



Det här verket har digitaliserats vid Göteborgs universitetsbibliotek och är fritt att använda. Alla tryckta texter är OCR-tolkade till maskinläsbar text. Det betyder att du kan söka och kopiera texten från dokumentet. Vissa äldre dokument med dåligt tryck kan vara svåra att OCR-tolka korrekt vilket medför att den OCR-tolkade texten kan innehålla fel och därför bör man visuellt jämföra med verkets bilder för att avgöra vad som är riktigt.

This work has been digitized at Gothenburg University Library and is free to use. All printed texts have been OCR-processed and converted to machine readable text. This means that you can search and copy text from the document. Some early printed books are hard to OCR-process correctly and the text may contain errors, so one should always visually compare it with the images to determine what is correct.



Rapport

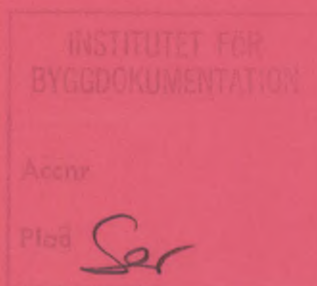
R9:1989

REF/sbl

**Enkel deltäckande
markvärmepump för direktelhus**

Förstudie

**Klas Berglöf
Bengt Sandström**



Byggforskningsrådet

R9:1989

ENKEL DELTÄCKANDE MARKVÄRMEPUMP
FÖR DIREKTELHUS

Förstudie

Klas Berglöf
Bengt Sandström

Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
370861-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till EUFOR AB, Stockholm.

REFERAT

Syftet med förstudien var att utreda de tekniska möjligheterna samt de ekonomiska förutsättningarna för en enkel deltäckande värmepump i deraktelhusen. Beräkningarna och resonemangen i vår rapport samt det försök som utförts i Kalix i projekt 200 visar att de kan finnas.

En energibesparing på 30-35% och en effektreduktion på c:a 25% för uppvärmningen är möjlig.

I Byggnadsforskningsrådets rapportserie redovisar forskaren sitt anslagsprojekt. Publiceringen innebär inte att rådet tagit ställning till åsikter, slutsatser och resultat.

Denna skrift är tryckt på miljövänligt, obekvat papper.

R9:1989

ISBN 91-540-4989-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

INNEHÅLL

1	INLEDNING	2
2	DELKONVERTERING	3
2.1	Värmedistribution vid delkonvertering	3
2.1.1	Tilluften	3
2.1.2	Cirkulation av luft	3
2.1.3	Kanalspridning av luft	4
2.2	Täckningsgrad	4
2.3	Komfort	4
2.4	Placering av flätkonvektor/luftdon	5
2.5	Åtgärder för att öka täckningsgraden	5
2.5.1	Överluftdon	5
2.5.2	Kallrasinhibitor	5
2.5.3	Styrning av tilluften	5
3	UTFORMNING AV VÄRMEPUMP	6
3.1	Val av värmekälla	6
3.1.1	Uteluft	6
3.1.2	Frånluft	6
3.1.3	Mark	6
3.2	Dimensionering av markvärmekälla	6
3.2.1	Direkt eller indirekt förångning	7
3.2.2	Ytjordvärme	7
3.2.3	Bergvärme	8
4	INSTALLATIONSKOSTNADER	8
5	EKONOMI	10
6	FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE	12

SAMMANFATTNING

Med stigande elpriser kommer kostnaderna för uppvärmning av direktelvärmehusen att öka. Samtidigt kommer troligtvis en ökad förbrukning av el i samhället att leda till att såväl produktions- som distributionsnät kommer att behöva byggas ut. En framtida avveckling av kärnkraften kommer också att leda till ökade krav på åtgärder som minskar belastningen på elnätet.

Det finns därigenom såväl ett national- som privatekonomiskt intresse för att hitta ett alternativ som möjliggör att de över 450 000 direktelvärmda husen kan minska sin elförbrukning.

Tidigare erfarenheter visar att konvertering till ett vattenburet system som värms med t ex olja eller gas ger för höga installationskostnader.

Ett alternativ med lägre installationskostnad skulle kunna vara en "delkonvertering" där en värmepump får ta en stor del av energiproduktionen. Beräkningar och försök i typiska hus ur direktelproduktionen visar att över 50% av energibehovet kan tillgodoses från en punkt rätt placerad i huset.

