

VÄRMEÅTERVINNING UR FRÄNLUFT



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	ELEFFEKTIVISERINGSLABORATORIET	1
2.	BAKGRUND OCH SYFTE	1
2.1	Syfte	2
2.2	Marknad	2
3.	OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR	3
4.	VENTILATION	4
4.1	Byggregler	4
4.2	Ventilationstekniker	5
5.	VARFÖR STYRD VENTILATION?	6
5.1	Radon i hus	6
6.	ÅTERVINNING	7
6.1	Värmepumpar	7
6.1.1	Värmekällor	7
6.1.2	Principiell uppbyggnad	9
6.1.3	Verkningsgrad	10
6.2	Värmeväxlare	11
6.2.1	Verkningsgrad	11
6.2.2	Olika typer av värmeväxlare	11
7.	AGGREGAT PÅ MARKNADEN I DAG	12
7.1	Värmepumpsaggregat	12
7.2	Värmeväxlaraggregat	14
8.	ORSAKER TILL PROBLEM	16
8.1	Värmepumpens möjliga felkällor	16
8.2	Värmeväxlarens möjliga felkällor	17
9.	LÖNSAMHETSBERÄKNINGAR	17
10.	FRAMTIDEN	19
11.	DISKUSSION	20
12.	REFERENSER	21

BILAGEFÖRTECKNING

Bilaga 1:	Värmepumpar	2 sid
Bilaga 2:	Värmeväxlare	2 sid

1. *ELEFFEKTIVISERINGSLABORATORIET*

Projektet "Eleffektivitetslaboratoriet" (ELAB) startades hösten 1989 och var då ett samarbetsprojekt mellan BFR, NUTEK, SEU och Vattenfall. Projektet administreras av Vattenfall Utveckling AB, Älvkarlebylaboratoriet. Från och med 1 juli 1993 är samarbetspartnerna ELFORSK, NUTEK och BFR.

Verksamheten vid ELAB består av att utveckla kunnande om olika produkter, främst inom elvärmeområdet. Den omfattar bl a:

- utarbetande av kvalitetskrav
- testning av apparater och system
- utveckling av systemlösningar för uppvärmningssystem
- utarbetande av konkreta tekniska råd till återdistributörer och hushåll
- spridande av information om resultaten av verksamheten.

2. *BAKGRUND OCH SYFTE*

Den luftmängd vi måste ha för att kunna leva står i direkt proportion till den koldioxidmängd vi producerar.

I vila producerar vi ca 10 liter koldioxid i timmen medan syrgasförbrukningen är ca 24 liter per timme. För att undvika andnöd, huvudvärk mm får inte koldioxidhalten överstiga 3 %. Detta innebär ca 0,7 m³ luft per person och timme (*ref 1*).

Genom undersökningar har Boverket funnit att för att undvika dålig lukt, mögeluppkomst och för att motverka kondens på rutorna behövs en minsta luftväxling på ca 0,5 luftomsättning per timme.

Detta innebär att luften i ett rum har bytts ut helt på två timmar. Vid sådan luftväxling anser ansvariga myndigheter också att halterna av radon och formaldehyd håller sig på godtagbar nivå.

En mycket stor del av energiförlusterna i ett småhus sker alltså via ventilationen. I ett äldre välisolerat hus med självdragsventilation är denna förlust svår att åtgärda utan stora nyinvesteringar i till exempel ett frånluftssystem.

En stor del av småhusbeståndet som byggdes under 1961–1975 har emellertid ett frånluftssystem men ofta utan återvinning.

Följande åtgärder kan i första hand vara aktuella i ett frånluftssystem:

- Rensning av don och kanaler.
- Injustering av luftflöden. Efter en rensning av kanalerna bör ventilations-systemet justeras. Injustering innebär att man ställer in och låser ventilationsdonen i bestämda lägen så man får rätt luftflöden i varje enskilt rum. Efter rengöring och injustering kan man ofta sänka luftflödet, vilket ger en

energibesparing i sig. I småhus med frånluftssystem är det vanligt att fläkten bara går att köra på en hastighet. På vissa fläktar kan man ändra hastigheten genom att byta remskiva.

- Installation av en reglerbar fläkt med programmerbart tidur för att kunna anpassa luftflödena till boendevanorna. Man bör dock noga tänka över under vilka tider det är lämpligt att minska ventilationen. Att minska ventilationen nattetid är nästan alltid olämpligt eftersom det är den del av dygnet när alla är hemma. Under vintern kan ventilationen minskas när huset står tomt. Att stänga av ventilationen helt är dock olämpligt. Även när huset står tomt behövs en viss grundventilation eftersom huset och inventarierna avger ämnen.
- Montering av tilluftsventiler.
- Åtgärda byggnadstekniska brister som dålig isolering i fönster/dörrar och vindbjälklag.
- Installation av värmepump för att värma varmvatten, vatten till radiatorerna eller tilluften.
- Installation av värmeväxlare för värmning av tilluft. För att komplettera frånluftssystemet med tilluft krävs ett tätt hus. Först då finns möjlighet att justera och reglera luftflöden samt att styra inomhustemperaturen.

2.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att kartlägga vilka åtgärder och tekniker som finns för värmeåtervinning av frånluften i småhus samt att visa de ekonomiska förutsättningarna för dessa åtgärder.

2.2 Marknad

Fram till i dag har cirka 250.000 värmepumpar sålts i Sverige och drygt hälften av dessa till småhusägare (*ref 2*).

Försäljningen har dock stagnerat under senare år och ligger nu på ca tio tusen pumpar per år och av dessa var ca 3.500 st frånluftsvärmepumpar under 1994 (*ref 10*).

Bristfällig driftsäkerhet, dyra i inköp och låg verkningsgrad har lett till att värmepumparna har råkat i vanrykte. Det har också funnits ett antal lycksökare på marknaden som försökt prångla ut "omvända kylskåp" som har gett branschen dåligt rykte.

År 1981 bildades Svenska Värmepumpsföreningen som är en sammanslutning av värmepumpsleverantörer över hela landet.

För att höja kvalitén beslutade SVEP att ställa vissa minimikrav på återförsäljarnas kompetens och införde då begreppet SVEP-certifierade försäljningsbolag. Det innebär att SVEP kontrollerar medlemsföretagens utbildning bestående av egen kompetens inom behörighet av kyl-, el- eller rörinstallationer samt att teckna avtal.

SVEP-certifikatet förnyas årligen och företag som inte följer kraven får inte förnyat certifikat.

Värmepumpsföreningen har också ett garanti- och försäkringspaket som man kan teckna vid köp av värmepump. Paketet innehåller dels en skötselanvisning, dels en garanti på två år samt en trygghetsförsäkring på två år.

Försäkringen är frivillig och kan förlängas till tio år. Försäkringen ersätter villaägarens kostnad för avskrivning och självrisk om värmepumpen havererar.

Trygghetspaketet gäller alla de värmepumpar som levereras av föreningens medlemmar (*ref 2*).

Enligt Föreningen Ventilation-Klimat-Miljö (*ref 3*) såldes det ca 5.000 värmeväxlaraggregat under 1994 till småhus.

Föreningen Ventilation-Klimat-Miljö är en annan organisation för företag som är verksamma på luftbehandlingsområdet. Organisationen verkar för enhetliga regler i tekniska, juridiska och kommersiella frågor samt är remissorgan i frågor som rör luftbehandlingsbranschen.

