

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmepump. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

1. Förord

Syftet med detta dokument är att beräkna och redovisa årsbaserade verkningsgrader för värmeåtervinnare med samma förutsättningar, så att man kan jämföra data från olika tillverkare. Svensk Ventilation rekommenderar att eventuell redovisning av årstemperatur- och/eller årsenergiverkningsgrad sker med hänvisning till, och i enlighet med, denna skrift. Om verkningsgraden ska användas för vidare beräkning ska redovisningen i första hand lämnas som årstemperaturverkningsgrad.

En värmeåtervinnare karakteriseras och jämförs normalt bäst genom dess torra temperaturverkningsgrad vilket behandlas av Svensk Ventilation i ”Temperaturverkningsgrad i värmepump för till- och frånluftssystem. Riktlinjer för redovisning av produktdata.” Det finns dock skillnader i påverkan av fuktutfällning och avfrostningsbehov mellan olika typer av värmeåtervinnare och skillnader mellan olika avfrostningssystem som skapar behov av mer omfattande värdering. Beträffande avfrostningssystem så finns olika system från så kallad stoppavfrostning till system som upprätthåller till- och frånluftflödena.

För att, ur energisynpunkt, värdera olika värmeåtervinningssystem så krävs beräkningar där systemet värderas utifrån byggnadens förutsättningar och klimatet där byggnaden är belägen. Svensk Ventilation har valt att behandla begreppen årstemperaturverkningsgrad och årsenergiverkningsgrad i denna skrift.

Vid jämförelse mellan de olika talen kan man säga att årstemperaturverkningsgraden normalt är lägre än den torra temperaturverkningsgraden (undantaget är om fuktutfällning förekommer men, i princip, ingen avfrostning). Årsenergiverkningsgraden är normalt högre än den torra temperaturverkningsgraden med undantag av de fall där man använder luftburen värme till att täcka en byggnads transmissionsförluster eller då frånluftflödet är stort i förhållande till tilluftflödet.

Att notera är att även om energiverkningsgraden är hög för ett system så kan det termiska effektbehovet vara högt eftersom återvinningens temperaturökning kan vara starkt begränsad av avfrostningssystemet under den kallaste perioden av året.

2. Omfattning

Denna skrift behandlar beräkning och redovisning av årstemperatur- och årsenergiverkningsgrad för värmeåtervinning (kylåtervinning ingår inte) med luft-luftvärmepump inom komfortventilation. Beräkningarna ska inkludera den påverkan som avfrostningssystemet till värmepumpen medför.

3. Syfte

Svensk Ventilation vill med dessa riktlinjer verka för att årstemperatur- och årsenergiverkningsgraden redovisas för relevanta och realistiska klimatförhållanden och på ett sådant sätt att data från olika tillverkare blir jämförbara.

Svensk Ventilation

Postadress
Box 47103
SE-100 74 Stockholm

Besöks-/Leveransadress
Årstaängsvägen 19 C
SE-117 43 Stockholm

Telefon
08-762 73 60

E-post
info@svenskventilation.se
Hemsida
www.svenskventilation.se

Org nr
802015-8161
F-skattebevis

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmepump. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

4. Definitioner

- **Årstemperaturverkningsgrad** anger det beräknade årsmedelvärdet av värmeåtervinnarens temperaturverkningsgrad. Det är denna verkningsgrad som ska användas för vidare analys av en byggnads energianvändning. Årstemperaturverkningsgrad förkortas ibland till årsverkningsgrad men Svensk Ventilation avråder från detta eftersom begreppet inte klart definierar vad som avses.
- **Årsenergiverkningsgrad** anger hur mycket ventilationsaggregatet täcker av det termiska energibehovet som uppkommer av luftväxlingen som orsakas av aggregatet (inkluderar infiltration). Denna verkningsgrad kan inte användas för vidare beräkningar av en byggnads energianvändning.

I princip så kan man beräkna årsenergiverkningsgraden med hjälp av årstemperaturverkningsgraden men beroende av olika parametrar så minskar noggrannheten jämfört med en direkt beräkning.