För att ett större antal fastighetsägare ska vidta åtgärder krävs det att åtgärden inte är för dyr men också att den inte utgör ett störande ingrepp i huset varken ur estetisk eller komfortsynpunkt.

För att erhålla en hög täckningsgrad är det nödvändigt att placeringen sker så att husets normala luftrörelser utnyttjas.

Som värmekälla för en sådan värmepump är ytjord eller berg mest intressant då det ger möjlighet till en sänkning av effektbelastningen.

Med en förväntad installationskostnad på 22- 27000 kr skulle det även med dagens elpriser vara en viss lönsamhet i att göra en delkonvertering.

1 Inledning

Inom de närmaste åren kommer priset på elenergi att stiga kraftigt och kostnadsbilden för uppvärmning av de direktelvärmda husen att ändras drastiskt. Prisökningar på mer än 50 % kan väntas inom den närmaste 10-årsperioden. Åtgärder måste vidtagas för att mildra konsekvenserna av detta.

Ett flertal olika försök har gjorts att konvertera de direkteluppvärmda husen till en alternativ värmekälla.

Gemensamt för dessa försök har varit att investeringsnivån varit hög och att det därigenom vare sig funnits privatekonomiska eller nationalekonomiska förutsättningar att genomföra dessa konverteringar i någon betydande omfattning. Prisnivåer på 50 -100 000 kr har varit vanliga.

Detta BFR-projekt syftar till att belysa vad en delkonvertering med en liten markvärmepump kan innebära både ur investerings- och besparingssynpunkt för de direkteluppvärmda husen.

På marknaden befintliga små luft/luftvärmepumpar kan sägas vara ett exempel på delkonvertering. Aggregaten kan ofta reverseras och användas för luftkonditionering under sommaren och som värmepump resten av året. Värmen sprids av en fläktkonvektor till delar av fastigheten. De ursprungliga elradiatorerna används som komplement på de platser täckning ej kan ske och som spetslast då aggregatet ej räcker till. Vid kall väderlek står de för all uppvärmning eftersom uteluftvärmepumpen då stängs av.

Det senare förhållandet är otillfredställande då ingen energibesparing kommer att erhållas under den kallaste perioden. Ur privatekonomisk synpunkt blir detta förhållande särskilt betydelsefullt då tidstarriffsystemet införs i allt större utsträckning. Med denna typ av värmepump kommer också spetslasten på nätet att förbli hög.

I detta BFR-projekt ska de ekonomiska förutsättningarna för en liten deltäckande markvärmepump som saknar de ovan beskrivna nackdelarna undersökas. En uppskattning av tillverknings- och installationskostnader har gjorts. Förväntad täckningsgrad har beräknats och olika möjligheter att påverka den har undersökts. En del av underlaget för detta har hämtats från tillverkning och installation av en pototypanläggning i Kalix. Värmepumpen har levererats av Eufor AB och Vattenfall har inom Projekt 2000 installerat den.

Vi har också undersökt förutsättningarna för att använda samma kollektor för både yttjord och bergvärme eftersom detta skulle kunna sänka prisnivån på installationen.

2 DELKONVERTERING

2.1 Värmedistribution vid delkonvertering

För att minska installationskostnaderna är det nödvändigt att minimera rör och kanaldragning. Ingrepp i husens boendetrymmen ställer stora krav på anpassning i färg och form efter fastighetsägarens önskemål, vilket leder till merkostnader. Möjligheterna att standardisera och utveckla rationella installationsrutiner minskas markant. För att hålla nere kostnaderna måste installationen ske med så få yrkeskategorier som möjligt. Krävs snickare och målare för att dölja installerade kanaler fördras installationen avsevärt. Om rör- eller kanaldragning av någon betydelse krävs kan försäljningen inte ske utan att en besiktning utförs på platsen, vilket innebär att sålda anläggningar får bära kostnaderna även för de besök som inte leder till affär.