3. OMFATTNING OCH AVGRÄNSNINGAR

Denna rapport begränsar sig till åtgärderna som är möjliga i ett hus med direktverkande eller vattenburen el och ett befintligt frånluftsystem.

Denna typ av hus byggdes ofta på 1970- och 1980-talet och speciellt de med direktverkande el har problem med att hitta alternativ uppvärmning.

Värmen i frånluften kan tas tillvara med hjälp av värmeväxlare eller en värmepump. Den tillvaratagna värmen kan sedan överföras till vatten eller luft för husets uppvärmning eller till tappvarmvatten på ett antal olika sätt.

I rapporten har vi försökt kartlägga vilka principer som finns på marknaden i dag.

4. VENTILATION

Självdraagsprincipen för ventilation utnyttjas i ca 80 % av alla småhus och i ca 58 % av flerbostadshusen (*ref 5*).

Självdraagsprincipen bygger på termisk drivkraft och vind. Den är därför temperaturoberoende och varierar med väderleken och årstiderna. Vinden ger ett övertryck på ena sidan av huset och ett undertryck på den andra. Detta innebär att luften strömmar ut på läsidan och in där vinden ligger på.

Den termiska drivkraften beror på att varm luft är lättare än kall. Det är därför den varma luften går ut genom t ex en skorsten.

Samma fenomen orsakar en tryckskillnad mellan luften på ömse sidor av en vägg. Luften sugas in genom otätheter och tilluftskanaler och lämnar huset via skorsten och frånluftskanalerna i badrum, kök och tvättstugor.

För ett antal år sedan var det modernt att täta alla springor i sitt hus för att spara energi. Man monterade tätningslister och proppade igen nyckelhål med gullfiber osv. Man såg med andra ord till att husets självdraagsventilation eliminerades.

Nästa fas var att montera en frånluftsfläkt på taket som sög ut uppvärmd luft ur huset. Det förbättrade inomhusklimatet men uppvärmningskostnaderna ökade igen.

Dagens byggteknik tillämpar kontrollerad ventilation. Det innebär att man har kontroll på var luft släpps in samt var och hur mycket luft som sugas ut.

Mekaniskt styrd ventilation ger dock ett undertryck i huset som kan orsaka att det ryker in från en öppen spis. Undertryck ställs in för att värmen inte ska tryckas ut genom springor och för att luften i våtrum och kök, där frånluftsdonen oftast är placerade, ska hindras att spridas till andra rum.

4.1 Byggregler

I äldre byggregler, t ex Svensk Byggnorm (SBN) 80, har uttryckligen angivits i vilka fall det krävs installation av mekaniskt styrd ventilation.

I nyare byggregler som Nybyggnadsreglerna (NR) och Boverkets Byggregler (BBR) 94 formuleras kraven på ventilation i funktionstermer (*ref 4*). Detta innebär krav på viss luftväxling men inte krav på visst ventilationssystem.

Såväl NR som BBR anger att luftväxlingen ska vara kontinuerlig. En kontinuerlig ventilation säkerställs vanligen genom att installera fläktar men genom lämplig dimensionering av luftintag och kanalsystem kan även självdraagsystem ge tillfredsställande luftväxling.

BBR 6:22

”Byggnader ska utformas så att god luftkvalité erhålls i vistelsezonen i rum eller delar av rum där personer vistas mer än tillfälligt. Luften får inte innehålla föroreningar som medför negativa hälsoeffekter eller besvärande lukt.”

BBR 6:231

”Byggnaders ventilationssystem ska utformas så att erforderlig mängd uteluft tillförs byggnaden och så att föroreningar från verksamheter liksom luftburna utsöndringsprodukter från personer och byggnadsmaterial samt fukt, elak lukt och hälsofarliga ämnen bortförs.”

BBR 6:232

”Rum ska ha kontinuerlig luftväxling då de används” samt ”Uteluftflödet ska vara lägst 0,35 liter/s per m² golvarea.”

Frånsett det generella kravet på 0,35 liter/s per m² finns i BBR inga specificerade krav på vissa luftflöden. I rådtext anges dock lämpliga frånluftsflöden för olika utrymmen.

4.2 Ventilationstekniker

Det finns flera olika tekniker för att mekaniskt ventilera bostäder och att styra luftflöden:

- Frånluftsventilerat (F) är det vanligaste systemet. En centralt placerad fläkt skapar ett undertryck i byggnaden. Detta innebär att lika stora mängder luft kommer in i huset genom springor och tilluftsdon som fläkten suger ut. Här fodras en genomtänkt placering av tilluftsdonen för att undvika drag. Tilluftsdonen är ofta placerade över fönstret för att utnyttja radiatorernas värmeavgivning och undvika kallras.
- Styrtd till- och frånluft (FT) används främst i kontorslokaler men också i nyproducerade eller ombyggda småhus. Detta system medför mindre risker för drag. Tilluften kan renas och förvärmas i önskad grad och vid behov kan den även fuktas, avfuktas eller kylas.
- Till- och frånluft med ett värmeåtervinningsaggregat (FTX). Moderna hus gör av med lite energi för uppvärmning och i detta system kombinerar man ventilation och uppvärmning genom att förvärma tilluften.
- Deplacerande ventilation utnyttjar att kall luft är tyngre än varm. Detta system går ut på att tillföra rummet undertempererad luft i vistelsezonen vid golvet. Den ska sedan värmas upp av människor, apparater och dylikt och stiga mot taket för att åter ersättas av undertempererad luft. För att få en fullständig deplacerande verkan krävs värmekällor och rumsvolym av en viss storlek, exempelvis ett sammanträdesrum med minst 15 personer och en takhöjd av ca 3 meter. Denna teknik fungerar alltså inte i ett bostadshus.

5. VARFÖR STYRD VENTILATION?

Anledningarna till att man vill styra ventilationen i ett småhus kan vara många. Har man problem med radon eller om någon i familjen har allergiska besvär kan styrning av ventilationen vara av största vikt ur medicinsk synvinkel. Dåligt fungerande ventilation skapar förutsättningar för kvalster, mögel m m.

Antalet nya byggmaterial har också ökat explosionsartat. Speciellt gäller detta ytmaterialen. De gamla golvmaterialen som sten, trä och linoleum ersätts med textilier och plaster. Nya material till kläder och möbler har också tillkommit och man vet i allmänhet ganska lite om hur dessa ämnen påverkar människan.

Värmekomforten kan vara en betydande faktor eftersom man undviker kallras och kan styra inkommande lufttemperatur.

Rent samhällsnyttig bör man inte göra av med mer energi än nödvändigt. I dessa fall krävs även värmeåtervinning för att nå uppsatta mål.

Energiushållningskrav på tätare byggnader har gjort att husen i dag är så täta att den naturliga ventilationen är otillräcklig. Brukarvanorna har också ändrats de senaste decennierna. Vi tvättar våra kläder och duschar betydligt oftare i dag och detta ställer andra krav på ventilation eftersom fuktbelastningen ökat.

5.1 Radon i hus

Radon är en allvarlig hälsorisk i vår inomhusmiljö. Strålskyddsinstitutet uppskattar att det finns 150.000 bostäder som har högre halter än gränsvärdet 400 Bq/m³, närmare 500.000 har halter högre än 200 Bq/m³ och att ca 900 lungcancerfall i Sverige per år beror på radon (*ref 7*).

