



## 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.

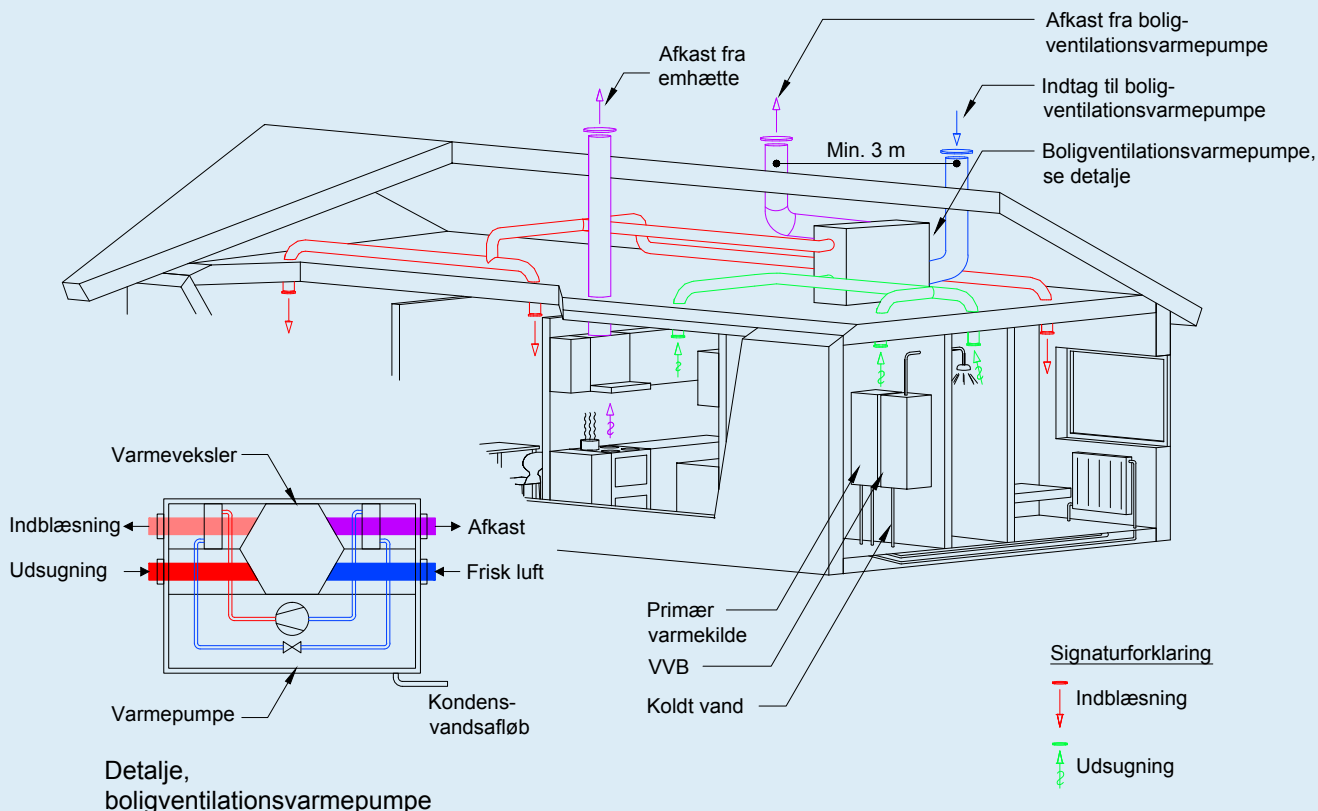
Ventilationsdelen dimensioneres til at dække boligens ventilationsbehov. Varmevekslerdelen genvinder størstedelen af varmen (70-90 %) fra husets ventilationsluft. Varmepumpedelen genvinder den resterende varme (10-30 %) og leverer et supplement af varme til ventilationsdelens indblæsningsluft eller på 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/m<sup>3</sup>

SCOP i opvarmningstilstand: Minimum 3,8

**Lavenergi**

Tør virkningsgrad (VGV): Mindst 85 %

Specifikt elforbrug (SFP): Maksimalt 800 J/m<sup>3</sup>

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  $\varnothing 200\text{-}\varnothing 250$ ): 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.

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 CO<sub>2</sub>-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 <sup>2</sup>	Samlet energibesparelse og varmesupplement kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80, SFP = 1.000 J/m <sup>3</sup> , COP = 3,8	Lavenergi: VGV = 85 %, SFP = 800 J/m <sup>3</sup> , 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 <sup>2</sup>	Energitillæg til forsyning af ventilations- og varmepumpedel kWh pr. år	
		Minimum: VGV = 80 %, SFP = 1.000 J/m <sup>3</sup> , COP = 3,6	Lavenergi: VGV = 85 %, SFP = 800 J/m <sup>3</sup> , 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

<b>Forudsætninger</b>	Et tætnet og efterisoleret parcelhus på 140 m <sup>2</sup> forsynes med en boligventilationsvarmepumpe. Ventilationsanlægget har en varmegenvinding på 80 % og en SFP på 1.000 J/m <sup>3</sup> .  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: 2,30 kr. pr. kWh. Elpris 2: 1,65 kr. pr. kWh		
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	Elvarmebesparelse		8.053 kWh
	El til boligventilationsvarmepumpe		2.174 kWh
	Besparelse	5.878 kWh - 2.174 kWh =	5.878 kWh
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	Elvarmebesparelse	8.053 kWh/år x 1,65 kr./kWh =	13.287 kr.
	El til boligventilationsvarmepumpe	2.174 kWh x 1,65 kr./kWh =	3.588 kr.
	Service boligventilationsvarmepumpe		1.500 kr.
	Besparelse	13.287 kr. - 3.588 kr. - 1.500 kr.	8.199 kr.
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	CO <sub>2</sub> -udledning, elvarmebesparelse	0,345 kg/kWh x 8.053 kWh =	2.778 kg
	CO <sub>2</sub> -udledning boligventilationsvarmepumpe	0,345 kg/kWh x 2.174 kWh =	750 kg
	CO <sub>2</sub> -besparelse i kg	2.778 kg - 750 kg =	2.028 kg
	CO <sub>2</sub> -besparelse i tons		2,0 tons

### Varmeproduktion ved forskellige brændsler:

1 liter olie = 8-10 kWh. 1 m<sup>3</sup> naturgas = 9-11 kWh.

(højest for nye kedler)

### CO<sub>2</sub>-udledning for forskellige opvarmningsformer:

- Naturgas: 0,205 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fyringsolie: 0,265 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- Fjernvarme: 0,115 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh
- El: 0,345 kg CO<sub>2</sub> pr. kWh

## 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. 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 afkasthætte. 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 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.

## Udførelse (fortsat)

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 spiralfalsede 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. 100 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/m<sup>3</sup> ved maksimalt tryktab.

Ventilationssystemet skal sikre en udelufttilførsel på mindst 0,30 l/s pr. m<sup>2</sup> opvarmet etageareal.

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.

Virksomhedens stempel og logo:

### Yderligere information

Bygningsreglementet  
[www.bygningsreglementet.dk](http://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](http://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.*