2.1.1 Tilluften

Tilluftflödena i ett hus är inte tillräckliga för att möjliggöra att värmepumpens effekt styrs on/off. Temperaturvariationerna blir stora och kondenseringstemperaturen för hög vid höga utomhustemperaturer. Temperaturhöjningen med normventilation och en tillförd effekt på 2-3 kW blir ca 50 grC, vilket är oacceptabelt. Med kapacitetsreglering på värmepumpen skulle problemet kunna minskas. Men dragning av ett system för tilluften, tätning av fönster, montering av frånluftfläktar ställer sig kostsamma.

2.1.2 Cirkulation av luften

För att erhålla tillräckliga luftflöden för att transportera värmepumpens effekt krävs att luften cirkuleras i huset. För att hålla nere temperaturen på utgående luft under 35 grC krävs ca 140 m³/(h,kW). Valet av installerad effekt begränsas därigenom först och främst av hur man kan klara ljud och dragproblem när dessa stora mängder luft ska hanteras. En flätkondensator kan relativt enkelt utföras så att den klarar en acceptabel ljudnivå med luftflöden på 400-500 m³/h. Vid större flöden måste stor försiktighet iaktas för att inte besvärande luftljud ska uppstå. Denna typ av installation är billig men maximal effekt som kan tillföras med bibehållen ljud- och klimatkomfort är begränsad till ca 3 kW. Ska större effekter tillföras krävs fler kondensatorer eller att ett kanalsystem byggs.

2.1.3 Kanalspridning av luften

Att installera ett komplett kanalsystem för till- och frånluft i ett hus är som regel orealistiskt om det inte sker i samband med en genomgripande renovering. De enplans hus som har en oinredd vind utgör ett undantag. Där kan ofta förläggning av kondensor och kanaler ske relativt enkelt. Ett alternativ kan vara att göra ett förenklat kanalsystem som tar luften på ett ställe och sedan via en kondensor fördelar den till ett antal väl valda punkter. Vid kanalinstallation måste ljuddämpning ske så att varken fläktljud eller ljud från angränsande rum blir störande.

2.2 Täckningsgrad vid delkonventering

Teoretiska beräkningar som verifierats med mätningar visar att med värmeavgivning från en punkt och naturlig cirkulation av luften fås en energitäckningsgrad på 50-60% i flera representativa hustyper ur det bestånd som byggts med direktvärme. Om värme tillförs på ytterligare ett ställe ökar ofta täckningsgraden inte med mer än ca 10%. Den begränsade energitillförseln från de senare förklaras av att husen ofta har öppna planlösningar där stora delar av ytan kan täckas med en flätkonvektor. Övriga rum är oftast relativt små vilket gör att en konvektor eller ett luftinsläpp i dessa endast ger ett litet bidrag. För att erhålla ovanstående energitäckning krävs att termostaten som styr värmepumpen står 2-3 grC över de på elradiatorerna. Detta upplevs som regel inte som besvärande då man även i vanliga fall håller lägre temperatur i sovrum än mat- och vardagsrum t ex. I vissa av de större hustyperna är effektbehovet och planlösningen sådan att en andra flätkonvektor ger ett större bidrag. För att erhålla maximal täckningsgrad krävs att en tillräckligt stor effekt på värmepumpen kan väljas utan ljud och komfortproblem.

2.3 Komfort

Ur komfortsynpunkt får luft som blåses in i vistelsezonen inte vara för varm. Det upplevs som obehagligt om temperaturen varierar i olika delar av rummet eller om den ändras med tiden. Om temperaturen på inblåst luft inte överstiger 35 grC kan komforten i vistelsezonen upprätthållas. För att klara denna temperatur måste ca 400 m³/h passera kondensorn.

Cirkulationen av luften bidrar till att jämna ut temperaturdifferensen mellan golv och tak vilket upplevs som positivt.

2.4 Placering

Fläktkondensorns ska placeras långt från husets frånluftdon så att husets normala luftrörelse utnyttjas. Donen är som regel monterade i kök, toaletter, bad- och tvättrum. Om varmluft från kondensorn blåses ut nära dessa rum kommer energiförlusterna i frånluften att öka drastiskt och besparingen att minska. Viktigare än en central placering är därför att värmen tillförs långt från frånluftsdonen och så att husets öppna ytor täcks.

