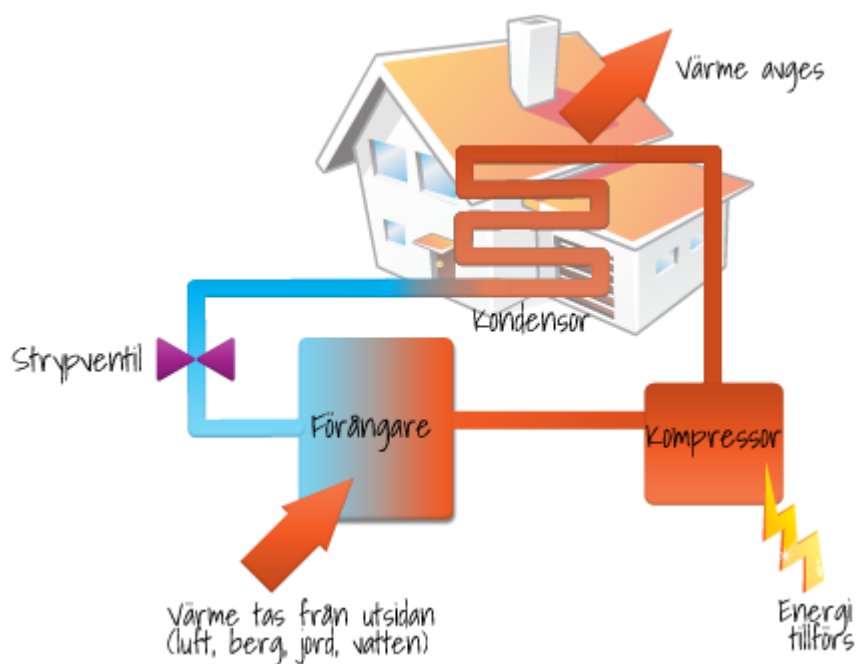




# Linnéuniversitetet

Sjöfartshögskolan

## Valet mellan bergvärme och luftvärmepumpar i Sverige



Källa: [www.compricer.se](http://www.compricer.se)

Författare:

Erik Freij

Stefan Östangård

---

Driftteknikerprogrammet 120 hp

Examensarbete 6 hp

Vårterminen 2013

Handledare: Henrik Wärnberg

Sjöfartshögskolan

## Sammanfattning

Den här rapporten handlar om valet mellan bergvärme och luftvärmepumpar i Sverige. Vi vill ta reda på vilket energialternativ som är lämpligast för husägare i olika delar av Sverige. För att nå ett bra och utarbetat svar har vi valt att samla information om vilka för/nackdelar energikällorna har. Vid beräkningarna så har vi delvis använt oss av Vattenfalls energibesparingsprogram på ([www.energuiden.vattenfall.se](http://www.energuiden.vattenfall.se)) och gjort egna beräkningar enligt gällande förutsättningar för att kunna dra en slutsats om hur olika faktorer påverkar valet av energikälla och vilken typ av värmepump som är lämpligast för husägaren rent ekonomiskt, sett ifrån energibehov och investeringskostnad.

I både vattenfalls beräkningsprogram och i de egna beräkningarna så flyttades ett exempelhus runt i olika delar av Sverige för att jämföra vilken typ av värmepump som är det lämpligaste valet för att få maximerad energibesparing och minimerad elförbrukning i hushållet.

I rapporten beskrivs också värmepumparnas funktion och COP faktorns inverkan på verkningsgraden.

Efter analys av vårt resultat har vi kunnat dra slutsatsen att följande faktorer påverkar valet av värmekälla för en husägare i Sverige:

- Läge/placering av bostaden i Sverige
- Investeringskostnaden
- Energibesparingen
- Nuvarande värmesystem och uppbyggnad av bostaden
- Användningsbehov

## Innehållsförteckning

SAMMANFATTNING.....	2
INNEHÅLLSFÖRTECKNING.....	3
ORDLISTA/DEFINITIONER.....	4
1.0 INLEDNING.....	5
1.1 INTRODUKTION.....	5
1.2 FRÅGESTÄLLNING OCH SYFTE.....	5
1.3 AVGRÄNSNINGAR.....	5
1.4 METOD.....	6
1.4.1 BEGRÄNSNINGAR I METOD.....	6
2.0 LUFTVÄRMEPUMPAR.....	7
2.1 LUFT/LUFTVÄRMEPUMPAR.....	7
2.1.1 FÖRDELAR MED LUFT/LUFTVÄRMEPUMPAR.....	8
2.1.2 NACKDELAR MED LUFT/LUFTVÄRMEPUMPAR.....	9
2.1.3 PRISER.....	10
2.2 LUFT/VATTENVÄRMEPUMPAR.....	11
2.2.1 FÖRDELAR MED LUFT/VATTENVÄRMEPUMPAR.....	11
2.2.2 NACKDELAR MED LUFT/VATTENVÄRMEPUMPAR.....	11
2.2.3 PRISER.....	12
2.3 BERGVÄRME.....	13
2.3.1 BORRNING.....	14
2.3.2 FÖRDELAR.....	15
2.3.3 NACKDELAR.....	15
2.3.4 PRISER.....	16
3.0 ROT AVDRAG.....	17
4.0 COP VÄRDE OCH FUNKTION AV VÄRMEPUMP.....	18
4.1 FÖRÄNDRINGAR AV COP VÄRDET UNDER ÅRET.....	19
5.0 RESULTAT.....	20
5.1 LUFT/LUFTVÄRMEPUMP.....	20
5.1.1 LUFT/VATTENVÄRMEPUMP.....	22
5.2 BERGVÄRMEPUMP.....	24
6.0 DISKUSSION.....	25
7.0 SLUTSATS.....	27
8 REFERENSLISTA.....	28
BILAGA 1.....	29
BILAGA 2.....	30
BILAGA 3.....	31
BILAGA 4.....	32
BILAGA 5.....	33
BILAGA 6.....	34
BILAGA 7.....	35
BILAGA 8.....	36
BILAGA 9.....	37
BILAGA 10.....	38
BILAGA 11.....	39

## Ordlista/Definitioner

Köldmedie; Vätska som cirkulerar i värmepumpars slutna krets för värmeupptag och värmeavgivning

Köldbärare; Vätska/medie som transporterar värmeenergi till förångaren, densamma som kollektorvätska för bergvärmepumpar.

COP värde;(coefficient of performance), värmefaktor, beskriver förhållandet mellan tillgodoräknad värmeeffekt i jämförelse mot den instoppade driveffekten.

## 1.0 Inledning

### 1.1 introduktion

Valet av värmekälla till sin bostad är idag ett svårt val då det finns många valmöjligheter. Kraven många ställer på sin framtida investering brukar handla om att energikällan ska uppfylla deras behov med en låg investeringskostnad och energiförbrukning. Många husägare står därmed ofta och väljer mellan dagens vanligaste alternativ vilket är att borra efter bergvärme eller använda en luftvärmepump, men de vet inte vilket alternativ som är lämpligast för dem.

Effektiviteten och verkningsgraden på luftvärmepumpar är relaterad till differensen på utomhustemperatur under året, vilket gäller i mindre grad hos bergvärmepumpar eftersom de arbetar mot berggrunden där temperaturen är relativt stabil året om och de får därmed en fast arbetspunkt och verkningsgrad. Luftvärmepumpar får en varierande COP faktor då energiinnehållet i luften minskar med sjunkande utomhustemperatur vilket är dess stora nackdel.

Vilken energikälla som är lämpligast rent praktisk, ekonomiskt och som uppfyller användarens behov påverkas av en hel del faktorer.

Den stora frågan som många investerare ställer är därmed vilken energikälla som täcker deras behov och är den mest lönsamma nyinvestering beroende på vart i landet de bor?

### 1.2 Frågeställning och syfte

Syftet med arbetet är att göra en undersökning om bergvärme och luftvärmepumpar och se vilka förhållande och förutsättningar som värmepumparna är bäst lämpade för i olika delar av Sverige.

- Vilka förhållanden är bäst lämpade för bergvärme och luftvärmepumpar i Sverige?
- Vart i Sverige är det lämpligt att använda de olika energikällorna med fokus på COP faktorns inverkan på prestandan och i ekonomisk nyinvestering enligt valda förutsättningar?
- Vad är energikällornas för- och nackdelar?
- Vilka faktorer påverkar valet av värmepump?

### 1.3 Avgränsningar

Vi har valt att avgränsa arbetet till att endast kort beskriva funktion för energikällorna och istället inrikta oss på för- och nackdelar och beräkningar på besparing/kostnader. Resultatet baseras på valet av värmepumpsmodell eftersom dess prestanda varierar. Vi har begränsat oss till att göra våra egna beräkningar på en bergvärme och luft/vattenvärmepump med samma effekt. Beräkningar på luft/luftvärmepump hämtas från vattenfalls energiguide då vi anser att denna bör ses som kompletterande energikälla då den inte arbetar med uppvärmning av varmvatten och ligger därmed inte i fokus i arbetet.

## 1.4 Metod

I vår undersökning har vi valt att samla in och sammanställa data från olika informationskällor. Vid beräkningar så användes både ett energibesparingsprogram på ([www.energiguident.vattenfall.se](http://www.energiguident.vattenfall.se)) där olika data fördes in för ett exempelhus som flyttades runt i olika delar av Sverige. Programmet räknar sedan ut energibesparing efter valda förutsättningar.

Efter att ha analyserat alla data ifrån energibesparingsprogrammet så gjordes egna beräkningar för att styrka det resultatet som vi fick från vattenfalls hemsida.

Efter granskning och sammanställning av insamlad information har vi kunnat dra olika slutsatser som hjälpt oss att besvara syftet och frågeställningarna i arbetet.

### 1.4.1 Begränsningar i metod

Antalet variationer av storlek på bostäder och lokaler är stort, vilket gör det svårt att dra en slutsats om priset på de olika färdiga värmesystemen. Priset är helt relaterat till den storlek på ytan av bostaden som behöver uppvärmas som i sin tur påverkar prestandan på värmepumpen. Vi har i arbetet valt att begränsa oss till att sätta ett fast pris på investeringskostnaden för tre stycken olika värmepumpsystemen som presenteras i våra beräkningar. Priset varierar mellan de data som användes i vattenfalls energibesparingsprogram och i våra egna beräkningar då vi i våra egna beräkningar har tagit hänsyn till ränta och amorteringskostnad.

En annan begränsning är att vi endast redovisar kostnaden vid uppvärmning med elpanna i jämförelse med bergvärmepump, luft/vattenvärmepump och luft/luftvärmepump för att få fram husets energiåtgång under ett år. Energifördelningen per månad under ett år är sedan uträknad med procentberäkning av förbrukning per månad från en normal villa i Kalmar. COP värden i våra egna beräkningar är uppskattade värden från ett ledande värmepumpsföretag, dock så fanns inte COP värden att hämta för så brett temperaturområde som önskades. Vi blev därmed tvungna att uppskatta COP värden vid vissa temperaturer för luft/vattenvärmepumpen.

Temperaturerna i som använts i våra egna beräkningar är hämtade från ([www.smhi.se](http://www.smhi.se)) och är uträknade på medeltemperaturer under fem års period för de olika delarna av Sverige.

Beräkningarna på bergvärmepumpen är utförda med fast COP.

