



## Konvertering til jordvarme

I huse med ældre olie- eller gaskedler beliggende i et område uden tilslutningspligt til fjernvarme eller naturgas er det en god idé at installere jordvarme – også kaldet en væske-vandvarmepumpe.

En væske-vandvarmepumpe er 10-15 % mere energi-effektiv end en luft-vandvarmepumpe. Anlægget koster mere, da der skal nedgraves jordvarmeslanger, og det kræver et vist areal. Er der ikke nok jordareal, er luft-vandvarmepumpen et godt alternativ. Se Videncentrets Energi-løsning: ”Konvertering til luft-vandvarmepumpe.” Se desuden Videncentrets online Varmepumpeguide.

En væske-vandvarmepumpe 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 så muligt.

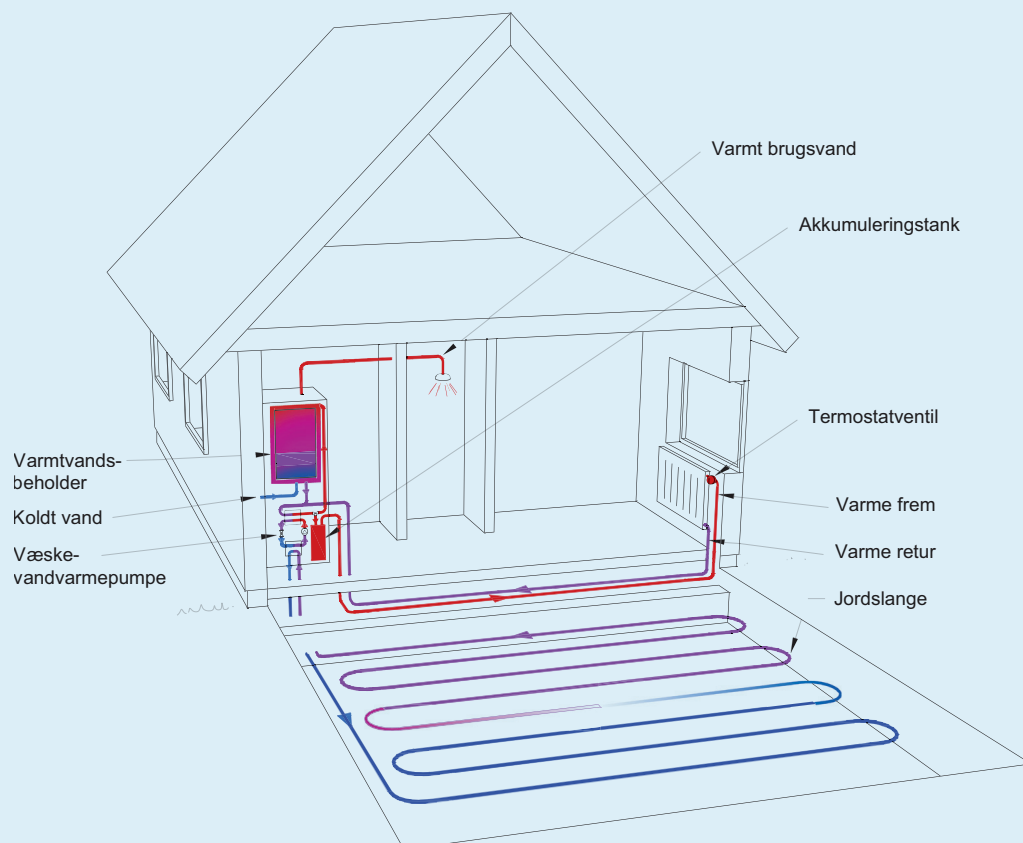
### Anbefaling

Efterisolér huset, før varmepumpen dimensioneres, medmindre det er relativt nyt eller er blevet efter-isoleret for nyligt. Optimal drift opnås ved en dimensionering, der matcher husets dimensionerende varmetab.

Jordvarme giver den bedste energieffektivitet i et hus med lavtemperaturvarmeafgiver 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.

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 jordvarmepumper:

- Jordvarmepumpe til gulvvarme  
SCOP-værdi: 4,25
- Jordvarmepumpe til radiatorer  
SCOP-værdi: 3,18

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 for at få størst effektivitet og længst levetid.