2.5 Åtgärder för att öka täckningsgraden

2.5.1 Överluftdon

Täckningsgraden kan ökas genom att luften bringas att cirkulera till en större del av huset genom att överluftdon monteras mellan rummen. Dessa kan vara passiva eller försedda med fläkt. Monteringen bör ske nära tak så att den varma luften distribueras effektivt. För att luften ska kunna cirkulera krävs att det finns springor under dörrarna eller att överluftdon även placeras nere vid golv. Vid monteringen bör försiktighet iakttagas så att inte ljud överförs mellan olika rum. Är det risk för störande ljud bör don med ljudfällor användas.

2.5.2 Kallrasinhibitorer

För att erhålla en hög täckningsgrad måste befintliga elpanelers drifttider minimeras. Detta kan vid låga utomhustemperaturer vålla problem med kallras vid fönster även om värmepumpen klarar att hålla rumstemperaturen på önskad nivå. Komforten försämras i sittgrupper nära fönster och drag vid golvet kan uppstå. Detta kan motverkas genom att ett litet effekttillskott som kompenserar för den sjunkande kallluften görs under varje fönster. Detta minskar den tillförda energin jämfört med en konventionell elradiator på 1-2 kW som kopplas till och från. Det finns s k "kallrasinhibitorer" på marknaden. De typer som vi hittat är dock relativt stora och kan i många fall vara omöjliga att montera mellan befintlig elradiator och fönsterbänk. Det borde dock vara möjligt att utföra dem betydligt smidigare.

Om moderna fönster med mer än två glas och/eller med värmereflekterande skikt används minskar risken för kallras markant.

2.5.3 Styrning av tilluften

Större delen av de aktuella husen har endast självdragsventilation. Tilluften kommer då in genom otätheter i husets klimatskärm. Hur stor luftomsättningen blir bestäms då i huvudsak av temperaturdifferensen mellan inomhus och utomhustemperatur i kombination med hur tätt huset är. Genom att styra var luften kommer in kan en större del av tilluften tillföras så att den värms av

kondensorn. Detta kan ske genom att enkla självreglerande tilluftsventiler placeras nära kondensorn samtidigt som tätning av fönster och dörrar ses över. De direktelvärmade husen har ofta låg luftomsättning och åtgärder som leder till en ökad ventilation ökar också värmeförlusterna. Samtidigt är den ökad luftomsättningen som regel positiv ur komfort- och fuktsynpunkt. Eventuella mögel- och radonproblem (orsakade av byggmaterial) minskar om ventilationen ökar.

3 UTFORMNING AV VÄRMEPUMP

Värmepumpen konstrueras med en fläktkonvektor som kondensor och placering görs så att den varma luften tillförs på största möjliga avstånd från frånluftsdonen i huset.

3.1 Val av värmekälla

Önskemålet på en värmepump är att den ska minska energiförbrukningen men även att den ska sänka belastningen på elnätet när det är som kallast ute och elnätet toppbelastas.

3.1.1 Uteluft

Uteluft som värmekälla ger ingen minskning av toppeffekten, och är därför mindre intressant då ingen reduktion av elnätets toppbelastning erhålls. Erfarenheterna visar också att avfrostningen är svår att optimera, och minskar såväl energibesparing som driftsäkerhet.

3.1.2 Frånluft

Frånluften som ventileras ut från en liten villa möjliggör ofta inte ett tillräckligt energiuttag för att motivera kostnaderna. Vid kraftiga sänkningar av frånluftens temperatur uppstår behov av avfrostning, och låga förångningstemperaturer erhålls. Vid strömavbrott eller andra driftstörningar är det svårt att få upp temperaturen i ett hus vars värmesystem delvis baseras på en frånluftsvärmepump. Är huset nedkyllt kan ingen eller mycket lite energi tas ur den då kalla frånluften.

3.1.3 Mark

Berg och yttjord ger möjlighet till ett stort effekt och energiuttag även när det är som kallast. Investeringskostnaden är däremot högre då grävning och borrning är kostsamma i jämförelse med de relativt små energikostnaderna i de aktuella husen.