Höga radonkoncentrationer uppträder nästan undantagslöst i småhus och i källarvåningar till flerbostadshus.

Den huvudsakliga källan är markens beskaffenhet under och omkring byggnaden. Speciellt utsatta kan byggnation på rullstensåsar vara, där åsen fungerar som en skorsten för en stor berggrundsyta eller där bergarterna är rika på uran.

Jordlagret består av 30–40 % luft. Radonhalten i jordluften är alltid mer än 5.000 Bq/m³ på en meters djup. Normalt är den 20.000 Bq/m³ i morän och 30.000–150.000 Bq/m³ i grus. Om fragment av alunskiffer ingår i jorden kan radongashalten bli 1–2 miljoner Bq/m³.

För alla bostäder som har direktkontakt med mark finns det risk för otätheter i husets grundkonstruktion. Betong är ett tätt material men det finns risk för läckor vid anslutningar och rör genomföringar samt i sprickor i murade väggar eller bottenplattan.

Allt byggmaterial av sten eller lera innehåller små mängder radioaktiva ämnen. Undantaget är s k blåbetong eller lättbetong som innehåller betydligt mer radioaktiva ämnen.

Denna betong tillverkades av uranrik alunskiffer mellan 1929 och 1975 och används till väggar och bjälklag. Radonavgången från detta material kan överstiga gränsvärdet på 400 Bq/m³ (ref 8). Uppskattningsvis finns 300.000 bostäder som har lättbetong och dessa kan spåras genom mätningar med gammastrålning.

En annan faktor som inverkar är ventilationen i bostaden och därmed också tryckförhållandena relativt omgivningen. Ventilationsystemet kan bidra till radonproblemet om luftväxlingen är dålig eller om systemet är balanserat så att undertryck råder i huset.

6. ÅTERVINNING

Värmen i luften som går ut med ventilationen kan återvinnas med två olika tekniker:

- Värmeväxlare
- Värmepumpar

6.1 Värmepumpar

En värmepump kan utnyttja flera värmekällor som har en konstant temperatur eller en temperatur som varierar med tiden. För att kunna bedöma fördelarna hos en värmekälla bör man beakta följande faktorer:

- Temperaturnivån
- Temperaturvariationen
- Kapaciteten
- Kostnaden

Temperaturnivån bör vara den högsta möjliga medan variationen i tiden bör vara så liten som möjligt.

Kapaciteten bör vara tillräcklig även när värmebehovet är som störst och kostnaden för att utnyttja värmekällan ska vara lägsta möjliga.

6.1.1 Värmekällor

De värmekällor som finns kan delas in i naturvärme och spillvärme. Naturvärme kan delas in i:

- Uteluft: Uteluftens största fördel är att den finns överallt och dess största nackdel är att temperaturen är som lägst när värmebehovet i huset är högst.

- Jordvärme: Jordvärme ska inte förväxlas med geotermisk värme som kommer från jordens inre. Den geotermiska värmen bidrar med högst några procent. Jordvärmen kommer från direkt solinstrålning, luften och regnvattnet och ibland också från grundvattnet.
- Sjövattnet: Bebyggelsen är ofta samlad vid eller nära vatten. Kvantitativt finns alltså stora möjligheter att utnyttja vatten som värmekälla. Vatten i sjöar och vattendrag kan användas på två sätt, nämligen ytvatten och grundvatten. Ytvattnet delar uteluftens nackdel att temperaturen är som lägst när belastningen är som störst.
- Grundvatten: Opåverkat grundvatten har tämligen konstant temperatur på ca 20 meters djup (*ref 4*). Ovanför den nivån kan det finnas en zon där temperaturen varierar med årstiden. Svängningen är fasförskjuten i förhållande till uteluftens temperatur vilket i vissa fall kan förbättra förhållandena för värmepumpsdrift.
- Bergvärme: Det som nämnts om grundvatten som värmekälla har gällt värmeledning från strömmande grundvatten. Torra borrhål eller borrhål med stillastående grundvatten inom en begränsad volym kan också utnyttjas som uppladdningsbar ackumulator. Man kan också använda bergvolymen utan uppladdning.
- Solvärme: Man kan kombinera solvärme med en värmepump och exempelvis lagra värmen i ett berglager för användning senare under uppvärmningssäsongen.

Spillvärme delas in i:

- Frånluft.
- Avloppsvatten.
- Processvärme.

Endast värmen i frånluften är intressant för återvinning i villor.

Frånluftens temperatur är i de flesta hus omkring +20 °C under hela året. Detta medför en hög förångningstemperatur men ett relativt litet luftflöde.

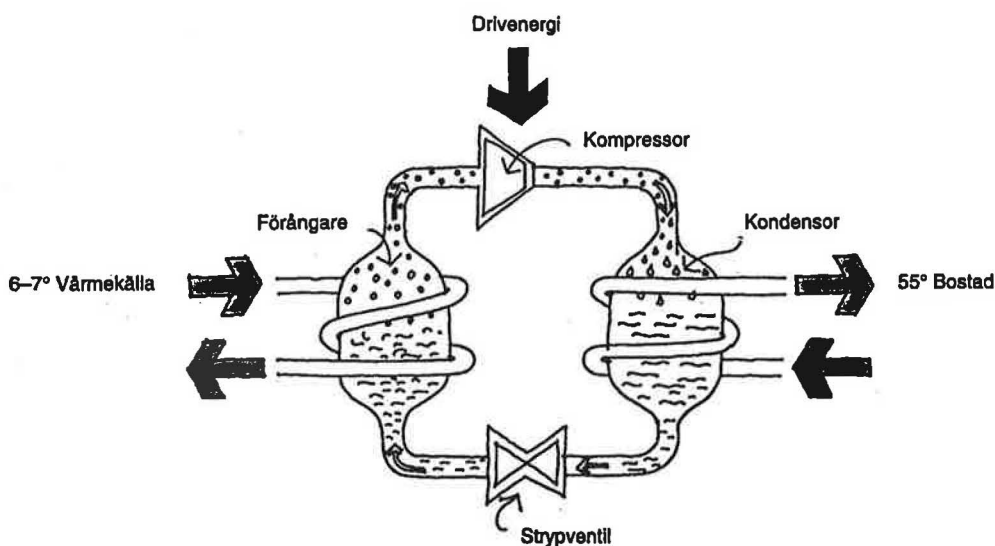
När man har en frånluftsvärmepump som värmer tilluften bör man försäkra sig om att huset är tätt. Det är nödvändigt för att få en skillnad i temperaturen mellan inkommande värmad luft och temperaturen i angränsande rum som ska vara ca 2 grader lägre. Detta för att få den varma luften att sprida sig. Är huset otätt går istället den varma luften direkt ut.

6.1.2 Principiell uppbyggnad

Medan värmekällor och värmedistributionssätt kan se ut på många sätt har själva värmepumpen oftast samma principiella uppbyggnad.

Den motordrivna värmepumpen består av ett slutet system av rör där arbetsmediet cirkulerar. Materialet är stål eller koppar.