## 2.0 Luftvärmepumpar

Luftvärmepumpar tar upp den energi som finns tillgodo i utomhusluften och transporterar den vidare för att värma inomhusluften eller varmvattnet i hushållet. Luftvärmepumparnas effektivitet är direkt relaterat till dess COP värde. Ett högt COP värde betyder att man får ut mer energi per instoppad KW eleffekt. COP värdet varierar med utomhustemperaturen vilket gör att luftvärmepumparna inte är lika effektiva vintertid, verkningsgraden sjunker därmed vilket gör att man kommer få ut mindre energi per instoppad kilowatt i driveffekt (Energimyndigheten, 2012).

I rapporten beskrivs två olika typer av luftvärmepumpar.

Luft/luftvärmepumpar vilket även kallas komfortvärmepumpar, transporterar energin till ett inomhusaggregat där inomhusluften värms upp. Den arbetar således inte med vatten. Luft/vattenvärmepumpar transporterar den upptagna värmeenergin till ackumulatortanken inomhus där värmeenergin avges till vattenkretsen i huset. Båda värmepumparna är principiellt lika till uppbyggnaden med de fyra huvudkomponenterna förångare, kondensator, kompressor och expansionsventil (Energimyndigheten, 2012).

### 2.1 Luft/luftvärmepumpar

Luft/vattenvärmepumpar utnyttjar energin som finns i utomhusluften för att värma upp inomhusluften i bostaden. Värmepumpen är enkel att installera då endast två enheter används, ett luftaggregat som sitter placerat inomhus och värmer luften och en utomhusdel som upptar värmeenergin ur utomhusluften.

Det installeras oftast en elpatron i värmepumpen för hjälpvärme vintertid för att klara det nordiska klimatet. COP värdet som tillverkaren anger vid försäljning gäller vid en fast temperatur. Vid lägre temperaturer vintertid fås en försämrad verkningsgrad och prestanda och COP ändras vilket bör tas hänsyn till vid val av värmepump. Då värmepumpen inte längre klarar att värma upp luften till inställd temperatur så kommer den inbyggda elpatronen hjälpa till som spetslast. COP värdet för värmepumpen kommer vid detta drifttillstånd att försämrats eftersom mer elenergi tillförs vid drift av både kompressor och elpatron (Energimyndigheten, 2012).

## 2.1.1 Fördelar med luft/luftvärmepumpar

Luft/luftvärmepumpar kräver inget större utrymme utan är en smidig enhet. Investering, installationskostnad och återbetalningstiden är låg. Faktorer som påverkar effektiviteten och vinsten vid köp av luft/luftvärmepumpen är vart huset är placerat i Sverige, vilken planlösning och placering av värmepumpen som förekommer och vilken nuvarande energikälla som används (**Energimyndigheten**)

- Lång livslängd vid korrekt installation och låg investeringskostnad, totalkostnaden blir därmed låg (**Energimyndigheten**)
- Luft/luftvärmepumpar kan till skillnad mot andra energikällor påverka inomhusluften, den kan således befukta och förbättra inomhusklimatet. Går även använda som avfuktare (**Energimyndigheten**)
- Värmepumpen är reversibel, vilket betyder att man har möjlighet att använda den som luftkonditionering under varma sommar dagar. Elförbrukningen för kylning blir oftast högre än förbrukningen vintertid eftersom man värmer luften (**Energimyndigheten**)
- Mycket bra alternativ för de som saknar vattenburet värmesystem. (**Energimyndigheten**)
- Bra lämpade för hushåll med hög elräkning och direktverkande el då luftvärmepumpen är effektivare än elpanna under större delen av året (**Energimyndigheten**)
- Luftaggregatet inomhus innehåller filter som fungerar som en dammsugare av inomhusluften men det kräver regelbunden rengöring (**Energimyndigheten**)

## 2.1.2 Nackdelar med luft/luftvärmepumpar

Liksom alla värmesystem har en luft/luftvärmepump nackdelar. De kan endast utnyttja energin ur luften ner till ca -15/20 grader beroende på typ och modell. Vissa modeller kan kräva tillsatsvärme redan vid 0 grader Celsius. Man får därmed oftast ha värmepumpen som komplement till en annan värmekälla som kan klara av uppvärmningen vid de låga temperaturerna som uppstår under vinterhalvåret. Braskamin, pelletspanna eller elvärme är bra alternativ för att klara uppvärmningen året runt utan förhöjd elräkning på grund av elpatronens tillskott.

Luft/luftvärmepumpen kan inte producera varmvatten utan arbetar endast med luftuppvärmning. En viss del buller kan förekomma och kondensvatten som bildas fryser vintertid till is och kan vid fel placering av utomhusdelen skapa stora isfläckar. Utomhusdelen kan nå ljudnivåer på upp till 70 decibel så det är viktigt att tänka igenom placering. Vid mycket dålig planlösning som t.ex att det inte finns mycket öppna ytor i huset kan värmepumpen ge ett lågt värmetillskott och når då kanske inte upp till användarens förväntningar ([Energimyndigheten](#))

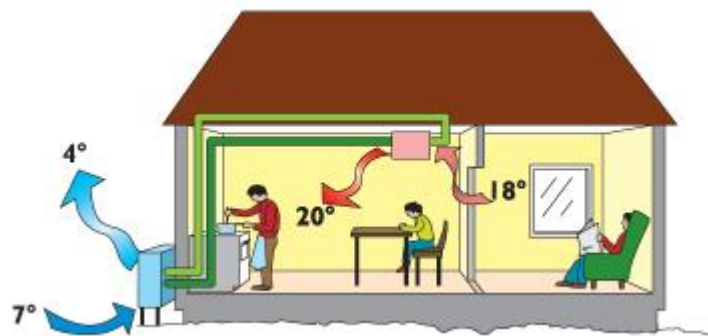
- Det säljs värmepumpar som inte klarar Svenskt klimat på marknaden, så man bör alltid kolla prestandan innan köp för att se att de når upp till de krav man ställer på värmepumpen ([Energimyndigheten](#))
- Med endast en värmepump i fastigheten så blir man beroende av el, vilket gör användaren sårbar vid längre strömavbrott ([Energimyndigheten](#))
- Verkningsgraden är inte konstant, den varierar kraftigt med utomhustemperaturen vilket är en klar nackdel då verkningsgraden är sämre vintertid då man behöver värmekällan som mest ([Energimyndigheten](#))

### 2.1.3 Priser

Ett luft/luftvärmesystem kostar idag mellan 5000-50 000 kr, priserna är direkt relaterade till prestanda och storlek på anläggningen. De billigaste är bäst lämpade till sommarstugor som endast använder värmepumpen under vår/sommar/höst perioden, de klarar därmed inte av så låga temperaturer som förekommer vintertid med bra COP faktorer. Vid ökat pris stiger även prestandan, COP- värden ökar och värmepumparna fungerar vid lägre temperaturer med bättre verkningsgrad (Energimyndigheten, 2012)

Installationspriset varierar kraftigt med vilken värmepump man köpt, vart den ska placeras etc. Många Luft/luftvärmepumpar som idag säljs på marknaden kan monteras själv av husägaren, men självklart rekommenderas det att man tar kontakt med en certifierad installationsfirma för korrekt installation.

Beräkningarna i vattenfalls energiguide är utförda på en luft/luftvärmepump som kostar 25 000 kr och ska täcka 50 % av värmebehovet.



Figur 1. källa: energimyndigheten.se

## 2.2 Luft/vattenvärmepumpar

En luft/vattenvärmepump utviner energin ur uteluften för att värma det vattenburna värmesystemet i huset. Värmepumpen jobbar direkt mot en ackumulatortank där energin lämnas av. Luft/vattenvärmepumpar är lämpliga för de bostäder som redan har ett vattenburet system, exempelvis vattenradiatorer eller vattenburen golvvärme.

Värmepumpen kopplas även in till tappvarmvattnet för att få sänkt energikostnad för uppvärmning av varmvattnet till exempelvis dusch, tvätt och diskvatten ([Energimyndigheten, 2012](#))

### 2.2.1 Fördelar med luft/vattenvärmepumpar

- Värmepumpen kan mer än halvera kostnaderna för värme och varmvatten. Hur stor procentuell besparingen det blir beror på hur stor den nuvarande energiförbrukningen är och vad nuvarande värmesystemet är av för typ. Andra faktorer som är relaterat till besparingen är hur väl isolerat fönster, golv, tak och väggar och hur stort husets tappvattenförbrukning är, vilket även gäller för de andra värmepumparna ([Energimyndigheten](#))
- Hög effektivitet till låg kostnad ([Energimyndigheten](#))
- Kräver inget större underhåll efter installation ([Energimyndigheten](#))
- Blir jämn temperaturfördelning i huset vid användning av vattenburet radiatorsystem ([Energimyndigheten](#))

### 2.2.2 Nackdelar med luft/vattenvärmepumpar

- Utomhusdelen för luft/vattenvärmepumpar ger liksom luft/luftvärmepumpar ifrån sig en viss mängd kondensvatten och buller, så man bör tänka sig för var man placerar den. Kondensvattnet kan vintertid frysa och skapa stora isfläckar ([Energimyndigheten](#))
- Liksom luft/luftvärmepumpar så varierar verkningsgraden med temperaturen vilket gör att energibesparing minskar vid kalla tider på året då COP värdet sjunker för värmepumpen. Man bör således komplettera med annan värmekälla för att maximera energibesparingen ([Energimyndigheten](#))

## 2.2.3 Priser

Priser på luft/vattenvärmepumparna varierar kraftigt mellan olika tillverkare och modeller, men ligger idag kring 50 000-120 000 kr. Installationskostnad brukar hamna mellan 5000-10 000 kr efter ROT-avdrag. (Energimyndigheten)

I vår undersökning har vi valt att göra beräkning i vattenfalls energiguide på totalkostnad på 80 000 kr. I våra egna beräkningar har vi valt att lägga till ränta plus amorteringskostnad vilket ger en totalkostnad på 97 200 kr.

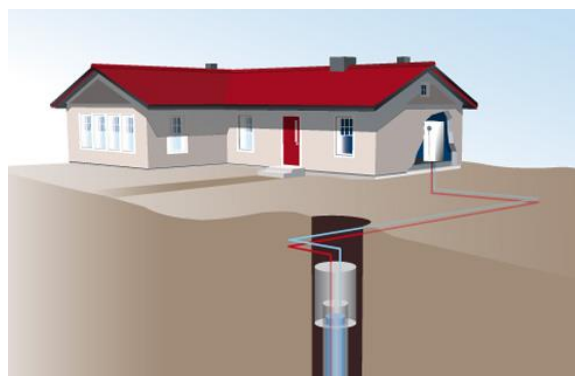


Figur 2. källa: energimyndigheten.se

## 2.3 Bergvärme

Bergvärme utnyttjar en energi som kallas geoenergi. Geoenergi är ett begrepp man använder när man vill beskriva berg-, sjö och markvärme. Geoenergi är framför allt solenergi som lagrats i marken, men det utnyttjar också lite värme från jordens inre. Värmeenergin som finns att tillgå kommer därmed både från jordens inre och ifrån solens värmestrålning.

Temperaturen som finns i berggrunden och grundvattnet är relativt stabil under hela året i Sverige. Vilket gör att det blir en ypperlig källa att använda eftersom temperaturen i luften växlar kraftigt över året. Att använda geoenergi energi från berggrunden är ett miljövänligt sätt att värma upp alla typer av byggnader och har blivit ett vanligt och ekonomiskt alternativ för många husägare (**energifakta**).



