsvand.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for dimensionering af vandinstallationer.

Cirkulationspumpen skal være CE-mærket og have et EnergiEffektivitetsIndex (EEI), der er mindre end 0,23.

Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

www.ens.dk

www.dansksolvarmeforening.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser i Bygninger (VEB)

Du kan ringe til os på tlf. 7220 2255, hvis du har spørgsmål.

Eller gå ind på hjemmesiden:

www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Solvarmeanlæg til varmt brugsvand og opvarmning

Solvarme til rumopvarmning er relevant, når der er et opvarmningsbehov i sommerhalvåret. Det kan for eksempel være klinkegulve med gulvarme eller kældre, der skal holdes tørre. Hvis ikke det er aktuelt, anvendes et mindre anlæg, som kun producerer varmt brugsvand. Se energiløsningen: "Solvarmeanlæg til varmt brugsvand".

Solvarme et til huse, som opvarmes med oliekedler, gas- eller elradiatorer. Det er især oplagt at etablere solvarme samtidig med udskiftning af tagbelægning, varmtvandsbeholder eller kedel.

Anbefaling til anlæggets størrelse

Solvarme til varmt brugsvand med 7 m² solfanger og 300 liter solvarmebeholder.

Som tommelfingerregel kan man regne med 0,5-1 m² solfanger for hver MWh årligt varmebehov. Med denne anlægstørrelse dækkes typisk 15-30 % af det totale varmebehov i eksisterende boliger. Højere dækning er mulig, men ikke altid økonomisk rentabel.

Fordele

- Om sommeren kan solvarmen dække husstandens behov for varmt vand og varme
- Kedlen kan slukkes om sommeren
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning

Fordele

- Solen er ren og vedvarende energi
- Solvarme sender et miljøvenligt signal til omgivelserne
- Solvarme øger husets værdi
- Lavere CO₂-udledning

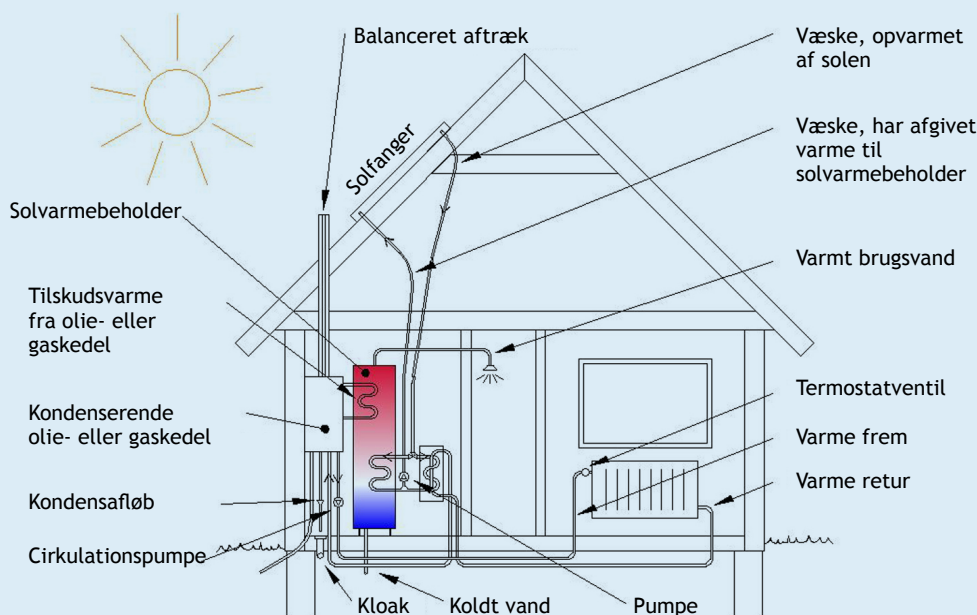
Energibesparelse

Eksisterende forhold	Nyt solvarmeanlæg	
	Energibesparelse pr. kvadratmeter solfanger	Energiforbrug til drift af anlægget pr. kvadratmeter solfanger
	kWh/m ² pr. år	
A-mærket kedel, fjernvarme eller elvarme	390	23
Ældre kedel eller kedel med dårligere energimærke	593	38

Forudsætning

Besparelserne forudsætter, at solfangerne orienteres mod syd med en hældning på ca. 45°.

Hvis tagfladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet under afsnittet udførelse, punkt 4, til at finde den procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet af solfangerne tilsvarende større.



Udførelse

Solfangerne monteres på det mest solbeskinnede sted på taget. Der må ikke være skygge på solfangerne fra kl. 9-16 fra maj til september.

Solvarmebeholderen, som altid står lodret som vist på illustrationen på forrige side, opstilles i bryggers eller tilsvarende og erstatter den eksisterende varmtvandsbeholder.

En ekstra varmeveksler sørger for, at varme fra solfangerkredsen kan overføres til gulvvarme- og/eller radiatorkredsen. Det sker som regel ved, at en ventil skifter stilling, når brugsvandsbehovet er dækket. Hvis der ikke i forvejen er noget vandbåret varmeanlæg i bygningen, kan der indsættes en stor radiator eller konvektor i solvarmekredsen.

Der kan være nogen variation i den konkrete anlægsopbygning og styrestrategi alt efter fabrikat. Se producentens vejledning.

Anlægget skal sikres mod skader (dvs. kogning eller overophedning), hvis solvarmen ikke kan bruges i fuldt omfang. Her bruges fx en ekstra stor ekspansionsbeholder, hvori solfangervæsken kan udvide sig.

Anlæg skal altid installeres i henhold til leverandørens anvisninger. Sikkerhedsventilen forsynes med et blæserør, som føres ca. 10 cm over gulv. Blæserøret afskæres skråt.

Installationen udføres efter gældende regler og forskrifter vedr. vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer og DS 439 for vand-installationer.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus med fem beboere etableres der 8 m ² solfanger på et sydvendt tag med 45° hældning og 350 liter solvarmebeholder i bryggers. Huset opvarmes med en A-mærket naturgaskedel, der slukkes om sommeren. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ Elpris: 2,70 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Gasforbrug til fremstilling af varmt vand	8 m ² x 390 kWh/m ² =	3.120 kWh
	Elforbrug til drift af pumpe	8 m ² x 23 kWh/m ² =	184 kWh
	Besparelse	3.120 kWh - 184 kWh =	2.936 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas	3.120 kWh / 11 kWh/m ³ =	284 m ³
	Besparelse gas	13,80 kr./m ³ x 284 m ³ =	3.914 kr
	Omkostninger el til drift af pumpe	2,70 kr./kWh x 184 kWh =	497 kr
	Besparelse	3.914 kr. - 497 kr. =	3.417 kr
Årlig CO ₂ -besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas	0,205 kg/kWh x 3.120 kWh =	640 kg
	CO ₂ -tillæg el	0,211 kg/kWh x 184 kWh =	39 kg
	CO ₂ -besparelse	640 kg - 39 kg =	601 kg/0,6 ton

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Solbestråling	Er der skygge på taget om sommeren?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Taghældning	Er taghældningen mellem 0° og 15°	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Tagbelægning	Er der tale om stråtag eller anden type tag, der kan besværliggøre monteringen af solfangerne?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Hældning og orientering	Er taghældningen mellem 15° og 60°? Vender taget mod syd?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Montering på eksisterende tag	Kan der monteres gængse tagbeslag og rørgennemføringer til monteringen af solfangerne?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Tagudskiftning	Skal tagbelægningen alligevel skiftes?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Rørtræk og gennemføringer	Hvis der er udnyttet loft, så rørtrækkene skal foretages i skunk: Er der nem adgang til skunken?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Rørføring	Der skal være så kort afstand som muligt mellem solfanger og beholder. Afklar mulighederne for at trække rør med husejeren.	Afklares med husejeren	
Beholder og tilslutninger	Er der plads til beholderen? Hvordan er adgangsforholdene for montagen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Varmeanlæg	Er der lavtemperaturvarme, fx gulvvarme?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9
Rørisolering	Udfører dit firma selv rørisoleringen?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10
Elforsyning til pumpen	Kan styring og pumpe tilsluttes eksisterende eltavle?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 11
Samspil med kedelstyring	Er varmeanlæg allerede forberedt til solvarme (via kedelstyring)?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 12

1. Solbestråling

Hvis der er skygge på taget, kan der vælges en anden placering af solfangerne: På carport eller fritstående på stativ.

2. Taghældning







Hvis der er fladt tag, monteres solfangerne på et stativ, gerne så de vender stik syd med en hældning på 45°.

3. Tagbelægning

Er der tale om et stråtag eller en anden tagtype, som er udenfor "gængs" standard, skal en forsvarlig fastgørelse af solfangerne sikres (en solfanger vejer ca. 40 kg pr. sektion). Alternativt kan solfangerne placeres på stativ stående på jorden.

4. Hældning og orientering

En solfanger virker optimalt ved en placering på en sydvendt 45° tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solfangerens størrelse i m² afhængig af retning og taghældning. I tabellen på næste side kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Afvigelse fra syd	Hældning fra vandret	0°	30°	45°	75°	90°
	15°	91	93	89	86	82
	30°	96	95	92	88	82
	45°	100	98	95	90	81
	60°	101	99	96	89	79
	75°	98	96	93	86	75
	90°	91	89	85	78	69

Eksempel på anvendelse af tabellen:

Et parcelhus med med et årligt totalforbrug på 15.000 kWh skal som udgangspunkt have 7-15 m² solfanger for at opnå en dækning af det totale behov på 15-30 %, hvis tagets hældning er 45°, og solfangeren vender mod syd. (Du kan se i tabellen, at det svarer til 100 %). Hvis huset derimod har en taghældning på 60°, og orienteringen er 90° fra syd, yder anlægget kun 79 %. For at få samme ydelse skal der lægges 8 m²/0,79 = ca. 10 m² solfanger i stedet for 8.

5. Montering på eksisterende tag

Solfangerne monteres på skinner på taget eller på et stativ. Anlægget leveres med beslag til forskellige tagtyper. Tjek derfor altid, før du går i gang, at beslag til montering af solfangerne passer til det aktuelle tag.

6. Tagudskiftning

Hvis tagbelægningen skal skiftes, er der mulighed for at indbygge solfangerne i taget.

7. Rørtræk og gennemføringer

Du skal sikre dig, at du kan komme ind i skunken, eller overvej eventuelt en anden løsning for rørføringen.

8. Plads til varmebeholderen

En typisk solvarmebeholder på 300 liter vejer ca. 80-100 kg uden vand og måler typisk ca. 60 x 60 x 200 cm. Undersøg den nøjagtige størrelse og afklar adgangs- og placeringsmuligheder med kunden.

9. Varmeanlæg

Hvis returtemperaturen fra varmeanlægget er for høj, kan solfangeren ikke yde så meget. Indregulering af varmeanlæg kan derfor være en god ide.

10. Rørisolering

Rørisoleringen skal udføres efter gældende forskrifter for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 452 for tekniske installationer.

11. Elforsyning til pumpen

VVS-montører må gerne tilslutte pumper til eksisterende stikkontakt. Hvis der skal etableres en ny stikkontakt i forbindelse med solvarmeinstallationen, skal det foretages af en autoriseret el-installatør.

12. Samspil med kedelstyring

Kontroller, at kedel og eventuel elpatron i beholderen ikke kan køre samtidig.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der er ingen specifikke krav til anlæggets ydeevne. Installationen skal udføres, så temperaturen i anlægget ikke giver anledning til skader på personer eller bygninger. Solvarmerør kan blive over 85-100° C varme og må derfor ikke placeres i kontakt med brændbart materiale, herunder trækonstruktioner. Desuden skal der træffes foranstaltninger mod skoldningsfare fra varmt brugsvand.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer og DS 439 for dimensionering af vandinstallationer.

Cirkulationspumpen skal være CE-mærket og have et EnergiEffektivitetsIndex (EEI), der er mindre end 0,23.

Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

www.ens.dk

www.dansksolvarmeforening.dk

Kontakt Videncenter for Energibesparelser

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Efterisolering af rør, ventiler m.m. i forbindelse med varmekilde

Omkring husets varmekilde befinder der sig ofte en række delvist isolerede eller uisolerede rør og ventiler. Efterisolering af disse giver hurtigt tilbagebetalte energibesparelser.

Hvis rør til radiatorer og/eller varmt brugsvand kun er isoleret med 30 mm isolering eller mindre, bør rørene efterisoleres. Det bør være til nedenstående minimums-anbefaling eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

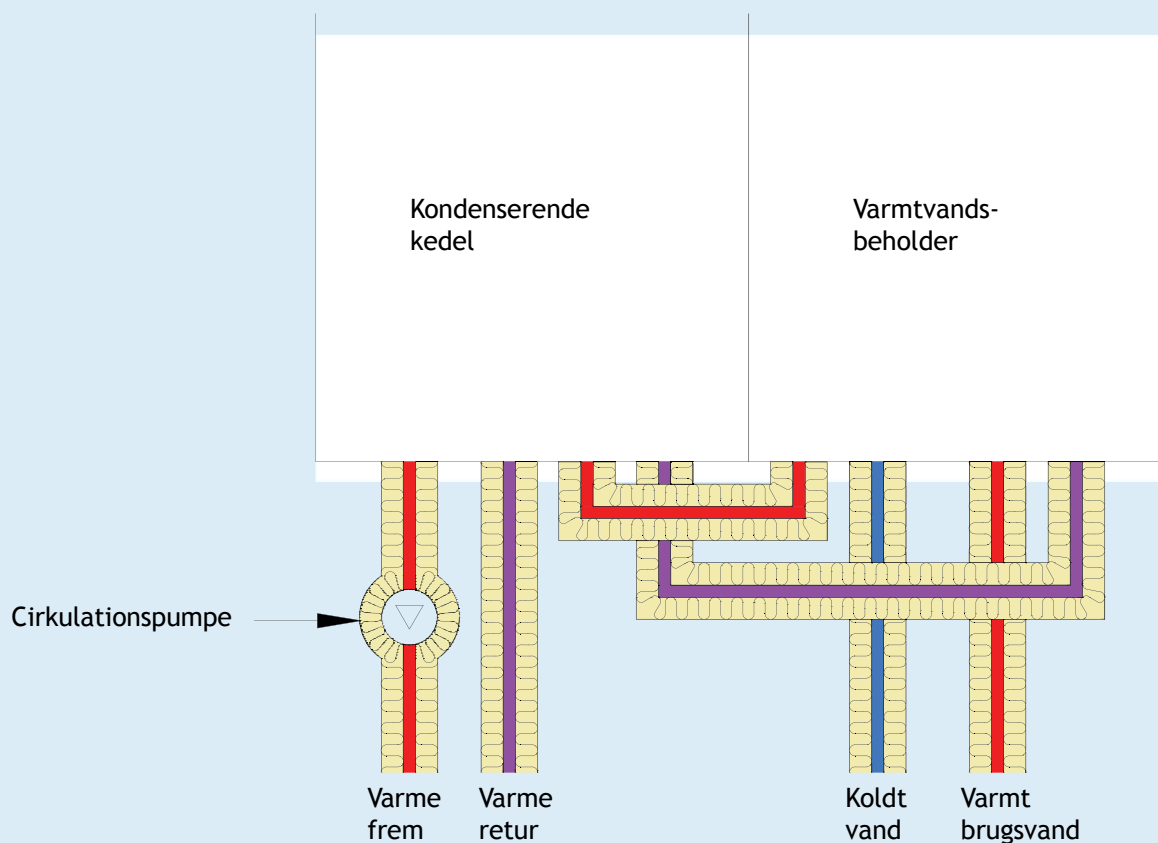
Uisolerede ventiler, snavssamlere m.m. bør ligeledes efterisoleres til nedenstående minimums-anbefaling eller til lavenerginiveau.

Anbefaling til rørisolering

Minimum: 40 mm isolering
Lavenergi: 50 mm isolering

Fordele

- Bedre økonomi pga. mindre varmetab fra rør
- Øget komfort
- Lavere CO₂-udledning
- Forøgelse af husets værdi



Energibesparelse

Rør til radiatorer m.m.

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
22 mm rør med 0 mm isolering	85	85
22 mm rør med 10 mm isolering	24	25
22 mm rør med 20 mm isolering	10	12
28 mm rør med 0 mm isolering	103	103
28 mm rør med 10 mm isolering	29	29
28 mm rør med 20 mm isolering	12	13
35 mm rør med 0 mm isolering	125	125
35 mm rør med 10 mm isolering	34	34
35 mm rør med 20 mm isolering	15	18

Der er forudsat en gennemsnitstemperatur på 45 °C for fremløbs- og returledningen i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C. Driftstid 6.000 h. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). $\Delta t = 45 - 17 = 28$ °C. Halvdelen af varmetabet før vurderes til at blive udnyttet til opvarmning af ejendommen og betragtes derfor ikke som tab, og den samme varmemængde skal tilføjes efter. Dette kan være med til at begrænse den mulige besparelse, da temperaturen i det pågældende rum kan falde til under ønsket temperatur og give fugtproblemer.

Rør til varmt brugsvand

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
15 mm rør med 0 mm isolering	90	90
15 mm rør med 10 mm isolering	18	18
15 mm rør med 20 mm isolering	15	15
18 mm rør med 0 mm isolering	103	103
18 mm rør med 10 mm isolering	29	29
18 mm rør med 20 mm isolering	15	18
22 mm rør med 0 mm isolering	155	155
22 mm rør med 10 mm isolering	43	46
22 mm rør med 20 mm isolering	18	21

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 8.760 h. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). $\Delta t = 55 - 20 = 35$ °C. Halvdelen af varmetabet før vurderes til at blive udnyttet til opvarmning af ejendommen og betragtes derfor ikke som tab, og den samme varmemængde skal tilføjes efter. Dette kan være med til at begrænse den mulige besparelse, da temperaturen i det pågældende rum kan falde til under ønsket temperatur og give fugtproblemer.

Ventiler

I nedenstående tabel ses varmebesparelser i kWh pr. år ved efterisolering af uisolerede ventiler ud fra den ydre rørdiameter og temperaturen på vandet i rørene, der isoleres med 40 mm.

Diameter [mm]	Temperatur [°C]	
	45 (centralvarme)	55 (varmt brugsvand)
15	-	19
18	-	27
22	17	33
28	21	-
35	25	-

For centralvarme er der forudsat en gennemsnitstemperatur på 45 °C for fremløbs- og returledningen i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C. Driftstid 6.000 h.

For det varme brugsvand er der forudsat en temperatur på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C. Driftstid 8.760 h. I beregningerne er anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). Der er forudsat, at overfladearealet af en ventil svarer til 0,2 m rør i samme dimension.

Cirkulationspumper

I nedenstående tabel ses varmebesparelser i kWh pr. år ved efterisolering af uisolerede cirkulationspumper ud fra den ydre rørdiameter og temperaturen på vandet i rørene.

Diameter [mm]	Temperatur [°C]	
	50 (centralvarme)	55 (varmt brugsvand)
15	-	96
18	-	135
22	85	164
28	103	-
35	125	-

Der er for centralvarme forudsat en gennemsnitstemperatur på 45 °C for fremløbs- og returløbet i fyringssæsonen. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C. Driftstid 6.000 h. For det varme forbrugsvand er der forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C. Driftstid 8.760 h.

I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). Der er forudsat, at overfladearealet af en cirkulationspumpe svarer til 1 m rør i samme dimension.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I bryggerset i et enfamilieshus er der 3 meter rør til varmeanlæg med en diameter på 35 mm og 3 meter rør til varmt brugsvand med en diameter på 18 mm. Rørene er isoleret med 20 mm.</p> <p>På rørene til varmeanlæg er der monteret 2 stk. uisolerede ventiler. Det samme gør sig gældende for rørene til varmt brugsvand. Cirkulationspumperne til varmeanlæg og varmt brugsvand er også uisolerede.</p> <p>I forbindelse med en renovering af varmesystemet efterisoleres rørene med yderligere 30 mm isolering til i alt 50 mm. Endvidere isoleres ventiler og cirkulationspumper.</p> <p>Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m³. Gaskedlen er ny og kondenserende.</p>		
Årlig energibesparelse kWh	Rør varmeanlæg	18 kWh/m x 3 m =	54 kWh
	Rør varmt brugsvand	18 kWh/m x 3 m =	54 kWh
	2 ventiler varmeanlæg	25 kWh x 2 =	50 kWh
	2 ventiler varmt brugsvand	27 kWh x 2 =	54 kWh
	Cirkulationspumper	125 kWh + 135 kWh =	260 kWh
	I alt		472 kWh
Årlig energibesparelse m³		472 kWh/11 kWh/m ³ =	43 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.		13,80 kr./m ³ x 43 m ³ =	592 kr
Årlig CO₂-besparelse kg		0,205 kg/kWh x 472 kWh =	97 kg / 0,1 ton

Sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter

I nedenstående tabel ses en sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter på markedet. Tabellen viser, hvor mange mm af de respektive isoleringsmaterialer, det er nødvendigt at isolere med for at opnå det samme lavere varmetab fra røret.

	Højeffektiv rørskål (λ -værdi= 0,034 W/mK)	Rørskål (λ -værdi= 0,038 W/mK)	Rørskål (λ -værdi= 0,045 W/mK)
Minimum	30 mm	40 mm	60 mm
Lavenergi	40 mm	50 mm	80 mm

λ -værdierne i ovenstående tabel er angivet ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Pladsforhold	Er der plads til efterisoleringen uden at flytte rørene?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Eksisterende rørisolering	Er den eksisterende rørisolering i rimelig god tilstand?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Isoleringskapper	Findes der isoleringskapper til de pågældende ventiler og pumper?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3

1. Pladsforhold

Hvis det er muligt, flyttes rørene lidt for at give plads til efterisoleringen. Rørene kan evt. isoleres sammen, hvis de ligger tæt.

2. Eksisterende rørisolering

Dårlige samlinger udbedres, inden rørene isoleres yderligere.

3. Isoleringskapper

Hvis der ikke findes isoleringskapper til de pågældende ventiler og pumper, kan isoleringen udføres med lamelmåtter og pladekapper.



Rørskål afsluttet med plastkappe



Pumpe med isoleringskappe

Udførelse

Rørføringerne skal muligvis flyttes lidt for at give plads til efterisoleringen.

Samlingerne i den eksisterende rørisolering efterses, og evt. utætte samlinger udbedres. De nye rørskåle skal ligge tæt mod de eksisterende rørskåle. Dvs., at det indvendige mål på de nye rørskåle skal svare til det udvendige mål af de eksisterende rørskåle.

De nye rørskåle placeres uden på de eksisterende rørskåle. Alle nye samlinger forskydes i forhold til samlingerne i de eksisterende rørskåle. Rørskålene stødes tæt sammen. Alle samlinger lukkes, så de er tætte.

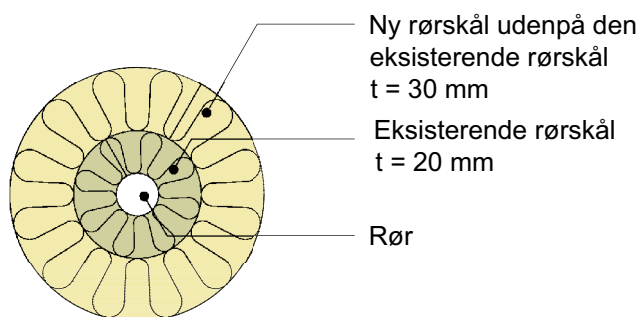
Rørskålene skal være forsvarligt fastgjort. Det kan fx gøres med galvaniseret jerntråd eller med kobbertråd, som bindes rundt om rørskålene. Rørskålene kan stå uden beklædning eller afsluttes med en plast- eller metalkappe.

Hvis det ikke er muligt at flytte rørene, må man efterisolere en del af røroverfladen med den ønskede

isoleringstykkelse mens resten må isoleres med en mindre isoleringstykkelse. Rørskålene må derfor tilskæres efter pladsforholdene.

Til isolering af ventiler (typisk afspærrings- og strengreguleringsventiler) og pumpehuse findes præfabrikerede isoleringskapper. Alternativt kan isoleringen udføres med lamelmåtter og pladekapper.

Med hensyn til cirkulationspumper er det vigtigt ikke at isolere kontrolboksen og undlade at tildække betjeningspanelet.



Indeklima

Når rør og ventiler efterisoleres, afgiver de mindre varme til det rum, som husets varmekilde befinder sig i. Det kan resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Efterisolering af rør og ventiler vil reducere eventuelle problemer med overophedning om sommeren.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

I forbindelse med udskiftning af varmeinstallationer stiller bygningsreglementet krav til de rørstrækninger og komponenter der samtidig udskiftes.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for isolering af tekniske installationer.

Yderligere information

Dansk Standard:
DS 452 Termisk isolering af tekniske
installationer

Se filmen med efterisolering af rør:
[www.byggeriogenergi.dk/film-og-praesentationer/
varmeanlaeg/efterisolering-af-roer](http://www.byggeriogenergi.dk/film-og-praesentationer/varmeanlaeg/efterisolering-af-roer)

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Efterisolering af rør til varmt brugsvand

Befinder køkken og badeværelser sig langt fra husets varmekilde, er der ofte rør, der kan trænge til efterisolering.

Efterisolering af rør til varmt brugsvand giver hurtigt tilbagebetalte energibesparelser.