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

En SCOP-værdi på 4,25 betyder fx, at varmepumpen i gennemsnit leverer 4,25 gange så meget energi end 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.

En varmepumpe dimensioneres typisk til at dække 80-85 % af husets varmetab. Den angivne varmepumpeeffekt nedenfor er derfor 82 % af husets varmetab.

Byggeår	1930-1959		1960-1979		1980-1999		2000-2005	
Areal m <sup>2</sup>	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 husets 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 CO<sub>2</sub>-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 væskevandvarmepumpe fra olie- eller gaskedel afhængigt af husets byggeår og isoleringsgrad.

Eksisterende opvarmningsform	Ny væske-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 <sup>2</sup>	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 m<sup>2</sup>, der opvarmes med en oliekedel fra efter 1977, kan spare ca. 20.200 kWh om året ved at konvertere til væske-vandvarmepumpe.

#### 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 væske-vandvarmepumpe udgør her 13.100 kWh.

#### Varmeproduktion med 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

## Eksempel på energibesparelse

<b>Forudsætninger</b>	<p>I et parcelhus på 130 m<sup>2</sup> 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 årsnytttevirksomhed 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 væske-vandvarmepumpe er på 8 kW med en normeffektfaktor på 3,2. 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: 9,9 kr./l Elpris 1: 2,30 kr./kWh. Elpris 2: 1,65 kr./kWh</p>		
<b>Årlig energibesparelse kWh</b>	<p>Årligt olieforbrug omregnet til kWh <math>2.400 \text{ l} \times 10 \text{ kWh/l} =</math></p> <p>Årligt elforbrug til oliekedel kWh <math>508 \text{ kWh}</math></p> <p>Årligt energiforbrug oliekedel <math>24.508 \text{ kWh}</math></p> <p>Husets faktiske energibehov <math>0,75 \times 24.000 \text{ kWh} =</math></p> <p>Årligt energiforbrug varmepumpe <math>(0,95 \times 18.000 \text{ kWh})/3,2 =</math></p> <p>Elpatron varmepumpe <math>0,05 \times 18.000 \text{ kWh} =</math></p> <p>Besparelse <math>24.508 \text{ kWh} - 5.344 \text{ kWh} - 900 \text{ kWh} =</math></p>	<p>24.000 kWh</p> <p>508 kWh</p> <p>24.508 kWh</p> <p>18.000 kWh</p> <p>5.344 kWh</p> <p>900 kWh</p> <p>18.264 kWh</p>	
<b>Årlig økonomisk besparelse kr.</b>	<p>Årlige omkostninger olie <math>2.400 \text{ l} \times 9,9 \text{ kr./l} =</math></p> <p>Årlige omkostninger el <math>508 \text{ kWh} \times 2,30 \text{ kr./kWh} =</math></p> <p>Service og skorstensfejning</p> <p>Årlig drift af oliefyrr i alt</p> <p>Årlige omkostninger, el til varmepumpe <math>(5.344 \text{ kWh} + 900 \text{ kWh}) \times 1,65 \text{ kr./kWh} =</math></p> <p>Service</p> <p>Årlig drift af varmepumpe i alt</p> <p>Besparelse <math>26.428 \text{ kr.} - 11.803 \text{ kr.}</math></p>	<p>23.760 kr.</p> <p>1.168 kr.</p> <p>1.500 kr.</p> <p>26.428 kr.</p> <p>10.303 kr.</p> <p>1.500 kr.</p> <p>11.803 kr.</p> <p>14.625 kr.</p>	
<b>Årlig CO<sub>2</sub>-besparelse kg</b>	<p>CO<sub>2</sub>-udledning olie <math>24.000 \text{ kWh} \times 0,265 \text{ kg/kWh} =</math></p> <p>CO<sub>2</sub>-udledning el <math>508 \text{ kWh} \times 0,345 \text{ kg/kWh} =</math></p> <p>Årlig CO<sub>2</sub>-udledning oliefyrr <math>6.535 \text{ kg}</math></p> <p>Årlig CO<sub>2</sub>-udledn. varmepumpe <math>(5.344 \text{ kWh} + 900 \text{ kWh}) \times 0,345 \text{ kg/kWh} =</math></p> <p>Besparelse i kg</p> <p>Besparelse i tons</p>	<p>6.360 kg</p> <p>175 kg</p> <p>6.535 kg</p> <p>2.154 kg</p> <p>4.381 kg</p> <p>4,4 tons</p>	

### Udførelse

Før 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 dimensioneres, så varme- og varmtvandsbehovet 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.

