

Hur bra kan ett värmepu – Historik och visioner

Under de senaste 10-15 åren har värmepumpar blivit förstahandsval för villauppvärmning, både i nyproduktion och vid renovering och utbyte av värmesystem. Artikeln visar på bergvillavärmepumparnas utveckling under de drygt 30 år som de funnits på den svenska marknaden. Artikeln behandlar också framtida förbättringsområden med fokus på ekonomiskt försvarbara åtgärder.

TEXT: URBAN KRONSTRÖM, IVT/BOSCH THERMOTEKNIK AB

Värmefaktorutveckling 1979-2012

■ Vad har egentligen hänt de senaste 30 åren? Har värmepumparna blivit effektivare? Svaret är att värmefaktorn för en villavärmepump har ökat med mer än 50%. Detta illustreras i nedanstående figur.

I figuren visas värmefaktor för IVT-värmepumpar vid ingående köldbärartemperatur 0°C och utgående värmebärartemperatur 45°C.

Den positiva utvecklingen kan härledas till utveckling av komponenter i värmepumpen samt till dimensionering av dessa. Jag har valt att titta speciellt på förångare, kondensor och kompressor.

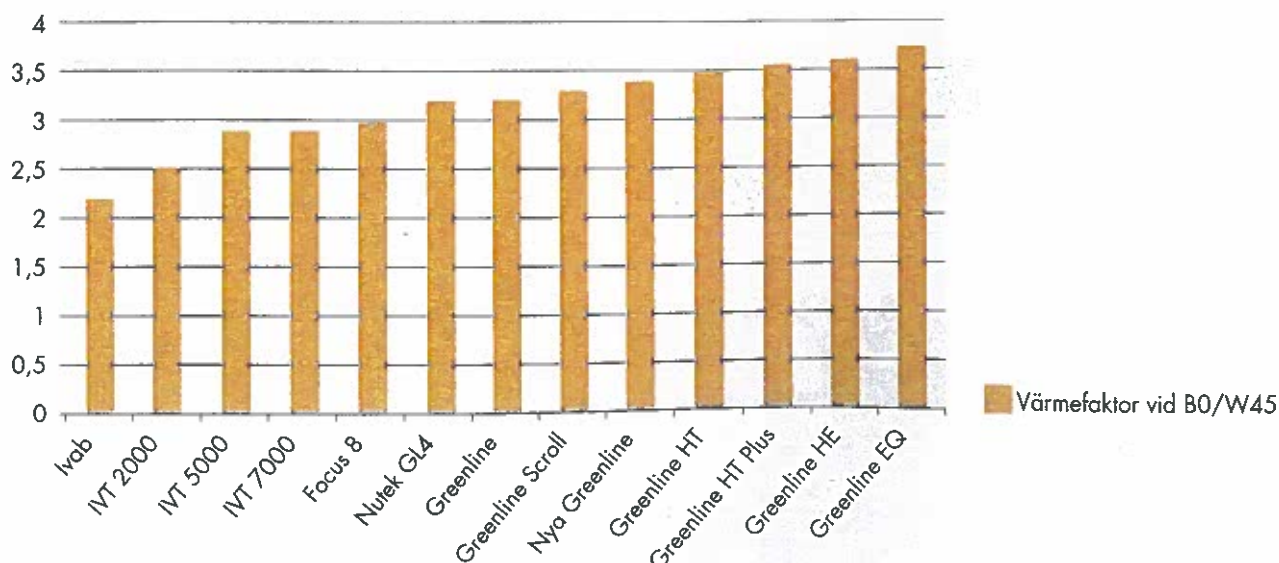
Under 70 och 80-talet var värmepumpsbranschen hänvisad till standardkomponenter utvecklade för kyl- och luftkonditioneringsindustrin. Komponenterna var väl beprövade men de var inte anpassade för värmepumparnas driftförhållanden, speciellt inte den höga kondenserings-temperaturen. Detta medförde relativt låg värmefaktor och begränsningar i maximal värmebärartemperatur.