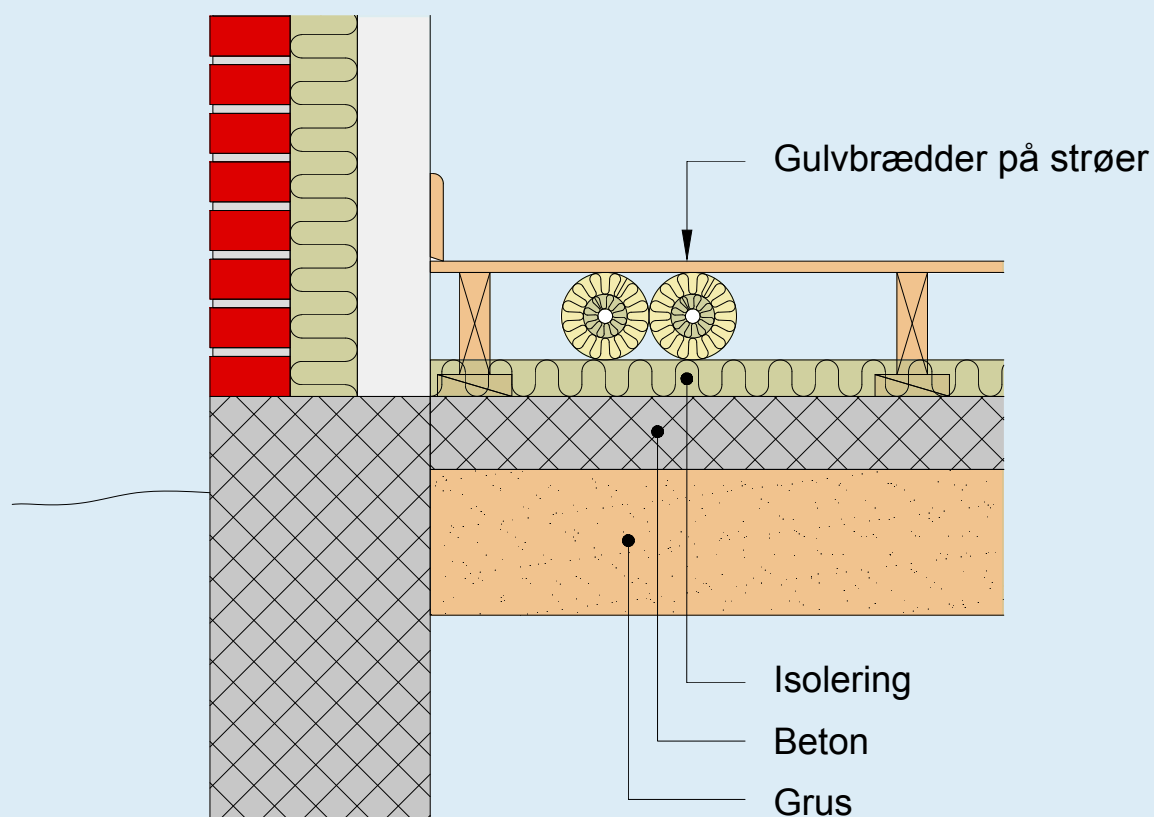
Hvis rør til varmt brugsvand kun er isoleret med 30 mm isolering eller mindre, anbefaler Videncenter for energibesparelser i bygninger, at rørene efterisoleres. Det bør være til nedenstående minimumsanbefaling eller et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Anbefaling til rørisolering

Minimum: 40 mm isolering
Lavenergi: 50 mm isolering

Fordele

- Bedre økonomi pga. mindre varmetab fra rør
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøgelse af husets værdi



Energibesparelse

Rør uden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret uden for isoleringen af klimaskærmen fx i skunk eller i krybekælder, kan energibesparelserne findes i nedenstående skema.

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
15 mm rør med 0 mm isolering	206	210
15 mm rør med 10 mm isolering	27	27
15 mm rør med 20 mm isolering	22	22
18 mm rør med 0 mm isolering	308	313
18 mm rør med 10 mm isolering	49	54
18 mm rør med 20 mm isolering	22	27
22 mm rør med 0 mm isolering	384	389
22 mm rør med 10 mm isolering	63	67
22 mm rør med 20 mm isolering	27	31

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 4 °C. Driftstid 8.760 timer. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). $\Delta t = 55 - 4 = 51$ °C

Rør inden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret inden for isoleringen af klimaskærmen fx over isolering af gulv i terrændæk eller i panel på inderside af væg, kan energibesparelserne findes i nedenstående skema.

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
15 mm rør med 0 mm isolering	90	90
15 mm rør med 10 mm isolering	18	21
15 mm rør med 20 mm isolering	15	18
18 mm rør med 0 mm isolering	127	127
18 mm rør med 10 mm isolering	34	37
18 mm rør med 20 mm isolering	15	18
22 mm rør med 0 mm isolering	155	155
22 mm rør med 10 mm isolering	43	44
22 mm rør med 20 mm isolering	18	21

Der er forudsat en temperatur på det varme brugsvand på 55 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 20 °C. Driftstid 8.760 timer. I beregningerne er endvidere anvendt et isoleringsmateriale med en λ -værdi på 0,038 W/mK (ved en middeltemperatur $T_m = 40$ °C). $\Delta t = 55 - 20 = 35$ °C

Halvdelen af varmetabet før vurderes til at blive udnyttet til opvarmning af ejendommen og betragtes derfor ikke som tab, og den samme varmemængde skal tilføjes efter. Dette kan være med til at begrænse den mulige besparelse, da temperaturen i det pågældende rum kan falde til under ønsket temperatur og kan give fugtproblemer.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningsstyrelsen for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Under gulvet i et enfamiliehus er der 20 meter rør til varmt brugsvand. Rørene har en diameter på 15 mm og er isoleret med 20 mm. I forbindelse med en udskiftning af gulvet, efterisoleres rørene med yderligere 30 mm isolering til i alt 50 mm. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
Årlig energibesparelse kWh/m		18 kWh/m
Årlig energibesparelse kWh	18 kWh/m x 20 m =	360 kWh
Årlig energibesparelse m ³	360 kWh/11 kWh/m ³ =	33 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	13,80 kr./m ³ x 33 m ³ =	452 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg	0,205 kg/kWh x 360 kWh =	74 kg / 0,01 ton

Sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter

I nedenstående tabel ses en sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter på markedet. Tabellen viser, hvor mange mm af de respektive isoleringsmaterialer, det er nødvendigt at isolere med.

	Højeffektiv rørskål (λ-værdi= 0,034 W/mK)	Rørskål (λ-værdi= 0,038 W/mK)	Rørskål (λ-værdi= 0,045 W/mK)
Minimum	30 mm	40 mm	60 mm
Lavenergi	40 mm	50 mm	80 mm

λ-værdierne i ovenstående tabel er angivet ved en middeltemperatur $T_m = 40\text{ °C}$.

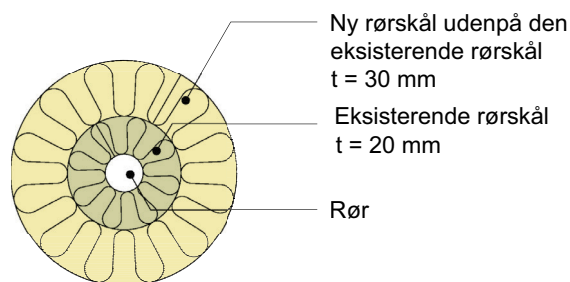
Udførelse

Rørføringerne skal muligvis flyttes lidt for at give plads til efterisoleringen.

Samlingerne i den eksisterende rørisolering efterses, og evt. utætte samlinger udbedres. De nye rørskåle skal ligge tæt mod de eksisterende rørskåle. Dvs., at det indvendige mål på de nye rørskåle skal svare til det udvendige mål af de eksisterende rørskåle.

De nye rørskåle placeres uden på de eksisterende rørskåle. Alle nye samlinger forskydes i forhold til samlingerne i de eksisterende rørskåle. Rørskålene stødes tæt sammen. Alle samlinger lukkes, så de er tætte. Rørskålene skal være forsvarligt fastholdt. Det kan fx gøres med galvaniseret jertråd eller med kobbertråd, som bindes rundt om rørskålene. Rørskålene kan stå uden beklædning eller afsluttes med en plast- eller metalkappe.

Hvis det ikke er muligt at flytte rørene, må man efterisolere en del af røroverfladen med den ønskede isoleringstykkelse mens resten må isoleres med en mindre isoleringstykkelse. Rørskålene må derfor tilskæres efter pladsforholdene.



Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Pladsforhold	Er der plads til efterisoleringen uden at flytte rørene?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Eksisterende rørisolering	Er den eksisterende rørisolering i rimelig god tilstand?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2

1. Pladsforhold

Hvis det er muligt, flyttes rørene lidt for at give plads til efterisoleringen. Rørene kan evt. isoleres sammen, hvis de ligger tæt.

2. Eksisterende rørisolering

Dårlige samlinger på eksisterende isolering udbedres, inden rørene isoleres yderligere.

Indeklima

Når rør til varmt brugsvand efterisoleres, afgiver de mindre varme til de rum, som de er ført i. Det kan resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller anden varmekilde i rummet.

Efterisolering af rør til varmt brugsvand vil reducere eventuelle problemer med overophedning om sommeren.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Installationer skal isoleres mod varmetab og kondens i overensstemmelse med DS 452, Termisk isolering af tekniske installationer.

Ved udskiftning af rør skal installationen udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 439 for dimensionering af vandinstallationer.

Yderligere information

Dansk Standard:
DS 452 Termisk isolering af
tekniske installationer

Se film om efterisolering af rør med din kunde:
[www.byggeriogenergi.dk/film-og-praesentationer/
varmeanlaeg/efterisolering-af-roer](http://www.byggeriogenergi.dk/film-og-praesentationer/varmeanlaeg/efterisolering-af-roer)

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Efterisolering af rør til radiatorer m.m.

Rør til radiatorer m.m. bør efterisoleres uden for det rum, hvor radiatoren befinder sig. Efterisolering af rør giver hurtigt tilbagebetalte energibesparelser.

Hvis rør til radiatorer, konvektorer eller rør frem til gulvvarme kun er isoleret med 30 mm isolering eller mindre, bør rørene efterisoleres. Det bør være til nedenstående minimumsanbefaling eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Efterisolering til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

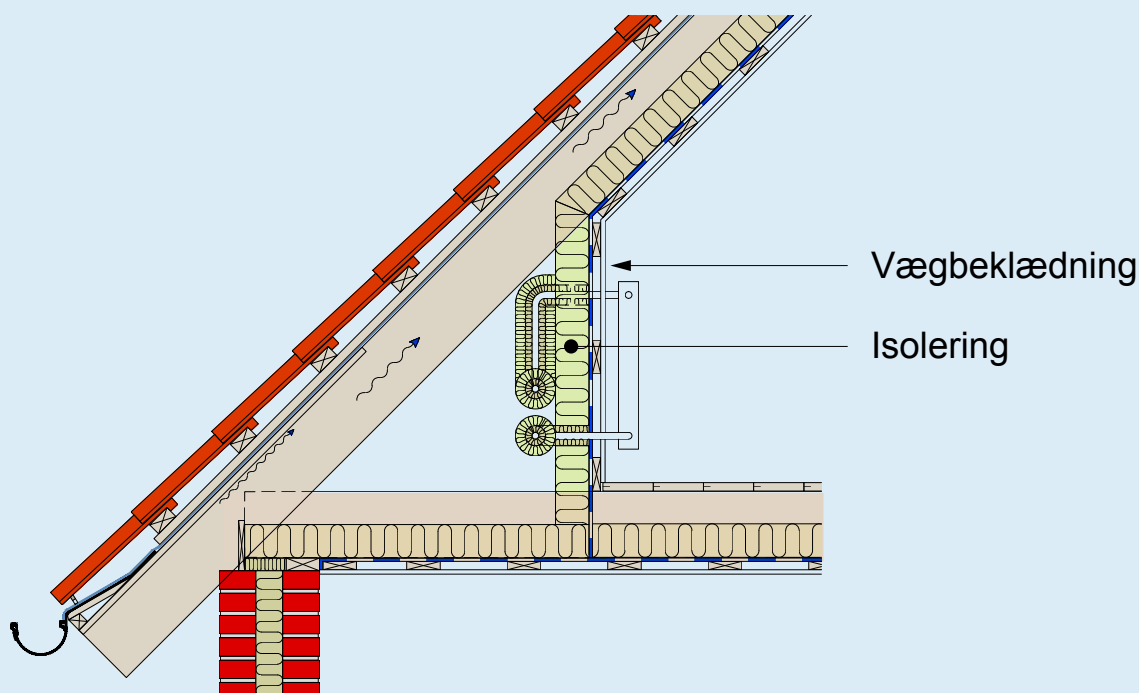
Fordele

- Bedre økonomi pga. mindre varmetab fra rør
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂ udledning

Anbefaling til isoleringstykkelse efter efterisolering

Minimum: 40 mm isolering

Lavenergi: 50 mm isolering



Energibesparelse

Rør uden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret uden for isoleringen af klimaskærmen fx i skunk eller i krybekælder, kan energibesparelserne findes i nedenstående skema.

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
22 mm rør med 0 mm isolering	212	214
22 mm rør med 10 mm isolering	34	37
22 mm rør med 20 mm isolering	15	17
28 mm rør med 0 mm isolering	261	263
28 mm rør med 10 mm isolering	42	44
28 mm rør med 20 mm isolering	17	20
35 mm rør med 0 mm isolering	320	325
35 mm rør med 10 mm isolering	52	57
35 mm rør med 20 mm isolering	22	27

Der er forudsat en temperatur på det varme vand på 45 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 4 °C.

Driftstid 6.000 timer.

$\Delta t = 45 - 4 = 41$ °C

Rør inden for isolering af klimaskærm

Hvis rørene er placeret inden for isoleringen af klimaskærmen fx over isolering af gulv i terrændæk eller i panel på inderside af væg, kan energibesparelserne findes i skemaet nedenfor.

Eksisterende forhold Rørdimension og isolering	Ny samlet isoleringstykkelse	
	Op til 40 mm isolering	Op til 50 mm isolering
	Energibesparelse i kWh/m pr. år	
22 mm rør med 0 mm isolering	85	85
22 mm rør med 10 mm isolering	24	25
22 mm rør med 20 mm isolering	10	12
28 mm rør med 0 mm isolering	103	103
28 mm rør med 10 mm isolering	29	29
28 mm rør med 20 mm isolering	12	13
35 mm rør med 0 mm isolering	125	125
35 mm rør med 10 mm isolering	34	34
35 mm rør med 20 mm isolering	15	18

Halvdelen af varmetabet før efterisolering vurderes til at blive udnyttet til opvarmning af ejendommen og betragtes derfor ikke som tab. Den samme varmemængde skal derfor tilføjes efter efterisoleringen, så temperaturen i det pågældende rum ikke falde til under ønsket temperatur og givet fugtproblemer. Dette kan være med til at begrænse den mulige besparelse. Der er forudsat en rørtemperatur på 45 °C. Omgivelsernes temperatur er sat til 17 °C.

$\Delta t = 45 - 17 = 28$ °C. Baseret på DS452.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningsstilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I skunkene på et hus i 1½ plan er der 20 løbende meter rør til radiatorer på 1. salen. Rørene har en diameter på 22 mm og er isoleret med 20 mm. Der efterisoleres med yderligere 30 mm isolering til i alt 50 mm. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Gaskedlen er ny og kondenserende.	
Årlig energibesparelse pr. m		17 kWh/m
Årlig energibesparelse kWh	17 kWh/m x 20 m =	340 kWh
Årlig energibesparelse m³	340 kWh/11 kWh/m ³ =	31 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	13,80 kr./m ³ x 31 m ³ =	427 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	0,205 kg/kWh x 340 kWh =	70 kg/0,01 ton

Sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter

I nedenstående tabel ses en sammenligning mellem forskellige rørskålsprodukter, der findes på markedet. Tabellen viser hvor mange mm af de respektive isoleringsmaterialer, det er nødvendigt at isolere med.

	Højeffektiv rørskål (λ-værdi= 0,034 W/mK)	Rørskål (λ-værdi= 0,038 W/mK)	Rørskål (λ-værdi= 0,045 W/mK)
Minimum	30 mm	40 mm	60 mm
Lavenergi	40 mm	50 mm	80 mm

λ-værdierne i ovenstående tabel er angivet ved middeltemperatur T_m = 40 °C.

Udførelse

Rørføringerne skal muligvis flyttes lidt for at give plads til efterisoleringen.

Samlingerne i den eksisterende rørisolering efter-sees, og evt. utætte samlinger udbedres. De nye rør-skåle skal ligge tæt mod de eksisterende rørskåle. Dvs., at det indvendige mål på de nye rørskåle skal svare til det udvendige mål på de eksisterende rørskåle.

De nye rørskåle placeres uden på de eksisterende rørskåle. Alle nye samlinger forskydes i forhold til samlingerne i de eksisterende rørskåle. Rørskålene stødes tæt sammen. Alle samlinger lukkes, så de er tætte.

Rørskålene skal være forsvarligt fastholdt. Det kan fx gøres med galvaniseret jertråd eller med kobbertråd, som bindes rundt om rørskålene. Rørskålene kan stå uden beklædning eller afsluttes med en plast- eller metalkappe.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Pladsforhold	Er der plads til efterisoleringen uden at flytte rørene?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Eksisterende rørisolering	Er den eksisterende rørisolering i rimelig god tilstand?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2

1. Pladsforhold

Hvis det er muligt, flyttes rørene lidt for at give plads til efterisoleringen. Rørene kan evt. isoleres sammen, hvis de ligger tæt.

2. Eksisterende rørisolering

Dårlige samlinger udbedres, inden rørene isoleres yderligere.

Indeklima

Når rør til radiatorer efterisoleres, afgiver de mindre varme til de rum, som de er ført i. Hvis der ikke er nogen varmekilde, kan det resultere i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller anden varmekilde i rummet.

Yderligere information

Dansk Standard:
DS 452 "Termisk isolering af tekniske installationer"

Se film om rørisolering sammen med din kunde:
www.byggerienergi.dk/film-og-praesentationer/varmeanlaeg/efterisolering-af-roer

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Styring af cirkulationspumpe til varmt brugsvand

Videncenter for energibesparelser i bygninger anbefaler at benytte termostat- og urstyring på eksisterende cirkulationspumper, så elforbruget til pumpen bliver så lavt som muligt.

Anbefaling

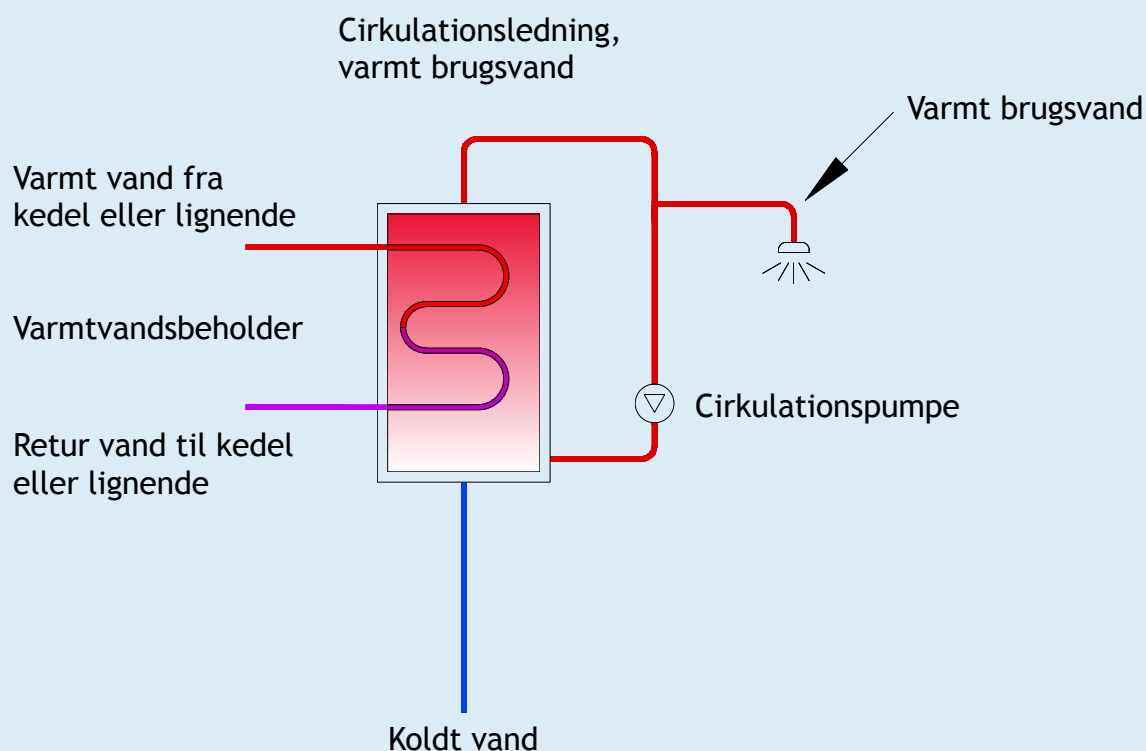
Termostatstyringen bør forhindre, at det tager flere minutter, før det varme vand kommer til tappestederne. Ventetiden er ikke kun et irritationsmoment for beboerne. Det medfører også et stort vandspild.

Termostatstyringen stopper også pumpen, når den ønskede temperatur er nået på det vand, der kommer retur til varmtvandsbeholderen.

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.

Fordele

- Mindre støj i rør og fittings
- Minimale vedligeholdelsesomkostninger
- Besparelse på elregningen
- Lavere CO₂-udledning
- Mindre vandspild



Energibesparelse

Der kan opnås en el- og varmebesparelse 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	
	Elbesparelse 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

Opvarmningssæsonen varer skønsmæssigt 227 dage pr. år. Det betyder, at der ikke er noget opvarmningsbehov i 138 dage.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	<p>I teknikrummet i et enfamiliehus er der installeret en cirkulationspumpe til det varme brugsvand med termostat- og urstyring. Denne styring benyttes ikke. Cirkulationspumpen er derfor i drift hele døgnet.</p> <p>Termostat- og urstyringen indstilles nu, så cirkulationspumpen er i drift 8 timer pr. døgn i tidsrummet fra kl. 6-8 og igen fra kl. 16-22.</p> <p>Der regnes med 138 dage årligt uden opvarmningsbehov. Da pumpen kun er i drift i 8 timer pr. døgn, spares der et varmetab i 16 timer pr. døgn. Det betyder, at der spares et varmetab i 2.208 timer pr. år. Cirkulationsrøret er 20 m og har et varmetab på 0,12 W/mK. Den gennemsnitlige fremløbstemperatur i røret er 55 °C.</p> <p>Elpris: 2,70 kr. pr. kWh Fjernvarmepris: 0,50 kr. pr. kWh</p>	
Årlig elbesparelse		146 kWh
Årlig varmebesparelse	$2.208 \text{ h} \times 0,12 \text{ W/mK} \times (55 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) \times 20 \text{ m} =$	185 kWh
Årlig økonomisk besparelse	$146 \text{ kWh} \times 2,70 \text{ kr./kWh} + 185 \text{ kWh} \times 0,50 \text{ kr./kWh} =$	487 kr
Årlig CO₂-besparelse	$146 \text{ kWh} \times 0,211 \text{ kg/kWh} + 185 \text{ kWh} \times 0,072 \text{ kg/kWh} =$	44 kg / 0,04 ton

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Dimensionering

I et brugsvandsanlæg er cirkulationspumpens opgave at cirkulere varmt brugsvand mellem en varmtvandsbeholder eller -veksler og tappestederne. Pumpen skal være dimensioneret efter varmetabet i cirkulationsledningen. Der er altid et temperaturfald på brugsvandet på grund af et varmetab i cirkulationsledningen. I enfamiliehus skal pumpens flow være dimensioneret, så temperaturfaldet fra varmtvandsbeholderen til det yderste forbrugssted maksimalt er 3-5 °C. Derfor gælder det, at jo højere varmetabet fra cirkulationsledningen er, jo højere flow skal cirkulationspumpen levere. Af DS 439 norm for vandinstallationer fremgår det, at varmtvandsanlæg for at

undgå vandspild bør udformes, så det varme vand ved en vandstrøm på 0,2 l/s når frem til tappestederne senest 10 sekunder efter, at tapningen er påbegyndt.

Montage

Den gamle pumpe afmonteres. Pumpen placeres i rørestrengen, så vandet strømmer den rigtige vej – typisk angivet med pile på pumpehuset. Pumpen monteres med motorakslen i vandret stilling. Pumpen skal tilsluttes en ekstern netspændingsafbryder med jord.

Eftersyn

Cirkulationspumpen er normalt vedligeholdelsesfri, og der er ingen krav om eftersyn.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Cirkulationspumpens alder	Er cirkulationspumpen fra før 1995?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Cirkulationspumpens mærkeplade	Kan cirkulationspumpens type og optagne effekt aflæses på mærkepladen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Cirkulationspumpens styring	Er cirkulationspumpen med termostat- og tidsstyring?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3

1. Cirkulationspumpens alder

Den eksisterende cirkulationspumpes alder har stor betydning for pumpens elforbrug og elbesparelsen ved udskiftning. Ældre cirkulationspumper (fra før 1995) har et højere elforbrug end nyere.

2. Cirkulationspumpens mærkeplade

Hvis det mindste tal på cirkulationspumpens mærkeplade er 60 W eller derover (fx ældre Grundfos UP cirkulationspumper), er pumpen enten af ældre dato eller for stor. I dette tilfælde bør pumpen udskiftes til en moderne cirkulationspumpe med termostat- og urstyring.

3. Cirkulationspumpens styring

Cirkulationspumpens styring har stor betydning for elforbruget. Cirkulationspumpen bør være med termostat- og tidsstyring. Termostatstyringen forhindrer, at det tager flere minutter, før det varme vand kommer til tapstederne. Den stopper også pumpen, når den ønskede returtemperatur er nået.

Tidsstyringen gør det muligt at vælge præcis de tidspunkter på døgnet, hvor beboeren ønsker øjeblikkelig adgang til varmt vand.

Indeklima

Når der installeres styring af cirkulationspumpen til varmt brugsvand, kan det resultere i reduceret støj fra rør og fittings, når pumpen er slukket eller kører langsommere.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for isolering af tekniske installationer.

