

Berg- och solvärme som hybridlösning för uppvärmning av egnahemshus

Oscar Udd

Examensarbete / Degree Thesis

Energi- och miljöteknik

2018

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Energi- och miljöteknik
Identifikationsnummer:	
Författare:	Oscar Udd
Arbetets namn:	Berg- och solvärme som hybridlösning för uppvärmning av egnahemshus
Handledare [Arcada]:	Kim Skön
Extern handledare:	Robin Gottberg
Uppdragsgivare:	Roth Finland Ab
<p>Sammandrag:</p> <p>Solvärmesystem baserar sig på att absorbera solstrålning i syfte att överföra dess energi till värme. I bergvärme däremot tar man tillvara den värme som solen överfört till jordmånen för att producera värme. Detta arbete behandlar möjligheterna att använda dessa båda med varandra i ett så kallat hybridssystem, som i arbetet står för fastighetens uppvärmning. Tanken med hybridssystemet är att överloppsenergin som solfångarna producerar på sommaren skall värma upp energibrunnen för att nå en bättre verkningsgrad i bergvärmepumpen. Arbetet baserar sig på litteraturanlys av tidigare forskning, information från tillverkaren av solfångare och bergvärmepump, samt simuleringar på solvärmeproduktion. Som andra källor har jag använt riktpriiser från tillverkaren av olika komponenter som behövs i systemet. Syftet med arbetet är att undersöka ifall det är mer ekonomiskt lönsamt och mer miljövänligt att ha ett hybridssystem, jämfört med bara ett konventionellt uppvärmningssystem i fastigheten. I kostnads kalkyldelen jämförs olja, olja med solfångare, bergvärme och bergvärme med solfångare genom beräkningar i Excel. Som slutresultat presenteras resultat för både ekonomisk lönsamhet och miljöpåverkan för de olika systemen. I fråga om ekonomisk lönsamhet visade det sig att bergvärme är mest lönsam på både ett 15 samt 30 års perspektiv. Där ett enhetspris för energin på 30 år blev 0,086 €/kWh. Återbetalningstiden för bergvärme blev 10 år, medan hybridssystemets återbetalningstiden blev 14 år, båda jämfört med oljan. Ur ett miljöperspektiv visade sig hybridssystemet vara bäst, där CO₂ utsläppen är 48 kg/ CO₂ /år ,vilket är 100 gånger mindre än för vad fastigheten hade med endast oljeanvändning.</p>	
Nyckelord:	Solvärme, Bergvärme, Hybridssystem, Miljövänlighet, Kostnads kalkyl, Roth Finland Ab
Sidantal:	43
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Energi- och miljöteknik
Identification number:	
Author:	Oscar Udd
Title:	Berg- och solvärme som hybridlösning för uppvärmning av egnahemshus
Supervisor [Arcada]:	Kim Skön
Supervisor [External]:	Robin Gottberg
Commissioned by:	Roth Finland Ab
<p>Abstract:</p> <p>Solar heat systems are based on absorbing solar radiation with the purpose of using the energy as a heat source. In geothermal energy you take advantage of the heat that the sun transfers into the soil and produce energy from it. The purpose of this thesis is to address the possibilities of using these both energy sources in one, so called hybrid system, which in this thesis is the heat source of the property. The idea is that the hybrid systems surplus energy which the solar panels produces during summer would heat the energy well and therefore reach a better efficiency in the geothermal heat pump. The thesis is based on literature analysis of earlier research, information from the manufacturer of solar panels and geothermal pumps and simulations of solar energy production. For other sources I have used target prices of different components that are needed in the system from the manufacturers. The purpose of this thesis is to research the cost/efficiency differences between a hybrid system and a conventional heating system in the property. In the cost calculation oil, oil with solar panels, geothermal energy and geothermal energy with solar panels are compared through calculations in Excel. The end result is presented as a result of economic profitability and environmental impact from the different systems. In the case of economic profitability it showed that geothermal energy is the most cost efficient on both a 15 and 30 year perspective. The unit price of the energy, on a 30 year plan where 0,086 €/kWh. The payback time of the geothermal system was 10 years, while the hybrid systems payback time was 14 years, both compared to oil. From an environmental perspective the hybrid system proved to be the best option, where the CO₂ emissions are 48 kg/ CO₂/ year, which is 100 times less than what the property had with only oil heating.</p>	
Keywords:	Solar heat, Geothermal energy, Hybrid system, Enviromentally friendly, Cost calculations, Roth Finland Ab
Number of pages:	43
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

INNEHÅLL

1	Inledning.....	9
1.1	Motiv för ämnesval	9
1.2	Bakgrund	9
1.3	Syfte, mål och frågeställning	10
1.4	Teoretisk referensram	10
2	Värmesystem	11
2.1	Solvärme	11
2.1.1	<i>Allmänt.....</i>	<i>11</i>
2.1.2	<i>Solvärmesystem.....</i>	<i>12</i>
2.1.3	<i>Varför solvärme?.....</i>	<i>13</i>
2.1.4	<i>Plansolfångare.....</i>	<i>14</i>
2.1.5	<i>Placering.....</i>	<i>15</i>
2.1.6	<i>Roth Heliostar S4</i>	<i>16</i>
2.2	Bergvärme	17
2.2.1	<i>Allmänt.....</i>	<i>17</i>
2.2.2	<i>Bergvärmesystem.....</i>	<i>17</i>
2.2.3	<i>Varför bergvärme ?.....</i>	<i>20</i>
2.2.4	<i>Thermo Terra.....</i>	<i>20</i>
2.3	Hybridsystem.....	21
2.3.1	<i>Allmänt.....</i>	<i>21</i>
2.3.2	<i>Hybridsystem.....</i>	<i>22</i>
2.3.3	<i>Varför hybridsystem?.....</i>	<i>22</i>
2.3.4	<i>Ökad COP</i>	<i>23</i>
3	Beskrivning av fastigheten och värmesystemet	24
4	Metod.....	25
5	Kostnads kalkyl	25
5.1	Oljepanna	26
5.2	Oljepanna med solfångare	27
5.3	Bergvärmepump	28
5.4	Bergvärmepump med solfångare	29
5.4.1	<i>Bergvärmepump med ökad COP</i>	<i>29</i>
6	Diskussion och slutsatser.....	30
6.1	Återbetalningstid.....	31
6.2	Jämförelse	33

6.3	Miljöpåverkan	35
6.4	Slutsatser.....	36
Källor	.....	37
Bilagor	.....	40
BILAGA 1	.....	40
BILAGA 2	.....	41
BILAGA 3	.....	42
BILAGA 4	.....	43

Figurer / Figures

Figur 1. Princip för passiv-(vänster) och aktivsolvärme (höger). [23]	12
Figur 2. Uppbyggnad av solvärmesystem. [7]	13
Figur 3. Soltrålningen i Finland, i olika uvalda städer. [12].....	14
Figur 4. Uppbyggnad av en plansolfångare . [12]	15
Figur 5. Placeringens inverkar på verkningsgraden i solfångaren. [12].....	16
Figur 6. Teknisk data för Heliostar 4. [12]	17
Figur 7. Kylkretsens funktion innuti en värmepump. [15]	18
Figur 8. Energibrunnens uppbyggnad. [14].....	19
Figur 9. Jordvärmepump av modellen Thermo Terra. [9]	21
Figur 10. Kopplingsprincip för hybridssystemet.	22
Figur 11. Totala kostnader som uppstår för systemen.....	32
Figur 12. Nettoenergin pris.	33

Tabeller / Tables

Tabell 2. Kostnader för oljevärme..	26
Tabell 3. Kostnader för oljevärme med solfångare.....	27
Tabell 4. Kostnader för Bergvärme.	28
Tabell 5. Kostnader för hybridssystem.....	29
Tabell 6. COP ökningen i bergvärmepumpen, inverkan på 15 år.....	30
Tabell 7. Infotabell över investering-, löpandekostnader och indexet.....	31
Tabell 8. Återbetalningstid	31
Tabell 11. Totala kostnader, nettoenergin pris och indexet på en tidsperiod på 15 år... 33	
Tabell 12. Totala kostnader, nettoenergin pris och indexet på en tidsperiod på 30 år... 34	
Tabell 13. COP ökningen i bergvärmepumpen, inverkan på 30 år.....	34
Tabell 14. CO2 utsläpp.	35

Definitioner

absorption	omvandlar solstrålning till värmeenergi
bergvärmepump	värmepump kopplat till borrhål, värmepumpen använder bergvärmebrunnen som värmekälla för fastigheten och varmvattnet
bruttoenergi	den köpta energin, i detta arbete el eller olja
cirkulationspump	gör så att vätskan i kollektorslangen cirkulerar
COP	coefficient of performance, på svenska talar man om värmefaktor, som uträknas genom att dela energin värmepumpen använder med hur mycket energi den ger ut
lutningsvinkel	i detta arbete i vilken lutning solfångaren är placerad
nettoenergi	i detta arbete den energi som behövs för uppvärmning av fastigheten
SCOP	seasonal coefficient of performance, årsvärmefaktor för en värmepump
solfångare	absorbator som tar tillvara solljus
rörelseenergi	allting som rör sig har rörelseenergi. Desto högre massa och hastighet kroppen har desto mera rörelseenergi har den
verkningsgrad	ett mått på hur mycket energi som tillgodogörs vid en energiomvandling
värmepump	värmepumpen transporterar värmeenergi från en kallare plats till en varmare
värmeväxlare	överför värmeenergi från en vätska eller gas till en annan
återladdning	uppvärmning av borrhålet

FÖRORD

Detta arbete har gjorts som beställning för Roth Finland Ab. Innehållet representerar inte Roth Finalnd Ab.

Jag vill rikta ett stort tack till personalen på Roth Finland Ab och till min handledare Kim Skön som varit till mycket med hjälp under hela processen.

Helsingfors den 01.06.2018

Oscar Udd

1 INLEDNING

I avsnittet nedan får läsaren en liten inledning vad examensarbetet kommer behandla och vilka olika del områden som kommer att vara i fokus.

1.1 Motiv för ämnesval

Att människan byggt upp ett samhälle som är ohållbart ur ett ekologiskt och en miljömässig synvinkel blir allt tydligare för varje dag som går. Ifall alla människor skulle ha samma levnadsstandard som finländare har, skulle det behövas 3,6 jordklot för att upprätthålla en hållbar användning av naturens resurser. Det i sig själv förklarar hur enorm frågan om och problematiken med förnybara energikällor är [1]. Jag har alltid varit fascinerad över hur människan inte förrän nu har förstått hur viktigt det är med förnybara energikällor, för att inte leva över våra tillgångar som moder jord ger oss i form av råvaror och energi. Detta examensarbete kommer att ge en bild av hur man själv, genom sitt val av uppvärmningskälla av hemmet, kan hjälpa till att lösa detta globala problem.