Figur 3. Källa: ivt.se

## 2.3.1 Borrning

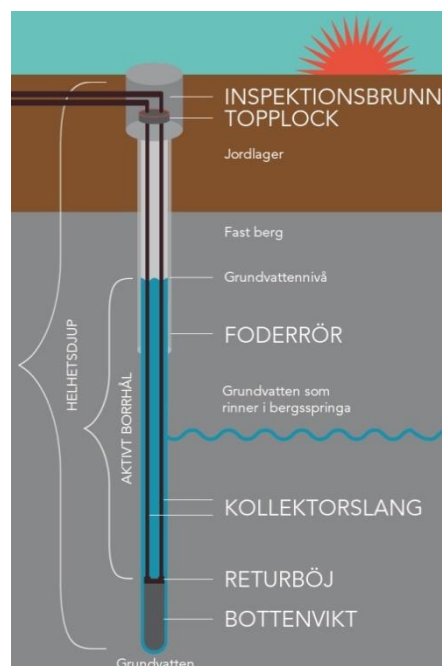
Det finns generellt två typer av berg i Sverige som man når genom att borra en energibrunn. Dessa kallas urberg och sedimentärt berg och de kan båda användas för utvinning av värmeenergi, fast de har dock olika värmeledningsförmågor. Detta leder till att man måste borra djupare i det sedimentära berget för att uppnå samma energimängd som i urberget. Ovanför berget finns det ett jordlager som man måste passera innan man når själva berget. Medeldjupet på jordlagret är ca 7 meter i Sverige. Jordlagret är energifattigt och man kan inte utvinna samma mängd ur detta lager utan man vill nå berget så fort som möjligt. Sträckan genom jordlagret måste skyddas med foderrör för att jordlagren inte ska kunna rasa in och för att hindra ytvattnet från att tränga ner och förorena grundvattnet. Borrningen genom jordlagret är den kostsammaste delen i borrhingsprocessen på grund av att man måste använda sig av foderrör (Geotec)

Borrdjupet bestäms helt beroende på hur mycket värmeenergi som krävs för uppvärmningen av bostaden och vart huset är placerat. Värmeenergi ökar ju längre ner i berggrunden man borrar. Vanlig uppskattning av energiupptag är en ökning på ca 10-30 W/meter borrhål. Om bergvärmepumpen ska användas ihop med ett lågtemperatursystem som är vanligt vid användande av till exempel golvvärmsystem, bör borrhålsdjupet ökas med 20-25 % (Geotec)

När borrningen är utförd så läggs en kollektorslang ner i borrhålet. Denna innehåller en blandning av vatten och etanol som ska fungera som värmetransportör från borrhålet upp till värmepumpen (Geotec)

Vanligtvis så fungerar grundvattnet i berget som ett värmeöverförande medie till kollektorslangen. Vid stora grundvattenflöden så fås en hög och jämn temperatur i borrhålet vilket medför jämn värmeupptagning till värmepumpen. Man brukar kalla den del av borrhålet där kollektorn är i kontakt med grundvattnet för det aktiva borrhålsdjupet eftersom det är där värmeutbytet sker (Geotec)

Vid större villor och industrier där värmebehovet är stort kan fler borrhål krävas. Avståndet mellan borrhål bör då inte understiga 20 meter, det kan annars kyla varandra. En lösning för att kringgå begränsningen på 20 meter mellan borrhålen är att borra snett ner i marken (Geotec)



Figur 4. Källa:  
www.geodrill.fi

## 2.3.2 Fördelar

- Bergvärme är ett driftsäkert system och har en låg driftkostnad (<http://www.bergvarme.n.nu/>)
- Ett bergvärme system är i princip underhållsfritt (<http://www.bergvarme.n.nu/>)
- Det är ett stabilt system då temperaturen i berggrunden håller sig på en jämn nivå och inte varierar sig allt för mycket. Man kan vara säker på att värmen finns där när man behöver den (<http://www.bergvarme.n.nu/>)
- En bergvärmeanläggning är en miljövänlig metod att värma upp lokaler (<http://www.bergvarme.n.nu/>)

## 2.3.3 Nackdelar

- Bergvärmepumparna kräver liksom cirkulationspumparna el vilket gör användaren sårbar vid längre elavbrott. Detta gäller alla värmepumpar. (<http://www.bergvarme.n.nu/>)
- Kostnaden för ett färdigt bergvärme system är oftast högre än andra jämförda värmesystem på marknaden, beroende på att kostnaden för borring är hög (<http://www.bergvarme.n.nu/>)

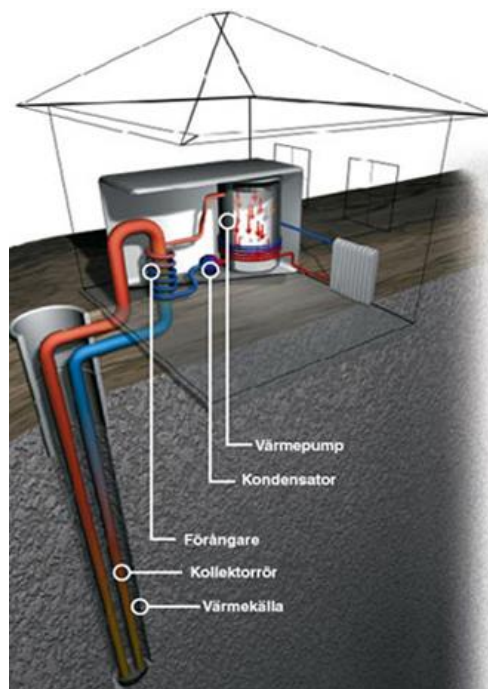
## 2.3.4 Priser

Borrningen för bergvärme är aldrig densamma, då olika förutsättningar gäller vid olika platser. Det leder till att man inte kan sätta en exakt siffra på hur mycket det kostar att borra ett hål. Några ungefärliga siffror innan ROT avdraget är ([bergvarmepumpar.nu](http://bergvarmepumpar.nu))

100m	27 000 - 32 000 kr
125m	34 000 - 37 000 kr
150m	41 000 - 44 000 kr
175m	47 000 - 50 000 kr
200m	53 000 - 56 000 kr
225m	58 000 - 61 000 kr
250m	65 000 - 68 000 kr

Summorna ovan är endast för själva borrningen av hålet, utöver detta så tillkommer kostnader för köp av en värmepump vilket varierar beroende på storlek, prestanda och märke. Kostnaden för en kollektorslang, foderrör och övrigt material brukar hamna kring 20 000 kr. Priset för ett färdigt bergvärme system brukar hamna på runt 100 000- 160 000 kr ([bergvarmepumpar.nu](http://bergvarmepumpar.nu))

I vår undersökning har vi valt att göra beräkning i vattenfalls energiguide på totalkostnad på 120 000 kr. I våra egna beräkningar har vi valt att lägga till ränta plus amorteringskostnad vilket ger en totalkostnad på 146 400 kr.



Figur 5. Källa: [bergvarme.se](http://bergvarme.se)

### 3.0 ROT avdrag

Vid installation eller byte av värmepump har man rätt till skattereduktion, man kan därmed få ett avdrag på 50 % av arbetskostnaden. Vid luftvärmepumparna gäller ROT avdraget för installation av inom- och utomhusdelen. Vid bergvärme kan man göra avdrag för både grävning, borring och inkoppling av bergvärmepumpen. Material kan inte medräknas i ROT avdraget. Maxbeloppet för avdraget är 50 000 kr per person och år (**energivillan**)

ROT avdraget är ett regeringsbeslut vilket gör att belopp och kriterier kan ändras från år till år.



Figur 6. Källa: hulibbygg.se

## 4.0 COP värde och funktion av värmepump

Vid beskrivning av en värmepumps prestanda så talas det om ”COP värde”. COP värdet beskriver förhållandet mellan instoppad eleffekt för att driva kompressorn (KP) och den nyttiga energin man kan plocka ut från pumpen i form av värme.

Både bergvärme- och luftvärmepumpar är principieilt uppbyggda likadant och plockar upp energin som åtgår till processen ur grundvattnet eller luften ur förångaren (FÅ). Energin upptas av köldmediet i värmepumpskretsen som då är i gasfas. Vid upptagen värmeenergi i förångaren så ökar entalpin för ångan. Kompressorn (KP) som är placerad efter förångaren ger både en tryckökning av köldmediet från låg till högtryck och skapar ett undertryck på lågtrycksidan i kretsen för bättre värmeupptag i förångaren. Köldmediet transporteras sedan vidare till kondensorn (KD). I kondensorn avges energin som förångaren tidigare upptagit. Köldmediet som är i överhettat gastillstånd efter kompressorn kondenseras och ändrar aggregationstillstånd till vätskefas då energi bortförs till inomhusluften eller ackumulatortanken (Nydal, 2007)

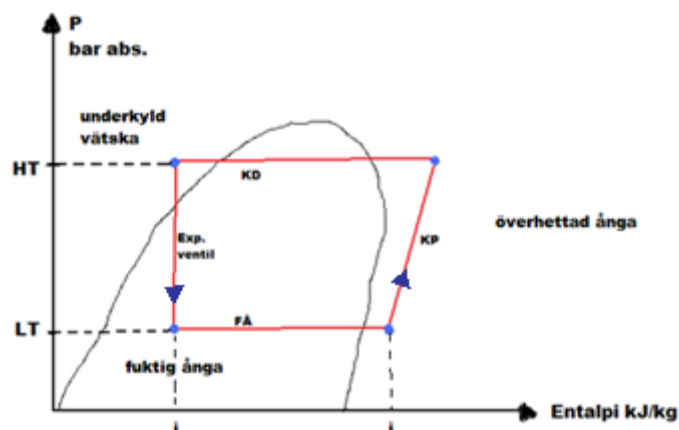
Efter kondensation och värmeavgivning i kondensorn är köldmediet underkyllt, det vill säga temperaturen är lägre än förångningstemperaturen för köldmediet vid ett givet tryck.