Värmeväxlare

De första värmeväxlarna som användes i villavärmepumpar var ofta koaxialvärmeväxlare men redan tidigt började tillverkarna konstruera egna effektivare eller billigare värmeväxlare. Det stora steget kom i slutet på 80-talet när Svenska värmeväxlartillverkare presenterade plattvärmeväxlare anpassade för värmepumpar. Nu kunde man få en mycket kompakt värmeväxlare med stor värmeväxlaryta till en rimlig kostnad. På kort tid blev plattvärmeväxlarna helt dominerande i villavärmepumparna. Under senare tid har plattvärmeväxlarna optimerats ytterligare och anpassats för köldmedier med höga arbetstryck. Den senaste utvecklingen är asymmetriska värmeväxlare, där ytor och kanaler kan anpassas för de olika arbetsmedierna.

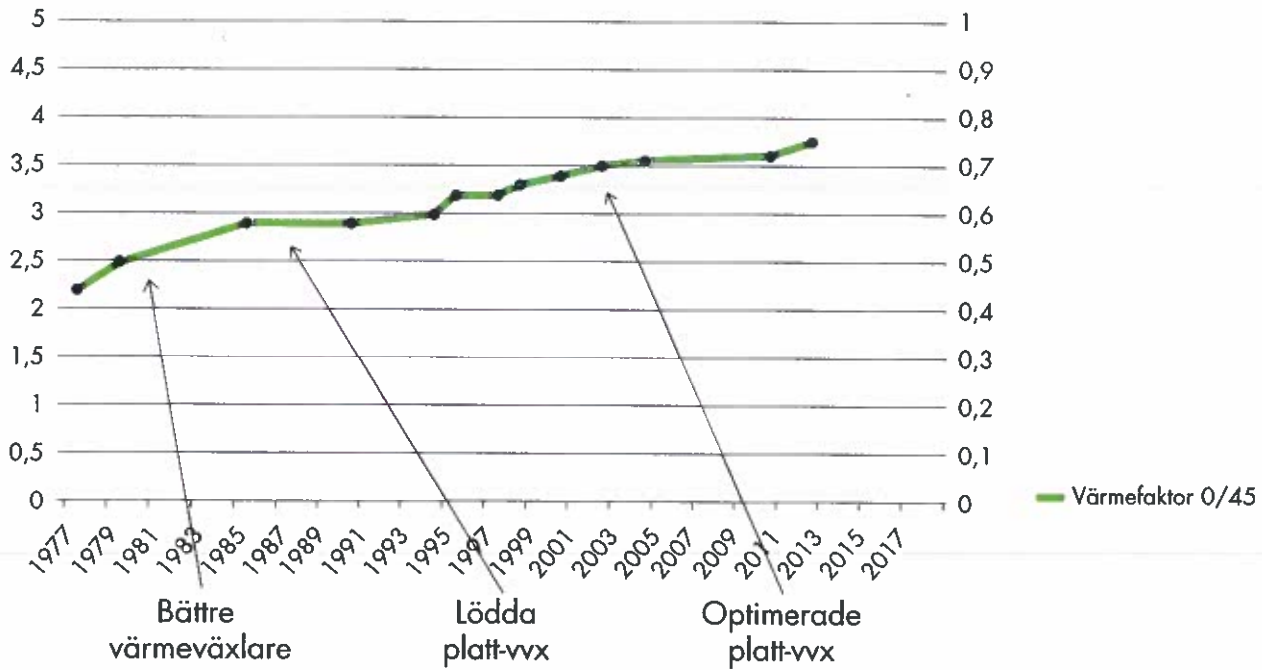
1980 dimensionerades normalt förångare för en temperaturdifferens (mellan ingående köldbärartemperatur och förångningstemperatur) på 8-9 grader. 2012 är motsvarande värde 6 grader och till och med under 5 grader om en elektronisk expansionsventil används.

VÄRMFAKTORUTVECKLING 1979 – 2012



mpssystem bli?

VÄRMEFAKTORUTVECKLING 1979 – 2012



Samma utveckling gäller dimensionering av kondensorn. Temperaturdifferens mellan kondenseringstemperatur och utgående värmebärare var 1980 ca 6K, 2012 är den ofta mindre än 0,5K.

