

Beregning af norm-effektfaktorer

Model for beregning af årsmiddel-effektfaktor eller ”norm-effektfaktor” (COP_{norm}) for varmepumper

Det har været vigtigt for Energistyrelsen, at der ud fra testdata bestemmes normeffektfaktorer for varmepumper.

Alle test udføres efter EN14511.

Der er udviklet en model for beregning af norm-effektfaktor (COP_{norm}) for væske/vand-varmepumper og luft/vand-varmepumper. Effektfaktoren beregnes for henholdsvis radiator-varmesystem og gulvvarmesystem. Effektfaktorerne beregnes ud fra testdata.

Modellen bygger på 12 driftstilstande, som bliver vægtet med faktorer, som er fundet ud fra DRY (Design Reference Year, udviklet på DTU i 1995 ud fra 15 års meteorologiske data for Københavnsområdet). Modellen bygger delvist på en ældre dansk standard (DS2332).

Normeffektfaktoren er defineret som:

$$COP_{norm} = (\sum Q_{vpai} \times w_i) / (\sum E_{vpai} \times w_i)$$

hvor Q_{vpai} er anlæggets varmeydelse, E_{vpai} er totalt tilført energi og w_i er vægtningsfaktor for den specifikke driftstilstand.

Generelle forudsætninger:

- Brugsvandsproduktionen udgør i alt 20 % af den samlede energilevering over året
- De angivne driftsbetingelser spænder over et interval af temperaturer både over og under den angivne værdi – derfor vil der eksempelvis ved $+15^{\circ}\text{C}$ ude ikke være et opvarmningsbehov, da værdien omfatter alle årets timer hvor temperaturen ligger over $+12^{\circ}\text{C}$ (og der er dermed ikke et reelt opvarmningsbehov) – se nedenfor:
 - -7°C dækker over de timer, hvor T_{ude} ligger i følgende interval: $T < -3^{\circ}\text{C}$
 - $+2^{\circ}\text{C}$ dækker over de timer, hvor T_{ude} ligger i følgende interval: $-2^{\circ}\text{C} < T < +4^{\circ}\text{C}$
 - $+7^{\circ}\text{C}$ dækker over de timer, hvor T_{ude} ligger i følgende interval: $+5^{\circ}\text{C} < T < +11^{\circ}\text{C}$
 - $+15^{\circ}\text{C}$ dækker over de timer, hvor T_{ude} ligger i følgende interval: $+12^{\circ}\text{C} < T$
- Udetemperaturen og jordslangetemperaturen følges ad, således at følgende er gældende:
 - $T_{ude} = -7^{\circ}\text{C}$ svarer til en jordslangetemperatur på -5°C
 - $T_{ude} = +2^{\circ}\text{C}$ svarer til en jordslangetemperatur på 0°C
 - $T_{ude} = +7^{\circ}\text{C}$ svarer til en jordslangetemperatur på $+5^{\circ}\text{C}$
 - $T_{ude} = +15^{\circ}\text{C}$ svarer til en jordslangetemperatur på $+10^{\circ}\text{C}$

Radiatorvarme

For radiatorvarme er følgende forudsætninger gjort:

- Fremløbstemperaturen til radiatorsystemet varierer mellem 45°C og 55°C afhængig af udetemperaturen.
 - Ved -7°C ude: 100% af rumvarmen leveres ved 55°C
 - Ved +2°C ude: 50% af rumvarmen leveres ved 55°C og 50% leveres ved 45°C
 - Ved +7°C ude: 100% af rumvarmen leveres ved 45°C
 - Ved +15°C ude: 100% af rumvarmen leveres ved 45°C
- Fremløbstemperaturen ved produktion af varmt brugsvand er altid 55°C (hele året)

Gulvvarme:

For gulvvarme er følgende forudsætninger gjort:

- Fremløbstemperaturen til gulvvarmesystemet er altid 35°C (hele året)
- Fremløbstemperaturen ved produktion af varmt brugsvand er altid 55°C (hele året)

Modellen og begrundet og beskrevet i et notat til Energistyrelsen, og giver efter Teknologisk Instituts mening et godt billede af de reelle årseffektfaktorer for disse typer af varmepumper.

Norm-effektfaktorerne er retningsgivende og kan benyttes til sammenligning af forskellige varmepumper.