1.2 Bakgrund

Råvarorna som vi idag får vår energi av förbrukas mycket snabbare än vad de återskapas, därför har vi börjat vända blickarna mot förnybar energi där så kallad flödesenergi står för bränslet. Flödesenergi är de energikällor som har sitt ursprung i solstrålningen, d.v.s. i förnybara energikällor. Termodynamikens första huvudsats, som kallas energiprincipen, säger att energi inte kan skapas eller förstöras utan endast ändra form. Mängden energi som finns i universum är konstant. Detta är en av orsakerna till att människan under de senaste årtiondena har börjat vända blickarna mot förnybara energikällor. [2, s 65-67]

Europeiska unionen framförde år 2015 nya klimatåtgärder, i vilka man eftersträvar att få stopp på den globala uppvärmningen genom att uppnå olika mål inom hållbar utveckling. Delmålen ska vara nådda år 2020 och huvudmålen år 2030. I huvudmålen

framgår det att de förnybara energikällornas andel skall stå för 27 % av den totala energiproduktionen, medan växthusgasutsläppen skall vara 40 % mindre än år 1990. [3]

1.3 Syfte, mål och frågeställning

Detta examensarbete är ett beställningsjobb av Roth Finland Ab, där jag undersöker kostnaderna av de olika värmesystem som företaget hade att erbjuda fastigheten på Hölsögränd. Syftet med denna studie är att fördjupa sig i dessa olika värmesystem. Studien ser både på solvärme och bergvärme, med fokus på ett hybridsystem som består av en kombination av bergvärmesystem och solfångare. Målet är att undersöka ifall det är lönsamt att planera ett hybridsystem, istället för att bara ha ett konventionellt system som består av endast en uppvärmningskälla. Följande frågor är intressanta för undersökningen:

- Är det lönsamt att producera solvärme på våra breddgrader?
- Kan man genom solvärme tillföra energi till borrhålet så man uppnår en bättre verkningsgrad i bergvärmepumpen?
- Är det lönsamt att bygga en fastighet med en hybridlösning som uppvärmningskälla, i jämförelse med ett konventionellt system med en uppvärmningskälla, med fokus på miljöpåverkan, ekonomisk lönsamhet och systemets livslängd?

1.4 Teoretisk referensram

I teoridelen diskuterar jag allmänt om solvärme, bergvärme och hur ett kombinerat system av dessa två skulle fungera. Orsaken till att dessa två delar bygger min teoridel, är att huset som examensarbetet behandlar, nyligen installerats med ett hybridsystem. Jag kommer inte att fördjupa mig i oljeanvändning, utan bara behandla det i kostnadskalkyldelen, eftersom olja tidigare var uppvärmningssättet i fastigheten och därför inte är av vikt mera för analysen av situationen i nuläget. I kapitlet ekonomisk lönsamhet kommer inte det att beaktas räntornas inverkan eller det framtida elpris som kan vara högre eller lägre, på begäran av uppdragsgivaren Roth Finland Ab.

2 VÄRMESYSTEM

I detta kapitel, kommer läsaren få en allmän bild över de olika värme sätten, hur ett uppvärmningsystem ser ut samt fördelar och nackdelar.

2.1 Solvärme

I detta avsnitt kommer läsaren att få en helhets bild av vad solvärme är, hur ett installerat solvärmesystem är kopplat och saker som man borde reflektera över när man planerar ett solvärmesystem som t.ex. placeringen av ett solvärmesystem och problematiken med solvärmesystem i Finland.

2.1.1 Allmänt

Solen utstrålar konstant mycket energi till jordens yta. Om man kunde ta till vara på all energi som solen ger jordens yta under en timme, skulle det räcka för hela jordens energibehov för ett helt år [4]. Solens instrålningseffekt som når jordytan i södra Finland är cirka 1000 W/m^2 , se figur 3. Om man jämför det med andra delar av världen ser man att i de norra delarna av Afrika, där man har den högsta solinstrålningseffekten på jorden, ligger motsvarande värde på 2400 W/m^2 , medan i norra delarna av Tyskland, där man utnyttjar mycket av solvärme, är värdet 1100 W/m^2 . Sett till dessa siffror kan man konstatera att även om Finland är beläget långt upp i norr på kartan, har man bra möjligheter att utnyttja solen som energikälla. [5]

Solvärme är ett mycket brett begrepp, men det kan generellt delas in i två olika delar, passiv- och aktivsolvärme. Aktivsolvärme betyder att man t.ex. genom solfångare absorberar energin från solstrålningen till värme. Passivsolvärme är all den andra solvärme, som inte kräver någon utrustning installerad för att ta nytta av solstrålningen. Som ett exempel på passivsolvärme är att en byggnad med tjocka väggar under dagen samlar in solstrålningen och uppvärms, men under kvällen när solen inte mera genererar någon värme, börjar byggnaden avge värme in i lägenheten. Ett annat bra exempel är ett växthus [6]. Se figur 1 för principen för dessa båda solvärme begreppen. Fokus i detta

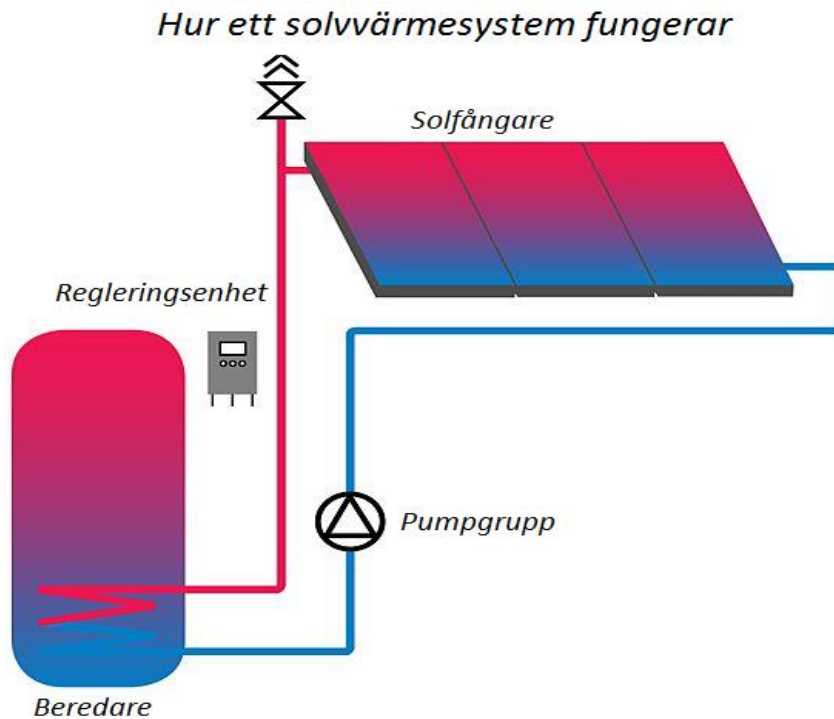
arbete kommer att hållas på den aktiva delen av solvärme med solfångare installerade på taket.



Figur 1. Princip för passiv- (vänster) och aktivsolvärme (höger). [23]

2.1.2 Solvärmesystem

Ett traditionellt solvärmesystem baserar sig på att systemet absorberar solstrålningen i syfte att överföra energin till värme, som sedan överförs till en värmebärare som i sin tur oftast används för att via en värmeväxlare värma t.ex. en ackumulatortank. Ett solvärmesystem består av följande komponenter: solfångare, rörsystem, pumpgrupp, reglerenhet och ackumulatortank/varmvattenberedare. I figur 2 kan man se uppbyggnaden för ett simpelt solvärmesystem. [7]



Figur 2. Uppbyggnad av solvärmesystem. [7]

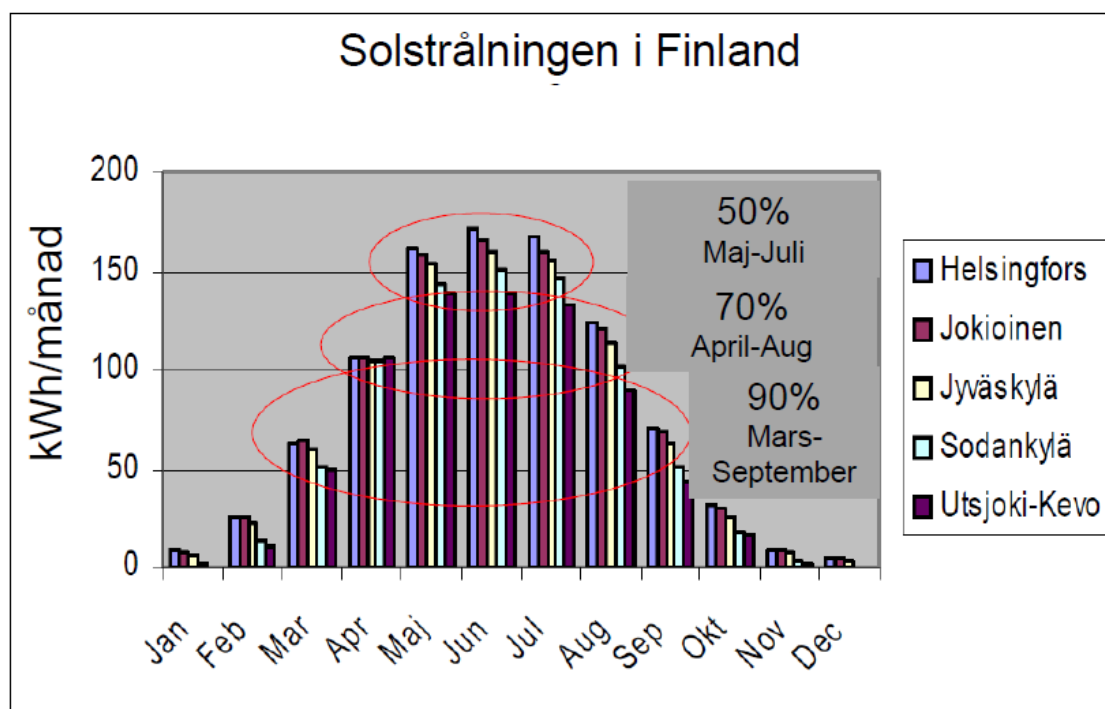
2.1.3 Varför solvärme?

Att använda sig av solvärme är så gott som gratis (efter installation) och mycket miljövänligt. Solvärme minskar också på utsläpp i atmosfären ifall den ersätter en uppvärmningskälla som gått på fossila bränsleformer, de enda föroreningar som solvärme orsakar är genom cirkulationspumpens drift. Ett solvärmesystem har en hög investeringskostnad men efter installation är det endast få underhållskostnader som uppkommer. [8 s. 13-14]

Solfångarna, som oftast placeras på taket, utnyttjar en sådan plats i huset som man inte annars skulle kunna ta någon nytta av. Solfångarna är tekniskt utvecklade idag, vilket resulterar i att verkningsgraden i solfångare kan vara upp till 80 % [12]. I jämförelse med solceller där verkningsgraden vanligen ligger kring 20 %, så kan man konstatera att solfångare har möjlighet att nå en mycket hög verkningsgrad [9].