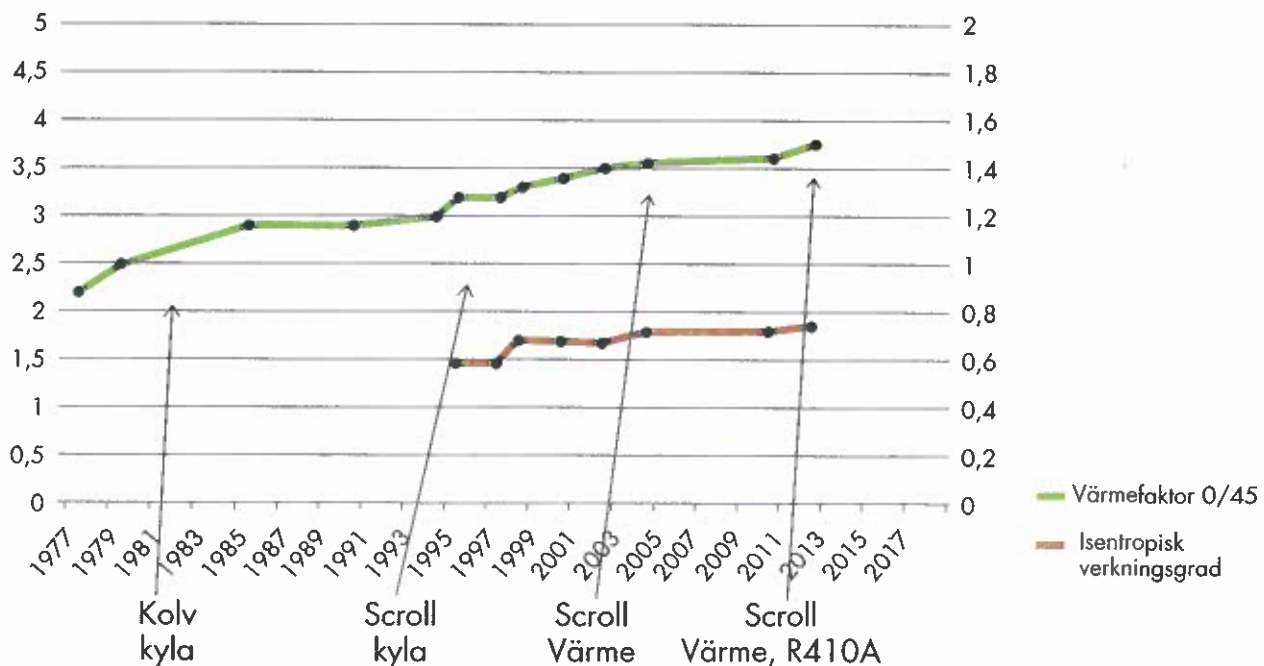
Utvecklingen av värmeväxlarna och möjligheten att välja mycket stora värmeväxlarytor till rimlig kostnad har bidragit till att värmefaktorn har ökat med 20-25% under de senaste 30 åren.

Kompressorer

Kompressorer för värmepumpar har också förbättrats kraftigt under de senaste 30 åren. 1980 användes standard kolvkompressorer utvecklade och anpassade för kyl- och luftkonditioneringsdrift.

Under 90-talet kom scroll- och rotationskompressorer, men även de var anpassade för kyl och luftkonditioneringsdrift. När värmepumpsmarknaden började växa kraftigt ▶

VÄRMEFAKTORUTVECKLING 1979 – 2012



i slutet av 90-talet utvecklade flera kompressortillverkare värmepumpsanpassade produkter, både kolv- och scroll-kompressorer, men även rotationskompressorer för små värmepumpar. De nya kompressorerna var effektivare och bättre lämpade för höga värmebärartemperaturer.

Idag finns värmepumpsanpassade kompressorer för R134a, R407C och R410A. Speciellt scroll- och rotationskompressorer finns även som varvtalsstyrda modeller för steglös kapacitetsreglering.