När rumsluften passerar förångaren förångas köldmediet på grund av sin låga kokpunkt. Därmed sänks temperaturen på frånluften. Köldmediet komprimeras därefter i en kompressor, varvid temperaturen höjs kraftigt. Det varma köldmediet leds till kondensorn som sitter i varmvattenbehållaren. Här avger köldmediet sin värme till varmvatten eller tilluften och övergår från ånga till vätska. Temperaturen på köldmediet har nu sänkts och vandrar via ett fuktfilter till expansionsventilen där tryck och temperatur sjunker. Köldmediet har nu fullbordat sitt kretslopp och passerar åter förångaren och tar upp värme (se figur 1).



Figur 1: Värmepumpsprocessen

Den vätska som drivs runt i värmepumpen kallas arbets- eller köldmedium. Den består av en vätska med låg kokpunkt och lämpliga egenskaper vad gäller temperatur och tryckförhållanden.

De senaste tio åren har köldmedierna diskuterats livligt. Det arbetsmedium som cirkulerar i värmepumpen stannar normalt inom det slutna systemet, men ibland förekommer det visst läckage i ventiler.

Tidigare har vätskan varit någon typ av klor-flour-karbon, ett så kallat CFC-medium. Upptäckten att CFC skadar ozonskiktet har lett till förbud mot användning av dessa medier. Kloreten fungerar som katalysator i nedbrytningsprocessen.

En annan nackdel med CFC-föreningarna är att de antas stå för en del av den ökande växthuseffekten. Från att från början ha ansetts som ett lämpligt och ofarligt ämne har CFC nu stämplats som mycket miljöfarligt. Värmepumparna beräknas dock svara endast för 0,1 % av den globala användningen av CFC-produkter (ref 9).

I dag används huvudsakligen HCFC men även detta ämne påverkar miljön. Forskning pågår för att ersätta HCFC med "naturliga" medier som kolväten, propan, ammoniak eller koldioxid (ref 10).

Värmepumpens centrala del är kompressorn. Det finns flera olika typer av kompressorer och vilken typ man väljer beror främst på värmesystemets storlek. De vanligaste kompressortyperna är :

- Kolvkompressorn är den enklaste varianten och används framför allt i mindre anläggningar. Ångan komprimeras genom att den pressas ihop med hjälp av en kolv som drivs i ett slutet system.
- Schrollkompressorn består av två spiraler där den ena är fast och den andra oscillerar. Kompressorn består endast av två rörliga delar och avger därför låga kompressionsljud.

6.1.3 Verkningsgrad

Värmepumpens verkningsgrad anger den bästa teoretiska prestanda som en värmepump kan uppnå när den arbetar mellan temperaturerna T_1 och T_2 .

Verkliga maskiner kan endast uppnå lägre värden på grund av att alla verkliga processer är irreversibla. Ett flertal värmefaktorer finns definierade, så det är viktigt att man jämför samma värmefaktor när man jämför olika värmepumpar.

För lönsamhetsbedömning är systemets årsvärmefaktor den viktigaste. Man jämför alltså förhållandet mellan den erhållna energin och den tillförda energin under ett år.

Carnotverkningsgraden är den verkningsgrad som man får vid ideala förhållanden och som i praktiken inte kan uppnås. Den beräknas enligt formeln:

$$\eta = T_1 / (T_1 - T_2)$$

där

$$\begin{array}{ll} T_1 & = \text{värmepumpens lägsta arbetstemperatur} \\ T_2 & = \text{värmepumpens högsta arbetstemperatur} \end{array}$$

I praktiken betyder detta att värme ska tas upp vid högsta möjliga temperatur ur en gratis värmekälla, till exempel ur frånluften. Dessutom bör lägsta möjliga T_1 väljas.

Värmefaktorn blir alltså högre om önskad temperatur är låg. Detta innebär att värmepumpen fungerar bäst i lågtemperatursystem som exempelvis golvvärme där vattentemperaturen är 25–30 °C.

6.2 Värmeväxlare

Värmeväxlare delas in i tre olika typer efter hur den varma och den kalla luften kommer in i värmeväxlaren:

- Medströmsvärmeväxlare
- Motströmsvärmeväxlare
- Korsströmsvärmeväxlare

Dessa tre principer har också olika verkningsgrad där motströmsvärmeväxlaren ligger i topp.

6.2.1 Verkningsgrad

En värmeväxlaren förmåga att överföra värme anges av dess temperaturverkningsgrad

$$\eta = (T_t - T_u)/(T_f - T_u)$$

där

T_t	=	Temperaturen i tilluften
T_f	=	Temperaturen i frånluften
T_u	=	Temperaturen i uteluften

6.2.2 Olika typer av värmeväxlare

Värmeväxlarna kan delas upp i ytterligare två typer: rekuperativa och regenerativa.

I de *rekuperativa* värmeväxlarna är arbetsmedierna oftast skilda från varandra. Värmen som förs över från det varma till det kalla mediet ska passera skiljeväggen. Värmegenomgångskoefficienten för skiljeväggen ska därför vara så hög som möjligt.

I vissa fall saknas skiljevägg vilket innebär att det varma och kalla mediet blandar sig med varandra.

De *regenerativa* värmeväxlarna arbetar med cykliska förlopp, dvs den värmeväxlade massan genomströmmas av det varma mediet. Detta värmer upp växlaren som sedan genomströmmas av det kallare mediet vilket då tar upp den ackumulerade värmen. Exempel på detta är den roterande värmeväxlaren.

Den roterande värmeväxlaren är den vanligaste för större ventilationsanläggningar. Den består av tunna korrugerade sidor (vanligtvis aluminium) som bildar en mängd axiella kanaler som luften strömmar igenom.

Under ca hälften av ett varv strömmar varm luft genom rotorn och värmer upp plåtarna. Under resten av varvet passerar kall luft genom dessa plåtkanaler och värms upp. I spalten mellan rotorn och höljet finns en tätning som minimerar läckaget mellan den varma och kalla luften.

Plattvärmväxlaren är däremot rekuperativ och består av korrugerade stålplattor som hålles på plats av en övre och en nedre bärstång. Korrugeringarnas utformning gör att plattorna vilar på varandra i ett stort antal punkter. I plattornas hörn finns hål för genomflöde.

Plattvärmväxlarens konstruktion möjliggör stora värmeytor per volymenhet.

Rörvärmväxlaren (s k Heat-pipe) är till sin uppbyggnad och verkningssätt mycket lik plattvärmväxlaren.

Den ena luftströmmen (vanligen tilluften) går inuti rören medan den andra går korsströms utanpå rören. Värmetransporten sker genom rörväggarna.

Rörvärmväxlarens fördelar gentemot plattvärmväxlaren är främst lägre vikt och att eventuell påfrostning inte ger lika stor minskning av verkningsgraden. Rörvärmväxlarens för- och nackdelar är annars lika som för plattvärmväxlaren.

7. AGGREGAT PÅ MARKNADEN I DAG

I dag finns ett antal värmeåtervinningsaggregat för småhus och villor med olika lösningar. En del värmer luft medan andra värmer vattnet till uppvärmningen eller tappvarmvattnet.

Återvinningsaggregatet kan bestå av en värmepump eller en värmväxlare som utvinner energi ur luften.

I samtliga studerade fall är källan frånluft, dvs den luft som lämnar en byggnad och är "förbrukad" ventilationsluft.