Yderligere information

Dansk Standard:
DS 452 Isolering af tekniske installationer
DS 439 Norm for vandinstallationer

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Udskiftning af cirkulationspumpe i rumvarmeinstallation

Der kan i mange tilfælde spares energi på at udskifte husets cirkulationspumpe. Videncenter for Energibesparelser i Bygninger anbefaler udskiftning, hvis huset opvarmes med fjernvarme, olie, gas eller fast brændsel, og det varme vand i varmeanlægget cirkuleres med en traditionel trinreguleret cirkulationspumpe (typisk 3 trin).

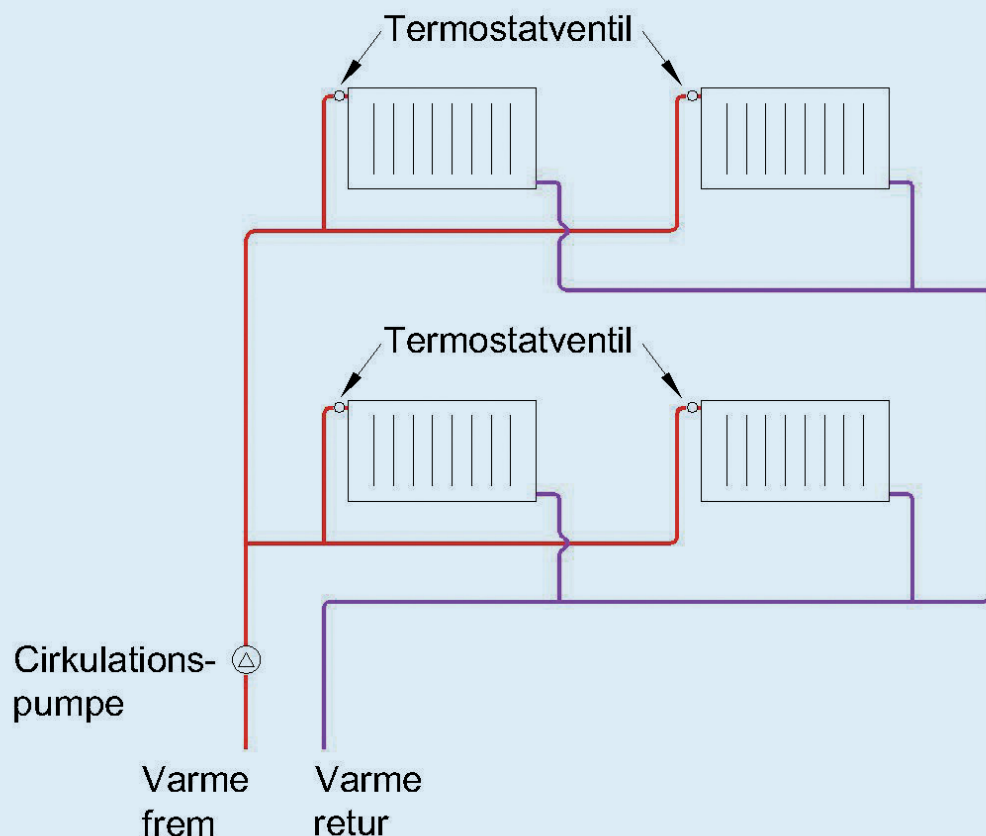
Her vil det være relevant at skifte til en trinløs regulerbar ny cirkulationspumpe.

Anbefaling til cirkulationspumpe

Cirkulationspumper skal overholde Europa-Kommissionens forordning (EU) nr. 641/2009 af 22. juli 2009. Dette betyder at cirkulationspumper skal være mærket med et EnergiEffektivitetsIndeks (EEI) og at man fra 1. august 2015 skal overholde et EEI lavere end 0,23.

Fordele

- Mindre støj i rør og radiatortermostatventiler
- Besparelse på elregningen
- Lavere CO₂-udledning



Energibesparelse

Ved udskiftning af en trinreguleret cirkulationspumpe til en trinløs regulerbar cirkulationspumpe opnås en besparelse på elregningen. Besparelsen afhænger af, hvordan den trinregulerede cirkulationspumpe er indstillet.

Eksisterende Pumpe	Ny Pumpe
	Energibesparelse [kWh/år]
Trin 3	481
Trin 2	350
Trin 1	219
Gennemsnit ¹⁾	350

¹⁾ Hvis den eksisterende cirkulationspumpe trinreguleres manuelt, kan gennemsnitsværdien benyttes som årlig energibesparelse.

En trinreguleret cirkulationspumpe kan typisk indstilles i tre forskellige trin. Besparelsens afhængighed af denne indstilling ses i nedenstående tabel.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højst for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et enfamiliehus på 130 m ² fra 1975 med et årligt varmebehov på 18.000 kWh udskiftes den trinregulerede cirkulationspumpe til en trinløs regulerbar cirkulationspumpe. Den trinregulerede cirkulationspumpe er altid indstillet på trin 2. Elpris: 2,70 kr. pr. kWh.
Årlig elbesparelse	350 kWh
Årlig økonomisk besparelse	350 kWh x 2,70 kr./kWh = 945 kr
Årlig CO ₂ -besparelse	0,211 kg/kWh x 350 kWh = 74 kg / 0,1 ton

Udførelse

Dimensionering

Pumpefabrikanterne har online dimensioneringsprogrammer, som kan anvendes til at finde den mest energioptimale cirkulationspumpe:

- On-line pumpevalgsværktøj fra Grundfos (www.grundfos.com)
- Wilo-Select fra 4 online Wilo (www.wilo.dk)

De mindste cirkulationspumper kan anvendes i enfamiliehuse med en- og to-strengede varme anlæg med alle typer varmeproducerende enheder.

Ved gulvvarmeanlæg er der nogle begrænsninger, som ses i tabellen på næste side.

Byggeår

Areal [m ²]	1930-1939	1940-1949	1950-1959	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999	2000-2009
< 80	Gulvvarme + kedelanlæg, indirekte og direkte fjernvarme							
80-100								
100-120	Gulvvarme + kedelanlæg og indirekte fjernvarme							
120-140								
140-160	Kan ikke anvendes. En større skal dimensioneres							
160-180								
180-200	Kan ikke anvendes. En større skal dimensioneres							
200-300								
300-400	Kan ikke anvendes. En større skal dimensioneres							

Montage

Før pumpen monteres, tømmes varmeanlægget for vand.

Pumpen placeres i rørstrengen, så vandet strømmer den rigtige vej. Strømningsretning gennem pumpen er angivet med pile på pumpehuset. Når pumpen monteres i rørstrengen, bruges de medfølgende pakninger. Pumpen monteres med motorakslen i vandret stilling.

Pumpen skal tilsluttes en ekstern netspændingsafbryder med en brydeafstand på min. 3 mm i alle poler. Pumpen skal forbindes til jord.

Eftersyn

Cirkulationspumpen er normalt vedligeholdelsesfri, og der er ikke krav om eftersyn.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Cirkulationspumpens alder	Er cirkulationspumpen fra før 1995?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Cirkulationspumpens indstilling	Er cirkulationspumpen trinreguleret, og er den indstillet på det højeste trin, typisk trin 3?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Cirkulationspumpens mærkeplade	Kan cirkulationspumpens type og optagne effekt aflæses på mærkepladen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Cirkulationspumpens driftstid	Er cirkulationspumpen i drift hele året?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4

1. Cirkulationspumpens alder

Den eksisterende cirkulationspumpes alder har stor betydning for pumpens elforbrug og elbesparelsen ved udskiftning. Ældre cirkulationspumper (fra før 1995) har et højere elforbrug end nyere. Dette gælder eksempelvis både for ældre og nyere trinregulerede cirkulationspumper.

2. Cirkulationspumpens indstilling

Ældre trinregulerede cirkulationspumper vil i mange tilfælde være indstillet på det højeste trin, typisk trin 3. Ved denne indstilling af pumpen udnytter man ikke, at der i en stor del af varmesæsonen er brug for et lavere differenstryk over pumpen på grund af lavere modstand i varmesystemet (radiatorer og/eller gulvvarme).

Dette resulterer i, at elforbruget til pumpen bliver betydeligt højere end nødvendigt. Ved udskiftning til en trinløs regulerbar cirkulationspumpe, tilpasser pumpen sig boligens varierende varmebehov og dermed varierende modstand i varmeanlægget.

3. Cirkulationspumpens mærkeplade

Hvis det mindste tal på cirkulationspumpens mærkeplade er 50 W eller derover, er pumpen enten af ældre dato eller for stor. I dette tilfælde bør pumpen udskiftes til en trinløs regulerbar cirkulationspumpe.

4. Cirkulationspumpens driftstid

Cirkulationspumpens driftstid har stor betydning for elforbruget. Cirkulationspumpen bør slukkes uden for fyringssæsonen eller som minimum i juni, juli og august.

Indeklima

Når cirkulationspumpen udskiftes, kan det resultere i reduceret støj fra rør, fittings og radiatortermostater, når pumpen er slukket eller kører langsommere.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Cirkulationspumpen skal være CE-mærket og have et EnergiEffektivitetsIndex (EEI), der er mindre end 0,23.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for isolering af tekniske installationer.

Yderligere information

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Udskiftning af radiatorventiler/ termostatstyringer

Varmeforbruget til rumopvarmning kan reduceres væsentligt ved anvendelse af termostatstyrede radiatorventiler frem for manuelle. Varmeforbruget kan yderligere reduceres ved anvendelse af termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik.

Hvis husets varmekilde ikke er forsynet med en natsænkingsfunktion, eller hvis huset har enkelte rum med vandbåren gulvvarme (vandslanger indstøbt i beton), er det en fordel at skifte til termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik. Se Videncentrets energiløsning: "Vejrkomponsering og natsænkning".

Anbefaling

På både 2-strengsanlæg og 1-strengsanlæg anbefales det at udskifte manuelle radiatorventiler til termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling eller til termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik.

Endvidere anbefales det, at montere termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling på radiatorer, hvor

der i forvejen er monteret returventiler (returventilerne bevarer).

Endelig anbefales det, at termostatstyrede radiatorventiler uden forindstilling udskiftes til termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling. Termostatstyrede radiatorventiler fås dog ikke med mulighed for forindstilling til 1-strengsanlæg. 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, fx når der efterisoleres eller skiftes vinduer.

Endvidere anbefales det, at der efterfølgende foretages en systematisk indregulering af radiatoranlægget. Se Videncentrets "Guide til indregulering af varmeanlæg".

Specielt i huse, hvor der ønskes periodevis sænkning af rumtemperaturen, kan det anbefales, at forsyne radiatorventilerne med elektronisk automatik med nøjagtig varmeregulering samt arbejdstidsæknings-, natsæknings- og udluftningsfunktionalitet.

Elektroniske termostatstyringer



Denne type termostatstyring kan stilles til rumvis at sænke temperaturen fx i arbejdstiden og om natten. Styringen kan ske enkeltvis eller via et centralt placeret display. Termostatstyringen regulerer som en termostatstyret radiatorventil dog med en mere jævn varmestrøm, hvilket giver mindre temperaturudsving, og dermed øges komforten i boligen.

Manuelle radiatorventiler



1943



1952



1961

Denne type radiatorventil har kun få muligheder for indstillinger. Enten strømmer varmt vand igennem den hele tiden, eller den er lukket.

Termostatstyringer til radiatorventiler



1965



1969



1971



1979



1985



1994

Denne type termostatstyring åbner for vandgenstrømningen, når temperaturen i rummet er mindre end det, termostaten er indstillet til.



2003

Fordele

- Øget komfort og bedre indeklima pga. bedre varmefordeling
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Lavere CO₂-udledning
- Øget værdi af huset

Energibesparelse

I nedenstående tabel ses energibesparelser ved udskiftning af radiatorventil/termostatstyring.

Ændring	Opvarmningsform	
	Fjernvarme	Gas eller olie
	Energibesparelse i kWh pr. radiatorventil	
Manuel til termostat	131 kWh	155 kWh
Manuel til elektronisk	413 kWh	487 kWh
Termostat til elektronisk	279 kWh	329 kWh

Forudsætninger

Ved at udskifte manuelle radiatorventiler til termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling kan der opnås en besparelse på 7 % af forbruget til rumopvarmning.

Ved at udskifte manuelle radiatorventiler til termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik kan der spares 22 %. De 8 % opnås ved en temperatursænkning i halvdelen af huset i 15 timer 5 dage om ugen.

Ved at udskifte termostatstyrede radiatorventiler til termostatstyrede radiatorventiler med elektronisk automatik kan der opnås en besparelse på 15 % på den samlede varmeregning. Igen kommer de 8 % af brugen af funktionen til sænkning af temperaturen i arbejdstiden og i natterne.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus på 130 m ² udskiftes alle de manuelle ventiler (8 stk.) til termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling. Huset opvarmes med naturgas. Gaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Kedlen er ny og kondenserende		
Årlig energibesparelse kWh	Besparelse udskiftning af ventiler	8 stk. x 155 kWh/stk.	1.240 kWh
Årlig energibesparelse m ³ gas		1.240 kWh / 11 kWh/m ³	113 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.		113 m ³ x 13,80 kr./m ³	1.556 kr.
Årlig CO ₂ -besparelse kg		1.240 kWh x 0,205 kg/kWh = 254 kg/	0,3 ton

Udførelse

Dimensionering

I 1-strengede radiatoranlæg cirkuleres ca. 10-15 liter vand pr. time pr. kvadratmeter opvarmet rum. Der skal bruges radiatorventiler med lille modstand og stor åbning, der sikrer det nødvendige flow gennem radiatoren, dvs. ventiler med en Kv-værdi på mellem 1 og 3.

Radiatorventiler på 2-strengede varmeanlæg bør udskiftes til termostatstyrede radiatorventiler med forindstilling. Kv -værdien ligger typisk under 0,5. Det er vigtigt at vælge ventiler, der kan indstilles til et tilstrækkeligt flow. Ventiler bør kunne indstilles ned til ca. 5 l/h ved et differenstryk på 1 mVS (10 kPa). Den øvre grænse for ventilerne er ofte ca. 100 l/h, hvilket normalt er tilstrækkeligt.

Indstillingen af radiatorventilerne kan sædvanligvis foretages i henhold til rummets gulvareal. Som udgangspunkt kan der regnes med, at der skal cirkuleres ca. 1-3 liter vand pr. time pr. kvadratmeter opvarmet rum. En håndregel siger, at alle radiatorventiler kan indstilles til 1 l/h pr. kvadratmeter gulv. Vær dog opmærksom på, at radiatorventiler i rum med for små radiatorer bør indstilles efter radiatorydelsen.

På Videncenterets hjemmeside kan der downloades et regneark, som kan anvendes til at bestemme ventilerne forindstilling ud fra en række parametre,

som f.eks. bygningens varmekonsum, opvarmningsform, areal af rum m.m.

Montage

Det er nødvendigt at tømme anlægget for vand ved udskiftning af manuelle radiatorventiler til termostatstyrede radiatorventiler eller montering af termostatstyrede radiatorventiler på radiatorer, hvor der i forvejen er returventiler. Vandet tømmes ned i et afløb eksempelvis via en slange.

Hvis radiatorventilerne er termostatstyrede, vil det i de fleste tilfælde ikke være nødvendigt at udskifte selve radiatorventilen, men kun termostatstyringen. Derved slipper man for at tømme vand af anlægget.

Termostatstyringen må ikke tildækkes af møbler eller tunge gardiner. Det gælder uanset, om føleren er placeret i termostatstyringen eller som fjernføler. Termostatstyrede radiatorventiler med følerelement placeret væk fra selve radiatoren er følsomme overfor træk. Derfor skal disse så vidt muligt placeres, hvor træk ikke forekommer.

Eftersyn

Husejeren bør informeres om, at termostatstyrede radiatorventiler ca. en gang om måneden skal motioneres for ikke at sætte sig fast, og hvad der skal gøres, hvis ventilen først sidder fast.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
1-strengsanlæg	Er radiatoranlægget 1-strengt?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Antal radiatorer	Udskiftes radiatorventiler på alle radiatorer?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Afkøling (ved anvendelse af radiatorventiler med elektronisk automatik)	Er afkølingen over radiatoranlægget tilstrækkelig høj under genopvarmning af huset?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Varmepumpe (ved anvendelse af radiatorventiler m. elektronisk automatik)	Er der mulighed for at afbryde for el-varmepatronen under genopvarmning af huset?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4

1. 1-strengsanlæg

Hvis radiatoranlægget er 1-strengt, skal der bruges radiatorventiler beregnet til 1-strengsanlæg.

2. Antal radiatorer

Hvis ikke alle ventiler udskiftes, fungerer varmeanlægget ikke korrekt. Derfor bør samtlige radiatorventiler i huset udskiftes på en gang.

3. Afkøling

I nedenstående tabel ses hvilke problemer der kan opstå i forbindelse med genopvarmning af huset.

Forsyning	Problemer	Middeltemperatur for radiatoranlæg ved -12 °C udetemperatur
Kondenserende oliefyr	Tjek at anlægget er tilpas overdimensioneret	Skal være lavere end ca. 40 °C ved -12 °C udetemperatur
Kondenserende gaskedel	Tjek at anlægget er tilpas overdimensioneret	Skal være lavere end ca. 50 °C ved -12 °C udetemperatur
Fjernvarme med energiafregning	Afkølingstariffer kan give straf	Tjek radiatordimensionering. Returtemperatur ved -12 °C ude skal være under 40 °C. Tjek hos det lokale varmeværk.
Fjernvarme med m ³ afregning	Forbruget kan løbe løbsk, hvis der ikke er etableret returstyring eller anden mængdebegrænsning	Et nøjere tjek af radiatordimensionering og styring er absolut påkrævet. Returtemperaturen bør begrænses til højst 30 °C.

4. Varmepumpe

Der kan være alvorlige problemer, idet varmepumpens effektfaktor (virkningsgrad) falder med temperaturen. Varmepumpen kan i visse tilfælde slå over på direkte el (el-patron) i genopvarmningsperioden. Der skal foretages tjek af både radiatorstørrelser og styringsstrategi. Det kan anbefales at afbryde muligheden for at supplere med direkte el.

Indeklima

Når manuelle ventiler udskiftes med termostatstyrede, vil temperaturen i de opvarmede rum være mere konstant i fyringssæsonen.

Korrekt brug vil resultere i en mere behagelig temperatur i de opvarmede rum i fyringssæsonen. Forkert brug af termostater kan derimod resultere i stort energispild og ukomfortabelt indeklima.

Uanset termostattype, men specielt hvis der anvendes elektroniske termostater, er det vigtigt, at alle husets beboere instrueres i korrekt betjening og forstår, hvordan termostaten bruges mest hensigtsmæssigt.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Ved udskiftning stiller bygningsreglementet ikke direkte krav til radiatorventilen, men installationer skal udføres, så unødvendigt energiforbrug undgås.

Radiatorventilen skal desuden være CE-mærket, og installationen skal udføres, så den lever op til gældende regler i DS 469 Varme- og køleanlæg i bygninger, som blandt andet stiller krav om, at der skal være mulighed for individuel indstilling af ønsket rumtemperatur og automatisk regulering med individuel styring af varmetilførslen efter behovet i det enkelte rum.

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

Forbedring af eksisterende varmeinstallation:

<http://www.byggeriogenergi.dk/forbedring-af-eksisterende-varmeinstallation/>

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger



Vejrkompensering og natsænkning

Når en varmekilde udskiftes og/eller et varmeanlæg renoveres, anbefales det at installere et vejrkompen- seringsanlæg med mulighed for natsænkning i varme- systemet, såfremt husets varmesystem består af radiatorer.

Hvis dele af huset har tung vandbåren gulvvarme (vand- slanger indstøbt i beton), bør der monteres termosta- styrede radiatorventiler med elektronisk automatik på radiatorerne i stedet for at styre natsænkningen med vejrkompen- seringsanlægget. Se energiløsningen: "Ud- skiftning af radiatorventiler".

Anbefaling til vejrkompen- seringsanlægget

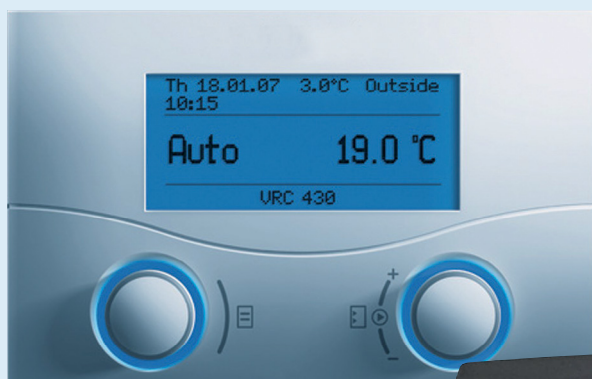
Vejrkompen- seringsanlægget bør indeholde en funktion, der stopper varmeanlægget inkl. dets cirkulations-

pumpe, når udetemperaturen kommer over en indstillet grænse.

Vejrkompen- seringsanlægget bør endvidere indeholde en funktion, der gør det muligt at sænke rumtempera- turen på bestemte tidspunkter, eksempelvis om natten (natsænkning).

Fordele

- Mindre varmetab fra rør, ventiler m.m.
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima, hvis huset er velisoleret og tæt
- Lavere CO₂-udledning
- Øget værdi af huset



Eksempler på vejrkompen- seringsanlæg placeret i eller ved varmekilden

Energibesparelse

I nedenstående tabel ses energibesparelser ved at etablere vejrkompensering og natsækning.

Tiltag	Energibesparelse i kWh pr. år
Vejrkompensering inkl. motorventil	790
Natsækning	395

Forudsætning

Der kan spares omkring 5 % af forbruget til rumopvarmning ved etablering af vejrkompensering, mens der ved at benytte natsækning kan spares yderligere omkring 2,5 %.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I et parcelhus på 130 m ² etableres vejrkompensering og natsækning. Huset opvarmes med naturgas. Gas: 13,80 kr. pr. m ³ . Kedlen er ny og kondenserende.		
Årlig energibesparelse kWh	Årlig energibesparelse ved vejrkompensering		790 kWh
	Årlig energibesparelse ved natsækning		395 kWh
	Årlig energibesparelse i alt		1.185 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.		$1.185 \text{ kWh} / 11 \text{ kWh/m}^3 =$	108 m ³
		$108 \text{ m}^3 \times 13,80 \text{ kr./m}^3 =$	1.487 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg		$1.185 \text{ kWh} \times 0,205 \text{ kg/kWh} =$	243 kg/0,2 ton

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Kedeltype	Er det en kedel med lille vandindhold?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
El-tilslutning af vejrkompen- seringsanlæg	Kan vejrkompen- seringsanlægget tilsluttes eksisterende installation/afbryder?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2

1. Kedeltyper

Et traditionelt system med trevejsventil virker ikke på kedler med lille vandindhold. Grænsen går ved et vandindhold på 50-100 l vand. Kedel eller automatikle- verandøren bør altid kontaktes, hvis der er den mindste tvivl om dette.

2. El-tilslutning af vejrkompen- seringsanlæg

VVS-montører må gerne tilslutte vejrkompen- seringsanlægget til eksisterende installation/afbryder, men hvis der skal etableres nye el-tavler eller faste el- installationer, skal dette foretages af en autoriseret el-installatør.

Udførelse

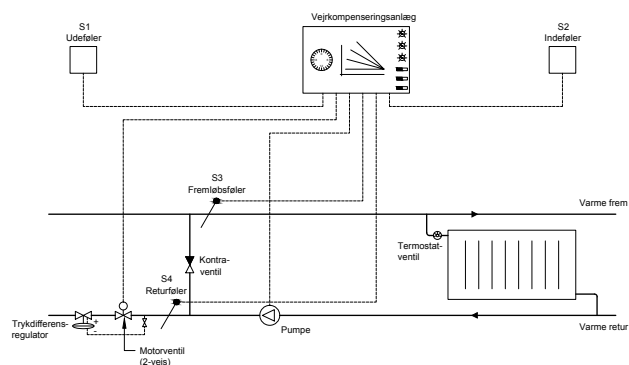
I fjernvarmeanlæg udskiftes den selvvirkende ventil i fjernvarmereturen med en motorstyret tovejsventil, som styres af vejrkompeniseringsanlægget (se figur 1 og 2). Ved svingende differenstryk kan det være nødvendigt at montere en trykdifferensregulator over reguleringsventilen.

I anlæg med direkte tilslutning anvendes som regel en kontraventil, så anlægget ikke kortslutter, fx hvis pumpen stoppes. Denne kontraventil skal dimensioneres rigeligt til den maksimale vandstrøm i varmeanlægget. I fjernvarmeinstallationer anvendes normalt tovejsventiler som vist på figur 1.

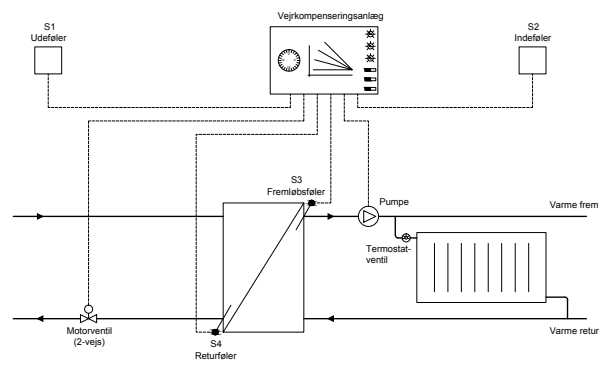
I anlæg med olie- og gasfyrede kedler med stort vandindhold påbygges en shunt og en motorstyret trevejsventil, som styres af vejrkompeniseringsanlægget (se figur 3).

I anlæg med olie- og gasfyrede kedler med lille vandindhold skal muligheden for etablering af vejrkompenisering undersøges nærmere i hver enkelt tilfælde (se figur 4). Der er ingen shunt, og kedelfremløbstemperaturen er lig med anlæggets fremløbstemperatur. Hvis kedelleverandøren har en tilpasset løsning, anvendes denne normalt. Hvis andre leverandører anvendes, skal der findes en tilpasset løsning inkl. forbindelsesdiagrammer og tilpasset software i regulatoren.