En problematik som finns på våra breddgrader med solvärmens, är det omvända förhållandet mellan tillgång till solvärme och behovet av uppvärmningen. Man producerar mest solvärme på sommaren när uppvärmningsbehovet nästan är noll.

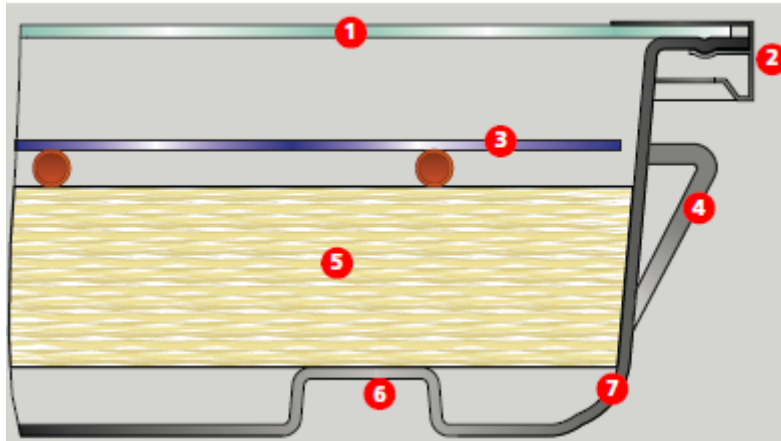
Medan produktionen av solvärme under vintertid inte är hög, då uppvärmningsbehovet är som störst. Tappvattnets uppvärmningsbehov är jämt året om, vilket underlättar en motivering till att solvärme är en bra lösning för uppvärmning av tappvattnet [8 s.15]. På grund av våra årstider är det inte möjligt att i Finland endast klara sig på ett solvärmesystem året om, utan man måste ha ett uppvärmningssystem som kompletterar solvärmens. Problemet nämt i förra meningen samt de dyra investeringskostnaderna vid anskaffning, anser många vara ett stora minus med solvärme. [10]



Figur 3. Solstrålningen i Finland, i olika uvalda städer. [12]

2.1.4 Plansolfångare

Konstruktionen för en plansolfångare är simpel, den består av en välisolerad låda med en bärande ramkonstruktion oftast aluminium eller plåt. I botten av ramkonstruktionen finns en isolering. Inne i lådan ligger en plan absorbatör vars uppgift är att absorbera solenergi och överföra den till värmebäraren. Under 1990-talet skedde det en snabb utveckling av plana, högeffektiva solfångare, vilket möjliggjorde att man kunde börja tillverka solfångarna i större moduler. [5 s. 14-15]



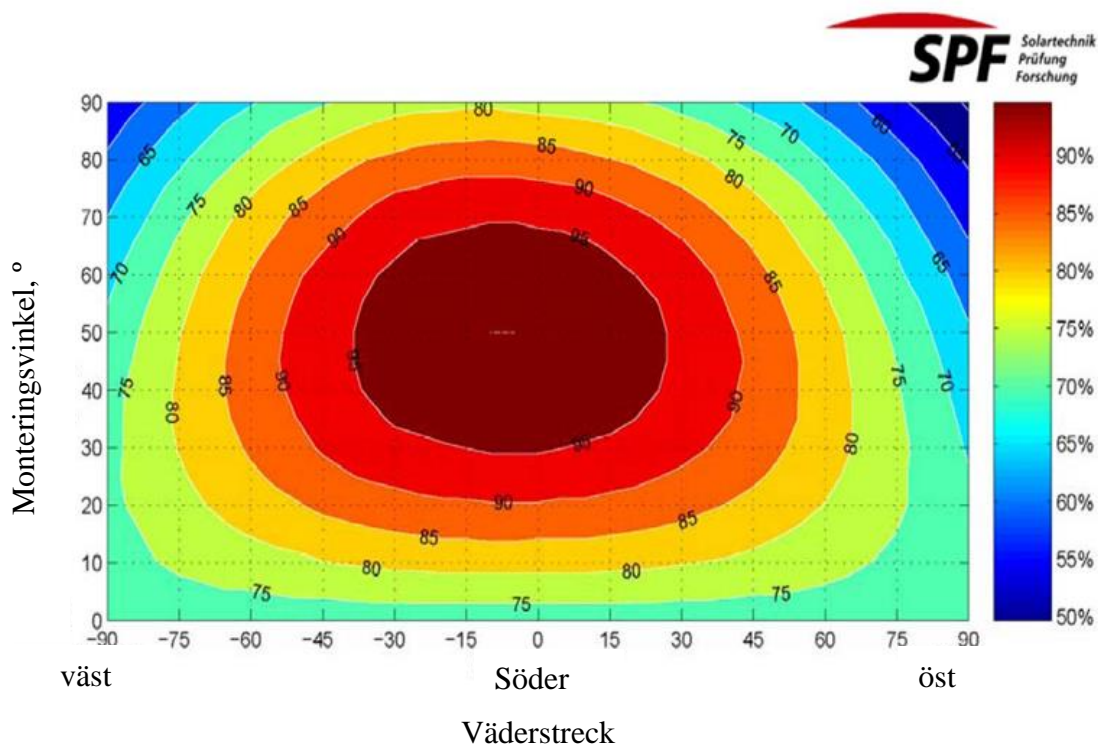
Figur 4. Uppbyggnad av en plansolfångare . [12]

1. Selektivglas
2. Profil med tätning
3. Absorbator i specialbehandlat aluminium
4. Integrerade fastsättningar
5. 60 mm bergull som isolering
6. Profil för snabb fastsättning
7. Stomme i gjuten polykarbonat

2.1.5 Placering

Solfångare kan man placera på taket, väggen och också på marken. Solfångarna får inte vara delvis täckta av något föremål så att de skulle hamna i ett skuggat läge. Riktningen som solfångarna skall vara riktad mot är beroende på var på jordklotet man befinner sig. I södra Finland skall solfångarna riktas rakt mot söder för att uppnå en så hög verkningsgrad som möjligt. I Figur 5 kan man avläsa att solfångare som är riktade mot söder +/- 20° mot öst eller väst också möjliggör en fungerande lösning. Lutningsvinkeln på solfångarna skall vara mellan 30-60 grader, som man kan se i figur 5, är 45 grader en optimal infallsvinkel för solstrålarna. En flack vinkel på solfångaren t.ex. 30 grader, producerar optimalt med värme under sommaren, medan en brant vinkel är den bästa infallsvinkeln under tidig vår och sen höst. Man skall försöka eftersträva att kopplingslängden från solfångarna till beredaren inte blir för lång, eftersom det då

uppstår värmeförluster på vägen och vid anskaffning av systemet blir det en högre kostnad eftersom det behövs mera material. [11]

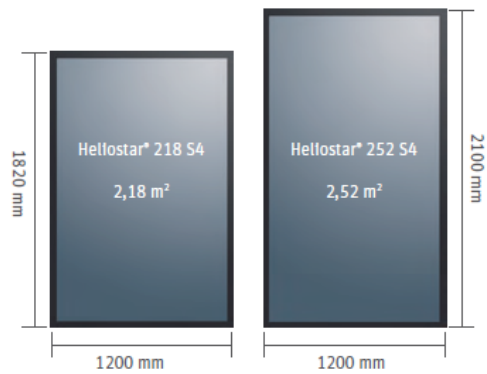


Figur 5. Placerings inverkar på verkningsgraden i solfångaren. [12]

2.1.6 Roth Heliostar S4

Solfångarna som i detta arbete används är av modellen Roth Heliostar S4, som till uppbyggnad är en vanlig plansolfångare. Lådan är tillverkad av polykarbonat och på lådan ligger det 4 mm tjockt selektivglas som är specialtillverkat för att garantera snabb reaktionshastighet även vid svag solstrålning. Inne i lådan ligger absorbatoren och under det finns isoleringen, en mer detaljerad bild på uppbyggnaden finns Figur 4. I figur 6 finns teknisk data för denna typ av solfångare.

ROTH HELIOSTAR® SOLFÅNGARE		
	HelioStar® S4 218	HelioStar® S4 252
Langd	1820 mm	2100 mm
Bredd	1200 mm	1200 mm
Höjd	109 mm	109 mm
Bruttoarea	2,18 m ²	2,52 m ²
Nettoarea	1,96 m ²	2,30 m ²
Vikt	32 kg	37 kg
Kollektorlåda	Helgjuten kollektorlåda i polykarbonat som säkerställer en rostfri installation	
Solfångaryta	Stålförstärkt säkerhetsglas	
Absorbator	Heltäckande med högsektiv beläggning	
Absorbering	α 95 %	α 95 %
Emission	ε 5 %	ε 5 %
Vatskevolym	0,86 l	1,16 l
Vatsketyt	Roth HelioStar® solfångarvätska	
Max temp solfångare	209 °C	209 °C
Storlek dyrörsgivare	Ø 6 mm (Inv.)	Ø 6 mm (Inv.)
Anslutning	½" utv.	½" utv.
Årsutbyte	Över 525 kWh/m ² /år	Över 525 kWh/m ² /år



Figur 6. Teknisk data för HelioStar 4. [12]

2.2 Bergvärme

I detta kapitel ges en allmän bild av vad bergvärme är, hur ett installerat bergvärmesystem är kopplat samt för- och nackdelarna som uppstår med bergvärme.

