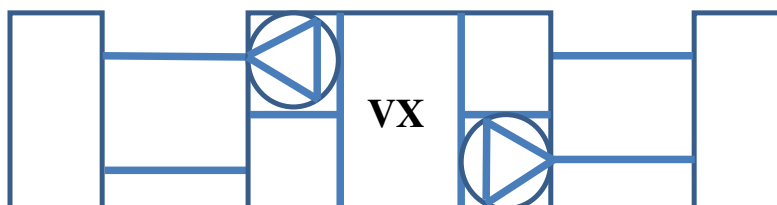
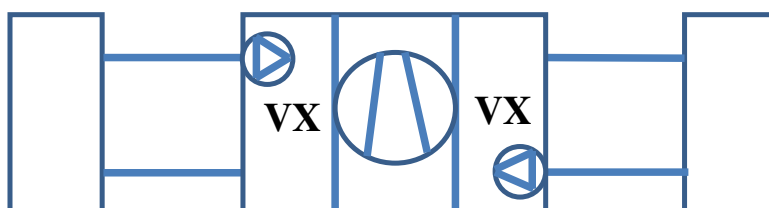


# Värmepump/kylmaskin vs. ventilationsaggregat





RicMan Energy

2

## Innehåll

<b>Inledning</b>	3
<b>Värmepump</b>	3
Värmepumps exempel	4
<b>Ventilationsaggregat</b>	4
Ventilations exempel	4
<b>Fastighet exempel</b>	5
<b>Total tillförd effekt</b>	5
<b>Likheterna</b>	5
<b>Varför gör vi skillnad?</b>	6
Finns det några reella skillnader?	6
Energieffektivisering av värmepump/kylmaskin	6
<b>Slutsats</b>	8

## Inledning

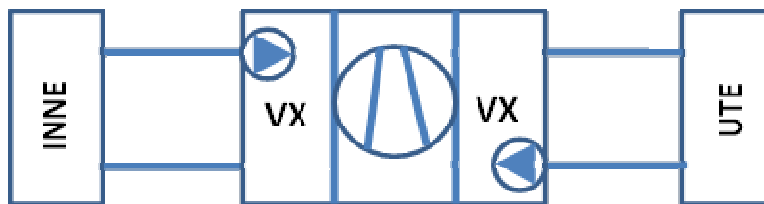
Vi kommer att titta på skillnaden/likheten mellan en värmepump/kylmaskin och ett ventilationsaggregat men framför allt, varför gör vi skillnad på dessa och vad är orsaken till att vi gör skillnaden om vi nu gör det?

I nästan alla energieffektiviserings projekt studeras ventilationsaggregaten och här hittar vi också nästan alltid åtgärdsförslag. Relativt naturligt eftersom dessa aggregat går dygnet runt i bostadshus, men i kontor, skolor, offentliga byggnader går de normalt 12 timmar/dygn och står stilla under helger. I bostäder går de alltså 8760 timmar/år och i kontor 2700 timmar/år och i en skola 1900-2000 timmar/år om tidkanaler är rätt inställda, dvs de går när behovet finns och står när t ex. skolan har lov.

Värmepump hittar vi i relativt många bostäder men även i kontor, skolor och offentliga byggnader. Kylmaskiner finns i kontor och en del offentliga byggnader, men är relativt ovanligt i bostäder och skolor. En värmepump i en bostad går mellan 5 000-5 500 timmar/år, samma sak i ett kontor. Kylmaskinen går kanske 1000 timmar/år i ett kontor, beroende lite på de interna lasterna och om det eventuellt finns något serverrum. Stora fönster ytor och persontäthet har stor påverkan, i synnerhet i kontor.

## Värmepump

Vi ska inte titta på de enskilda beståndsdelarna i värmepumpen.



Figur 1. Värmepump

Som figur 1 visar är värmepumpen kopplad mot en innerdel och en utedel. Innerdelen är i detta sammanhang t ex. en radiatorkrets och utedelen ett antal borrhål. Vilket är en vanligt förekommande installation. Det tillförs energi för att driva kylkretsen, dvs kompressorn,  $W_1$ . Sedan måste vätskan på respektive sida också drivas runt och det görs av två stycken cirkulationspumpar, CP. Cirkulationspumpen på kalla sidan,  $CP_{KB}$  är alltid något större på en modern värmepump. Därför att dessa maskiner har en temperaturdifferens på ca  $3,5^{\circ}\text{C}$ . Cirkulationspumpen på varma sidan,  $CP_{VS}$  är då något mindre därför att temperaturdifferensen är ca  $10^{\circ}\text{C}$ . Vilket betyder att flödet i köldbäraren, KB är i princip tre gånger så stort jämfört med flödet på värmesystemet, VS.

