

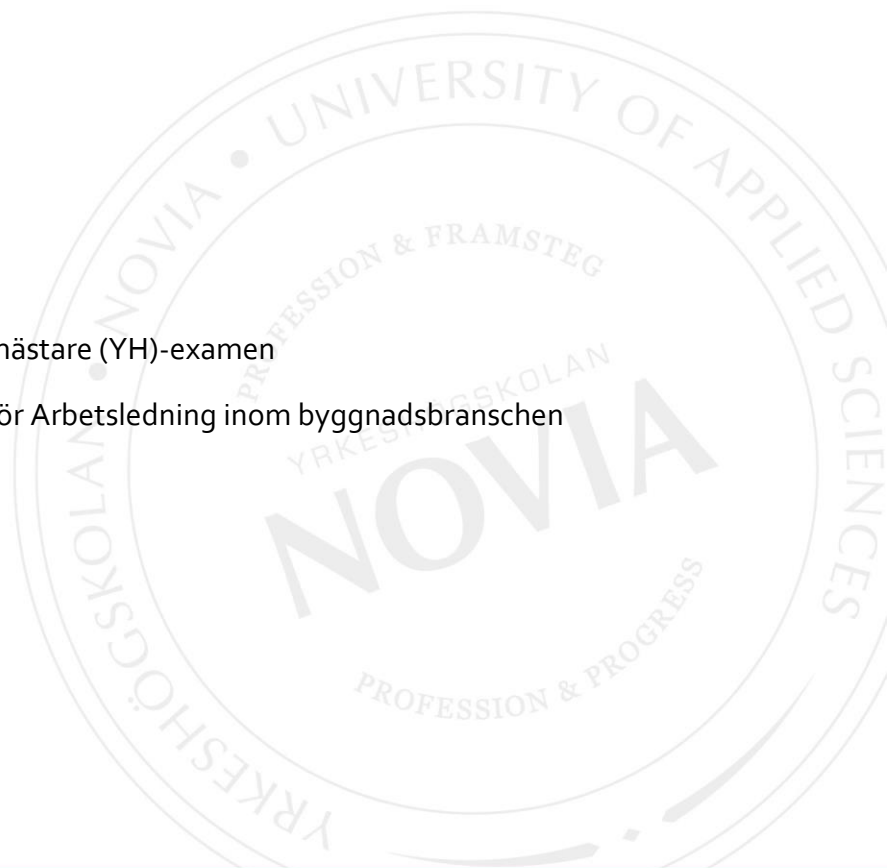
Hybridvärmesystem för småhus

Rasmus Lassas

Examensarbete för Byggmästare (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för Arbetsledning inom byggnadsbranschen

Raseborg 2016



EXAMENSARBETE

Författare: Rasmus Lassas
Utbildning och ort: Arbetsledning inom byggnadsbranschen, Raseborg
Handledare: Johan Degerlund
Titel: Hybridvärmesystem för småhus

Datum 30.11.2016 Sidantal 31 Bilagor 3

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH) -examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng. Arbetet inleds med att gå igenom Finlands energianvändning, och att se hur användningen av förnybar energi påverkar miljön.

Examensarbetet behandlar hybridvärmesystem för småhus. Syfte med arbetet är att finna ett lämpligt hybridvärmesystem till ett exempelobjekt som nu värms upp av en vedpanna. Olika värmesystems lönsamhet jämförs sinsemellan. Arbetet beskriver hur de vanligaste värmesystemen fungerar och vilka för- och nackdelar de har. Det går också in på vad man ska tänka på när man byter från hög- till lågtemperaturssystem. Kylningen av ett hus är också en sak som tas i beaktande i valet av värmesystem.

I arbetet visas det hur lönsamt det är med kompletterande värmesystem i hus med ved-, el- eller oljeuppvärmningssystem, det presenteras också återbetalningstider för dessa lösningar. Lösningen till exempelobjektet är att kombinera vedpannan med bergvärme.

Språk: Svenska Nyckelord: Hybridvärmesystem, värmepump, solfångare

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Rasmus Lassas
Koulutusohjelma ja paikkakunta: Rakennusalan työnjohto, Raasepori
Ohjaajat: Johan Degerlund

Nimike: Hybridilämmitysjärjestelmiä pientaloihin

Päivämäärä 30.11.2016

Sivumäärä 31

Liitteet 3

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) -tutkintoon kuuluva opinnäytetyö, joka on 10 opintopisteen laajuinen. Työ alkaa käymällä läpi Suomen energiankäyttöä, ja katsauksella kuinka uudistuvan energian käyttö vaikuttaa ympäristöön.

Opinnäytetyö käsittelee pientalojen hybridilämmitysjärjestelmiä. Tämän työn tarkoitus on saada hybridilämmitysjärjestelmäratkaisu esimerkkikohteeseen jossa nyt on puukattila. Erilaisten lämmitysjärjestelmien kannattavuutta vertaillaan. Työ kuvailee miten tavallisimmat lämmitysjärjestelmät toimivat ja mitkä niiden haitat ja edut ovat. Käydään myös läpi mitä pitää harkita kun vaihtaa korkea- matalalämpötilajärjestelmään. Talon viilennys otetaan myös huomioon lämpöjärjestelmän valinnassa.

Työssä osoitetaan miten kannattavia komplementaarisia lämmitysjärjestelmiä ovat taloissa joissa on puu-/sähkö-/öljylämmitysjärjestelmä ja esitetään myös näiden ratkaisujen takaisinmaksuaika. Omakotitalon ratkaisu on yhdistää puukattila ja maalämpö.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Hybridilämmitysjärjestelmä, lämpöpumppu, aurinkokeräin

BACHELOR'S THESIS

Author: Rasmus Lassas
Degree Programme: Construction Management, Raasepori
Supervisors: Johan Degerlund

Title: Hybrid heating systems for Small Houses

Date 30 November 2016 Number of pages 31 Appendices 3

Summary

This is the Degree Thesis of the Bachelor's degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS. The Thesis begins by examining the energy consumption in Finland and by exploring how the use of renewable energy affects the environment. A comparison of the profitability of different heating systems is provided.

The thesis covers hybrid heating systems for small houses. The purpose of the thesis is to find a hybrid heating system solution for an example house which now has a wood boiler. The thesis explains how the most common heating systems work and what advantages and disadvantages they have. The aspects you need to take into account when switching from a low temperature system to a high temperature system are also discussed. The cooling of a house is also taken into account when choosing a heating system.

The profitability of complementary heating systems in houses which have wood-/electricity or oil heating systems are presented. Payback times are also presented for these solutions. The solution for the example house is to combine the wood boiler with a down hole heat exchanger.

Language: Swedish

Key words: Hybrid heating systems, heat exchanger, solar thermal panel

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.1 Syfte.....	1
2. Energianvändningen i Finland.....	1
2.1 Förnybara energins miljöpåverkan.....	2
3. Allmänt om värmesystem.....	2
3.1 Värmesystem idag.....	3
4. Fördelar med hybridvärmesystem.....	4
5. Värmesystem.....	5
5.1 Värmepumpar.....	5
5.1.1 Bergvärmepump.....	6
5.1.2 Markvärmepump.....	8
5.1.3 Luft/luftvärmepump.....	9
5.1.4 Luft/vattenvärmepump.....	10
5.1.5 Frånluftsvärmepump.....	11
5.2 Solfångare.....	12
5.3 Pelletseldning.....	13
5.4 Ved- och fliseldning.....	13
5.5 Direkt el.....	14
6. Kylning.....	15
6.1 Att kyla med bergvärme.....	15
6.2 Andra kylsystem.....	15
7. Hushållsavdrag och energistöd.....	16
7.1 Energistöd.....	16
8. Val av värmedistributionssystem vid sanering.....	16
8.1 Radiatorsystem.....	17
8.1.1 Tvårorssystem.....	18

	2
8.1.2 Ettrörssystem	18
8.2 Golvvärme i trägolv	18
8.2.1 Planering av golvvärme i trägolv	19
8.3 Golvvärme i betonggolv.....	20
8.3.1 Installation	20
8.4 Fläktkonvektorer	21
9. Exempel på hybridvärmesystem	22
9.1 Olja/el + solfångare.....	22
9.2 Olja/el + luftvärmepump	23
10. Exempelobjektet	24
10.1 Alternativ.....	24
10.1.1 Solfångare	24
10.1.2 Radiatorer eller golvvärme	25
10.1.3 Luft/vattenvärmepump	26
10.1.4 Bergvärme	26
10.2 Hybridlösningen	27
11. Slutsatser	28
Intervju 1	29
Källförteckning	30
Bilagor	1

1. Inledning

1.1 Syfte

I dagsläget finns det en hel del olika centralvärmesystem eller andra maskiner som kompletterar ett centralvärmesystem, det här betyder att det finns mycket att ta i beaktande när man ska installera ett värmesystem till ett nytt eller till ett gammalt hus. I det här examensarbetet använder jag det huset jag bor i som exempelobjekt för att undersöka vilken kombination av värmesystem som ur en ekonomisk synvinkel är bäst och på samma gång kräver minst underhåll. Jag kommer också att räkna återbetalningstiden för det här systemet. Jag kommer ytterligare att undersöka lönsamheten med luftvärmepump/solfångare i hus med olika sorters värmesystem.

2. Energianvändningen i Finland

Energien som gick till uppvärmning och förbrukning till alla bostadshus i Finland år 2014 var 64 TWh. Förbrukningen var på samma nivå som året förut. För att det var en varm sommar och kall januari månad var förbrukningen på samma nivå som året innan, med en ökning på endast en halv procent. Energiförbrukningen till hushållsmaskiner sjönk med fyra procent. (Stat.fi *Asumisen energiankulutus edellisvuoden tasolla vuonna 2014, 2015*).

Till bostäder användes det 21 TWh el år 2014. Elförbrukningen sjönk med en procent när man jämför med året innan. Av elen gick 63 procent till varmvattnets- och bostäders uppvärmning, de återstående 37 procenten gick till hushållsmaskiner. Som andra och tredje mest använde man fjärrvärme och ved. (Stat.fi *Asumisen energiankulutus edellisvuoden tasolla vuonna 2014, 2015*).

Till uppvärmning av bostäder användes det 56 TWh energi år 2014. Den mest använda energikällan var fjärrvärme, som det förbrukades 18 TWh av. Näst mest var ved med 15 TWh och el 13 TWh. I förbrukningen ingår huvuduppvärmningssystemets och dess kompletterande uppvärmnings metoders energiförbrukning, här ingår varmvattenuppvärmning och bastur. (Stat.fi *Asumisen energiankulutus edellisvuoden tasolla vuonna 2014, 2015*).

År 2015 sjönk den totala energiförbrukningen med 3%. Den totala energiförbrukningen var 1301 PJ eller 361 TWh år 2015, vilket är 3% mindre än år 2014. Elförbrukningen var 1% mindre än året förut. Det rekordvarma vädret sänkte också värmeenergiförbrukningen. Av energikällorna sjönk kolets (bränsle) förbrukning med 18% och jordgasen med 16%. Energiproduktionens och förbrukningens koldioxidutsläpp sjönk med 6%. (Stat.fi *Energian kokonaiskulutus laski 3 prosenttia vuonna 2015, 2016*).