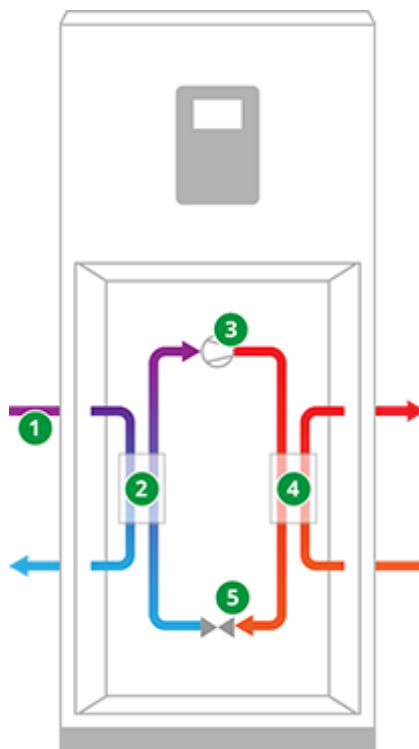
2.2.1 Allmänt

Precis som med solvärmens är det solen som är energikällan bakom bergvärmens. När solen värmer marken, lagras det energi i marken, som går att utnyttja och ta tillvara. Solens effekt värmer marken, ner till flera hundra meter och när solens effekt inte mera räcker, möts den upp med den geotermiska värmen. På 200 meters djup kan temperaturen ännu ligga på 10 grader. Faktorer som påverkar berggrundens värmegivande egenskaper är, grundvattnets rörelse samt typ och konsistens av berggrund. I Finland har bergvärme blivit ett mycket mer vanligt uppvärmningssätt och idag har vi ungefär 50 000 hushåll som använder sig av bergvärme. [13]

2.2.2 Bergvärmesystem

Ett bergvärmesystem består av ett eller flera borrhål, som är cirka 150-200 meter djupa i berggrunden och har en diameter på 115-165 mm [13]. Hålet är delvis fyllt med

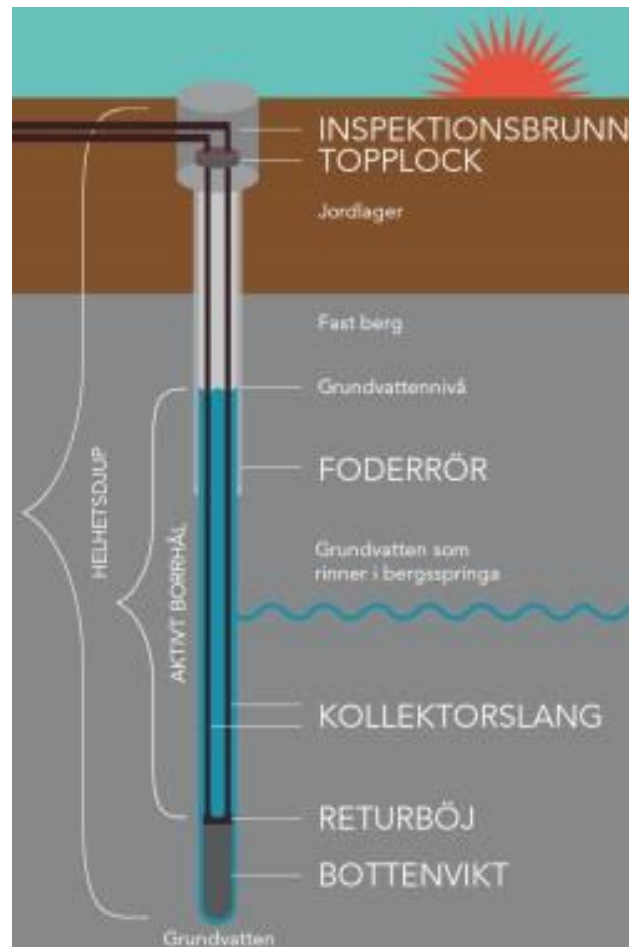
grundvatten, se figur 8. I hålet lägger man en kollektorslang som fylls med en vätska, i detta fall en vatten etanol blandning som har en bra värmeledningsförmåga och samtidigt inte fryser till is. I röret cirkulerar vätskan och hämtar uppvärmd vätska ur borrhålet till värmepumpen. Värmepumpen utviner värmen ur vätskan genom energisnål kompressorteknik och distribuerar värmen vidare till värme- eller varmvattensystemet i huset. [14]



Figur 7. Kylkretsens funktion innuti en värmepump. [15]

I figur 7 ovanför visas funktionen av en värmepump. Punkt 1 är kollektorslingan som har en vattenetanol blandning i sig som hämtar upp värmeenergi från energibrunnen. I punkt 2 finns förångaren, där det iskalla köldmediet, som kommer från punkt 5, värms upp några grader och förångas medan vattenetanol lösningen kyls ner och åter igen cirkulerar ner i energibrunnen för att värmas upp. Efter det fortsätter det förångade mediet till punkt 3 där kompressorn ökar trycket, vilket gör en höjning i temperaturen. I punkt 4 finns en kondensor där värmen från det heta köldmediet överförs till husets värmesystem och då sjunker temperaturen i köldmediet igen och mediet övergår till vätskeform. Cirkulationen i systemet gör att köldmediet fortsätter till punkt 5 där expansion ventilen sänker trycket tillbaka, vilket gör att temperaturen sjunker och

kölmedlet blir iskallt. Processen upprepar sig själv när köldmediet igen kommer till punkt 2. [16]



Figur 8. Energibrunnens uppbyggnad. [14]

Man mäter värmepumpens verkningsgrad i ett värde som kallas COP, ordet står för coefficient of performance. För att räkna ut verkningsgraden i en värmepump, jämför man hur många kilowatt värmepumpen genererar per förbrukad kilowatt. Man eftersträvar att uppnå ett så högt COP värde i värmepumpen som möjligt eftersom man på detta sätt producerar maximal värme, med minsta möjliga insatt el i värmepumpen. En annan intressant faktor är SCOP, vilket står för seasonal coefficient of performance. Detta är ett värde på COP över ett helt år, vilket ger en bättre bild av hur mycket värmepumpen kommer att producera. På svenska talar man om årsvärmefaktor. [17]

2.2.3 Varför bergvärme ?

Bergvärme är mycket miljövänlig och en delvis förnybar energikälla. Eftersom ingen förbränning av fossila bränslen sker, är utsläppen som orsakas av bergvärme mycket små. Miljövänligheten är inte den enda fördelen med bergvärme, utan ekonomiskt sett är den oftast mycket lönsam. Bergvärme är också mycket bekvämt, värmepumpen sköter sig själv och som individ behöver man inte hålla koll på att systemet skall fungera eller ta slut, som t.ex. olja i oljetanken. En annan sak som pratar för bergvärmen är att den är lätt att kombinera med ett annat värmesystem, som solvärme i detta examensarbete. En investering på ett bergvärmesystem i fastighet höjer också värdet på bostaden. [13]

Nackdelarna med bergvärme är dels att det krävs borrning av en energibrunn för att installera den, vilket är relativt dyrt. Det är en stor investering att borra energibrunnen och själva bergvärmesystemet är också mycket dyrare än t.ex. ett oljeuppvärmningssystem. Man behöver också få tillstånd av kommunen, eftersom man inte får borra energibrunnarna för nära varandra. Med andra ord kan det hända att en energibrunn inte är möjlig att borra vid din egna fastighet ifall många av dina grannar har en. [15]

2.2.4 Thermo Terra

Bergvärmepumpen som används i det här arbetet är av modellen en Thermo Terra och av märket Roth. Den har en effekt på 10 kW och en värmefaktor på 3,8. Den har färdig automatik som klarar av att styra ett hybridsystem, vilket inte är så vanligt i jordvärmepumpar.



Figur 9. Jordvärmepump av modellen Thermo Terra. [9]

2.3 Hybridsystem

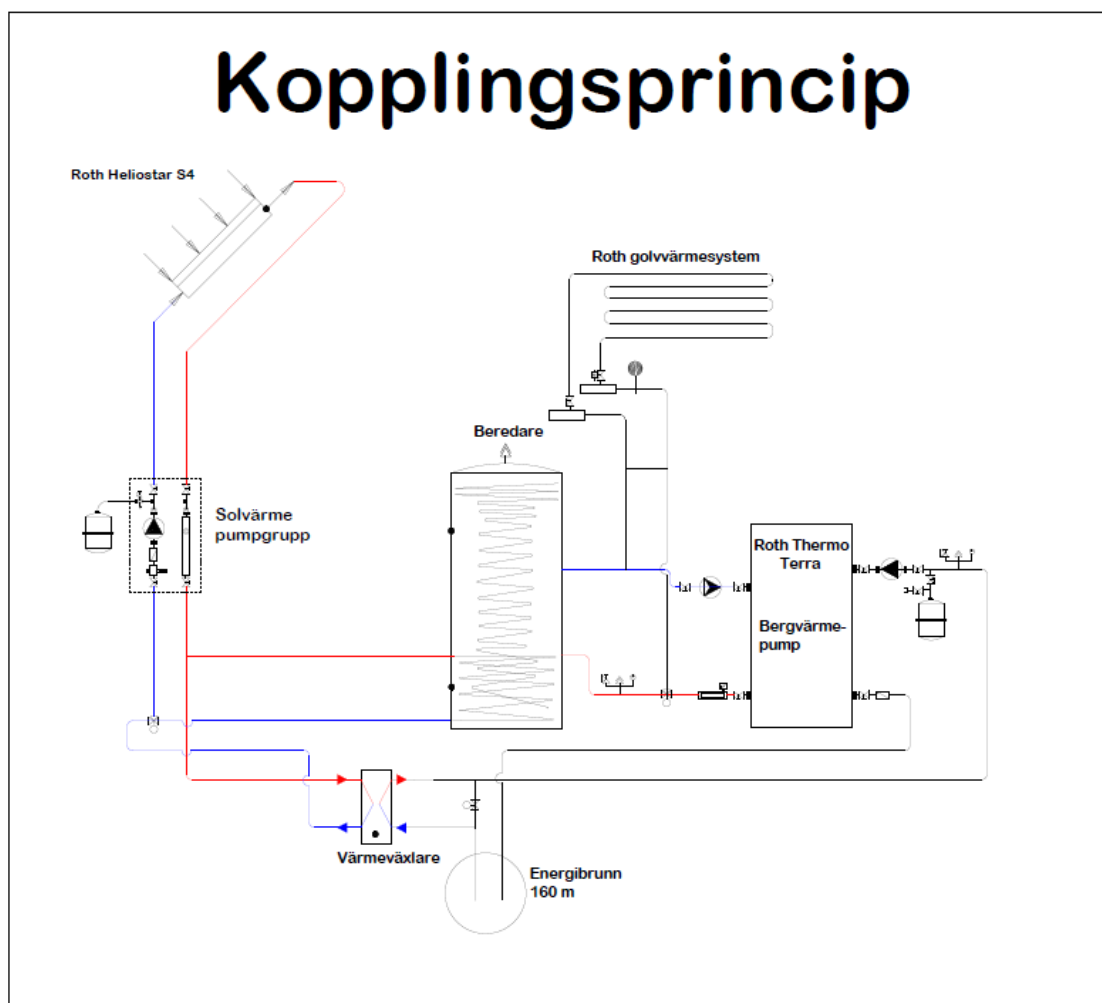
Detta kapitel är uppbyggt på samma sätt som de två senaste kapitlen, solvärme och bergvärme. Förest beskriver hybridsystemet allmänt och sedan ges för- och nackdelar med systemet. I kapitlet kommer också kretsschemat för hur systemet i fastigheten på Hölsögränd är kopplat.

2.3.1 Allmänt

Ett kombinerat uppvärmningssystem som består av både solfångare och en bergvärmepump är huvudfokus i detta examensarbete. Istället för att bara ha ett uppvärmningsätt, kombinerar man två stycken för att uppnå grönare och möjligen billigare energi. Detta är ett nytt tänkande, som uppkommit då man börjat fundera mera på naturresurserna som kommer att sitta. Genom att kombinera bergvärme med solfångare minskar man på elanvändningen som pumpen använder eftersom solfångarna också producerar energi.

2.3.2 Hybridsystem

Systemet består av ett kombinerat system av bergvärme och solfångare, deras uppbyggnad är likadant som om de vore kopplade individuellt (se kapitel 2.1 och 2.2), förutom att de i hybridsystemet är ihopkopplade, som man kan se i Figur 10, som föreställer en kopplingsprincip för hybridsystemet.



