

Artikelförfattare: **Didrik Aurenus**
 Sysselsättning: **Civilingenjör, egenföretagare, uppfinnare**
 Kontakt: **didrik.aurenius@gmail.com**



Didrik Aurenus.

Energibesparing i bostadshus

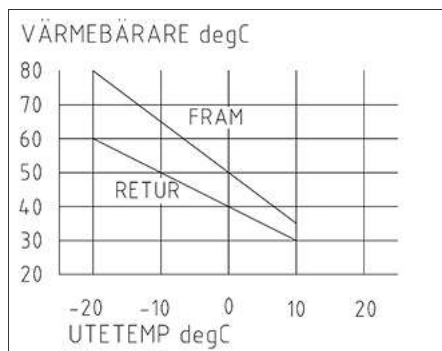
Enligt EU-direktiv ska energianvändningen i bostäder minskas med minst 35 procent. Detta möjliggörs i första hand genom kraftig tilläggsisolering samt värmeåtervinning ur frånluft. Uppfinnaren Didrik Aurenus, med lång erfarenhet av ventilationsbranschen, resonerar utifrån sin prisvinnande idé (Stora inneklimatpriset) som lett fram till framgångar för Smartfront AB.

Som ett exempel på åtgärder och deras resultat tas en lägenhet på 70 kvadratmeter i ett bostadshus i Mellansverige från mitten av förra seklet. Arealen av ytterväggarna är 33 kvadratmeter, varav fönster sju kvadratmeter. Väggarnas (0,25 meter lättbetong) u-värde är 1,25 och fönstrens (2-glas) 3 W/m²,K. LUT = -20 °C. Värmeeffektsbehovet för transmissionsförluster blir Pt = 2,5 kW inklusive en tredjedel av vindsförlusterna (u = 0,4). Motsvarande energi-behov blir Wt = 5 780 kWh/år.

Ventilationsförlusterna – q = 0,35 l/s,m² – blir Pv = 1,2 kW och Wv = 2 700 kWh/år. Hushållselen, 5 000 kWh/år bidrar endast till en mycket ringa del till uppvärmningen utan orsakar i första hand övertemperatur i lägenheten. Utan alltför stort fel kan man således sätta Ptot = 2,7 kW och Wtot = 8 500 kWh/år (121 kWh/m²,år).

Inte sällan är radiatorsystemen i hus från denna tid överdimensionerade beträffande såväl radiator- som totaleffekt. Den senare har många fastighetsägare vid byte till fjärrvärme fått betala dyrt för, då man utan vidare analys översatt panneffekt till fjärrvärmeeffekt med si och så många kronor per installerad kW.

När det gäller radiatoreffekt gjorde man inte sällan efter transmissionsberäkning-

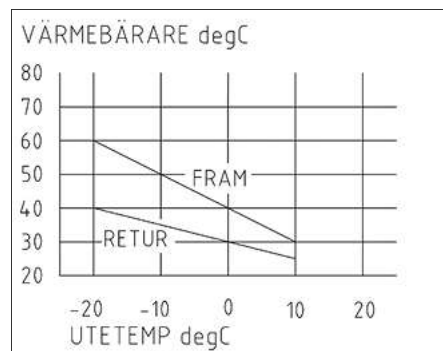


Figur 1: Teoretisk värmekurva 80-60-system.

en ”ett ventilationspåslag med 30 procent”, ett ”påslag för rum mot norr med tio procent” och ”ett påslag för hörnrum med 20 procent”. (Det fick aldrig bli för kallt i lägenheterna.) Injustering av systemen gick till så att stamstrypare ställdes in i fasta lägen, något som ju stämde endast vid LUT. I övrigt fick man förlita sig på att ”huset följde radiatorkurvan”. Värmesystemen dimensionerades oftast efter en värmebärartemperatur på 80-60 °C. Se figur 1.

Fönsterförbättrande åtgärder

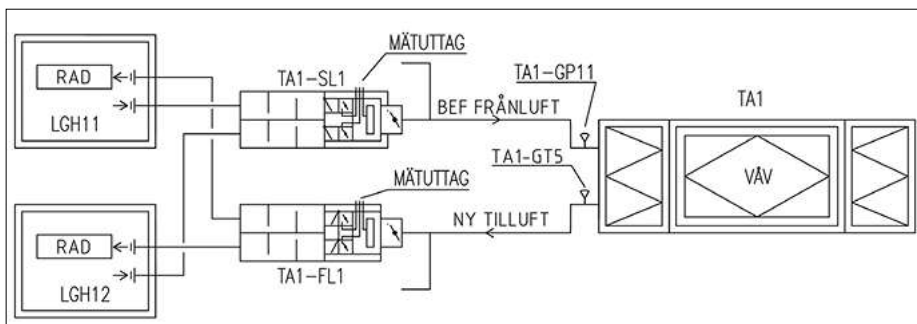
Tilläggsisolering av ytterväggarna med 100 millimeter mineralull (uv = 0,3) och vindsbjälklaget med 400 millimeter



Figur 2: Teoretisk värmekurva 60-40-system.