3.2 Dimensionering av markvärmekälla

Ett önskemål när det gäller dimensioneringen är att standardisering av kollektorerna ska kunna uppnås. En fullständig standardisering där samma kollektor

nyttjas oavsett husets förbrukning och lokalisering för såväl berg som ytjordvärme skulle minska kostnaderna. Att inte anpassa dimensioneringen efter förbrukningen i varje enskilt hus är en förutsättning för att rationell försäljning och installation ska kunna genomföras. Den skillnad i energiuttag ur marken som fås i olika hus med denna typ av värmepump är inte större än att den som regel kan accepteras. Vissa maxvärden måste dock sättas för att inte skapa kraftig tjälhävning i jorden. Detta värde kommer då att kunna anpassas efter olika delar av landet. Beräkningar visar att det är svårt att utnyttja samma dimensionering för berg som ytjord generellt framförallt till följd av att de övre jordlagren kan variera avsevärt med avseende på fysikaliska egenskaper. Ytjordslingorna kommer i känsliga jordar att behöva vara längre än bergvärme slingorna. Genom att förlägga rören på stort avstånd (> 5m) från varandra skulle en bergvärmekollektor kunna nyttjas för ytjordvärme i många fall. Det skulle dock vara stor risk för tjälhävning i besvärliga områden vid en sådan dimensionering. Marginalkostnaden för att gräva ytterligare t ex 20 m för en ytjordvärmeslinga är inte särskilt hög när grävaren finns på plats. Att öka bergkollektorn till samma längd skulle ge en markant merkostnad då borrningen är både tidsödande och energikrävande. Det är därför troligt att till en och samma värmepump dimensioneras två kollektorer en för berg och en för ytjord.

3.2.1 Direkt eller indirekt förångning

I anläggningar på 5-7 kW har man med direktförångningsteknik kunnat sänka kostnaderna genom att antalet komponenter minskas samtidigt som effekt och energiuttaget per meter har kunnat ökas med bibehållen värmefaktor. På små anläggningar (2-4 kW) som är aktuella för direktelhusen är kostnadsbesparingen inte dokumenterad. Varken direkta eller indirekta system i denna storlek finns i serieproduktion. Vid dimensioneringen av värmekällan för en liten värmepump gäller motsvarande förhållanden som för de större. Men då ställkostnaderna utgör en tung post kan marginalkostnaden för den längre kollektorn ett indirekt system kräver eventuellt accepteras. Det mesta pekar dock på att ett direktförångat system ger en lägre kostnad även om detta bör kontrolleras. Vid ytjordvärme kan också den ökade ytan som fodras för de indirekta systemen vara ett problem.

3.2.2 Ytjordvärme

Vid en standardiserad dimensionering kommer förläggning att ske i jordar som kan variera avsevärt i såväl värmeledningsförmåga, fukthalt som tjälfarlighet.

Förångningstemperatur och därmed även värmefaktorn kommer att vara beroende av jordens egenskaper och förläggningen. Variationerna kommer dock inte vara större än att de kan accepteras om maximalt tillåtet energiuttag specificeras. Då tillåtet energiuttag kan vara större i södra än i norra Sverige kan gränsen anpassas efter årsmedeltemperaturen. Även förläggingsdjupet bör ändras efter klimatet på den aktuella orten. Den mest svårbedömda faktorn är tjälskjutningsrisken. I tjälfarliga jordar bör inte ytjordvärme förläggas. De ur tjälskjutningsrisk mest besvärliga jordarna är silt, grovlera och siltig morän. Redan med låga energiuttag (25-40 kWh/m²) har skador rapporterats. Vid en standardisering av ytjordvärmekollektorer kommer man att tvingas acceptera att viss tjälskjutning uppstår om installation sker i känsliga jordar. Om förläggingsdjupet ökas och avståndet mellan slangarna minskas avtar risken för besvärande tjälskjutning.

3.2.3 Bergvärme

Vid bergvärme är det enklare att standardisera dimensioneringen då förhållandena är mer jämförbara över landet. Den faktor som kräver en viss vaksamhet är jordlagrets tjocklek ovanpå berget då värmeledningen är avsevärt sämre i detta. I de flesta områden är dock detta känt genom grundundersökningar och/eller vattenborrning. Skillnaden i klimat mellan norra och södra delarna av landet kan även vid bergvärmeanläggningar kompenseras genom att övre gränsen för beräknat energiuttaget justeras efter årsmedeltemperaturen.

4 INSTALLATIONSKOSTNAD.

Att bedöma installationskostnaden för en komplett installerad anläggning är mycket svårt. Avgörande för kostnaden är vilka volymer som kommer att bli aktuella och vilken distributionskanal som väljs. Stor betydelse kommer också antalet värmepumpar som installeras samtidigt i samma område att ha.