Norm-effektfaktorerne kan ikke (alene) benyttes til at bestemme energiforbruget på et konkret hus. Dette vil kræve en mere detaljeret undersøgelse af det konkrete hus samt installation.

Væske / vand varmepumper – radiatorsystem og brugsvand				
Temperatur, brine indløb	Temperatur, fremløb varmepumpe			
	45°C		55°C	
	i	w _i	I	w _i
-5°C	1	0,00	5	0,15
0°C	2	0,19	6	0,25
5°C	3	0,28	7	0,06
10°C	4	0,00	8	0,07

Væske / vand varmepumper – gulvvarmesystem og brugsvand				
Temperatur, brine indløb	Temperatur, fremløb varmepumpe			
	35°C		55°C	
	i	w _i	I	w _i
-5°C	1	0,14	5	0,01
0°C	2	0,38	6	0,06
5°C	3	0,28	7	0,06
10°C	4	0,00	8	0,07

Luft / vand varmepumper – radiatorsystem og brugsvand				
Temperatur, udeluft indløb	Temperatur, fremløb varmepumpe			
	45°C		55°C	
	i	w _i	I	w _i
-7°C	1	0,00	5	0,15
2°C	2	0,19	6	0,25
7°C	3	0,28	7	0,06
15°C	4	0,00	8	0,07

Luft / vand varmepumper – gulvvarmesystem og brugsvand				
Temperatur, udeluft indløb	Temperatur, fremløb varmepumpe			
	35°C		55°C	
	i	w _i	I	w _i
-7°C	1	0,14	5	0,01
2°C	2	0,38	6	0,06
7°C	3	0,28	7	0,06
15°C	4	0,00	8	0,07

Tabel: Driftstilstande og vægtningsfaktorer for væske-vand- og luft-vand-varmepumper for henholdsvis radiator drift og gulvvarmedrift.

Da det er sjældent, at leverandører har alle 12 driftspunkter for en given varmepumpe er der udviklet metoder til at beregne norm-effektfaktorer for de to typer af varmepumper ud fra de driftsdata, som normalt indberettes i forbindelse med ansøgning om systemgodkendelse af varmepumper hos Teknologisk Institut

Væske-vand-varmepumper:

I Teknologisk Instituts systemgodkendelse for varmepumper gives der typisk data for 4 driftstilstande, og der er udarbejdet en model og et regneark, som beregner de manglende data og beregner norm-effektfaktoren. Det er i notatet til Energistyrelsen godtgjort, at dette kan ske med en forholdsvis lille tolerance, og det er vist, at for 5 varmepumper af et bestemt fabrikat kan det ske indenfor en tolerance på 2,3 % (radiatordrift) og 4,3 % (gulvvarmedrift) i forhold til, hvis man benytter data for alle 12 driftstilstande.

Der er altså tale om en troværdig model, som kræver 4 specifikke datapunkter:

For væske-vand-varmepumper skal testresultater for følgende tilstande oplyses:

Varmeydelse (i kW), tilført effekt (i kW) og COP-værdi for hver af følgende testtilstande i henhold til EN14511:

0/45 °C

0/35 °C

-5/55 °C

0/55 °C

I modellen tages ligeledes hensyn til ekstra pumpeeffekt til jordslanger (for væske/vand-varmepumper), idet el-effekterne er korrigeret med en faktor 1,03.

Luft-vand-varmepumper:

I Teknologisk Instituts systemgodkendelse for denne type varmepumper gives typisk data for 5 driftspunkter, og der er udarbejdet en model og et regneark, som beregner de resterende driftspunkter og den samlede norm-effektfaktor.

Vi kender ikke tolerancen for denne model, idet vi ikke har rapporter med alle 12 driftspunkter for denne type varmepumpe. Men det antages at usikkerheden i forbindelse med radiatordrift er lille, idet de 5 driftspunkter udgør 87 % af de vægtede effekter. Usikkerheden i forbindelse med gulvvarmedrift er større, idet de 5 driftspunkter udgør 35 % af de vægtede effekter.

For luft-vand-varmepumper skal testresultater for følgende tilstande oplyses: Varmeydelse (i kW), tilført effekt (i kW) og COP-værdi for hver af følgende testtilstande i henhold til EN14511:

7/45 °C

2/45 °C

7/35 °C

2/55 °C

-7/55 °C

Herefter beregner sekretariatet normeffektfaktorer ud et Excel regneark.