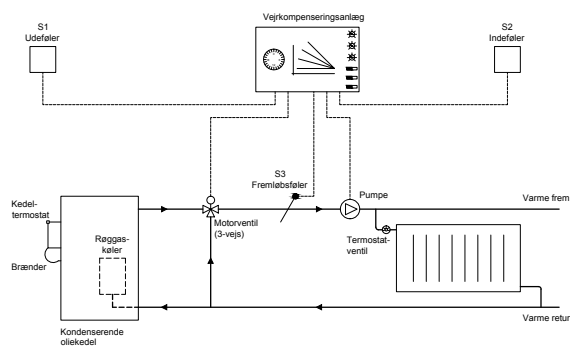
Ældre kedler vil typisk ikke være forberedt for vejrkompenisering, og en ombygning af varmesystemet kan derfor komme på tale. En automatikleverandør bør tages med på råd.



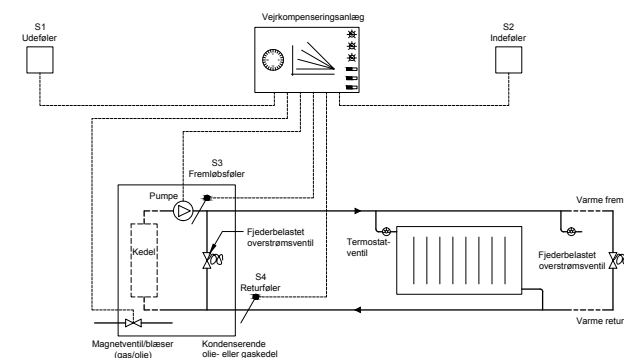
Figur 1. Direkte fjernvarmeanlæg med blandesløjfe



Figur 2. Fjernvarmeanlæg med veksler



Figur 3. Olie- eller gasfyret kedelanlæg (med stort vandindhold)



Figur 4. Olie- eller gasfyret kedelanlæg (med lille vandindhold)

Udførelse (fortsat)

Montage

Af hensyn til uhindret adgang bør vejrkompen- seringsanlægget (regulatoren) placeres i nærheden af varmeanlægget.

Udeføleren skal monteres på bygningens nordside og placeres så højt, at den ikke påvirkes af sollys.

Det anbefales, at placere rumføleren ca. 1,6 m over gulv. Det bør undgås at placere den på en ydervæg eller tæt ved radiatorer og andre varmekilder. Rumføleren bør endvidere ikke udsættes for direkte sollys.

Andre temperaturfølere samt el-tilslutninger monteres som beskrevet i vejledningen til vejrkompen- seringsanlægget. Det er vigtigt, at fremløbsføleren altid anbringes tæt på blandepunktet eller veksleren efter leverandørens anvisninger.

Eftersyn

I forbindelse med service/eftersyn af fjernvarme- anlægget eller kedlen bør der foretages et tjek af vejrkompen seringsanlægget. Tjekket skal vise, om der er den ønskede og indstillede sammenhæng mel- lem ude-, fremløbs- og rumtemperatur. Eventuelle defekte følere udskiftes i forbindelse med eftersynet.

Indeklima

Når der bruges vejrkompensering til regulering af varmekilden, vil det i højere grad være muligt at regulere temperaturen i huset.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der stilles ikke direkte krav i bygningsreglementet ved installation af en ny styring af et eksisterende varme- anlæg, men installationer skal udføres, så unødvendigt energiforbrug undgås.

Installationen skal udføres, så den lever op til gælden- de regler i DS 469 Varme- og køleanlæg i bygninger.

Yderligere information

Energistyrelsen:

www.ens.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Udskiftning af varmtvandsbeholder

Der kan opnås en energibesparelse ved at udskifte en ældre varmtvandsbeholder til en ny.

Hvis varmtvandsbeholderen er isoleret med mindre end 20 mm isolering, bør den udskiftes med en beholder, der højst har et varmetab svarende til nedenstående minimumsanbefaling eller til et mere fremtidssikret lavenerginiveau. Et lavt varmetab svarende til lavenerginiveau giver den bedste økonomi på lang sigt.

Hvis varmtvandsbeholderen er vandretliggende, bør den under alle omstændigheder udskiftes.

Fordele

- Mindre varmetab fra varmtvandsbeholderen
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Lavere CO₂-udledning
- Forøgelse af husets værdi

- Bedre udnyttelse af varmen fra beholderen
- Bedre afkøling (ved fjernvarme)
- Bedre sikring mod bakterier
- Mindre kalkudfældning

Anbefaling til ny varmtvandsbeholder

Beholderstørrelse	Minimum	Lavenergi
	Varmetab [W/K]	
60 liter	1,6	1,3
110 liter	2,0	1,7
160 liter	2,3	2,0
200 liter	2,6	2,3

Forudsætning

Varmetabene er baseret på en beholdertemperatur på 55 °C og en omgivelsestemperatur på 20 °C. Tabene fra varmtvandsbeholderne er inkl. tilslutninger.



Ældre vandretliggende varmtvandsbeholder



Nyere lodretstående varmtvandsbeholder

Energibesparelse

Eksisterende varmtvandsbeholder	Ny varmtvandsbeholder							
	Energibesparelse i kWh pr. år							
	60 l		110 l		160 l		200 l	
	Minimum	Lavenergi	Minimum	Lavenergi	Minimum	Lavenergi	Minimum	Lavenergi
60 l med 20 mm isolering	84	127	-	-	-	-	-	-
60 l med 30 mm isolering	19	62	-	-	-	-	-	-
110 l med 20 mm isolering	191	235	136	180	-	-	-	-
110 l med 30 mm isolering	93	137	38	82	-	-	-	-
160 l med 20 mm isolering	298	342	243	287	189	232	-	-
160 l med 30 mm isolering	167	211	113	157	58	102	-	-
200 l med 20 mm isolering	384	428	329	373	274	318	231	274
200 l med 30 mm isolering	227	271	172	216	118	161	74	118

Forudsætning

Halvdelen af varmetabet fra beholderen, som er placeret indenfor klimaskærmen, nyttiggøres.

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:
1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(Højest for nye kedler).

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningstilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	I kælderen i et enfamilieshus er der installeret en 200 liter varmtvandsbeholder. Beholderen er isoleret med 20 mm isolering. I forbindelse med en renovering af varmesystemet, udskiftes beholderen til 110 liter lavenergi beholder. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ . Gaskedlen er ny og kondenserende.
Årlig energibesparelse kWh	373 kWh
Årlig energibesparelse m³	373 kWh / 11 kWh/m ³ = 34 m ³
Årlig økonomisk besparelse kr.	13,80 kr./m ³ x 34 m ³ = 468 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	0,205 kg/kWh x 373 kWh = 76 kg / 0,01 ton

Udførelse

Dimensionering

Varmtvandsbeholderen dimensioneres efter DS 439 "Norm for vandinstallationer".

Varmtvandsbeholderen skal under hensyntagen til varmtvandsstedernes antal og brug kunne yde en tilstrækkelig vandmængde og vandstrøm med en temperatur, der passer til formålet. Se kapitel 2 i DS 439.

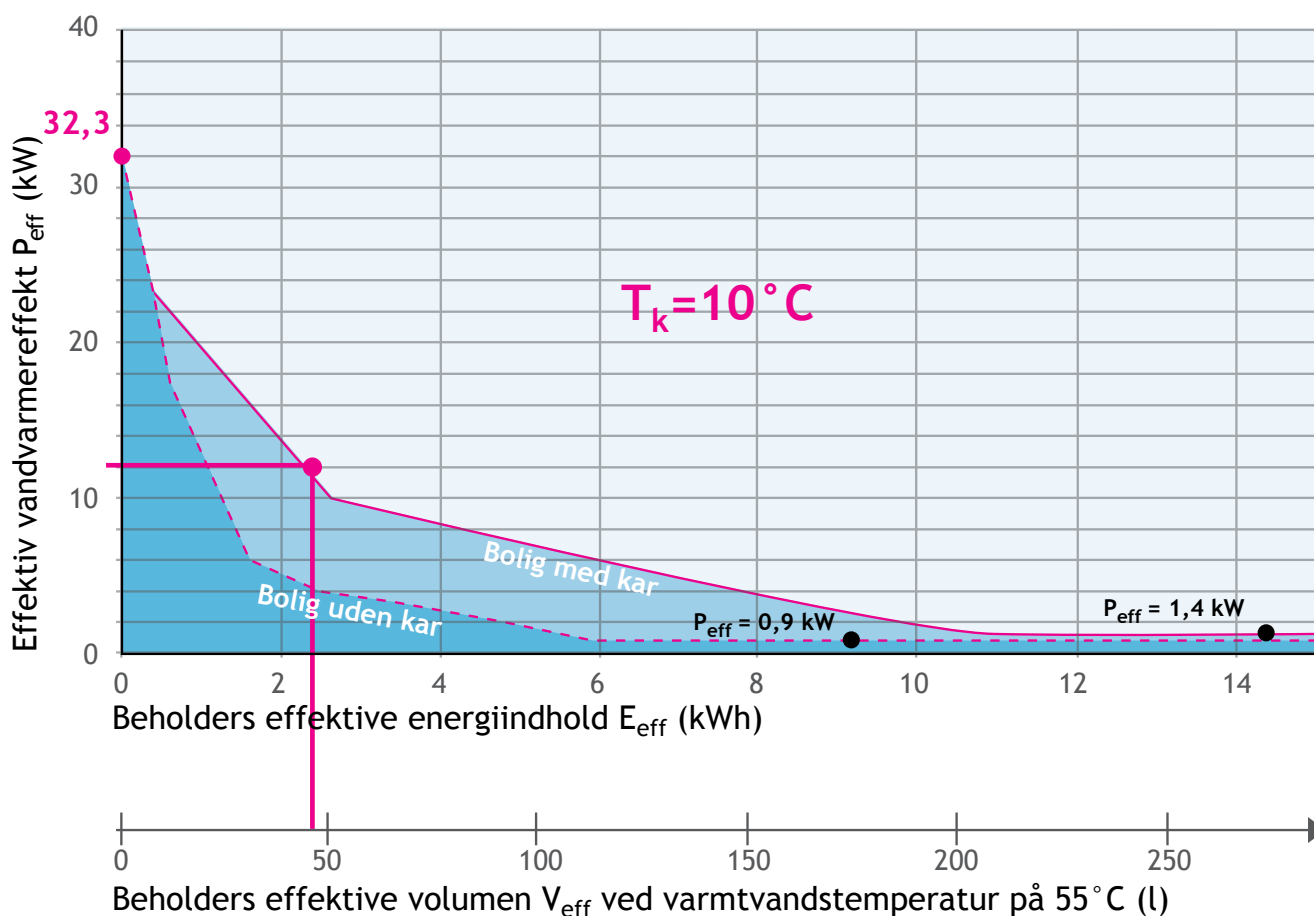
De væsentligste data for varmtvandsbeholderen er den effekt, som varmepladen kan tilføre vandet og beholderens volumen. I den forbindelse anvendes:

- det effektive beholdervolumen V_{eff} (det volumen vand, der kan tappes fra beholderen med varmtvandstemperatur $T_{v,0}$, før vandets afgangstemperatur er sunket til under en given afgangstemperatur $T_{v, \text{min}}$). Beholderens geometriske volumen $V - 1,4 \times V_{\text{eff}}$.

- den effektive beholderydelse P_{eff} . Det vil sige den effekt, som varmepladen kan yde kontinuert ved en given effekttilførsel og ved opvarmning af brugsvandet fra en given koldt vandstemperatur T_k til den varmtvandstemperatur T_v som kan opnås ved den valgte vandstrøm q_v . Den effektive beholderydelse, som aflæses i leverandørernes kataloger, er for rene varmeplader. Effekten skal derfor korrigeres for belægninger med ca. 15 %.

På baggrund af tappeprogrammer, der kan ses i DS 439 kapitel 2.5.2.1.2. "Vandvarmere til flere tapsteder i en helårsbolig", er nedenstående dimensioneringsdiagram udarbejdet.

I diagrammet ses den effektive beholderydelse P_{eff} som funktion af beholderens effektive volumen V_{eff} .



Eksempel

I et enfamiliehus er der installeret en gaskedel med en maksimal effekt på 14 kW. Kedlen har varmtvandsprioritering, og den maksimale effekt tilføres beholderen ved varmtvandsproduktion. Der er installeret badekar i boligen, og et normalt varmtvandsbehov.

Effekten skal som tidligere nævnt korrigeres for belægninger på varmepladen i varmtvandsbeholderen med ca. 15 %. Effekten P_0 , der kan overføres til brugsvandet, er derfor:

$$P_0 = 14 \text{ kW} / 1,15 = 12 \text{ kW}$$

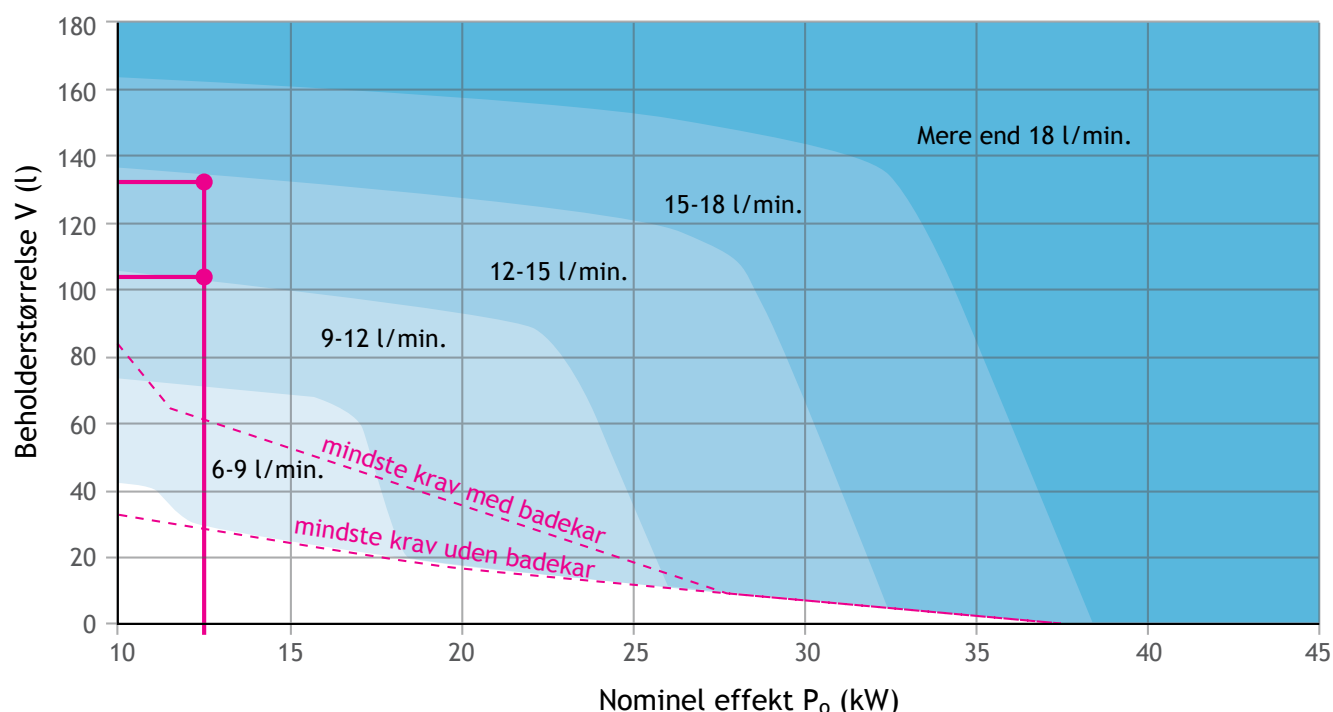
Ved hjælp af ovenstående figur kan beholderens effektive volumen bestemmes til ca. 45 liter.

Beholderens geometriske volumen kan herefter bestemmes til:

$$V = 1,4 \cdot 45 \text{ liter} = 63 \text{ liter}$$

Der kan nu vælges en beholder på 60 liter (standardstørrelse).

Ovenstående beregningseksempel viser, hvilken størrelse beholder der bør vælges, hvis man dimensionerer efter DS 439. Hvis man har et vandforbrug og et dagligt tappeprogram, der afviger væsentligt fra standard tappeprogrammet i DS 439 - fx fordi man der er to badeværelser, som ofte benyttes samtidig - kan man benytte nedenstående figur til at bestemme beholderstørrelsen.



Varmtvandsbehov	Liter pr. minut i 10 min.	Det svarer fx til
Lille	6 - 9	Bruser
Normalt	9 - 12	Bruser og håndvask samtidig
Stort	12 - 15	Badekar eller to brusere samtidig
Meget stort	15 - 18	To brusere og en håndvask samtidig

Eksempel fortsat

Hvis varmtvandsbehovet i enfamiliehuset i stedet for "normalt" er stort (12 - 15 liter pr. minut i 10 min.), skal beholderen ifølge ovenstående figur være et sted mellem 105 og 135 liter.

Montage

Ifølge vandnormen skal en varmtvandsbeholder altid opstilles i et frostsikret rum. Varmtvandsbeholderen bør placeres i rum nær tappesteder - gerne i fyrrum.

For at undgå varmetab bør varmtvandsbeholderen opstilles så tæt på den varmeproducerende enhed (f.eks. naturgaskedlen) som muligt.

Ved valget af opstillingssted skal der tages hensyn til den fyldte vægt af varmtvandsbeholderen (ved ophængning).

Montage af tilslutningsrør til den varmeproducerende enhed og brugsvandssystemet samt elinstallation foretages som angivet i installationsvejledningen. Det bør tilstræbes, at kedlen eller fjernvarmeinstallationen har varmtvandsprioritering. Varmtvandsprioritering betyder, at rørsystem, komponenter og automatik er monteret således, at kedelanlægget eller fjernvarmeinstallationen prioriterer energien til det varme brugsvand højere end til husets rumopvarmning.

Efter installationen idriftsættes anlægget. Det sker som følger:

- Varmtvandsbeholderen påfyldes på centralvarmesiden via en aftapnings/påfyldningshanen på kedlen eller installationen
- Varmtvandsbeholderen påfyldes på brugsvandsiden
- Anlægget udluftes på både centralvarme- og brugsvandssiden
- Det kontrolleres, at alle rørforbindelser er tætte
- Varmekilden startes

I dette tilfælde vil man typisk vælge en beholder på 110 liter. Næste standardstørrelse er 160 liter.

Indregulering

Varmtvandstemperatur

Indstillingen af varmtvandstemperaturen skal være mellem 50 og 55 °C. Såfremt temperaturen kommer over 60 °C, vil der ske en kraftig udfældning af kalk, både i systemet og på varmtvandsbeholderen varmeveksler. Øget kalklag på overfladerne giver en dårlig afkøling.

Af hensyn til risikoen for bakterievækst bør vandet i varmtvandsbeholdere kunne opvarmes til mindst 60 °C.

Aflevering

Når arbejdet er udført, afleveres en brugermanual til kunden. Brugermanualen skal indeholde en beskrivelse af beholderen (inkl. tekniske data), sikkerhedsforskrifter og en betjeningsvejledning.



Ny varmtvandsbeholder med ny gaskedel

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Isoleringstykkelse	Er beholderen isoleret med mindre end 20 mm isolering?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Afkøling	Er returtemperaturen ved almindelig drift (fjernvarme og kondenserende naturgaske-del) større end 45 °C?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Størrelse	Er beholderen større end 200 liter?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Alder	Er beholderen mere end 10 år gammel?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4

1. Isoleringstykkelse

Hvis beholderen er isoleret med mindre end 20 mm isolering, bør den udskiftes til en præisoleret beholder.

2. Afkøling

Hvis returtemperaturen ved almindelig drift (fjernvarme og kondenserende kedel) er større end 45 °C, kan det være et tegn på, at beholderen er tilkalket. Beholderen bør afkalkes. Hvis det ikke er muligt, bør den udskiftes.

3. Størrelse

En beholder, der er større end 200 liter, har typisk en for lille varmeplade. Den har samtidig et stort tomgangstab. En så stor beholder bør udskiftes til en mindre præisoleret beholder.

4. Alder

Hvis beholderen er mere end 10 år gammel, forøges risikoen for tæring. En så gammel beholder bør udskiftes.

Indeklima

En ny varmtvandsbeholder vil typisk være bedre isoleret end den gamle og vil derfor afgive mindre varme til kedelrummet. Dette kan afhjælpe eventuelle overophedningsproblemer om sommeren, men kan også resultere

i, at rummet ikke længere kan holdes opvarmet, når det er koldt udenfor. Hvis det sker, forøges risikoen for fugtproblemer. Det kan afhjælpes ved at installere en radiator eller gulvvarme i rummet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Varmtvandsbeholderen skal dimensioneres efter DS 439 Norm for vandinstallationer og installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg og DS 452 for isolering af tekniske installationer.

Brugsvandsanlæg skal dimensioneres og udføres, så risikoen for vækst af legionellabakterier i det varme vand minimeres.

I forbindelse med udskiftning af varmtvandsbeholderen stiller bygningsreglementet også krav til de rørstrækninger og komponenter der samtidig udskiftes.

Yderligere information

Dansk Standard:

DS 452 Isolering af tekniske installationer

DS 439 Norm for vandinstallationer

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



VENTILATION

Tætning er afgørende for at sikre et indeklima uden træk og energispild. Men samtidig kræver tætning god ventilation for at opnå en god, sund bygning. Derfor er det vigtigt at øge ventilationen, når bygninger efterisoleres og tættes. Det kan være mest hensigtsmæssigt at løse dette ved at installere mekanisk ventilation, så husejeren ikke er afhængig af at skulle huske at lufte ud flere gange om dagen.

Læs om fordele, og hvilke krav, der skal stilles til ventilationsanlæg for, at det er energieffektivt, samt hvordan installationen foretages korrekt. Få desuden flere gode råd om ventilation, tætning og termografering på www.ByggeriOgEnergi.dk.

Ventilationsanlæg med varmegenvinding

Det anbefales at installere et A-mærket ventilationsanlæg (jf. EU forordning 1254/2014) med varmegenvinding (betegnelse: "Ventilationsanlæg til boliger" eller "RVU - residential ventilation unit"), hvis et hus er relativt nyt, velisoleret og tæt, eller hvis et ældre hus er blevet efterisoleret og tætnet grundigt.

Der bør vælges et ventilationsanlæg med centralt behovsstyret regulering fremfor lokal behovsstyret regulering, da det er en væsentligt dyrere løsning.

Regleringen af ventilationsanlægget skal ske via flertrinsdrev eller trinløs regulering.

Anbefaling

Minimum: Ventilationsanlæg med en tør virkningsgrad (VGV) på 80 % og et specifikt elforbrug (SFP) på 1.000 J/m³

Lavenergi: Ventilationsanlæg med en tør virkningsgrad (VGV) på 85 % og et specifikt elforbrug (SFP) på 800 J/m³

Den tørre virkningsgrad skal være dokumenteret iht. EN 13141-7.

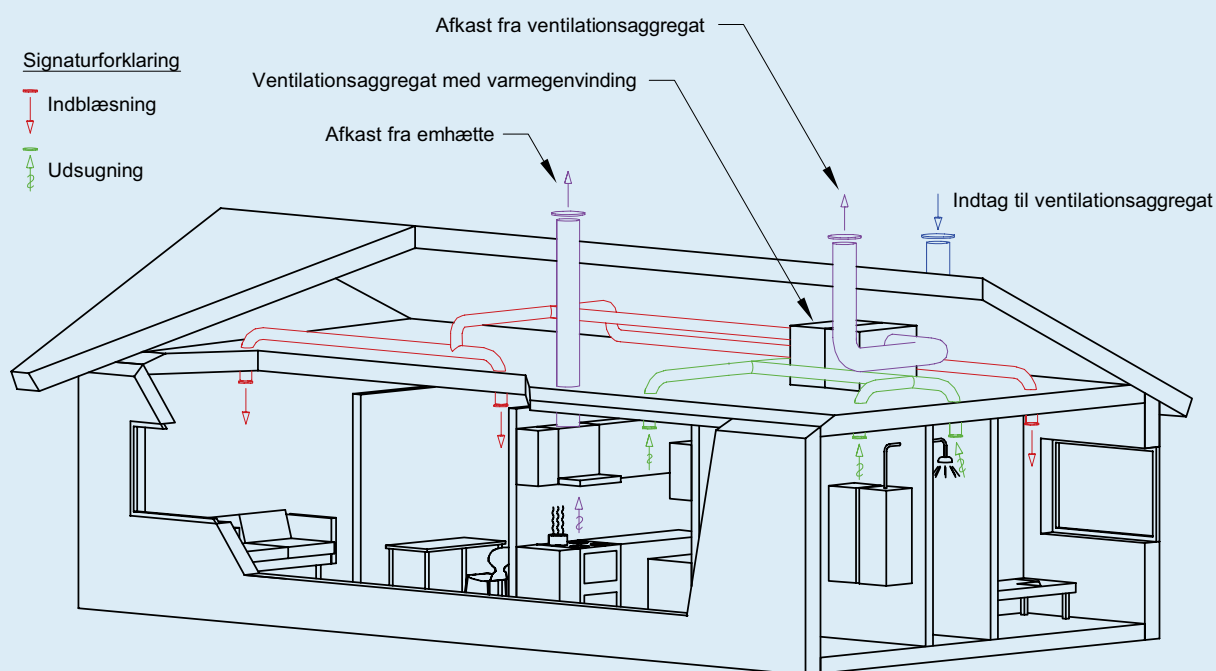
Ventilationsanlæg, der opfylder minimumskravene og har central behovsstyret regulering, vil altid opfylde kravene til et A-mærket anlæg i EU forordning 1254/2014.