7.1 Värmepumpsaggregat

De värmepumpsaggregat som studeras i rapporten återvinner värme ur frånluften och kan använda denna till att värma tappvarmvatten, vatten till husets uppvärmning eller att värma tilluften med ett vattenbatteri.

Själva värmepumpen är bara en komponent i värmeåtervinningsaggregaten som dessutom består av hölje, frånluftsfläkt, kompressor, pump, filter och återvinningsbatteri.

Samtliga värmepumpar bör placeras med ryggsidan mot en yttervägg för att undvika problem med eventuella ljud. Det är också lämpligt att lämna en spalt mellan värmepumpen och väggen.

Maskinen ställs lämpligast på ett betonggolv men om golvet är av trä eller liknande bör maskinen stå på en gummimatta eller på fötter för att motverka vibrationer.

Om det finns en bubbelpool eller annan stor varmvattenförbrukare i huset bör den anslutas till en separat varmvattenberedare.

Nedan följer en kort teknisk beskrivning över de aggregat som finns på småhusmarknaden i dag.

- Aggregat med en frånluftsvärmepump som utvinner energi ur rumsluften och använder den för tappvarmvattenberedning.
 - Elpatron finns men den används bara när värmepumpsvärmen inte räcker till.
 - Detta är en konventionell elektrisk varmvattenberedare som kompletterats med en fläkt och en återvinningsenhet. Luften från köksfläkten inkluderas inte eftersom föroreningarna i luften sätter igen värmeväxlaren.
 - Fläktkapaciteten kan ofta ställas in i flera steg. Temperaturen i varmvattenberedaren bestäms av inställningen av kompressorns termostat respektive elpatronens termostat.
 - Aggregatet bör placeras i tvättstuga eller liknande.
- Aggregat med en frånluftsvärmepump som utvinner energi ur rumsluften och använder den till både varmvattenberedning och för husets uppvärmning.
 - Elpatron finns och används när värmepumpsvärmen inte räcker till. Fläktkapaciteten är ofta valbar i flera steg och kan ofta regleras stegvis.
 - Temperaturen i varmvattenberedaren bestäms av inställningen på kompressorns termostat respektive elpatronens termostat. Aggregatet bör placeras i tvättstuga eller liknande.
- Värmepump som utvinner energi ur rumsluften och använder den till både tappvarmvattnet, för husets uppvärmning samt att den värmer upp tilluften med ett batteri.
 - Beroende på värmebehov värms även varmvattnet med el- eller gaspanna.
 - Tillufts-batteriet ligger parallellt med radiatorkretsen och värmer husets tilluft. Vattenflödet genom tillufts-batteriet ställs in med en ventil.
 - I tilluftsanslutningen finns ett frostskyddsspjäll som stängs automatiskt om utetemperaturen understiger inställt värde. En indikering finns som visar att luften varit för kall och pumpen måste stängas av och sättas på igen för att spjället ska öppna.
 - En filtervakt övervakar att filtret inte är igensatt och indikerar med en lampa.
 - Fläktkapaciteten är ofta valbar och kan regleras stegvis. Temperaturen i varmvattenberedaren bestäms av inställningen på kompressorns termostat respektive elpatronens termostat.
 - Aggregatet placeras i tvättstuga eller liknande.

- Värmepump som tar värme från frånluften och värmer tilluften. Hastigheten på fläkten kan regleras i flera steg. Möjlighet finns även att använda aggregatet för komfortkyla under sommarhalvåret
- Värmepumpsaggregat som överför värmen i frånluften till brinesystemet, som sedan nyttjas under uppvärmningssäsongen, samt förvärmer tilluften.
 - Brinesystemet kan placeras i berg, jord eller annan lämplig värmekälla och laddas under sommaren upp denna för att kunna ta tillvara värmen under uppvärmningssäsongen.
 - Värmepumpsaggregatet är försett med cirkulationspumpar för brine och laddningskrets och ska på den varma sidan anslutas till en ackumulator-tank. Värmepumpsaggregatet innehåller även ett eftervärmningsbatteri med vatten som värmekälla.

7.2 Värmeväxlaraggregat

De värmeväxlaraggregat som används i småhus domineras av en korsströms värmeväxlare som förvärmer tilluften. På marknaden finns också aggregat med dubbla korsströmsväxlare, roterande värmeväxlare, Heat-pipe och plattvärmeväxlare.

Ventilationskanalen från köksfläkten är i de flesta fall inte inkopplad till återvinningssystemet på grund av den höga föroreningshalten i luften. Andra aggregat är dock specialutformade för att placeras i utrymmet ovanför spisen och kombineras då med en spiskåpa.

Aggregaten består bland annat av hölje, värmeväxlare, 2 fläktar, till- och frånluftsfiler, elektrisk eftervärmare eller vattneftervärmare och bypass-spjäll

Det är viktigt att samtliga kanaler som placeras i ett ouppvämt utrymme isoleras för att undvika onödig värmeavgång.

Samtliga aggregat har en rad funktioner gemensamt:

- I botten finns kondensavtappning för anslutning till avlopp eller uppsamlingskärl.
- I samtliga värmeväxlaraggregat finns det elektriska eller vattenburna batterier som eftervärmer tilluften.
- Samtliga aggregat har också en attrapp eller ett bypass-spjäll för sommar drift.

Nedan följer en teknisk beskrivning över de aggregat som finns på småhusmarknaden i dag.

- Aggregat med en korsströmsvärmeväxlare av kompaktmodell och med ett till- och frånluftssystem för placering i ett valfritt utrymme i huset.

- Den uppvärmda inomhusluften sugas bort från kök och våtrumsutrymmen Under den kalla årstiden kompletteras alltså den förvärmade tilluften från växlaren med ett batteri som kan vara vattenburet eller elektriskt.
 - På sommaren byts värmeväxlarenheten ut mot en enhet som ventilerar huset utan värmeväxling eller så används en bypass-ledning så att luften passerar på sidan om värmeväxlaren.
 - En givare som känner av utetemperaturen är ansluten till avfrostningstermostaten. Vid för låga utetemperaturer kan det bildas frost mellan väggarna i värmeväxlaren. För att hindra igensättning stoppas tilluftsfläkten automatiskt under den tid som behövs för att smälta eventuell frost.
- Aggregat med korsströmsväxlare som placeras i spiskåpan för uppvärmning av tilluften.
 - Den uppvärmda inomhusluften sugas bort från kök och våtrumsutrymmen via frånluftsdonen och passerar korsströmsaggregatets värmeväxlare innan den passerar ut.
 - Värmeväxlaren har automatisk avfrostning och är försedd med eftervärmabatteri. Filter finns på både till- och frånluftssidan.

Spiskåpans filter måste ha god förmåga att ta upp matos för att förhindra att växlaren och fläkten sätter igen av den fettbemängda luften. Vid matlagning kan ett bypass-spjäll öppnas för att förhindra igensättning.

Fläkthastigheterna regleras på spiskåpan.