Efter en viss underkyllning av vätskan så transporteras den vidare till expansionsventilen som avskiljer hög från lågtryckssidan av anläggningen. Då vätskan passerar strypdonet kommer den in till anläggningens lågtryckssida. På grund av tryckskillnaden mellan hög- och lågtryckssidan kommer vätskan att förångas. Värmeenergin som åtgår vid förångningen tas ifrån vätskans egen värmeenergi vilket resulterar att temperaturen sjunker under förångningstemperatur och köldmediet övergår till fuktig ånga. Från strypdonet där vätskan ändrat aggregationstillstånd till fuktig ånga, strömmar en gas och vätskeblandning ner till förångare där energi upptas på nytt (Nydal, 2007)

Vid våra egna beräkningar så är COP värden hämtade från ledande tillverkare på dagens värmepumpsmarknad. COP är taget vid 45 grader ut till radiatorerna.

$$\text{COP} = \frac{\text{Utgående nyttig effekt}}{\text{Instoppad, tillförd kompressor effekt}}$$

Figur 7. COP faktor



Figur 8. P/I Diagram värmepump

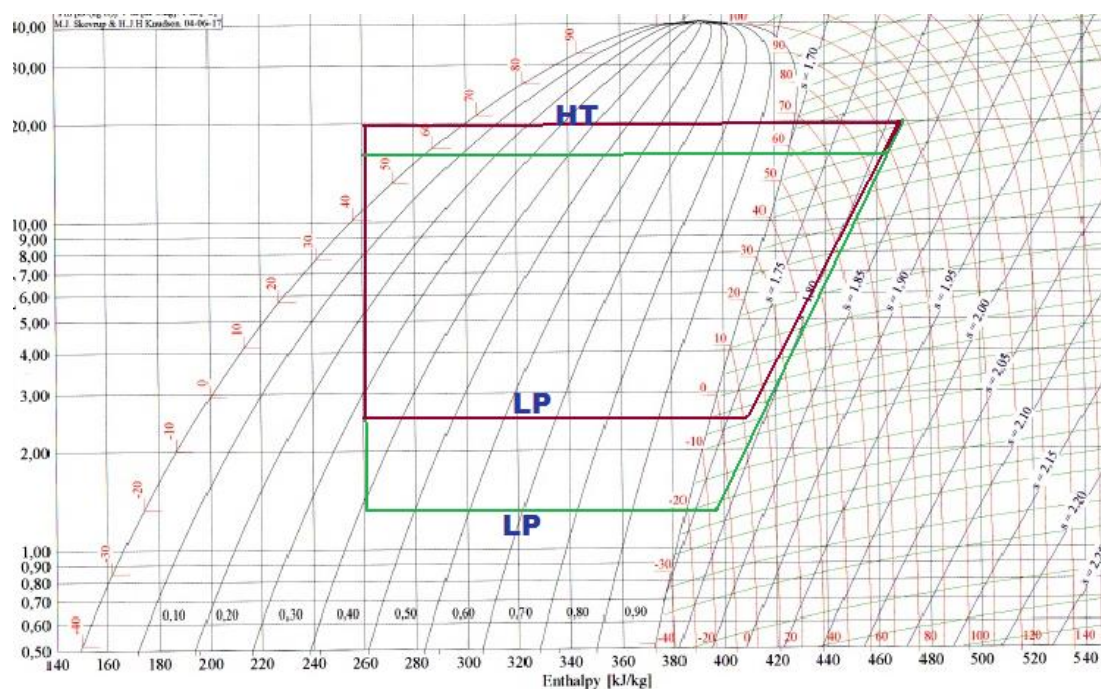
## 4.1 Förändringar av COP värdet under året

Bergvärmepumpar som hämtar energin till förångaren från berggrunden kommer under året att ha en stabil medeltemperatur utan kraftiga temperaturförändringar. En temperaturförändring i berggrunden påverkar inte prestandan nämnvärt eftersom energiupptaget inte styrs av temperaturen utan av temperaturdifferensen mellan vattnet i berggrunden och vätskan i kollektorslangen. Exempelvis så får man lika stor energimängd vid temperaturerna -1 och -4 som då det är +8 och +5 grader eftersom temperaturdifferensen är densamma i de båda fallen dvs. 3 grader. Men vid de kallare temperaturerna så kommer borrhålet bli nedkylt vilket kommer att ge en negativ påverkan på COP värdet och ge ett sämre värmeutbyte, men detta är försumbart vid beräkningar.

Detta kommer medföra att anläggningen kommer att arbeta på en relativt stabil temperatur året runt, oberoende kalla vinternätter. Dess prestandakurva kommer därmed förbli ungefär densamma året runt, och användaren kommer kunna få en stabil prestanda året runt utan förhöjda avgifter i instoppad driveffekt till anläggningen ([Energimyndigheten, 2011](#))

Luft/vatten- och luft/luftvärmepumpar som hämtar energin till förångaren från utomhusluften kommer inte få en stabil temperatur att arbeta mot året runt, vilket kommer avspeglas i COP värdet. Vintertid är energiinnehåll i luften lägre än under vår/sommartid, vilket gör att värmepumpen kommer få arbeta hårdare för att förångaren ska kunna uppta den önskade energin ur utomhusluften. Kompressorn kräver därmed mer energi för att klara av att transportera runt tillräckligt med energi som förbrukaren kräver, vilket gör att COP värdet sjunker och vi får en försämrad prestanda. Därmed så kommer HT (högtryckssidan) och LT (lågtryckssidan) i köldmediediagrammet att variera med utomhustemperaturen vilket påverkar COP värdet negativt ([Energimyndigheten, 2011](#))

Skillnaden mellan de röda och gröna linjerna i köldmediediagrammet symboliserar en förändring av låg- och högtryckssidan som uppstår vid en temperaturförändring av utomhusluften för luftvärmepumpar. Bergvärmepumpar med en relativ fast driftpunkt, beroende på jämn temperatur i berggrunden, får därmed även en relativ fast driftkurva som kan symboliseras av de röda linjerna och kommer därmed inte förändra sin driftpunkt nämnvärt.



Figur 10. Köldmediediagram

## 5.0 Resultat

### 5.1 Luft/luftvärmepump

Luft/luftvärmepumpar är mycket bra lämpade som komplement till andra energikällor exempelvis pelletspanna, vedkamin och direktverkande el. Man behöver inte ha ett vattenburet uppvärmningssystem i huset för att kunna installera en luft/luftvärmepump då den endast värmer eller kyler inomhusluften. Vid installation av luft/luftvärmepumpar så bör man placera inomhusaggregatet på en så öppen yta som det går för att luften lätt ska kunna strömma ut till hela huset. Det är därmed en fördel med ett hus med öppen planlösning för god värmeströmning genom bostaden.

COP faktorn varierar med utomhustemperaturen eftersom energiinnehållet i luften varierar med temperaturen. Verkningsgraden på värmepumpen kommer därmed att variera kraftigt under årets kalla månader.

Man kan tydligt se en klar förbättring i energibesparing efter att ha installerat en luft/luftvärmepump enligt figur 11 och 12. Oavsett vart i Sverige huset står med förutsättningar enligt bilaga 1 och 2, så kommer man göra en energibesparing som genererar i en stor kostnad under ett år.

Exempelvis så har vi i zon 6 som är indelat enligt bilaga 1, en årsförbrukning av el på 41 865 kWh/år om huset har de förutsättningar som vi valt enligt bilaga 2. Efter investering av en luft/luftvärmepump så ser vi i figur 11 och 12 att årsförbrukningen av el sjunker till 29 800 kWh/år, vilket är en besparing på 12 065 kWh/år som motsvarar 12 900 kr/år enligt figur 12. Denna besparing motsvarar halva nypriset av luftvärmepumpen.

Beräkningarna med vattenfalls energibesparingsprogram på ([www.energiguiden.vattenfall.se](http://www.energiguiden.vattenfall.se)) är utförda med inställningar enligt bilaga 1 och 2. Luft/luftvärmepumpen som är använd i beräkningarna kostar 25 000 kr och är avsedd att täcka 50 % av värmebehovet.

Luft/luftvärmepump		
Område:	Elförbrukning innan	Elförbrukning efter
Zon 1	23 160 Kwh/år	17 840 Kwh/år
Zon 2	26 161 Kwh/år	19 750 Kwh/år
Zon 3	29 641 Kwh/år	21 950 Kwh/år
Zon 4	34 527 Kwh/år	25 000 Kwh/år
Zon 5	37 377 Kwh/år	26 810 Kwh/år
Zon 6	41 865 Kwh/år	29 800 Kwh/år

Figur 11. Källa: vattenfall.se

<b>Luft/luftvärmepump</b>			
<b>Område:</b>	<b>kostnad innan</b>	<b>Kostnad efter</b>	
Zon 1	30 005 kr/år	23 644 kr/år	
Zon 2	32 645 kr/år	25 086 kr/år	
Zon 3	37 128 kr/år	28 366 kr/år	
Zon 4	41 563 kr/år	31 173 kr/år	
Zon 5	39 928 kr/år	29 288 kr/år	
Zon 6	50 633 kr/år	36 933 kr/år	

Figur 12. Källa: vattenfall.se

Med denna jämförelse kan vi se att en luft/luftvärmepump även kommer sänka energikostanden om den står och arbetar i de kallare zonerna norrut i Sverige. Värt att tänka på är att luft/luftvärmepumpen endast arbetar med uppvärmning av inomhusluften och är då lämpligast som en kompletterande energikälla. En annan faktor som kan väga in vid valet av luft/luftvärmepump är att det handlar om en relativt liten investering jämförelsevis med andra värmepumpar och vilket gör den till ett utmärkt val som komplement. Återbetalningstiderna för en luft/luftvärmepump ses i figur 13. Man ser därmed att man kan göra en stor besparing energibesparing till låg investeringskostnad vid användning av luft/luftvärmepump.

I zon 4, 5 och 6 enligt bilaga 1, där det är en relativt låg medeltemperatur i månaderna november till februari så kommer inte en luft/luftvärmepump kunna prestera med optimal prestanda eftersom energiinnehållet i luften minskar med utomhustemperaturen. Det finns då bättre lämpade energikällor såsom en bergvärmepump som får stabilt COP värde året runt och även värmer radiator/tappvarmvattnet i huset.

	<b>Luft/luftvärmepump</b>				
	<b>Återbetalningstid (år)</b>	<b>Besparing på: (kr)</b>		<b>Driftkostnad på: (kr)</b>	
		<b>10 år</b>	<b>15 år</b>	<b>10 år</b>	<b>15 år</b>
<b>zon 1</b>	3,9	63610	95415	236440	354660
<b>zon 2</b>	3,3	75590	113385	250860	376290
<b>zon 3</b>	2,9	87620	131430	283660	425490
<b>zon 4</b>	2,6	103890	155835	311730	467595
<b>zon 5</b>	2,4	106400	159600	292880	439320
<b>zon 6</b>	1,8	137000	205500	369330	553995

Figur 13. Källa: vattenfall.se

### 5.1.1 Luft/vattenvärmepump

Luft/vattenvärmepumpar är lämpligast för de hus som redan har ett vattenburet värmesystem, exempelvis vattenburet radiator och golvvärmesystem. Om värmepumpen även kopplas in mot tappvarmvattnet i huset så kan en stor energibesparing uppnås då man även värmer vatten till exempelvis dusch, tvätt och diskmaskin.

Under årets kalla vinterhalvår så kan man komplettera med en annan värmekälla exempelvis pellets eller vedkamin för att klara spetslasten under de kalla vintermånaderna då värmepumpen inte är lika effektiv eftersom dess COP värden försämras.

En luft/vattenvärmepump kommer få varierande COP värde under året. De kallare månaderna under året gör det mer kostsamt att driva värmepumpen eftersom energiupptaget ur utomhusluften är lägre ju kallare det är. En luft/vattenvärmepump kommer därmed att ha högre COP värde och vara effektivare i södra Sverige än om den används i norra delen av Sverige. Besparingen vid installation av luft/vattenvärmepump blir ändå lönsam i hus med elpanna i norra delen av Sverige, men det är fortfarande bättre ekonomiskt att installera en bergvärmepump i norra delen av Sverige. Exempel på besparingar ses i figur 16 och 19 och i tabellerna på bilagorna 3 till 7 för olika orter i Sverige. I bilaga 10 så ses att totalkostnaden som inkluderar driftkostnad och investeringskostnad, är lägre för luft/vattenvärmepump i Göteborg, Malmö, Jönköping, Västervik, Växjö och Falun. I Luleå blir totalkostnaden högre än i resterande städer eftersom driftkostnaden blir så pass mycket högre uppe i norra delarna av Sverige.