2.1 Förnybara energins miljöpåverkan

Finländare investerar årligen 400 miljoner euro i värmepumpar och orsaken är självklar. Det är en mycket bra investering. Investeringen betalar tillbaka ca. 10% per år. Det inbesparade bränslets inverkan på Finlands handelsbalans är i hundramiljonersklassen. Värmepumpsindustrin sysselsätter omkring 2000 personer och koldioxidutsläppens minskning är i megatonklass. Finland har nu kring 700.000 värmepumpar som producerar 5TWh energi per år. (Sulpu.fi *Suomessa jo 700.000 lämpöpumppua ja vuonna 2030 miljoona enemmän, 2015*).

Solfångare är också en lösning som är mycket skonsam på miljön för att den har inga utsläpp över huvud taget. Det här en sak som gör dem mycket attraktiva för folk som vill leva så ekologiskt som möjligt. Den enda belastningen som kommer från dem är tillverkningen och skrotningen.

3. Allmänt om värmesystem

Centralvärmesystem har funnits ända sedan 200-talet f.Kr då grekerna hittade på ett luftburet centralvärmesystem som kallas för Hypokaust. Hypokaust-systemet fungerade på så vis att det fanns en vedeldad ugn längst ner i huset och röken spred sig sedan via rökkanaler genom både golv och väggar. Under 1800-talet utnyttjades det också ångsystem som användes i sjukhus, industrier och hotell. I början av 1900-talet kom det vattenburna radiatorsystemet som snabbt tog över marknaden. Nuförtiden p.g.a. att tekniken utvecklades så snabbt finns det många olika värmesystem att välja på. (Wikipedia.org *Centralvärme*).

3.1 Värmesystem idag

Uudisrakennusten lämmitysjärjestelmän valinnat 2006–2014

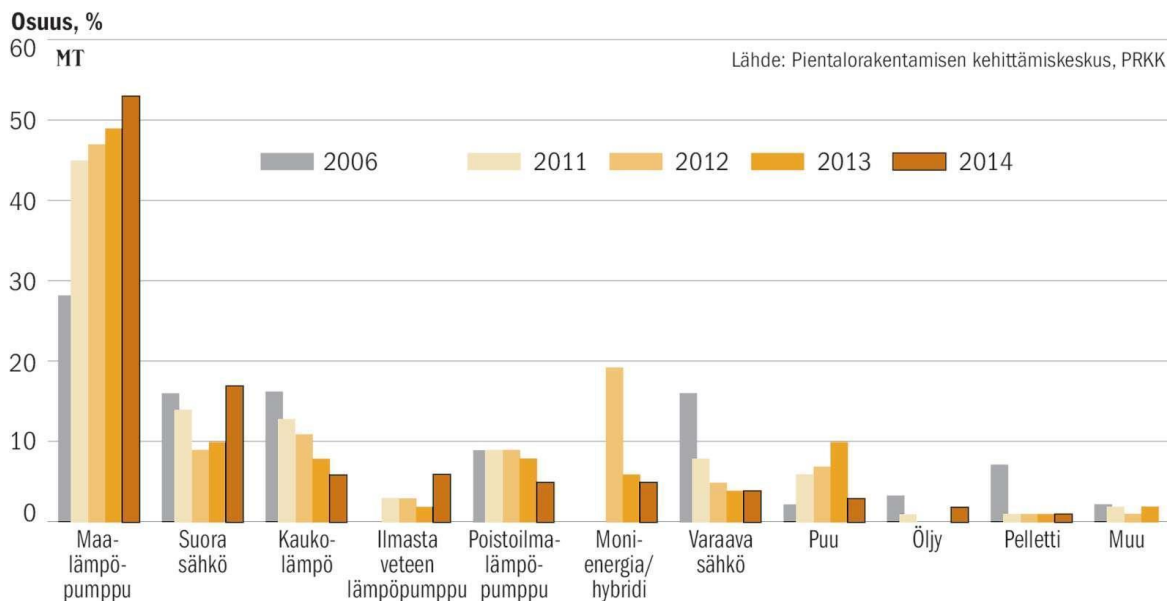


Bild 1. Val av värmesystem i nybyggen 2006-2014. (Maaseuduntulevaisuus.fi Mikä paras lämmitysmuoto – plussat, miinukset ja hinnat, 2015).

Det mest allmänna värmesystemet som installeras nuförtiden i nybyggda hus är jordvärme. Det finns många fördelar med att ha ett jordvärmesystem i sitt hus, speciellt om man jämför med t.ex. vedpanna. Med att ha en vedpanna innebär det mycket arbete med att skaffa veden, förvaring, eldning o.s.v. Vedpannor används mest på landsbygden där man eldar med så kallat egen ved vilket är lönsamt när man har ”gratis ved”. Arbete med veden kan bli tidsmässigt svårt att upprätthålla om man har en äldre och ineffektivare vedpanna. Jordvärmens är ett system som behöver mycket lite underhåll och förbrukar endast el och ingenting annat. Att installera ett så kallat bergvärmesystem där man borrar ett hål i marken till 150-200m djup kostar till ett egnahemshus 13000-15000€ (Techeat.fi). Fast systemet är dyrt i förhållande till t.ex. en luft-/vattenvärmepump är det ändå ett så effektivt system att det betalar sig snabbt tillbaks.

Oljepannor utvecklas hela tiden och blir mer effektiva men oljans pris stiger och är osäkert också hela tiden och folk vill bygga och leva mera ekologiskt. Samma gäller för direkt elvärme, elpriserna stiger sakta men säkert hela tiden och folk vill bygga värmesystem som är billigare på långsikt.

4. Fördelar med hybridvärmesystem

Gamla hus som har ett värmesystem som värmer upp skorstenen är mycket bra uttänkta för Finlands klimat. Man har en panna nere i källaren som värmer vattnet till det vattenburna värmesystemet och på samma gång värmer den upp hela skorstenen som går genom huset. På de viset får man maximal nytta av all värmeenergi. Problemet med dessa system är att det blir hett inne om man eldar i pannan på sommaren. Man kan förstås ha elmotståndet att värma vattnet under den tiden man bara behöver bruksvatten. Men om man har en vedpanna har man oftast en stor ackumulatortank på 2000-4000 liter som i vissa fall inte är väl isolerad. Så att hålla allt det här vattnet varmt under sommartid med elmotståndet betyder att det kommer att gå mycket el åt.

Alternativet skulle vara att installera en mindre varmvattenberedare på 200-300 liter som innehåller endast bruksvatten och värma den med elmotståndet sommartid. Men den nya tankens kostnader skulle vara för höga för att man skulle kunna räkna med några besparingar. En stor del av alla dessa gamla värmesystem börjar bli föråldrade och folk vill byta sina ved-/oljepannor m.m. mot system som kräver mindre underhåll, är billiga i drift och är miljövänligare.

Så man börjar fundera på de olika alternativen som berg-/markvärme och andra värmepumpar och solfångare. Det som är svårt med att välja vilket system som passar för ens eget hus och livsstil är att alla hus har olika egenskaper antingen på själva konstruktionen, planlösningen, markförhållanden eller terrängen. Fördelen med hybridvärmesystem är att man får de goda egenskaperna av flera värmesystem och man eliminerar en del av nackdelarna så att man får ett värmesystem som fungerar väldigt bra med låga brukskostnader och bra boendetrivsel. Jag visar några exempel hur vissa kombinationer av hybridvärmesystem fungerar och hur stora besparingar det i teorin blir.

Det börjar bli mer allmänt att man installerar en frånluftsvärmepump i nybyggen för att man får både värme och ventilation med en maskin. Husen som lämpar sig bäst är de som har stor luftmängd jämfört med energibehovet d.v.s. lågenergihus. Frånluftsvärmepumpen behöver för det mesta ett kompletterande värmesystem för att klara av husets effektbehov.

5. Värmesystem

5.1 Värmepumpar

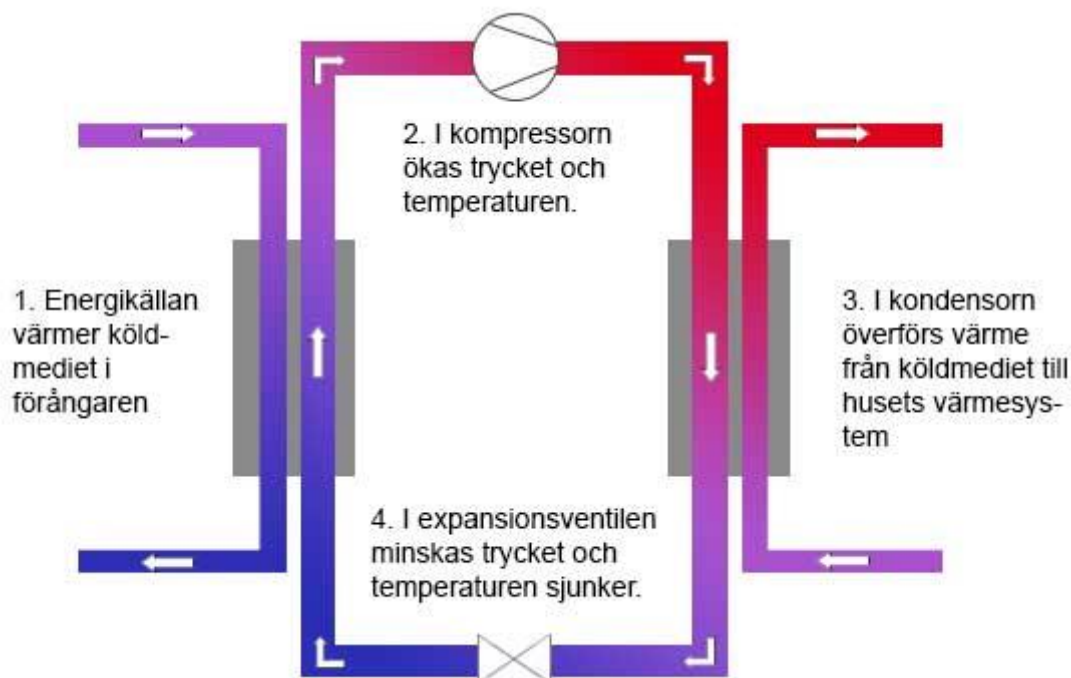


Bild 2. Hur en värmepump fungerar. (Polarpumpen.se).

Värmepumpar bygger på principen att gas som komprimeras (trycks ihop) blir varm och att gas som expanderar (utvidgas) blir kall.

- 1. En brinevätska cirkulerar i en kollektorslinga och tar upp värmeenergi från berg, mark, luft eller vatten.
- 2. Vid värmeväxlaren (förångaren) möter den ljumma brinevätskan i kollektorslingan det iskalla köldmediet som cirkulerar i värmepumpen. Köldmediet värms då upp några grader och förångas.
- 3. En kompressor ökar sedan trycket på det nu gasformiga köldmediet. När trycket ökar, ökar även temperaturen.
- 4. Via en värmeväxlare (kondensor) överförs värme från det heta köldmediet till husets värmesystem och i samband med det sjunker temperaturen och köldmediet blir till vätska igen.