(ut = 0,08) ger i kombination med fönsterförbättrande åtgärder till uf = 2 W/m²,K att Pt minskar till Pt = 0,95 kW och Ptot till Ptot = 2,15 kW. Wtot blir 4 940 kWh/år; det vill säga en minskning med 42 procent. I praktiken blir resultatet bättre, eftersom klimatskalet förbättras avseende läckage.

En sänkning av effektbehovet innebär att radiatorernas – naturligtvis under förutsättning att de behålls – medeltemperatur blir lägre. Vid en rumstemperatur på 20 °C och en medeltemperatur på radiatorn av 70 °C (80-60-system) har radiatorn effekten Pdim; i föreliggande exempel Pdim = 3,7 kW. En sänkning av radiatoreffekten från 3,7 till 2,15 kW innebär – vid bibehåll-



Figur 3: System Smartfront.

let värmebärarflöde – en sänkning av radiatorns medeltemperatur till 50 °C. ($3,7 = kxArad \times 70$ ger $kxArad = 3,7/70 \text{ kW/m}^2 \cdot K$. $2,1 = 3,7/70 \times D_{qm}$ ger $D_{qm} = 50 \text{ K}$). Vi har fått ett 60–40-system. Se figur 2.

Vill man ytterligare sänka energianvändningen måste värmeåtervinning ur frånluften tillgripas. Det effektivaste sättet är att installera ett FTX-aggregat. Att installera tilluftssystem i befintliga flerbostadshus är dock problematiskt. Vid installation i lägenheterna störs hyresgästerna till den grad, att kvarboende är omöjligt. Det innebär i sin tur, att installation av tilluftssystem med gängse metoder i praktiken är omöjligt, eftersom ersättningslägenheter inte går att uppbringa. Årets vinnare av Stora inneklimatepriset, system Smartfront, möjliggör kvarboende, eftersom praktiskt taget all byggnation sker utanför lägenheterna. Tilluftskanalerna förläggs i ytterväggarnas tilläggsisolering samtidigt som befintligt frånluftssystem utnyttjas. Se figur 3.

Höggradig värmeåtervinning

Ett FTX-aggregat med höggradig värmeåtervinning, 0,85, medför att effektbehovet för ventilation sänks till $P_v = 0,2 \text{ kW}$. Kanalerna kräver att fasaden tilläggsisoleras med 180 millimeter ($uv = 0,19$), och med vindsisolering 400 millimeter och samtidigt åtgärdande av fönster ($u = 2,0$) blir transmissionseffekten $P_t = 0,83 \text{ kW}$; det vill säga, $P_{tot} = 1,03 \text{ kW}$ och värmeenergi-behovet $2\,370 \text{ kWh/år}$. Besparingen blir här 72 procent. I praktiken blir den större på grund av att tryckförhållandena i huset ändras samtidigt som klimatskalet förbättras (minskat läckage).

Hushållselen kan utnyttjas i FTX-aggregatet. Om man antar att hälften av 5 000 kWh medför uppvärmning av frånluft året om, blir temperaturhöjningen av denna $9,7 \text{ K}$ ($2\,500 / (8\,760 \times 70 \times 0,35 \times 1,2) = 9,7$). Tilluftstemperaturen blir då efter aggregatet till $-20 + 0,85 \times (20 + 29,7) = 22 \text{ °C}$. Om temperaturen på tilluften tillfälligt skulle sjunka – till exempel vid avfrostning – finns ju varmare i form av radiatorerna redan på plats, eftersom tilluften tillförs bakom radiatorerna. Inget värmebatteri behövs sålunda i aggregatet, och installationen blir enkel.

På samma sätt som ovan kan en ny

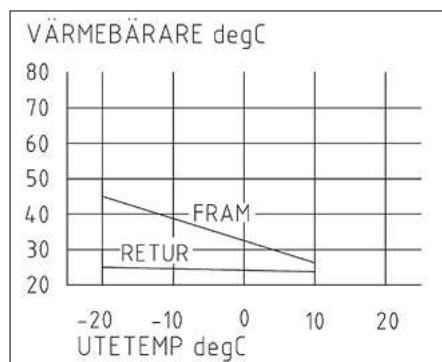
medeltemperatur för radiatorerna beräknas, och den blir cirka 35 °C; enligt ovan i praktiken lägre. Värmesystemets temperaturer vid LUT blir 45–25 °C. Värmebärarflödet behålls. Se figur 4.