Figur 10. Kopplingsprincip för hybridsystemet.

2.3.3 Varför hybridsystem?

Genom att kombinera solfångarna och bergvärmens kan man uppnå många positiva effekter. Solfångarna kan producera användbar energi vid lägre temperaturer, genom att

när temperaturen inte räcker för att värma tanken så värms borrhålet upp. När borrhålet värms, kommer bergvärmepumpens verkningsgrad att öka vilket resulterar i mer producerad energi trots att man inte ökat på elektriciteten man tillägger till bergvärmepumpen. En annan positiv effekt som solfångarna tillför bergvärmen är att under månaderna med solvärmeproduktion behöver inte bergvärmepumpen gå, eftersom solfångarna står för uppvärmingen av tanken. Detta resulterar i att värmepumpen inte behöver starta så ofta, vilket gör att livslängden på pumpen ökar. Ifall man inte hade en solfångaranläggning, skulle värmepumpen under sommartid göra många men korta drifttider för att värma varmvattnet, detta sliter hårdare på pumpen jämfört den annars jämna driften under resten av året. [8 s.101]

Det är ganska svårt att hitta negativa aspekter med ett kombinerat schema, de enda nackdelarna är att det är dyrt att investera i systemet och att det inte går att ha ett kombinerat system på alla platser.

2.3.4 Ökad COP

Som i förra kapitlet nämnt, kommer solfångare till ett bergvärmesystem att öka på bergvärmepumpens COP men det är svårt att säga hur stor inverkan solfångarna har. En av de intressanta delarna i ett kombinerat system är, om det är planerat så, om det för stunden behövs någon energi, ska energi gå till energibrunnen när solfångarna producerar energi. Detta leder till att man kan öka temperaturen i vätskan som kommer från energibrunnen och som ger en ökning i COP för bergvärmepumpen. Man har inte gjort många studier om detta, eftersom det är ett ganska nytt tänkande. Jag kommer att gå lite djupare in på detta i kapitel 5.4.1.

3 BESKRIVNING AV FASTIGHETEN OCH VÄRMESYSTEMET

Fastigheten som undersöks i det här examensarbetet är ett egnahemshus beläget i Raseborg i södra Finland. Huset är byggt på 1920-talet och i hushållet bor en familj på fyra personer. Som uppvärmningssystem hade man en oljepanna som stod för hela uppvärmningen för fastigheten, men man ville övergå till ett mer miljövänligt alternativ och tog därför kontakt till Roth Finland Ab för att göra en uppdatering av värmesystemet. Fastigheten har nu blivit nyrenoverad och man har investerat i två värmesystem, bergvärme och solfångare som värmer huset. Som bergvärmepump har man en Thermo Therra och solfångarna består av fyra stycken Heliostar S4 som totalt har en yta på 10,08 m². Jag undersöker i den här studien vilket värmesystem som skulle varit det bästa alternativet att installera i fastigheten. För att ta reda på hur stor värmebehovet i fastigheten är, kan man räkna ut det från oljeanvändningen eftersom man vet totala konsumtionen av olja under ett år.

Den totala konsumtionen för olja under ett år är cirka 3000 liter. När man vet den totala konsumtionen i liter olja under ett år kan man räkna ut fastighetens årliga energibehov i nettoenergiebehov genom följande formel.

$$Q = m \cdot \rho \cdot \eta \cdot H_i$$

$$3 \text{ m}^3 \cdot 800 \text{ kg / m}^3 \cdot 0,75 \cdot 43 \text{ 000 kJ / kg} = 77 \text{ 400 000 kJ}$$

Q = årligt energibehov

m = massa

ρ = densitet

η = verkningsgrad för oljepannan

H_i = effektivt värmevärde

77 400 000 kJ konverterat till kilowatt timmar blir 21 500 kWh. För att räkna ut hur stor del av totala energibehovet varmvattenuppvärmningen står för, har följande uträkningar används. Normal varmvattenanvändning för en person under en dag

uppskattas vara 40 l, i fastigheten bor 4 stycken vilket betyder 160 l/dag, som på ett år är 58,4 kubik [18]. För att värma upp 58,4 kubik vatten krävs det 3 387 kWh.

4 METOD

I det här examensarbetet undersöker jag vilket värmesystem som är mer lönsamt i fastighet, genom att göra beräkningar i Excel på de olika systemen. Jag räknar ut hur stor en investering blir för ett uppvärmningssystem och hur mycket enhetspriset för nettoenergin blir under en given tidsperiod och jämför de olika systemen med varandra. Jag går också djupare in på för- och nackdelar med de olika systemen under denna period.

En aspekt som påverkar valet man gör av värmesystem, är de löpande kostnaderna. De löpande kostnaderna som uppstår är t.ex. köp av olja, elektricitet, samt underhåll för värmesystemet. För att få veta de totala kostnaderna som uppstår till ett värmesystem måste man ta i beaktande investeringskostnaderna vid köpet och de löpande kostnaderna som uppstår.

$$\text{Investering} + (\text{löpande kostnader} \cdot \text{tid}(\text{år})) = \text{Total kostnad}$$

För att kunna räkna ut hur mycket energin kostar, i olika uppvärmningssystem måste man veta investeringen, löpande kostnader, samt nettoenergibehovet. Ett nettoenergipris för energin för en given tidsperiod kan räknas enligt formeln nedan.

$$\frac{(\text{Investering} (\text{€}) + (\text{löpande kostnader} (\text{€}) \cdot \text{tid}(\text{år})))}{(\text{årlig nettoenergi}(\text{kWh})) \cdot \text{tid}(\text{år})} = \text{€/kWh}$$

5 KOSTNADSKALKYL

I kostnadskalkyl kommer jag att jämföra kostnader som uppstår för de olika systemen, baserade på Excel tabellen, som finns i bilaga 4. Priset som används är enligt Roth Finland Ab:s priser. Investeringskostnaderna består av både materialet och arbetet för installationen, vilket i kapitlet med bergvärmerna också består av borrkostnaderna för

energibrunnen. De årliga driftkostnaderna består av underhållsnadskostnader samt den olja eller elektricitet som krävs för att hålla systemet i gång, se bilaga 4.

5.1 Oljepanna

En möjlighet för fastigheten var att behålla den gamla oljepannan som redan fanns i huset och genom detta inte göra någon ny investering i ett nytt värmesystem. Som redan nämnt använde fastigheten 3 000 liter olja under ett år. Fastigheten hade en oljetank som rymde 3 000 liter, jag räknar med att man en gång i året fyller den. I uträkningarna nedan har använts ett medeltal på oljepriset för år 2018 för tiden 01.01-15.04 från konsumentensprisföljningen, eftersom priset då låg på ett medelpris, som det har gjort de senaste åren. Det skulle vara svårt att göra en uppskattning av vad oljepriset kommer att vara om fem, tio, femton år, i detta arbete används ett oljepris som är 0,946 €/l [19].

Tabell 1. Kostnader för oljevärme.

Årliga driftkostnader	2 988 €				
Investeringskostnad	0 €				
Livslängd	30 år				

År	5	10	15	20	25
Totala kostnader	14 940 €	29 880€	44 820 €	59 760 €	74 700 €
€/ kWh	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139

För att kunna räkna ut hur mycket det årliga nettoenergi priset är med oljeanvändningen, använder man liter priset för olja och löpande kostnader per år. Eftersom man inte gör någon investering, har man en linjär linje som motsvara nettoenergi priset, se figur 12. Och den ända varierande faktoren är oljepriset. Förväntad livslängd på en oljepanna är 30 år men oljepanna har redan funnits i fastigheten i 15 år så man måste ta i beaktande att oljepannan antagligen kommer att behövas ersättas med en ny motsvarande under en tidsperiod på 15 år. Ifall man ersätter den nuvarande med en ny, skulle investeringen ligga kring 3 000 €, och det skulle göra en ökning i nettoenergi priset från 0,139 till 0,145 på ett tjugofem års perspektiv, se bilaga 4.

5.2 Oljepanna med solfångare

Genom att behålla den gamla oljepannan och göra en tilläggsinvestering på ett solvärmesystem, skulle man minska på oljeförbrukningen under ett år. Detta är ett mer miljövänligt alternativ eftersom man nu producerar en del av energin för fastigheten genom förnybar energi. Solfångarna står för en energiproduktion på 3 143 kWh per år, som är simulerat med programmet T-sol och simuleringarna finns som bilaga 1-3. En investering på ett nytt solvärmesystem betyder att de årliga kostnaderna fortfarande endast är beroende av oljepriset eftersom solfångarnas löpande kostnader är så små att de inte behöver beaktas.

Tabell 2. Kostnader för oljevärme med solfångare.

Årliga driftkostnader	2 573 €
Investeringskostnader	14 813 €
Livslängd på oljepanna	30 år
Livslängd på solfångare	30 år

År	5	10	15	20	25
Totala kostnader	27 677 €	40 540 €	53 404 €	66 267 €	79 131 €
€/kWh	0,257	0,189	0,166	0,154	0,147

Priset på den årliga nettoenergin är i detta fall igen beroende av oljepriset, men nu gjorde man en investering som bör tas i beaktande. Nu kommer det inte att vara en linjär linje utan det blir en fallande linje som visar att man med tiden sparar in och producerar billigare energi till huset se figur 12. Den förväntad livslängden på oljepannan är fortfarande den samma, 30 år, medan man kan vänta att använda för solfångarna i minst 30 år.

5.3 Bergvärmepump

I ett system där man bara har bergvärmepump som uppvärmningssystem, måste man i uträkningarna beakta investeringen för ett nytt bergvärmesystem, eftersom man skulle avskaffa den gamla oljepannan. En annan sak som man bör beakta är att en bergvärmepump behöver el för att producera energi. Om man jämför de två tidigare möjligheterna är en bergvärmepump det mest miljövänliga alternativet. Elektriciteten som pumpen använder kan man välja att köpa producerad av förnybar energi vilket gör detta till ett väldigt naturvänligt alternativ.

Bergvärmepumpens värmefaktor är som i kapitel 2.2.4 nämnt till 3,8. I uträkningarna under har använts ett medeltal för elpriset för småhus, under hela året 2017. Elpriset är direkt relaterat till årstiderna, det skulle alltså vara missledande att göra uträkningar från början av året 2018 som gjordes med oljan. Istället används i uträkningarna ett medelpris från år 2017 då elpriset var 0,1317 €/kWh, som är uträknat från energimyndigheternas uppgifter [20].

Tabell 3. Kostnader för Bergvärme.

Årliga driftkostnader	765 €
Investeringskostnader	22 310 €
Livslängd	15-20 år

År	5	10	15	20	25
Totala kostnader	26 136 €	29 961 €	33 787 €	37 613 €	41 439 €
€/kWh	0,243	0,139	0,105	0,087	0,077

Lika som i kapitlet 5.2 gör man nu en stor investering i början, vilket betyder att kapitalet man sätter ut är högt medan man under en längre tidsperiod kommer att spara in pengarna man investerat. Nettoenergi priset i detta fall är endast beroende av priset på elektricitet, se figur 12.