För att kunna påtala eventuella skillnader/likheter i vårt resonemang ska vi ta ett exempel av värmepump och jämföra detta exempel mot ett ventilationsaggregat.

## Värmepumps exempel

Vi antar en maskin med följande data:

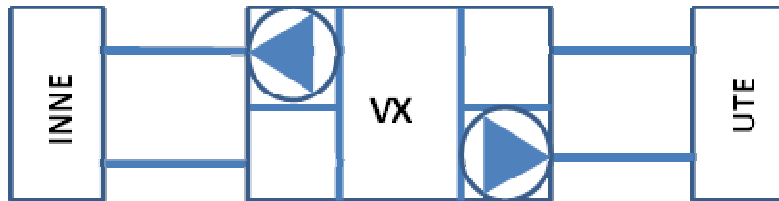
Nominell effekt:	45 kW
$W_1$ :	12,7 kW
$CP_{KB}$ :	1,6 kW
$CP_{VS}$ :	0,4 kW

Total effekt: 14,7 kW

I detta fall är det en verklig värmepump som finns på marknaden och säljs i relativ stor omfattning.

## Ventilationsaggregat

För att få den jämförelse vi pratade om tidigare ska aggregatet jämföras mot de effekter som tillförs till värmepumpen.



Figur 2. Ventilationsaggregat.

Aggregatet består av en frånluftsfläkt, FF samt en tilluftsfläkt, TF vars effekt är lika, den effekt som tillförs eventuell motor vid roterande växlare negligeras. Likt värmepumpen går aggregatet mot en innerdel och utedel. Innerdelen är t ex. rum och utedelen är friskluft. Fläktarna kan likställas mot värmepumpens cirkulationspumpar, fläktarna transporterar luften runt i systemet.

## Ventilations exempel

Följande data antas:

SFP:	2
FF:	1 kW
TF:	1 kW

Total effekt: 2 kW

Detta betyder att flödet är på 1 000 l/s. DVS värmepumpens effekt för cirkulationspumparna motsvarar ett aggregat på 1 000 l/s vid ett SFP på 2, vilket kan ses som ett aggregat med bra prestanda. I verkligheten kommer vi få tryckfall i systemet/kanaler som gör att flödet är något lägre.

Tittar vi på den totala effekten ( $W_1 + CP_{KB} + CP_{VS}$ ) som tillförs till värmepumpen betyder det att vi jämför mot ett aggregat på 7 400 l/s, ett relativt stort aggregat med ett SFP på 2.

## Fastighet exempel

En värmepump på 45 kW förekommer normalt i bostäder med 25-30 lägenheter. I just detta fall antar vi 25 lägenheter och en fastighetsyta på 2 000 m<sup>2</sup>. Vilket gör att värmepumpen tar 50 % av toppeffekten, vilket är en normal dimensionering. Med en drifttid på 5 500 timmar/år kommer värmepumpen att använda för CP<sub>KB</sub> 8 800 kWh och för CP<sub>VS</sub> 2 200 kWh samt för W<sub>1</sub> 69 850 kWh. Totalt 80,85 MWh/år.

Bostaden behöver ett ventilationsaggregat på 750 l/s, mindre än vårt exempel (25 % mindre). Med en drifttid på 8760 timmar/år kommer aggregatet att använda sig av 13 140 kWh/år (SFP 2).

Kontoret på 2 000 m<sup>2</sup> behöver ett ventilationsaggregat på 1 600 l/s, större än vårt exempel (60 % större). Med en drifttid på 2 700 timmar/år kommer aggregatet att använda sig av 8 640 kWh/år (SFP 2).

I bostaden kommer aggregatet att använda sig av 16 % mer energi än cirkulationspumparna gör. Men i kontoret använder aggregatet 15 % mindre energi än cirkulationspumparna.

## Total tillförd effekt

Studerar den totala tillförda effekten blir resultatet naturligtvis någonting annat. Då använder värmepumpen 80,85 MWh vilket skulle motsvara ett ventilationsaggregat på 750 l/s och en drifttid på 53 900 timmar eller drygt 6 år.

Vad betyder detta?