Det specifikke elforbrug skal være incl. evt. energi til rotormotorer og målt ved 80 Pa eller det ønskede tryk til installationen, som typisk er:

- God plads til kanaler (hovedkanal \varnothing 200- \varnothing 250): 40 Pa
- Alm. installation (hovedkanal \varnothing 200): 60 Pa
- Dårlig plads til kanaler (hovedkanal \varnothing 160- \varnothing 200): 80 Pa
- Alle armaturer skal være store lavtryksarmaturer med tryktab på 5-10 Pa ved maksimal luftmængde

Fordele

- Bedre økonomi pga. varmegenvinding og dermed lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøger husets værdi
- Mulighed for ekstra ren luft ved valg af ekstra tætte filtre
- Fugt i luften reduceres, og derved minimeres risiko for fugt i husets konstruktioner og kondensdannelse og skimmelsvamp på kolde overflader
- Friskluftventiler i ydervægge er unødvendige



Energibesparelse

Ved montage af et ventilationsanlæg opnås der en besparelse på varmeregningen, idet en del af varmen genvindes.

Der kommer dog et mindre tillæg på elregningen, idet der bruges el til at drive ventilationsanlægget - svarende til 30-40 W.

Eksisterende ventilationsystem	Husstørrelse m ²	Nyt ventilationsanlæg med varmegenvinding	
		Energibesparelse på varme ved installation af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 SFP 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	3.640	3.867
	140	5.720	6.077
	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	
		Minimum: VGV = 80 % SFP 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SFP 800 J/m ³
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	307	245
	140	482	385
	180	526	420

Hvis huset tidligere ikke blev ventileret svarende til Bygningsreglementets krav, dvs. 12 gange i døgnet, bliver besparelsen mindre. Tallene i ovenstående tabeller, svarer *ikke* til det årlige elforbrug pr. 100 m² gulvareal (AEC) og den årlige opvarmningsbesparelse (AHS) i Ecodesigning forordning Nr. 1254/2014.

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsyningstilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse (fortsat)

Ventilationsaggregater med modstrømsvarmeveksler skal tilsluttes kondens afløb.

Er ventilationsanlæggets virkningsgrad over 85 % kan eftervarme flade og tilhørende frostsikring undlades. For ringere anlæg kan de sidste 10-20 % varme til indblæsningsluften om vinteren tilføres med en vandbaseret eftervarme flade. Tilslutning af varmerør til vandeftervarme fladen skal udføres af en autoriseret vvs-installatør. Varmerørene skal isoleres. Varmetabet kan også dækkes af husets radiatorer.

Der skal være by-pass på varmegenvindingsenheden. Der bør benyttes en løsning med automatisk by-pass via spjæld eller ved stop af rotor. En sommerboks bør undgås, da boligejeren enten selv skal montere den eller få et ventilationsfirma til at gøre det. By-pass ved sluk af indblæsningsventilatoren går ikke sammen med lokal behovsstyret regulering uden, at der er installeret automatiske friskluftventiler i facaden. Dette er en dyr løsning.

En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til aggregatet og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne. Anlægget skal forsynes via forbindelse, så elforbruget kan måles. Stikkontakt anbefales fremfor en fast forbindelse.

Ventilationskanaler

Kanalsystemet bør være så enkelt og symmetrisk som muligt, da det gør indregulering simpel. Kanalsystemet bør dimensioneres til en lufthastighed på 2,5 m/s, så der opnås et lavt tryk.

Ventilationskanalerne bør udføres i spiralfalsede rør med tætning af gummiringe. Til et enfamiliehus vil hovedkanalerne typisk være 160 mm eller 200 mm i diameter, og kanalerne til indblæsnings- og udsugningsarmaturer vil typisk være 100 mm i diameter.

Ventilationskanalerne skal minimum udføres med lige stykker, mindst svarende til 4 gange rørdiame-

teren før alle bøjninger. T-stykker bør så vidt muligt undgås. I stedet for T-stykker anbefales det at bruge 45° afgreninger og 45° og 90° bøjninger.

Alle ventilationskanaler tilsluttes aggregatet med en brandhæmmet fleksibel forbindelse for at undgå vibrationer i kanalerne. Når ventilationskanalerne føres gennem dampspærren, skal der anvendes en membrangennemføring. Det gælder også, hvis afløb eller elkabler gennembryder dampspærren.

Der skal monteres en lyddæmper ved ventilationsaggregatet, og det anbefales at montere lyddæmpere før indblæsnings- eller udsugningsarmaturer for at undgå, at lyd bevæger sig fra rum til rum via ventilationskanalerne.

Indtags- og afkasthætter eller tilsvarende riste bør placeres med minimum 3 meters afstand. Indtagshætter skal føres over tagryggen. Hvis der er tale om en indtagsrist, bør den placeres på en nordvendt væg for at opnå køleeffekt om sommeren.

Indtags- og afkasthætter eller indtagsriste bør være 1-2 dimensioner større end de kanaler, som de betjener for at formindske trykfald.

Indregulering

Når ventilationsanlægget og ventilationskanalerne er monterede, skal det samlede ventilationsanlæg indreguleres, så luftstrømmene, der suges ud og blæses ind, er lige store.

Tryktab over armaturer bør ikke overstige 10 Pa.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Frostfri placering af aggregat	Er aggregatet placeret frostfrit?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Afløb for kondensvand	Kræver aggregatet afløb for kondensvand?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Underlag for aggregat	Er der et fast og vibrationsfrit underlag, som aggregatet kan stå på?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 3
Plads til servicering af aggregat	Er der god plads foran aggregatet, så man kan komme til at servicere det?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Isolering af ventilationskanaler	Er ventilationskanalerne isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Isolering af indtags- og afkastkanaler	Er indtags- og afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Fald på afkastkanal	Er der fald på kanal til afkast?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Indregulering	Foreligger der en indreguleringsrapport?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Manual til ventilationsanlægget	Findes der en manual til anlægget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 9
Aflevering	Er aflevering udført i henhold til DS 447?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10

1. Frostfri placering af ventilationsaggregat

Hvis ventilationsaggregatet placeres et sted, hvor der er risiko for frost - fx i tagrum - skal det være sikret mod dette. Dvs., at det skal efterisoleres med minimum 50 mm isolering, eller der skal vælges et præisoleret aggregat. Evt. vandeftervarme skal være sikret mod frostsprængning, og kondens afløbet skal være isoleret.

2. Afløb for kondensvand

Et ventilationsaggregat med modstrømsvarmeveksler kræver et afløb for kondensvand. Ventilationsaggregatets bund placeres, så der er fald mod afløb på 1-1,5 %. Afløbsrør skal have tilsvarende fald, og afløbet skal ledes til en vandlås. Vandlåsen skal være let tilgængelig for rensning og evt. efterfyldning om sommeren.

3. Underlag for aggregat

En sandwichkonstruktion kan fx opbygges af en gulvfinerplade 22 mm på bjælkelag, 100 mm trædefast mineraluld og en betonflise.

4. Plads til servicering af aggregat

Aggregatet skal placeres, så der er mindst 60 cm foran aggregatets front, så det er muligt at komme til at servicere det. Lågen skal desuden kunne åbnes 90° uden at støde på forhindringer.

5. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke ventilationskanalerne ligger indbygget i isoleringslaget på loftet, skal de isoleres med mindst 50 mm isolering. Isoleringen afsluttes med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

6. Isolering af indtags- og afkastkanaler

Indtags- og afkastkanaler skal isoleres med mindst 50 mm isolering afsluttet med en beklædning af plast eller alufolie udvendigt.

7. Fald på afkastkanal

Der skal være et let fald på afkastkanal mod ventilationsaggregatet, så evt. kondensvand ledes væk.

8. Indregulering

Der skal foreligge en indreguleringsrapport som dokumentation for, at der har været foretaget en indregulering. Hvis der ikke gør det, må der foretages en indregulering.

9. Manual til ventilationsanlægget

Brugermanualen skal være gennemgået med og udleveret til beboerne i huset.

10. Aflevering

Aflevering skal ske iht. DS 447 for, at ventilationsanlægget er lovligt installeret.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m ² forsynes med et mekanisk ventilationsanlæg med varmegenvinding. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 85 % og en SFP på 800 J/m ³ . Huset er et standard et-plans parcelhus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ Elpris: 2,70 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Energiforbrug til opvarmning af den udluftede luft		6.077 kWh
	Elforbrug til drift af ventilationsanlæg		385 kWh
	Besparelse	6.077 kWh/år - 385 kWh/år =	5.692 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas	6.077 kWh/år/11 kWh/m ³ =	552 m ³
	Besparelse gas	13,80 kr./m ³ x 552 m ³ =	7.624 kr.
	Omkostninger el til drift af ventilationsanlæg	2,70 kr./kWh x 385 kWh =	1.040 kr.
	Besparelse	7.624 kr. - 1.040 kr. =	6.584 kr.
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas	0,205 kg/kWh x 6.077 kWh =	1.246 kg
	CO ₂ -tillæg el	0,211 kg/kWh x 385 kWh =	81 kg
	CO ₂ -besparelse	1.246 kg - 87 kg =	1.165 kg
			1,2 ton

Udførelse

Dimensionering

Et egnet ventilationsanlæg kan findes ved hjælp af "Ventilationsberegneren". Den finder du her: <http://www.teknologisk.dk/ventilationslisten/korrekt-valg-af-anlaeg/35101>.

Ventilationsanlægget skal dimensioneres til et luftskifte på minimum 0,30 l/s pr. kvadratmeter opvarmet etageareal.

Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilladt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/s pr. m² i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse.

Derudover skal der, evt. på anden vis, være mulighed for et øget luftskifte fra køkken, bad, toilet bryggers og kælder på:

Køkken:	20 l/s
Bad og toilet:	15 l/s
Toilet/bryggers/kælderrum:	10 l/s

Er huset over 300 m² eller betjener ventilationsanlægget mere end to etager, er der skærpede brandkrav (DS 428-5), og huset betragtes som en etageejendom. Se Videncentrets energiløsning: "Central ventilation med varmegenvinding".

Kanalføringerne må ikke svække huset brandmæssigt eller statisk.

Det er væsentligt, at installatøren/montøren følger alle informationskravene fra punkt a til u i ecodesign-

forordning nr. 1253/2014, da en afvigelse fra dette medfører, at ventilationsfirmaet er ansvarlig for CE-mærkningen. Specielt punkt n vedrørende reguleringsfaktor og reguleringstypologi er væsentligt.

Montage

Ventilationen tilvejebringes ved udsugning i køkken og bad/wc og evt. bryggers samt indblæsning i stuer og værelser. Afkast og indtag over tag. Udsugningsarmaturer placeres så tæt på fugtafgiver som muligt. Indblæsningsarmaturer placeres længst væk fra dør til tilstødende rum.

Det skal sikres, at der sker en god overførsel af luften fra opholdsrum til køkken og bad (fx med overstrømningsventil). Der er krav om 100 cm² mod adgangsrum og oplukkeligt vindue/dør eller lem i rum, hvor der suges ud.

En emhætte uden ventilator kan tilsluttes ventilationsanlægget.

Hvis ventilationsaggregatet placeres på loftet, skal det stå på et fast underlag, der har tilstrækkelig styrke til at bære anlægget samt 1-2 mand. Desuden skal underlaget være vibrationsfrit. Dette kan fx opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion, som aggregatet stilles på. Der bør være et styrepanel med en filteralarm placeret synligt i stueetagen. Aggregatet bør placeres i centrum af det område, det skal betjene.

Det er en god ide, hvis aggregatet ikke placeres lige oven på et opholdsrum af hensyn til støjgener. Desuden skal aggregatet placeres, så der er plads omkring det til at forbinde ventilationskanaler, tilslutte strøm og afløb - og ikke mindst til servicering.

Indeklima

Et ventilationsanlæg sørger for, at luften i huset udskiftes. Hermed sikres en bedre luftkvalitet, og risikoen for fugtproblemer reduceres kraftigt. Det er vigtigt, at beboerne instrueres i udskiftning af filtre, og hvor ofte dette skal gøres, da gamle tilsmudsede filtre kan være en væsentlig kilde til forurening af indeluften. Ifølge EU forordning 1253/2014 skal ventilationsaggregater med et filter pr. 1. januar 2018 have et visuelt advarselssignal, som tændes, når filteret skal skiftes.

Når anlægget dimensioneres, er det vigtigt at reducere støjgener fra anlægget så meget som muligt. Sørg ligeledes for at minimere træk fra anlægget.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

For bygninger, der anvendes til bolig, skal de konkrete ventilationskrav i gældende bygningsreglement opfyldes med hensyn til luftmængder, så der sikres tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold.

- Ventilationsanlægget skal således kunne yde et luftskifte på 0,30 l/s pr. kvadratmeter brutto opvarmet etageareal.
- Ventilationsanlægget skal kunne forøges til et funktionsbestemt luftskifte fra køkken, bad, toilet og bryggers. Køkken: 20 l/s, Bad og toilet: 15 l/s, Toilet/bryggers/kælderrum: 10 l/s.

For den energimæssige ydeevne af et mekanisk ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning der betjener én bolig, stilles der krav i bygningsreglementet om brug af varmegenvinding med en tør temperaturvirkningsgrad (VGV) på mindst 80% og et specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) på maksimalt 1.000 J/m³ ved maksimalt tryktab.

Ventilationssystemet skal projekteres og udføres i overensstemmelse med DS 447, DS 428 og DS 452.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden ventilationsanlægget tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder:

DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg
 DS 447 Norm for mekaniske ventilationsanlæg
 DS/EN 308 Varmeveksler. Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Boligventilationsvarmepumpe

Det anbefales at installere boligventilationsvarmepumper i energirenoverede tætte huse, hvor den primære varmekilde er dyr, fx i form af elvarme, ældre olie- eller gaskedler.

En boligventilationsvarmepumpe er et ventilationsanlæg med aktiv varmegenvinding. Herved forstås brugen af både varmeveksler og varmepumpe til at genanvende varmen fra varm og fugtig udsugningsluft. Hvis et hus luftes ud uden at genvinde varmen i udsugningsluften, ventileres op til 30 % af varmen ud.

En boligventilationsvarmepumpe placeres typisk på loft eller i bryggers og består af et kabinet med sammenbygget ventilationsenhed, varmeveksler og varmepumpe.

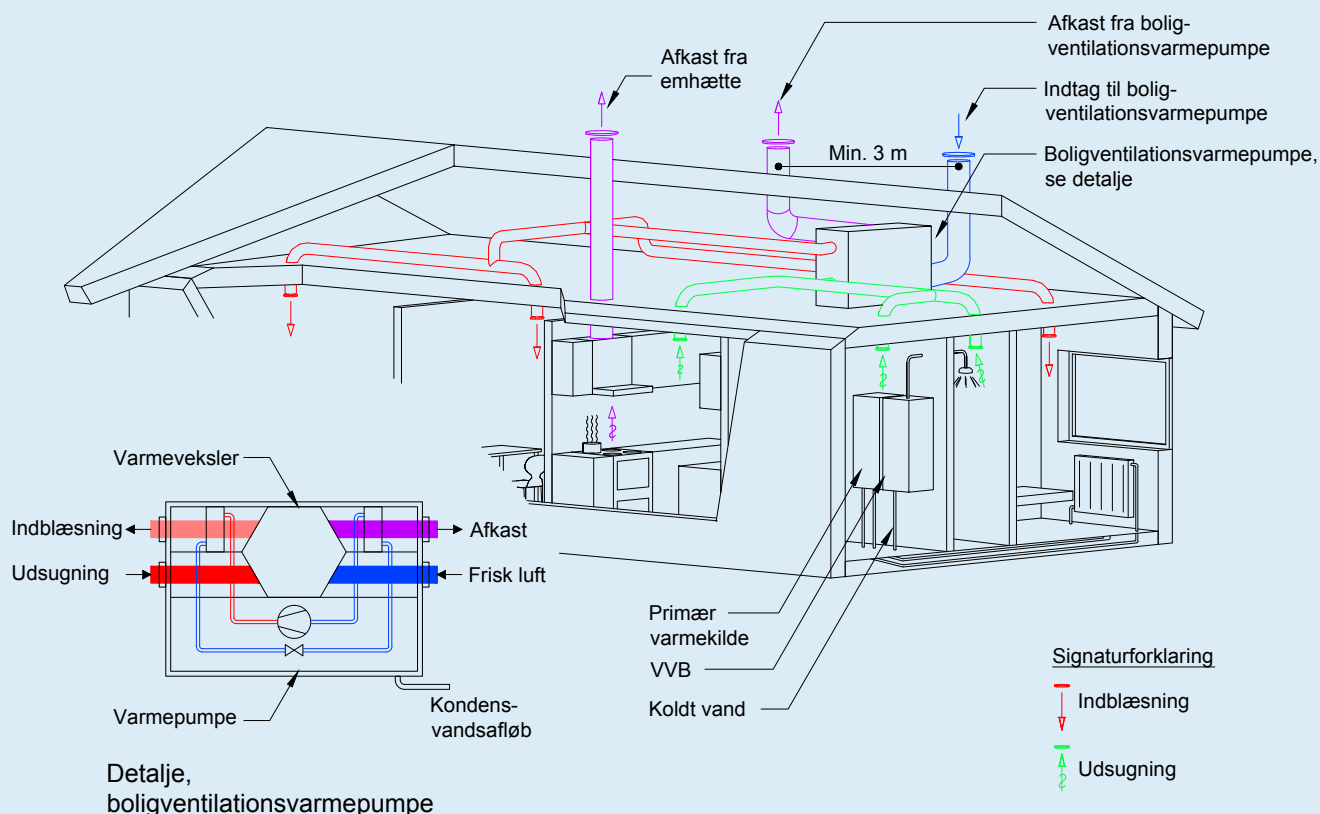
Ventilationsdelen dimensioneres til at dække boligens ventilationsbehov. Varmevekslerdelen genvinder størstedelen af varmen (70-90 %) fra husets ventilationsluft. Varmepumpedelen genvinder den resterende varme (10-30 %) og leverer et supplement af varme til ventilationsdelens indblæsningsluft eller på nogle udgaver et supplement til varmt brugsvand.

Installation af en boligventilationsvarmepumpe kræver ventilationskanaler til indblæsning i opholdsrum og udsugning i køkken, bad og bryggers. Hvis det er fysisk eller økonomisk uoverkommeligt at komme til at indbygge indblæsningskanaler, kan en brugsvandsvarmepumpe være et muligt alternativ. Se energiløsningen: "Brugsvandsvarmepumpe".

Er den primære varmekilde billig, fx i form af fjernvarme eller jordvarme, anbefales et ventilationsanlæg uden varmepumpe i stedet for en boligventilationspumpe. Se energiløsningen "Ventilationsanlæg med varmegenvinding" (også kaldet et ventilationsanlæg med passiv varmegenvinding).

Anbefaling

Boligventilationsvarmepumpen skal leve op til kravene på næste side under den fjerdsætning, at R-410a benyttes som kølemiddel.



Minimum

Tør virkningsgrad (VGV): Mindst 80 %
 Specifikt elforbrug (SFP): Maksimalt 1000 J/m³
 SCOP i opvarmningstilstand: Minimum 3,8

Lavenergi

Tør virkningsgrad (VGV): Mindst 85 %
 Specifikt elforbrug (SFP): Maksimalt 800 J/m³
 SCOP i opvarmningstilstand: Minimum 4,0

Den tørre virkningsgrad skal være dokumenteret i henhold til EN 13141-7.

I det specifikke elforbrug til lufttransport (SFP) medregnes alle komponenter fra nettilslutning til ventilatorer, fx frekvensomformer. Effektoptag til komponenter, der ikke vedrører lufttransport, medregnes ikke.

SFP måles for driftsformen med maksimalt tryktab. Bemærk, at det ønskede disponible tryk til installationen typisk vil være:

- God plads til kanaler (hovedkanal ø200-ø250): 40 Pa
- Almindelig installation (hovedkanal ø200): 60 Pa
- Dårlig plads til kanaler (hovedkanal ø160-ø200): 80 Pa
- Alle armaturer skal være store lavtryksarmaturer med tryktab på 5-10 Pa ved maksimal luftmængde.

Sæsoneffekt faktoren (SCOP) viser forholdet mellem den leverede varme og den forbrugte el på årsbasis. Jo højere effekt faktor, desto større effektivitet og dermed besparelspotentiale.

Fordele:

- Intet varmetab fra udluftning af huset
- Bedre økonomi pga. lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Lavere CO₂-udledning
- Forøger husets værdi
- Altid frisk luft i huset
- Fugt i luften fjernes. Derved undgås uhensigtsmæssig fugt i husets konstruktioner og kondensdannelse på eventuelle kolde overflader

Energibesparelse

Ved at montere en boligventilationsvarmepumpe opnås der en besparelse på varmeregningen, fordi varmen i ventilationstabet genvindes og ventilationen bidrager til opvarmningen. Der kommer dog tillæg på elregningen,

idet der bruges el til at forsyne ventilations- og varmepumpedelen.

Hvis boligventilationsvarmepumpen anvendes til køling i sommerperioder, vil besparelserne ikke holde. Det anbefales derfor ikke.

Eksisterende ventilationssystem	Ny boligventilationsvarmepumpe		
	Areal m ²	Samlet energibesparelse og varmesupplement kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80, SFP = 1.000 J/m ³ , COP = 3,8	Lavenergi: VGV = 85 %, SFP = 800 J/m ³ , COP = 4,0
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	5.666	6.559
	140	8.053	8.406
	180	9.522	9.941

Eksisterende ventilationssystem	Ny boligventilationsvarmepumpe		
	Areal m ²	Energitillæg til forsyning af ventilations- og varmepumpedel kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 %, SFP = 1.000 J/m ³ , COP = 3,8	Lavenergi: VGV = 85 %, SFP = 800 J/m ³ , COP = 4,0
Naturlig ventilation, dvs. udskiftning af luften 12 gange i døgnet	100	1.712	1.684
	140	2.174	2.171
	180	2.561	2.561

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m ² forsynes med en boligventilationsvarmepumpe. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 80 % og en SFP på 1.000 J/m ³ . Huset er et standard et-plans parcelhus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Huset er elopvarmet. SCOP på boligventilationsvarmepumpen er 3,8. Elpris 1: 2,70 kr. pr. kWh. Elpris 2: 1,60 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Elvarmebesparelse		8.053 kWh
	El til boligventilationsvarmepumpe		2.174 kWh
	Besparelse	8.053 kWh - 2.174 kWh =	5.879 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Elvarmebesparelse	8.053 kWh/år x 1,60 kr./kWh =	12.885 kr
	El til boligventilationsvarmepumpe	2.174 kWh x 1,60 kr./kWh =	3.478 kr
	Service boligventilationsvarmepumpe		1.500 kr
	Besparelse	12.885 kr. - 3.478 kr. - 1.500 kr.	7.906 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -udledning, elvarmebesparelse	0,211 kg/kWh x 8.053 kWh =	1.699 kg
	CO ₂ -udledning boligventilationsvarmepumpe	0,211 kg/kWh x 2.174 kWh =	459 kg
	CO ₂ -besparelse i kg	1.699 kg - 459 kg =	1.240 kg
	CO ₂ -besparelse i tons		1,2 ton

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Huset skal være lige så tæt som et nyt hus, hvilket kan dokumenteres med en såkaldt blower-door test.

Hvis ventilationanlægget skal fungere korrekt, skal der være forbindelse mellem alle rum, også når dørene er lukkede. Dvs., at der skal indbygges riste i dørene, dørtræ under dørene skal fjernes o.l.

Dimensionering

Boligventilationsvarmepumpen skal dimensioneres til et luftskifte på minimum 0,30 l/s pr. kvadratmeter opvarmet etageareal. Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilladt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/s pr. m² i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse. Derudover skal der, evt. på anden vis, være mulighed for et øget luftskifte fra køkken, bad, toilet bryggers og kælder på:

Køkken:	20 l/s
Bad og toilet:	15 l/s
Særskilt toilet/bryggers/kælderrum:	10 l/s

Montage

Boligventilationsvarmepumpen placeres enten i bryggers eller på loft. Den forbindes via ventilationskanaler til udsugningsarmaturer i køkken, badeværelser og bryggers samt indblæsningsarmaturer i stuer og værelser.

Boligventilationsvarmepumpen får frisk luft enten via en friskluftsrist i en ydermur eller en hætte på taget forbundet til ventilationsaggregatet via en ventilationskanal. Den "brugte" luft sendes via en ventilationskanal ud af en afkashætte. Alle fire kanaler skal tilsluttes boligventilationsvarmepumpen med en brandhæmmet fleksibel forbindelse for at undgå vibrationer i kanalerne. Emhætten bør ikke tilsluttes boligventilationsvarmepumpen, idet madlavning fedter kanalerne til.

Hvis boligventilationsvarmepumpen placeres på loftet, skal det stå på et fast underlag, der har tilstrækkelig styrke til at bære både anlægget og 1-2 mand. Det skal placeres, så der er plads omkring det til at forbinde kanaler, tilslutte strøm og afløb. Desuden skal underlaget være vibrationsfrit. Dette kan

Udførelse (fortsat)

fx. opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion, som aggregatet stilles på.

Der bør opsættes et styrepanel med en filteralarm placeret synligt i stueetagen. En boligventilationsvarmepumpe støjer typisk ikke mere end et køle- eller fryseskab, men en placering direkte over opholdsrum bør alligevel undgås.

Boligventilationsvarmepumper skal altid tilsluttes kondensafløb, jævnfør producentens forskrifter.

En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til boligventilationsvarmepumpen og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne.

Ventilationskanaler

Kanalsystemet bør være så enkelt og symmetrisk som muligt, da det gør indregulering simpel. Kanalsystemet bør dimensioneres til en lufthastighed på 2,5 m/s, så der opnås et lavt tryk og selvindregulering.