Vid ovanstående resonemang har endast radiatorns konvektiva värmeavgivning beaktats. Vid hög radiatortemperatur är strålningsvärmen kännbar, och den behövs för att kompensera för de kalla ytterväggarna. Vid tilläggsisolering är dessa varmare, och strålningsvärmen inte lika nödvändig. Vad man måste beakta är att radiatorns ”stigkraft”, det vill säga inverkan mot kallas, minskar med sjunkande radiatortemperatur. Detta kan medföra problem, om tilluften har utetemperatur. Vid förvärmad tilluft – värmeåtervinning – uppstår inte problemet.

Sänkt värmeeffektbehov

Då husens värmeeffektbehov sänks, innebär det, att den installerade utrustningen för värmeproduktion, undercentralen, blir (ytterligare) överdimensionerad. Av detta följer i sin tur att erforderlig medeltemperaturdifferens över radiatorväxlaren minskar, med följd att temperaturen på primärreturen blir lägre. Primärvattnet utnyttjas bättre. Många värmeverk tillämpar flödes-taxa, och ovanstående bidrar till att det positiva ekonomiska utfallet av tilläggsisoleringen ökar. Som fastighetsägare ska man även kontrollera den effekt man abonnerar på. Den kan helt säkert sänkas och därmed sänks även värmenoten.

En noggrann inställning av styrutrustningen samt uppföljning är viktigt för resultatet av tilläggsisoleringen. Det ska betonas, att man härvidlag inte kan ge en generell rekommendation, utan att varje hus



Figur 4: Teoretisk värmekurva Smartfront.

utgör en ”termisk individ”. Styrutrustningen måste anpassas till de nya förhållandena, inte bara vad gäller temperaturkurvan utan även avseende svarstiden. Även klockan kan behöva ändras, då ju en ändring av utetemperaturen tar längre tid att ”komma igenom” ytterväggen. Man måste, på samma sätt som för nybyggda hus, följa upp resultatet under en inkörningsperiod.

Tilläggsisoleringen gör som nämnts att husets termiska tröghet ökar. Därmed minskar dess känslighet för svängningar i utetemperaturen. Den upplevda temperaturen känns jämnare med en lägre temperatur på radiatorerna, något som talar för att värmebärarflödet inte ska ändras. En ny injustering av värmesystemet är därför inte alltid nödvändig. Om innetemperaturen skulle öka för mycket, kan man montera en maxbegränsare i frånluftskanalen, TA1-GT5, före FTX-aggregatet. Den åtgärden gör att styrutrustningen får en snabb återkoppling.

Med tanke på vad som under senare tid har hänt med energipriserna, är det bara att gratulera de fastighetsägare som varit förutseende nog att investera i energibesparande åtgärder. Även om ränteläget har ändrats uppåt, tyder alla tecken på att den relativa kostnaden för energi kommer att öka kraftigt. Det finns alltså anledning till att – trots ökade kapitalkostnader – inte upphöra med åtgärdande av värmesystemen utan tvärtom satsa ännu mera på energibesparande åtgärder.

Maximal besparing

Om man betraktar situationen ur en nationalekonomisk synvinkel, är en maximal besparing det enda rätta. Den samlade energiresursen behövs för att upprätthålla vårt välstånd. Elenergi-behovet förväntas att öka kraftigt, vilket talar mot frånluftsvärmepumpar eftersom dessa drivs av el. I exemplet ovan skulle en frånluftsvärmepump dra 2 500 kWh el medan Smartfront drar 300 kWh. (Värmefaktor 4, kylning till 0 °C, specifik fläkteffekt 1,2 kW/m³.s.) Återvunnen värmeenergi från värmepumpen beror på hur den kan utnyttjas. Skogsrester, som i dag eldas upp, behövs för att framställa alternativa bränslen. Maximal återvinning av värmeenergi bidrar till den nödvändiga kretsloppsekonomin.

Varje producerad MWh (ut på nätet) i värmeverken ger i snitt utsläpp på 50 kg koldioxid. Lägenheten i exemplet ger alltså ett utsläpp på $8,5 \times 50 = 425 \text{ kg}$ koldioxid om inget görs, medan den med maximal energibesparing ger 118 kg koldioxid. Om hälften av miljonprogrammets lägenheter ges maximal energibesparing enligt ovan, kan således koldioxidutsläppen reduceras med $500\,000 \times (425 - 118) = 153\,000 \text{ ton}$, det vill säga ungefär 25 procent av de totala utsläppen från uppvärmning av bostäder och lokaler.