Att det finns en större besparingspotential på värmepumpen i en bostadsfastighet. I sin helhet motsvarar det ett ventilationsaggregat i ett kontor på 9000 m<sup>2</sup>. Detta motsvarar en värmepump på 45 kW, men i ett kontorskomplex på 9000 m<sup>2</sup> behövs det troligen 4 maskiner på 45 kW. Då kan lätt inses att även här finns en exceptionell stor besparingspotential på värmepumparna.

## Likheterna

Tittar vi på figur 1 respektive figur 2 ser vi likheterna mellan en värmepump och ett ventilationsaggregat. Energin som tillförs till TF går in i systemet likvärdigt med CP<sub>VS</sub>. Den energi som tillförs till FF går ut från systemet och i stort sett densamma med CP<sub>KB</sub> och det är just här den stora besparingen finns. I ett ventilationsaggregat kan vi anta att det är 50 % av den totala tillförda energin och för värmepumpen 80 % som går ut ur systemet när det gäller drivningen av respektive medium. Av detta framgår det var besparingspotentialen finns på värmepumpen. Dessutom utgör kompressorn 86 % av den totala tillföra energin till värmepumpen. Visserligen kommer all (i princip) den energin fastigheten tillgodo, men det är likvärdigt med TF. Det finns fler likheter än skillnader då aggregatet och värmepumpen jämförs.

## Varför gör vi skillnad?

Beror nog i huvudsak på kunskapsnivå på den som gör inventeringen/energikartläggningen. Flertalet ingenjörer förstår hur ett ventilationsaggregat fungerar men har bristfälliga kunskaper omkring en värmepump/kylmaskin och då framför allt hur en kylkrets fungerar. Men även hur det sekundära systemet, dvs hur köldbärarsystemet, KB fungerar och är uppbyggt samt värmeöverföringen i KB-systemet.

## Finns det några reella skillnader?

En betydande skillnad är att ventilationsaggregatets fläktar kan behovsstyras, variabelt flöde. De kan styras med hjälp av olika typer av givare, t ex. temperatur, koldioxid, VOC och närvaro etc. Detta går inte att utföra med CP på en värmepump/kylmaskin utan vidare. Ska det vara möjligt måste även kompressorn frekvensstyras. Minskas flödet för mycket löser maskinen på någon av pressostaterna, högtryck eller lågtryck. Vilket i många fall betyder en manuell återstart på plats.

Däremot kan effekten och energi styras med hjälp av ventiler, men det betyder att energin till CP är densamma. Installeras ackumulatortanker fås i princip samma effekt som ett aggregat med variabelt flöde. CP kommer då att gå för fullt under kortare tid och laddar därmed tanken med värme eller kyla, beroende på ändamål. När CP står stilla står också kompressorn.

Är då detta en reell skillnad? Svaret är nog nej. Det är nog mer en styrstrategi och kunskaper omkring styrning och reglering av värmepumpar/kylmaskiner.

Men nu har vi lärt oss att de är i princip likvärdiga och bör betraktas på samma sätt med samma möjlighet till energieffektivisering.

## Energieffektivisering av värmepump/kylmaskin

I detta avsnitt ska vi bara fokusera på det sekundära systemet alltså inte kylkretsen. Vi ska titta på ett antal frågor:

- Vad kan vi göra för att minska på energianvändningen?
- Vilken potential finns?
- Hur gör vi?

En del som redan påtalats är att ackumulera värme eller kyla och detta görs med stor framgång då maskinen är överdimensionerad vilket är vanligt för kylmaskiner men inte lika vanligt för värmepumpar. Däremot kan det vara svårt att beräkna, men fullt möjligt. Men det kan krävas ett antal mätningar för att få fram t.ex. kylbehovet, energimässigt och effektmässigt.

Men genom att ackumulera och köra start och stopp på cirkulationspumpar samt kompressor ökas besparingspotentialen avsevärt. Dessutom får man en mjukare gång för maskinen, maskinen går längre perioder och står längre perioder. Kravet är förstås att utrymme finns för ackumulatortankarna.

Ytterligare en åtgärd som är den absolut mest givande är att få ned returtemperaturen på värmesystemet, VS. Görs genom att t ex. ersätta radiatorerna med fläktkonvektorer, justera in systemet, begränsande termostatventiler, etc.

Då åtgärder görs på KB-systemet måste ett antal punkter beaktas och det är:

- Dimensioneringen av energibrunnarna, återvinningsbatterier, etc?
- Köldmedium i maskinen?
- Lägsta möjliga eller tänkbara temperatur på utgående från maskinen?
- Vilken fryspunkt är det på befintlig köldbärare?