Ventilationskanalerne bør udføres i spiralfædede rør med tætning af gummiringe. Til et enfamiliehus vil hovedkanalerne typisk være 160 mm i diameter, og kanalerne til indblæsnings- og udsugningsarmaturer vil typisk være 100 mm i diameter. Ventilationskanalerne skal minimum udføres med lige stykker mindst svarende til 4 gange rørdiameteren før alle bøjninger. T-stykker bør så vidt muligt undgås. I stedet for T-stykker anbefales det at bruge 45° afgreninger og 45° og 90° bøjninger.

Når ventilationskanalerne føres gennem dampspærren, skal der anvendes en membrangennemføring.

Det gælder også, hvis kondensafløb eller elkabler gennembryder dampspærren. Der skal monteres en lyddæmper ved boligventilationsvarmepumpen, og det anbefales at montere lyddæmpere før indblæsnings- eller udsugningsarmaturer for at undgå, at lyd bevæger sig fra rum til rum via ventilationskanalerne.

Indtags- og afkasthætter eller tilsvarende riste bør placeres med minimum 3 meters afstand. Indtagshætter skal føres over tagryggen. Hvis der er tale om en indtagsrist, bør den placeres på en nordvendt væg for at opnå køleeffekt om sommeren. Indtags- og afkasthætter eller indtagsrist bør være 1-2 dimensioner større end kanalen, som de betjener.

Indregulering

Når boligventilations- og ventilationskanalerne er monterede, skal det samlede ventilationsanlæg indreguleres, så luftmængder på indblæsning og udsugning er lige store.

Eftersyn

Afhængigt af størrelsen på varmepumpedelen og dens kølemiddelfyldning, som typisk varierer fra 0,5 - 3 kg er der lovkrav til årligt eftersyn af kølekredsen.

Hvis anlægget indeholder mere end 1 kg kølemiddel, skal det efterses mindst én gang årligt af en montør, som har den fornødne uddannelse. Er der mere end 2,5 kg kølemiddel i varmepumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 1977 om anvendelse af trykbærende udstyr).

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Frostfri placering	Er boligventilationsvarmepumpen placeret frostfrit?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Underlag for aggregat	Er der et fast og vibrationsfrit underlag, som boligventilationsvarmepumpen kan stå på?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Plads til servicering af aggregat	Er der god plads foran boligventilationsvarmepumpen?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Isolering af ventilationskanaler	Er ventilationskanalerne isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
Isolering af indtags- og afkastkanaler	Er indtags- og afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 5
Fald på afkastkanal	Er der fald på kanal til afkast?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Indregulering	Foreligger der en indreguleringsrapport?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7
Manual til anlægget	Findes der en manual til anlægget?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 8
Brændeovn	Har bygningen brændeovn?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Aflevering	Er aflevering udført i henhold til DS 447?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 10

1. Frostfri placering af boligventilationsvarmepumpe

Hvis en boligventilationsvarmepumpe placeres et sted, hvor der er risiko for frost - fx i tagrum - skal kondensvandafløbet som minimum være isoleret.

2. Underlag for aggregat

Monteres boligventilationsvarmepumpen i et loftsrums, kan en sandwichkonstruktion fx opbygges af en 22 mm gulv-finerplade på bjælkelag, 100 mm trædefast mineraluld og en betonflise.

3. Plads til servicering af aggregat

Anlægget skal placeres med mindst 60 cm foran aggregatets front, så det er muligt at komme til at servicere det. Lågen skal desuden kunne åbnes 90 grader uden at støde på forhindringer.

4. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke ventilationskanalerne ligger indbygget i isoleringslaget på loftet, skal de isoleres med mindst 50 mm isolering. Isoleringen afsluttes med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

5. Isolering af indtags- og afkastkanaler

Indtags- og afkastkanaler skal isoleres med mindst 50 mm isolering afsluttet med en beklædning af plast eller alufolie udvendigt.

6. Fald på afkastkanal

Der skal være et fald på afkastkanal mod ventilationsaggregatet, så evt. kondensvand ledes væk.

7. Indregulering

Der skal foreligge en indreguleringsrapport som dokumentation af, at der har været foretaget en indregulering.

8. Manual til boligventilationsvarmepumpen

Brugermanualen skal være gennemgået med og udleveret til beboerne i huset.

9. Brændeovn

Har bygningen brændeovn, bør der tages forholdsregler, som sikrer, at der ikke opstår undertryk i bygningen, fx ved anvendelse af emhætte og brændeovn samtidig. Dette kan sikres ved separat friskluftsforsyning til brændeovnen.

10. Aflevering

Aflevering skal ske i henhold til DS 447 for, at anlægget er lovligt installeret.

Indeklima

Et ventilationsanlæg hjælper med at udskifte luften i huset. Hermed sikres en bedre luftkvalitet, og risikoen for fugtproblemer reduceres kraftigt. Hvis filtret udskiftes med jævne mellemrum, reduceres koncentrationen af udefrakommende partikler og pollen i indeluften. Det er vigtigt, at beboerne instrueres i at udskifte, og hvor ofte dette skal gøres, da gamle tilsmudsede filtre kan være en væsentlig kilde til forurening af indeluften.

Når anlægget dimensioneres, er det væsentligt at have fokus på at reducere støjgener fra anlægget så meget som muligt. Overvej ligeledes risikoen for træk fra anlægget.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

For anlæg der forsyner én bolig skal varmegenvindingsaggregatet have en tør temperaturvirkningsgrad på mindst 80% og det specifikke elforbrug til lufttransport må ikke overstige 1.000 J/m³ ved maksimalt tryktab.

Ventilationssystemet skal sikre en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m² opvarmet etageareal. Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilladt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/s pr. m² i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse.

Varmepumpen skal have en COP-værdi på minimum 3,6 i opvarmningstilstand (heating mode). COP-værdien ved opvarmning dokumenteres i henhold til DS/EN 14511 Airconditionanlæg, væskekølere og varmepumper med eldrevne kompressorer til rumopvarmning og rumkøling - Del 1-3.

Installationen skal udføres, så den lever op til gældende standarder for vand- og varmeinstallationer, herunder DS 469 for varmeanlæg, DS 452 for isolering af tekniske installationer, DS 447 Ventilation i bygninger og DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg.

Hvis varmepumpens el-forbrug overstiger 3.000 kWh/år, skal det måles. Eventuel el-patron skal forsynes med timetæller eller elmåler.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden ventilationsvarmepumpen tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder/europæiske normer:

- DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg
- DS 447 Norm for mekaniske ventilationsanlæg
- DS/EN 308 Varmevekslere. Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Etablering af hybridventilation

Hybridventilation kombinerer naturlig ventilation med mekanisk ventilation. Det mekaniske ventilationsanlæg med varmegenvinding vil være i drift om vinteren, mens den naturlige ventilation anvendes sommer og i overgangsperioder.

Når der benyttes naturlig ventilation, indtages luften gennem ventilationsåbninger i værelser og stue (gerne automatisk styrede). Luftstrømmen går herefter fra værelserne og stuen til vådrummene, hvor fugten fjernes effektivt via aftrækskanaler. Emhætten etableres udenom hybridsystemet

Anbefalinger

Det anbefales at etablere hybridventilation, hvis et hus er relativt nyt, velisoleret og tæt, eller hvis et ældre hus er blevet efterisoleret og tætnet grundigt.

Ventilationsanlæg

Det anbefales at installere et A-mærket ventilationsanlæg (jf. EU forordning 1254/2014) med varmegenvinding (betegnelse: "Ventilationsanlæg til boliger" eller "RVU - residential ventilation unit").

Der bør vælges et ventilationsanlæg med centralt behovsstyret regulering fremfor lokal behovsstyret regulering, da det er en væsentligt dyrere løsning. Regleringen af ventilationsanlægget skal ske via flertrinsdrev eller trinløs regulering.

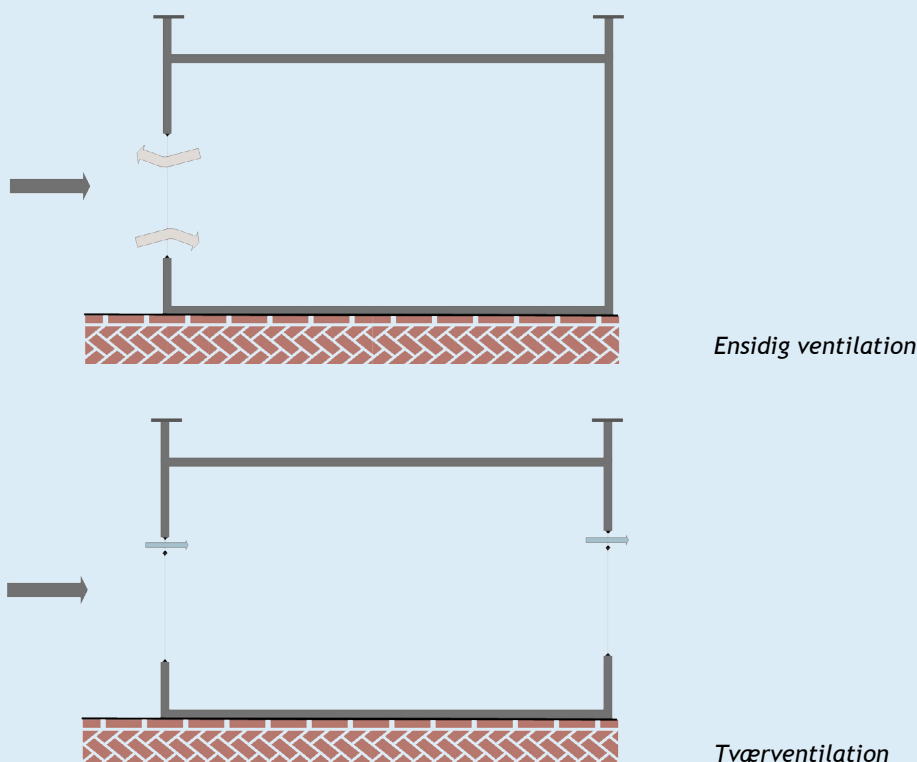
Minimum: Ventilationsanlæg med en tør temperaturvirkningsgrad (VGV) på 80 % og et specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) på 1.000 J/m^3

Lavenergi: Ventilationsanlæg med en tør temperaturvirkningsgrad (VGV) på 85 % og et specifikt elforbrug (SEL) på 800 J/m^3

Den tørre virkningsgrad skal være dokumenteret i henhold til EN 13141-7.

I det specifikke elforbrug til lufttransport (SEL) medregnes alle komponenter fra nettilslutning til ventilatorer, fx frekvensomformer. Effektoptag til komponenter, der ikke vedrører lufttransport, medregnes ikke.

Ventilationsanlæg, der opfylder minimumskravene og har central behovsstyret regulering, vil altid opfylde kravene til et A-mærket anlæg i EU forordning 1254/2014.



SEL måles for driftformen med maksimalt tryktab. Bemærk, at det ønskede disponible tryk til installationen typisk vil være:

- God plads til kanaler (hovedkanal $\varnothing 200\text{-}\varnothing 250$): 40 Pa
- Almindelig installation (hovedkanal $\varnothing 200$): 60 Pa
- Dårlig plads til kanaler (hovedkanal $\varnothing 160\text{-}\varnothing 200$): 80 Pa
- Alle armaturer skal være store lavtryksarmaturer med tryktab på 5-10 Pa ved maksimal luftmængde

Se yderligere informationer under "Ventilationsberegningen" i afsnittet "Udførelse".

Naturlig ventilation

Der installeres automatisk styrede ventilationsåbninger, som kobles sammen med en vejrstation, der måler udetemperatur og vindhastighed (se under "Montage" i afsnittet "Udførelse").

Automatikken skal blandt andet sikre, at den naturlige ventilation først er i drift, når varmesystemet er afbrudt.

Fordele

- Intet elforbrug til ventilation i sommerhalvåret
- Bedre økonomi på grund af varmegenvinding og dermed lavere varmeregning
- Øget komfort og bedre indeklima
- Mindre risiko for overophedning i bygningen
- Lavere CO₂-udledning
- Forøget værdi af huset
- Fugt i luften reduceres, og derved minimeres risiko for fugt i husets konstruktioner samt kondensdannelse og skimmelsvamp på kolde overflader

Energibesparelse

Ved at etablere hybridventilation opnås der en besparelse på varmeregningen, idet en del af varmen genvindes - primært om vinteren. Der kommer dog et mindre tillæg på elregningen, idet der bruges el til at drive det mekaniske ventilationsanlæg - svarende til 30-40 W. Om sommeren og i overgangsperioder er det mekaniske ventilationsanlæg slukket, og der er derfor ikke noget elforbrug i den periode.

I nedenstående tabel ses energibesparelser ved at etablere hybridventilation.

Eksisterende ventilationssystem	Hybridventilationsanlæg med varmegenvinding		
	Areal m ²	Varmebesparelse ved installation af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år.	
		Minimum: VGV = 80 % SEL: 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SEL: 800 J/m ³
Naturlig ventilation (udskiftning af luften 12 gange i døgnet)	100	3.640	3.867
	140	5.720	6.078
	180	6.240	6.630

Eksisterende ventilationssystem	Hybridventilationsanlæg med varmegenvinding		
	Areal m ²	Tillæg til el til drift af ventilationsanlæg med varmegenvinding kWh pr. år.	
		Minimum: VGV = 80 % SEL: 1.000 J/m ³	Lavenergi: VGV = 85 % SEL: 800 J/m ³
Naturlig ventilation (udskiftning af luften 12 gange i døgnet)	100	153	123
	140	241	193
	180	263	210

I ovenstående tabel om tillæg til el til drift af ventilationsanlæg med varmegenvinding er det forudsat, at det mekaniske ventilationsanlæg er i drift i ca. 6 måneder om året (fra og med november til og med april). Erfaringer har vist, at udetemperaturen helst skal være højere

end ca. 13 °C ved naturlig ventilation. Desuden forudsættes det, at varmeanlægget ikke er i drift samtidigt. Hvis huset tidligere ikke blev ventileret svarende til Bygningsreglementets krav, dvs. 12 gange i døgnet, bliver besparelsen mindre.

Eksempel på energibesparelse

Forudsætninger	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m ² forsynes med et hybridventilationsanlæg med varmegenvinding. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 80 % og en SEL på 1.000 J/m ³ . Huset er et standard et-plans hus med et bryggers, et køkken, et badeværelse og et toilet. Naturgaspris: 13,80 kr. pr. m ³ Elpris: 2,70 kr. pr. kWh		
Årlig energibesparelse kWh	Energiforbrug til opvarmning af erstatningsluften		5.720 kWh
	Elforbrug til drift af ventilationsanlæg		241 kWh
	Besparelse	5.720 kWh - 241 kWh =	5.479 kWh
Årlig økonomisk besparelse kr.	Energiforbrug omregnet til m ³ gas	5.720 kWh/år/11 kWh/m ³ =	520 m ³
	Besparelse gas	13,80 kr./m ³ x 520 m ³ =	7.176 kr
	Omkostninger el til drift af ventilationsanlæg	2,70 kr./kWh x 241 kWh =	651 kr
	Besparelse	7.176 kr. - 651 kr.	6.525 kr
Årlig CO₂-besparelse kg	CO ₂ -besparelse gas	0,205 kg/kWh x 5.720 kWh =	1.173 kg
	CO ₂ -tillæg el	0,211 kg/kWh x 241 kWh =	51 kg
	CO ₂ -besparelse i kg	1.173 kg - 54 kg =	1.122 kg
	CO ₂ -besparelse i tons		1,1 ton

CO₂-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO₂ pr. kWh
- Fyringsolie: 0,266 kg CO₂ pr. kWh
- Fjernvarme: 0,072 kg CO₂ pr. kWh
- El: 0,211 kg CO₂ pr. kWh

Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m³ naturgas = 9-11 kWh.
(højest for nye kedler)

Energipriser

I denne energiløsning er der benyttet gennemsnitlige energipriser fra energiprisstatistikkerne fra Forsynings-tilsynet for 4. kvartal 2021. Det er hensigtsmæssigt altid at beregne energibesparelser med en gennemsnitlig energipris over en længere periode, ikke med den aktuelle dagspris, da energipriserne svinger.

Udførelse

Dimensionering

Et egnet mekanisk ventilationsanlæg kan findes ved hjælp af "Ventilationsberegneren", som findes her: www.teknologisk.dk/ventilationslisten/korrekt-valg-af-anlaeg/35101.

Ventilationsanlægget skal dimensioneres til et luftskifte på minimum 0,30 l/s pr. kvadratmeter opvarmet etageareal.

Såfremt ventilationssystemet ved måling er i stand til at regulere udelufttilførslen efter tilfredsstillende luftkvalitet og fugtforhold i boligen, er det dog tilfaldt at reducere udelufttilførslen til 0,15 l/s pr. m² i en længere periode over døgnet, hvis boligen ikke er i anvendelse. Derudover skal der, evt. på anden vis, være mulighed for et øget luftskifte fra køkken, bad, toilet bryggers og kælder på:

Køkken: 20 l/s
Bad og toilet: 15 l/s
Toilet/bryggers/kælderrum: 10 l/s

Er det arealmæssige luftskifte lavere end den funktionsbaserede, kan det tillades, at anlægget kører behovstyret (variabelt VAV anlæg). Mindre areal

og flere fugtige zoner giver større mulighed for at anvende VAV.

Når der benyttes naturlig ventilation, skal luften til vådrum og bryggers tilføres gennem ventilationsåbninger (vinduer eller lemme), som bør være automatisk styrede.

Er huset over 300 m², eller skal ventilationsanlægget betjene mere end to etager, er der skærpede brandkrav (DS 428-4), og huset betragtes som en etageejendom. Se Videncentrets energiløsning: "Central ventilation med varmegenvinding".

Kanalføringerne må ikke svække huset brandmæssigt eller statisk.

Det er væsentligt, at installatøren/montøren følger alle informationskravene fra punkt a til u i ecodesignforordning nr. 1253/2014, da en afvigelse fra dette medfører, at ventilationsfirmaet er ansvarlig for CE-mærkningen. Specielt punkt n vedrørende reguleringsfaktor og reguleringstypologi er væsentligt.

Montage

Den mekaniske ventilation tilvejebringes ved udsugning i køkken og bad/wc og evt. bryggers samt

Udførelse (fortsat)

indblæsning i stuer og værelser. Afkast og indtag monteres over tag. Udsugningsarmaturer placeres så tæt på fugtafgiver som muligt.

Indblæsningsarmaturer placeres længst væk fra dør til tilstødende rum.

Det skal sikres, at der sker en god overførsel af luften fra opholdsrum til køkken og bad (fx med overtryksventil). Der er krav om 100 cm² mod adgangsrum og oplukkeligt vindue/dør eller lem i rum, hvor der suges ud. Emhætten kan ikke tilsluttes, fordi ventilationsanlægget ikke er i drift i sommerhalvåret.

Hvis ventilationsaggregatet placeres på loftet, skal det stå på et fast underlag, der har tilstrækkelig styrke til at bære anlægget og 1-2 mand samtidig. Desuden skal underlaget være vibrationsfrit. Dette kan fx opnås ved at opbygge en sandwichkonstruktion, som aggregatet stilles på. Der bør være et styrepanel med en filteralarm placeret synligt i stueetagen.

Aggregatet placeres i centrum af det område, det skal betjene. Det er en god ide, hvis aggregatet ikke placeres lige oven på et opholdsrum af hensyn til støjgener. Desuden skal aggregatet placeres, så der er plads omkring det til at forbinde ventilationskanaler, tilslutte strøm og afløb - og ikke mindst til servicering. Ventilationsaggregater med modstrømsvarmeveksler skal tilsluttes kondens afløb.

Er ventilationsanlæggets virkningsgrad over 85 %, kan eftervarme flade undlades. For ringere anlæg kan de sidste 10-20 % varme til indblæsningsluften om vinteren tilføres med en vand- eller el-baseret eftervarme flade. Varmerørene skal isoleres. Varmetabet kan også dækkes af husets radiatorer.

Der skal være by-pass på varmegenvindingsenheden. Der bør benyttes en løsning med automatisk by-pass via spjæld eller ved stop af rotor. En sommerboks bør undgås, da boligejeren enten selv skal montere den eller få et ventilationsfirma til at gøre det. By-pass ved sluk af indblæsningsventilatoren fungerer ikke sammen med lokal behovsstyret regulering uden at der er installeret automatiske friskluftventiler i facaden. Dette er en dyr løsning.

En autoriseret el-installatør skal slutte strøm til aggregatet og bør samtidig etablere en udligningsforbindelse til ventilationskanalerne. Anlægget skal forsynes via forbindelse, så elforbruget kan måles. Stikkontakt anbefales fremfor en fast forbindelse.

Den naturlige ventilation tilvejebringes via oplukkelige vinduer eller lemme i ydervægge og/eller

vinduer/døre. Enten ved ensidig ventilation eller tværv ventilation. Se illustrationer på forsiden.

Ensidig ventilation

Ved ensidig ventilation er der kun åbninger i den ene af rummets ydervægge. Luften tilføres og fjernes gennem det samme åbentstående vindue. Effektiviteten er begrænset ved ensidig ventilation og anbefales kun, hvis rumdybden ikke overstiger 2,5 gange rumhøjden. I enfamilieboliger, som denne energiløsning omfatter, vil ensidig ventilation benyttes i værelser samt toilet og bad. Der er typisk kun et vindue, i disse rum og derfor er ensidig ventilation den eneste mulighed.

Tværv ventilation

Ved tværv ventilation tilføres luft udefra gennem åbninger i vindsiden og fjernes gennem åbninger i læsiden i facade eller tag. Der kan etableres tværv ventilation i et rum, når der er åbninger i form af vinduer eller i to eller flere ydervægge eller tagflader. Tværv ventilation kan typisk etableres, når rumdybden er højest 5 gange rumhøjden. I enfamilieboliger vil tværv ventilation benyttes i stuen og køkken-alrummet. Luften vil typisk tages ind gennem et vindue i facaden og afkastes gennem et vindue i tagfladen.

I rum med naturlig ventilation gennem automatisk eller manuelt styrede vinduer eller lemme, kan der regnes med nedenstående luftmængder i dag- og nattetimerne.

Styring af vinduer	Luftmængde pr. m ² opvarmet etageareal [l/s]	
	Dagtimer	Nattetimer
Automatisk	1,8	0,6
Manuelt	0,9	0,3

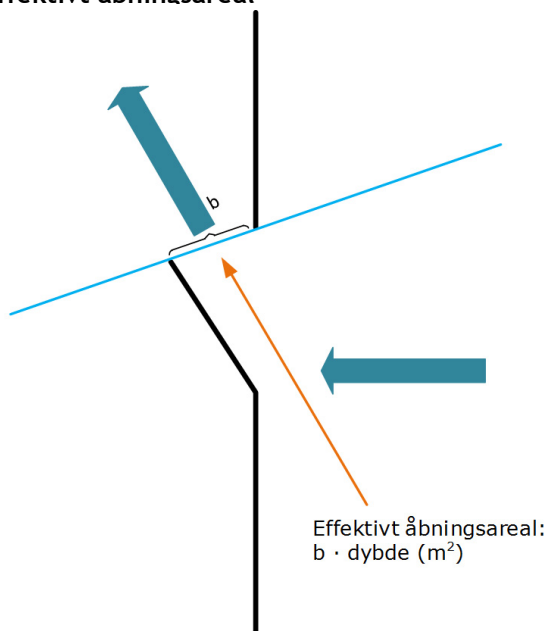
Ovenstående forudsætter, at der findes effektive åbningsarealer.

Som det ses i nedenstående tabel afhænger størrelsen af de effektive åbningsarealer af, om der benyttes ensidig ventilation eller tværv ventilation.

Ventilationsform	Effektivt åbningsareal som funktion af etagearealet [%]	
	Dagtimer	Nattetimer
Ensidig ventilation	4,0	2,0
Tværv ventilation	1,5	1,0

Udførelse (fortsat)

Effektivt åbningsareal



Eksempel

Er der et større effektivt åbningsareal end svarende til 1,5 % af etagearealet ved tværv ventilation eller 4,0 % ved ensidig ventilation, kan der beregnes et større proportionalt luftskifte.

Hvis der for eksempel i et 150 m² naturligt ventileret enfamiliehus med manuelt styrede vinduer, er et effektivt åbningsareal på 4,5 m² med åbninger til alle sider, svarer det til 3 % af etagearealet ved tværv ventilation. Der kan da regnes med en naturlig ventilation om sommeren på:

$$\frac{3,0 \%}{1,5 \%} \cdot 0,9 = 1,8 \text{ l/s pr. m}^2$$

Eksempel

I et parcelhus er der en stue på 25 m² med et vestvendt vinduesareal på 5 m². En simpel beregning med Be15 viser, at det er nødvendigt med en naturlig ventilation på 1,2 l/s pr. m² om dagen og 0,4 l/s pr. m² om natten for at undgå overophedning. Da vinduerne er automatisk styrede, kan man beregne, at det effektive åbningsareal skal være:

$$(x/1,5 \% \cdot 1,8 \text{ l/s pr. m}^2) = 1 \%$$

Da etagearealet er 25 m², medfører det, at det effektive åbningsareal skal være 0,25 m².

Bredden af vinduerne (dybden på ovenstående tegning) er 4,5 m, hvilket medfører, at b (åbningen - se illustrationen) er ca. 0,06 m eller 6 cm.

Til indtag af luft benyttes der typisk tophængslede eller bundhængte vinduer.

Tophængslede vinduer er et standardprodukt fra stort set alle vinduesfabrikanter, hvorimod et fx bundhængt indadgående vindue er et specialprodukt, der ofte er væsentligt dyrere. Luftstrømningsteknisk er det bundhængte indadgående vindue dog at foretrække.

Til afkast af luft benyttes der typisk tagvinduer, der fås enten tophængte eller som vippevinduer, der er hængslet i midten.

Eksempler på disse vinduer ses på nedenstående billeder.