Beräkningarna på energiförbrukning och besparing är i figur 10-17 utförda på ([www.energiguide.n.vattenfall.se](http://www.energiguide.n.vattenfall.se)) med inställningar enligt bilaga 1 och 2. Vi har även gjort egna beräkningar som visas i bilaga 3 till 11. Båda resultaten redovisar olika värden för energibesparing och kostnad. Anledningen är att resultaten är uträknade med olika energipriser, COP faktorer och tilläggs effekt på värmepatron. Båda de olika tillvägagångssätten bevisar ändå att stor energibesparingen uppnås i de olika zonerna i Sverige och ger därmed siffror som styrker resultatet.

Resultatet enligt figur 14 bevisar att energiförbrukningen ökar ju högre upp i Sverige vi kommer. Det kommer leda till ökad årskostnad för uppvärmning av hushållet. Figur 14 visar elförbrukning och årskostnad med endast elpatron i de olika zonerna som är indelade enligt bilaga 1. I kostnadsresultatet har vi även tagen hänsyn till att det årliga genomsnittspriset för el varierar i de olika zonerna. I uträkningen är en medelkostnad med inräknad elskatt och elnätsavgift per år använt för de olika zonerna enligt bilaga 2.

Endast elpatron		
Område:	Elförbrukning	Kostnad
Zon 1	23 160 Kwh/år	30 005 kr/år
Zon 2	26 161 Kwh/år	32 645 kr/år
Zon 3	29 641 Kwh/år	37 128 kr/år
Zon 4	34 527 Kwh/år	41 563 kr/år
Zon 5	37 377 Kwh/år	39 928 kr/år
Zon 6	41 865 Kwh/år	50 633 kr/år

Figur 14. Källa: vattenfall.se

Innan installation av luft/vattenvärmepump så är den årliga energikostnaden för hushållet med förutsättningar enligt bilaga 2 i de olika zonerna betydligt högre. Vi ser i figur 15 att kostnaden per år sjunker mycket efter installationen jämfört med endast användandet av elpatron för uppvärmning som figur 14 visar.

<b>Luft/vattenvärmepump</b>		
<b>Område:</b>	<b>Elförbrukning</b>	<b>Kostnad</b>
Zon 1	14 100 Kwh/år	19 105 kr/år
Zon 2	15 600 Kwh/år	20 157 kr/år
Zon 3	17 200 Kwh/år	23 028 kr/år
Zon 4	19 700 Kwh/år	25 263 kr/år
Zon 5	21 100 Kwh/år	23 428 kr/år
Zon 6	23 400 Kwh/år	29 733 kr/år

Figur 15. Källa: vattenfall.se

Efter installation av en luft/vattenvärmepump i vårt exempelhus enligt förutsättningarna som är beskrivna i bilaga 1 och 2 så kan vi se att energibesparingen per år blir stor i alla zoner. Men om COP värdet hade varit densamma i zon 6 som i zon 1 så hade besparingen varit ännu större, men detta är med dagens teknik inte möjligt att uppnå då COP varierar kraftigt under året eftersom energiinnehållet i luften minskar vid minskad utomhustemperatur vilket inträffar ju mer norrut i Sverige vi förflyttar oss.

Enligt en jämförelse mellan figur 14 och 15 så kan vi se att besparingen fortfarande är stor i zon 6 även att luftvärmepumpen inte har optimal prestanda i detta kalla klimat. Vi får exempelvis efter installation av en luft/vattenvärmepump i zon 6, en energibesparing som motsvarar 20 900 kr. Det bevisar att en luft/vattenvärmepump fortfarande är en lönsam investering, trots att dess COP värde i denna del av landet är som lägst. Det finns då bättre alternativ som är mer lönsamt. Bergvärme har bra prestanda och dess energibesparing blir hög i dessa kalla zoner enligt figur 16.

Enligt våra egna beräkningar som visas i bilaga 3 till 11 så är det fortfarande lönsamt att installera både luft/vatten och bergvärmepumpar oavsett var i landet man bor. I bilaga 10 och 11 så ses beräkningar på totalkostnaden. Ur dessa beräkningar kan man se att en luft/vattenvärmepump med den prestanda och som arbetar enligt de förutsättningar vi valt är ett bättre val i hela Sverige förutom i Luleå där bergvärmepumpen blir den mest ekonomiska investeringen.

Tilläggs effekten är endast uppskattade siffror för att få med dem i beräkningarna, de riktiga drifttimmarna och totala effekten per månad för elpatronen i luft/vattenvärmepumpar är svårt att beräkna då det skiljer sig så mycket mellan dagarna.

Elpriserna som ses i bilaga 8 är hämtade från vattenfalls hemsida. Elpriserna är ett medelpris på 5 år med inkluderad elskatt, till priset tillkommer sedan en elnätsavgift som ej är inräknad i våra egna beräkningar.

## 5.2 Bergvärmepump

För att installera bergvärme krävs att huset har ett vattenburet system. En bra kompletterande värmekälla till bergvärmepumpen är en vedkamin eller en pelletspanna för hjälpvärme under det kallare vinterhalvåret för att minimera energiförbrukningen.

Bergvärmepumpen kopplas liksom luft/vattenvärmepumpen in och värmer både radiator, golvvärme och tappvattensystemet i bostaden.

Bergvärmepumparna ligger alltid och arbetar mot en stabil bergrundstemperatur vilket gör att COP värden är relativt fasta. Dess fördel blir därmed att prestandan under året inte skiljer sig nått märkbart oavsett i vilken zon vi väljer att placera bergvärmepumpen.

Även att medeltemperaturen i Sverige varierar under året så har det inte så stor betydelse för en bergvärmepump som arbetar mot en fast temperatur i berggrunden. Dess prestanda kommer därmed att vara bra i hela landet, men i jämförelse med luft/vattenvärmepump är de effektivare och får en mindre energiförbrukning i norra Sverige eftersom den inte är beroende av utomhustemperaturen på luften.

Om man jämför figur 14 och figur 16 som visar elförbrukning och kostnad i huset innan och efter installationen av bergvärme så kan vi se en klar energibesparing. Energibesparingarna som visas i figur 18 och 19 och i bilaga 4 till 10, bevisar att man gör en stor besparing oavsett vart i landet man bor men investeringen av bergvärmeanläggning är dyrare än en luftvärmepump vilket genererar i att återbetalningstiden och totalkostnaden blir högre.

Bergvärmepump		
Område:	Elförbrukning	Kostnad
Zon 1	11 100 Kwh/år	15 505 kr/år
Zon 2	12 100 Kwh/år	15 957 kr/år
Zon 3	13 100 Kwh/år	18 328 kr/år
Zon 4	14 700 Kwh/år	19 863 kr/år
Zon 5	15 700 Kwh/år	18 028 kr/år
Zon 6	17 200 Kwh/år	22 833 kr/år

Figur 16. Källa: vattenfall.se

För en bergvärmepump så varierar priset kraftigt beroende på borrhjupet, storlek på anläggningen, märke och vart i Sverige man planerat att borra. Den dyraste delen av borrhjupen är då man måste använda foderrör, och antalet meter varierar beroende på hur tjock jordlagret är innan berget nås.

Våra egna beräkningar som är utförda enligt bilaga 3 till 11 visar energibesparing, kostnad, elpriser i olika regioner och begränsningar i uträkningarna. Uträkningarna bevisar att det blir en högre besparing att installera bergvärme jämförelsevis med luft/vattenvärmepump ju högre upp i Sverige vi kommer. Detta är beroende på dess höga och fasta COP värde året om. Resultat på energibesparing och kostnad för olika städer i Sverige ses i figur 19.

I bilaga 10 så ses totalkostnad under en 10 års period vid investering av värmepumparna. I bilagan ses att Bergvärme ger högre totalkostnad i nästan hela landet, de är på grund av dess höga investeringskostnad. Elbesparingen är lägre för bergvärme än för luft/vattenvärmepumpen i nästan alla områden som undersökts. I Luleå ses tydligt att bergvärme både ger högre energibesparing och mindre totalkostnad vilket styrker våra tidigare antaganden.

## 6.0 Diskussion

Vårt syfte med arbetet var att få en generell uppfattning om vart i Sverige det är lämpligast att använda sig av bergvärme eller luftvärmepumpar. För att besvara vårt syfte så sammanställde vi information om energikällorna och jämförde dess för/nackdelar, beräknade energibehov, energipriser, energimängd och kostnad under ett år i olika delar av landet. Vi valde att dela in Sverige i 6 zoner enligt bilaga 1 och flyttade runt ett exempelhus med förutsättningarna enligt bilaga 2 för att kunna undersöka hur stor energibesparingen blir i de olika zonerna efter installation av antingen en luft/vattenvärmepump eller en bergvärmepump.

Vi använde oss i undersökningen av ett energibesparingsprogram på ([www.energiguident.vattenfall.se](http://www.energiguident.vattenfall.se)) där man kunde föra in värden för husets uppbyggnad, energibehov, tappvarmvattenförbrukning och den nuvarande energikällan för att sedan beräkna energibesparingen som görs efter installation av en värmepump. Huset med valda förutsättningar enligt bilaga 2 flyttade vi sedan runt i olika zoner i Sverige. Zonerna som ses i bilaga 1 delas in av energibesparingsprogrammet. Denna metod var ett utmärkt sätt att besvara vår frågeställning om vart i landet det är lämpligast att installera olika typer av värmepumparna. Energifriset för städerna vi valde att göra beräkningar på är hämtade från vattenfalls hemsida.

Vi valde även att göra egna beräkningar som visas i bilaga 3 till 11, för att styrka vårt resultat från Vattenfalls energibesparingsprogram. Denna metod anser vi fungerat bra för att få en generell uppfattning om varför och när vissa typer av värmepumpar är lämpligare än andra.

Det resultat vi redovisar visar att en typ av värmepump är ett bättre val än andra beroende på omständigheter och förhållanden. Även om alla värmepumpar är helt funktionella i hela Sverige är de inte att rekommendera då vissa får en verkningsgrad som sjunker kraftigt och ger en hög energifåtgång som följd.

Idag då tekniken har utvecklats är luft/vattenvärmepumpar betydligt mer energieffektiva än vad som tidigare var fallet. Det innebär att skillnaderna mellan energibesparingen för berg- respektive luftvärmepumpar minskar och därmed också självklarheten i vilken produkt man ska välja.

Figur 17 med resultat från energiguident visar hur lång återbetalningstiden är på investeringen av värmepumparna och vi kan se att vid en större energiförbrukning så fås en kortare återbetalningstid.

I figur 19 så ses vår egna beräknade återbetalningstid och besparing på ett antal år. I båda resultaten så kan man utläsa att en luft/vattenvärmepump ger kortare återbetalningstid vilket kan vara en avgörande faktor till valet av värmepump i södra och mellersta Sverige där dess prestanda fortfarande är bra och ger en lägre totalkostnad. Dock så är prestandan fortfarande bättre i norra Sverige för bergvärmepumpen, så i längden blir det en mer lönsam investering eftersom energibesparingen och totalkostnaden därmed blir lägre enligt bilaga 10.