- 5. Köldmediet cirkulerar vidare och i expansionsventilen sänks trycket tillbaka. Temperaturen sjunker och köldmediet blir iskallt igen. Processen börjar om när köldmediet igen möter den ljumma brinevätskan från kollektorslingan.

(Akerholmsror.se *Värmepumpar*).

5.1.1 Bergvärmepump

Det finns två olika jordvärmesystem. Det populäraste systemet är bergvärme där man borrar ett eller flera borrhål ner i berget. Där dras det slangar som innehåller vatten och en 30% etanolblandning men det finns också andra blandningar, den här vätskan kallas ”brine”. Vid dimensionering väljer man först värmepumpen och sedan bestämmer man hur djupt det ska borrar. Borrhålen dimensioneras så att jordvärmens ska stå för 90-100% av energibehovet. Borrhålen är 150-200m djupa i allmänhet, det är borrhningen av dessa hål som står för en stor del av kostnaderna för systemet. (Techeat.fi). På bild 4 är en Nibe F1245 bergvärmepump.

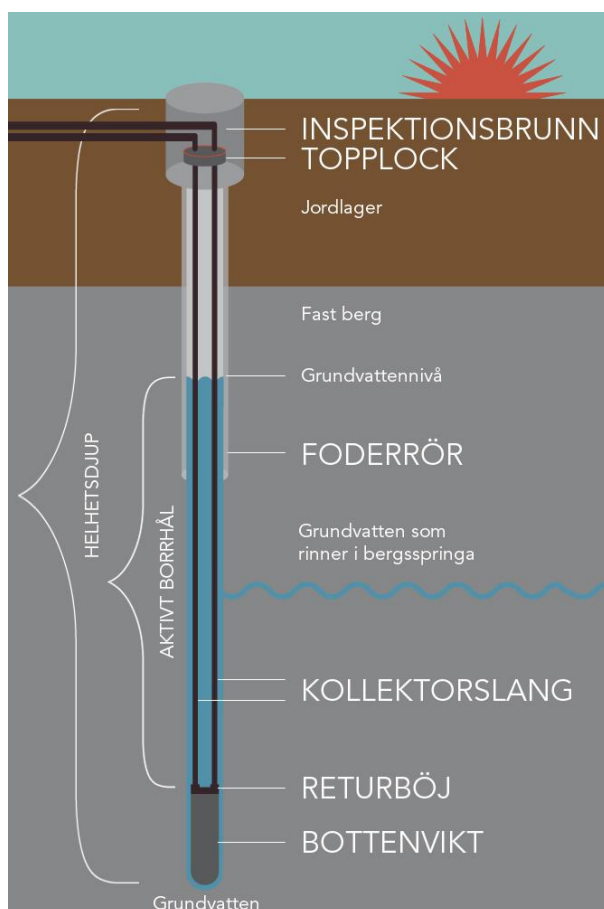


Bild 3. Borrhål. (Geodrill.fi).



Bild 4. Nibe F1245. (Nibe.se).

Borrhålen placeras minst 5m från husets yttervägg om huset har källare och om huset inte har källare ska hålet vara minst 3m från ytterväggen. För att det ska vara lönsamt att borra måste det finnas tillräckligt med bergsdjup att borra i, för energiåtervinningen från marken är endast 1/3 jämfört med berg. Det måste också finnas tillräckligt med utrymme för borrhålsutrustningen som är 1,5m bred på det området där hålet ska borrar. På borrhålet placeras en skyddshatt av plast, så själva hålet tar inte mycket utrymme. Från borrhålet drar man slangar in till det tekniska utrymmet, slangarna grävs ner på 1,5m djup. Det görs en genomföring i väggen där man drar in slangen som är isolerad så att den inte ska frysa och gå sönder. (Techeat.fi *Porakaivo – Yleisimmät kysymykset*).

Bergvärmen är ett system som inte går att installera på alla ställen. Det som kan orsaka problem om man vill ha bergvärme är att det på vissa ställen är för djupt ner till berget vilket betyder att man måste borra väldigt djupt genom jord för att få hålet rätt dimensionerat och det här blir dyrt. Det som orsakar borrhållingen att bli dyr om berget är djupt nere är att det är väldigt långsamt att borra i jord. En till orsak är att det blir extra kostnader för att den delen av kollektorslangen som går genom jord måste ha ett skydds rör runt sig som hindrar jordras. I det här exemplet skulle det passa mycket bättre med markvärme.

Det finns två olika sorters bergvärmepumpar. On/off- och inverterstyrddvärmepump. On/off betyder att en 10kW värmepump går antingen med full effekt eller så är den avstängd. En värmepump med inverter är varvtalsstyrd vilket betyder att den kan variera effekt t.ex. 3-12kW. On/off-värmepumparna är de allmännaste för att de med inverter är lite dyrare. Med en on/off-värmepump är det bra att ha en arbetstank så man kan lagra en del värme och värmepumpen behöver inte slå av och på lika ofta. Man vill ha så få start/stopp per dygn.

Med hjälp av ett exempelobjekt kan vi se hur mycket pengar man sparar med bergvärme. Det är ett hus i Österbotten som är byggt 1982, där bor en familj på fyra personer. Som värmesystem är där vattenburen golvvärme och den tidigare oljeförbrukningen har varit 3200L/år. Det totala energi behovet är 25000kWh/år. Den 8kW bergvärmepumpen NIBE F1245 sparar omkring 19800kWh/år. Jordvärmens kostnader är 600€/år så man sparar kring 2000€/år. De här uträkningarna är från ett av Techeats referens objekt. (Techeat.fi *Porakaivo – Yleisimmät kysymykset*).

5.1.2 Markvärmepump

Sedan finns det så kallad markvärme som fungerar på helt samma sätt som bergvärmen, enda skillnaden är att istället för att borra ett hål i berget för kollektorslangen gräver man ner den på 1m djup. Markvärme är ett bra alternativ om man har långt till berg. Kollektorslangen till markvärmen är 300-500m lång beroende på husets energibehov. (Byggahus.se *Jämförelse av bergvärme och jordvärme*, 2014).



Bild 5. Markvärmens kollektorslang. (Crossheating.com).

Det här innebär dock att man behöver en yta på 400-600m² som kan grävas. Markvärmen är effektivast i kompakt jord med hög vattenhalt så som lera eller sandig jord. Om man gräver i mark som är porös måste man kompensera med en längre kollektorslang. En nackdel med markvärme är att det måste grävas en hel del på tomten vilket för med sig extra kostnader om man vill ha en snygg tomt. En till nackdel är att temperaturen i marken sänks, vilket i extrema fall kan påverka växtligheten. Det här problemet förhindrar man genom att gräva ner slangen på ett större område. (Byggahus.se *Jämförelse av bergvärme och jordvärme*, 2014).

Det går inte att kyla med markvärme för att brinet blir för varmt på sommaren. Det som markvärmen har som stor fördel är att det mycket billigare att gräva ner kollektorslangen än att borra den ner i berg. Vilket betyder att hela systemet blir betydligt billigare. Det går också att placera kollektorslangen i en sjö.

5.1.3 Luft/luftvärmepump

Luftvärmepumpen är ett värmesystem som har en maskin på byggnadens yttervägg som fångar upp energi från luften. Den energin omvandlas sen till värmeenergi som där efter förs till en maskin som monteras inne i huset som blåser ut värmen.



Bild 6. Mitsubishi luftvärmepump. (Canvac.se).

Luftvärmepumpen är ett värmesystem som ökar i popularitet hela tiden. Med hjälp av en luftvärmepump klarar man av att producera upp till 40-60% av husets totala värmeenergi behov. Om ett hus på 100-150m² som har direktvärme har en årlig strömförbrukning på 1200-1800€ så kan man spara 400-600€ per år med dagens energipris. De här siffrorna kommer från Sulpu.fi. (Sulpu.fi *Ilmalämpöpumppu (ILP)*).

Hur mycket man sparar med en luftvärmepump beror också på hur husets planlösning ser ut. En öppen planlösning och maskinell ventilation ökar på värmespridningen inne i huset och på så vis ökar besparingarna. Hus som värms med vedeldning har stor nytta av en luftvärmepump för att luftvärmepumpen hjälper sprida den värme eldstaden producerar, och den minskar också på drag från golv.

Med samma investering får man också nedkylning och luftfiltrering. De nya maskinernas luftfiltreringssystem förbättrar på boendekomforten både för vanliga människor och allergiker. (Sulpu.fi *Ilmalämpöpumppu (ILP)*).

5.1.4 Luft/vattenvärmepump

Luft/vattenvärmepumpen fungerar delvis på samma sätt som luft/luftvärmepumpen. Båda pumparna har en liknande ute enhet, skillnaden är att istället för att producera varm luft producerar den varmvatten.

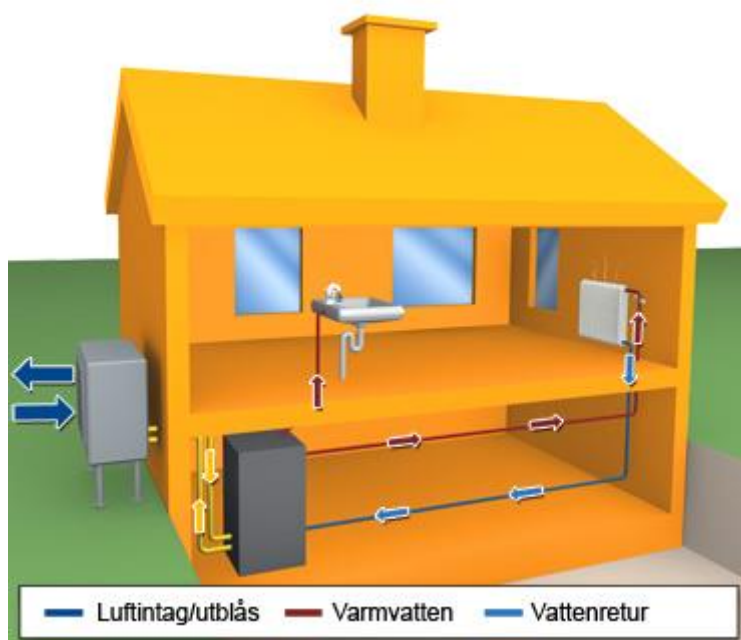


Bild 7. Luft/vattenvärmepump. (Uppvarmningvilla.se)

Den här pumpen ökar i popularitet hela tiden på grund av att man kan värma både det vatten som används till husets uppvärmning och bruksvattnet. När utomhustemperaturen sjunker minskar mängden värmeenergi man får ut från pumpen och vid cirka -20 grader klarar inte pumpen ensam att producera tillräckligt med värmeenergi för att värma ett helt hus. Vanligtvis använder man luft/vattenvärmepumpens egna inbyggda elmotstånd som reserv vid hård köld, eller så kan man elda med ved i en ugn för att hjälpa till att värma huset. Men med det klimatet vi har i de södra delarna av Finland är de dagar vi har hård köld ganska få. (Sulpu.fi *Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP)*).