- Aggregat med dubbla korsströmsvärmeväxlare för en högre återvinningsgrad. Denna värmeväxlare fungerar i övrigt som korsströmsväxlaren.
- Villaaggregat med en motströms plattvärmeväxlare som värmer tilluften. Aggregatet är av kompaktmodell och är avsett att placeras i uppvärmt utrymme som exempelvis tvättstuga eller förråd.
 - Rengöring sker genom att ett avfettningsmedel sprayas på aggregatets ovansida varefter man sköljer med vatten som rinner ut genom kondensavtappningen.
 - Aggregatet har manuellt spjäll eller ett motordrivet bypass-spjäll för drift sommartid.
- Roterande värmeväxlare i ett till- och frånluftssystem. Till- och frånluftsläkarna kan varvtalsregleras med transformatorn. Aggregatet är försett med till- och frånluftsfiler.
 - Rengöring sker med dammsugning eller blåsning med tryckluft. Värmeväxlaren kan också monteras ur och spolras med vatten. Under sommaren är det lämpligt att ta ut värmeväxlaren och ersätta den med skärmplåten som följer med vid leveransen.

- Den roterande värmeväxlaren kan bytas ut mot ett Heat-pipe-aggregat. Värmerörsprincipen innebär låg fryspunktstemperatur men inte lika hög verkningsgrad som den roterande värmeväxlaren. För övrigt har värmeväxlaren samma funktion som den roterande värmeväxlaren.

8. ORSAKER TILL PROBLEM

Ett aggregat för återvinning av värmen i frånluften består av ett flertal olika komponenter vilka var och en kräver olika mycket skötsel. Att finna en livslängd för aggregaten är därför mycket svårt. I ett värmepumpsaggregat finns kompressorer som kan behöva bytas ut och en fläktrem i ett ventilationsaggregat behöver service och byte med jämna mellanrum. Nedan finns en sammanställning av de komponenter eller funktioner som kan vara felkällor i ett annars väl fungerande värmeåtervinningssystem.

8.1 Värmepumpens möjliga felkällor

Vanliga fel vid värmepumpsinstallationer är läckage, felkopplingar, korrosion, reglerfel och defekta komponenter.

Livslängden på en värmepump är ca 15–20 år men det finns komponenter i aggregatet som har betydligt kortare livslängd (*ref 4*).

Till dessa hör kompressorn, som är dyr att byta. Felfrekvensen hos en kompressor är störst i början för att under en tid vara konstant och därefter åter öka. De fel som inträffar i början innefattas av garantin. Andra komponenter med liknande egenskaper är termostater, pressostater (tryckmätare) och expansionsventiler.

Fläktremmar töjs ut och bör därför spännas samt bytas med jämna tidsintervall.

Om värmepumpen värmer tilluften är det viktigt att huset är tätt. Undertryck bör ställas in för att värmen inte ska tryckas ut genom springor och för att luften i våtrum och kök, där frånluftsdonen oftast är placerade, ska hindras att spridas till andra rum.

Mekaniskt styrd ventilation ger dock ett undertryck i huset som exempelvis kan orsaka att det ryker in från en öppen spis.

För att kontrollera om värmepumpen går bra bör man installera en elmätare eller drifttidsmätare på kompressorn.

8.2 Värmeväxlarens möjliga felkällor

Värmeväxlaren innehåller fläktar som kan avge ett störande buller som kan minskas med ljuddämpare.

Filtren bör rengöras regelbundet och aggregaten bör därför placeras så att de är lättåtkomliga.

Fläktremmar töjs ut och bör därför spännas samt bytas med jämna tidsintervall.

Vissa av återvinningsaggregaten använder luften från köksfläkten som ofta är mycket förorenad. Detta ger ofta problem med igensättning av värmeväxlaren och en sämre verkningsgrad som följd.

Har man återvinningsaggregatet på vinden bör luftkanalerna isoleras väl för att minska värmeförlusterna.

Problemet med påfrysning i värmeväxlarna kan lösas på flera olika sätt. Ett sätt kan vara att tilluften stoppas eller minskas med vissa tidsintervall vid låg utetemperatur. Andra aggregat har ett batteri som förvärmer luften vid för låg utetemperatur.

De roterande värmeväxlarna är regenerativa och har alltså inget påfrysningsproblem.

Vid mekanisk FTX-ventilation är det viktigt att huset är tätt. Undertryck bör ställas in för att värmen inte ska tryckas ut genom springor och för att luften i våtrum och kök, där frånluftsdonen oftast är placerade, ska hindras att spridas till andra rum.

Mekaniskt styrd ventilation ger ett undertryck i huset som exempelvis kan orsaka att det ryker in från en öppen spis eller ställa till problem i ett radonhus.

9. LÖNSAMHETSBERÄKNINGAR

Kostnaderna för att driva ett värmeåtervinningsaggregat består av el till pumpar och fläktar.

Konsumentverket testade 1991 ett antal värmeväxlare och värmepumpar och fick fram energibesparing i kWh per år (*ref 4*).

Tyvärr har en del av de testade aggregaten utgått ur sortimentet så lönsamhetsberäkningarna har endast kunnat göras på två värmepumpsaggregat och två värmeväxlare. Dessa aggregat har alla olika utformning och användningsområden.

Slutsatserna av lönsamhetsberäkningen bör dock, på grund av det knappa urvalet, inte favorisera någon speciell teknik framför en annan utan ge riktvärden om hur många år ett aggregat bör fungera för att vara lönsamt.

När man gör sin lönsamhetskalkyl bör man också avsätta pengar för service och reparationer. Vi har inte tagit hänsyn till detta i den här rapporten. Är befintliga kanaler i dåligt skick bör även dessa bytas vid installation av värmeåtervinning. Otätheter i kanaler, dålig isolering mm ger låga temperaturer och dålig funktion på värmeåtervinningsaggregatet.

Man bör dock notera att samtliga prisuppgifter från tillverkarna är inklusive moms men exklusive installation. Beroende på typ av installation bör detta tas med i lönsamhetsberäkningen.

Om ett tilluftssystem måste installeras, med kanaler, fläkt och tilluftsdon, innebär detta betydande ytterligare kostnader.

Om huset är direkteluppvärmt kan en mindre vattenvärmekrets dimensionerad för värmepumpens effekt installeras. Detta medför också en extrakostnad. Alternativet är att välja ett aggregat som värmer tappvarmvatten och luft.

Framtida intäkter har räknats om till investeringstidpunkten enligt nuvärdesmetoden.

Kalkylräntan har i samtliga fall satts till 6 respektive 10 %. Räntan ska motsvara den utlåningsränta som bankerna tar, minus det skatteavdrag på 30 % som en privatperson får göra i deklarationen (se *tabell 1*).

Tabell 1: *Det minsta antal år aggregatet bör fungera utan större kostnader för reparation för att det ska löna sig ekonomiskt att installera en värmepump*

Värmepump	Investering (kr)	Kalkylränta (%)	Återbetalningstid (år)	Besparing (kr/år)
Frånluftsvärmepump som värmer vatten till vvb (Corus 2000)	19.875	6	19	1.800
Frånluftsvärmepump som värmer vatten till vvb	19.875	10	1	1.800
Frånluftsvärmepump som värmer vatten till vvb och för uppvärmning (Fighter 100)	32.375	6	8	5.760
Frånluftsvärmepump som värmer vatten till vvb och för uppvärmning	32.375	10	9	5.760

Tabell 2 och *3* visar det minsta antal år de två olika ventilationsaggregaten bör fungera utan större kostnader för reparation för att det ska löna sig ekonomiskt att installera en värmeväxlare.