Utveckling och anpassning av kompressorerna har under de senaste 30 åren ökat värmefaktorn med 20-25%.

Övriga komponenter

Förbättrade expansionsventiler har gjort det möjligt att utnyttja förångarna effektivt och elektroniska expansionsventiler möjliggör optimal drift i hela arbetsområdet. De klorfria köldmedier som började införas under 90-talet har visat sig fungera mycket bra i värmepumparna. R134a ersatte R12, R407C ersatte R22 och under senare år har R410A introducerats, först i luftvärmepumpar men senare även i vätska-vattenvärmepumpar.

De nya köldmedierna ger inte på egen hand effektivare värmepumpar, men i kombination med anpassade kompressorer och värmeväxlare har R134a, R407C och speciellt R410A visat sig vara mycket effektiva värmepumpsköldmedier.

Hur bra kan då ett värmepumpssystem bli

Tillbaka till frågan i början på artikeln. Svaret är enkelt: värmepumpens maximala värmefaktor kan räknas ut med en enkel formel:

$$\frac{T_{\text{varm}}}{T_{\text{varm}} - T_{\text{kall}}}$$

Allt uttryckt i absolut temperatur. Det innebär alltså att värmefaktorn vid köldbärartemperatur 0° och värmebärartemperatur 45°C maximalt kan vara:

$$\frac{45+273}{45-0} = 7,1$$

Ska man nå dit krävs oändligt stora värmeväxlare, inga tryckfall eller värmeförluster i kylkretsen och en kompressor helt utan förluster vid kompressionen eller i elmotorn. Dagens bästa villavärmepumpar når ca 55% av detta, alltså värmefaktor ca 3,8. Hur kan vi då närma oss den ideala värmefaktorn?

Minskad temperaturdifferens i värmeväxlare

Bättre värmeväxlare i kombination med elektronisk expansionsventil skulle kunna minska den totala temperaturdifferensen med 2-3 grader jämfört med dagen bästa värmepumpar. Värmefaktorn skulle i så fall öka med 6-8%. Skulle man välja andra typer av värmeväxlare som arbetar utan suggasöverhettning skulle ytterligare 2-3 grader vin-

nas. Total värmefaktorförbättring är alltså ca 10-15% beroende på vilken värmeväxlarteknik som används.

Effektivare kompressorer

Under de senaste 15 åren har scrollkompressorernas verkningsgrad ökat med ca 5 procentenheter. Om man antar att det går att nå ytterligare drygt 5 procentenheter motsvarar det en värmefaktorförbättring på ca 10%.

Varvtalsstyrda kompressorer

Normalt nås ingen värmefaktorförbättring för en vätska/vattenvärmepump på grund av förlusterna i elektroniken för varvtalsstyrningen, men varvtalsstyrningen ger sänkt framledningstemperatur i värmesystemet.

Effektivare hjälputrustning, pumpar/fläktar

Lågenergipumpar och fläktar är snart ett lagkrav och de bästa av dagens villavärmepumpar har redan denna typ av komponenter. Ytterligare förbättringspotential är liten, uppskattningsvis 2-3%.

Inom värmepumpen kan vi alltså förvänta oss en total värmefaktorförbättring på 20-25%.

Utvecklingsområden i värmepumpssystemet

Tittar vi på hela systemet med kollektor, värmepump och värmedistributionssystem kan man räkna ut en ny ideal värmefaktor på samma sätt som för värmepumpen. Anta att vi har en normal bergstemperatur på 6°C och vill värma rummet till 20°C. Samma formel som ovan ger då en maximal värmefaktor:

$$\frac{T_{\text{varm}}}{T_{\text{varm}} - T_{\text{kall}}} = \frac{20+273}{20-6} = 20,9$$

Skulle vi klara 50 % av detta når vi alltså en värmefaktor på 10 för rumsuppvärmning.

En bra standardvärmepump testad vid köldbärartemperatur 6° och värmebärartemperatur 20°C ger värmefaktor över 9. För att nå dessa temperaturer krävs oändligt stora värmeväxlarytor och kostnaden blir naturligtvis orimlig, men exemplet visar att förbättringspotentialen är störst i systemet utanför värmepumpen.