Den fördel som luft/vattenvärmepumpen har jämfört med bergvärmens är att den är betydligt billigare och den är ett bra alternativ där det inte går att installera berg-/markvärme p.g.a. markförhållandena. Luft/vattenvärmepumpen går också bra att installera i kombination till ett befintligt system eller att helt ersätta det gamla systemet. (Sulpu.fi *Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP)*).

De flesta luft/vattenvärmepumpar som finns på marknaden är gjorda för lågtemperaturssystem. Lågtemperaturssystem är ett vattenburet värmesystem som fungerar på varmvatten kring 35-45°C. Högtemperatursystem kräver varmvatten som är över 55°C. Orsaken till varför de flesta värmepumpsystem är gjorda för lågtemperaturssystem är för att de förlorar effekt när vattnets temperatur stiger. Trots detta finns det ändå luft/vattenvärmepumpar som klarar av att producera vatten för högtemperatursystem.

5.1.5 Frånluftsvärmepump

Frånluftsvärmepumpen tar värmeenergi från den luft som går ut från huset genom ventilationskanalerna. Pumpen för den mängden värmeenergi som behövs just vid det tillfället till den inkommande luften, bruksvattnet eller det vattenburna värmesystemet. Pumpen behöver till- och frånlufts kanaler. Med vissa modeller går det ofta också att kyla den inkommande luften. Frånluftsvärmepumpen är lönsammast vid nybyggen av lågenergihus. För att värmekällan alltid är den omkring 21 grader varma inomhusluften så producerar frånluftsvärmepumpen med normal effekt omkring 2-3kW oberoende av utomhustemperaturen. (Energiatehokaskoti.fi *Poistoilmalämpöpumppu*, 2016).

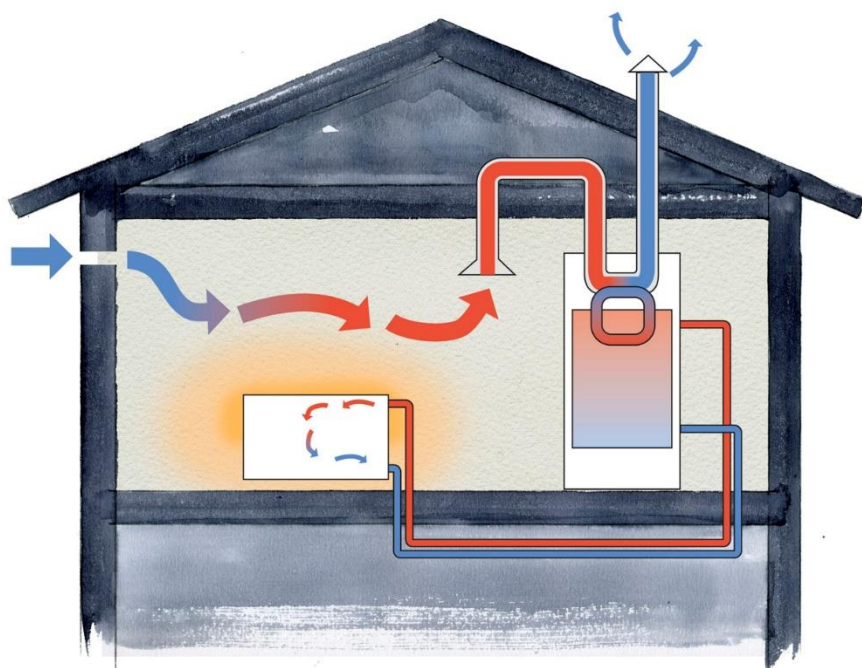


Bild 8. Hur en frånluftsvärmepump fungerar. (Energibluffen.se).

Frånluftsvärmepumpen är lönsammast när byggnadens volym är stor jämfört med värmebehovet. Därför går det inte att rekommendera det till saneringsobjekt eller B-energiklass nybyggen. Pumpen ersätter på samma gång ventilationsmaskinen och investeringen kostar i ett 150m² nybygge 6000-13000€. (Energiatohokaskoti.fi *Poistoilmalämpöpumppu*, 2016).

5.2 Solfångare

Solfångare genererar värme och passar bäst för de platser där solenergin överensstämmer med byggnadens värmebehov. Solfångarkretsen är normalt en sluten krets med en frostsäker värmebärare som oftast består av en glykolvattenblandning som överför värmen från solfångaren till varmvattenberedaren. Solfångarkretsen kan också byggas upp på så vis att den dräneras när det inte finns något behov av värmeenergi eller när det finns risk för frost. Alla byggnader och andra anläggningar med varmvattenbehov under sommaren lämpar sig bra för solfångare. Solvärme är speciellt intressant i de fall där den kombineras med biobränslen. Då erhålls nära 100% förnybar energi och solfångaren kan stå för varmvattnet på sommaren då biobränsleanläggningen har lägre verkningsgrad. (Svensksolenergi.se *Frågor och svar om solenergi*, 2016).

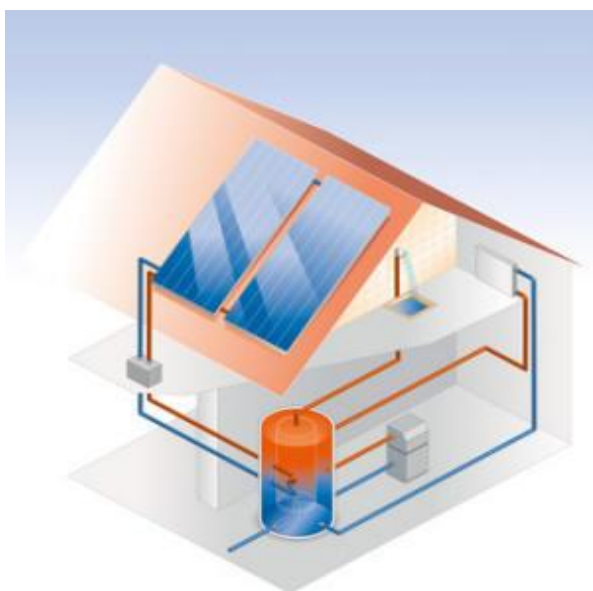


Bild 9.. Värmesystem med solfångare. (Ultraenergi.se).

5.3 Pelletseldning

Pellets är trämassa som är pressad ihop till cylinderform. Massan består av restprodukter av trä från snickerier och sågindustrin. Pelletsen är alltid av samma kvalitet, den är torr och brinner rent. För att barken inte används till pelletsproduktionen blir det mindre aska än vad det blir med traditionell vedeldning. Pelletsvärmesystemet består av en pelletsförbrännare, panna samt automatiken som styr systemet. Värmedistributionen sker oftast med ett vattenburet system. Förutom att installera pelletseldning i ett nybygge går det också att installera det i ett gammalt hus med ett vattenburet värmesystem. Pelletsen kan förvaras i en silo i ett skilt utrymme, i pannrummet i en mindre pelletstank eller i en underjordisk pellets silo. För att mata pellets till förbrännaren används oftast en skruvmatare eller ett system som använder tryckluft. I pellets silor som är under jorden används alltid luftryckssystemet. Automatiken styr inmatningen enligt värmebehovet. Förbrännaren kan vara en fast del i pannan. En sådan här kombinationspannas verkningsgrad är mycket bra och ett sånt system har oftast ett automatiskt rengöringssystem, då behöver systemet endast lite underhåll 2-3 gånger per år. Pelletseldningen fungerar automatiskt med hjälp av maskinerna som reglerar eldningen. (Motiva.fi *Pientalon lämmitysjärjestelmä*, 2011).

Pelletseldning kan man byta till om man redan har en flis- eller vedpanna. Men att bygga ett helt nytt system medför inga ekonomiska vinster om man jämför med bergvärme.

5.4 Ved- och fliseldning

I vedpannor kan man använda både ved och flis. I planeringsskedet lönar det sig att tänka på vilken typ av panna man ska ha och hur veden eller flisen ska skaffas och förvaras. I ett system med ackumulatortank skickas det varma vattnet först från pannan till tanken och sedan från tanken ut till det vattenburna värmesystemet, se bild 9.

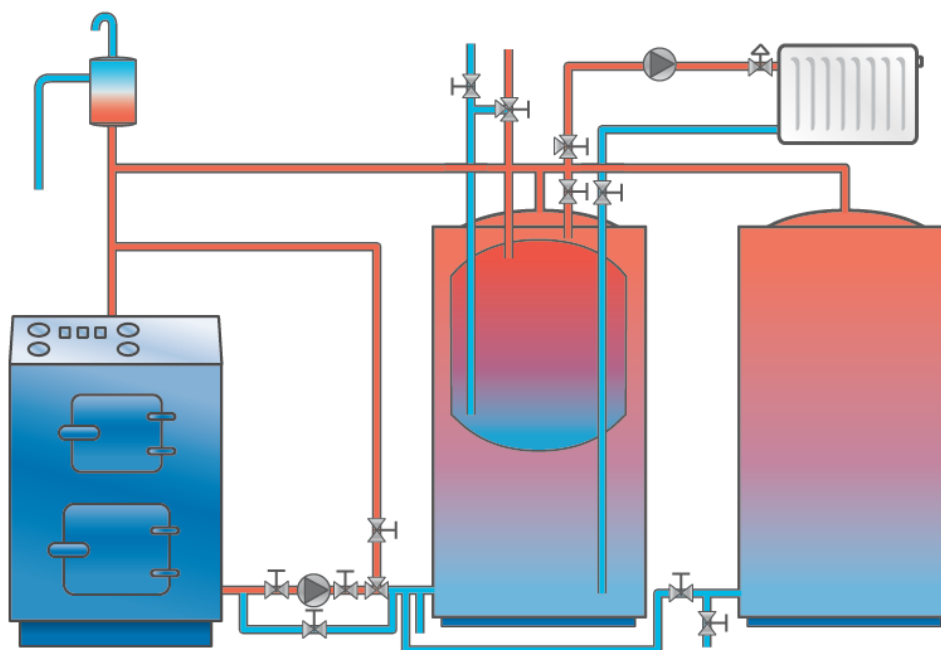


Bild 10. Vedpanna med 2st ackumulatortankar. (Ekr.se)

Fliseldningen fungerar på samma vis som pelletsen d.v.s. den fungerar med hjälp av automatik. Flisen matas in i en panna med ett skruvsystem som automatiken justerar efter behov. I pannrummet får man förvara endast 500 liter flis. En silo i ett skilt utrymme kan ha en volym på 2m³.

Ett egnahemshus förbrukar kring 20m³ fast ved per år. Veden förvaras oftast i ett kallt förråd. En bra vedpanna har en verkningsgrad på över 80%. Askans ska tas bort efter behov och pannan ska sotas enligt tillverkarens instruktioner. Trämateriäl av dålig kvalitet och att elda med halveffekt ökar på sotningsbehovet. Askans mängd lönar det sig att hålla koll på, askan ska tas bort före den når upp till rosten så att den inte skadas av hettan. (Motiva.fi *Pientalon lämmitysjärjestelmät*, 2011).