Tabell 2: Lönsamheten för motströmsvärmväxlare vid luftflöden på 42 och 55 liter/s vid kalkylräntan 6 och 10 %

Motströms Värmväxlare vindsmodell	Investering (kr)	Kalkylränta (%)	Återbetalningstid (år)	Besparing (kr/år)
TemoVex 480 42 liter/s	14.043	6	8	2.580
42 liter/s	14.043	10	9	2.580
55 liter/s	14.043	6	5	3.400
55 liter/s	14.043	10	6	3.400

Tabell 3: Lönsamheten för en roterande värmväxlare placerad på vinden vid luftflödet 42 respektive 55 liter/s vid kalkylräntorna 6 och 10 %

Roterande värmväxlare Vindsmodell	Investering (kr)	Kalkylränta (%)	Återbetalningstid (år)	Besparing (kr/år)
PM Luft VVVA 42 liter/s	19.400	6	12	2.340 ¹
42 liter/s	19.400	10	19	2.340
55 liter/s	19.400	6	10	3.120
55 liter/s	19.400	10	11	3.120

När man utvärderar kalkylerna bör man ta hänsyn till de hälso- och komfortmässiga fördelarna som åstadkoms med ett väl balanserat och väl fungerande från och tilluftssystem. Dessa kan vara de viktigaste faktorerna för att installera dessa system.

10. FRAMTIDEN

Värmepumpar stora som tioöringar kan revolutionera sättet hur vi värmer och kyler våra hus i framtiden.

Amerikanska forskare använder mikrochipteknologi för att utveckla dessa små värmepumpar som kan göra dagens anläggningar föråldrade. Utvecklingen av den nya tekniken pågår på ett antal olika laboratorier och stöds av det amerikanska Energidepartementet (ref 10).

Kanaler, tunna som hårstrån, fotoetsas i metallbitar. I dessa kanaler kan sedan ett kylmedium strömma och förångas samt kondenseras som i en normal kylcykel.

Målet är att i framtiden kunna framställa dessa små värmepumpar i hundra- eller tusental och föra samman dem till mattliknande konstruktioner. Dessa mattor skulle sedan kunna byggas in i husväggarna.

¹ Aggregatet är testat på vind. Enligt ref 2 fås troligtvis högre energibesparing vid placering inomhus.

I och med att systemet ska finnas över stora ytor behöver endast de värmepumpar som "ser" ett behov av kylning eller värmning användas. De övriga kan då vara avstängda och spara energi. Detta innebär också att det blir enkelt att ha olika temperaturer i olika rum.

Verkningsgraden hos en värmepump är direkt beroende av förhållandet mellan värmeflödet och diametern på kanalen. Ju mindre diameter kanalen har desto effektivare blir värmeöverföringen på grund av den ökande kontaktytan mellan kylmedium och värme- eller kylreservoaren. Därmed ökar verkningsgraden.

En stor post i att öka effektiviteten är att det inte behövs några till- eller frånluftskanaler som ger värmeförluster. Enligt forskarna är det största problemet i dag att framställa en kompressor i miniformat för systemet.

11. DISKUSSION

Att huset inte "läcker" är en förutsättning för att ett FTX-system ska fungera tillfredsställande. Är huset otätt får man inte den rätta värmespridningen från tilluften på grund av att den önskade temperaturdifferensen mellan värmekällan och angränsande rum blir ojämn och att värmen går ut genom otätheterna. En annan viktig faktor är att kanaler är täta och väl isolerade annars minskar temperaturen i frånluften och återvinningen minskar drastiskt.

Man bör dock förutsätta att det inte är den första åtgärden man vidtar för att spara energi och pengar. Att se till att ha ett välisolerat hus med ett balanserat och väl rengjort ventilationssystem bör komma i första hand.

Tabellerna i *kapitel 10*. Lönsamhetsberäkningar visar att det knappast är ekonomiskt lönsamt att installera värmepump eller värmeväxlare. Resultaten visar att för att det ska löna sig ekonomiskt att installera en värmepump bör värmeåtervinningsaggregatet fungera mellan 10–20 år och värmväxlaraggregatet 5–15 år utan större kostnader för reparationer.

Elbesparingen ökar dock när luftflödet ökar så de som har en större villa tjänar mer på att installera en värmväxlare än de i den mindre villan.

Detta innebär också att det inte kostar villaägaren så mycket att bättra på luftomsättningen i huset. Investeringskostnaderna är ofta obetydligt högre men energibesparingen ökar vid högre luftflöden.

Normerna för luftomsättningen är minimiflöden och en ökning av denna ger oftast ökad komfort och minskad risk för framtida hälsoproblem. Dessa fördelar är ännu så länge svåra att mäta i pengar och bör istället tas hänsyn till på en mer ideell basis.

Kanske har man problem med luftkvalitén och har eller befärs astma och allergier i hemmet. En ökning av luftomsättningen kan också eliminera problem med radon och mögel så att huset blir användarvänligt.

Ett värmeåtervinningsaggregat ger ett högre taxeringsvärde vilket kan ge ett högre försäljningsvärde på huset men också högre skatt.

12. REFERENSER

1. Ventilation. Boverket, 1993
2. Värmepumpstillverkare ger garanti- och försäkringspaket. VVS forum 10, oktober 1995
3. Muntligt G. Magnusson. Föreningen Ventilation, Klimat och miljö. nov 95.
4. Värmepumpar, värmeväxlare och solfångare. Konsumentverket, 1994
5. Villavärmepumpar Nordisk Översikt. Byggeforskningsrådet, 1984.
6. Värmepumpstillverkare ger garanti- och försäkringspaket. VVS forum 10, oktober 1995
7. Faktablad om radon (nr 47). Konsumentverket, 1994
8. Åtgärder mot radon i bostäder. Boverket, BFR, SiS, SOS, 1995
9. Värmepumpar för bebyggelse. Byggeforskningsrådet, 1992.
10. Energiboken. Byggeforskningsrådet, 1995.
11. Energiteknik. Alvarez, 1990.

VÄRMEPUMPAR

Värmepumpar frånluftsåterv.	AquaEs 380/480	AquaEs 370/470	AquaEs 550	Aqua Es 570	AquaEs 660
Fabrikat	Elektro Standard	Elektro Standard	Elektro Standard	Elektro Standard	Elektro Standard
Tappvarmvatten	x	x	x	x	x
Uppvärmning	x	x		x	x
Tilluft					
Övrigt:	inbyggd elpanna 9 kW kan kombineras med tilluftsaggr. lika Autoterm Corus 2000	för direktel, kan kombineras med tilluftsaggr.		kan kompletteras med tilluftsaggregat	inbyggd gaspanna, kan kombineras med tilluftsaggr.
Pris (kr) (inkl. moms)	34.000/34.800	30.400/31.200	18.200	28.700	57.700

Värmepumpar frånluftsåterv.	Fighter 310	Fighter 401	Fighter 100	HO7	HO 10	AWW 204	AWW 200	AWW 200 T
Fabrikat	Nibe	Nibe	Nibe	Hess	Hess	Hess	Hess	Hess
Tappvarmvatten	x	x	x	x	x	x	x	x
Uppvärmning	x	x					x	
Tilluft		x						
Övrigt:	Inbyggd fläkt och 9 kW elpanna	Med tillufts batteri och 10,3 kW elpanna			Värmeväxlare för tilluftuppvärmning	Försedd med värmeväxlare för luftuppvärmning	Försedd med elpanna som styrs av rumstermostat	Värmeväxlare för tilluftuppvärmning samt elpanna
Pris (kr) (inkl. moms)	39.200	43.100	19.800	20.600	33.700	25.500	33.000	36.200