Tophængslet vindue i facade til indtag af luft



Vippevindue i tag til afkast af luft

Udførelse (fortsat)



Tophængslet vindue i facade til indtag af luft



Vippevindue i tag til afkast af luft

Ventilationskanaler

Kanalsystemet bør være så enkelt og symmetrisk som muligt, da det gør indregulering simpel. Kanalsystemet bør dimensioneres til en lufthastighed på 2,5 m/s, så der opnås et lavt tryk.

Ventilationskanalerne bør udføres i spiralfalsede rør med tætning af gummiringe. Til et enfamiliehus vil hovedkanalerne typisk være 160 mm eller 200 mm i diameter. Kanalerne til indblæsnings- og udsugningsarmaturer vil typisk være 100 mm i diameter.

Ventilationskanalerne skal minimum udføres med lige stykker, mindst svarende til 4 gange rørdiameteren før alle afbøjninger. T-rørs sammenløb eller T-bøjninger bør så vidt muligt undgås. I stedet for T-bøjninger anbefales det at bruge en 45° afgang og 45° og 90° afbøjning.

Alle ventilationskanaler tilsluttes aggregatet med en brandhæmmet fleksibel forbindelse for at undgå vibrationer i kanalerne.

Når ventilationskanalerne føres gennem dampspærren, skal der anvendes en membrangennemføring. Det gælder også, hvis afløb eller elkabler gennembrøder dampspærren.

Der skal monteres en lydæmper ved ventilationsaggregatet, og det anbefales at montere lydæmpere før indblæsnings- eller udsugningsarmaturer for at undgå, at lyd bevæger sig fra rum til rum via ventilationskanalerne.

Indtags- og afkasthætter eller tilsvarende riste bør placeres med minimum 3 meters afstand. Afkasthætter skal føres over tagryggen. Hvis der er tale om en indtagsrist, bør den placeres på en nordvendt væg for at opnå køleeffekt om sommeren.

Indtags- og afkasthætter eller indtagsriste bør være 1-2 dimensioner større end de kanaler, som de betjener, for at formindske trykfald.

Indregulering

Når ventilationsanlægget og ventilationskanalerne er monterede, skal det samlede ventilationsanlæg indreguleres, så luftstrømmene, der suges ud og blæses ind, er lige store.

Tryktab over armaturer bør ikke overstige 10 Pa.

Udførelse (fortsat)

Automatik

Det vil være nødvendigt med automatisk styrede vinduer for at opnå følgende:

- Optimalt samspil med mekanisk balanceret ventilationsanlæg med varmegenvinding
- At den naturlige ventilation først er i drift, når varmesystemet (radiator- eller gulvarmesystem) er afbrudt
- Minimalt energiforbrug
- Minimal forekomst af overtemperatur
- Optimalt samspil med udeklimaet

De automatisk styrede ventilationsåbninger kobles sammen med en vejrstation, der måler udetemperatur

og vindhastighed. Det anbefales at udelade en vindretningssensor. Det skyldes, at det kan være problematisk at få fuld effekt af en vindretningssensor, da den ofte placeres på taget, og retningen kan være væsentlig forskellig på de enkelte facader afhængig af garage/carport, nabobygninger samt bevoksning.

Det vil være en fordel, hvis brugeren kan overstyre automatikken med mulighed for forceret ventilation fx på tidspunkter for bad (morgen) og madlavning (aften); men den skal altid kunne nulstilles efter fx en time.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Frostfri placering af aggregat	Er aggregatet placeret frostfrit?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 1
Afløb for kondensvand	Kræver aggregatet afløb for kondensvand?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
Underlag for aggregat	Er der et fast og vibrationsfrit underlag, som aggregatet kan stå på?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Plads til servicering af aggregat	Er der god plads foran aggregatet, så man kan komme til at servicere det?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Isolering af ventilationskanaler	Er ventilationskanalerne isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Isolering af indtags- og afkastkanaler	Er indtags- og afkastkanaler isolerede?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 6
Fald på afkastkanal	Er der fald på kanal til afkast?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 7
Indregulering	Foreligger der en indreguleringsrapport?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 8
Manual til ventilationsanlægget	Findes der en manual til anlægget?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 9
Aflevering	Er aflevering udført iht. DS 447?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 10
Åbninger - regn	Er åbningerne påvirkelige over for regn?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 11
Åbninger - klemningsfare	Er der klemningsfare i åbningerne?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 12
Åbninger - tyverisikring	Er åbningerne tilgængelige for indbrud?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 13
Zonestyring - naturlig ventilation	Er anlægget zonestyret?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 14
Automatik	Er automatikken indstillet korrekt?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 15

1. Frostfri placering af aggregatet

Hvis ventilationsaggregatet placeres et sted, hvor der er risiko for frost - fx i tagrum - skal det være sikret mod dette. Dvs., at det skal efterisoleres med minimum 50 mm isolering, eller at der skal vælges et præisoleret aggregat. Evt. vandeftervarme skal være sikret mod frostsprængning, og kondensafløbet skal være isoleret.

2. Afløb for kondensvand

Et ventilationsaggregat med modstrømsvarmeveksler kræver et afløb for kondensvand. Ventilationsaggregatets bund placeres, så der er fald mod afløb på 1-1,5 %. Afløbsrør skal have tilsvarende fald, og afløbet skal ledes til en vandlås. Vandlåsen skal være let tilgængelig for rensning og evt. efterfyldning om sommeren.

3. Underlag for aggregat

En sandwichkonstruktion kan fx opbygges af en gulvfinerplade 22 mm på bjælkelag, 100 mm trædefast mineraluld og en betonflise.

4. Plads til servicering af aggregat

Aggregatet skal placeres, så der er mindst 60 cm foran aggregatets front, så det er muligt at komme til at servicere det. Lågen skal desuden kunne åbnes 90° uden at støde på forhindringer.

5. Isolering af ventilationskanaler

Hvis ikke ventilationskanalerne ligger indbygget i isoleringslaget på loftet, skal de isoleres med mindst 50 mm isolering. Isoleringen afsluttes med en beklædning af plast- eller alufolie udvendigt.

6. Isolering af indtags- og afkastkanaler

Indtags- og afkastkanaler skal isoleres med mindst 50 mm isolering afsluttet med en beklædning af plast eller alufolie udvendigt.

7. Fald på afkastkanal

Der skal være et fald på afkastkanal mod ventilationsaggregatet, så evt. kondensvand ledes væk.

8. Indregulering

Der skal foreligge en indreguleringsrapport som dokumentation for, at der har været foretaget en indregulering. Hvis der ikke gør det, skal der foretages en indregulering.

9. Manual til ventilationsanlægget

Brugermanualen skal være gennemgået med og udleveret til beboerne i huset.

10. Aflevering

Aflevering skal ske iht. DS 447 for, at ventilationsanlægget er lovligt installeret.

11. Åbninger - regn

Åbningerne - eller nogle af dem - bør placeres, så de ikke er påvirkelige for regn.

12. Åbninger - klemningsfare

Åbningerne skal placeres, så der ikke er klemningsfare for mennesker. Alternativt kan styringen forsynes med en klemningssikret funktion.

13. Er åbninger tilgængelige for indbrud

Åbninger skal sikres mod indbrud. Det kan anbefales at kontakte bygherres forsikringsselskab for at afklare omfang og nødvendighed af evt. indbrudssikring.

14. Zonestyring - naturlig ventilation

Det vil være en god ide, hvis styringen kan inddeles i zoner med en temperatursensor, så åbningerne kan tilpasses behovet i de enkelte rum.

15. Automatik

Automatikken skal sikre, at den naturlige ventilation først er i drift, når varmesystemet (radiator- eller gulvvarmesystem) er afbrudt. Det skal derfor sikres, at automatikken er indstillet i henhold til dette.

Styringen bør have forskellige driftsformer - fx dag/nat, sommer/vinter samt evt. en 'gæste funktion' for at sikre ekstra ventilation ved mange mennesker - alternativt installeres en CO₂-sensor.

Indeklima

I velisolerede og tætte boliger kan der opstå problemer med overophedning om sommeren.

Ved nybyggeri og energirenoveringer skal det termiske indeklima på solrige dage ifølge Bygningsreglementet dokumenteres gennem beregning. For boliger kan dokumentation ske på grundlag af en forenklet beregning. En forenklet beregning kan eksempelvis foretages med Be15 (tidligere Be10).

Overtemperatur kan undgås ved at anvende et forceret luftskifte i perioder med store varmelastninger. Ved etablering af hybridventilation skal det indtænkes i design og dimensionering af hybridventilationssystemet.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

For bygninger, der anvendes til bolig, skal de konkrete ventilationskrav i gældende bygningsreglement opfyldes med hensyn til luftmængder, så der sikres tilfredsstillende luftkvalitet og luftforhold:

- Ventilationsanlægget skal kunne yde et luftskifte på 0,30 l/s pr. kvadratmeter brutto opvarmet etageareal.
- Ventilationsanlægget skal mindst kunne forøges til et funktionsbestemt luftskifte fra køkken, bad, toilet og bryggers: køkken: 20 l/s, bad og toilet: 15 l/s, toilet/bryggers/kælderrum: 10 l/s.

For den energimæssige ydeevne af et mekanisk ventilationsanlæg med indblæsning og udsugning der betjener én bolig, stilles der krav i bygningsreglementet om brug af varmegenvinding med en tør temperaturvirkningsgrad (VGV) på mindst 80% og et specifikt elforbrug til lufttransport (SEL) på maksimalt 1.000 J/m³ ved maksimalt tryktab.

Ventilationssystemet skal projekteres og udføres i overensstemmelse med DS 447, DS 428 og DS 452.

Der skal ifølge bygningsreglementet udføres en funktionsafprøvning inden ventilationssystemet tages i brug. Der skal også foreligge en drifts- og vedligeholdelsesmanual. Manualen skal indeholde tegninger med oplysning om placering af installationer, der skal vedligeholdes, samt hvordan og hvor ofte vedligeholdelsen skal ske.

Yderligere information

Bygningsreglementet
www.bygningsreglementet.dk

Danske standarder:

- DS 447 Ventilation i bygninger - Mekaniske, naturlige og hybride ventilationssystemer
- DS 428 Norm for brandtekniske foranstaltninger ved ventilationsanlæg
- DS/EN 308 Varmevekslere. Prøvningsmetoder til bestemmelse af ydeevne for luft til luft- og røggasvarmegenvindingsanordninger

Anden litteratur

- Bygningernes energibehov. SBi-anvisning 213.
- Strategies for controlling thermal comfort in Danish low energy building: System configuration and results from 2 years of measurements. Velux A/S and Esbensen Consulting Engineers.
- Evaluering af energiklasserne 2015 og 2020 i BR10. Oplevelser blandt ejere af nye lavenergifamiliehuse og erfaringer blandt aktører i byggebranchen. SBi 2014:07.

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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



ELINSTALLATIONER

Elregningen er på vej op i de fleste boliger og andre bygninger. Der er et stort stand-by forbrug og et stigende antal elektriske apparater. Men ved hjælp af bedre styring og energimæssigt bedre apparater og installationer kan elregningen reduceres væsentligt.

På hjemmesiden for www.spareenergi.dk findes der produktlister og gode råd til at nedbringe elforbruget, både hvad angår apparater og andre installationer.

På elområdet udarbejder Videncenter for Energibesparelser i Bygninger energiløsninger, der supplerer dette materiale, så der kan spares på hele elforbruget i bygningen.



Styring af udendørs belysning

Husejere anvender i stigende grad udendørs belysning til oplysning af terrasser, havegange, indgangspartier, garager samt som effektbelysning fx til facader eller dekorationer.

Både ved at etablere ny udendørs belysning og ved at renovere eksisterende udendørs belysningsanlæg opnår husejeren elbesparelser, når der vælges energieffektive lyskilder kombineret med lysstyring. Energibesparelsens størrelse afhænger naturligvis af husejerens vaner med hensyn til at tænde og slukke lyset.

Når dagslysets styrke falder til under 45 lux, er det normalt nødvendigt at tænde udendørs belysningen. Til sammenligning er der ca. 400-500 lux under en kontorlampe.

Mulighederne for styring af udendørs belysning omfatter:

- Skumringsrelæ med indbygget urstyring til automatisk at tænde lyset, når det bliver mørkt, og slukke lyset, når der bliver lyst. Belysningen programmeres til kun at være tændt i et forudbestemt tidsrum efter mørkets frembrud.
- Bevægelsessensorer, der tænder lyset ved bevægelse og slukker lyset, når den ikke registrerer bevægelse.

Sensorerne har altid et indbygget skumringsrelæ, så lyset ikke tændes ved bevægelse i dagslys.

Anbefaling til styring af udendørs belysning

- Vælg lyssensorer, som har et standby forbrug, der er så lavt som muligt og højst 1 watt.
- Sørg for at al udendørs belysning er koblet på et skumringsrelæ, så belysningen ikke tænder, før der er behov for det. Hvis installationen giver mulighed for det, kan man med fordel koble al udendørs lys på samme skumringsrelæ.
- Vælg skumringsrelæ med tidsstyring, hvor der er mulighed for at opdele natten i intervaller, så lyset kan være tændt fx i perioden fra mørkets frembrud til kl. 23 og igen i de tidlige morgentimer f.eks. fra kl. 5, til det er lyst.

Fordele

- Lyssensorer sørger for, at lyset kun er tændt, når der er brug for det. Herved spares penge på elregningen.
- Lyssensorer kan have en positiv præventiv virkning mod indbrud og hærværk.



Eksempel på energibesparelse

Havebelysning

For at belyse en have til et enfamiliehus er der 5 lamper - hver med en 60 W pære. Lamperne er tændt 5.000 timer om året.

I eksempel 1 forsynes lamperne med skumringsrelæ. I eksempel 2 forsynes lamperne også med urstyring. I eksempel 3 skiftes pærerne desuden ud til A-sparepærer. Besparelsen i årlige driftstimer findes ved hjælp af mørketabelen længere nede på siden.

Elpris: 2,70 kr./kWh

	Antal lyskilder (stk)	Lyskilde (W)	Sensor St. by forbrug (W)	Drifttid (timer/år)	Elpris (kr./kWh)	Elforbrug pr. år (kWh/år)	Elomkostning (kr./år)	Elbesparelse (kWh/år)	Besparelse (kr./år)
Eksisterende havebelysning	5	60	0	5.000	2,70	1.500	4.050	0	0
Eksempel 1: Havebelysning med skumringsrelæ, der tænder lyset ved 45 lux	5	60	1	4.248	2,70	1.274	3.440	226	609
Eksempel 2: Havebelysning med skumringsrelæ, der tænder lyset ved 45 lux, og urstyring, der slukker lyset 5 timer pr. nat	5	60	1,2	2.423	2,70	727	1.963	773	2.087
Eksempel 3: Havebelysning med skumringsrelæ, der tænder lyset ved 45 lux, og urstyring, der slukker lyset 5 timer pr. nat samt A-sparepærer	5	11	1,2	2.423	2,70	133	360	1.367	3.690

Mørketabel

Eksisterende havebelysningsanlæg, der forsynes med skumringsrelæ og tidsstyring

Reduktion i tændingstiden	Brændetimer v. 45 lux	Sparede drifttimer/år
0,0 timer	4.248	0
1,0 timer	3.883	365
2,0 timer	3.518	730
2,5 timer	3.335	913
3,0 timer	3.153	1.095
3,5 timer	2.970	1.278
4,0 timer	2.788	1.460
4,5 timer	2.605	1.643
5,0 timer	2.423	1.825
5,5 timer	2.240	2.008
6,0 timer	2.058	2.190

Forudsætning

For at kunne beregne den årlige besparelse med skumringsrelæ er det nødvendigt at vide, hvor mange timer det er mørkt. Tallene er vejledende gennemsnitlige årlige brændetimer angivet ved en dagslystyrke på 45 lux.

Sådan læses tabellen

Hvis skumringsrelæet er uden tidsstyring, udgør brændetimerne 4.248 timer/år.

Hvis skumringsrelæet er med tidsstyring, der fx slukker 5 timer pr. nat, udgør brændetimerne 2.423 timer/år. Herved spares der årligt 1.825 drifttimer.

Kilde: SEAS-NVE

Eksempel på energibesparelse - fortsat

Belysning af indkørsel

For at belyse en indkørsel til et enfamiliehus er der 5 lamper - hver med en 60 W pære. Lamperne er tændt 4.000 timer om året.

I eksempel 1 etableres en bevægelse sensor. I eksempel 2 skiftes pærerne også ud til LED-lyskilder. Det vurderes, at en bevægelse sensor kan reducere de årlige driftstimer til 1.500 timer pr. år.

Elpris: 2,70 kr./kWh

	Antal lyskilder (stk)	Lyskilde (W)	Sensor St. by forbrug (W)	Drifttid (timer/år)	Elpris (kr./kWh)	Elforbrug pr. år (kWh/år)	Elomkostning (kr./år)	Elbesparelse (kWh/år)	Besparelse (kr./år)
Eksisterende gangsti belysning	5	60	0	4.000	2,70	1.200	3.240	0	0
Eksisterende gangsti belysning med bevægelse sensor	5	60	1	1.500	2,70	450	1.215	750	2.025
Eksisterende gangsti belysning med bevægelse sensor og udskiftning til LED lyskilder	5	12	1	1.500	2,70	90	243	1.110	2.997

Udførelse

Montering

Må kun foretages af en autoriseret elinstallatør. Følg producentens monteringsanvisning.

Funktionalitet

Styringen skal være enkel for husejeren at justere. Tilbyd brugerinstruktion for at indstille skumringsrelæet

Placering af skumringsrelæ

Skumringsrelæet skal placeres på en facade i en højde, hvor kunstig belysning ikke kan ramme, og

hvor der ikke kan opstå periodevis kraftige skyggedannelser fra træer, markiser, porte mv. Skumringsrelæet skal samtidig være tilgængeligt for justering af tændings-tidspunktet (lux styrken).

Placering af bevægelse sensor

Sensoren bør placeres på en fast og stabil flade med frit udsyn til det område, hvor tænding af belysningen skal aktiveres. Placeringshøjde, dækningsvinkler m.m. fremgår af monteringsanvisningen.

Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Lyskilde og armaturer	Er der udelys bestående af lyskilder med halogen eller almindelige glødepærer?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Lysbehov - skumringsrelæ	Er der dekorationsbelysning i form af havebelysning, facade indgangspartier, terrasser eller lignende, hvor den årlige drifttid overstiger 4.300 timer?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2
	Ønsker bygningsejeren mulighed for at kunne tidsstyre dekorationsbelysningen i nogle timer om natten?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 2

Tjekliste (fortsat)

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Lysbehov - bevægelsessensor	Er der udelys, som ofte er tændt i dagtimerne og med fordel kan styres af bevægelsessensor? (Orienteringsbelysning fra garage til indgangsdør, bagdøre, kælderskaktbelysning mv.)	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Ledningsføring	Opfylder det eksisterende belysningsanlæg gældende krav til elsikkerhed og elinstallationer?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 4
	Er der ønsker fra husejeren om fx skjult ledningsføring eller andet?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4

1. Lyskilde og armaturer

Almindelige glødepærer eller halogenlamper bør udskiftes med A-sparepærer eller LED lyskilder. Herved opnås en større elbesparelse. Læs mere om A-sparepærer:

www.spareenergi.dk

Her findes også fakta og gode råd til valg af LED lyskilder.

Vær opmærksom på, at nogle typer af A-pærer starter med at lyse svagt især i kolde perioder. Det kan undgås med LED lys, der giver et kraftigt lys med det samme, også når det er koldt.

2. Lysbehov - skumringsanlæg

I følge mørketabellen ved 45 lux er der kun behov for belysning i ca. 4.300 timer pr. år. Overstiger de årlige drifttimer 4.300 timer, kan der opnås elbesparelser. Eksempelvis kan der etableres et skumringsrelæ medurstyring. Afklar denne mulighed med husejeren.

3. Lysbehov - bevægelsessensorer

Det årlige antal timer, hvor udelyset kan være slukket, vurderes sammen med husejeren. Antallet af lamper og deres samlede wattage indgår i beregning af den årlige elbesparelse som vist i beregningseksemplet.

4. Ledningsføring

Belysningsanlægget skal ændres, så det opfylder gældende krav til elinstallationer. Oplys bygningssejeren om, hvilke konkrete fejl og mangler der skal udbedres.

Er der forhold, der besværliggør og fordyrer installationen, skal husejeren gøres opmærksom på det og acceptere det, før arbejdet igangsættes.

Indeklima

Hvis udendørs belysningen oplyser et eller flere rum i boligen, kan det være generende, hvis det tænder og slukker ofte, fx hvis der installeret bevægelsessensor. Dette bør overvejes, inden der træffes beslutning om installationen.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Bygningsreglementet stiller ikke krav til styring af udendørs belysning.

Yderligere information

Læs mere om A-spærpærer samt anbefalede lysdioder (LED) og bevægelsessensorer på www.spareenergi.dk

SEAS-NVE mærketabel
www.seas-nve.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.



Solcelleanlæg til elproduktion

Solcelleanlæg er velegnede til bygninger, der har en solbeskinnede facade eller tagflade – særligt hvis den ikke er udsat for nævneværdig skygge fra midt formiddag til sen eftermiddag i sommerhalvåret. Solcelleanlæg kan dog også være attraktive, selvom en del af dem er i skygge en del af dagen - hvis de fx placeres øst/vest, så de producerer mest på tidspunkter, hvor husholdningen har mest behov for elektricitet.

Det er oplagt at etablere solcelleanlægget i sammenhæng med reparation eller udskiftning af tagbelægningen. Solcelleanlægget kan også placeres på stativ(er) på matriklen.

Solceller kan bidrage til at nedbringe det årlige elforbrug fra elnettet, samt give en indtægt ved salg af el til el-nettet. Desuden kan solceller være en fornuftig løsning til at forbedre husets energimærke, da installationen normalt kan udføres med minimalt indgreb i klimaskærmen.

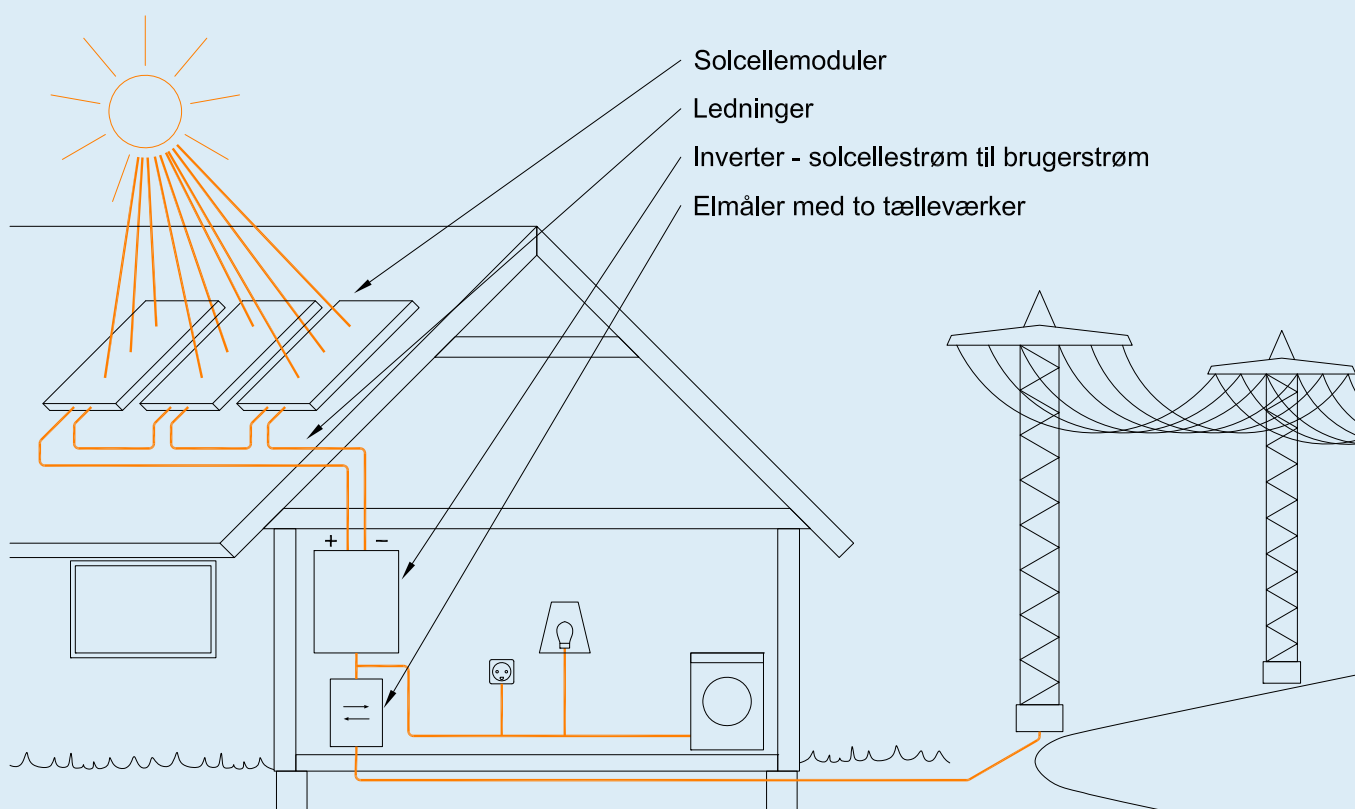
Et solcelleanlæg producerer elektricitet, når det belyses; mest når solen skinner kraftigt og i mindre grad, når det er overskyet. Det sker uden bevægelige dele og lydløst.

Der er ingen (giftige) stoffer, som udvaskes fra anlægget ved fx regnvejr. Solceller producerer jævnspænding, som omformes til vekselspænding i en elektronisk vekselretter.