5.5 Direkt el

Elvärme kan förverkligas rums vis eller med ett vattenburet system. Det som direkt elen har som fördel är att det är ett mycket simpelt värmesystem med låga installationskostnader. Det som är dåligt med direkt el är att den är mycket dyrare i drift och den ökar på utsläppen som kommer från elproduktionen. För att elen är dyr att förbruka lönar det sig att bygga elvärme i ett passivhus eller lågenergihus. I hus med elvärme är också stödvärmesystem mycket

lönsamma så som t.ex. en luftvärmepump. Man kan också bygga ett vattenburet värmesystem som använder en elpanna. Då kan man i framtiden byta till bergvärme, solvärme etc. (Motiva.fi *Pientalon lämmitysjärjestelmät*, 2011).

6. Kylning

6.1 Att kyla med bergvärme

Sommartid när det är varmt ute har borrhålet i ett bergvärmesystem en temperatur på 5-10 grader. Det här innebär att man kan kyla med den energi man får från borrhålet. Om huset har maskinell ventilation går det att koppla dessa ihop och på det sättet få ett centralt kylsystem. Man kan också använda sig av flätkonvektorer som man installerar i de rum man vill kyla ner. Flätkonvektorer finns i många olika format. Det finns sådana som ser ut och fungerar i princip som en radiator med fläkt som installeras på en vägg. Det finns takmonterade konvektorer som går att fälla in i konstruktionen, och det finns konvektorer som ser ut som en luftvärmepumps innerdel. (Energiatehokaskoti.fi *Maapiirillä lisää energiatehokkuutta ja asumismukavuutta*).

Driftskostnaderna är också väldigt låga med bergvärme för att det är endast ett par cirkulations pumpar och en flätkonvektor som tar ström. Den totala strömförbrukningen på de här maskinerna är kring 120W. Jämfört med en luftvärmepump som kan ta kring 1kW, och en luftvattenvärmepump som kan ta närmare 2kW.

6.2 Andra kylsystem

Det går också att kyla med en luft/luftvärmepump eller en luft/vattenvärmepump. Att kyla med en luft/luftvärmepump är mycket vanligt för att det är en liten investering och om man väljer att värma med den i ett hus med radiatorsystem får man bättre inomhusklimat för att värmen sprider sig jämnare. Att kyla med en luft/luftvärmepump är ett mycket bra alternativ om man inte vill göra större ändringar till sitt centralvärmesystem eller ventilationssystem.

Det går också att kyla med en luft/vattenvärmepump. Att kyla med en luft/vattenvärmepump är dock lite dyrare för att maskinerna är större och förbrukar mer el. Men i vårt nordiska

klimat behöver vi inte kyla så mycket så det blir inte så stora årliga kostnader. De här kostnaderna är en sak inte bergvärmsystemet har vilket är en av dom många sakerna som gör att bergvärmen är ett energisnålaresystem.

7. Hushållsavdrag och energistöd

Hushållsavdragets maximibelopp är 2400€ om året och självrisk andelen för avdraget är 100€. Avdraget är personligt. För att få fullt avdrag skall arbetskostnaderna vara 5555€.

Eftersom 45% av 5555€ minus självrisk blir 2399,75€.

$(5555 \times 45\%) - 100 = 2399,75\text{€}$. Maximiavdraget för makar är 4800€.

Arbeten som berättigar till avdrag

- Hushållsarbete
- Omsorgs- och vårdnadsarbete samt
- Underhålls- eller ombyggnadsarbete

(Vero.fi *Hushållsavdrag*, 2016).

Ytterligare information om hushållsavdrag hittar man på Vero.fi.

7.1 Energistöd

Energistödet är ett stöd man tidigare kunde ansöka om när man skulle installera ett värmesystem som utnyttjade förnybar energi. Man har nu avslutat stödet p.g.a. statens ekonomiska situation. (Uusimaa.fi *Valtion energia-avustus loppuu tähän vuoteen 2016*).

8. Val av värmedistributionssystem vid sanering

När man ska välja vilket värmesystem man vill ha till sitt hus finns det många faktorer som påverkar valet. Husets storlek, planläggningen, markförhållanden och befintligt värmesystem är alla saker som måste tas i beaktande för att få det system som passar bäst till byggnaden. Det finns en hel del saker som sätter begränsningar på valet av värmesystem. Det finns många som skulle vilja ha pellets-/vedeldning men dom har ingenstans att förvara pellets/veden. Dessutom behöver man en väldigt stor ackumulatortank när man eldar med

ved vilket också orsakar begränsningar p.g.a. storleken. Andra skulle vilja ha solfångare men dom har inte taklutning söderut och det finns inte tillräckligt med utrymme nere på marken. (Henning & SERC 2007, 17-18).

8.1 Radiatorsystem

Om byggnaden man skall bygga nytt värmesystem till har ett vattenburet radiatorsystem kan det ställa till med problem om man vill ha en berg-/markvärmepump. Dessa värmepumpar är lågtemperatursystem d.v.s. vattnets framledningstemperaturen som dom producerar är oftast max 55 grader Celsius. Värmepumpen har bästa effekten när den producerar låga vattentemperaturer. Idealet skulle vara att man skulle kunna använda max 55 grader varmt vatten för att nå husets värmebehov. Hus som har radiatorer med endast ett värmeelement kan vara svåra att få att fungera med en värmepump. Radiatorernas effekt måste alltid granskas vid byte av värmesystem så att man vet om deras effekt kommer att räcka till. Om radiatorernas effekt inte räcker till måste man sätta in effektivare radiatorer. I de fall där det går relativt lätt att bygga in golvvärme är det ett mycket bra alternativ för att sänka framledningstemperaturen.

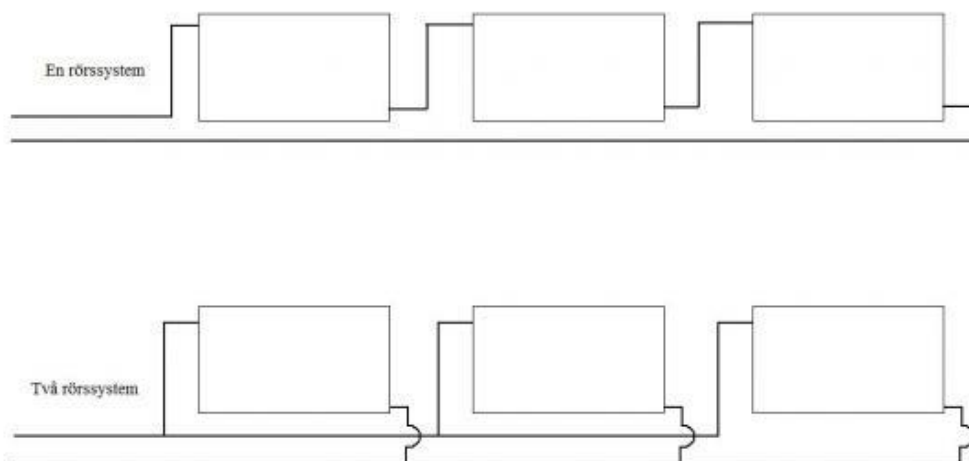


Bild 11. Hur ett- och tvårörssystem fungerar. (Byggahus.se)

8.1.1 Tvårörssystem

Är ett system där varje radiator har egna tur- och returrör som kopplas till huvudröret. I ett tvårörssystem får varje radiator samma temperaturs vatten. (RT 52-10797).

8.1.2 Etrörssystem

Är ett rörssystem där allt vatten går genom varje radiator före det kommer tillbaka. I en krets finns oftast 2-5 radiatorer. I ettrörssystemet blir vattnet svalare desto längre fram man går i kretsen. Det här betyder att de radiatorer som är i slutändan av kretsen har betydligt lägre temperatur på vattnet och har då också lägre effekt. Så man måste se till att dimensionera radiatorerna rätt så att de klarar av husets energibehov trots lägre vattentemperaturer. (RT 52-10797).

8.2 Golvvärme i trägolv

Golvvärme är ett utmärkt alternativ när man väljer någon forms vattenburet värmepumpssystem. Golvvärme fungerar nästan till vilka som helst konstruktioner så länge konstruktionen är väl isolerad. De konstruktioner som uppfyller kraven i Finlands byggbestämmelse samling C3 har tillräckligt med isolering för att man skall kunna installera golvvärme. I samband med installeringen av golvvärmen måste man beakta fönstrens isolering, för vid fönstren kan det uppstå drag eller en känsla av kyla. Vid större fönster blir dom här effekterna starkare. (RT 52-10801).

Golvvärme kan installeras vid sanering av en äldre byggnad så länge man ser till att byggnadens isoleringskrav är uppfyllt eller att det tilläggsisoleras så att kraven fylls. Golvkonstruktionen skall också vara eller ändras till en sådan att det går att installera golvvärme. (RT 52-10801).

Golvvärmen kan fungera som det enda värmedistributionssystemet eller så kan det kombineras med t.ex. radiatorer. Som ytmaterial kan man använda nästan vad som helst men man ska ändå granska att materialet går att använda i kombination med golvvärme. (RT 52-10801).

8.2.1 Planering av golvvärme i trägolv

Varje rum har en egen krets i golvvärmen som sedan kopplas ihop till huvudröret. Kretsen i golvet görs av en enda slinga så att det inte blir en enda skarv inne i golvkonstruktionen. I träkonstruktioner placeras slingan alltid i rader. I träkonstruktioner används också golvvärmeplåtar som ger en jämnare värmeutspridning över golvytan. Golvvärmerören isoleras eller läggs in i ett skydds rör om de befinner sig i ett utrymme som inte ska uppvärmas. Stora rum kan delas upp till två eller flera kretsar så att inte tryckförlusten blir allt för stor. Kretsarna ska ha gemensam reglering. Små utrymmen som man inte vistas i långa perioder så som klädrum eller wc kan kopplas in i samma krets som närmaste större rum. (RT 52-10801).

Om utrymmet har stora fönster eller andra områden som orsakar stora värmeförluster kan man dra golvvärmeslingan tätare vid det området för att minska på kalldrag. Största installationsmellanrummet på slingan är 300mm för att få en jämn värmespridning över golvet. I utrymmen så som garage eller förråd kan man ha ett större mellanrum än 300mm då en jämn värmespridning inte är lika viktig. (RT 52-10801).

I ett trossbotten golv installeras golvvärmen på följande sätt:

- Utanpå golvbalkarna lägger man en glesbrädning (t.ex. 22x125). På glesbrädningen kommer det en golvvärmeplåt. I golvvärmeplåtens spår lägger man en 20mm slang. Sedan lägger man t.ex. en 13mm gipsskiva utanpå och till sist ytmaterial. Se bild 11.

