Varmepumpe beregninger

Beregning af varmepumpe ud fra byggeår

Beregning af varmebehov:

• Ældre bolig	70-80 W/m^2
• Renoveret bolig (BR82)	40-70 W/m^2
• Nyere bolig (BR95)	40-50 W/m^2
• Typisk BR08 bolig	20-35 W/m^2
• Lavenergi kl. 2	10-20W/m^2
• Lavenergi kl. 1	7-15W/m^2

$$\mathbf{Varmebehov} = \mathbf{Areal} \cdot \mathbf{Effekt/m^2}$$

Eks. $150\mathrm{m}^2$ bolig bygget i år 1995, 4 beboere, Varmepumpe med SCOP på 4.

$$150\mathrm{m}^2 \cdot 50\,\frac{\mathrm{W}}{\mathrm{m}^2} = 7500\ \mathrm{W}$$

Hvis dette varmetab er mindre end 4000W anbefales det at vælge en større varmepumpe, da opvarmning af varmtvand ellers vil tage for lang tid. Som udgangspunkt vælges der ikke mindre end 5 kW varmepumpe.

Årligt forbrug:

$$\mathbf{kWh_{opvarmning}} = \frac{\mathbf{Varmebehov(kW)}}{\mathbf{\Delta T}} \cdot \mathbf{24}\boldsymbol{h} \cdot \mathbf{Graddage}$$

Eks. Med tidligere værdier

$$\frac{7{,}5\ \mathrm{kW}}{32} \cdot 24 \cdot 2552 = 14355\ \mathrm{kWh}$$

Tillæg for varmtvand (800-1000kWh pr. person):

$$\mathbf{kWh_{varmtvand}} = \mathbf{Antal_{personer}} \cdot (\mathbf{mellem\ 800\ og\ 1000kWh})$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$4 \cdot 1000\text{kWh} = 4000\ \text{kWh}$$

Samlet energibehov pr. år:

$$\mathbf{kWh_{samlet}} = \mathbf{kWh_{opvarmning}} + \mathbf{kWh_{varmtvand}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$14355\frac{\text{kWh}}{\text{år}} + 4000\frac{\text{kWh}}{\text{år}} = 18355\ \text{kWh}$$

Beregninger af optagende effekt fra elnettet. El patronens andel sættes til 5%, og varmepumpens andel sættes til 95%:

$$\mathbf{kWh_{strøm_{VP}}} = \frac{\mathbf{kWh_{samlet}} \cdot \mathbf{\frac{95}{100}}}{\mathbf{SCOP}}$$

$$\mathbf{kWh_{strøm_{ELpatron}}} = \mathbf{kWh_{samlet}} \cdot \mathbf{\frac{5}{100}}$$

Samlet strøm:

$$\mathbf{kWh_{total_{køb\ fra\ elnettet}}} = \mathbf{kWh_{strøm_{VP}}} + \mathbf{kWh_{strøm_{ELpatron}}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

Varmepumpes andel

$$\frac{18355\ \text{kWh} \cdot \frac{95}{100}}{4} = 4359{,}31\ \text{kWh}$$

El patronens andel

$$18355\ \text{kWh} \cdot \frac{5}{100} = 917{,}75\ \text{kWh}$$

Samlet køb fra elnettet af strøm:

$$4359{,}31\ \text{kWh} + 917{,}75\ \text{kWh} = 5277{,}06\ \text{kWh}$$

Beregning af varmepumpe ud fra tidligere forbrug

Beregning af varmebehov:

Energiindhold og virkningsgrad

• Olie	80-90%	10,1 kWh/Liter
• Naturgas	80-85%	11 kWh/m^3
• Træpiller	80-90%	4,86 kWh/kg
• Brænde	50/75%	2200 kWh/rummeter

$$\mathbf{kWh_{samlet}} = \mathbf{Forbrug} \cdot \mathbf{virkningsgrad} \cdot \mathbf{energiindhold}$$

Eks. Tidligere forbrug på 2000 liter olie med en virkningsgrad på 80% på oliefyret, Varmepumpe med SCOP på 4.

$$2000 \text{ liter} \cdot \frac{80}{100} \cdot 10{,}1 \frac{\text{kWh}}{\text{liter}} = 16160 \text{ kWh}$$

Fratræk for varmtvand (800-1000kWh pr. person), da varmtvand er en del af eksisende forbrug, og varmepumpens effekt kun vælges efter varmebehov på bolig:

$$\mathbf{kWh_{varmtvand}} = \mathbf{Antal_{personer}} \cdot (\mathbf{mellem\ 800\ og\ 1000kWh})$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$4 \cdot 1000\text{kWh} = 4000 \text{ kWh}$$

Årligt forbrug:

$$\mathbf{kWh_{opvarmning}} = \boldsymbol{kWh_{samlet}} - \boldsymbol{kWh_{varmtvand}}$$

Eks. Med tidligere værdier

$$16160 \text{ kWh} - 4000 \text{ kWh} = 12160 \text{ kWh}$$

Beregning af varmebehov til bolig:

$$\boldsymbol{Varmebehov} = \frac{\boldsymbol{kWh_{opvarmning}}}{\left(\frac{\boldsymbol{24h \cdot Graddage}}{\boldsymbol{\Delta T}}\right)}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{12160}{\left(\frac{24 \cdot 2552}{32}\right)} = 6{,}35\ kW$$

Beregninger af optagende effekt fra elnettet. El patronens andel sættes til 5%, og varmepumpens andel sættes til 95%:

$$\mathbf{kWh_{strøm_{VP}}} = \frac{\mathbf{kWh_{samlet}} \cdot \mathbf{\frac{95}{100}}}{\mathbf{SCOP}}$$

$$\mathbf{kWh_{strøm_{ELpatron}}} = \mathbf{kWh_{samlet}} \cdot \mathbf{\frac{5}{100}}$$