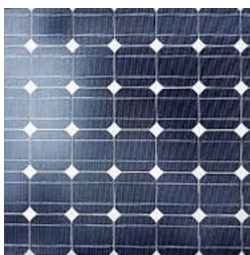
Anlægget er koblet til det offentlige elnet via vekselretteren, som automatisk sørger for at tilpasse elproduktionen fra solcellerne til elnettets spænding og frekvens. Når solcellerne producerer elektricitet, vil det først dække husets elforbrug; hvis elproduktionen fra solcellerne overstiger husets behov for el på et givet tidspunkt, eksporteres det til elnettet. På den måde kan der spares penge på elregningen.

Solcelleanlæggets elektriske ydeevne angives i Watt-peak (Wp), som lidt forenklet sagt er den effekt, det kan levere i kraftigt solskin. I Danmark leverer en kWp ca. 1000 kWh årligt ved sydvendt placering.

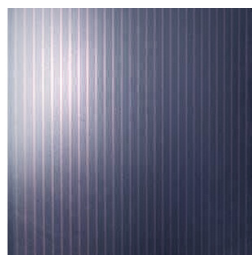
Solceller er robuste og har forventede levetider i størrelsesordenen 25 år. De er følsomme over for skygger, og markant skygge på selv mindre arealer kan få betydelig negativ effekt på elproduktionen.



Man skelner normalt mellem de to mest almindelige kategorier af solcelleteknologier, som er:



Krystallinsk silicium
(mono, poly)



Tyndfilm
(amorft silicium, CIS, CdTe)

Moduler med krystallinsk silicium er de ældste, mest udbredte og mest effektive solceller. De kendes på den typiske inddeling i et antal firkantede celler på størrelse med en stor håndflade.

Tyndfilmsmoduler kendes på et mere homogent og som oftest ret mørkt udseende, hvor de enkelte, langsgående celler vanskeligt kan skelnes.

Anbefaling til anlæggets størrelse

Hvis man ikke kan aftage elektriciteten i samme øjeblik, som den produceres, sælges den til elnettet (Med mindre man kan lagre strømmen).

Den optimale størrelse på solcelleanlægget afhænger bl.a. af priser på køb og salg af el, hvilket varierer fra time til time og år til år. Hvis anlægget er forholdsvis stort, vil man sælge meget strøm til en fremtidig ukendt pris; hvis anlægget er forholdsvis lille, vil man have større andel af egetforbrug og mindre salg.

Man skal dog også tage med i betragtning, at meget små anlæg er dyrere pr. kW end store. For at få endnu mere ud af sit anlæg kan man tilrette elforbruget, så det passer bedre med de lyse timer. Fx ved at bruge intelligent styring på hårde hvidevarer, varmepumpe, elvandvarmer og opladning af elbiler og -cykler. Se energiløsning for solceller, styring, batteri mm. Man kan bruge tabel 3 til at få en fornemmelse af, hvor meget el en typisk husstand selv kan bruge direkte fra en given anlægsstørrelse. For en mere nøjagtig beregning skal man have fat i timeværdier for forbrug og produktion. Desuden er priserne for køb og salg af el helt afgørende for optimering af økonomien i anlægget. Dette svinger dog så meget, at vi ikke kan give eksakte tidssvarende beregninger i denne energiløsning.

Fordele

- Anlægget reducerer energiforbruget fra elnettet, og det bidrager til lavere CO₂-udledning
- Et solcelleanlæg medvirker til, at ejeren generelt øger sin bevidsthed om energiforbrug. Derved bliver gevinsten større end bare solcelleanlæggets elproduktion
- Et solcelleanlæg kræver stort set intet vedligehold og passer sig selv
- Et solcelleanlæg øger typisk husets værdi
- Et solcelleanlæg kan forbedre husets energimærke.



Energibesparelse

Installation af et solcelleanlæg giver ikke i sig selv en direkte energibesparelse, men elproduktionen bevirker et reduceret køb af el fra elskabet. Og det kan give en indirekte energibesparelse ved at man i husholdningen bliver mere opmærksom på apparaters og belysningens energiforbrug.

Elproduktionen pr. m² solcelleareal afhænger af teknologien:

Tabel 1: Vejledende elproduktion ved forskellige solcelleteknologier

	Vejledende elproduktion kWh/m ² /år	Vejl. Arealbehov m ² /kW
Mono-krystallinsk silicium	200	5
Poly-krystallinsk silicium	180	5,6
Tyndfilm (CIS)	130	7,7

Bemærk, at der kan være variation indenfor hver teknologi

Tabel 2: Vejledende årligt elforbrug i parcelhuse uden elvarme

	140 m ²	200 m ²
1 voksen	3.300 kWh	3.700 kWh
2 voksne	4.200 kWh	4.700 kWh
2 voksne og 2 mindre børn	4.900 kWh	5.300 kWh
2 voksne og 2 større børn	5.300 kWh	5.800 kWh

Tabel 3: Vejledende egetforbrugs andel (øjebliksafregning)

Årsforbrug kWh	2 kWp	4 kWp	6 kWp	8 kWp	10 kWp
2000	26 %	16 %	13 %	10 %	9 %
3000	40 %	20 %	16 %	14 %	12 %
4000	50 %	26 %	19 %	16 %	14 %
5000	60 %	31 %	23 %	18 %	16 %
6000	75 %	40 %	26 %	20 %	18 %
Årsproduktion kWh	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000

Tabelværdierne er for egetforbrug i husholdninger uden elvarme og uden batteri. Med batteri vil man kunne opnå cirka den dobbelte andel til egetforbrug. (Se anden energiløsning om energilagring og styring)

Forudsætning

Elproduktionen i tabel 1 og 3 forudsætter, at solcellemodulerne orienteres mod syd med en hældning på 30-40°, at de ikke udsættes for meget høje driftstemperaturer forårsaget af eksempelvis en isoleret bagside, og at der ikke forekommer skygger af betydning. Der er under disse forhold antaget en årlig elproduktion på 1000 kWh pr. installeret kWp. Dette tal er nogenlunde

uafhængigt af solcelleteknologi, men svinger med geografisk placering og fra år til år. Ved anden hældning/orientering se tabel 4. Det forudsættes desuden i tabel 3, at elmåleren er sat op, så egetforbruget ikke afhænger af fordelingen på nettets tre faser, og at der ikke er indbygget batterilager i solcelleanlægget (anlæg med batterier findes, og vil kunne opnå væsentligt større egetforbrug).

Eksempel på beregnet besparelse

Forudsætninger	<p>En familie med et årligt elforbrug på 5.000 kWh ønsker at etablere solcelleanlæg. Huset har et sydvendt tag med 40 graders hældning (ideel produktion). Der er plads til et anlæg på ca. 4 kWp, som kan forventes at producere ca. $4 \times 1.000 = 4.000$ kWh årligt. Af tabel 3 aflæses et forventet egetforbrug på ca. 31 % af produktionen.</p> <p>Gennemsnitspris på køb af el: 2,70 kr./kWh</p> <p>Gennemsnitspris på salg af el: 0,75 kr./kWh</p>
Værdi af sparet elkøb pr. år	$2,70 \text{ kr./kWh} \times 0,31 \times 4.000 \text{ kWh} = 3.348 \text{ kr}$
Værdi af elsalg pr. år	$0,75 \text{ kr./kWh} \times 0,69 \times 4.000 \text{ kWh} = 2070 \text{ kr}$
Anslået rådighedsbetaling, nettarif og abonnement (kan variere, spørg netselskab)	= 500 kr
Ændring i el-udgiften 1. år	$3348 + 2070 - 500 = 4.918 \text{ kr}$

Hvis solcellefladen vender i en anden retning eller har en anden hældning, bruges skemaet på side 5 under afsnittet Udførelse, punkt 4, til at finde en procentvis mindre ydelse eller til at gøre arealet tilsvarende større. Priser ved køb og salg af el kan variere med flere 100 %, så eksemplet er et øjebliksbillede.

Forundersøgelse og udførelse

Inden selve udførelsen bør det sikres, at lokalplanen tillader opsætning af solceller på bygningen. Dette er især relevant i områder med mange fredede bygninger og i sommerhusområder.

Da anlægget skal sluttes til elnettet af en autoriseret elinstallatør, er det ligeledes en god idé at kontakte en installatør med det samme. Installatøren bør ud over eventuelt at rådgive boligejeren om etablering af solcelleanlægget straks kontakte det lokale el-distributionsselskab og sørge for, at aftalen mellem solcelleanlæggets ejer og elselskabet kommer på plads, herunder for at afklare kravene til anlæggets tilslutning til elnettet, før anlægget installeres.

Den gældende øjebliksafregning betyder, at man skal bruge elektriciteten i samme øjeblik den produceres, for at få fuld pris for den (inkl. alle afgifter.) Resten sælges til markedspris via en såkaldt produktionsleverandør, som ejeren først skal træffe aftale med.

Find regler og eget netselskab på www.greenpowerdenmark.dk/vejledning-teknik/nettilslutning
Se www.ENS.dk for afregning af sol-energi.

Solcellernes energiproduktion er følsom over for skygger, og som tommelfingerregel bør det påtænkte sted for opsætning af solcellerne fra og med april til og med september ikke være udsat for skygger i tidsrummet fra midt formiddag til sen eftermiddag, da langt det meste af årets solenergi kommer i dette tidsrum. Se dog nedenfor.

Desuden bør hele solcelleanlæggets areal have ensartede lys/skyggeforhold. Hvis dele af anlægget udsættes for betydelige forskelle i lys/skygge, bør det deles op i mindre anlæg. Skyggegivere kan fx være taghætter, master, træer, bygninger og antenner, og det kan være vanskeligt at vurdere reduktionen i den årlige elproduktion. I tvivlstilfælde kan det være en god idé at rådføre sig med en ekspert.

Da det er en fordel at producere elektriciteten, mens der er brug for den, kan det være fordelagtigt

at placere solcelleanlæggene på hhv. Øst- og vestvendte tagsider eller facader. Her vil der en stor del af dagen være skygge på den ene del af anlægget, og anlægget bør derfor deles op i mindre anlæg.

Solcelleanlæg skal udføres, så de ikke giver anledning til temperaturforårsagede skader på bygningen. Solcellemodulerne kan opnå driftstemperaturer, der ligger op til 50°C over omgivelsernes, mest hvis bagsiden er isoleret, som det fx ofte vil være tilfældet ved nedfældning i klimaskærmen. Det anbefales at vælge solcellemoduler med et udseende og en oplægning, som passer til husets arkitektur. En hel tagflade med moduler kan være flot, og der kan også tænkes i tilpasning til vinduesflader og linjer mellem tag og facade.

Solceller bør have god ventilation på bagsiden af hensyn til elproduktionen. Det kan dog være svært at opnå, når de nedfældes i fx en tagflade af arkitektoniske grunde. Da skal man blot være opmærksom på, at den forhøjede driftstemperatur kan koste måske 2-3% af den årlige elproduktion.

Vekselretteren bør placeres tørt og køligt af hensyn til levetid og maksimal ydeevne og ikke i et beboelsesrum, da den kan afgive en svag summen. Det bør tilstræbes at minimere afstanden mellem vekselretteren og solcellemodulerne for at mindske de elektriske tab.

Ved planlægning af montagen af solcellemodulerne bør adgangsforholdene til det enkelte modul overvejes for det tilfælde, det skulle blive nødvendigt med fejlsøgning og evt. udskiftning af et modul.

Elinstallatøren skal anmelde anlægget til elselskabet, udføre et lille indgreb i husets eltavle, slutte solcelleanlægget til elnettet og sætte skilt på eltavlen med oplysning om solcelleanlægget.

For solcellemontage på konkrete tagtyper henvises til vejledningerne udviklet af Teknologisk Institut, som findes på: www.bis.teknologisk.dk



Tjekliste

Undersøg	Spørgsmål	Svar	Løsning
Solbestråling	Er der skygge på taget om sommeren?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 1
Hældning og orientering	Er taghældningen mellem 30° og 40°?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 2
Montering på eksisterende tag	Skal solcellerne monteres på eksisterende tag?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 3
Fladt tag	Er der fladt tag?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 4
Nyt tag	Skal der etableres nyt tag samtidig?	Ja [] Nej []	Hvis ja: se 5
Placering	Er der mulighed for placering på tag?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 6
Vekselretterens placering	Kan der findes en egnet placering indendørs i passende kort afstand fra solcellemodulerne?	Ja [] Nej []	Hvis nej: se 7

1. Solbestråling

Hvis der er skygge på taget om sommeren, kan der vælges en anden placering af solcellemodulerne: På carport eller fritstående på stativ. Vær opmærksom på, at hvis der vælges en placering, der er lavere, mere lodret eller mere afvigende fra syd, så øges risikoen for skyggepåvirkning. Er panelerne placeret på forskellige flader, må det sikres, at anlægget er tilsvarende elektrisk sektionsopdelt. Vær opmærksom på om solcellerne kan genere naboer og trafikken med genskin, specielt hvis glasset er meget blankt og ved øst/vest placering.

2. Hældning og orientering

Et solcelleanlæg virker optimalt ved en placering på en sydvendt 30-40° hældende tagflade. Er der ikke mulighed for dette, vil samme ydeevne kunne opnås ved at øge solcellemodulernes samlede areal, afhængig af retning og taghældning.

Det kan dog i nogle tilfælde være en økonomisk fordel at placere solceller mod øst og/eller vest, så solcelleproduktionen evt. bedre kan udnyttes direkte i husholdningen. I tabel 4 på næste side kan du se, hvordan placering og ydeevne hænger sammen.

Eksempel på anvendelse af tabel 4

Et solcelleanlæg på 4,5 kWp, placeret sydvendt med en hældning på 40°, frit ventileret og ikke udsat for skygger kan producere ca. 4.500kWh/år (svarer til de 100% i tabel 4). Hvis taghældningen er 40° fra vandret, og orienteringen er vest, yder anlægget kun 79 % svarende til ca. 3555 kWh/år.

Økonomisk kan de 3555 kWh dog have (langt) større værdi end de 4500 kWh, idet de dels erstatter mere el, der kan benyttes direkte i husholdningen, dels er denne el ofte dyrere (ved variabel pris), dels fås mere, for den overskudsel, der sælges til nettet.

Hvis en årlig elproduktion på 4.500 kWh ønskes, kan man øge den installerede solcelleeffekt (og dermed arealet) med en faktor $1/0,8 = 1,25$. Dermed kommer den installerede effekt op på 5,6 kWp.

3. Montering på eksisterende tag

Solcellemodulerne monteres på skinner på taget, på et stativ eller på ballastkasser. Anlægget kan normalt leveres med beslag til forskellige tagtyper. Tjek altid, før du går i gang, at beslag til montering af solcellemodulerne passer til det aktuelle tag og at taget kan bære. Solcellemoduler vejer typisk 12 kg/m² (1 lag glas med ramme) til 18 kg/m² (2 lag glas rammeløs).

4. Fladt tag

Hvis der er fladt tag, monteres solcellemodulerne på et stativ eller ballastkasser, fx så de vender stik syd med en hældning på 30-40°, eller så en del af dem vender øst eller vest, alt efter, hvornår man har brug for elektricitet. Ved valg af stativ, tjek at gennemboringer af klimaskærmen tætnes meget omhyggeligt. Ved valg af ballastkasser, tjek at taget kan bære den forøgede vægt.

5. Nyt tag

Hvis tagbelægningen skal skiftes, er der mulighed for at indbygge solcellemodulerne i taget eller bygge montagebeslag ind med det samme.

6. Placering på stativ eller facade

Hvis der ikke er mulighed for placering på tag, kan solcellemodulerne placeres på stativ på jorden, eller på en facade, men vær i så fald ekstra opmærksom på evt. skyggegivere.

7. Vekselretterens placering

Vekselretteren bør placeres et køligt, velventileret, støvfrit sted. Den bør ikke opsættes i opholdsrum, da den kan udsende svag støj, og endelig bør afstanden til solcellemodulerne ikke være for stor. Kan der ikke findes en egnet placering indendørs, kan man evt. opsætte den udendørs. Man skal i så fald sikre sig hos leverandøren, at der vælges en vekselrettertype, der er designet til udendørs montage.

Tabel 4

	Orientering [°]													
	Nord			Øst			Syd			Vest			Nord	
	-180	-150	-120	-90	-60	-30	0	30	60	90	120	150	180	
Hældning [°]	90	26	32	43	55	65	71	73	72	65	55	42	31	26
	80	31	36	48	62	73	80	82	81	73	62	47	36	31
	70	34	41	53	68	80	87	90	87	80	67	53	40	34
	60	38	45	58	73	85	92	95	92	85	72	58	44	38
	50	44	49	63	76	88	96	98	96	88	76	62	48	44
	40	51	55	67	80	90	97	100	97	90	79	66	55	51
	30	59	63	71	81	91	97	99	97	91	81	70	62	59
	20	68	70	75	83	90	95	97	95	90	83	75	69	68
	10	76	77	81	84	87	91	92	91	87	84	81	77	76
	0	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85

Figuren viser solcellernes omtrentlige procentvise årlige energiproduktion ved forskellig hældning og orientering, angivet i forhold til den ideelle placering i DK: Stik syd og hældning ca. 37°, som er 100%.

Hvilke krav stiller bygningsreglementet?

Der stilles krav i bygningsreglementet om funktionsafprøvning. Installationer, som kan medføre en særlig risiko for brand, skal placeres og udføres i bygningen, så risikoen for, at en brand opstår og spredes, minimeres.

VEB påtager sig intet ansvar for eventuelle fejl og mangler i hverken trykt eller digitalt informationsmateriale eller for tab, der måtte opstå som følge af dispositioner på baggrund af materialet. VEB forbeholder sig ret til uden forudgående varsel at foretage ændringer i materialet.

Yderligere information

VE-godkendelsesordning

www.ens.dk/ansvarsomraader/energibesparelser/byggeri-og-renovering/ve-godkendelsesordning

Støtte til vedvarende energi

www.ens.dk/ansvarsomraader/stoette-til-vedvarende-energi/solceller/ansoegningsproces

www.bis.teknologisk.dk

www.sik.dk

www.ens.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.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for energibesparelser i bygninger



Øvrige energiløsninger

Du kan på ByggeriOgEnergi.dk finde yderligere Energiløsninger om klimaskærm i små bygninger og om klimaskærm og installationer i store bygninger (primært beboelsesejendomme).

Energiløsninger til klimaskærm

TAG OG LOFT

- Efterisolering af fladt tag
- Efterisolering af mansardtag - indefra
- Efterisolering af loft
- Efterisolering af skunk
- Efterisolering af tagrem
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - indefra
- Efterisolering af skråvæg/loft til kip - udefra
- Udskiftning af ovenlyskupler
- Udskiftning af ovenlysvinduer

FACADE, VINDUER, RUDER OG DØRE

- Udskiftning af vinduer med termoruder
- Udskiftning af termoruder
- Energiforbedring af vinduer med forsatsrammer
- Energiforbedring af vinduer med koblede rammer
- Udskiftning af vinduer med ét lag glas

- Udskiftning af yderdøre
- Hulmursisolering
- Udvendig efterisolering af let ydervæg
- Indvendig efterisolering af let ydervæg
- Udvendig efterisolering af tung ydervæg
- Murede ydervægge - udvendig efterisolering med flytning af formur

GULV, SOKKEL/FUNDAMENT OG KÆLDER

- Efterisolering af sokkel
- Dæk over krybekælder ændres til nyt terrændæk
- Efterisolering af terrændæk ved opbygning af nyt terrændæk
- Efterisolering af kældergulv
- Efterisolering af gulv over uopvarmet kælder
- Indvendig efterisolering af kældervæg
- Udvendig efterisolering af kældervæg

Energiløsninger til store bygninger

TAG OG LOFT

- Efterisolering af fladt tag
- Efterisolering af mansardtag - indefra
- Efterisolering af loft
- Efterisolering af skunk
- Efterisolering af skråvæg - udefra
- Efterisolering af kviste

FACADE

- Hulmursisolering
- Udvendig efterisolering af letbetonvægge
- Udvendig efterisolering af massive murede vægge
- Murede ydervægge - udvendig efterisolering afsluttet med formur
- Udvendig efterisolering af betonsandwichelementer

ETAGEADSKILLELSE

- Efterisolering af hulrum i etageadskillelser

VARMEINSTALLATIONER

- Konvertering af oliefyret varmecentral til fjernvarme
- Renovering af fjernvarmeforsynet varmecentral
- Renovering af naturgasfyret varmecentral
- Udskiftning af varmtvandsbeholder
- Solvarmeanlæg til større bygninger
- Udskiftning af større cirkulationspumpe
- Automatik i varmecentraler
- Isolering af rørinstallation til centralvarme og varmt brugsvand
- Fuld konvertering til varmepumpe
- Delvis konvertering til varmepumpe

VENTILATION

- Central ventilation med varmegenvinding
- Decentral ventilation med varme-genvinding

ELFORBRUG

- LED-belysning og -styringer til gang- og fællesarealer



Yderligere værktøjer på ByggeriOgEnergi.dk

På www.ByggeriOgEnergi.dk kan du finde yderligere værktøjer til at energiforbedre boliger og andre bygninger. Der er bl.a. en besparelsesberegner, som du kan bruge som grundlag for at give et bud på potentialet for at spare penge i konkrete bygninger. Den teoretiske beregning af energiforbruget til varme og varmt brugsvand er baseret på beregningskernen til programmet Be18.

The image shows two overlapping screenshots of the 'ByggeriOgEnergi.dk' web application. The top screenshot displays the 'Parcelhus' input form with the following data:

- Bygningstype: Parcelhus
- Byggeår: 1970
- Etageareal: 130 m²
- Antal etager: 1 plan
- Kælder: Ingen
- Orientering: 0 grader
- Antal beboere: 4
- Primær opvarmning: Fyringsolie, liter
- Enerpris, kr/liter olie: 11,50
- Suppl. opvarmning: Ingen
- Brændsels, lav, rummeter (m³): 2,25
- Ejer: [Empty field]
- Adresse: [Empty field]
- Post nr. og by: [Empty field]

The bottom screenshot shows the 'Etageboligbygning' results page, which includes a table of energy prices and a diagram of the building's orientation.

Standard	Pris
El	2,25 kr./kWh
Gas	9,25 kr./m ³
Olie	11,50 kr./liter
Fjernvarme	850,00 kr./MWh
Fjernvarme	28,00 kr./m ³

The image shows a screenshot of the 'BR18-værktøj' website. The main heading is 'Energikrav ved ombygningsarbejder af enfamiliehus'. Below this, there are four columns representing different parts of the building: Tag og loft, Facader og vinduer, Gulv og fundament, and Installationer. Each column contains a list of energy-saving measures and requirements.

BR18-værktøj

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger

Energikrav ved ombygningsarbejder af enfamiliehus

Skal jeg efterisolere eller ej? Hvad siger BR18?
Her finder du reglerne for udskiftning, ombygning, vedligeholdelse og reparation af bygningsdele og installationer.

Tag og loft

- Inddragelse af udnyttelig tagetage til beboelse
- Fladt tag, ny tagbelægning
- Inddækninger
- Lofter
- Male eternittag
- Ny større kvist
- Ovenlyskupler
- Ovenlysvinduer
- Skorsten
- Skotrender
- Skunkrum
- Stråtag, udnyttet tagrum
- Stråtag, udnyttet tagrum
- Tagbelægning, udnyttet tagrum
- Tagbelægning, udnyttet tagrum
- Tagkonstruktion, råd og svamp
- Tagrender
- Udskiftning af mindre kvist
- Udskiftning af tagkonstruktion
- Utæt tag

Facader og vinduer

- Facadebeklædning på let ydervæg
- Formur
- Fuger i teglmur
- Hulmur
- Indvendig efterisolering af let ydervæg
- Nye vinduer med forsatsrammer
- Porebeton, ydervægge
- Pudsning af blank ydemur
- Teglydervægge, efterisolering
- Termoruder
- Tilbygning
- Udskiftning af vinduer eller døre
- Vinduer, fredet hus
- Vinduer, renovere og vedligeholde
- Ydervæg, pudse indvendigt
- Ændring af facade ved indbygning af vindue eller dør

Gulv og fundament

- Ny gulvbelægning over en ventileret krybekælder
- Ny gulvbelægning på betondæk over uopvarmet kælder
- Ny gulvbelægning på bjælkelag over uopvarmet kælder
- Ny gulvbelægning på dæk over det fri
- Ny gulvbelægning på en tørrændsakskonstruktion
- Nyt kældergulv
- Nyt terrændæk med gulvvarme
- Omfangsdræn
- Radon
- Rumhøjde i kælder
- Sokkel med skader
- Vandskade på kældergulv

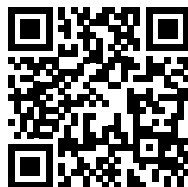
Installationer

- Cirkulationspumpe
- Fjernvarmeunit
- Gaskedel
- Jordvarmepumpe til gulvarmeanlæg
- Jordvarmepumpe til radiatoranlæg
- Konvertering af varmforsyning
- Konvertering til brændsel eller pillefyret kedel
- Oliefyr
- Radiatorer
- Radiatorventiler
- Solcelleanlæg
- Solvarmeanlæg
- Udeluftventiler
- Varmepumpe luft/vand til gulvarmeanlæg
- Varmepumpe luft/vand til radiatoranlæg
- Varmepumpe til luft/luft
- Varmtvandsbeholder eller vandvarmer
- Ventilationsanlæg

Videncenter for Energibesparelser i Bygninger under Energistyrelsen samler og formidler viden om konkrete og praktiske muligheder for at reducere energiforbruget i bygninger. Videncentret medvirker til, at byggeriets parter opnår flere kvalifikationer og nye værktøjer til at gennemføre energibesparende tiltag i bygninger.

Hermed understøtter Videncentret den samlede energispareindsats i Danmark.

Scan koden eller besøg Videncentrets hjemmeside
www.ByggeriOgEnergi.dk



Videncenter for
Energibesparelser i Bygninger

Gregersensvej 1 • Bygning 2 • 2630 Taastrup • Tlf. 7220 2255 • www.ByggeriOgEnergi.dk