Investeringen är återbetald efter:			
Område:	Bergvärmepump	Luft/vattenvärmepump	Luft/luftvärmepump
Zon 1	8,3 år	7,4 år	3,9 år
Zon 2	7,2 år	6,4 år	3,3 år
Zon 3	6,4 år	5,7 år	2,9 år
Zon 4	5,5 år	4,9 år	2,6 år
Zon 5	5,5 år	4,8 år	2,4 år
Zon 6	4,3 år	3,8 år	1,8 år

Figur 17. Källa: vattenfall.se

I ett rent energieffektivt perspektiv så är det lämpligast att använda sig av en bergvärmepump eftersom energiinnehållet i berget är konstant. Enligt figur 18 och 19, så ses att störst årlig energibesparing görs med en bergvärmepump oavsett vart i landet huset befinner sig. Men då får man inte glömma att installationskostnader för borrhning etc är relativt dyrt i jämförelse med luftvärmepumparna. Man får således en relativt dyr engångskostnad vid installation av bergvärme som drar upp totalkostnaden för investeringen enligt bilaga 10.

I vår undersökning har vi använt kostnader för färdiga system på 25 000, 80 000 resp. 120 000 kr i vattenfalls beräkningar. Vid beräkning på återbetalningstiderna i figur 19, så är lån och amortering inräknat i priserna för totalkostnaden av värmepumparna enligt bilaga 10 och 11. Det finns självklart både billigare och dyrare alternativ på marknaden vilket kommer påverka resultatet.

Besparing		
Område:	Bergvärmepump	Luft/vattenvärmepump
Zon 1	14 500 kr/år	10 900 kr/år
Zon 2	16 688 kr/år	12 488 kr/år
Zon 3	18 800 kr/år	14 100 kr/år
Zon 4	21 700 kr/år	16 300 kr/år
Zon 5	21 900 kr/år	16 500 kr/år
Zon 6	27 800 kr/år	20 900 kr/år

Figur 18. Källa: vattenfall.se

Besparing och återbetalningstiden i våra egna beräkningar ses i figur 19. Man ser tydligt att Luft/vattenvärmepumpen har en kortare återbetalningstid, men att besparingen på exempelvis 10 år i Luleå är mycket lägre jämförelsevis med en bergvärmepump eftersom dess prestanda då blir sämre. Men i Malmö som ligger i södra Sverige, så är skillnaden i besparing mellan energikällorna lägre. Dock så är återbetalningstiden mycket lägre på luft/vattenvärmepumpen vilket kan vara en avgörande faktor som påverkar valet av värmepump i södra delen av Sverige.

En bergvärmepump är en bättre investering rent ekonomiskt vid ett längre perspektiv då dess energibesparing är större än en luft/vattenvärmepump. Det kommer att bli dyrare under avbetalningstiden att investera i bergvärme i hela landet förutom uppe vid Luleå eftersom dess totalkostnad då är högre enligt bilaga 10 och 11, men därefter kommer besparingen bli större än för luft/vatten.

En luft/vattenvärmepump är en bättre investering om man önskar att få ut bra prestanda till en låg investering och totalkostnad. Energibesparingen per år är något lägre än för bergvärme men dess återbetalningstid blir kortare.

	Bergvärmepump					Luft/vattenvärmepump				
	Återbetalningstid (år)	Besparing på: (kr)		Driftkostnad på: (kr)		Återbetalningstid (år)	Besparing på: (kr)		Driftkostnad på: (kr)	
		10 år	15 år	10 år	15 år		10 år	15 år	10 år	15 år
Malmö	9,8	149655	224482	57050	85575	7,1	136910	205365	69800	104770
Göteborg	9,7	150233	225349	56470	84705	7,1	136360	204540	70340	105510
Västerвик	9,8	149594	224391	56230	84345	7,1	136060	204090	69 760	104640
Växjö	8,6	169586	254379	64730	97095	6,4	151540	227310	82770	124155
Jönköping	8,7	168292	252438	64200	96300	6,1	157880	236820	74610	111915
Falun	7,5	193299	289948	70120	105180	6,4	152510	228765	110910	166365
Luleå	7,1	205576	308363	79030	118545	6,6	147060	220590	137550	206325

Figur 19. Egna beräkningar

## 7.0 Slutsats

Vår slutsats efter detta arbete är att valet av värmepump är beroende av dessa faktorer:

- Läge/placering av bostaden i Sverige
- Investeringskostnaden
- Energibesparingen
- Nuvarande värmesystem och uppbyggnad av bostaden
- Användningsbehov

Efter vår undersökning enligt förutsättningar ur bilagorna så kan vi konstatera att bergvärme är mest ekonomisk ur en energibesparings synvinkel oavsett vart i landet det installeras. Det blir lönsammare med bergvärme ju större energibehovet är i huset vilket gör att det blir mer lönsamt med en investering av bergvärmepump ju högre upp i landet man kommer där värmekostnaden stiger då det är ett kallare klimat. Investering av bergvärmepump ger dock en längre återbetalningstid och totalkostnaden blir högre i hela landet bortsett från Luleå i Norrland där bergvärme ger den lägsta totalkostnaden som innefattar driftkostnad och investeringskostnad inkl. ränta för lån på 10 år.

En luft/vattenvärmepump är en billigare investering och kräver mindre arbete att installera jämfört med bergvärme där borring krävs. Trots att bergvärme ger en större energibesparing i hela landet så kommer en luft/vattenvärmepump ge en både kortare återbetalningstid och billigare totalkostnad i orterna Göteborg, Västervik, Växjö, Jönköping och Falun. En luft/vattenvärmepump är därmed en mer ekonomiskt investering i dessa orter.

En luft/luftvärmepump bör endast ses som en kompletterande energikälla då den inte tillför någon uppvärmning av radiator/tappvarmvattnet. Men det är fortfarande lönsamt att installera en luft/luftvärmepump i hela Sverige om huset endast använder sig av elpanna som uppvärmning eftersom dess låga investeringskostnad gör att återbetalningstiden blir kort. Man kan därmed acceptera en lägre prestanda i jämförelse med en bergvärmeanläggning. Är en bra kompletterande energikälla till exempelvis en vedkamin eller pelletspanna.

Då värmepumpstekniken har gått framåt och fortsätter att utvecklas så är det möjligt att luftvärmepumparna kommer konkurrera bort bergvärmepumparna om de blir ännu effektivare och får högre COP vid kallare klimat. Luftvärmepumparnas stora fördel är dess enkla installation, låga pris och korta återbetalningstid vilket kan vara en viktig faktor som faller bergvärmepumpen om deras prestanda blir likvärdig året runt. Det bör noteras att resultatet gäller vid valda förutsättningar, det kommer därmed variera med valet av värmepump, energibehov i bostaden och elpatronens tillägg.

## 8 REFERENSLISTA

### Litteraturförteckning

**bergvarmepumpar.n.nu.** bergvarmepumpar. [Online] <http://www.bergvarmepumpar.n.nu/borring>.

**energifakta.** energifakta. [Online] <http://energifakta.nu/bergvarme/>.

**energiguiden.** energiguiden.vattenfall. [Online] [www.energiguiden.vattenfall.se](http://www.energiguiden.vattenfall.se).

**Energimyndigheten. 2012.** [Online] den 25 04 2012. <http://energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump/Luftvarme/>.

—. **2011.** [Online] den 21 09 2011.

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Luftvattenvarmepumpar1/>.

**energimyndigheten. 2012.** energimyndigheten. [Online] den 21 12 2012.

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Luftluftvarmepumpar-2013-2009/>.

**Energimyndigheten.** energimyndigheten. [Online]

<http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Testerresultat/Testresultat/Bergvarmepumpar1/?tab=3>.

**Energimyndigheten, Svenska Värmepumpsföreningen.** [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/luft-luftvarmepump.htm>.

—. [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/luft-vattenpump.htm>.

**energivillan.** energivillan. [Online] <http://www.energivillan.se/cop.html>.

**Geotec.** geotec. [Online] <http://www.geotec.se/geoenergi-ar-fornyelsebar-och-skonsam-for-bademiljon-och-planboken/fragor-och-svar/>.

<http://www.bergvarme.n.nu/>. [Online]

**Nydal, Roald och Thelander, Marie. 2007.** *Praktisk Kylteknik*. u.o. : Svenska Kyltekniska Föreningen, 2007.

**SMHI.** SMHI. [Online] <http://www.smhi.se>.

**Vattenfall.** Vattenfall. [Online] <http://www.vattenfall.se/sv/rorligt-elpris-historik.htm?WT.ac=search+success>.

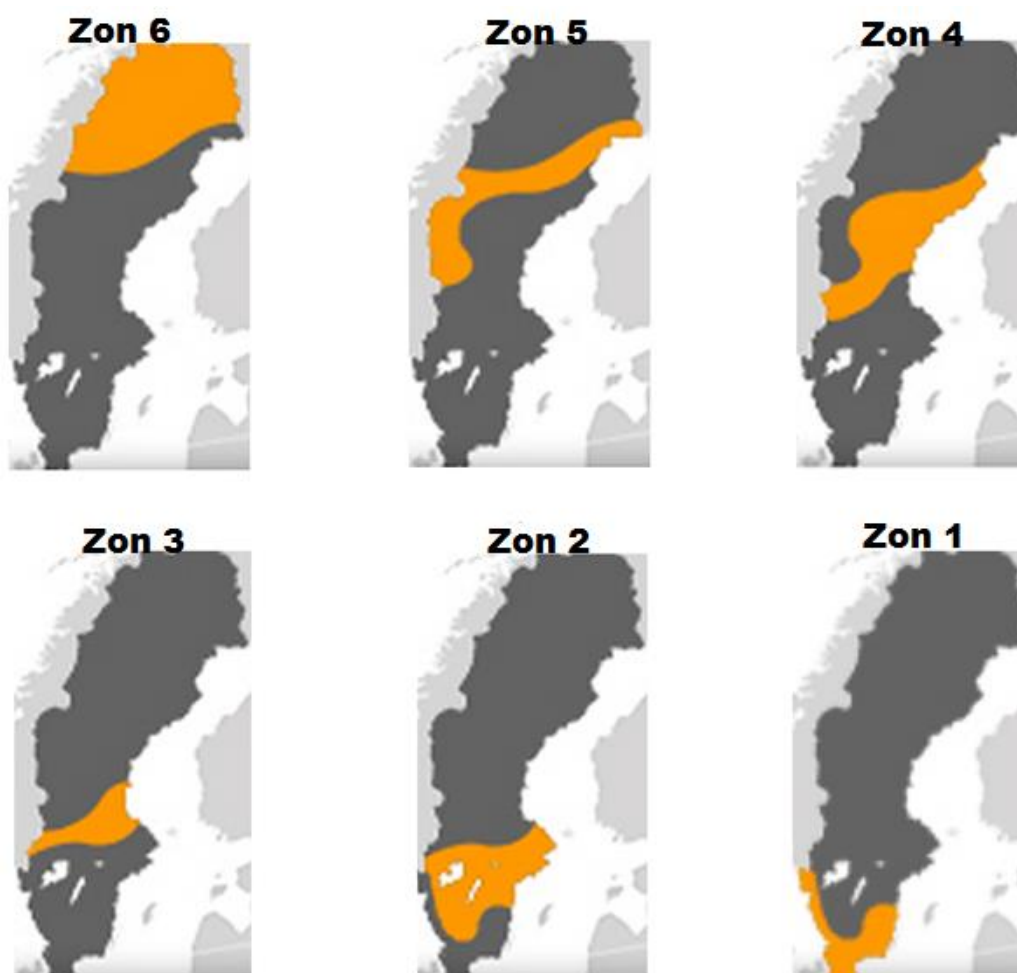
## BILAGA 1

I bilaga 1 till 2 så har vi använt oss av ett energibesparingsprogram på vattenfall.se. I programmet så fick vi välja förutsättningar som kan ses i bilaga 2. Efter valda förutsättningar så räknar programmet ut energikostnad och besparing för just den orten.