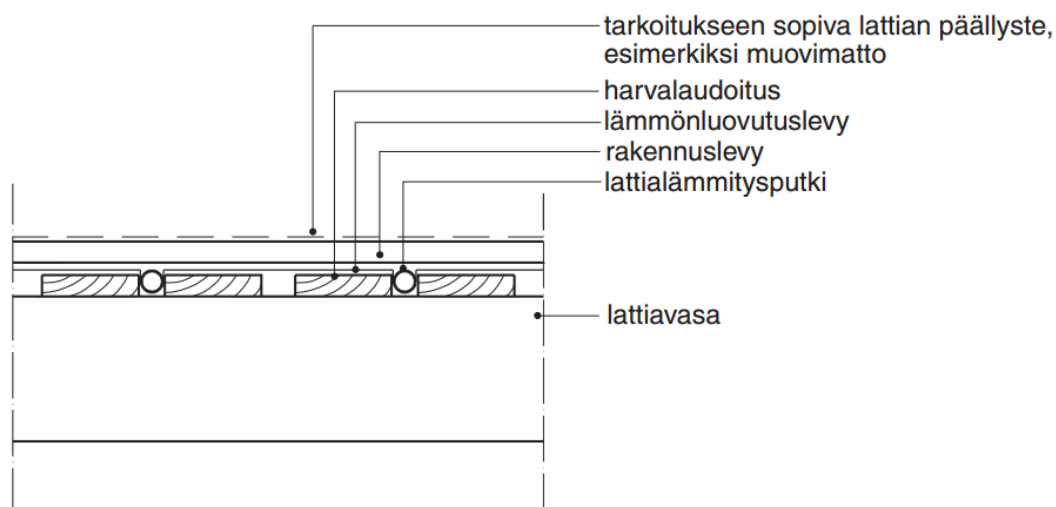


Bild 12. Golvvärme i trossbotten med glesbrädning. (RT 52-10801).

- Utanpå glesbrädningen som är på golvbalkarna lägger man en gipsskiva. I gipsskivan fäster man 12mm tjocka slangar. Mellan slangarna lägger man gipsskivs remsor, tomrummet mellan remsorna fylls sedan med en sten baserad massa. Utanpå remsorna kommer en tunn skiva och ytmaterial. Se bild 12. (RT 52-10801).



Bild 13. Golvvärme i trossbotten med gipsskivs remsor. (RT 52-10801).

8.3 Golvvärme i betonggolv

Golvvärme i betonggolv har alla de samma goda egenskaperna som redan nämnts i de föregående stycken. Fördelen med att ha golvvärme i ett betonggolv är att betong leder värme mycket bra vilket betyder att man får en jämn värmespridning över hela golvytan utan att använda golvvärmeplåtar eller liknande material som förbättrar värmespridningen. Betongen är också ett material som lagrar värme vilket innebär att golvet hålls varmt många timmar efter att värmen stängts av, vilket är en fördel till trägolv där golvet blir snabbt kallt. Vid saneringsobjekt rekommenderas det att helt och hållet riva bort det gamla betonggolvet om man inte vet hur mycket isolering det finns under det.

8.3.1 Installation

Golvvärmen kan till viss mån öka på golvkonstruktionens tjocklek. Detta skall tas i beaktande vid installationsarbetet. Golvvärmeslingan görs av ett enda rör så att det inte blir skarvar inne i golvkonstruktionen. Slingan ska värmeisoleras eller dras igenom ett skyddsror ända fram till det utrymme som skall värmas upp. Vid genomföringar ska slingan

värmeisolerats eller dras genom ett skyddsror 300-500mm på vardera sida av genomföringen. Slingan ska fästas så pass tätt att den hålls på plats vid gjutningsarbetet. Slingan skall hanteras varsamt och får inte stötas eller värmas med öppen eld. Slingan får inte bli utsatt för UV-strålning. Förvaring i ett varmt utrymme underlättar installationen. (RT 52-10801).

8.4 Fläktkonvektorer

En fläktkonvektor är en maskin som har fläktar som blåser luft genom ett värme-/kylelement. Dessa maskiner har ofta en värmeeffekt på 4-6kW. Det finns många olika sorters fläktkonvektorer både sådana man installerar på väggar eller tak eller sådana man fäller in i konstruktioner. Det som gör en fläktkonvektor så bra är att det är en väldigt mångsidig maskin som kan användas på flera olika sätt. Den är också väldigt effektiv, en väggmonterad fläktkonvektor som är i storlek med en luftvärmepump kan ha en värmeeffekt på 4kW med 50 graders framledningstemperatur. Samma enhet har en kyleffekt på 2,8kW. De här värdena motsvarar en liten luftvärmepump. I många fall där man använder fläktkonvektorer för att kyla använder man brinet från borrhålet som köldbärare. Det är ett mycket lätt sätt att få kylan transporterad till fläktkonvektorn, se bild 13.

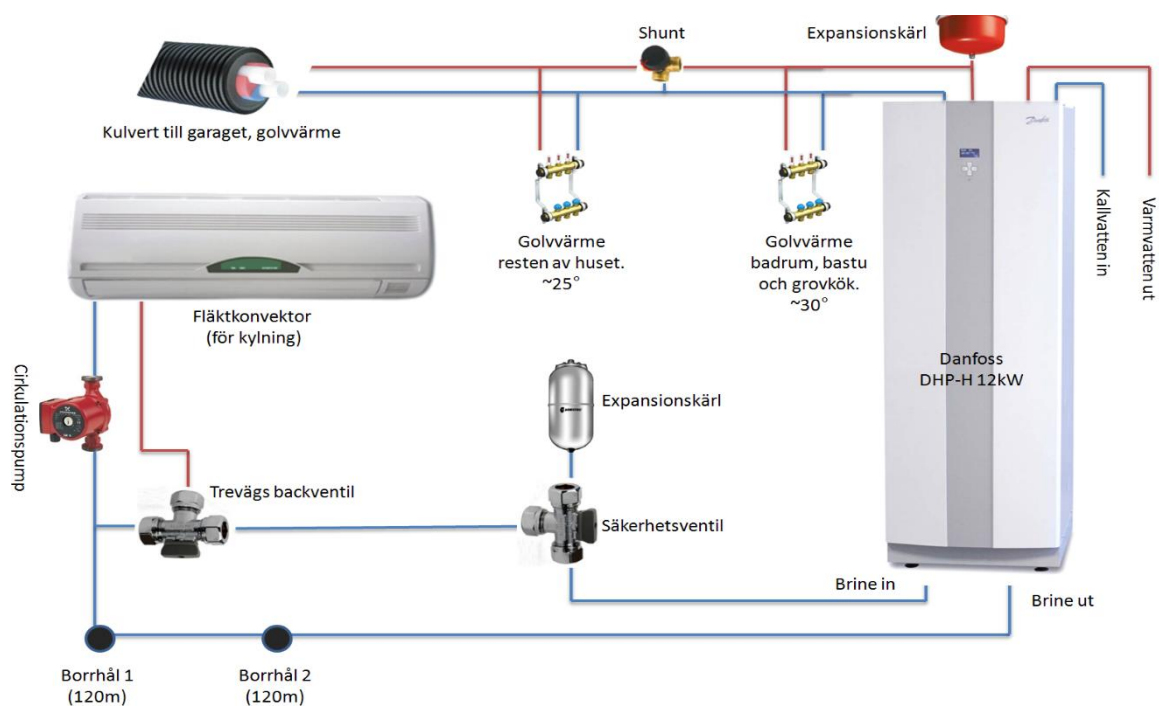


Bild 14. System med fläktkonvektor som har brinet som köldbärare. (Vallvik.wordpress.com).

Men vill man värma med samma konvektor måste man antingen köpa en konvektor med 4st röranslutningar som består av två kylelement och ett värmeelement, eller så kan man köra fläktkonvektorn på en skild krets där man tar kylenergin från brinet med hjälp av en plattvärmeväxlare. I det andra alternativet där man har en skild krets för fläktkonvektorn kan man använda sig av vatten som värme-/köldbärare. I 4 rörsfläktkonvektorer är värmeeffekten bara 1/3 av vad den annars skulle vara för att värmen går genom endast ett element jämfört med tre element.

9. Exempel på hybridvärmesystem

De här exemplen är endast teoretiska exempel.

Exemplet kommer att vara ett egna hemshus i södra Finland som har 4 invånare. Det går åt ca. 3500kWh/år för uppvärmningen av varmvatten. Husets värmeenergibehov är 20000kWh/år, brukselen ingår inte i den summan ifall det är frågan om elvärme. Så det totala värmeenergibehovet är 23500kWh/år. Huset är enplanshus med en relativt öppen planlösning.

Priser och information om exemplen

El: en total kostnad på 0,12€/kWh (Kymenlaakson sähkø Oy 15.9.2016)

Olja: 0,777€/l (Oil.fi 15.9.2016)

Energibehov: 20000 kWh + 3500kWh varmvatten

Varmyta: 160m²

Obs! Uträkningarna på återbetalningstider i detta examensarbete är endast riktgivande.

9.1 Olja/el + solfångare

För ett hus där man använder el eller olja för uppvärmning kan det kännas dumt att inte ta nytta av den gratis energi som solen erbjuder under sommaren. Vi installerar ett 6m² solfångarpaket av Ruukki som monteras på takets södra sida. Solfångarna har en max effekt på 441kWh/m²/år, 10% dras bort p.g.a. skuggor från träd. Paketet kostar 2691€ (Talo.com 15.9.2016), vi räknar med att arbetskostnaderna blir 30% av paketets pris, på dom här kostnaderna får vi 45% hushållsavdrag. När vi gör beräkningarna för oljesystemet måste vi

ta i beaktande att oljepannan har en verkningsgrad på cirka 90%. Tabellen visar också hur återbetalningstiden ändrar om priset på el/oljan sjunker eller stiger med 10%. Uträkningarna finns i bilaga 1.

Tabell 1: Återbetalningstid för solfångare i hus med el-/oljevärmsystem (bilaga 1)

Systemets pris	Sparar/år		Återbetalningstid (år)	
	El	Olja	El +10%/0/-10%	Olja +10%/0/-10%
3 234,85 €	285,84 €	205 €	10,3/11,3/12,6	14,3/15,8/17,5

9.2 Olja/el + luftvärmepump

Lätta besparingar kan göras med en luftvärmepump för att den är relativt billig och är lätt att installera. Med luftvärmepumpen kan vi dra ner en hel del på uppvärmningskostnaderna. Värmepumpen vi installerar är en Mitsubishi FH35 6,6kW och kostar 1595€ (Gigantti.fi). Arbetskostnaderna är 30% av värmepumpens pris. För att kunna räkna hur mycket vi kan spara med en luftvärmepump måste vi veta hur mycket golvyta värmepumpen kommer åt att värma upp. För att vi har en relativt öppen planlösning kommer vi åt att värma upp 80m² av 160m². Luftvärmepumpen har en årligverkningsgrad på 3,3. Pumpen kommer åt att värma upp hälften av husets värmebehov d.v.s. 10000kWh. Tabellen visar också hur återbetalningstiden ändrar om priset på el/oljan sjunker eller stiger med 10%. Uträkningarna finns i bilaga 2.