I ett försök att dela upp den totala installationskostnaden i olika delar fås för en traditionell installation via tex ett VVS-företag följande uppställning:

- försäljningskostnader
- projekteringskostnader
- värmepumpaggregat inkl kollektormaterial
- kollektorförläggning (grävn, borrn samt återställn)
- arbetsledning
- installationskostnad, arbete + material exkl el
- elinstallation, arbete + material
- garantikostnader

En stor del av kostnaderna hänför sig till försäljningsarbete och projekteringsarbete. Det

gäller att övertyga kunden om att den föreslagna lösningen är den bästa samt att ingående reda ut var och hur och vilka konsekvenser en installation kan få. I många fall måste redan utnyttjade ytor tas i anspråk eller disponeras om. Dessa diskussioner kan både ta lång tid och vara helt avgörande för om installationen blir genomförd eller ej. Den tid som läggs ned på kunder som ej genomför installationen måste dessutom slås ut på de som verkligen köper en anläggning. Kostnaden för detta kan vara 5 000 - 10 000 kronor om försäljningen sker på traditionellt sätt. Det är mycket viktigt att denna kostnad tas med vid kalkylering för nya system eller i utvärderingen av försöksanläggningar.

En annan stor del av det totala arbetet är samordning och arbetsledning för de olika delarna i entreprenaden. Detta och restider får oproportionerligt del av totalkostnaden i en mindre anläggning där varje arbetsfas endast tar någon timme.

För att en värmepumpsanläggning för direkteluppvärmda hus ska kunna bli lönsam ur både privat- och nationalekonomisk synpunkt torde det vara nödvändigt att kostnaderna ovan kan hållas på en mycket låg nivå. Ett sätt att uppnå det är att utföra installationen i flera hus inom samma område samtidigt. Ett annat sätt är att göra värmepumpen så enkel så att den enskilde fastighetsägaren själv är kapabel att ta hand om en stor del av de beskrivna arbetet.

Av de delar som installationen uppdelats i enl ovan bör fastighetsägaren själv kunna:

- beställa/köpa aggregatet
- bestämma var det ska placeras
- bestämma vilken värmekälla som ska användas
- ge nödvändiga direktiv till den som utför grävning eller borrhning
- kunna montera aggregatet på vägg själv eller med hjälp från okvalificerad arbetskraft
- överlämna nödvändiga instruktioner till elektriker

I en stor del av fallen borde fastighetsägaren kunna utföra grävningen själv genom hyra av grävutrustning. Detta kommer att påverka lönsamheten avsevärt som framgår enl nedan angivna exempel:

Under ovan givna förutsättningar kan installationskostnaden beräknas till:

	ytjord	bergvärme
Aggregat 2,5 kW	13 000	13 000
kollektor förlägg.	3 000	10 000
återst.av trädgård	2 000	-
installation el	1 000	1 000
installation övrigt	1 000	1 000
moms	2 100	2 300

Summa ca: 22 000 27 000 kronor

Om försäljning på sedvanligt sätt skulle ske dvs att en ansvarig installatör (el eller VVS) ombesörjer arbetet kommer försäljningspriset att behöva höjas med minst 25 % dvs till motsvarande 27 - 34 000 kronor för resp typ av anläggning. Momsen antas bli samma i de båda fallen.

Skillnaden i pris kommer att minska om ett antal borrhål kan handlas upp för samma område samtidigt. Ställkostnaden som utgör en stor del av borkkostnaden kan då reduceras och därmed öka bergvärmens konkurrenskraft.

5 EKONOMI

Det viktigaste argumentet för att installera en värmepump är sänkt uppvärmningskostnad. Kostnadsänkningen blir liten för den aktuella gruppen av hus eftersom förbrukningen är relativt låg redan från början. En årlig besparing på i storleksordningen 1000 kr torde enligt vår bedömning vara nödvändig för att motivera till ett värmepumpsinköp. Andra faktorer än besparingen kan också påverka beslutet om installation av en värmepump såsom tex renare luft, varmare golv och minskad risk för fuktskador. En stor del av de aktuella fastigheterna står inför utbyte eller renovering av de ursprungliga elpanelerna. Detta påverkar kalkylen positivt eftersom en del av denna kostnad kan undvikas. Möjlighet till luftkonditionering är en annan faktor som kan påverka installationsbeslutet.