Elpriser som programmet använder sig av är vattenfalls egna och med inräknat elskatt och elnätsavgift. Priserna är därmed baserade på vattenfalls elhandelsiffror och elskatt. Elnätsavgiften som är inräknad hämtar programmet från ett energibolag i orten eller närliggande ställe. Då nätsavgift och elskatt skiljer sig mellan orterna gör att det kan bli dyrare elpris i zon 6 än i zon 5. Det är då elnätsavgiften och elskatten som påverkar totalpriset.

Energiförbrukningen och besparingen valde vi sedan att presentera i tabeller gjorda i Excel.

### Data använt vid beräkning i energiguiden (vattenfall.se)



Källa: vattenfall.se

Exempel på orter i Zonerna					
Zon 1	Zon 2	Zon 3	Zon 4	Zon 5	Zon 6
Västervik	Jönköping	Borlänge	Mora	Luleå	Gällivare
Karlskrona	Karlstad	Gävle	Umeå	Åre	Kiruna
Lund	Stockholm	Falun	Östersund	Boden	Arjeplog
Malmö	Västerås	Leksand	Sundsvall	Kalix	Nikkaluokta
Göteborg	Linköping	Söderhamn	Skellefteå	Älvsbyn	kvikkjckk

## BILAGA 2

Data använt vid beräkning i energiguiden (vattenfall.se)

<b>Beräknat på:</b>			
<b>4 personer</b>			
<b>Friliggande hus</b>			
<b>1 plan</b>			
<b>Boyta: 150m<sup>3</sup></b>			
<b>Byggt: 1980</b>			
<b>Vägg: blandat material= Refelvägg med mineralullisolering.</b>			
<b>Inåt gipskiva, utåt board eller vindpapp. Utvändigt trä, tegel eller puts.</b>			
<b>ventilation: mekanisk till-och frånluft</b>			
<b>Husets huvudsakliga uppvärmning: Elpanna</b>			
<b>Fönster: treglasfönster</b>			
<b>Fönsterarea: 22 m<sup>2</sup></b>			
<b>Vindarea: 150 m<sup>2</sup></b>			
<b>Yttervägg: 115 m<sup>2</sup></b>			
<b>Golvyta: 150 m<sup>2</sup></b>			
<b>Tidigare värmesystem: Endast elpanna för värme i huset</b>			
<b>Hushållselförbrukning: 5000 kwh/år (medelförbrukning i sverige)</b>			
<b>Kallvattenförbrukning: 172 m<sup>3</sup>/år (medelförbrukning i sverige)</b>			
<b>Prisexempel på värmepumpar. (inklusive installation)</b>			
<b>Bergvärmepump: 120 000kr</b>			
<b>Vid beräkning på luft/luftvärmepump:</b>			
<b>Vald som komplement</b>			
<b>installationskostnad/totalkostnad: 25 000 kr</b>			
<b>Värmepumpen täcker 50 % av värmebehovet</b>			

Källa: vattenfall.se

<b>kostnad beräknad på årligt genomsnittspris i städerna:</b>			
Västervik	129,55 öre/kwh		Zon 1
Jönköping	124,79 öre/kwh		Zon 2
Falun	125,25 öre/kwh		Zon 3
Mora	120,38 öre/kwh		Zon 4
Luleå	106,83 öre/kwh		Zon 5
Gällivare	121,93 öre/kwh		Zon 6

Källa: vattenfall.se

## Bilaga 3

### Egna beräkningar

I bilaga 3 till 9 så presenteras våra egna beräkningar. Vi beräkning så valde vi ett antal orter i olika delar av Sverige. Energiåtgången för de olika orterna är hämtade från vattenfalls energiguide som vi använde i bilaga 1 och 2. Sedan har vi för att få en procentuell förbrukning per månad hämtat driftdata från ett normalhus i Kalmar. Den procentuella förbrukningen som vi fick fram från normalhuset multiplicerades in på totalförbrukningen för de olika orterna och resultatet blev då förbrukning per månad.

Elpriserna i arbetet är hämtade från vattenfalls hemsida och är ett medelvärde på 5 år. Elnätavgiften är inte inräknad varvid priserna skiljer sig ifrån de som användes vid beräkningarna i vattenfalls energibesparingsprogram.

För att göra resultatet så realistiskt som möjligt så har vi plockat temperaturer från [www.smhi.se](http://www.smhi.se), temperaturerna är ett medelvärde under 5 år och användes för att kunna lägga till en elpatron tilläggseffekt till luft/vattenvärmepumpen. Elpatroneffekten är därmed uppskattad och kommer skilja mellan pumpar. Längst till höger i tabellerna i bilaga 4 till 7 så ses de uppskattade tilläggseffekterna och de är redan inräknade i luft/vattenvärmepumpens energiförbrukning och kostnad etc som visas till vänster i tabellerna. COP värden som användes i våra egna beräkningar för luft/vattenvärmepumpen och bergvärmepumpen är hämtade från [www.nibe.se](http://www.nibe.se).

Avvikelsen mellan resultatet från vattenfalls energiguide och våra egna beräkningar är således pgr av COP tal, den uppskattade tilläggseffekten och skillnaden på elpriserna.

## Bilaga 4

### Egna beräkningar

Växjö 26 253 kWh/år												
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Besparing (kr)		Besparing (kr)/COP		SMHI medeltemp. 2008-2012	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	COP bergv	Luft/vatten	COP luft/v	Luft/vatten elpatron tillägg i kWh/månad		kr/månad
Januari	3662	3455	1012	955	1623	1531	3,62	1924	2,90	3-	360	340
Februari	3431	3412	948	943	1543	1534	3,62	1877	2,90	3-	360	358
mars	3413	2924	943	808	1263	1082	3,62	1841	3,15	3+	180	154
April	2339	1956	646	540	608	508	3,62	1448	3,85	6+	0	0
Maj	1462	1183	404	327	348	282	3,62	901	4,20	10+	0	0
Juni	583	496	161	137	136	115	3,62	381	4,30	14+	0	0
Juli	583	475	161	131	133	108	3,62	367	4,40	17+	0	0
Augusti	974	819	269	226	227	190	3,62	628	4,30	15+	0	0
September	1465	1252	405	346	349	298	3,62	954	4,20	11+	0	0
Oktober	2148	1808	593	499	558	470	3,62	1338	3,85	6+	0	0
November	2683	2354	741	650	778	682	3,62	1672	3,45	4+	0	0
December	3510	3298	969	910	1570	1475	3,62	1822	2,90	1-	360	338
<b>Total:</b>	<b>26253</b>	<b>23431</b>	<b>6847</b>	<b>6473</b>	<b>8357</b>	<b>8277</b>		<b>15154</b>			<b>1220</b>	<b>1190</b>

Jönköping 26 161 kWh/år												
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Besparing (kr)		Besparing (kr)/COP		SMHI medeltemp. 2008-2012	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	COP bergv	Luft/vatten	COP luft/v	Luft/vatten elpatron tillägg i kWh/månad		kr/månad
Januari	3649	3442	1008	951	1618	1526	3,62	1915	2,90	3-	360	340
Februari	3419	3387	944	935	1179	1168	3,62	2219	2,90	3-	360	357
mars	3401	2909	939	803	1134	970	3,62	1939	3,00	0	180	154
April	2331	1940	644	536	598	497	3,62	1443	3,90	6+	0	0
Maj	1457	1173	402	324	347	279	3,62	894	4,20	10+	0	0
Juni	581	486	160	134	135	113	3,62	373	4,30	14+	0	0
Juli	581	466	160	128	135	108	3,62	358	4,30	16+	0	0
Augusti	971	815	268	225	226	190	3,62	626	4,30	15+	0	0
September	1460	1246	403	344	348	297	3,62	949	4,20	11+	0	0
Oktober	2140	1801	591	497	549	462	3,62	1339	3,90	6+	0	0
November	2674	2310	739	638	836	722	3,62	1588	3,20	3+	0	0
December	3497	3274	966	904	1206	1129	3,62	2145	2,90	3-	360	337
<b>Total:</b>	<b>26161</b>	<b>23249</b>	<b>7224</b>	<b>6420</b>	<b>8309</b>	<b>7461</b>		<b>15788</b>			<b>1220</b>	<b>1187</b>

## Bilaga 5

### Egna beräkningar

Västervik 23 160kWh/år													
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Besparing (kr)		Besparing (kr)/COP		SMHI medeltemp. 2008-2012	Luft/vatten elpatron tillägg	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	Bergvärme	COP berg/v	Luft/vatten	COP luft/v		i kWh/månad	kr/månad
Januari	3231	3047	829	782	1419	1339	2266	3,62	1709	3,05	1-	360	340
Februari	3027	2999	836	828	1352	1340	2170	3,62	1659	3,05	1-	360	357
mars	3011	2575	831	711	968	828	1865	3,62	1747	3,11	2+	0	0
April	2064	1718	570	474	590	491	1243	3,62	1227	3,50	5+	0	0
Maj	1290	1039	356	287	307	247	752	3,62	791	4,20	11+	0	0
Juni	514	430	142	119	120	100	311	3,62	330	4,30	15+	0	0
Juli	514	412	142	114	117	94	298	3,62	319	4,40	18+	0	0
Augusti	860	722	237	199	195	164	523	3,62	558	4,40	17+	0	0
September	1292	1102	356	304	300	256	799	3,62	846	4,30	13+	0	0
Oktober	1894	1594	523	440	474	399	1154	3,62	1196	4,00	8+	0	0
November	2367	2045	654	565	676	584	1480	3,62	1461	3,50	5+	0	0
December	3096	2898	855	800	1212	1135	2098	3,62	1764	3,00	0	180	169
<b>Totalt:</b>	<b>23160</b>	<b>20582</b>	<b>6331</b>	<b>5623</b>	<b>7731</b>	<b>6976</b>	<b>14959</b>		<b>13606</b>			<b>900</b>	<b>865</b>

Göteborg 23 160 kWh/år													
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Besparing (kr)		Besparing (kr)/COP		SMHI medeltemp. 2008-2012	Luft/vatten elpatron tillägg	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	Bergvärme	COP berg/v	Luft/vatten	COP luft/v		i kWh/månad	kr/månad
Januari	3231	3049	829	782	1437	1356	2266	3,62	1693	3,00	0	360	340
Februari	3027	3010	836	831	1441	1433	2179	3,62	1577	2,80	2-	360	358
mars	3011	2580	831	712	956	819	1868	3,62	1761	3,15	3+	0	0
April	2064	1726	570	477	529	443	1249	3,62	1283	3,90	7+	0	0
Maj	1290	1044	356	288	307	249	756	3,62	795	4,20	12+	0	0
Juni	514	438	142	121	120	102	317	3,62	336	4,30	15+	0	0
Juli	514	418	142	116	117	95	303	3,62	323	4,40	18+	0	0
Augusti	860	723	237	199	195	164	524	3,62	559	4,40	17+	0	0
September	1292	1104	356	304	308	263	800	3,62	841	4,20	14+	0	0
Oktober	1894	1594	523	440	451	380	1154	3,62	1215	4,20	9+	0	0
November	2367	2077	654	574	676	593	1503	3,62	1484	3,50	5+	0	0
December	3096	2909	855	803	1212	1139	2105	3,62	1770	3,00	0	180	169
<b>Totalt:</b>	<b>23160</b>	<b>20671</b>	<b>6331</b>	<b>5647</b>	<b>7749</b>	<b>7034</b>	<b>15023</b>		<b>13636</b>			<b>900</b>	<b>867</b>