5. Meteorologisk data

Klimatdata (temperatur och fuktighet för årets timmar) hämtas från dataprogrammet "Meteonorm" som utges av Meteotest i Schweiz. Programmet kan skapa stokastisk data för alla platser på jorden och bygger på insamlad data från ett stort antal väderstationer. Följande svenska orter ska finnas tillgängliga för beräkning:

Borlänge, Borås, Göteborg, Jönköping, Kalmar, Karlstad, Kiruna, Luleå, Lund, Norrköping, Stockholm, Sundsvall, Umeå, Visby, Växjö, Örebro och Östersund

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmepump. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

6. Avgränsning

För att nå jämförbarhet har följande avgränsningar* fastställts:

- 6.1) Endast värmeåtervinning beräknas men med hänsyn till använd avfrostningsanordning och den eventuella infiltration som kan förekomma då frånluftsflödet är högre än tilluftsflödet på grund av obalans i de projekterade flödena eller orsakat av avfrostningsanordningen.
- 6.2) Två olika lokaltyper med olika inomhusklimat och driftstider är identifierade; bostad och kontor eller annan byggnadstyp. Beräkningen ska utföras med data enligt nedan för den mest närliggande lokaltypen.
- 6.3) Vid beräkning av årstemperaturverkningsgrad så sätts tilluftstemperaturen till samma värde som frånluftstemperaturen d.v.s. 22 °C. Vid beräkning av årsenergiverkningsgrad så är tilluftstemperaturen i bostad satt till 20 °C och i kontor eller annan byggnadstyp till 18 °C.
- 6.4) Frånluftstemperaturen är satt till 22 °C för alla lokaltyper.
- 6.5) Fukttillskottet i bostad är satt till 2 g/kg torr luft och i kontor eller annan byggnadstyp till 1 g/kg torr luft.
- 6.6) Drifttid:
Bostäder: 7 dagar per vecka, 24 timmar per dygn.
Kontor eller annan byggnadstyp: 5 dagar per vecka, klockan 06:00 till 18:00
- 6.7) Projekterade till- och frånluftsflöden ska generellt användas och hållas konstanta i beräkningen men beroende av använt avfrostningssystem så kan avvikelser förekomma under avfrostningscykler.
- 6.8) Beräkningen ska utföras med den tilluftsverkningsgrad som ges av de projekterade luftflödena och med hänsyn till eventuell fuktutfällning och avfrostning.
- 6.9) Maximal utomhustemperatur med eftervärmningsbehov är satt till 15 °C då värmeanläggningen beräknas avstängd över denna utomhustemperatur. Man ska, följaktligen, anse att det inte finns något energibehov för värmning av lokalen över denna temperatur.
- 6.10) Luftdensiteten är satt till 1,20 kg/m³
- 6.11) Specifik värmekapacitet för luften är satt till 1,00 kJ/(kg·K)

*) Man kan bortse från dessa avgränsningar för att beräkna verkningsgraden i ett specifikt objekt. Man använder då de förutsättningar som gäller i det specifika objektet. En sådan beräkning ger dock inte den jämförbarhet som detta dokument syftar till, och kan därför inte ersätta den definierade beräkningsmetoden i avsnitt 6. Lämpliga formler för beräkningarna finns i avsnitt 7.

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmväxlare. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

7. Beräkning av årstemperatur- och årsenergiverkningsgrad

Årstemperatur- och årsenergiverkningsgraden är definierad som kvoten mellan totala energibehovet för värmning av den till lokalen tillförda uteluften, inklusive eventuell infiltration, utan hänsyn till återvinning minus det, med värmeåtervinning, reducerade energibehovet för värmning och totala energibehovet för värmning av den till lokalen tillförda uteluften, inklusive eventuell infiltration, utan hänsyn till återvinning. Vid beräkning av det, med värmeåtervinning, reducerade energibehovet ska hänsyn tas till inverkan av eventuell förvärmning av ute- och/eller frånluft samt till värmeåtervinnarens eventuella avfrostningssystem.

Vid beräkning av årsenergiverkningsgrad ska, om någon fläkt är placerad så att den bidrar till uppvärmningen av den till lokalen tillförda luften, fläktens uppvärmning beaktas i beräkningen.

7.1 Uppvärmningsbehov utan värmeåtervinning

$$Q_{\text{värme}} = \sum_{i=1}^{8760} \left(q_{v,i} \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot c_p \cdot t_{op,i} \cdot (t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i} - t_{ODA,i}) \right)$$

om $(t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i} - t_{ODA,i}) \leq 0$

sätt $(t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i} - t_{ODA,i}) = 0$

om $t_{ODA,i} \geq t_{mODA}$

sätt $(t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i} - t_{ODA,i}) = 0$

där

$Q_{\text{värme}}$ = energi för uppvärmning utan värmeåtervinning i kWh/år

$q_{v,i}$ = luftflöde som råder under aktuell timme; använd tilluftsflödet vid beräkning av årstemperaturverkningsgrad och använd, vid beräkning av årsenergiverkningsgrad, det största luftflödet av till- och frånluftsflödet i m³/s

ρ_{luft} = luftdensitet; 1,20 kg/m³

c_p = specifik värmekapacitet för luft; 1,00 kJ/(kg·K)