Exempel: En fastighet förbrukar 20 000 kWh el för uppvärmning. Värmepumpen enligt skisserad modell har en täckningsgrad på 55 % och en värmefaktor på ca 2,8. Detta ger besparing på 7 000 kWh per år.

Driftskostnadsbesparing per år:

7000 kWh motsvarar	2 800 kr vid 40 öre /kWh
	3 500 kr vid 50
	4 200 kr vid 60
	4 900 kr vid 70
	5 600 kr vid 80

Lönsamhetsberäkningar vid olika finansierings- och skattealternativ med exemplet ovan ger följande resultat med ytjordvärme resp bergvärme enligt tidigare skisserad installationskostnad på 22000 kr resp 27 000 kronor.

Fall 1. Banklån. 15 år, 13 % ränta

	Ytjord	berg
Ränta år 1: (50 % margsk)	1 430	1 755:-
Amortering	1 470	1 800:-
Summa kapitalkostnad år 1:	2 900	3 555:-
Elpris för "break even" (öre/kWh)	41,5	50,8

Fall 2. Hypotekslån. 15 år, ränta 12 %

Ränta år 1: (50% margsk)	1 320	1 620:-
Amortering år 1.	580	702:-
Summa kapitalkostnad år 1:	1 900	2 322:-
Elpris för "break even"	27,1	33,2

Fall 3. Som fall 2 men fastägaren betalar

förmögenhetsskatt på 1,5 %.

Summa kapitalkostnad år 1:	1 900	2 322:-
Minskad förmögenhetsskatt	‡ 330	‡ 405:-
Summa:	1 570	1 917:-
Elpris för "break even"	22,4	27,4

Sammanfattningsvis kan sägas att försäljningsmöjligheterna är starkt beroende av marginalskatteeffekter och förmögenhetsbeskattning. Förmögenhetsskatt kan bli aktuell för många ägare till direkteluppvärmda hus efter en ny fastighetstaxering. I exemplet ovan fås en besparing på ca 1200 - 1600 kr per år med ett elpris på 45 öre per kWh. Ytterligare besparing kan göras genom att elabonnemanget i vissa fall kan sänkas ett steg t ex från 25 till 20 A.

6 FÖRSLAG TILL FORTSATT ARBETE.

Enligt de beräkningar som presenterats i denna rapport och de försök utförts drar vi den slutsatsen att delkonvertering är en möjlig väg för att minska elförbrukningen i de direkteluppvärmda husen till en rimlig kostnad. Anledningen till detta är helt och hållet möjligheten till standardisering och förenkling utan dyra konsult och projekteringstimmar som belastar den enskilda installationen. Repeterbarhet och enkelhet måste komma i första rummet även om avkall på energibesparing och värmefaktor måste göras. De fortsatta undersökningarna bör göras enligt följande för att närmare utreda installationskostnader, komfortpåverkan och energibesparing :

- 1) Ett mindre antal värmepumpar för delkonvertering enligt den här beskrivna modellen byggs och installeras. Komfort, täckningsgrad och olika driftbetingelser undersöks. En viktig del av arbetet är att undersöka möjligheten att öka täckningsgraden genom tex överluftdon, styrd tilluft eller dylikt. 2 st installationer föreslås göras så att prover kan utföras under kommande eldningsäsang.

- 2) Ett större antal värmepumpar installeras i ett par olika typhus.
Energiförbrukning, effektbehov, temperaturförhållanden mm dokumenteras först under kommande eldningsår för att sedan ligga som underlag för bedömning av värmepumparna som installeras nästföljande år.
Ett antal på 20 st torde vara lämpligt fördelat på två standardtyper av hus.



Denna rapport hänför sig till forskningsanslag
870861-4 från Statens råd för byggnadsforskning
till EUFOR AB, Stockholm.

R9: 1989

ISBN 91-540-4989-X

Statens råd för byggnadsforskning, Stockholm

Art.nr: 6709009

Abonnemangsgrupp:
Ingår ej i abonnemang

Distribution:
Svensk Byggtjänst
171 88 Solna

Cirkapris: 33 kr exkl moms