## Bilaga 6

### Egna beräkningar

Falun 29 641 kWh/år														
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Bergvärme		Luft/vatten		SMHI medeltemp. 2008-2012		Luft/vatten el/patron tillägg	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	SMHI medeltemp. 2008-2012	kWh	kr	kr
Januari	4135	3900	1142	1077	2271	2142	2823	3,62	1758	2,52	7-	630	594	
Februari	3874	3838	1070	1060	2167	2147	2778	3,62	1691	2,52	7-	630	624	
mars	3853	3296	1064	910	1623	1388	2385	3,62	1907	3,05	1+	360	308	
April	2641	2198	729	607	755	628	1591	3,62	1570	3,50	5+	0	0	
Maj	1651	1330	456	367	393	317	962	3,62	1013	4,20	10+	0	0	
Juni	658	550	181	151	153	128	399	3,62	422	4,30	14+	0	0	
Juli	658	528	181	145	153	123	383	3,62	405	4,30	16+	0	0	
Augusti	1100	923	303	254	256	215	669	3,62	709	4,30	15+	0	0	
September	1654	1411	447	381	394	336	1030	3,62	1075	4,20	9+	0	0	
Oktober	2425	2041	370	311	703	592	1730	3,62	1449	3,45	4+	0	0	
November	3029	2617	837	723	1173	1014	1894	3,62	1603	3,05	1-	180	156	
December	3963	3710	1094	1024	2203	2062	2686	3,62	1648	2,52	7-	630	590	
<b>Totalt:</b>	<b>29641</b>	<b>26342</b>	<b>7874</b>	<b>7012</b>	<b>12243</b>	<b>11091</b>	<b>19330</b>		<b>15251</b>			<b>2430</b>	<b>2272</b>	

Luleå 37 338 kWh/år														
2008-2012	Endast elpanna		Bergvärme		Luft/vatten		Bergvärme		Luft/vatten		SMHI medeltemp. 2008-2012		Luft/vatten el/patron tillägg	
	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	kWh	kr	SMHI medeltemp. 2008-2012	i kWh/månad	kr/månad	kr/månad
Januari	5209	4264	1439	1178	3462	2833	3086	3,62	1430	1,90	10-	720	589	
Februari	4880	4210	1348	1163	3431	2960	3047	3,62	1250	1,80	12-	720	621	
mars	4854	3549	1341	980	2534	1852	2569	3,62	1697	2,55	6-	630	461	
April	3327	2361	919	652	1289	915	1709	3,62	1446	3,00	0	180	128	
Maj	2080	1417	574	391	533	363	1026	3,62	1054	3,90	7+	0	0	
Juni	829	590	229	163	197	141	427	3,62	450	4,20	12+	0	0	
Juli	829	564	292	199	193	131	365	3,62	433	4,30	16+	0	0	
Augusti	1385	991	382	273	322	230	717	3,62	760	4,30	13+	0	0	
September	2083	1521	575	420	496	362	1101	3,62	1159	4,20	10+	0	0	
Oktober	3054	2196	843	606	873	627	1590	3,62	1568	3,50	4+	0	0	
November	3816	2746	1054	758	1593	1146	1987	3,62	1599	2,70	4-	180	130	
December	4922	4053	1379	1120	2701	2193	2934	3,62	1860	2,52	7-	720	585	
<b>Totalt:</b>	<b>37338</b>	<b>28461</b>	<b>10375</b>	<b>7903</b>	<b>17624</b>	<b>13755</b>	<b>20558</b>		<b>14706</b>			<b>525</b>	<b>2513</b>	



## Bilaga 8

### Egna beräkningar

Vattenfall rörliga elpriser, genomsnittpris 2008-2012 inkl. Elskatt				
	Elområde 1	Elområde 2	Elområde 3	Elområde 4
<b>Januari</b>	81,9	81,8	94,3	94,4
<b>Februari</b>	86,3	86,2	99,1	99,4
<b>Mars</b>	73,1	73,3	85,5	85,7
<b>April</b>	71,0	71,0	83,2	83,6
<b>Maj</b>	68,1	68,1	80,5	80,9
<b>Juni</b>	71,2	71,2	83,6	85,1
<b>Juli</b>	68,0	68,0	80,2	81,4
<b>Augusti</b>	71,5	71,5	83,9	84,1
<b>September</b>	73,0	73,0	85,3	85,4
<b>Oktober</b>	71,9	71,9	84,2	84,2
<b>November</b>	72,0	73,7	86,4	87,8
<b>December</b>	81,2	81,2	93,6	94,0
	Luleå	Sundsvall	Stockholm	Kalmar
	Gällivare	Östersund	Falun	Växjö
	Piteå	Hudiksvall	Jönköping	Göteborg
		Bollnäs	Västervik	malmö
			Linköping	

Källa: vattenfall.se

**beräknat på vattenfall rörliga elpriser+elskatt:**  
**normal elskatt 2012:** 36,25 öre/kWh  
**Reducerad elskatt 2012:** 24 öre/kWh  
**Följande län har reducerad elskatt:**

Dalarnas län: Malung, Mora, Orsa, Älvdalen  
 Gävleborgs län: Ljusdal  
 Jämtlands län: samtliga kommuner  
 Norrbotten län: samtliga kommuner  
 Värmlands län: Torsby  
 Västerbotten län: samtliga kommuner  
 Västernorrlands län: Sollefteå, Ånge, Örnsköldsvik

Förenklad beräkningen genom att Elområde 3 och 4 har normal elskatt.  
 Elområde 1 och 2 är beräknat på reducerad elskat. (årsavgift ej inräknad)

Elpriser beräknade på  
 medelvärde mellan  
 2008-2012 hämtade från vattenfall.se

Källa: vattenfall.se

## Bilaga 9

### Egna beräkningar

Begränsningar i beräkningar:	
Bergvärmepumpens marginella förändring av COP vädet under ett år. Beräknat på ett fast värde.	
Avfrostning av Luft/vattenvärmepumpen, sker ett par gånger dagligen. Har ej tagit hänsyn till att prestanda kan sjunka vid isbildning.	
COP värden för värmepumparna är hämtade från en ledande tillverkare inom branchen. (nibe.se) COP värden för luft/vattenvärmepumpen är vid vissa temperaturer uppskattade värden, COP är ej definierat i installatörshandboken vid alla temperaturer utan endast vid +2, +7, +15, -2, -7, -15. COP vid andra temperaturer är därmed uppskattade. Beräkningar gjorda på COP vid 45 graders radiatortemp.	
För att räkna med elpatronens tillsatseffekt vid luft/vattenvärmepumpen så uppskattas värden. Antar att Värmepumpen kräver tillsatseffekt från -7 grader.	
Vid -7	2 tim/dygn
-10	3 tim/dygn
-15	4 tim/dygn
-20	5 tim/dygn
Överslag behov i hus: $40 \text{ W/m}^2 \cdot 150 = 6000 \text{ W}$ . En 8 kW pump väljs därmed för täcka behovet. Tillsatts effekt max 6 kW (endast 1 steg, tidsinställd)	
Bergvärmepump 8 kW 120 000 kr COP 3,62 Luft/vattenvärmepump 8 kW 80 000 kr COP enligt tabeller. COP i beräkningar hämtade från <a href="http://www.nibe.se">www.nibe.se</a>	

Beräkning på procentuell förbr. per månad		
2012	kwh	%
Januari	1875	13,95
Februari	1760	13,07
mars	1750	13
April	1200	8,91
Maj	750	5,57
Juni	300	2,22
Juli	300	2,22
Augusti	500	3,71
Septembe	750	5,58
Oktober	1100	8,18
Novembe	1375	10,22
Decembe	1800	13,37
<b>Total:</b>	<b>13460</b>	<b>100</b>
Uppgifter hämtade från en normalvilla i kalmar. 500 kwh/månad är avdraget för hushållsel		

## Bilaga 10

### Beräkningar på totalkostnad

Antagande att hela beloppet för värmepump belånas med 4 % ränta med avbetalning 10 år.  
Amortering 1 gång per år. (se bilaga 11)

Bergvärmepump = 146 400 kr

Luft/vattenvärmepump = 97 200 kr

Beräkningar av totalkostnad under 10 års period. Driftkostnad (el) hämtade från Bilaga 4,5 och 6 som visar kostnaderna för värmekällorna per år, värdena är sedan multiplicerat med 10.

Formeln=>

<b>Totalkostnad = Värmepumpskostnad inkl. ränta + elkostnad (kostnad/10 år)</b>
---

#### Västervik:

Bergvärme: 146 400 + 56 230= 202 630 kr

Luft/vatten: 97 200 + 69 760= 166 690 kr

#### Göteborg:

Bergvärme: 146 400 + 56 470= 202 870 kr

Luft/vatten: 97 200 + 70 340= 167 540 kr

#### Växjö:

Bergvärme: 146 400 + 64 730= 211 130kr

Luft/vatten: 97 200 + 82 770= 179 970 kr

#### Jönköping:

Bergvärme: 146 400 + 64 200= 210 600 kr

Luft/vatten: 97 200 + 74 610= 171 810 kr

#### Falun:

Bergvärme: 146 400 + 70 120= 216 520 kr

Luft/vatten: 97 200 + 110 910= 208 110 kr

#### Malmö:

Bergvärme: 146 400 + 5705= 152105kr

Luft/vatten: 97 200 + 6980= 104 180kr

**Luft/vatten är det billigaste  
alternativet i alla dessa  
orter/områden.**

#### Luleå:

Bergvärme: 146 400 + 79 030= 225 430 kr

Luft/vatten: 97 200 + 137 550= 234 750 kr

**Bergvärme billigaste  
alternativet i Luleå**

## Bilaga 11

### Beräkning av lån till värmepump

4 % låneränta, 1 amortering per år på. Lånet avbetalas på 10 år.

#### Bergvärme: 120 000 kr

( x kr – 12 000 kr )

120 000kr=>4800kr

108 000 kr=> 4320kr

96 000 kr =>3840kr

84 000 kr=>3360 kr

72 000 kr=>2880 kr

60 000 kr=>2400 kr

48 000 kr=>1920 kr

36 000 kr=>1440 kr

24 000kr=>960 kr

12 000kr=>480 kr

Total kostnad:  
26 400 kr på 10 år.  
120 000 + 26 400=  
**146 400 kr**

#### Luft/vatten: 80 000 kr

( x kr – 8 000 kr )

80 000kr=>3200kr

72 000 kr=>2880 kr

64 000 kr=>2560 kr

56 000kr=>2240 kr

48 000 kr=>1920 kr

40 000kr=>1600 kr

32 000kr=>1280 kr

24 000 kr=>960 kr

16 000kr=>640 kr

8000kr=>320 kr

Total kostnad:  
17 600 kr på 10 år.  
80 000 + 17 600=  
**97 200 kr**