Olämpligt är att i ett underdimensionerat berglager med en maskin och köldmedium R-404A och tillåta en utgående temperatur på  $-15^{\circ}\text{C}$  och samtidigt bara blanda in köldXXX så att fryspunkten är  $-10^{\circ}\text{C}$ . Sannolikheten till problem är stor och någon möjlighet till besparing med tanke på KB-systemet finns då inte. Möjligen genom att blanda in mer köldXXX eller/och öka på berglagret med fler borrhål.

Om vi återgår till vårt exempel med en maskin med R-134a där vi kan ställa in maximalt tillåtna temperatur ut från maskinen samt en korrekt dimensionerat berglager där beräkningen säger att medeltemperaturen ska vara  $0^{\circ}\text{C}$  när balans i lagret inträffat efter 5-8 år. Köldbäraren har 30 % (volym) Etylen alkohol vilket motsvarar 24,5 wt-%, en relativt vanligt inblandning. Det är mer praktiskt att mäta in det via volym istället för vikt, man vet antalet meter av en viss slangdiameter och kan då bestämma volymen, troligast är att inblandningen i praktiken ligger något över. Därefter kan ett prov på en liter tas och vägas och därmed få inblandningen i vikt-%. I detta exempel är fryspunkten  $-15^{\circ}\text{C}$ , densiteten  $971,4 \text{ kg/m}^3$ , Specifika värmekapaciteten  $4,29 \text{ kJ/kgK}$  och kinematiska visositeten  $6,19 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Med en DN40 PEM slang och 6 stycken borrhål och 0,48 l/s och energibrunn ger det ett Reinoldstal 2 877.

$$\text{Kylkapacitet} = 0,00288 \text{ (m}^3/\text{s)} \times 971,4 \text{ (kg/m}^3) \times 4,29 \text{ (kJ/kgK)} \times 3,5 \text{ (K)} = 42 \text{ kW}$$

Sänker vi ny inblandningen till 16 wt-% hamnar fryspunkten på  $-8^{\circ}\text{C}$ , densiteten  $979,3 \text{ kg/m}^3$ , Specifika värmekapaciteten  $4,41 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$  och kinematiska visositeten  $4,57 \text{ mm}^2/\text{s}$ . Med en DN40 PEM slang och 6 stycken borrhål och 0,48 l/s och energibrunn ger det ett Reinoldstal 3 777.

$$\text{Kylkapacitet} = 0,00288 \text{ (m}^3/\text{s)} \times 979,3 \text{ (kg/m}^3) \times 4,41 \text{ (kJ/kg}\cdot\text{K)} \times 3,5 \text{ (K)} = 43,5 \text{ kW}$$

Vi får alltså nästan 4 % ökning av kyleffekten och i princip turbulent strömning i slangen. Nu får vi också begränsa utgående temperatur till  $-6^{\circ}\text{C}$ . Den dynamiska viskositeten sjunker med 26 % vilket gör att energin till  $\text{CP}_{\text{KB}}$  kommer att minska med 6-7 %. Vilket ger i exemplet ovan ca 100 W eller på året 550 kWh.

Den totala ökningen är 11 000 kWh/år. Att jämföra mot bostadsaggregatets totala energianvändning på 13 140 kWh/år. Jämför vi mot kontoret på 9 000  $\text{m}^2$  blir besparingen 44 000 kWh/år vs aggregatets totala energianvändning för fläktarna på 39 690 kWh.

I båda fallen kan vi alltså optimera värmepumparna så att den motsvarar den energi som åtgår för att driva fläktarna och detta genom att enbart optimera köldbäraren. Nu har vi kvar att sänka returtemperaturen på VS och optimera kylkretsen.



RicMan Energy

8

## Slutsats

Det är relativt enkelt att se att där det finns värmepumpar eller kylmaskiner är besparingsmöjligheten större än på ventilationsaggregaten. Denna besparing görs på det sekundära systemet, vilket innebär att alla utan kyltekniska kunskaper eller certifikat kan göra denna energibesparing.

Antalet värmepumpar ökar för varje år och kommer att fortsätta att öka och då kommer i princip varje energiingenjör att komma i kontakt med besparingsmöjligheten. Denna åtgärd kan utföras idag i varje kontor och butik.

Det gäller bara att se möjligheten. Vill du vara en av dem?

Rickard Berg