5.4 Bergvärmepump med solfångare

Detta system fungerar mycket långt på samma sätt och har samma faktorer som påverkar som bergvärmepumpen. Eftersom detta hybridsystem använder både bergvärme och solvärme kostar det mera att investera i det och få det installerat. Solfångarna står för en lika stor energiproduktion som med kombinationen olja och solfångare som var 3 143 kWh per år. Men det intressanta är att ifall varmvattenkonsumtionen skulle vara högre skulle solfångarna kunna producera 6 000 kWh under ett år. Nu kommer denna överloppsenergi på cirka 2 800 kWh att övergå till energibrunnen för att nå en ökning i COP på bergvärmepumpen. Detta uppvärmningsätt är det mest miljövänliga alternativet av alla fyra möjliga, man använder endast 4 830 kWh med elektricitet under ett år.

Tabell 4. Kostnader för hybridsystem.

Årliga driftkostnader	656 €				
Investeringskostnader	32 420 €				
Livslängd på värmepump	15-20 år				
Livslängd på solfångare	30 år				

År	5	10	15	20	25
Totala kostnader	35 701 €	38 982 €	42 263 €	45 544 €	48 825 €
€/kWh	0,332	0,181	0,131	0,106	0,091

Lika som i analysen med bergvärme är det endast priset på elektricitet som påverkar årskostnaderna. I detta system är investeringen dyrast, och man kommer långsamt med åren att spara in pengarna man investerat, se figur 12.

5.4.1 Bergvärmepump med ökad COP

När energibrunnen får den överloppsenergi från solfångarna som inte kan värma upp tanken kommer man att få en ökning i bergvärmepumpens COP värde. Hur stor denna ökning är skiljer sig från olika anläggningar, i denna analys kommer jag alltså att jämföra två undersökningar som gjorts i detta. I Elisabeth Kjellsson doktoravhandling har denna kommit fram till att laddning av energibrunnen ger en ökning på 2 % i COP värdet [8 s

155]. Medan Roth Werket i Tyskland har gjort en liknande undersökning i vilken de kom fram till att man kan t.o.m. kan uppnå en ökning i COP i så mycket som 25 % [12].

I tabellen nedanför kommer jag att göra en uppskattning hur en ökning i COP skulle inverkar på totala kostnaderna, nettoenergi priset, samt med hur mycket de löpande kostnaderna skulle sjunka under en tidsperiod på 15 år. Eftersom undersökningen mellan dessa två varierar så pass mycket, använder jag mig av några utvalda värden. Investeringskostnaderna och löpande kostnaderna ändrar inte utan hålls samma eftersom det fortfarande är samma hybridssystem.

Tabell 5. COP ökningen i bergvärmepumpen, inverkan på 15 år.

Ökning i COP	Totala kostnader	kWh / €	Årskostnader
2,5 %	42 030	0,130	- 15 €
5 %	41 809	0,130	- 30 €
10 %	41 396	0,128	- 60 €
20 %	40 673	0,126	- 106 €

Som man i tabellen kan avläsa är en ökning i COP med under 5 % knappt märkbar. Med en ökning på 10 %, kommer nettoenergi priset ner med 2 cent och man gör små besparingar under en tidsperiod på 15 år i årskostnaderna. Om man däremot ser på 20 %, kan man konstatera att ökningen i COP klart har en märkbar förändring och man kommer uppskattningsvis att spara 1 590 € på 15 år.

6 DISKUSSION OCH SLUTSATSER

I följande kapitel jämför jag dessa olika uppvärmningssätt med varandra och kommer fram till slutsatser utifrån uträkningarna i kostnadskalkyldelen. Resultatet på vilket uppvärmningssätt som är mest ekonomiskt samt mest miljövänligt kommer att framgå. Eftersom fastigheten hade ett uppvärmningssystem av olja, är det intressanta att jämföra

dessa olika resultat kontra oljan. Oljan kommer att användas som referenspunkt i följande kapitel, detsamma gäller alla index där oljan är index 1.

Tabell 6. Infotabell över investering-, löpandekostnader och indexet.

Uppvärmningsätt	Investering	Årskostnader	Förväntad livslängd
Olja	0	2 838	30
Olja + solfångare	14 813	2 423	30
Bergvärme	22 310	590	15
Hybridsystem	32 420	504	15 (för bergvärmerna)

6.1 Återbetalningstid

När man investerar i ett uppvärmningssystem vill man veta återbetalningstiden och om hur många år börjar man göra vinst på systemet. Detta kommer att framgå i Tabell 8, där man kan avläsa när de olika systemen blir ekonomiskt lönsamma. Oljan är det system som man jämför de olika systemen med.

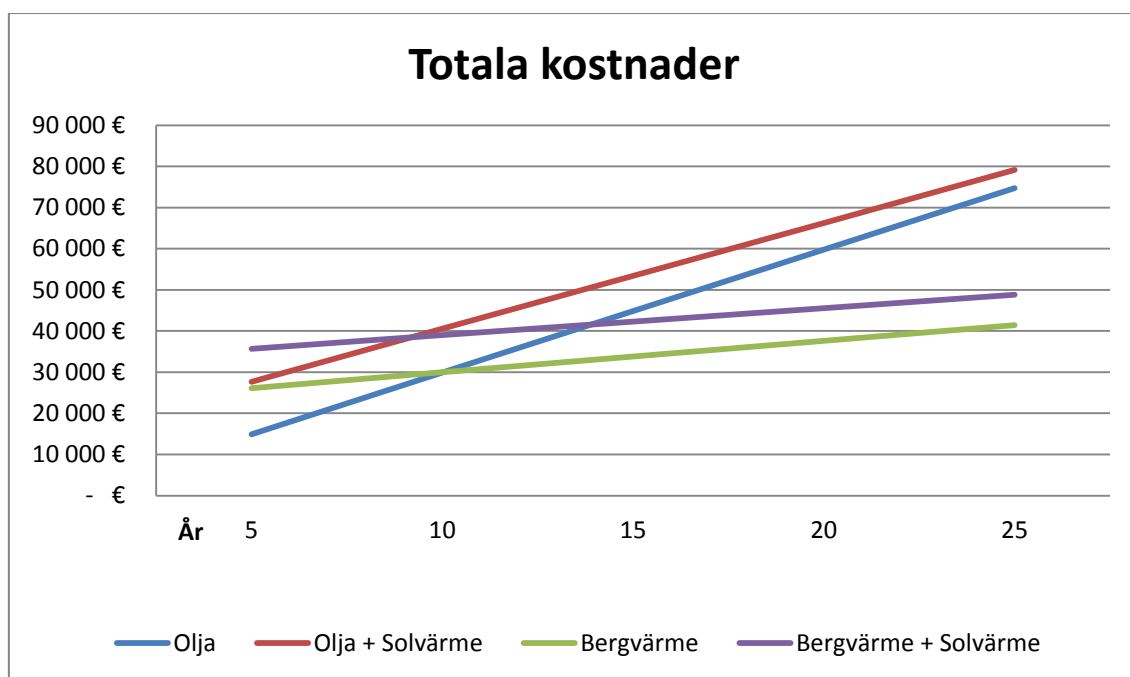
Tabell 7. Återbetalningstid

Uppvärmningsätt	Kostnad	Index	10	15	20	25				
Olja	14 940 €	1,00	29 880 €	1,00	44 820 €	1,00	59 760 €	1,00	74 700 €	1,00
Olja + Sol	-12 737 €	1,85	-10 660 €	1,36	-8 584 €	1,19	-6 507 €	1,11	-4 431 €	1,06
Bergvärme	-11 196 €	1,75	- 81 €	1,00	11 033 €	0,75	22 147 €	0,63	33 261 €	0,55
Hybridsystem	-20 761 €	2,39	-9 102 €	1,30	2 557 €	0,94	14 216 €	0,76	25 876 €	0,65

I tabellen kan man se att bergvärmerna redan på 10 år har betalat in investeringskostnaderna och efter det börjar man spara. För hybridsystemet har investeringen betalat in sig själv på 14 år, medan man kan avläsa att olja med solfångare inte på en 25 års tidsperiod blir mer lönsam än oljan. I denna tabell har man inte tagit i

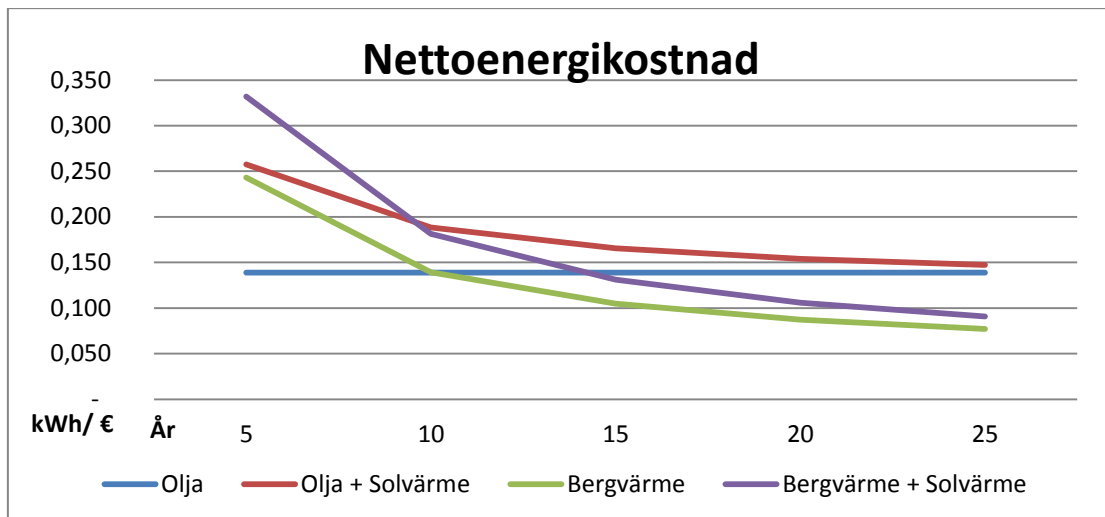
beaktande att pumpen kan gå sönder efter 15 år, utan man kan se hur stora skillnader det blir ifall de olika systemen håller, upp till 25 år.

I figur 11 kan man avläsa hur de olika uppvärmningssättens linjer blir jämfört med åren som går. I grafen ser vi att systemen med olja som grund har en låg investeringskostnad, men en hög driftkostnad. Motsatt har systemen med bergvärme en hög investeringskostnad, men en låg driftkostnad. Resultatet blir att oljesystemen över tid blir en allt sämre ekonomisk investering.



Figur 11. Totala kostnader som uppstår för systemen.