Tabell 2: Återbetalningstid för luftvärmepump i hus med el-/oljevärmsystem (bilaga 2)

Systemets pris	Sparar/år		Återbetalningstid (år)	
	El	Olja	El +10%/0/-10%	Olja +10%/0/-10%
1 958,18 €	836,4 €	601,7 €	2,1/2,3/2,6	3/3,3/3,6

10. Exempelobjektet

Obs! Uträkningarna på återbetalningstider i detta examensarbete är endast riktgivande.

Som exempelobjekt kommer jag att använda det huset jag bor i. Det är byggt 1944, renoverades och tilläggsisolerades på 1980-talet. Huset har 160m^2 bostadsyta och har 200m^2 varm yta. Huset har en vedpanna och ett vattenburet radiatorsystem. Vi har börjat fundera på att byta till ett centralvärmesystem som kräver mindre underhåll så man får mer fritid och så man kan fokusera på andra saker än att hålla huset varmt. Det går nu åt flera hundratals timmar per år bara för att hålla huset varmt. Vedförbrukningen har varit kring 27m^3 per år och elmotståndet i ackumulatortanken förbrukar kring 1000kWh per år. Radiatorerna består av 2-panels radiatorer utan värmelameller. Blandad gran-/tallved innehåller $1340\text{kWh}/\text{m}^3$, så 27m^3 blandad ved innehåller 36180kWh . Vedpannans verkningsgrad är ca. 80% så den värmeenergi som värmer upp huset är 28944kWh .

10.1 Alternativ

10.1.1 Solfångare

Vi börjar med att se hur ett solfångarpaket på 6m^2 skulle påverka hushållet. Solfångarpaketet har en max effekt på $441\text{kWh}/\text{m}^2/\text{år}$. Vi installerar det nere på marken där omgivningen är mycket öppen men det kommer ändå att förekomma en del skuggor från träd. Därför drar vi 10% bort från effekten. En familj på fyra personer använder omkring 3500kWh till bruksvarmvatten per år. Paketet kostar 2691€ (Taloon.com 15.9.2016), vi räknar med 30% installationskostnader. Installationskostnaderna blir 807€ var av vi kan dra av 45% - 100€ självrisk. Jag räknar med att solfångarna täcker hela elbehovet och resten sparas i form av ved. I tabellen nedan ser vi att solfångarna sparar el för 120€ och ved för $62,40\text{€}$ vilket blir en total besparing på $182,40\text{€}$ per år. Uträkningarna finns i bilaga 3.

Tabell 3: Återbetalningstid för solfångare i exempelobjektet (bilaga 3)

Systemets pris	Sparar/år			Återbetalningstid (år)
	El	Ved	Totalt	
3284,35 €	120 €	62,40 €	182,40 €	17,7år

Det vi kommit fram till är att återbetalningstiden av systemet är 18år. Fast det här låter som ganska länge måste vi komma ihåg att det här beror mest på att det eldas med ved som är mycket billigare än el. En annan positiv sak som inte kommer fram i uträkningarna är att vi under 3 månader på sommaren (juni-september) inte behöver elda en enda gång, utan bruksvattnet värms helt och hållet av solenergi. Det här betyder att vi sparar en massa arbetstimmar. P.g.a. att vi inte kommer att behöva elda under sommaren då det är varmt ute kommer det här också att hjälpa hålla huset svalt för att skorstenen inte värms upp.

10.1.2 Radiatorer eller golvvärme

Huset har nu ett vattenburet radiatorsystem förutom i tvättrummet och bastun där det är vattenburen golvvärme. När det är som kallast på vintrarna är temperaturen i radiatorerna kring 60°C. Det här betyder att i dagsläget skulle inte radiatorernas effekt räcka till om man byter till en bergvärmepump. Men huset har ställvis bristfällig isolering och läcker värme i sockelns övre kant runt hela huset. De här bristerna i isolering kommer att åtgärdas. Med dessa åtgärder kommer bergvärmepumpens max framledningstemperatur på 55°C räcka till.

Ett annat alternativ skulle vara att byta till golvvärme i hela huset. Fördelen med golvvärmen är komforten den för med sig. Bergvärmepumpen får också bättre verkningsgrad för att man inte behöver lika hög framledningstemperatur. Med den bättre verkningsgraden skulle elkostnaderna sjunka lite men det är ingen betydlig summa. Med alla arbetskostnader som kommer från rivandet av radiatorsystemet och arbete plus materialkostnaderna som kommer med golvvärmen skulle golvvärmen bli väldigt dyr bara för lite komfort.

Som slutsats kan vi dra att det är bäst att fortsätta köra med radiatorerna och förbättra husets isolering och åtgärda köldbryggor.

10.1.3 Luft/vattenvärmepump

Fördelar med luft/vattenvärmepumpen är att den är relativt billig och installationen kräver inga stora ändringar till systemet. Nackdelen är att verkningsgraden sjunker rejält när det blir hård kyla ute. På samma gång som verkningsgraden sjunker så minskar också effekten. Att kyla på sommaren är också dyrare än om man jämför med bergvärmen. En luft/vattenvärmepump som skall klara av att hålla huset varmt ända ner till cirka. -15°C kostar omkring 10.000€. Med installationskostnaderna med räknade blir allting och kosta ca. 12000€ (efter hushållsavdrag). Bergvärmen kostar 17000-19000€ (efter hushållsavdrag, beroende på om man har en maka eller inte) så man behöver bara investera 5000€ mer och man har bergvärme vilket är ett pålitligare system och har lägre driftkostnader. Dessutom har luft/vattenvärmepumpen en maskin utomhus vilket innebär större risk för problem och skador.

10.1.4 Bergvärme

Jag har frågat offert på bergvärmen av Tom Allen Ab som skickade offerter på 7st olika Danfoss bergvärmepumpar. Värmepumparna är från 2 olika generationer och effekten varierar från 8-13kW. Sex av dessa värmepumpar är on/off pumpar och en är inverterstyrd. För att pumparna är av olika storlekar har de olika energitäckningsprocenter. D.v.s. de värmepumpar som har en lägre energitäckningsprocent kommer behöva mer tilläggsenergi när det är kallt ute.

Jag väljer den inverterstyrda bergvärmepumpen som är det näst dyraste alternativet. Orsaken till varför jag väljer just denna är att jag vill ha en hög energitäckning så att det i framtiden är möjligt att bygga lite mer bostadsyta och fortfarande klara sig med samma värmepump. En annan orsak är att man inte borde behöva någon arbetstank för att få en jämn värmespridning i radiatorsystemet.

Offert på Danfoss DHP-H Varius Pro+ :

Pris:	21400€ (Varav 10315€ arbetskostnader) (19000€ efter avdrag)
Effekt:	3-12kW
Borrhål:	205m
Husets effektbehov	10,8kW
Energitäckningsprocent:	99,71%
Tilläggsenergi från:	-17°C
Återbetalningstid:	6-8år

(Återbetalningstiden är räknad med att huset skulle värmas upp med el)

På arbetskostnaderna får man hushållsavdrag. Med en person som får hushållsavdrag går priset ner till 19000€. Om man skulle ha en maka skulle man få ett hushållsavdrag på 4542€ ((10315*0,45)-100), då skulle priset bli 16848€.

För att bergvärmepumpen bara klarar sig ner till -17°C utan tilläggsenergi kommer vedpannan och ackumulatortanken sparas för att hjälpa till när det blir kallare än -17°C ute.

10.2 Hybridlösningen

Med tanke på de önskemålen som fanns på systemet är bergvärmepump kombinerat med vedpanna den lösningen som passar bäst. Det här systemet har en hög energitäckning, behöver lite underhåll, går att kyla med och det är flexibelt. Vid eventuella problem med bergvärmepumpen kan man med vedpannan hålla huset varmt. För kylning/värmning skulle det installeras fläktkonvektorer, en på vardera våning. Dom kopplas så att man kan ha dom i en egen krets då man kyler. För att man skall kunna värma och kyla med full effekt sätts det en värmeväxlare på brinet som alstrar kylenergin som överförs till den vattenburna kretsen. Med hjälp av fläktkonvektorerna kan vi säkerställa att en framledningstemperatur på max 55°C kommer att räcka till. Rören som går till fläktkonvektorerna måste isoleras för att det kan bildas kondens på dom då man kyler.

Fastän behovet av vedpannan skulle vara ganska litet i dagsläget kommer behovet av den att öka ifall det byggs mer varm yta till huset. I huset finns det 20m² källare som går att bygga

om till varmt utrymme och 20m² vind som också går att göra varmt. Det här betyder att husets effektbehov skulle öka med 2kW, om man räknar med 50W/m².

Markvärmen skulle ha varit ett mycket bra alternativ men p.g.a. stenig jord skulle grävarbetet blivit för dyrt. Man kan inte heller kyla med markvärme vilket var en sak som jag ville kunna göra.

11. Slutsatser

Hybridvärmesystem är en ökande trend som lockar personer som vill sänka på uppvärmningskostnader, klara sig med mindre underhåll eller leva mer ekologiskt. De byggnader där hybridvärmen är mest ekonomiskt lönsamt är de som har el- eller oljevärmesystem. Från resultaten kan man se att solfångare inte är det bästa alternativet om man vill sänka sina uppvärmningskostnader. Det bästa alternativet är att välja en luftvärmepump. Luftvärmepumpen är en liten investering som gör stora besparingar, vilket betyder kort återbetalningstid. Men solfångare och luftvärmepumpar är endast kompletterande värmesystem, om man vill göra större ändringar måste man välja andra system.

Luft-/vattenvärmepumpen är ett bra alternativ där det inte finns möjlighet att göra berg-/markvärme. Den kräver lite underhåll och har relativt låga installations kostnader men den har där emot mycket högre driftskostnader jämfört med bergvärme. Den passar bäst till lågenergihus för att effekten räcker då bättre till när det blir kallt. Det kan också vara ett bra alternativ i de hus där man kan komplettera med t.ex. ved- eller fliseldning.

Ett av de allra bästa värmesystemen är ändå bergvärme. Bergvärmepumpar har funnits i många tiotals år och man vet med säkerhet att de är system man kan lita på. Fastän den stora investeringskostnaden kan skrämja bort en del människor så måste man komma ihåg att driftskostnaderna är mycket låga jämfört med andra system. Bergvärmens energitäckningsprocent är oftast 95-100% vilket är mycket svårt att åstadkomma med vatten/luftvärmepump. Systemet behöver inte heller något egentligt underhåll jämfört med ved- eller fliseldning som kräver hundratals arbetstimmar per år.

Det man måste komma ihåg när det kommer till värmepumpar eller solfångares återbetalningstider är att de varierar kraftigt beroende på el/olja priset. Desto högre priserna stiger desto kortare blir återbetalningstiden, och tvärt emot.

Hybridvärmesystem har många goda fördelar men passar inte till alla hus. Om man har en stor budget och man vill leva så ekologiskt som möjligt är det här fullt möjligt med olika hybridlösningar. Men ibland är det helt enkelt inte ekonomiskt lönsamt att använda sig av olika värmekällor. Det här är en sak som varje husägare måste själv undersöka och försöka luska fram den bästa lösning för just sitt hus.