Samlet strøm:

$$\mathbf{kWh_{total_{køb\ fra\ elnettet}}} = \mathbf{kWh_{strøm_{VP}}} + \mathbf{kWh_{strøm_{ELpatron}}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

Varmepumpes andel

$$\frac{16160\ \text{kWh} \cdot \frac{95}{100}}{4} = 3838\ \text{kWh}$$

El patronens andel

$$16160\ \text{kWh} \cdot \frac{5}{100} = 808\ \text{kWh}$$

Samlet køb fra elnettet af strøm:

$$3838\ \text{kWh} + 808\ \text{kWh} = 4646\ \text{kWh}$$

Beregning af Jordvarmepumpe

Årlig opvarmning kan regnes på samme måde som luft/vand varmepumpe, samt strømforbrug. Forskellen mellem luft/vand og væske/vand er at der skal beregnes slanger som udedelen.

Varmeoptagelse ud fra jordtype – VDI 4640	
Jordtype	**Varmeoptagelse**
Tør sandjord	10 W/m²
Fugtig sandjord	15 - 20 W/m²
Tør lerjord	20 - 25 W/m²
Fugtig lerjord	25 - 30 W/m²
Grundvandsførende jordlag	35 W/m²

Energien skal tages fra jord, derfor skal slangerne fordeles i stort nok areal til at optage energien.

Beregning af varmebehov til bolig:

$$\boldsymbol{Varmebehov = \frac{kWh_{opvarmning}}{\left(\frac{24h \cdot Graddage}{\Delta T}\right)}}$$

Eks. Tidligere forbrug på 2000 liter olie med en virkningsgrad på 80% på oliefyret, Varmepumpe med SCOP på 4, jorden er tør lerjord.

$$2000 \text{ liter} \cdot \frac{80}{100} \cdot 10{,}1 \frac{\text{kWh}}{\text{liter}} = 16160 \text{ kWh}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$4 \cdot 1000\text{kWh} = 4000 \text{ kWh}$$

Eks. Med tidligere værdier

$$16160 \text{ kWh} - 4000 \text{ kWh} = 12160 \text{ kWh}$$

Beregning af varmebehov til bolig:

$$Varmebehov = \frac{kWh_{opvarmning}}{\left(\frac{24h \cdot Graddage}{\Delta T}\right)}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{12160}{\left(\frac{24 \cdot 2552}{32}\right)} = 6{,}35\ kW$$

Energien der skal trækkes ud af jord, er både til opvarmning og varmtvand, her bruges SCOP, da den er et udtryk for forholdet mellem energien fra jorden og energien fra elnettet:

$$\boldsymbol{E_{jord} = \frac{SCOP - 1}{SCOP} \cdot \left(kWh_{opvarmning} + kWh_{varmtvand}\right)}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{4-1}{4} \cdot (12160 + 4000) = 12120kWh$$

For at beregne slangelængden skal det energien fra jorden kendes, hvis jordtypen ikke kendes. Kan dingeo.dk bruges til at undersøge området, der regnes med den størrelse varmepumpe der vælges, der tillægges en sikkerhed på 10% som god kutyme, ved sandet jord tillægges der 100% ekstra.

$$\boldsymbol{Længde_{slange} = \frac{VP_{størrelse} \cdot 1000 \cdot \left(\frac{SCOP - 1}{SCOP}\right)}{P_{jord}} \cdot sikkerhed}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{8kW \cdot 1000 \cdot \left(\frac{4-1}{4}\right)}{20\frac{W}{m^2}} \cdot 1{,}1 = 330\ meter$$

Slangen må ikke belastes mere end 6 W/m, da slangen ellers skal være større end 40mm i diameter:

$$\boldsymbol{P_{slange} = \frac{\left(\frac{E_{jord} \cdot 1000}{24h \cdot 365dg}\right)}{L_{slanger}}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{\left(\frac{12120kWh \cdot 1000}{24h \cdot 365dg}\right)}{330m} = 4{,}19\frac{W}{m}$$

Der skal også kontrolleres om belastning af det areal slangerne er fordelt på, hvis jorden bliver belastet for meget, vil middel temperaturen i jorden falde. Års belastningen må ikke overstige $40\ kWh/m^2$, hvis slangerne ligges med 1 meter afstand bliver arealet det samme som slangelængden.

$$\boldsymbol{E_{middel_{jord}} = \frac{E_{jord}}{A_{jord}}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$\frac{16160\ kWh}{330\ m^2} = 48{,}97\,\frac{kWh}{m^2}$$

Der trækkes for meget energi ud af jorden og denne risikerer at blive afkølet mere end den kan tåle, derfor kan slangelængden enten øges eller afstanden mellem slangerne. Hvis afstanden øges til 1,5 meter mellem slangerne, bliver areal 1,5 m^2 pr. meter slange.

$$\frac{16160\ kWh}{330\ m \cdot 1{,}2m} = 32{,}65\,\frac{kWh}{m^2}$$

Frostsikringsvæske, blandingsforholdet er 70/30 (vand/IPA-sprit), Ø40mm slanger har en volumen på 0,8l/m:

$$\boldsymbol{V_{frostsikring} = L_{slanger} \cdot V_{\frac{l}{m}slanger} \cdot frostsikrings_{procent}}$$

Eks. Med tidligere værdier:

$$330m \cdot 0{,}8\,\frac{l}{m} \cdot \frac{30}{100} = 79{,}2\ l$$