Varmepumpen inkl. backup i form af elvarme dimensioneres af hensyn til driften til at dække 80–85 % af husets dimensionerende varmebehov ved -12 °C, hvilket betyder, at den dækker 95–98 % af det årlige

varmeforbrug. En for lille varmepumpe vil kræve alt for meget tilskudsenergi (som regel el), mens en for stor varmepumpe vil få alt for mange start/stopsekvenser, hvilket går ud over anlæggets driftsøkonomi og levetid. Frekvensregulerede varmepumper vil dog kunne køre i længere perioder i delast til gavn for levetid og effektivitet.

Husets varmesystem (radiatorer og eller gulvvarme) skal altid vurderes, inden valget af varmepumpe træffes. Fremløbstemperaturen til varmeanlægget skal være så lav som mulig. 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 normeffektiviteten (årsnytttevirksomheden) på ca. 25 %. Med andre ord skal

## Udførelse (fortsat)

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 m<sup>2</sup> 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 varmpumpen. Det samme gør husets

varmesystem og rør til varmt brugsvand. Det kolde vand forbindes til varmtvandsbeholderen.

For at undgå kondens skal jordvarmeslangerne isoleres inde i huset med rørisolering beregnet til kolde rør.

Følg altid varmpumpens installationsvejledning.

Det samlede varmpumpesystem sættes i drift, og betjeningspanel indstilles. Husets beboere skal have demonstreret, hvordan anlægget betjenes, og have udleveret en manual.

### 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 varmpumpen, skal det årlige eftersyn udføres af en certificeret montør fra et kølefirma (jf. AT-bekendtgørelse nr. 100 om anvendelse af trykbærende udstyr).

En jordslange skal efterses mindst én gang årligt, og resultatet af eftersynet skal gemmes i minimum 5 år og vises til kommunen på forlangende. 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, eller er der drikkevandsboringer inden for 50 m eller under 300 m til almen vandforsyning?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 1
Klimaskærm og varmerør	Er der tegn på, at husets klimaskærm kan isoleres og tættes yderligere, eller at isolering af varmerør kan forbedres markant?	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?	Ja [ ] Nej [ ]	Hvis ja: se 13

**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. Jordvarmeanlægget er underlagt Miljøstyrelsens bekendtgørelse om etablering af jordvarmeanlæg (bekendtgørelse nr. 1203), som foreskriver eftersyn, tæthed og afstandskrav til drikkevandsboringer.

**2. Klimaskærm og varmerør**

En bolig med ingen eller kun relativt lidt isolering bør altid efterisoleres og tættes, inden varmepumpen dimensioneres. Alle varmerør bør efterses og evt. efterisoleres, især i krybekælder og skunk mv. Hvis husejeren på et senere tidspunkt får efterisolering og dermed reducerer husets varmebehov, vil varmepumpen blive for stor. Det vil give pendling (for mange start/stop af pumpen), som vil forringe energieffektiviteten meget.

**3. Supplerende opvarming**

Hvis husejeren bruger brændeovn som suppleringsvarme, kan der opstå usikkerhed om dimensioneringen af varmepumpen. Afklar sammen med kunden de forudsæt-

ninger 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.

**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.byggerienergi.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 væske-vandvarmepumpeunit 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 varmepumper 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 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. BR15. Evt. elpatron forsynes med timetæller eller separat elmåler.

Virksomhedens stempel og logo:

#### Yderligere information

Energistyrelsens produktliste for væske-vandvarmepumper:

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

VarmePumpeOrdningen (VPO):

[www.vp-ordning.dk](http://www.vp-ordning.dk)

Varmepumpeguiden (online guide):

[www.ByggeriOgEnergi.dk](http://www.ByggeriOgEnergi.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](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.*