I figur 12 nedanför har vi en likadan princip, till skillnad att det i den framgår hur nettoenergins pris blir jämfört med åren som går. Oljan är hela tiden beroende av oljepriset, vilket gör att den är en rak linje. De alla andra uppvärmningssätten har fallande linjer eftersom man gjorde en investering i början och sedan sparar pengar på detta sätt jämfört med oljan.



Figur 12. Nettoenergins pris.

6.2 Jämförelse

I detta avsnitt finns två tabeller, i vilka en tidsperiod på 15 och 30 år jämförs och lönsamhet samt miljöpåverkan kommenteras, senare i kapitlet kommer det också att behandlas denna ökning i COP och hur den möjligen skulle påverka hybridssystemet för att bli en lönsammare lösning.

Tabell 8. Totala kostnader, nettoenergin pris och indexet på en tidsperiod på 15 år.

System	Tot kost./15 år	kWh / €	Index
Olja	44 820	0,139	1,00
Olja + solfångare	53 404	0,166	1,19
Bergvärme	33 787	0,105	0,75
Hybridsystem	42 263	0,131	0,94

I tabellen framgår det att bergvärmens är det lönsammaste systemet, som är nästan 10 000 € billigare än den nästlönsammaste som är hybridssystemet följt av oljan. Olja med solfångare är dyrast. Bergvärmens är 25 % billigare än oljan på en period på 15 år.

Tabell 9. Totala kostnader, nettoenergin pris och indexet på en tidsperiod på 30 år.

Totala kostnader	30 år	kWh / €	Index
Olja	92 640	0,143	1,00
Olja + solfångare	91 995	0,142	0,99
Bergvärme	55 454	0,086	0,59
Hybridsystem	62 296	0,096	0,67

I tabell 12 har man kollat på en 30 års period, där man beaktat att bergvärmepumpen skall hålla i endast 15 år, så den har en gång ersatts med en ny. Kostnaden för detta byte har uppskattats med nuvarande priser till cirka 10 000 €. Oljepannan är också en gång utbytt till en ny (3 000€) medan man räknat med att solfångarna håller genom hela tidsperioden. I denna tabell kan man avläsa hur stor skillnad det blir på denna tidsperiod. Bergvärmes är 41 % billigare, medan hybridsystemet blir 33 % billigare än oljeanvändningen, redan ur en ekonomisk synvinkel är dessa två betydligt bättre alternativ. Det som är intressant att avläsa är att också olja med solfångare är lite billigare än oljeanvändningen.

Som redan tidigare konstaterat, kan man uppskatta att det kommer att ske en ökning i bergvärmepumpens COP-värde, i följande tabell kommer det att uppskattas hur en sådan ökning skulle inverka på en tidsperiod på 30 år. Eftersom en 2,5-5 % ökning i COP inte hade en märkbar skillnad på 15 år väljer jag att inte ta dessa med i jämförelsen på 30 år.

Tabell 10. COP ökningen i bergvärmepumpen, inverkan på 30 år.

Ökning i COP	Totala kostnader/ 30 år	kWh / €	Index
10 %	60 652	0,094	- 0,65
20 %	59 116	0,091	- 0,64

Hybridsystemet blir inte ekonomiskt mer lönsamt än bergvärme fast man räknar med en ökning i COP värdet, men livslängden på hybridsystemet kommer antagligen att vara längre än för bergvärmesystemet. Eftersom under alla sommar månader går bergvärmepumpen knappt, vilket kommer att ge en längre livslängd för systemet. Det är

dock mycket svårt att uppskatta hur mycket detta inverkar, men det kommer att ha en inverkan.

6.3 Miljöpåverkan

Som redan nämnt är bergvärme och hybridsystemet mycket mer miljövänliga, så sett från ett miljöperspektiv är alla tre system bättre lösningar än enbart oljeanvändning. Familjen som bor i fastigheten är mycket miljömedvetna och en av orsakerna till att de ville investera i ett hybridsystem var att det har en liten miljöpåverkan på naturen. Elektriciteten som man idag köper till bergvärmepumpen i fastigheten är förnybar och är producerad av vattenkraft. Från energiproducenten Vattenfall har jag fått informationen hur mycket CO₂ utsläpp vattenkraft producerar, som man kan avläsa i tabellen nedan [21]. I tabellen jämförs CO₂ utsläppen för de fyra olika systemen som används i detta examensarbete

Tabell 11. CO₂ utsläpp.

System	g CO ₂ / kWh	kWh/ år	kg CO ₂ utsläpp/ år
Olja	267	21 500	5 740
Olja + solfångare	267	18 354	4 900
Bergvärme	60	5 657	56
Hybridsystem	60	4 830	48

Skillnaden på utsläppsvärdena är mycket stora, när man gör en jämförelse mellan de olika uppvärmningssystem med oljan. Genom att tillägga solfångare till oljesystemet får man ner på utsläppen med 15 %, medan när man har bergvärme eller hybridsystemet har över 100 gånger mindre CO₂ utsläpp. För att förstå hur enorm skillnad det är kan man gemföra att år 2014 hade man i Finland 8 660 kg/ CO₂-utsläpp/ år per individ. Så ifall denna fastighets individer idag har 12 kg/ CO₂-utsläpp/ år per person från värmesystemet jämfört med då de hade oljeanvändning då samma värde låg på 1 435 kg/ CO₂-utsläpp per person, kan man föreställa sig hur stor inverkan det skulle ha på Finlands CO₂ utsläpp ifall man skulle ersätta oljeuppvärmningssystem med hybridsystem. [22]

6.4 Slutsatser

Att fastigheten övergick från oljeuppvärmning till ett hybridsystem kan man sammanfatta att är både ekonomiskt och miljövänligt ett bättre alternativ. Ett hybridsystem har en återbetalningstid på 14 år, dvs. efter 14 år börjar man spara pengar om man jämför med oljan. På 30 år kan man spara cirka 30 000 €, redan med denna stora ekonomiska lönsamhet skulle man kunna konstatera bytet är lönsamt. Bortsett från den ekonomiska lönsamheten, har man en ännu större faktor som talar för hybridsystemet och det är miljöpåverkan, där hybridsystemet har en mycket mindre klimateffekter på naturen genom koldioxidutsläpp än vad oljan har.

Genom att installera solfångare på taket fick man 15 % av nettoenergiebehovet för ett år producerat, det är en ganska liten del, men bevisar att man kan producera solvärme på våra breddgrader. Ifall fastigheten skulle ha haft ett större varmvattenbehov under sommartid, skulle denna procent ha kunna uppnått nästan 30 % av nettoenergiebehovet under ett år.

Genom att föra överloppsenergin som solfångarna sommartid producerar, till energibrunnen, för att uppnå ett ökat COP i bergvärmepumpen, är möjligt, men det är svårt att uppskatta hur stor inverkan det i verkligheten har. Man kan konstatera att en ökning i COP kommer att uppnås, men hur stor denna ökning kommer att bli återstår att se.

En klar slutsats är att en hybridlösning är mycket bättre än att ha oljeuppvärmning. Oljeuppvärmning med solfångare är också bättre än endast oljeuppvärmning under en 30 års tid. Om man sedan jämför bergvärme med en hybridlösning, är bergvärme det bästa alternativet ur en ekonomisk synvinkel men hybridlösningen är ur ett miljöperspektiv.

KÄLLOR

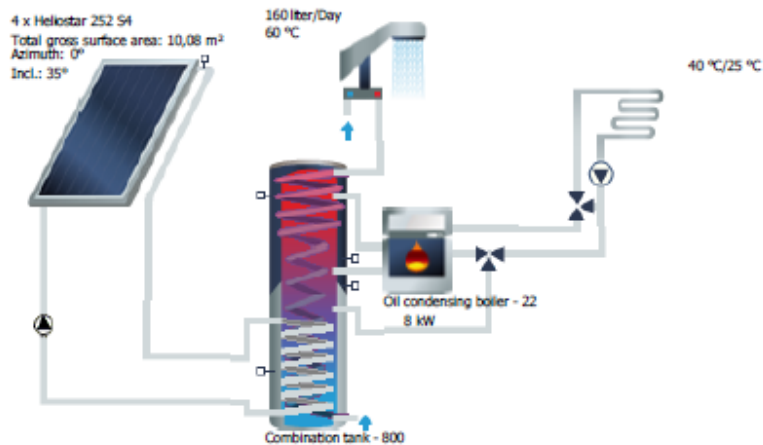
1. Ahtokivi, I. 2018. *jos kaikki eläisivät kuin suomalaiset, tarvittaisiin 3,6 maapalloa*. Tillgänglig: <https://www.verkkouutiset.fi/jos-kaikki-elaisivat-kuin-suomalaiset-tarvittaisiin-36-maapalloa/> Hämtad: 20.4.2018
2. Theodore, L., Ricci, F. & Vanliver, T. 2009. *Thermodynamics for the practicing engineer*. Hoboken: Wiley, 414 s.
3. Europeiska Unionen 2014. *Klimatåtgärder*. Tillgänglig: https://europa.eu/european-union/topics/climate-action_sv Hämtad: 24.4.2018.
4. Brown, L. 2015. *Earth Policy Institute*. Tillgänglig: <https://www.alternet.org/environment/sunlight-striking-earths-surface-just-one-hour-delivers-enough-energy-power-world> Hämtad: 14.3.2018.
5. Andrén, L. 2001. *Solenergi, praktiska tillämpningar i bebyggelse*. Stockholm: Ab Svensk Byggtjänst. 166 s.
6. Motiva 2018. *Aurinkolämmön passiivinen hyödyntäminen*. Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampoon_passiivinen_hyodyntaminen Hämtad: 17.3.2018
7. Motiva 2018. *Aurinkolämpöjärjestelmät*. Tillgänglig: https://www.motiva.fi/ratkaisut/uusiutuva_energia/aurinkolampo/aurinkolampojen_jarjestelmat Hämtad: 17.3.2018
8. Kjellson, E. 2004. *Solvärme i bostäder med analys av kombinationen solfångare och bergvärmepump*. Tillgänglig: <http://www.byfy.lth.se/fileadmin/byfy/files/TVBH-3000pdf/EK-3047.pdf> Hämtad: 12.2.2018
9. Energysage. 2018. *What are the best solar panels on the Market? The complete ranking*. Tillgänglig: <https://news.energysage.com/best-solar-panels-complete-ranking/> Hämtad: 21.5.2018
10. Svensk solenergi 2016. *Solvärme*. Tillgänglig: <https://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/fragor-och-svar/solvaerme-nackdelar> Hämtad: 19.3.2018
11. Ympäristöenergia. *Aurinkokeräin*. Tillgänglig: https://www.energiakauppa.com/epages/energiakauppa.sf/fi_FI?Path=/Shops/2014082005/Categories/Aurinkolaempoe/Aurinkokeraein Hämtad: 14.4.2018