Värmepumpar frånluftsåterv.	Corus 2000 A/B	Corus 3000	VPL 15/15 T	VPL 25 standard	Maestro 902	Maestro 903	Kombinations värmepump
Fabrikat	Autoterm	Autoterm	Nilan	Nilan	Nilan	Nilan	Thorvent
Tappvarmvatten	x	x			x	x	
Uppvärmning	x	x			x		x
Tilluft			x	x	x	x	x
Övrigt:	elpatron på 9 kW, filterlarm lika ElektroStandard AquaEs 380 A	elpatron 13 kW, filterlarm	kan utrustas för komfortkyla Frontmatad/ Toppmatad	kan utrustas för komfortkyla Toppmatad	Kan kompletteras med elmodul för 9,15 kW		Värmeöverföring till brinesystemet komplett med fläktar.
Pris (kr) (inkl. moms)	32.375/29.000	34.100/29.700	27.200/28.900	40.100	28.500	36.500	61.200

VÄRMEVÄXLARE

Luft/luft värmeväxlare	Essvex 55 K/G	Essvarm	Essvex 100	Ventex 200 K	Ventex 300	Ventex 300 plus	Ventex FTX-25
Fabrikat	Enessen	Enessen	Enessen	Ventex Sweden	Ventex Sweden	Ventex Sweden	Ventex Sweden
Placering	kök	kök, våtrum	hängande i varmt eller kallt utrymme	kök, våtrum	kök, våtrum	kök, våtrum	våtrum, på elpannan eller vvb
Värmeväxlare	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax
Övrigt:	K Ess-kåpa G inkl reglerenhet		1) Elbatteri 2) Vattenbatteri			Större fläktkapacitet än Ventex 300.	
Pris (kr) (inkl. moms)	15.000	9.000	1) 21.875 2) 22.250	9.930	10.350	13.680	12.180

Luft/luft värmeväxlare	VVVA-6-4-0	Sebo vax	FTX 510	Mini master	Mini Vent	Rexovent RDAA14010	Rexovent RDAA 24010
Fabrikat	PM-luft	PM-luft	Elektro Standard	ABB	ABB	ABB	ABB
Placering	inomhus		på elpanna, väggmonteras	kök, våtrum	kök, våtrum	vind	vind
Värmeväxlare	Roterande	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax
Övrigt:	Den roterande vvx kan bytas mot sk Heat-pipe växlare.			endast tilluftsfläkt. anv. där gemensam frånluftsfläkt finns			Högre kapacitet än RDAA 14010
Pris (kr) (inkl. moms)	19.400	12.500	8.300	6.640	7.130	8.050	8.490

Luft/luft värmeväxlare	VGL 600	VGL 400	VG 250	TemoVex 480	TemoVex 480 S	TermoVex Vu	TemoVex Vu mini
Fabrikat	FlexiVent	FlexiVent	FlexiVent	TemoVex	TemoVex	TermoVex	Temo Vex
Placering	vind	vind	ovanför spiskåpa	vind	tvättstuga	tvättstuga	tvättstuga
Värmeväxlare	2 st korsströms plattvax	korsströms vvx	korsströms vvx	motströms vvx	motströms vvx	motströms vvx	motströms vvx
Övrigt:	2 kW elefterv	1 kW elefterv	placeras ovanför spiskåpa	el- eller vattenkanalv 0,9/1,2 kW	1) 0,9 kW elefterv. 2) 1,1 kW vattnefterv. (max 400 m ³ /h)	1) 7,5 kW elvärmare 2) 6,5 kW vattnefterv (max 650 m ³ /h)	2,5 kW el efterv. (max 400 m ³ /h)
Pris (kr) (inkl. moms)	22.000	11.500	11.000	11.200	1.) 18.000 2.) 20.000	1.) 32.100 2.) 32.100	22.000

Luft/luft värmeväxlare	LGH -25 RS	LGH -35 Rs	LGH- 50 RS	Luftkuben 70	Luftkuben 100/150
Fabrikat	Mitsubishi	Mitsubishi	Mitsubishi	Frivent	Frivent
Placering	vind	vind	vind	Spiskåpa	tvättstuga
Värmeväxlare	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax	korsströms plattvax
Övrigt:	max 74 l/s	max 107 l/s	max 150 l/s	lev med eller utan kåpa	kan styras från spiskåpan
Pris (kr) (inkl. moms)	9.700	17.000	22.800	9.600/8.560	15.900/19.900

Projektet ELAB har som mål att främja en effektivare elanvändning och att ytterligare stärka kunskaperna inom detta område hos de energileverantörer som deltar i projektet.

Verksamheten är koncentrerad till elanvändning i villor och omfattar bl.a.:

- *utarbetande av kvalitetskrav*
- *testning och utvärdering av produkter*
- *utveckling av systemlösningar för uppvärmningssystemet*
- *utarbetande av konkreta tekniska råd till distributörer och hushåll*
- *spridande av information om resultaten av verksamheten*

ELAB (Eleffektiviseringslaboratoriet) är ett samarbetsprojekt mellan Elforsk, BFR och NUTEK. Vattenfall Utveckling AB, Älvkarlebylaboratoriet, administrerar projektet och ansvarar för det tekniska innehållet.

ELFORSK REPRESENTERAR FÖLJANDE:

AB Borlänge Energi, AB Boxholm Energi, AB Hämösands Industriverk, AB PiteEnergi, AB Skandinaviska Elverk, AB Skillingaryds Elverk, Björklinge Energi, Bråviken Energi AB, Dala Kraft AB, EnergiBolaget, Envikens Elkraft Ek.för., Eskilstuna Energi & Miljö AB, Finspång Energi AB, Forsaströms Kraftaktiebolag, Gagnefs Elverk AB, Gotlands Energiverk AB, Gävle Energi AB, Göteborg Energi AB, Halmstads Energiverk, Huvudsta Energi AB, Kalix Energi AB, Karlstads Kommun, Lidingö Energi AB, Malungs Elverk AB, Motala Ströms Kraft AB, Nacka Energi AB, Norrköping Energi AB, Nyköping Energi AB, Nynäshamn Energi AB, Roden Energi AB, Roslags Energi AB, Ryssa Elverk AB, Sandviken Energi AB, Sigtuna Energi AB, Smålands Kraft, Stenungsunds Elverk, Strängnäs Energiverk AB, Söderhamn Energi AB, Telge Energi AB, Umeå Energi AB, Uppsala Energi AB, Vattenfall AB Elförsäljning, Vattenfall Bohus-Dal AB, Vattenfall Energiverksgrupp Öst AB, Vattenfall Mellansverige Energi AB, Vattenfall Norrbotten Energi AB, Vattenfall Sjuhärad AB, Vattenfall Södertörn Elnät AB, Våmamo Energi AB, Västerbergslagens Energi AB, Västerås Energi & Vatten, Västra Mälardalens Kraft AB, Ånge Elverk, Älvdalens Energiverk AB, Örebro Energi AB