Intervju 1

Jag intervjuade min granne Åke Lund som har haft bergvärme i 10 år för att höra hur han tycker att det fungerat. Huset är ett gammalt stockhus på 150m² med 2-glasfönster som tidigare hade en elpanna med ett vattenburet radiatorsystem. Utöver huset finns där en verkstad på 70m² som också var varm och värmdes med el-radiatorer. I samma hus som verkstaden fanns ett kallt garage på 30m². De här 220m² förbrukade tidigare 45000kWh per år. Åke har byggt det kalla garaget till ett kontor så den totala varma ytan är 250m².

Kontoret värms idag upp med en luftvärmepump och verkstaden med en luftvärmepump och en pelletskamin. Bostadshuset värms upp med en 10kW bergvärmepump och kyls på sommaren med en luftvärmepump. Den totala elförbrukningen har sjunkit till 25000kWh per år medan den varma ytan ökat med 30m². Åke är väldigt nöjd med bergvärmens och säger att den fungerat felfritt i 10år. (*Personlig kommunikation, Åke Lund, 24.9.2016*)

Källförteckning

- Akerholmsror.se Värmepumpar. <http://www.akerholmsror.se/varmepumpar/> (hämtat: 13.10.2016)
- Byggahus.se 11.12.2014. *Jämförelse av bergvärme och jordvärme.* <https://www.byggahus.se/varme/jamforelse-jordvarme-bergvarme> (hämtat: 12.9.2016)
- Energiatehokaskoti.fi *Maapiirillä lisää energiategokkuutta ja asumismukavuutta.* http://www.energiatehokaskoti.fi/files/380/Maapiirilla_lisaa_energiategokkuutta_ja_asumismukavuutta.pdf (hämtat: 11.10.2016)
- Energiatehokaskoti.fi 10.2.2016. *Poistoilmalämpöpumppu.* http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampop_ ja_maalampopumput/poistoilmalampopumppu (hämtat: 5.9.2016)
- Henning, A & SERC., 2007. *Värmesystemen i vardagen. Några småhusägares erfarenhet av att byta värmesystem.* SERC, Högskolan Dalarna. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:523077/FULLTEXT01.pdf> (hämtat: 6.9.2016)
- Motiva.fi 2011. *Pientalon lämmitysjärjestelmät.* <http://www.motiva.fi/files/4970/PientalonLammitysjarjestelmat.pdf> (hämtat: 12.9.2016)
- RT 52-10797, Maj 2003. *Vesikiertoinen patterilämmitys.* Rakennustieto Oy
- RT 52-10801, Augusti 2003. *Vesikiertoinen lattialämmitys.* Rakennustieto Oy
- Stat.fi 20.11.2015. *Asumisen energiankulutus edellisvuoden tasolla vuonna 2014.* http://www.stat.fi/til/asen/2014/asen_2014_2015-11-20_tie_001_fi.html (hämtat: 8.9.2016)
- Stat.fi 23.3.2016. *Energian kokonaiskulutus laski 3 prosenttia vuonna 2015.* http://www.stat.fi/til/ehk/2015/04/ehk_2015_04_2016-03-23_tie_001_fi.html (hämtat: 8.9.2016)
- Sulpu.fi *Ilmalämpöpumppu (ILP).* <http://www.sulpu.fi/ilmalampopumppu> (hämtat: 1.9.2016)
- Sulpu.fi *Suomessa jo 700.000 lämpöpumppua ja vuonna 2030 miljoona enemmän.* http://www.sulpu.fi/uutiset/-/asset_publisher/WD1ExS3CMra3/content/suomessa-jo-700-000-lampopumppua-ja-vuonna-2030-miljoona-enemman? (hämtat: 20.10.2016)
- Sulpu.fi *Ulkoilma-vesilämpöpumppu (UVLP).* <http://www.sulpu.fi/ilma-vesilampopumput> (hämtat: 1.9.2016)
- Svensksolenergi.se Juni 2015. *Frågor och svar om solenergi.* <http://www.svensksolenergi.se/fakta-om-solenergi/fragor-och-svar-hur-fungerar-ett-solvarmesystem> (hämtat: 5.9.2016)
- Techeat.fi *Porakaivo – Yleisimmät kysymykset.* <http://www.techeat.fi/porakaivo-yleisimmat-kysymykset/> (hämtat: 5.9.2016)

Uusimaa.fi 9.10.2016. *Valtion energia-avustus loppuu tähän vuoteen.*

<http://www.uusimaa.fi/artikkeli/442260-valtion-energia-avustus-loppuu-tahan-vuoteen>

(hämtat: 12.10.2016)

Vero.fi 16.5.2016. *Hushållsavdrag.* [https://www.vero.fi/sv-](https://www.vero.fi/sv-FI/Personkunder/Hushallsavdrag)

[FI/Personkunder/Hushallsavdrag](https://www.vero.fi/sv-FI/Personkunder/Hushallsavdrag) (hämtat: 12.10.2016)

Wikipedia.org 25.11.2013. *Centralvärme.*

<https://sv.wikipedia.org/wiki/Centralv%C3%A4rme> (hämtat: 1.9.2016)

Bilagor

I bilagorna finns det all information som använts i uträkningarna i kapitel 9 och 10.

Bilaga 1

Se kap. 9.1 för ytterligare information. Solfångarna är Ruukkis 6m² paket.

Paketets pris:	2691€ (Taloona.com 15.9.2016)
El pris:	0,12€/kWh (Kymenlaakson sähk6 Oy 15.9.2016)
Olje pris:	0,777€/l (Oil.fi 15.9.2016)
1l olja: 10kWh*0,9:	9kWh
Solfångarnas effekt: 441*0,9*6:	2382kWh
Arbetskostnader: 2691*0,3:	807€
Hushållsavdrag: (807*0,45)-100:	263,15€
Arbetskostnader efter avdrag:	543,85€

Systemets pris efter avdrag: 3234,85€

Oljans värmeinhåll tas gånger 0,9 för att oljepannans verkningsgrad är 90%

Besparing av el: 2382*0,12:	285,84€/år
Besparing av olja: (2382/9)*0,777:	205€/år
Återbetalningstid el: 3234,85/285,84:	11,3 år
Återbetalnings tid olja: 3234,85/205:	15,8 år

Återbetalningstider med 10% högre eller lägre el-/oljepriser

Besparing av el +10%: 2382*0,132:	314,42€/år
Besparing av el -10%: 2382*0,108:	257,26€/år
Återbetalningstid el +10%: 3234,85/314,42:	10,3 år
Återbetalningstid el: 3234,85/257,26:	12,5 år
Besparing av olja +10%: (2382/9)*0,855:	226,23€/år
Besparing av olja -10%: (2382/9)*0,699:	184,96€/år
Återbetalnings tid olja +10%: 3234,85/226,23:	14,3 år
Återbetalnings tid olja -10%: 3234,85/184,96:	17,5 år

Systemets pris	Sparar		Återbetalningstid (år)	
	El	Olja	El +10%/0/-10%	Olja +10%/0/-10%
3 234,85 €	285,84 €	205 €	10,3/ 11,3 /12,5	14,3/ 15,8 /17,5

Bilaga 2

Luftvärmepumpens kostnad:	1595€ (Gigantti.fi)
El pris:	0,12€/kWh (Kymenlaakson sähkÖ Oy 15.9.2016)
Olje pris:	0,777€/l (Oil.fi 15.9.2016)
1l olja: 10kWh*0,9:	9kWh
Arbets kostnader: 1595*0,3:	478,5€
Hushållsavdrag: (478,5*0,45)-100:	115,33€
Arbetskostnader efter avdrag:	363,17

Systemets pris efter avdrag: 1958,18€

Oljans värmeinhåll tas gånger 0,9 för att oljepannans verkningsgrad är 90%

Luftvärmepumpen kommer åt att värma upp halva huset d.v.s. 80m². Energibehovet på de här 80 kvadraterna är 10000kWh. Vi dividerar sedan 10000kWh med 3,3 som är verkningsgraden. Då får vi 3030kWh som svar, vilket är mängden el som går åt för luftvärmepumpen. Sen tar vi 3030kWh bort från 10000kWh och då får vi besparingen vi har gjort som är 6970kWh. Sedan räknar vi hur mycket besparingen blir i pengar beroende på om vi har el eller olja.

(10000kWh/3,3)-10000kWh:	6970kWh
Besparing av el: 6970*0,12:	836,4€/år
Besparing av olja: (6970/9)*0,777:	601,7€/år
Återbetalningstid el: 1958,18/836,4:	2,3 år
Återbetalnings tid olja: 1958,18/601,7:	3,3 år

Återbetalningstider med 10% högre eller lägre el-/oljepriser

Besparing av el +10%: 6970*0,132:	920,04€/år
Besparing av el -10%: 6970*0,108:	752,76€/år
Återbetalningstid el +10%: 1958,18/920,04:	2,1 år
Återbetalningstid el: 1958,18/752,76:	2,6 år
Besparing av olja +10%: (6970/9)*0,855:	662,11€/år

Besparing av olja -10%: $(6970/9)*0,699$: 541,31€/år

Återbetalnings tid olja +10%: $1958,18/662,11$: 3 år

Återbetalnings tid olja -10%: $1958,18/541,31$: 3,6 år

Systemets pris	Sparar/år		Återbetalningstid (år)	
	El	Olja	El +10%/0/-10%	Olja +10%/0/-10%
1 958,18 €	836,4 €	601,7 €	2,1/2,3/2,6	3/3,3/3,6

Bilaga 3

Solfångare i hus med vedpanna. Solfångarna är Ruukkus 6m² paket.

Paketets pris:	2691€ (Taloon.com 15.9.2016)
Blandadved (gran, tall) 27m ³ :	(1330kWh/m ³)
El 1000kWh	
Gran-/tallved pris:	60€/m ³ (Etuklapi.com)
El pris:	0,12€/kWh (Kymenlaakson sähkő Oy 15.9.2016)

Ved kostnader: 27m ³ *60€	1620€
El kostnader: 1000kWh*0,12€:	120€
Arbetskostnader: 2691*0,3:	807€
Arbetskostnader efter	
hushållsavdrag: (807€*0,55)+100€:	543,85€

Systemets pris efter avdrag: 2691+543,85=	3234,85€
Solfångarnas effekt: 441*0,9x6:	2382kWh

Vi räknar med att solfångarna täcker hela behovet av elmotståndet på 1000kWh och resten sparar vi i ved. I el sparas det 120€ på de restiga 1382kWh går det åt 1,04m³ ved vilket kostar 62,4€.

Elkostnader: 1000kWh*0,12: 120€

Vedkostnader: 1382kWh/1330kWh=1,04m³→1,04*60=62,4€

Totala besparingar: 182,4€/år

Återbetalningstid: 3234,35/182,4= 17,7år

Systemets pris	Sparar			Återbetalningstid
	El	Ved	Totalt	
3234,85 €	120 €	62,40 €	182,40 €	17,7år