12. Roth Finland Ab
13. Rototec Ab. *Bergvärme*. Tillgänglig: <https://www.geodrill.fi/sv/bergvarme/>
Hämtad: 6.5.2018
14. Thermia. *Bergvärme*. Tillgänglig: <http://www.thermia.se/bergvarme-jordvarme/bergvarme/hur-fungerar-bergvarme/> Hämtad: 14.03.2018.
15. Thermia. *Inuti en värmepump*. Tillgänglig: <http://www.thermia.se/varmepump-kunskap/hur-fungerar-en-varmepump/inuti-en-varmepump/> Hämtad: 14.03.2018.
16. Boles, M., & Cengel, Y. 2014. *An engineering Approach*. New York: McGraw-Hill Education. 992 s.
17. Green match. 2014. *Vad säger värdet för COP om värmepumpen?*. Tillgänglig: <https://www.greenmatch.se/blogg/2014/08/vad-saeger-vaerdet-foer-cop-om-varmepumpen> Hämtad: 6.5.2018
18. Motiva. 2018. *Vedenkulutus taloyhtiössä*.
https://www.motiva.fi/koti_ja_asuminen/taloyhtiot/energiaeksperttitoiminta/tietoa_energian-ja_vedenkulutuksesta/vedenkulutus_taloyhtiossa Hämtad: 18.4.2018
19. Ölly & Bia polttoaineala. 2018. *Öllytuotteiden kuluttajahintaseuranta*.
Tillgänglig: <http://www.oil.fi/fi/tilastot-1-hinnat-ja-verot/11-oljytuotteiden-kuluttajahintaseuranta> Hämtad: 24.4.2018
20. Energiavirasto. 2018. *Sähköns toimitusvelvollisuus- ja siirtohintojen kehitys*.
Tillgänglig: <https://www.energiavirasto.fi/sahkon-hintatilastot> Hämtad: 24.4.2018
21. Vattenfall. 2017. *Elens ursprung och miljöpåverkan*. Tillgänglig: <https://www.vattenfall.se/elavtal/energikallor/elens-ursprung/> Hämtad: 8.5.2018

22. Globalis. 2014. *Hiilidioksidipäästöt asukasta kohden*, Tillgänglig: <http://www.globalis.fi/Tilastot/CO2-paeaestoet-per-asukas> Hämtad: 8.5.2018.
23. Solportalen. *Energi från solen*. Tillgänglig: <http://www.solportalen.fi/styled-3/styled-5/index.html> Hämtad: 20.3.2018

BILAGOR

BILAGA 1



Results of annual simulation

Installed collector power:	7,06 kW	
Installed solar surface area (gross):	10,08 m ²	
Irradiation on to collector surface (active):	10,56 MWh	1 154,65 kWh/m ²
Energy delivered by collectors:	3,88 MWh	424,46 kWh/m ²
Energy delivered by collector loop:	3 142,93 kWh	343,56 kWh/m ²
DHW heating energy supply:	3,69 MWh	
Space-heating energy supply:	16,73 MWh	
Solar contribution to DHW:	2 160,22 kWh	
Solar contribution to heating:	982,71 kWh	
Energy from auxiliary heating:	18,5 MWh	
Fuel oil savings:		388,2 l
CO2 emissions avoided:		1 032,80 kg
DHW solar fraction:		43,6 %
Total solar fraction:		14,5 %
Fractional energy savings (DIN CEN/TS 12977-2):		11,5 %
System efficiency:		29,8 %

BILAGA 2

Site data

Climate data

Location:	Helsinki-Airport
Climate data record:	Helsinki-Airport
Total annual global irradiation:	955,763 kWh/m ²
Latitude:	60,32 °
Longitude:	-24,97 °

Domestic hot water

Average daily consumption:	160 l
Desired temperature:	60 °C
Consumption profile:	Detached house (morning max)
Cold water temperature:	February:2,5 °C / August:9 °C
Circulation:	No

Space-heating

Standard building peak heating load:	9,62 kW
Standard external temperature:	-24,11 °C
Design temperatures :	40 °C/25 °C

System components

Collector loop

Manufacturer:	 Roth Werke GmbH
Type:	Heliostar 252 S4
Number:	4,00
Total gross surface area:	10,08 m ²
Total active solar surface area:	9,15 m ²
Tilt angle:	35 °
Azimuth:	0 °



Combination tank (int HX)

Manufacturer:	Standard
Type:	Combination tank - 800
Volume:	800 l

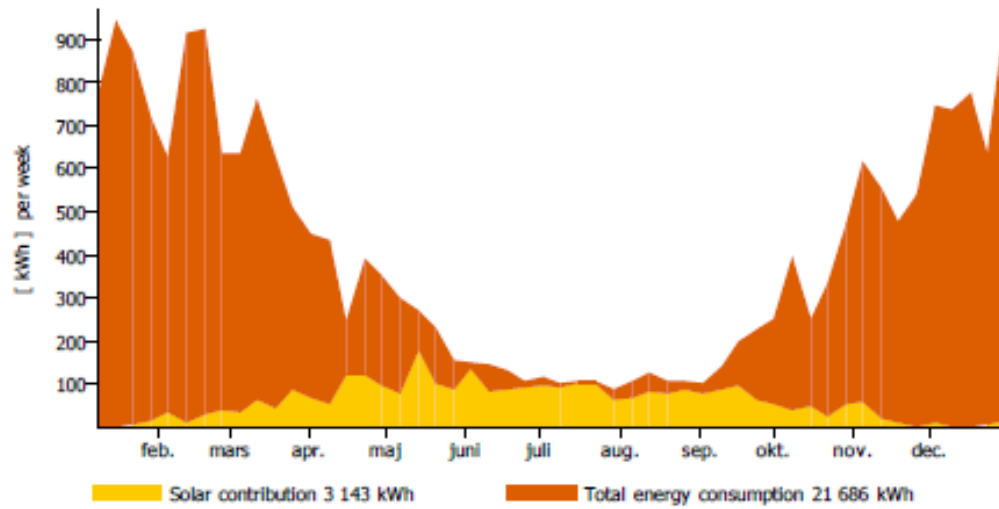
Auxiliary heating

Manufacturer:	Standard
Type:	Oil condensing boiler - 22
Nominal output:	8 kW

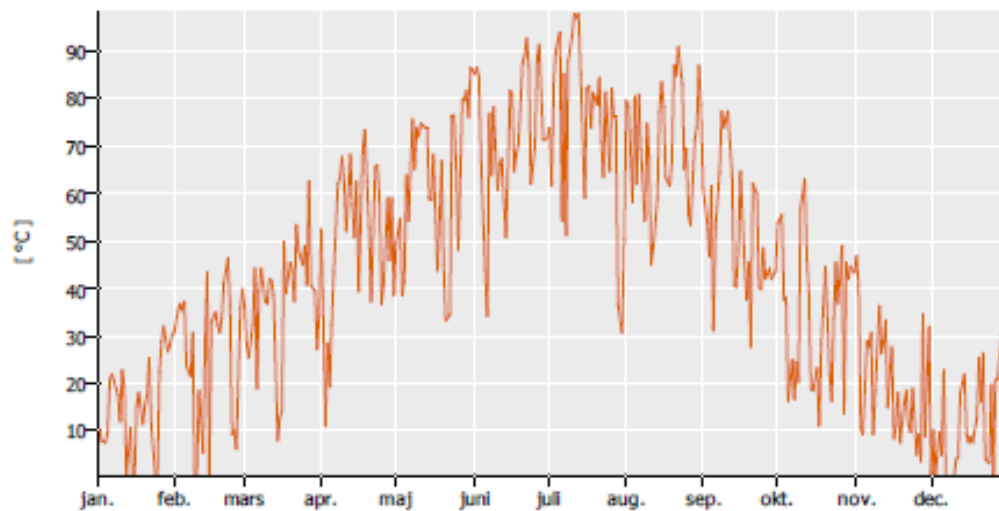
Legend

	With test report
	Solar Keymark

Solar energy consumption as percentage of total consumption



Daily maximum collector temperature



These calculations were carried out by T*SOL Pro 5.0 - the simulation program for solar thermal heating systems. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. The results are determined by a mathematical model calculation with variable time steps of up to 6 minutes. The system schematic diagram above does not represent and cannot replace a full technical drawing of the solar system.

BILAGA 4

Färdig excel - Microsoft Excel

Arkiv Start Infoga Sidlayout Formler Data Granska Visa

Calibri 11 Allmänt

Normal Bra Dålig Neutral

Autosumma Fyll Radera Sortera och filtrera Sök och markera

T23		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X		
1		Olja		Utbyte av oljepanna																							
2																											
3			Oljemängd/	oljepris	Investering	Jobb	Service/år		Oljemängd/	Investering	Jobb																
4			3000	0,946	- €	- €	150 €		3000	2 500 €	500 €																
5																											
6			Årskostnad	2 988 €																							
7			År	5	10	15	20	25	5	10	15	20	25														
8			Total kostnad:	14 940 €	29 880 €	44 820 €	59 760 €	74 700 €	17 940 €	32 880 €	47 820 €	62 760 €	77 700 €														
9			€/kWh (netto)	0,139	0,139	0,139	0,139	0,139	0,167 €	0,153 €	0,148 €	0,146 €	0,145 €														
10																											
11			Olja + solvärme																								
12			Oljemängd/	Investering	Solfångare	Jobb	Service/år																				
13			2561	14 813 €	9 813 €	5 000 €	150 €																				
14									Nettoenergibehov/ år																		
15			Årskostnad	2 573 €					21500																		
16			År	5	10	15	20	25																			
17			Total kostnad:	27 677 €	40 540 €	53 404 €	66 267 €	79 131 €																			
18			€/kWh (netto)	0,257	0,189	0,166	0,154	0,147																			
19																											
20			Bergvärme																								
21			Elpris/kWh	Investering	Pumpen	Jobb	Service/år	Borrkostnader	€/m	Djup/ m																	
22			0,1317 €	22 310 €	10 190 €	7 000 €	20 €	5 120 €	32	160																	
23			Pump Cop	3,8																							
24			Årskostnad	765 €																							
25			År	5	10	15	20	25																			
26			Total kostnad:	26 136 €	29 961 €	33 787 €	37 613 €	41 439 €																			
27			€/kWh (netto)	0,243	0,139	0,105	0,087	0,077																			
28																											
29			Bergvärme + Solvärme																								
30			Elpris/kWh	Investering	Pump+sol	Jobb	Service/år	Borrkostnader	€/m	Djup/ m																	
31			0,1317	32 420 €	17 300 €	10 000 €	20 €	5 120 €	32	160																	
32			Pump Cop	3,8																							
33			Solfångare/kWh	3143																							
34			Årskostnad	656 €																							
35			År	5	10	15	20	25																			
36			Total kostnad:	35 701 €	38 982 €	42 263 €	45 544 €	48 825 €																			
37			€/kWh (netto)	0,332	0,181	0,131	0,106	0,091																			
38																											
39																											

Blad1 Blad2 Blad3

Klar