Kollektorn

En bergkollektor dimensioneras normalt för 8-10 graders temperaturskillnad mellan ostört berg och köldbärare. En grads temperaturhöjning kräver minst 10% längre borrhål och vill man nå 10% högre värmefaktor krävs 40-50% längre borrhål.

Värmedistributionssystemet

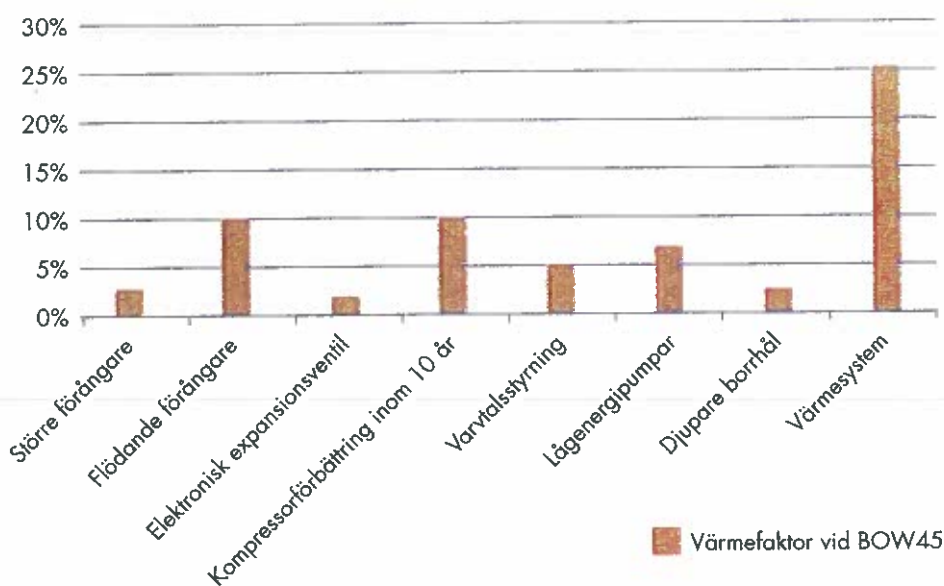
Den största förbättringspotentialen ligger i värmesystemet. Större radiatorer eller fläktelement i de rum som är kalla och kräver hög framledningstemperatur kan ofta ge 10 graders temperatursänkning. Värmefaktorförbättringen blir då upp emot 25%. ▶

Sammanfattning

Några olika förbättringsområden, de flesta möjliga att tillämpa i närtid, har sammanfattats i nedanstående tabell. I tabellen visas också en uppskattad investering för kunden. Med kända data för besparing och investering kan sedan en Pay-off-tid räknas fram för respektive åtgärd.

Förutsättningar: Husets energiförbrukning 35000 kWh,
Årsvärmefaktor 3,5, Elpris 1,5 kr/kWh.

VÄRMEFAKTORFÖRBÄTTRING



Åtgärd	COP	Pris	Pay off
Större värmeväxlare, asymmetriska	+3%	5000	11 år
Flödande förångare	+5%	12000	17 år
Elektronisk expansionsventil	+2%	2000	7 år
Varvtalsstyrd kompressor	+5%	10000	14 år
Lågenergipumpar	+7%	3500	4 år
Djupare borrhål 1°C varmare köldbärare	+2,5%	5000	14 år
Värmesystem 10°C kallare värmebärare	+25%	15000	5 år

Framtiden

Med allt detta sagt så är det viktigt att lyfta fram en avgörande insats för värmepumpens effektivitet, nämligen installationen. Värmepumpstillverkarna kan stå för en del av förbättringen framöver men minst lika viktigt är att den som installerar ser till att systemet runt värmepumpen är korrekt anpassat. För att värmepumpssystemet ska bli riktigt bra krävs både och. Det gäller att förvalta all den investering som gjorts i ny och bättre teknik så att den inte går till spillo. +