$t_{op,i}$ = 1 om ventilationen är i drift vid aktuell timme, annars 0

$t_{SUP,i}$ = tilluftstemperatur under aktuell timme i °C

$t_{SUP,fläkt,i}$ = temperaturökning över tilluftsfläkten under aktuell timme om beräkning av årsenergiverkningsgrad annars 0 i °C

$t_{ODA,i}$ = utomhustemperatur för aktuell timme i °C

t_{mODA} = maximal utomhustemperatur med eftervärmningsbehov; 15 °C

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmepump. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

7.2 Återvunnen energi med värmeåtervinning

$$Q_{\text{återv}} = \sum_{i=1}^{8760} \left(q_{v,SUP,i} \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot c_p \cdot t_{op,i} \cdot (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) \cdot \frac{\eta_{t,i}}{100} \cdot k_{avfr,i} - Q_{\text{förvärmn},i} \right)$$

$$\text{om } (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) \leq 0$$

$$\text{sätt } (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) = 0$$

$$\text{om } t_{ODA,i} \geq t_{mODA}$$

$$\text{sätt } (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) = 0$$

$$\text{om } t_{ODA,i} + (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) \cdot \eta_{t,i}/100 \cdot k_{avfr,i} \geq t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i}$$

$$\text{sätt } (t_{ETA,i} + t_{ETA,fläkt,i} - t_{ODA,i} - t_{ODA,fläkt,i}) \cdot \eta_{t,i}/100 \cdot k_{avfr,i} = t_{SUP,i} - t_{SUP,fläkt,i} - t_{ODA,i}$$

där

$Q_{\text{återv}}$ = reducerat energibehov med värmeåtervinning vid uppvärmning i kWh/år

$q_{v,SUP,i}$ = tilluftsflöde som råder under aktuell timme i m³/s

ρ_{luft} = luftdensitet; 1,20 i kg/m³

c_p = specifik värmekapacitet för luft; 1,00 i kJ/(kg·K)

$t_{op,i}$ = 1 om ventilationen är i drift vid aktuell timmen, annars 0

$t_{ETA,i}$ = frånluftstemperatur vid aktuell timme med hänsyn till eventuell förvärmning av frånluften i °C

$t_{ETA,fläkt,i}$ = temperaturökning över frånluftsfläkt under aktuell timme om beräkning av årsenergiverkningsgrad och placerad före värmeåtervinnare, annars 0 i °C

$t_{ODA,i}$ = utomhustemperatur för aktuell timme i med hänsyn till eventuell förvärmning av uteluften i °C

t_{mODA} = maximal utomhustemperatur med eftervärmningsbehov; 15 °C

$t_{SUP,i}$ = tilluftstemperatur under aktuell timme i °C

$t_{SUP,fläkt,i}$ = temperaturökning över tilluftsfläkten under aktuell timme om beräkning av årsenergiverkningsgrad och placerad efter värmeåtervinnare, annars 0 i °C

$t_{ODA,fläkt,i}$ = temperaturökning över tilluftsfläkten under aktuell timme om placerad före värmeåtervinnare, annars 0 i °C

$\eta_{t,i}$ = tilluftens temperaturverkningsgrad under aktuell timme i %

$k_{avfr,i}$ = korrektionsfaktor (mellan 0 och 1) för avfrostningens inverkan vid aktuell timme

$Q_{\text{förvärmn},i}$ = energi vid aktuell timme för eventuell förvärmning av ute- och/eller frånluften i kWh

Årsverkningsgrad för värmeåtervinning med luft-luftvärmepump. Riktlinjer för redovisning av produktdata.

7.3 Årstemperatur- och årsenergiverkningsgrad

$$\eta_Q = 100 \cdot \frac{Q_{\text{återv}}}{Q_{\text{värme}}}$$

där

- η_Q = årstemperatur- alternativt årsenergiverkningsgrad i %
 $Q_{\text{värme}}$ = energi för uppvärmning utan värmeåtervinning i kWh/år
 $Q_{\text{återv}}$ = återvunnen energi med värmeåtervinning vid uppvärmningsbehov i kWh/år

7.4 Temperaturökning över fläkt

$$t_{\text{fläkt}} = \frac{P_{\text{nät}}}{q_v \cdot \rho_{\text{luft}} \cdot c_p}$$

där

- $t_{\text{fläkt}}$ = temperaturökning över fläkten (förutsätter att fläktens drivsystem sitter i luftströmmen) i °C
 $P_{\text{nät}}$ = uttagen aktiv eleffekt från nätet till fläktens drivsystem i kW
 q_v = luftflöde i m³/s
 ρ_{luft} = luftdensitet; 1,20 i kg/m³
 c_p = specifik värmekapacitet för luft; 1,00 i kJ/(kg·K)